



**Жаңадан
бастаушыларға арналған
МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ**
Қарапайым деңгей

Авторы: Кип Хэнсон

dummies
A Wiley Brand

**Жаңадан
бастаушыларға арналған
МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ**

Қарапайым деңгей

Металл кескіш білдектер мен металл өңдеу үдерістерін зерттеңіз
СББ бағдарламалау, роботты техника және ӨЗҒ
Бүгінгі заманның өндірістік ортасында табысты болыңыз

Авторы: Кип Хэнсон

WILEY

Механикалық өңдеу. Қарапайым деңгей ©
John Wiley & Sons, Inc. баспасы жариялаған, 111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774,
www.wiley.com

Авторлық құқық: © 2018 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

Бір мезгілде Канадада жарияланды.

Бұл жарияланым 1976 жылғы Авторлық құқық туралы Заңның 107 және 108-бөлімдерінде қарастырылғандардан басқа жағдайларда, баспаның алдын ала жазбаша рұқсатынсыз ішінара немесе толығымен қандай да бір түрде болмасын, қандай да бір тәсілмен болмасын, оның ішінде электронды, механикалық шығару, фотокошірме, жазбалар жасау, сканерлеу тәсілдерімен немесе шығарудың басқа да тәсілдерімен жариялана алмайды, іздеу жүйесінде сақтала алмайды немесе беріле алмайды. Рұқсат алу үшін сұраулар келесі мекен-жай бойынша Рұқсат беру бөліміне жолдануы тиіс: John Wiley & Sons, Inc. 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, (201) 748-6011, факс (201) 748-6008 немесе көрсетілген сілтеме бойынша он-лайн орналастырылуы тиіс: <http://www.wiley.com/go/permissions>.

Wiley, For Dummies, The Dummies Man logo, Dummies.com, Making Everything Easier **сауда белгілері** және соған қатысты сыртқы безендірілуі John Wiley & Sons, Inc. басылымының тауар таңбалары немесе мәлімденген сауда белгілері болып табылады және жазбаша рұқсатсыз пайдаланыла алмайды. Басқа тауар таңбаларының барлығы өз иеленушілерінің меншігі болып табылады. John Wiley & Sons, Inc. баспасы осы кітапта аталған өнімдермен немесе жеткізуші ұйымдармен байланысты емес.

ЖАУАПКЕРШІЛІК ШЕГІ / КЕПІЛДІКТЕРДЕН БАС ТARTУ: БАСПА МЕН АВТОР ОСЫ КІТАПТЫҢ ДӘЛДІГІ МЕН МАЗМҰНЫНЫҢ ТОЛЫҚТЫҒЫНА ҚАТЫСТЫ ҚАНДАЙ ДА БІР МӘЛІМДЕМЛЕРДІ НЕМЕСЕ КЕПІЛДІКТЕРДІ ҰСЫНБАЙДЫ ЖӘНЕ БАСҚАЛАРДЫҢ ІШІНДЕ, АТАП АЙТҚАНДА, НАҚТЫ БІР МАҚСАТТА ЖАРАМДЫЛЫҚ КЕПІЛДІГІН ҚОСА АЛҒАНДА БАРЛЫҚ КЕПІЛДІКТЕРДЕН БАС ТАРТАДЫ. САТЫЛЫМ НЕМЕСЕ ЖАРНАМА МАТЕРИАЛДАРЫ ҚАНДАЙ БІР КЕПІЛДІКТЕРДІ ҚҰРМАЙДЫ НЕМЕСЕ ҰЗАРТПАЙДЫ. БҰЛ ҚҰЖАТТА ҚАМТЫЛҒАН ҰСЫНЫСТАР МЕН СТРАТЕГИЯЛАР БАРЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ҚАРАСТЫРМАЙДЫ. АТАЛМЫШ КІТАПТЫ САТУ БАСПАНЫҢ ЗАҢДЫҚ, ЕСЕПТІК НЕМЕСЕ БАСҚА ДА КӘСІБИ ҚЫЗМЕТТЕРДІ КӨРСЕТПЕЙТІНІН АНЫҚ ТҮСІНУМЕН ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛАДЫ. КӘСІБИ КӨМЕК АЛУ ҚАЖЕТ БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА БІЛІКТІ МАМАҢҒА ЖҮГІНІҢІЗ. БАСПА МЕН АВТОР ОСЫДАН ТУЫНДАЙТЫН ЗАЛАЛ ҮШІН ЖАУАПТЫ ЕМЕС. ОСЫ КІТАПТА ЦИТАТАНЫ ЖӘНЕ (НЕМЕСЕ) ҚОСЫМША АҚПАРАТ АЛУДЫҢ БОЛЖАМДЫ КӨЗІН БЕРЕ ОТЫРЫП, ҚАНДАЙ ДА БІР МЕКЕМЕНІҢ НЕМЕСЕ САЙТТЫҢ АТАЛУ ДЕРЕГІ АВТОРДЫҢ НЕМЕСЕ БАСПАНЫҢ МЕКЕМЕ НЕ БОЛМАСА ВЕБ-САЙТ ҰСЫНУЫ МҮМКІН АҚПАРАТТЫ ЖАРНАМАЛАУЫН Я ОЛАРДЫҢ БОЛЖАМДЫ ҰСЫНЫСТАРЫН ҚОЛДАЙТЫНЫН БІЛДІРМЕЙДІ. МҰНЫМЕН ҚОСА, ОҚЫРМАННЫҢ ОСЫ КІТАПТА КЕЛТІРІЛГЕН ВЕБ-САЙТТАРДЫҢ КІТАПТЫҢ ЖАЗЫЛУЫ АРАЛЫҒЫНДА НЕМЕСЕ КІТАПТЫ ОҚЫҒАНҒА ДЕЙІН ӨЗГЕРУІ НЕМЕСЕ ӨЗ БЕЛСЕНДІЛІГІН ТОҚТАТУЫ МҮМКІН ЕКЕНІН БІЛГЕН ЖӨН.

Басқа өнімдер мен қызметтер туралы негізгі ақпаратты біздің клиенттермен жұмыс істеу бөлімі ұсына алады: АҚШ аумағында келесі телефондар бойынша: 877-762-2974, АҚШ-тан тыс аумақта: 317-572-3993 немесе келесі факс бойынша: 317-572-4002. Техникалық қолдауға келесі сілтеме арқылы өтіп, ие бола аласыз: <https://hub.wiley.com/community/support/dummies>.

«Wiley» баспасы жарияланымдарды түрлі баспа және электронды форматтарда, сонымен қатар тапсырыс арқылы да жүзеге асырады. Осы кітаптың стандартты баспалық нұсқасын құрайтын кейбір материалдар тапсырыспен басылған электронды кітаптарға немесе жарияланымдарға енбеуі мүмкін. Егер кітапта CD немесе DVD-ға сілтеме жасалған болса, сатып алған нұсқасында жоқ материалдарды мына сайттан жүктеп алуыңызға болады: <http://booksupport.wiley.com>. «Wiley» баспасының өнімдері туралы толығырақ ақпаратты www.wiley.com сайтынан таба аласыз.

Конгресс кітапханасының есептік нөмірі: 2017955613

ISBN 978-1-119-42613-4 (pbk); ISBN 978-1-119-42649-3 (ebk); ISBN 978-1-119-42650-9 (ebk)

Америка Құрама Штаттарында шығарылған
 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Мазмұны

КІРІСПЕ	11
Осы кітап туралы	11
Аңғал жормалдар	12
Осы кітапта қолданылған шартты белгілер	12
Бұл кітаптан тыс	13
Бұдан ары қайда барамыз	13
	14
1-БӨЛІМ: ИІНТІРЕКТІ ТАРТЫП, САПТАМАНЫ ҚОЗҒАЙМЫЗ	
1-ТАРАУ: ӨНДІРІС ШЫҒЫНА ӨРМЕЛЕУ	16
Үңгір адамы: Механикалық өңдеусіз әлем қандай болды?	17
Бұл неліктен өндірістік жоңқа деп аталады?	17
Сіз кім болып жұмыс істейсіз?	19
Танысып қойыңыз: Білдектің негізін салушылар	20
Механикалық өңдеу үдерісі қалай басталып кетті?	20
Аспаптар жиынтығындағы басқа да құралдар	23
Механикалық өңдеу негіздерін меңгеруге талпыну	24
Моторлы режимде жұмыс істеу туралы	24
Жолдары мен тәсілдері	26
Белбеу-тегермештер мен тегершіктер	27
Айналғыш қалпақша және құралдарды алмастыру қондырғылары	28
Сүмбінің уақыты келді	29
Мойынтіректер келе жатыр	30
Қозғалыстың қыр-сыры	31
2-ТАРАУ: БІЛДЕКТЕР ТУРАЛЫ АҢЫЗДЫ ЖОҚҚА ШЫҒАРУ	31
Білдектерді автоматтандыру	32
Жұдырықшалы жетегі бар күрделіндірілген білдектер	32
Көп сүмбілі әбігер	33
О-матикалық (автоматты) фрезер білдегі	33
Сандық басқару бойынша жолбасшы	33
Қызыл таспаны ортасынан кесу	34
Компьютерлік басқару	35
Жарты жолда	36
Фрезерлік білдектер туралы: фрезерлік білдектер мен өңдеу орталықтары	37
Жазық бет туралы айтсақ	37
Әр қырынан қарағанда	39
Бойлай жону	40
Көлденеңнен жону	41
Кешірім өтінемін, бұл бөлік іш пыстырарлықтай	42
Жеткілікті: жону білдектерін зерделеу	42
Бұрама кескіш жону білдегі	43
Жону-револьверлі білдектер	44
Екі есе жағымды	44
Зерделеу	45
«Гангстер» әлеміне өту	45
Сырғанау	46
Бұл - фрезлі білдек, бұл - жону білдегі . . . Бұл - супермашина!	47
Фрезерлік-жону немесе жону-фрезерлік	47

Сегіз қырлы, бір сырлы	47
3-ТАРАУ: МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ ҮДЕРІСТЕРІНІҢ ҚАЛҒАНЫН СӨТТИ АЯҚТАУ	49
Механикалық өңдеу үдерістері	49
Құрал өндірісіне саяхат	49
Кескіштерсіз кесу: электржелілену білдектері (ЭЖБ (EDM))	49
Ажарлау	53
Кесу	54
Жаныштау	56
Бұрамдық жонғышпен кесу, тісқару және тісжонғылау	56
Терең бұрғылау	56
Тар шеңберлі секторларға көз жүгірту	58
Электронды сәулемен өңдеу	58
ЕСМ-нен РЕСМ-ге	58
Ультрадыбысты өңдеу	58
Баламаларды да бағалай отырып	59
Металды қысыммен өңдеу цехтары	59
101 дәнекерлеу	62
4-ТАРАУ: МАТЕРИАЛИСТ БОЛА ОТЫРЫП	64
Элементтерді талқылау	64
Металды алып тастау тақырыбында толғану	66
AISI сәйкес механикалық өңделу	66
Егеуқұммен кескендей	67
Өлегі көп	67
«Спагетти» секілді талшықты	68
«Джуси Фруттан» да жабысқақ	68
Металдарды зерделейміз	68
Тегістеу	68
Бірізділікпен болатқа өту	70
Суперқорытпаларға шолу	73
Жеңіл тақырыптарға көшумен тәмамдаймыз	75
Сығымдағыштардан сусын құйылған құтыларға дейін	75
Қызыл металдар	75
Магний және мырыш	76
Полимерлерге көз салайық	76
	79
2-БӨЛІМ: ҚҰРАЛДАРМЕН ЖАБДЫҚТАУ	
5-ТАРАУ: ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР: АБАЙЛАҢЫЗ, ӨТКІР!	81
Қатаң деректерге сүйенсек	81
Тез кесетін болатпен батыл қимылдар жасау	83
Үдерісті екі есеге арттыру	84
Полиэтиленгликольмен танысу (PEG)	84
Ұсақ түйіршіктік ғажайыптары	84
Керамика: техникалық ерекшеліктері	85
Жабындау жұмбақтары	85
Домалақ кескіштер: айналу кезінде индекстеу	86
101 саңылауды бұрғылау	86
Барлығы да бұрғылар туралы	87
Қолайлы бұрғыны қалай таңдауға болады?	88
Өнімділік туралы	90

Саңылауларға да көмек қажет	90
Бұрама кескіштер есікті қағып тұр	91
Фрезерлік кескіш	92
Бір орында тұру	94
Иініректі құралдарды ешнәрсеге алмастырмаймыз	95
Үлкен жүк көтергіштер	95
Ізаралыққа дөп түсу	96
Жұқа жіптер	97
Енді соншалықты іш пыстырарлық емес	98
Кесу бойынша берілетін кеңестер	98
6-ТАРАУ: ҚЫСҚЫШПЕН МЫҚТАП ҰСТАУ.	100
Патронды жону білдектері	100
Қандай және қанша жұдырықша пайдаланылатынын шешеміз	102
Ех, цанга!	103
Біліктер	105
Дұрыс жазылуы «Vise» емес, «Vise»	106
Батыл әрекетке көшу	107
Соншалықты жылдам емес	108
Бес есе жақсырақ	109
Көлденең ұстағыш	109
Айқұш-ұйқыш қысқыш тетіктер	110
7-ТАРАУ: АЙНАЛУ АЙМАҒЫ ЖОҚ ҚҰРАЛДАРДЫ БЕКІТУ	113
Бұрғылайтын кесетін құралдар арасында	113
Конус уақыты	114
Неліктен 7/24 күнтізбедегі күн емес	115
Тезірек, тезірек!	116
Ұстағыштар каталогына саяхат	117
Бүйірден берілетін соққы	118
Қарсы алыңыздар, Чақтың інісі	118
Жұлынып кетуді болдырмау	119
Адам нанғысыз қысқыш ұстағыштар	120
Құрал ұстағыштардың ұсақ-түйегі	121
180 градусқа бұрылу: әділ ойын	123
Жону білдегіне серпін беру	123
Шамалы төлкелер туралы	124
Тез алмастырылатын құралдармен үдерісті жылдамдату	125
8-ТАРАУ: ТАБЫСҚА ЖЕТУ ҮШІН САЙМАНДАРМЕН ЖАБДЫҚТАУ	127
Тұғырықтардағы бөлшектер	127
Тұғырықтарды алмастыру қондырғысымен көпмақсатты білдектерді сатып аламыз	128
Қолданыстағы білдекке тұғырықты алмастыру қондырғысын қосу	128
Тұғырықтарды тұғырықтарға төсеу	129
Бұрмалы үстелдердің айналуы	130
Алақай, шынымен айырмашылық бар!	130
Шеңберден шеңберге	131
Шетмойынның кезі келді	131
Шыбықты беру қондырғысымен шыбықты көтеру	132
Шыбыққа кіріспе	133
Жұмыс кезіндегі тарсыл туралы	134
Бақытты гидравлика	134
R2D2-мен ынтымақтастық	135

Өлшемдерді орындау	136
Эстафетаны беру	137
Өзін-өзі бағыттау режимін іздеу	138
Дербес режимде	138
Алдын ала баптау элементтері	139
Оңтайлы теңгерімге қол жеткізу	140
Жұмсақтау болу	141
Үлестіргіш ЭЕМ	142
Дұрыс білдектер мен опцияларды таңдау	143
Жоғары қысыммен салқындату	144
Жұмысты қалай оңайырақ орындауға болады (және қауіпсіздеу)	145
Жоңқаны алып тастау жүйесі	145
Ол бекерден түтін деп аталмайды	145
3-БӨЛІМ: БӘРІН БІРІКТІРУ:БӨЛШЕКТЕРДІ ҚҰРАСТЫРУ	146
9-ТАРАУ: БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАМЕН ТАБЫСҚА ЖЕТУ	147
Бағдараламық жасақтама қысқартуларын түсіндіру	148
Міне, «CAD» нені білдіреді!	150
Модельдермен сынақ жасаймыз	151
Ғажайып қаңқалар	151
Маған қызмет етіңізші	152
АӨБЖ-леу	153
Шынайылықты модельдеу	154
Мағыналы сұхбаттар	155
Файлдық форматтарды зерделеу	156
Өндіріске жарамды	157
DFM және DFMA	157
FEA	158
Өндірісті басқару	158
MES	159
TMS	159
10-ТАРАУ: ӨЛШЕМДЕРДІ ОРЫНДАУ	161
Әдемі суреттерді саламыз	162
Ұйғарынды мәндер дегеніміз жақсы	162
«GD&T»-ға кіру	163
Сипаттайтын қасиеттері	164
Бұғаттау және қармап алу: қатты калибрлер	165
Калибрлермен жүргізілетін тәжірибелер	166
Ішөлшегіштер (Штихмассалар)	167
Айнала түгел калибрлер	167
Қарсы алыңыз, мик(рометр)	168
Сатып алған заттарды салатын арбаны толтырамыз	170
Үстіңгі қабаттық жанасу	170
Саңылауларды тексеру	171
Ойдан шығарылған қауіптен қорқу	172
Бәрін де тексереміз	172
Білдектердің көмегімен өлшеу	173
Сапаға бастайтын жолды ұстанамыз	175
11-ТАРАУ: G-КОДТЫҢ ҚҰҚПИЯСЫН АШАМЫЗ	176
Сандық бағдарламалық басқару (СББ) негіздері	177
G-Код туралы жалғастырамыз	178

Кеттік!	179
Теңестіру	179
Сағат тілімен шеңбер жасау	179
Координаттарды үйлестіру	180
Бастапқы жайғасымға қайту	181
Түбегейлі ойлаймыз	182
Көлемді (және орналасқан жерін) дұрыстау	183
Түзетудің табысты болуы	183
Солға ма әлде оңға ма?	184
Қайталымдық: тұрақты және көп рет қайталанатын қайталымдар	185
Бір желі ме әлде екеу ме?	186
Бір оқпен екі қоянды ату	186
«Болдырмауды» ұмытып кетпеңіз	187
М-кодпен іске қосу	188
Макростармен мақсаттарға қол жеткізу	190
12-ТАРАУ: БІЛДЕК ОПЕРАЦИЯЛАРЫ ӨЛЕМІНЕ САЯХАТ	192
Саңылауларды сәтті бұраңыз	193
Бұранда кесу	194
Ішкі бұранда	195
Сыртқы бұранда	196
Қажетті бұрылыс	197
Бәрі немен бітеді	198
Фрезерлік ақылсыздық	199
Бүйірлік фрезерлеу	199
Терең қуыстарды фрезерлеу	199
Үстіңгі қабатты өңдеу	200
Жіктерді кесіп шығару	200
Жонып өңдеуді жақсарту	201
Интерполяциялауды басу	202
Қылауларды алып тастаймыз	203
Таңдау кезіндегі күмән	203
Зарядпен	203
13-ТАРАУ: КЕЛЕШЕККЕ ҰМТЫЛУ	205
Жарықты сөндіріңіз	206
«FMS»-ті қамтимыз	207
Икемділікке сапар	208
Білдектердің қашықтықтан бақылау	208
Сымсыз технологияларға «иә» дейміз	209
Ақаусыз жүйе	210
Құралдарды ақылдырақ етеміз	212
Тербелісті басу	212
Таңбалау	213
	215
4-БӨЛІМ: ОНДЫҚТАР БӨЛІМІ	
14-тарау: Үдерістерді болжалды етудің он тәсілі	217
Ғылыми тұрғыдан ойлау	218
Берілістер мен жылдамдықтарды зерделейміз	219
Кесу жылдамдығы	219
Беріліс режимдері	220
Кесу тереңдігі	221

Құралдардың тозуын бақылау	221
Жазба жүргізу	223
Салқындату	223
Білдектерге күтім жасау	224
Айналмалы сәт	226
Нөлдік қате қағидасы	226
Сауданы дұрыс жасаймыз	226
Бір стандартпен	227
15-ТАРАУ: ТАҢ ҚАЛДЫРАТЫН ОН ҚҰРАЛ, ОЙҒА САЛУ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР,	228
Бұған аддитивті өндірісті қосамыз	228
Заттардың ғаламторын кеземіз	230
Бұлтты көзқарас	231
Барлығын автоматтандыру	232
Виртуалды америкалық төбешіктерде сырғанау	233
Экологиялық өндіріске көшу	234
Әлемді жеңілдете отырып	234
Қағаздан құтыламыз	235
Гибридті көңіл көтеру	237
Азауға деген үрдісі: МЕМЖ және басқа да кішкентай элементтер	238
16-ТАРАУ: ТАБЫСТЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ОН ОЙҒА САЛУ	240
Өңдеу балағаттау емес	240
Қайтадан мектепке: сертификаттау	241
Үнемді болып қалу	243
Тік нарықтарды дамыту	244
Құралдарды жылдамырақ және ұзағырақ пайдалану	244
Бөлшектер мен құралдарды сақтау	245
Білдектер (және адамдар) үшін жағдай жасау: температуралық режим, тазалық және қауіпсіздік	246
Баптаудың табысты болуы	248
Қолғаптарымызды шешеміз (және қорғаныс көзілдірігін киеміз)	249
Өзгерістерді ескеру	250
ӨЛІППЕЛІК КӨРСЕТКІШ	252

Кіріспе

Саналы «Хомо сапиенс» ертедегі жабайы динго тағысына жем болмау мақсатында тасты ағаш бұтағын үшкірлеу үшін пайдаланған күннен бастап адамзат түрлі бұйымдарды әзірлеумен айналысып келеді. Адамзаттың өндірумен айналысуға деген құлшынысы ағаш пен тастан жасалған құралдардан бастап біртіндеп дөңгелек, ауыл шаруашылығы және сәулетті ойлап табуға, сондай-ақ, өкінішке орай, ұйымдастырылған соғыстар жүргізуге алып келді.

Сонымен бірге біз қола мен темір секілді металдарды қалай ерітіп, құюға болатынын да үйрендік. Біз баспа машинасын, тоқыма білдектерін, механикалық сағатты және есептеу машинасын жасадық. Дегенмен болат өндіруді бастап, ал содан кейін металл кескіш құралды жасаған соң ғана заманауи өндіріс қарқындай бастады.

«Механикалық өңдеу» деп аталатын металл кескішсіз біз ат арбамен жүрген заманда қалып қойған болар едік. Бұл өндірістік төңкерістің негізін салған іргетастың қалануы болып табылады. Дәлдікпен өңделген бөлшектерсіз механикаландыру мүмкін емес, сондықтан механикаландырусыз зауыттар, кемелер, локомотивтер, автокөліктер мен ұшақтар да болмаған болар еді.

Бүгінгі таңда біз кезекті өндірістік төңкерістің алдында тұрмыз. Ол заманауи металл кескіш жабдықтың арқасында болмаса да, бізді осы деңгейге жеткізгенін мақтаныш тұта алады. Жоқ, келесі өндірістік төңкеріс сандық болып табылады. Оның құралдары – деректер, компьютерлер мен жоғары жылдамдықты ғаламторлар және ол басқа да өндірістік төңкерістер секілді бәрін өзгеріске ұшыратады.

Мұның бәрінің осы кітапқа қандай қатысы бар? Қатысы жеткілікті. Механикалық өңдеу мен өндірістік технологияның басқа да түрлері қазіргі кездегі икемділік пен ғаламдық байланыс үшін өтетін бәйгенің басты сәйгүлігі болмаса да, олардың жарысқа қатысу үшін шақырылатыны анық. Шын мәнінде үлкен деректер мен «Заттар интернеті» туралы қалағаныңызды айтуыңызға болады, дегенмен механикалық өңдеусіз мұның бірі де мүмкін болмас еді. Сондай-ақ заманауи көлік те болмаған болар еді. Ұшақтар ұшпас еді; кемелер батып кетер еді; жеңіл және жүк көліктерін жүргізу үшін олар механикалық өңдеуден өтпесе, жолдың шетінде тұрған болар еді.

Біздің күнделікті өмірімізді қолайлы ететін басқа бұйымдар ше? Біздің асымызды суытатын және біздің киім-кешегімізді тазалайтын техника ше? Егер механикалық өңдеу болмаса, бұл қондырғыларды жасау мүмкін болмас еді. Механикалық өңдеу болмаған кезде, егер сіз фильм көруді ұнататын болсаңыз, онда театрға баруды жоспарлаған болар едіңіз (актерлардың қатысуымен, балауыз майшамының жарығымен), себебі DVD-плеерлер мен 65 дюймдық теледидарлар болмаған болар еді.

Ал медицина ше? Оны ұмытқаныңыз жөн. Әжеңіз үміттеніп күткен ұршық буынының қондырымынсыз ақсап жүрген болар еді, себебі аксиалдық томография мен рентгенграмманы, РХ препараттарын немесе оталық жабдықтарды айтпағанда, ешқандай механикалық протездеу де болмаған болар еді. Қатерлі ісік пен басқа да аурулар біздің күнделікті өмірімізден орын алып, ал өт қабына жасалатын қарапайым отаның аяғы өлімге алып келуі мүмкін болар еді.

Механикалық өңдеудің арқасында жасалатын технологиялар – тамақ және энергия өндірісі, тұрғын үй мен инфрақұрылым құрылысы, сондай-ақ, болуы мүмкін барлық тұтыну тауарлары туралы мен күн ұзақ айта берер едім, бірақ сіз басты ойды ұққан боларсыз. Басқаша айтқанда, механикалық өңдеу біздің өміріміз үшін екінің бірі бағалай бермейтін жеңілдіктер туғызады.

Жеткілікті айтылды деп ойлаймын. Сіз білімқұмар тұтынушы болсаңыз да, өзінің ермек ісіне берілген немесе өндіріс саласындағы мансап туралы ойланатын не мансапты бастаған жан (солай деп үміттенемін) болсаңыз да, бұл кітап осы маңызды тақырып туралы сіздің мағлұматыңызды арттыра түсуді көздейді.

Осы кітап туралы

Егер сіз кітаптың мұқаба бетін оқысаңыз, онда сізге менің айтуым қажет болмас, бірақ бұл кітап «механикалық өңдеу» туралы. «Бұл не?» деп сұрарсыз. Түсінікті тілмен айтқанда, «механикалық өңдеу» өндірістің аталмыш салаларында қолданылатын металл, пластик және басқа да материалдарды нақты бөлшектерге айналдыру үдерісі болып табылады.

Бұл кешенді үдеріс, сондықтан «Механикалық өңдеу. Қарапайым деңгей» бірнеше шағын бөліктерге бөлінген. Ол шағын алғысөзден басталады (себебі сіз мен сияқты болсаңыз, онда мектепте осы сабақ болып жатқанда ұйықтап отырған болуыңыз тиіс), содан соң біртіндеп құралдарға: металл кескіш білдектерге, кесетін құралдарға және жоңғышты ұстау қондырғысына (тиісінше «бекіту» деп аталатын) көшеді.

Мұнда бағдарламалау туралы да бар, сондай-ақ көмекші құралдар мен өндірістік ғимараттардағы техникалық қауіпсіздік туралы да түсініктеме берілген. Соңында сіз мықты машина жасаушы болу туралы кеңестер (ешқандай қосымша ақы төлеместен), сондай-ақ осы саланың беталысы туралы нақты техникалық ақпарат ала аласыз. Осыны оқып шығыңыз, сонымен сіз өз білім қоржыныңызды толтыра түсуіңіз мүмкін.

Сонымен, сізге машинада немесе білдекте өңдеумен айналысуға деген сенімсіздігіңізді жеңіп, кітапті кассаға алып баратын не оны өзіңіздің сауда жасайтын сандық себетіңізге салатын және несие картаңызбен төлейтін кез келді. Содан соң ыңғайлы жайғасып, осы кітапты оқудан ләззат алыңыз. «Механикалық өңдеу» дегеніміз керемет әрі сіздің оны оқуды ұнататыныңызға мен сенімдімін.

Аңғал жорамалдар

Бұл кітап сіздің «механикалық өңдеуге» деген қызығушылығыңыз бар деп жорамалдайды. Иә, дәл солай. Металлургиялық қағидаларды терең білу қажет емес. Механикалық инжиниринг саласындағы академиялық дәреже де қажет болмайды. Егер сіз қай уақытта болмасын жону білдегін немесе фрезерлеу білдегін көрген болсаңыз, не жоғары сыныптарда оқып жүрген кезде сабақта бірнеше тесікті бұрғылаған болсаңыз, онда тамаша, бірақ осының бірі де бұл кітапты оқу үшін алғышарт болып табылмайды.

Сондай-ақ, сіздің механикалық өңдеу туралы көбірек білгіңіз келіп, фудкортқа барайық деп ызындап, жейденіздің етегінен тартқан балаңызбен, адам топырлаған кітап дүкенінің ортасында тұрып, кітапты парақтауыңыз немесе жұмыс орнында, компанияның ғаламторды бақылаушысы ту сыртыңыздан қарап тұр деген қорқыныспен сайлау кезіндегі саясаткер секілді қобалжи отырып, осы кітаптың электронды нұсқасын жүктеп алуыңыз заңды жорамал болып табылады.

Солай болса да, сіз компьютердің не екенін білуге тиіссіз. Егер Сіз жеңіл көліктердің зауыттарда жиналатынын және металл мен пластиктен жасалатынын түсінетін болсаңыз (механикалық өңдеу автокөлік өндірушілері үшін аса маңызды), оның сізге көмегі болған болар еді. Автокөлікпен жұмыс жасаған болсаңыз тіпті жақсы, онда сіз өңделетін бөлшектердің нақтылығын және соған байланысты жасалған жұмысты тура бағалай алған болар едіңіз.

Тіпті «Ikea» компаниясы шығарған жиһаз бұйымын дұрыс жинай алған болсаңыз, ол да үлкен жетістікке жатар еді, себебі бұл жағдайда сіз бұранда дегеніміздің не екенін білетін болғаныңыз және дүкеннің байырғы жұмысшылары үнемі айтып жүретін, содан соң жұмыс орнына бара жатқанда дыбыс шығармай күліп, «оңға қарай тартасың, солға қарай босатасың» дегенін естігенде байыппен бас изеп тұрасыз.

Осы кітапта қолданылған шартты белгілер



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Әр саланың өзіндік қыр-сыры бар және механикалық өңдеу де тура сондай. Тәжірибелі темір ұстасына сэндвич немесе сыра алып беріңіз, сонда сізге көптеген пайдалы ақпарат аласыз. Айналаңызда байырғы темір ұстасы жоқ па? Ешнәрсе етпейді. Кеңес беру таңбашасына мұқият зер салсаңыз болғаны. Жақын арада сіз механикалық өңдеудің басты құпиялары туралы терең біліміңізбен достарыңыз бен әріптестеріңізді таңқалдыра алатын боласыз.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Сіздің үйіңізден де қымбат тұратын компьютерлендірілген техниканы қолдану өз алдына техникалық міндет болып табылады. Егер сіз білдектің ішкі қызмет ету жолын түсінгіңіз келсе немесе жолшыбай

фрезерлеудің қарсы фрезерлеуге қарағанда неліктен тиімдірек екенін білгіңіз келсе, «Техникалық қызметкерлер» таңбашасына көңіл бөліңіз.



КЕҢЕС

Инженер-механиктер үнемі ойда жүретіндіктен, кейбір нәрселерді кейде ұмытып кетеді; ешбір жан мінсіз емес. Түптеп келгенде, өзінің кілтін басқа жерге қоя салатын, таңертең үйден шығарда иттің тамағын беруді ұмытып кететіндердің бәрі темір ұсталары емес. Осы кітапта берілген «Есте сақтаңыз» шартты белгісі көптігінің арқасында оның оқушыларының не нәрсені болмасын ұмытып кетуіне еш себеп болмайды.



ЕСКЕРТУ

Механикалық өңдеу өте керемет, бірақ ол қауіпті болуы да мүмкін. Металдан ұшқан жарықшақтар, байқаусызда саусақты қысып қалуы мүмкін қысу аймағы, аса жылдам қозғалатын өткір кескіш құралдар. Егер жедел жәрдем көрсету бөліміне барғыңыз келмесе, «Ескерту» шартты белгісіне назар аударыңыз.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Химия сабағына бармаған және атом құрылымы мен корпускулалы-толқындық дуализм туралы сабақты жіберіп алған күндеріңіз есіңізде ме? Сіз тестті тапсыра алмадыңыз ғой, солай емес пе? «Маңызды бөлшектер» шартты белгісі бүкіл кітаптағы түрлі тақырыптарды меңгеруге септігін тигізетін анықтамалық ақпаратпен қамтамасыз ете отырып, жоғары сыныптардағы сол өткен күнді еске түсіреді.

Бұл кітаптан тыс

Сіздің қазір оқып отырғаныңызға қосымша, осы кітапта жону, фрезерлік, айлабұйымдар, кесу құралдары, механикалық өңдеу жабдықтары мен бөлшектер бойынша және қалай ең жақсы инженер-механик болу туралы көбірек нұсқаулықтар беретін кез-келген жерде тегін қолжетімді Жаднама берілген. Осы Жаднаманы алу үшін www.dummies.com сайтына кіріңіз және іздеу көзінен «Жаңадан бастаушыларға арналған «Механикалық өңдеу» Жаднамасын іздеңіз.

Бұдан ары қайда барамыз

Бұл сұраққа жауап сіздің қайда барғыңыз келетіне байланысты болады. Осы кітапты оқып шыққан соң сіз тіс дәрігері немесе инвестициялық брокер болып істейтін жұмысыңызды тастауды ұйғарып, механикалық өңдеу саласындағы жалақысы жоғары жұмысқа ауысуды көздеуіңіз мүмкін. Таңқаларлық жағдай орын алды. Егер сізде сондай тосын сезім пайда болса, онда жолыңыздың болғаны, себебі осындай қадамға бет алған адамдарға көмектесуге арналған көптеген қорлар баршылық. Сіз кескіш құрал мен жабдық өндірушілерінің веб-сайтын қараудан бастасаңыз болады. Көптеген тәжірибелі темір ұсталары «Библия» деп атайтын «Металл өңдеу нұсқаулығының» бір данасын сатып алыңыз (әрине осы кітапты оқып шыққан соң).

Шындап кіріскіңіз келеді ме? Жергілікті кәсіби-техникалық колледжге түсіңіз, жергілікті колледжде кешкі сабақтарға қатысыңыз немесе (мен солай еткендей) жергілікті механикалық өңдеу цехының қайырымды қожайынын өзіңізге мансап баспалдағына көтерілу мүмкіндігін беруге көндіріңіз. Осы жолдардың барлығы да механикалық өңдеу шеберлігіне алып барады.

Мүмкін сізге мансап қажет емес шығар және сіз өзіңіздің марка жинау әуесқойлығыңызды пайдалы бұйымдар жасауға мүмкіндік беретін айтарлықтай мағыналы уақыт өткізуге алмастырғыңыз келетін боларсыз. Ұсталынған жону білдегін немесе фрезер білдегін тауып алыңыз, содан соң жақын арада сіз өзіңіздің достарыңыз бен сүйіктіңіздің туған күніне тағы не сыйлаймын деп уайымдамайтындай шамдалды немесе қараторғайдың үйшігін жасай аласыз.

1-БӨЛІМ

ИІНТІРЕКТІ ТАРТЫП,САПТАМАНЫ ҚОЗҒАЙМЫЗ

ОСЫ БӨЛІМДЕ...

- ✓ Мектептің жоғары сыныптарында ұйықтап отырған кездегідей болмай, металл кескіш білдектердің тарихы туралы барлығын зерделейміз.
- ✓ Жону білдегін, фрезер білдегін және басқа да білдектерді шашып тастап, олардың қалай іске қосылатынын көреміз.
- ✓ Басты механикалық қағидалар туралы түсінік аламыз, содан соң осы тармақты сүйікті істеріңіздің тізіміне қосып қойуға болады.
- ✓ Құрастыру, дәнекерлеу туралы қызық деректерді тыңдаймыз және неліктен олардың да механикалық өңдеу секілді маңызды екендігі туралы білеміз.
- ✓ Пойыздарда, ұшақтарда және автокөліктерде қолданылатын металдар мен пластик туралы зерттейміз, сіз осыдан кейін ұшаққа басқаша қарайтын боласыз.

**1-ТАРАУ.
ӨНДІРІС ШЫҒЫНА ӨРМЕЛЕУ**

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Тәтті нан мен балмұздаққа қарағанда механикалық өңдеу неліктен жақсырақ екенін ұғыну
2. «Қытырлақтар» жасау (Сіз диванда отырып теледидардан комедиялық сериал көру барысында жейтіндей емес) (*мұндағы, «chips» – ағыл.тілінен – жоңқа, чипсы)
3. Келесі жұмысыңыздың қандай болатынын анықтау
4. Сізге тарих сабағында айтылмаған барлық адамдарды «қайта тірілту»
5. Тегершіктерді, тістегеріштерді және басқа механикалық бұйымдарды анықтау

Жақсы өнер туындысының белгісі оның нақты және әсем орындалуында емес – техника одан да артық істеуі мүмкін, керісінше, адамның санасы мен жүрегінен шыққан еңбек болып табылады.

Оскар Уайльд

Сізге механикалық өңдеу туралы ойланудың не керегі бар? Бұл жұмыстың бел жазуға мүмкіндік бермейтіні, қараңғы, лас қоймаларда мардымсыз жалақыға жасалатыны бәріне белгілі. Ең жаманы, ол қауіпті – баяғыда Боб ағайдың саусағын бұрғымен мылжалап алғаны естеріңізде ме? Сірә, бүгінгі жастар мектепті бітірген соң ең қауіпті қатер парақпен саусақты кесіп алу болып табылатындай немесе дәмханадағы тамақтан асқазан ауруына шалдығатындай, кеңседе не бөлшек саудада тиімді және қауіпсіз жұмыс тауып алу қолайлы деп ойлайтын болар. Мұнымен қоса барлық тауарлар мұхиттың арғы жағында өндіріледі емес пе? «Армагеддон» фильмінде Брюс Уиллистің өзінің оқушысы және болашақ күйеу баласы Бен Аффлекке айтқанындай: «Жауап дұрыс емес!»

Сіз жақын арада көз жеткізетініңіздей, механикалық өңдеуден хабары бар кез келген адам Сізге айтатынындай, өзінің мықтылығы жағынан ол ғимараттарды сырып тастаушы маман мен каскадёр әйел адаммен бір сатыда тұрған аса керемет мамандық. Тоқ етерін айтқанда, басқа қандай жұмыста сізге қала маңындағы үйден де қымбат тұратын жоғары технологиялық жабдықта жұмыс істегеніңіз үшін қомақты жалақы төленіп, өз жұмысшыларына аса маңызды, кейде өмірді сақтап қалатындай өнімдер шығару мүмкіндігін сыйламақ?

Тағы бір жақсысы, білдекте жұмыс істеу жоғарыда аталған мамандықтарға қарағанда қауіпсіздеу, яғни анаңыз жағдайыңызды білу үшін күндіз-түні қоңырау соғумен болып, сіздің қауіпсіздігіңізді ойлап уайым жемейді. Өлдебір уақытта саусағыңызды кесіп алуыңыз немесе көзіңізге металл жарығы ұшып түсуі мүмкін екенімен келісемін, екеуі де жедел жәрдем бөлмесіне алып баратын қолайсыз жағдай (менің бір кезде сол жерде жеке тұрағым болған), міне, сондықтан ең жақсы темір ұстасы – қауіпсіздік техникасын ең көп сақтаушы білдекші болып табылады. Механикалық жөндеудің егжей-тегжейіне көз жүгіртейік және біздің өміріміз білдексіз қалай болатынын елестетуден бастайық.

Үңгір адамы: механикалық өңдеусіз әлем қандай болды?

Ауаның ластануынсыз, басыңыздан әрі-бері гүрілдеп ұшып жатқан ұшақтарсыз, біздің уақытымызды жейтін смартфонсыз немесе түнде ұйқы бермейтін өткір жарықсыз әлем туралы ойланып көріңізші. Бұл әлемде әркім өніп-өседі және улы химикаттар мен пестицидтер туралы ойламастан өз тамағын тауып жейді. Бір-бірінің үйін соғу үшін тайпа бірлесіп еңбек етеді және бір-бірінің баласын тәрбиелеуге көмектеседі. Онда технологиялар жоқ. Тек біз және табиғат.

Бұл мамыражай өмір. Әрине, бізге қыста суық, ал жазда ыстық болады. Диснейлендте өткізетін демалыстар болмайды. Дәрігерге атқа мініп барған болар едік. Бірақ жақсы жаңалық та бар, Флоридадағы ата-анамыздың жағдайы қалай екен деп уайым шекпеуші едік, себебі олар көрші бөлмеде болған болар еді. Ал біздің өмір сүру ұзақтығымыз ше? Ол шамаман бүгінгінің жартысы болған болар еді. Механикалық өңдеусіз өмір осындай болған болар еді.

Сіз мұны әлі де онсыз өмір сүруге болатын нәрсе деп ойлайсыз ба, әлде басқа адамдардың механикалық өңдеу жұмысының жемісін жеп, ол туралы бірінші болып білместен қол құсырып отыра бермексіз бе? Тағы да ойланып көріңіз?



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Бүгінгі таңда сатылып жатқан білдектердің көбісі – компьютерлік сандық бағдарламалық басқарудың қысқартылған түрі болып табылатын СББ білдектері болып табылады. Қолдан іске қосылатын қол білдектеріне, механизмдер мен иінтіректерге қарағанда СББ білдектері автоматты түрде білдектегі компьютерлік бағдарламалық жасақтамадан нұсқаулық алатын «сервоқозғалтқыш» арқылы іске қосылады және өз кезегінде позицияланудың аса нақты жүйесімен басқарылады. Қолдан іске қосылатын білдектерге қарағанда (одан қолыңыз талып кетеді) СББ бомба болып табылады.

Бұл неліктен өндірістік жоңқа деп аталады?

Механикалық өңдеу дегеніміз не? Әрі ол бүгінгі таңда қолданылатын монтаждау, дәнекерлеу және басқа да өндірістік үдерістерге қарағанда несімен ерешеленеді? Техникалық тұрғыдан алғанда механикалық өңдеу металл өңдеудің субтрактикалық үдерісі болып табылады. Ол кесу құралдарын – арқауланған бұрғылау бағанын – алюминийден, болаттан және суперқұйындылардан гөрі шамалы қаттырақ кесектерден материалдарды босату үшін пайдаланады.

Саусағыңыздың тырнағын жақын арада егедіңіз бе? Солай жасаған болсаңыз, онда шын мәнінде өңдеумен айналысқаныңыз (сол үшін бірде анам маған ұрысқан, саусақты тістелегеннен едәуір жақсы). Себебі өзге де өңдеу үдерістері секілді, егеу жоңқа деп аталатын металдың ұсақ түйірлерін алып тастайды (1-1 суретті қараңыз). Бұл тәжірибелі білдекшілердің өз мамандығын жоңқа жасау деп атауына себеп болып табылады – себебі олар жоңқа жасайды. Ұқтыңыз ба?

1-1-сурет: Егер сіз жонқа шығармасаңыз, онда бөлшектерді өңдемегенсіз. «Аутодеск (Autodesk)» рұқсатымен



Механикалық өңдеудің басқа қандай түрлері бар? Бұрғылау, механикалық өңдеудің ең кең тараған түрі болып табылуы мүмкін, дегенмен сіз өткен демалыста қонақ бөлмесінің қабырғасына қолмен жұмыс істейтін электр құралымен бірнеше тесік жасағаныңыз үшін білдекші атағын алуға таласа алмайсыз. Тағы да келесі түрлері бар:

- » Жонып өңдеу
- » Беттерді фрезерлеу
- » Жіктерді кесу
- » Айналдыру
- » Жаймалау
- » Арамен кесу
- » Бұранда кесу
- » Бунақ өңдеу

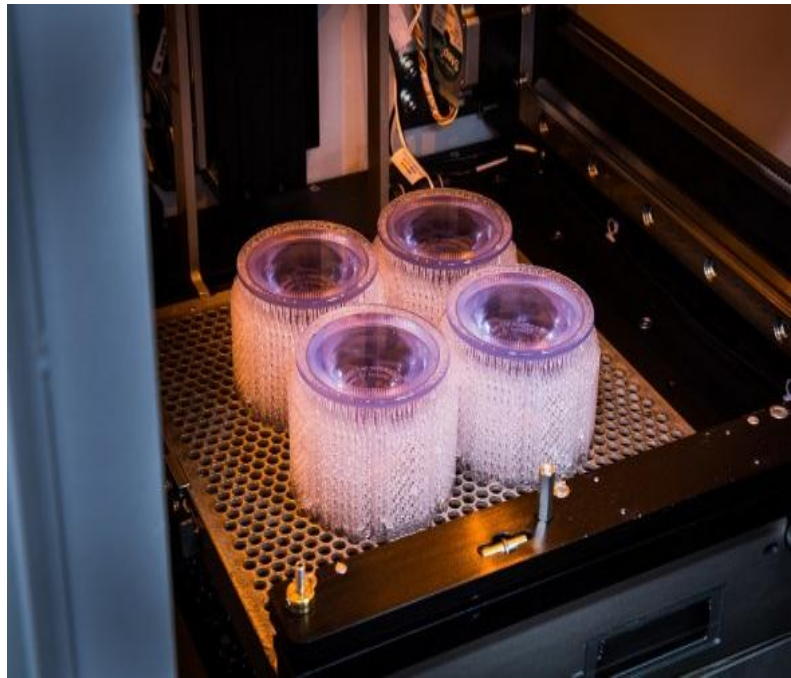
Шын мәнінде, механиктер күніне осындай және ондаған басқа да металл өңдеу үдерістерін орындайды. Егер солардың бірнешеуін үйренгіңіз келсе, нақтырақ қарастыру үшін 12-тарауды қараңыз.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Сақ болыңыз! Өндірістік қалашықта жаңа балақай пайда болды және ол Машина даңғылы бойындағы барлық ағаштарды сілкілеп келеді. Ол үш өлшемді баспа ретінде кеңінен танымал «Аддитивті өндіріс» деп аталады. Механикалық өңдеу мүсінші тәріздес соңғы өнімде қажет болмайтын артық нәрселерді алып тастайтын болса, ал үш өлшемді баспа бір қабаттың бөлшектерін бірден қалайтын кірпіш қалаушы тәріздес (1-2-суретте көрсетілгендей). Механикалық өңдеуге қарағанда бұл үдерістің шығыны азырақ және өзінің жоңқа жасайтын ағайынына қарағанда күрделі геометриялық пішіндерді анағұрлым жеңіл жасайды.

1-2-сурет. Үш өлшемді баспа металл және пластик бөлшектерді тікелей CAD файлынан басып шығарады. «Прото Лабс (Proto Labs)» рұқсатымен



Сіз кім болып жұмыс істейсіз?

Механикке білдекте жұмыс істейтін адам ретінде анықтама беріледі. Шынында да, өте қарапайым емес пе? Алайда адам денесінің әрбір бөлшегі үшін арнайы дәрігері бар медицина мамандығындағы секілді білдекшілер де өз мамандықтарының түрлі саласында мамандандырылған. Оларға білдек жасаушылар, қалыптаушылар және міндетті түрде СББ білдегінің білдекшілері жатады. Әдеттегідей, көп уақыт бойы сіз күнде жұмыс істейтін білдектің түрі өзіңізді қалай атаудың анықтаушы факторы болып келеді:

» Жону білдегін іске қосып, жұмыс істейтін жігіттер мен қыздар, фрезерлік білдектің алдында күні бойы тұратындар фрезерші деп аталады. Дегенмен екеуінің арасында айырмашылық бар: жону білдегінде дайындама айналады, ал құралдар қозғалмайды. Фрезерлік білдекте оның бәрі керісінше болады. Егер бұл туралы әлі де ешнәрсе ұқпасаңыз, оған қам жемеңіз. Мен осы тақырыпты 2-тарауда жан-жақты ашып көрсетемін.

» Егер сіз шеңберлік немесе орталықсыз ажарлауыш білдекте жұмыс істейтін болсаңыз, онда сіздің жұмысыңыз «ажарлаушы» деп аталуы мүмкін («Сәлем, мен Гарри ажарлаушымын» дегендей). Егер сіз бұл секілді қажау үдерістері техникалық тұрғыдан «механикалық өңдеу» болып табылмайды дейтіндердің қатарынан болсаңыз, онда, өтінемін, есіңізде сақтаңыз: «Ажарлауыш шарығы тым кішкентай болса да, жоңқа шығарады». Міне, солай.

» Электр эрозиялық өңдеу немесе ЭЭӨ туралы да дәл соны айтуға болады, себебі осы үдерісте пайдаланылатын мыс немесе графит электродтар «эрозия» ретінде танымал металдың титтей бөлшектерін үрлеп шығарады. Ешкім де EDM операторларын «EDM-шілер» деп атамайды, оларды EDM операторлары деп атайды. Крейглистен (ескер. американдық ғаламтор пайдаланушыларының арасында үлкен танымалдыққа ие электронды хабарламалар сайты) қарасаңыз, көз жеткізе аласыз.

Өздеріңіз көргендей, 2-тарауда білдектердің алуан түрі бар (және соған байланысты, өңдеу үдерісінің де сан түрі бар). Білдектердің бірнеше мысалы жону білдегі, бұранда білдегі, қалыптау машиналары, сүргілеу білдегі және фрезерлік білдек болып табылады.

Сондай-ақ 2-тарауда сіз жаңа білдектердің (және оларды іске қосатын адамдардың) шағын қораптарға сыймайтынын көресіз. Көп мақсатты және фрезерлік орталықтар швейцарлық типтегі жону білдектері секілді фрезерлік және жону жұмыстарын бір білдекте орындайды. Бес білікті фрезерлік білдектер өзіне тік және жазықтық көп мақсатты білдектердің

ең жақсы жақтарын алған, ал гибридтік деп аталатын білдектер бір білдекте ажарлау, дәнекерлеу, фрезерлеуді (тісті доңғалақты жасау үдерісі) және, керек десеніз, кесуді де орындайды.

Танысып қойыңыз: білдектің негізін салушылар

Механикалық өңдеудің қашан пайда болғанын айту қиын. Ең алдымен, біздің ешқайсымыз ол кезде туған жоқ едік, сондықтан біз «Алғашқы фрезерлік білдек, адамзат тарихындағы ең алғашқы білдек!» айдарымен немесе соған ұқсас айдармен шыққан таңертеңгілік газетті оқи алмадық. Біз мектепте жаратылыстану пәнінен оқыған, мысалы Алексанр Грэм Белл өз прототипінің телефон хабарлағышына қоңырау шалып, шалбарына қышқылды байқамай төгіп алғанын (кейбір тарихшылар осы соңғы бөліктің шындыққа жанаспайтынын айтады), көмекшісі Ватсонның келіп көмектесуін өтінген кездегідей, не Бэн Франклин қазір танымал болған батпырауығын ұшырған кездегідей (оның жолы болып, электр тогы оны ұрмады), әлемге өзгерістер енгізген оқиғалардың бірі болып табылатын механикалық өңдеу де болған жоқ.

Жоқ, білдектер мен өңдеу технологиясының дамуы сатылап көтерілген мыңжылдықтарға созылған үдеріс болды. Өлдебіреу мыстың немесе алтынның алғашқы үлкен кесегін қазып алған күннен бастап біз осы және басқа да металдарға пішін беріп келеміз. Уақыт өте біз асқан дәлдікпен металл соғуды және кесуді үйрендік (қолжетімді қол құралдарымен), ол алғашқы металл өңдеу білдегі жасалғанға дейінгі уақыттан көп бұрын механикалық сағаттың, баспа машинасының және телескоптардың да пайда болуына алып келді.

Бірақ білдектер пайдалануға енгізілген соң (Алғашқы өндірістік төңкерістің басталуымен тұспа-тұс келетін және оның басталуын айқындайтын кезең) әлемді өзгертті. Нақты және дәл болжаммен өңделген өнімдерді өндірушілер тоқыма бұйымдардан қағазға және қару-жараққа дейінгі өндірісті ұлғайтып әрі бұл үшін жұмысшылардың аз санын тарта отырып, машиналық жабдықтың басқа түрлерін жасай бастады.

Білдектер жаңа технологиялардың пайда болуына немесе қолданыстағылардың жақсаруына алып келді. Өндірістік төңкеріс кезінде теміржол тасымалы, энергия мен металлургия өндірісі секілді ауыл шаруашылық техникасы да дамыды. Енді жұмыстың көптеген түрлерін машиналар (білікті ұсталар емес) атқаратын болғандықтан, өндірілетін өнімнің құны түсті, ал сапасы мен, әсіресе, төзімділігі арта түсті.

Механикалық өңдеу үдерісі қалай басталып кетті?

Соңғы екі ғасырда білдектердің алуан түрі мен маркалары болғандықтан, Генри Фордтың «баламасы» болып табылатын, осы саланы салған әлдекімнің атын атау мүмкін емес (Өрине, Генри Форд құрастыру желісін де, автокөлікті де ойлап шығарған жоқ, дегенмен ол болмаса автомобиль өндірісі бүгінгі деңгейіне жетпеген болар еді).

Таңғажайып жетістік

Өндірістік төңкеріс туындатқан өзгерістер елдің бәріне бірдей ұнай қойған жоқ. Машиналардың олардың өмірін тығырыққа тіреуі алаңдатқан бір топ ағылшындық тоқымашылар олардың жұмысын алып қойған тоқыма білдектері мен басқа да жабдықтарды жоюға кіріскен. Бірнеше онжылдық бұрын ол туралы жұмыста дұрыс іске қоса алмағаны үшін бір-екі тоқыма жиектемесін бүлдірді деп жазылған Нед Лудты меңзей отырып, оларды артынша «Луддиттер» (машиналарды талқандаушылар; XIX ғасырдың басы) деп атап кеткен. Осы термин әлі күнге дейін технологияға немесе механикаландыруға қарсы кез келген адам үшін қолданылады, келесі жолы сіздің жан досыңыз өзінің ескі жиналмалы телефонын жаңартудан немесе үйінің шатырындағы теледидар антеннасын алып тастаудан бас тартса, оны «луддит» деп атауыңызға кәміл болады.

Көптеген технологиялар жағдайындағыдай, машина жасаушылар алдындағылардың ізбасары болып, өз өнімдерін үздіксіз жақсартып отырып, басқаларды ығыстыра отырып, осы өндіріс саласын алға жетелейді. Кез келген ұсталған жабдықтар қоймасына барсаңыз және жабдықтағы тақтайшада жазылғанды оқысаңыз, ол жерден: артында ғұмыры ұзаққа созылған білдек құралдарының мұрасын қалдырған және бәрі бірлесіп, бізді бүгінгі тұрған жерімізге жеткізген адамдардың – Лэндис, Ле Блонд, Ингерсолл, Давенпорт, Буллард, Блосс, Суоси және басқалардың аттарын көресіз.

Кездейсоқ реттілікпен төменде оларға қатысты оқиғаларды келтіреміз:

» **Бұрама кескіш машиналар:** мен білдектерге немқұрайлы қарамаймын, сонымен, осы жерден бастаймыз. Ең алғашқы нағыз бұранда жасайтын білдекті ойлап тапқан, өнертабысын 1799 жылы немесе сол аралықта патенттеген Британдық инженер-механик Генри Модслей болып табылады (1-3-суретті қараңыз). Дегенмен алғашқы шынайы бұрама жасайтын білдекті 1975 жылы оның ағылшындық әріптесі сайманшы Джесси Рамсден жасағандай, бес жылдай бұрын американдық Дэвид Уилькинсон ойлап тапқан. Қалай болғанда да, Модслейдің құралы «мінсіз бұрандаларымен» есте қалды, сәйкесінше механикалық құрауыштардың ең маңыздыларының бірі: нақты және көп рет қолданылатын бұрандалы түйістіруге жол салды.

» **Коннектикут сарапшылары:** көптеген білдек өндірушілер өз өнертабыстарын өз аттарымен атайды. Бірақ Рудольф Баннов олай жасаған жоқ. 1936 жылы ол өзінің серіктесі Магнус Уолстроммен бірлесіп, бәлкім, барлық білдектердің ішіндегі ең танымалы – Бриджпорт консольды-фрезерлік білдегін ойлап тапты (1-4 суретті қараңыз). Кез келген цехқа немесе өндірістік құралдар қоймасына кірсеңіз, ол жерден міндетті түрде кем дегенде бір Бриджпортты табасыз; әдетте ол цехтың қожайыны, ең алдымен, сатып алған жабдықтардың бірі болып келеді. Сонымен, бұл атау қайдан шыққан? Баннов пен Уолстроу өздерінің алғашқы білдегін жасаушы зауыт Коннектикут штатындағы Бриджпорт қаласында болған. Өкінішке орай, оны 2010 жылы бұзып тастады.

» **Чикагодан Нью-Йоркқа:** кез келген тәжірибелі механиктен оның сүйікті білдегін немесе цангалық патроны (өңделетін бөлшектерді қысқыш құрал) атауды өтінсеңіз, «Хардинг» дегенді еститін шығарсыз. 1890 жылдан бастап Чикаго қаласында ағайынды Хардингтер Франклин мен Генри сағат жасайтын жабдықты және аяқпен істейтін жону білдектерін жасауды бастады. Жиырма жыл өткен соң олар Cataract Tool (бәсеңдеткіш гидравликалық құралды) және Optical Co. ойлап тапты әрі компания тарихындағы бір кезеңде әлі күнге дейін сақталған SUPER-PRECISION (аса жоғары дәлдік) сауда белгісін тіркеді.

» **Шындық туралы ойлана отырып:** бір мезгілде басқалардың да осы бағытта жұмыс жасағанына қарамастан, американдық өнертапқыш Эли Уитни көбіне фрезерлік білдекті ойлап табушы ретінде танылады. Көптеген тарихшылар өзінің дайындамасымен Коннектикут штатынан шыққан қару жасаушы Роберт Джонсон деп есептейді, дегенмен білдек жасау саласындағы жаңашылдар Роббинс пен Лоуренстің те өз үлестерін қосқаны анық. Ең алғашқы фрезерлік білдіктер ұштық фреза (кесу құралының түрі) білдектің сүмбісіне орналастырылған, ал дайындама жону білдегінің көлденең құралкүймешігіне орнатылған модификацияланған жону білдектері болып табылады.

1-3-сурет: Ілгері басқан ерекшеліктеріне қарамастан Генри Модслей осы заманауи жону білдегін өзінің көп ғасырлық өнертабысының тікелей ұрпағы деп мойындаған болар еді. «Накамура Томе (Nakamura-Tome)» рұқсатымен



1-4-сурет: Соңғы 80 жылдың ішінде Бриджпорт ондаған мың консольды-фрезерлік білдектері жасалды және олардың барлығы бірдей сипатта. Американдық дәлдік мұражайымен ұсынылған; фотосүретші – Эзра Дистлер



Гуглды жылдам қарап шықсаңыз, механикалық өңдеу мен білдектер тарихының басқа да атсалысушылары туралы көптеген қосымша ақпарат таба аласыз. Мысалы, «Темір шебері» Джонның 1974 жылы бұрғылау білдегін ойлап табуы «Өндірістік төңкерістің» іргетасын қалап, бу қозғалтқышын коммерциялық тұрғыдан тиімді етті.

1818 жылы Томас Бланчард бізге жону білдегін әкелді. 1836 жылы Джеймс Насмит көлденең сүргілеу білдегін ойлап тапты. Жиырма екі жыл өткен соң Эбenezер Лемсон Robbins & Lawrence компаниясының активтерін сатып алып, Jones and Lamson әлемдегі ең танымал білдек жасаушының құрылуына жол ашты. Инженер Джордж Гридли сол жерде бірқатар уақыт жұмыс істеп, содан кейін қазіргі кезде Acme-Gridley брэнді ретінде тең танымал өзінің автоматты бұрғылау білдегін жасау үшін ол жұмыстан кетті.

Шамамен 1850 жылдан бастап Джозеф Браун мен Люсьен Шарп білдектер мен құралдардың кең қатарын, оның ішінде жұдырықшалы жетегі бар бұрандалы білдектерді, жону-бұрама кескіш білдектерді, жону-револьверлі білдектерді, шегендеу тірегін, бақылау құралдарын жасаумен айналысатын компания құру үшін өз тектерін біріктірді – олар туралы ойланып көріңіз, келесі жолы сіз бөлшекті өлшеу үшін қосымша көрсеткілі штангециркульді

алатын боласыз. Браун мен Шарп бұрынғы екі білікті жонғышқа үшінші білік қосылған бірегей жону білдегін де ойлап тапты.

Уильям Давенпорт өз компаниясын құру үшін кетуден бұрын ол жерде 12 жыл жұмыс істеді (және де компанияның алғашқы бұрандалы білдегін де ойлап тапқан болуы ықтимал). Содан кейін ол, әрине, өз атымен атаған, бес сүмбілі бұрандалы білдекті ойлап тапты – бұрандалы білдектер цехына барып көріңіз, ол жерден сіз оның «Davenport» атты сұр түсті көп сүмбілі айналдырғыларының бірін көре аласыз.

Аспаптар жиынтығындағы басқа да құралдар

Білдектер аса маңызды, бірақ соны жасаған және шын мәнінде барлық металл өңдеуші жабдықтарды жұмыс істететін кесетін құралдарды, ұстағыштарды және бекіту құралдарын да ұмытпағанымыз жөн:

» Модслейдің бұрама жасайтын білдекті ойлап табуынан көп уақыт бұрын, ағылшындық астроном Уильям Гаскойн реттеу бұрандасын секстантка орнықтырып, оны аспан денелерінің қалпы мен көлемін өлшеу үшін қолданған. Оның жұмысы түптеп келгенде бізге механикалық өңдеу цехтарының барлығында бөлшектер өлшемі үшін қолданылатын микрометрді ұсынған зерттемелер топтамасындағы алғашқысы болды.

» Егер Стивен Морс алғашқы шиыршық бұрғысын ойлап таппаса, тесікті бұрғылап тесу анағұрлым қиындау болған болар еді. Қолына патентін алып, ол 1864 жылы Morse Twist Drill and Machine компаниясының есігін ашты. Арада бірнеше жыл салып, ол әлі күнге дейін қолданылып жүрген жонғыш өзегінің үлгісі болып табылатын Морзе конусын ойлап тапты.

» 1902 жылдың бір күнінде Артур Джекобс бұрғымен қол сүйегін зақымдап алған соң бұрғының ұшын қармап ұстаудың қолайлылау болуы тиіс деген шешімге келді. Бірнеше күннен кейін ол сыналанған кілтпен бұрғылайтын қысқыны ойлап тапты және арада бірнеше ай өткен соң Jacobs Chuck Manufacturing Company атты компаниясын ашты. Бүгінгі таңда көптеген айналмалы құралдар кілтсіз қысқымен немесе конус сипатты ұстағышпен қармалған, бірақ Джекобстың қысқысы электр құралдары мен бұрғылардағы бұрғының ұшын қармап ұстау үшін қолданылатын сенімді танымал қондырғы ретінде қалып отыр.

» Білдектер металды кескіштерсіз кесе алмайды. 1938 жылы металлург Филип МакКенна сол кездегі бар кесетін құралға арналған материалдардың бәрінен асып түскен патенттелген вольфрам карбиді қорытпасын жасады. Оның «Kenametal» (Кенна металл) компаниясы артынша қатты қорытпа кесетін өндірістің көшбасшысына айналады.

» Құрама штаттар ІІ Дүниежүзілік соғысқа араласуынан аз ғана уақыт бұрын Чехия келімсегі Хью Фогль бөлшектерді қармап ұстаудың жаңа тәсілін ойлап тапты. Ол оны «40S Machinist Vise» деп атады, ал өзінің жаңа кәсіпорынын ғимарат орналасқан көшенің атымен «Wilton Vise Company» деп атады. Оның дайындамасының маңызды болғаны соншалықты, төрт жылдан соң соғыс аяқталғанға дейін оның қысқыштары тек АҚШ үкіметіне ғана сатылуы тиіс болды.



КЕҢЕС

Бүгін біз оны жасаудан бұрын бас қатырып, ойланып жатпаймыз: ол мотоцикліңіздің дөңгелегі, балаңыздың смартфонның қабы немесе ас үй пешінің алмастырылатын бөлшегі болмасын, сіз үйге келгенде оның сәйкес келетінін білесіз. Бұл өзара алмастырымдылық деп аталады және бұл заманауи инженерлік тәжірибенің маңызды саласы болып табылады. Білдек құралдары болмаған кезде, өзара алмастырымдылық мүмкін болмаған еді; металл және ағаш бөлшектер қолдан жасалатын және әрбір құрауыш өз алдына бірегей болып табылатын. Егер Америка төңкерісі кезінде қаруыңыздың шүріппесі сынып қалса, оны алмастыратын бөлшек жоқтың қасы болатын; сізге ең дұрысы қашу болатын. Мұндай мүшкіл жағдай өткен заманда азамат соғысы басталардың алдында артта қалды, себебі Роббинс

пен Лоуренс 1848 жылдан бастап алмастырмалы бөлшектері бар винтовка жасап, АҚШ үкіметімен алғашқы келісімшарттарын жасасты. Асқан дәлдікпен жону білдектерінің, жонғыштардың, сүргілердің, қалыптастырғыштардың және кесетін құралдардың кеңінен таралуы арқасында ұсталар әрбір келесі бөлшегі шын мәнінде басқаларымен бірдей ондаған мың қару-жарақтың (және басқа да өңделген бөлшектерді) құрауыштарын шығара алатын болды.

Механикалық өңдеу негіздерін меңгеруге талпыну

Жону немесе фрезерлік білдек болсын, компьютермен не қолмен басқарылатын болсын, барлық білдектердің басты механикалық ұқсастықтары болады. Олардың барлығының іске қосатын айналмалы сүмбісі немесе қозғалтқышы болады. Олардың барлығында ішке және сыртқа, жоғарыға және төменге қарай қозғалатын (кейбіреулері одан да көп нәрселер жасайды) үстелі немесе супорты болады. Осы қозғалмалы бөлшектер білдектің «біліктері» (жорыққа шыққанда отт жағу үшін ағаштарды кесуге пайдаланатын өткір нәрсе емес, білік сөзінің көпше түрі (ахе-балта)*) деп аталады.

Сіз алдында тұрған білдектің түріне байланысты дайындаманы кесетін құралмен өңдемес бұрын үстелге бекітесіз (бұл жағдайда сіз фрезерлік білдекті пайдаланасыз) немесе дайындаманы сүмбіге бекітесіз және дайындама ары-бері айналған сайын, кесетін құрал оны егей беріп, әлемдегі ең қатты айналатын әткеншек секілді айналдырасыз. Бұл «жону әрекеті» деп аталады.

Білдектер жүздеген, ал кейде мыңдаған бөлшектерден тұрады. Оған сомындар мен бұрандамалар, мойынтіректер мен бүркеншіксіз шегелер, жұқа табақталған болат қоршаулары, жетекті белдіктер, О-құрсаулары, сүмбілер мен тосқауылдар жатады. Көптеген машиналар машинаның негізін немесе пісірілген металл құрастырылымын қорап түрінде құйып шығару арқылы жасалады. Олардың кейбірінің іші білдекті тұрақтандыру және тербелісті азайту үшін бетонмен немесе бетон тәріздес полимермен толтырылады.

Егер сіз қай уақытта болмасын баланың велосипедін жинаған болсаңыз немесе ашық көгілдір түсті 1957 жылғы «1957 Chevy Bel Air» көлігін жөндеуге тырысқан болсаңыз, онда тым болмаса осы құрауыштардың кейбірін білетін боласыз. Егер сіз көлік жөндеуден бірнеше жылдық тәжірибесі бар талантты механик болсаңыз, онда осы бөлімді оқымай тастап кетуіңізге әбден болады (дегенмен мен оған қарсымын). Не болса да сіз заманауи білдектердің техника ғаламаты екенін білгейсіз. Қайсыбірі миллиондаған дюйм бөлігіне дейінгі дәлдікпен өңделген құрауыштар жасау мүмкіндігіне ие және де оны адамның қарауынсыз, өз бетінше жасай алады.

Моторлы режимде жұмыс істеу туралы

Электр қуатына дейін адамдар сүмбілерді жоғары жетекті жүйеден қуат алатын су немесе бу жетектері арқылы іске қосатын. Оның қауіпті болуын былай қойғанда (күніңізді сәтсіз ететін, қолыңызды қозғалыстағы былғары белдікке орап алу жеткілікті), бұл тәсіл икемсіздеу болды. Жұмыс істеудің дұрыс жылдамдығына қол жеткізу үшін күрделі тегершікті жүйелер қажет болды және білдекті орнатып қойған соң оны келесі бөлшектер топтамасы үшін қозғалту немесе қайта бағыттау қиынға соқты.

Электр қозғалтқышын жасағаннан кейін ендігі жерде білдектер мен басқа да зауыт жабдықтарын шын мәнінде өндіріс қабатының кез келген жеріне қоя беруге болады. Олардың әрқайсысы дербес жұмыс жасайтын, қойылған тапсырманы орындау үшін қажет болатын кез келген «қуат көзі мен берілістен» («Өкшетіректер мен СББ білдектері» жанама бағанының қараңыз) жұмыс істей алатын өз алдына жеке қондырғы болып табылады.

Бүгінгі күннің көптеген СББ білдектері білдектің сүмбісін (сүмбілерін), сондай-ақ жылжымалы табандарын іске қосу үшін ауыспалы тоқтың жоғары қуатты электр қозғалтқыштарын пайдаланады. Әдетте олар ауыр қималарды орындауға мүмкіндік беретін,

төмен жылдамдықта, бірақ минутына айналымы қатты, жоғары жылдамдықпен кесетін, қатты айналу қабілетіне ие. Кейбір көп операциялы білдектер кесетін құралдарды минутына 40000 айналыммен немесе одан да көп айналдырады, ал көптеген жалпы мақсаттағы білдектер осы жылдамдықтың төрттен бірімен жұмыс істейді. Керісінше, СББ білдектерінің сүмбілері минутына 5000 айналымнан артық айналмайды, алайда кейбір швейцариялық жону білдектері көбірек айналады. Егер осы тақырып төңірегінде көбірек білгіңіз келсе, онда келесі тараумен танысыңыз.

Өкшетіректер мен СББ білдектері бойынша

Егер сіз жақын арада Американың орталық батысына бара қалсаңыз, Огайо штатындағы «Cedar Point» ойын-сауық бағына барыңыз және «Маверикте» сырғанаңыз. Ол келесі суретте көрсетілгенге ұқсас қозғалыстың дәстүрлі әдістерінен анағұрлым тезірек жылдамдықпен жолаушыларды белестерден және жүрек айнытатын шиыршықтардан жоғары көтеріп алып жүруге арналған, желілік қозғалтқыштардың жоғары айналымына негізделген американдық төбешіктердің айтарлықтай жаңа буыны болып табылады.



Осы көпжылдық танымалдығы күннен-күнге артып келе жатқан қозғалыс жылдамдығын бақылау технологиясын қолданушылар көлік жасаушылар ғана емес. АҚШ әскери-теңіз флоты реактивті жойғыштарды авиатасымалдағыштардың алаңынан итеріп жіберу үшін пайдалануды бастады, ал NASA (АҒКЗҰБ) оларды ғарыш кемелерін ұшыру үшін пайдалануды қарастыруда.

Іске көшсек, білдек жасаушылар желілік қозғалтқыштарды СББ білдектері пайда болған кезден бастап белағаштың қозғалысы үшін жауапты шарлы-бұрандалы берілістің және айналмалы қозғалтқыштың дәстүрлі механизмін алмастыру үшін қолданады. Айналмалы қозғалтқыштар аса жоғары жылдамдықпен үдеуді қамтамасыз етеді және шарлы бұранданы қолдану күрделі болуы мүмкін өте үлкен әрі ұзын білдектер үшін қолайлы. Желілік қозғалтқыштар күшті магниттерден тұратын болғандықтан, қара және магнитті металдарды өңдеу кезінде шығатын жоңқаларды тартуға бейім келіп, жүрекширатқыш киетін жұмысшылар үшін қолайсыздық туғызады. Бұл мәселенің қозғалтқышты қоршап тұратын арнайы салқындатқыш арналар мен қаптамаларды пайдаланудың арқасында біршама деңгейде жойылғанына қарамастан, олар сонымен қатар айтарлықтай жылулық көлемін де шығарады.

Жолдары мен тәсілдері

Білдек «бағыттауыштары» білдектің күймешелері жылжитын аса жылтыр, өте дәл ізаралықтар болып табылады. Оның екі түрі бар – тік бұрышты бағыттауыш және сызықты бағыттауыш (ол тік сызықты жылжу бағыттауышы ретінде де танымал). Сіздің ішкі

алаңшаңыздың жылжымалы шыны есігінде қолданылатын ізаралық сызықты ізаралыққа ұқсас емес. Бұл тетік әлемдегі ең дәл локомотив секілді артқа-алға жылжи отырып, асқан дәлдікпен егелген бағыттауыш білеудің үстінде жүретін «арбашаның» ішіндегі жұмыр тіректің топтамасына тіреледі.

СББ білдектерін өндірушілер сызықты бағыттауыштарды ұнатады, себебі олар оңай орнатылады және олар қызып кетпестен, жоғары жылдамдықта қозғала алады (білдектің дәлдігі үшін температураның ауытқуы ең жаман нәрсе болып табылады). Дегенмен сызықты бағыттауыштарды олардың жеткілікті қатқыл болмағаны және сәйкесінше шуға анағұрлым бейімділігі үшін сынап жатады. Өндіруші ішкі сызықты бағыттауыштарды қолданған жағдайларда немесе бағыттауыштар тым кішкентай болса, осы сын орынды болған болар еді.



ЕСКЕРТУ

Механикалық өңдеумен айналысып жүрген күндердің бірінде, білдектің алдында тұрып, оның ішінен шығатын тым күшті шықырлаған дыбыстан басыңызды ұстайтын боласыз. Жоқ, оның ішіне түсіп кеткен жабайы аң жоқ, бұл жағымсыз шу «шықырлау» деп аталады және ол арамыздағы нашар еститіндердің өзі құлақ тығынына жармасуы үшін жеткілікті болып табылады. Бұл шықырлау бірнеше көзден шығады, бірақ әдетте ол тым ұзын кесетін құралдан (мысалы, терең қуыстарды өңдеу кезінде) немесе жұқа қабырғалы дайындаманы өңдеген кезде шығады. Осындай шықырлауға мән берілмесе, ол жарамсыз бөлшектерге, сынған құралдарға және кейбір кездері білдектің сынуына алып келеді. Кесетін құрал мен білдек өндірушілер білдекте жұмыс істейтін жұмысшылар тап болатын осы қолайсыздықты жою үшін біраз нәрсе жасады, алайда дұрыс (бұрыс) жағдайларда да шықырлау бой көрсетіп тұруы мүмкін.

Тік бұрышты бағыттауыштар да өндірістік төңкерістің өзі секілді көне. Шын мәнінде, олар «пайдалану сенімділігі жоғары» СББ білдектеріндегідей барлық қол білдектерінде қолданылады. Олар ауыр жүктерді тасымалдау, кесудің үлкен күштерін пайдалану және тербелісті азайту мүмкіндіктерімен танымал. Сондықтан кейбір білдек өндірушілері «Джетро Таллдың» концертінде «полькадан» бас тартқандай, сызықты бағыттауыштардан бас тартады.

Алайда сызықты бағыттауыштар олардың тік бұрышты «ағайындарында» болатын микроскопиялық «тұрақсыз қозғалысты» меңзейді және сондықтан да тік сызықты бағыттауыштардың дәлірек болатынын мәлімдейді. Тік бұрышты бағыттауыштарды орнату үшін түйіндес тегіс бетті дәлме-дәл «тегістеумен» орнатуға бірнеше күнді немесе аптаны жұмсайтын шебер қажет.

Талқылауды одан әрі күрделендіре түсіп, кейбір өндірушілер тік бұрышты бағыттауыштарға олардың гидростатикасы үшін «турситті» немесе соған ұқсас үйкелмелі емес материалды қолданады, оған қысыммен бағыттауыш жүйесіне май жағу арқылы және осылайша түйіндесетін металл беттерінің арасында майлы қабықша жасау арқылы қол жеткізеді.

БЕРІЛІСТЕР МЕН ЖЫЛДАМДЫҚТАР: КЕТТІК!

Осы кітап бойынша мен беріліс жылдамдығы мен кесу жылдамдығын сөз етемін және 14-бөлім толығымен осы тақырыпқа арналған, десек те бұл – сіздің ойлау қабілетіңізді іске қосатын әліппе. Ең жұмсақ, желімдемелі пластиктен гранит тәріздес металға дейінгі барлық материалдарға белгілі бір «кесу жылдамдығы» тән. Егер механикалық өңдеуді көлік айдаумен салыстыратын болсақ, онда сіз көлігіңізді (құралды) «Алюминий» даңғылының бойымен айтарлықтай қатты шапшаңдықпен жүргізе аласыз, себебі алюминий жоғары жылдамдықпен кесуге мүмкіндік береді (ол әдетте сүмбінің жылдам ҚҚҚЖ (қатты қысымды қолдау жүйесі) білдіреді); механикалық өңдеу тұрғысынан алғанда, ол көлікті автобанда

жүргізу секілді болады. «Болат» көшесі аздап шектеулі, ал «Ыстыққа төзімді қорытпа» мен «Автомобильдік» жылдамдығы жаяу жол секілді болып келеді; осы металл автотрассасының кез келгеніндегі жылдамдық шектеуін бұзсаңыз, онда көлігіңіздің өртеніп кетуі ықтимал.

Сіз басқаратын машина түрінің де маңызы зор. Тез кесетін болаттан жасалған кескіш құрал (бұл туралы толығырақ 5-бөлімде) карбидтен жасалғанға қарағанда бір ширектікке жылдам қозғала алады. Алмастан және күйіктастан жасалған машиналар одан да жылдам қозғалуы мүмкін, бірақ олардың көптеген тасжолдарға шығуына рұқсат етілмеген.

Ал қар жауып кетсе ше? Бір жүргенде тазалап шығу үшін қар күрегішті қолданыңыз және де көп күш жұмсаумен қатар қардан тез құтылу мәселесі де туындауы мүмкін – механикалық өңдеуде бұл көлденеңнен түгелдей бойлап кесумен парапар. Көптеген жағдайларда қар күрегішпен аздаған бөліктерін алған жөн (аздаған кесу тереңдігімен бірнеше рет жүріп өту) және оны тезірек жасаған (қар тазалағышты тезірек итеру немесе «толтырып алу») дұрыс. Сіздің қар тазалағышыңыз (кесетін құралыңыз) жоғары жылдамдықпен беру қалпында көпке шыдауымен қатар жолды да (дайындаманы) жақсы қалпында (яғни, дәлірек және бетін жақсы өңдеп) қалдырасыз.

Сонымен, қайсысы дұрыс? Жауап басқа да көптеген жағдайлардағыдай қарапайым: ол нақты бір жағдайға байланысты. Екі технология да аса дәл болуы мүмкін. Дұрыс өлшенген және дұрыс орнатылған кезде оның екеуі де ауыр жүктемені көтеруі мүмкін. Асқан дәлдікпен қашау білдегін немесе арзан бағалы жалпы мақсаттағы өңдеу орталықтары болмасын, білдек сатып алушылар екі технологиямен де бетпе-бет келеді. Оның жұмыс үшін қайсысы қолайлы болатынын анықтаудың ең тиімді жолы білдек сатушысына білдегіңіздің өңдеу сценарийін қайталайтын бірнеше бақылау кесулерін жасатып көру болып табылады. Әжелеріміз айтатындай: «жасап көрместен түсіну қиын».

Белбеу-тегермештер мен тегершіктер

Кішкентай машиналарға үлкен ауыр жүктерді көтертуде тегершіктер таптырмас құрал. Мысалы, Гувер бөгетіндегі шлюзді қақпалар тегершіктер болмаса мәңгілік жабық күйі қалар еді. Көптеген стадиондардың жиналмалы шатырлары да солай болған болар еді. Тегершіктер қуатты беретін, қуат көзінің бағытын немесе жылдамдығын өзгертетін, не стадион шатырының жағдайында аздаған қуат көзінің үлкен жұмыс атқаруына мүмкіндік берумен механикалық артықшылықтар туғызатын тісті қондырғылар болып табылады.

Белбеу-тегермештер де иітіректі қамтамасыз ете отырып және электр қозғалтқыштар мен іштен жанатын қозғалтқыштың шығу жылдамдығын реттей отырып, ұқсас қызмет атқарады. Дегенмен бәсеңдеткіші бар трансмиссияға қарағанда белдік пен белбеу-тегермеш жүйесін қолдана отырып, жылдамдық пен қуат қатынасын «қағып алып» реттеу айтарлықтай қиынға соғады. Міне, сол себепті сіздің 1963 жылғы «Bel Air» көлігіңіз үш сатылы механикалық беру қорабымен қоса шығарылған («ағаштағы үшеу» ретінде танымал) және сондықтан көптеген жүк көліктері мен спорт жеңіл көліктері сізді азық-түлік дүкеніне апарып келу үшін қол механикалық беріліс қорабын пайдалануды жалғастыруда: олар сенімді, қымбат емес және тиімді.

Дәстүрлі білдектер көптен бері кесу немесе берілістің дұрыс жылдамдығымен кесетін құралды қозғау үшін қажетті дәл жылдамдықпен білдектің күймешіктері мен табандарын іске қосу үшін бірдей күрделі тісті тегершіктерді қолданып келеді. Бұл білдектердің сүмбілері басқа да көптеген СББ білдектері мен көп мақсатты білдектер секілді әдетте «тісті» болып келеді. Бұл басқа жағдайда мүмкін болмайтын сүмбінің төмен жылдамдығында барынша көбірек айналымды береді.

Айналыс қалпақшалар мен құралдарды алмастыру қондырғысы

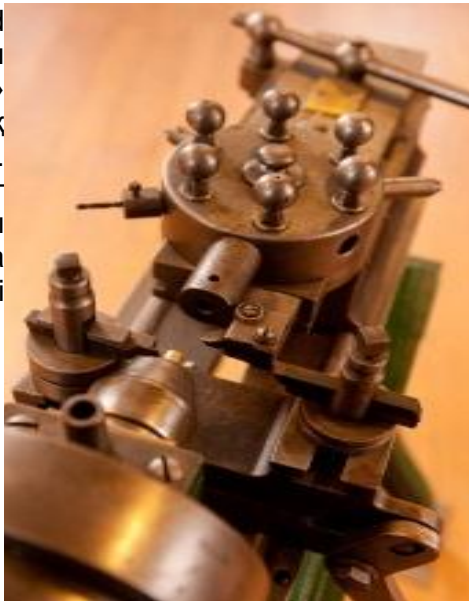
1980 жылдардың басында білдек операторларының иықтары қарулы болуы тиіс болатын. Себебі ол кездері құралдарды алмастыру қолмен жасалатын: ұстағыштың

қысқышын босату, қолмен кесу үшін жаңа құралды салу, оны бұрау, кесу, қайталау. Бағымызға орай, 1861 жылы сол кезде Вермонт штатында Виндзор қаласында «Robbins and Lawrence» қару-жарақ кешенінде жұмыс істеген «Lamson Goodnow and Company» өндірген алғашқы айналғыш қалпақшалы білдек пайда болды (15-суретті қараңыз). Бұл жаңа механизм бұрынғы білдектердің құрылымына қарағанда құрал алмастыруды анағұрлым жылдамдатты. Шамамен 30 жыл өткенде Джеймс Хартнесс айналғыш қалпақшалы білдекті алып, оны одан әрі дамытып, білдек операцияларының тиімділігін айтарлықтай арттыратын жайпақ айналғыш қалпақшалы білдекті жасады.

Бүгінгі таңда әрбір СББ білдектерінің және кейбір қол білдектерінің 8, 10, 12 немесе одан да көп кесетін құралдарды сыйғыза алатын айналмалы қалпақшалары бар дерлік. Егер сіздікінде жоқ болса, уайымдамаңыз: құралдарды алмастыру тез және дәл болу үшін стандартты «құралкүймешіктің айналмалы бөлігін» тез алмастырылатын сыналы бекіткіші бар кескіш ұстағышқа алмастырыңыз.

Сіз өзіңіздің қол фрезер білдегіңізді ұқсас қондырғымен: қалайда білдектің сүмбісіне құрал ұстағышты бекіту үшін қажет болатындықтан, қол талдыратын сомын кілтін бұрауды болдырмайтын механикалық өзекше сүмбісімен жабдықтай аласыз. Ал көп мақсатты білдектер ше? Неліктен автоматты құрал алмастырғыштар немесе АҚА осы білдектерді анықтаушы сипаттамалардың бірі болып табылады? Олардың көбісі сүмбінің жанында орнатылған айналмалы күймешіктегі он екі немесе одан астам құралдарды ұстай алады, алайда кейбірі «омарталық» немесе тізбекті беріліс бөлімінде жүздеген құралдарды ұстай алады. Білдекке тиісті пәрмен беріңіз және тұтқаның ескі құралды алып, орнына алмастырушыны қоюы «Маған автоматты құрал алмастырғыштар ұнайды» деп айтып болғаныңыздан тез болатынын көріңіз.

1-5-сурет: Осы «Lamson, Goodnow and Co.» 1961 жылы өндірген айналғыш қалпақшалы білдегінің «Модслей» бұранда кескіш білдегінің түпнұсқалық құрылымымен бірқатар ұқсастығы бар. Егер оны көргіңіз келсе, Вермонт штатының Виндзор қаласындағы Америкалық дәлдік мұражайына аттаныңыз. Оларға сізді Кип жіберді деп айтыңыз



Сүмбінің уақыты келді

Қыш доңғалақтары. Ас үй сәресіндегі миксер. Сіздің гольфке арналған көлігіңіздің дөңгелектері кадиллактың клоны болып табылады. Олардың әрқайсысы бір немесе одан көп айналмалы сүмбілермен жабдықталған. Сонымен, Сіз соңғы үлгідегі гүл құмырасын жасасаңыз да немесе жаңа піскен шоколад піспенанының сыбағасын өзірлесеніз де, істі сүмбілер атқарады, оларсыз ісіңіз айтарлықтай бейнетті болар еді. Сіздің гольфке арналған көлігіңізге келетін болсақ, 18-шұңқырға жаяу барған болар едіңіз.

Қорыта келгенде, айналдырғы қыспағы ретінде танымал металл қораптың ішіндегі мойынтіректердің, белбеулер мен қозғалтқыштарды қоса алғанда түрлі құрауыштардан тұратын білдектен айырмашылығы жоқ. Жону білдегі мен фрезер білдегінде қолданылатын айналдырғы қыспақтарының қызметтері өзара ұқсас (екеуі де айналады) болғанымен, айтарлықтай айырмашылықтары да бар:

» Жону білдегінің әдеттегі айналдырғы қыспағы шетінде бірқатар мойынтіректермен және орта тұсында бірқатар белбеулермен қоршалған қуыс түтік болып табылады. Олар көлігіңіздегі желдеткіштің белбеуі секілді, сүмбінің айналасымен төмендегі қозғалтқышқа өтеді. Сүмбінің шетінен орнатылған қондырғыны көре аласыз, әдетте олардың қысқа орнату конусы мен бұрандамаға арналған тесіктері болады. Білдектің көлеміне қарай ол А2-5 немесе А2-6 сүмбі шүмегі болуы мүмкін, бірақ кейбір жону білдектерінің жайпақ жұдырықшалы бекінісі немесе бұрандалы шүмегі болуы мүмкін.

» Жону білдегіңіздің пішіні қандай болғанына қарамастан оның сүмбі шүмегі патронды немесе серіппелі механизмді орнатуды қамтамасыз етеді. Көптеген сүмбілердің ішінде жайпақ қуыс түтік болатындықтан, көбіне «шыбықша» деп аталатын дайындама материалын сүмбі арқылы қысқыш механизмге өткізе аласыз. Ол серіппелі беріліспен жону білдегі деп аталады, дегенмен білдекті «патрон» ретінде қолдануыңызға да кедергі жоқ, бұл дайындаманы патронда қысуыңызға немесе оны сусын ыдысының сауытына, не күлсауытқа оңай айналдыруға болады деген сөз.

» Фрезер білдегіндегі немесе көп мақсатты білдектегі сүмбі дайындаманы емес, кесетін құралды қармап алатындықтан, көптеген жону білдектеріндегі жайпақ түтіктердің қондырғылары «тартпа қарнағына» алмастырылған. Атауынан көрінетіндей, ол ұстағышты сүмбіге «қармап алу» үшін механикалық тістер жиынтығын немесе ұқсас қармап алу механизмін қолданады.

Көптеген жағдайларда ол құрал ұстағыштың сәйкес келетін конустық бөлігін нақты беретін, фрезер білдегі сүмбісінің тесіктерінің беті дәлдікпен ажарланған ішкі конус болып келеді – баланың қолына ұсталынған (сүмбі) балмұздақ конусын (құрал ұстағыш) салыңыз. Соңғы бірнеше онжылдықта СББ өңдеу білдектерінің нарығында САТ және ВТ нышанындағы құрал ұстағыштар басым болып отыр. Толығырақ ақпарат алу үшін 7-бөлімді қараңыз.



ЕСКЕРТУ

Менімен бірге аздап кідіре тұрыңыз. Көптеген білдектер қысқыш патронның немесе басқа құрылғының жұмыс орнында бекіту үшін алдыңғы айналдырғы қыспағының оң жағында орналасқанын білдіретін «оң жақты» болып келеді (қыспағының өзі шын мәнінде білдектің сол жағында болса да). Егер сіз оңқай болсаңыз, онда дайындаманы жүктеу немесе өлшеу үшін алудан қиындық көрмейсіз. Дегенмен, көптеген Швейцариялық нышандағы және сағат жасайтын білдектерде (бұл туралы толығырақ 2-бөлімде) жағдай тура қарама-қарсы өңделетін бөлшектердің қысатын қондырғысы (көбіне «бағыттауыш төлке» деп аталатын) білдектің оң жағындағы айналдырғы қыспағының сол жағында орналасқан. Шатастыңыз ба? Уайымдамаңыз, мұның бәрін білдектің алдында тұрған кезде түсінетін боласыз. Әзірше, оқуды жалғастыра беріңіз.

Мойынтіректер келе жатыр

Мойынтіректердің пішіні мен көлемі алуан түрлі болады. Аунақшалы мойынтіректер екеуінің арасында әрқайсысының өз алдына айналуына мүмкіндік туғызатын бірқатар мойынтіректері бар бірінің ішінде бірі отырған металл бәліштер қосағы секілді. Инешікті мойынтіректер мен радиал-тіреуіш мойынтіректердің пішініне қарамастан мойынтіректер бір механикалық құрауыш екінші механикалық құрауыштың ішінде (немесе айналасында) айналуы тиіс барлық жерде қажет болады. Егер сіз іштің білемденген бұлшық етін қалыптастыруға уәде беретін кеудені жерден көтеретін шығыршықты сатып алған болсаңыз

(ешнәрсе етпейді, мен де өзімдікін қолданбаймын), оны ашып көріңіз – ішінен қондырғының еркін айналуына мүмкіндік беретін мойынтіректі көресіз.

Білдектердің барлығынан мойынтіректер табылады. СББ білдектерінде, мысалы, бұрама тетік бірқалыпты индекстік қозғалысқа арналған жоғары дәлдікті мойынтіректерге тіреледі. Мен мойын тіректерге лық толған білдек сүмбілері мен айналдырғы қыспағы туралы айтып кеткенмін. Тура солай, үстелді әрі-бері қозғалтатын жетекті білік, машинаға май мен майлап суыту сұйықтығын беретін сорғылардың қозғалтқыштары, біркелкілікті қамтамасыз ететін сызықты бағыттауыштар... басты ойды түсінген шығарсыз.

Қозғалыстың қыр-сыры

Бұрандалар қозғалысты жүргізеді. Бұл құралдар қорабының түбінде жатқан орақ пішінді сомын кілтіне де немесе көлігіңіздің жел жіберіп қойған дөңгелегін ауыстырғанда пайдаланған көтергішке де қатысты. Гидравликалық, жұдырықшалы жетегі бар жону білдектерінен немесе фрезерлік білдектен басқа білдектерде де жырақшалар, жайпақ фрезалар кесу және тесіктер тесу үшін дискінің не қозғалтқыштың айналмалы қозғалысын сызықтық қалыпқа келтіру үшін қажетті бұрамалар қолданылады.

Қол жабдықтарында олар жүріс бұрамалары деп аталады және бір қарағанда олардың өте ұзын бұрандадан айырмашылығы шамалы. Машинаны шашып қараңыз, сонда сіз оның жүріс бұрамалары, өз кезегінде білдек күймешегінің немесе көлденең жылжытуының түбіндегі бекітілген түйіндес сомындарға бұралғанын көресіз. Жүріс бұрамасын бұраңыз, сонда сызықты қозғалысты көресіз.

Өкінішке орай, жүрісті бұрамалар негізі жетілдірілмеген: Жүрісті бұраманы қанша тартқаныңызбен, аздаған «айналма саңылау» үнемі қалып кетеді. Ол түйіндес бөлшектердің арасындағы кеңістіктің салдарынан болады; онсыз олар сіздің туған күніңіздегі Тед атайдың әмиянынан да тығыздау болып жабысып қалған болар еді. Бұл жерде туындайтын мәселе дәлдіктің жоғалуы – адам немесе компьютер басқарғанына қарамастан айналма саңылау бағыттауыштың әрбір өзгерісіне орай жойылуы тиіс, ол механикалық құрауыштар тозған сайын қиынға түседі.

Осыған байланысты СББ білдектері жүрісті бұрамаларға қарағанда, қайта айналымды домалақ бұрамаларды қолданады. Домалақ бұрамалар шарлы мойынтіректермен толтырылған сомындармен жабдықталған арнайы домалақ пішінді бұрандамен шығарылады. Бұрама айналған кезде шарлар сомындардың айналасындағы жырақша арқылы қайта айналады және кері қайтады. Бұл технология шын мәнінде жырақшаны болдырмайды, тозуды азайтады және бұрама айналатын жылдамдықты арттырады – бұл бүгінгі таңдағы жылдам металл кесетін жабдықтың маңызды тұсы болып табылады.

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Үдерісті бақылау: қағаз таспасынан СББ-не дейін
2. Көпмақсатты білдектердің құпиясы
3. Жону білдектерінің құпиясы
4. Көп тапсырмалы орындаудың артықшылықтары

2-ТАРАУ.

БІЛДЕКТЕР ТУРАЛЫ АҢЫЗДЫ ЖОҚҚА ШЫҒАРУ

Егер біз жоқшылық пен тапшылықты азайтқымыз келсе, саналы адамның қауіпсіз өмір сүруі үшін қажеттінің бәрін лайықты жанға бергіміз келсе, біздің көбірек жабдықтар өндіргіміз келеді, көбірек қуатты қалаймыз. Қуат біздің демеуіміз, біздің жан-жақты күш-қуатымыздың басты көзі болып табылады.

НИКОЛА ТЕСЛА

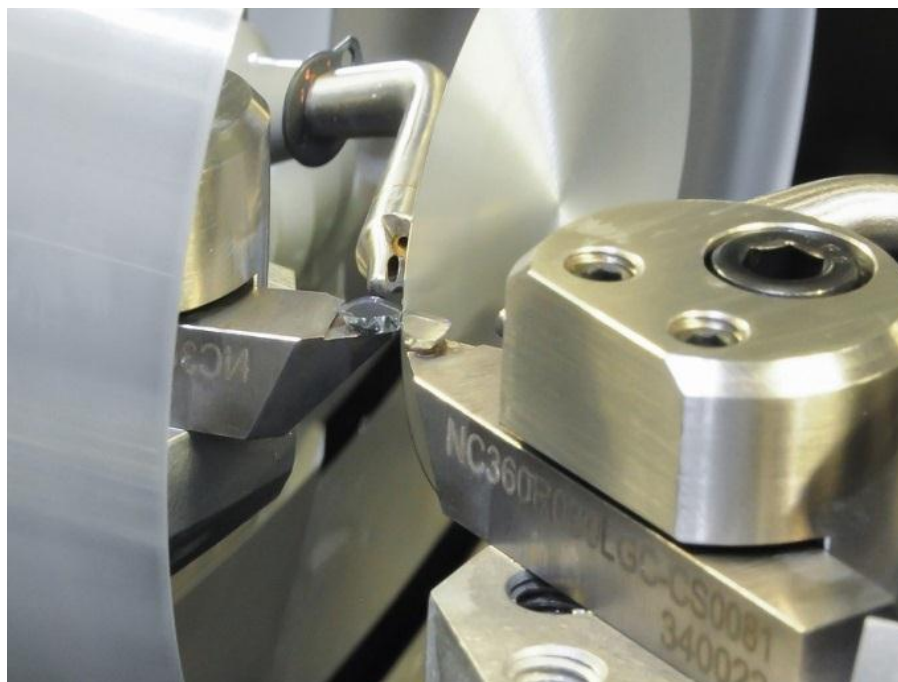
Егер сіз алдыңғы бөлімді оқып шықсан болсаңыз, онда бәрін – механикалық білдектердің тарихы туралы білуге тиістің бәрін дерлік жақсы білесіз. Сіз әлі инженер-механик немесе тәжірибелі ұста болмасаңыз да, білдектердің өз қызметтерін орындауы үшін қажетті тісті беріліс, тегермеш, жетек жүйесі және басқа да қондырғылар туралы олардан да көп түсінесіз. Керемет қой, солай ма?

Егер оны оқымаған болсаңыз да түк етпейді. Сізге сенбі күні кешкісін «Сайнфелд» сериалын қайталап көру үшін теледидарды кім ойлап тапқанын (оны 1927 жылы ойлап тапқан Фило Тэйлор Фарнсуорт болып табылады) немесе олардың қалай жұмыс істейтінін (шамдық теледидарларда электронды прожекторлар болған, олар бүгінгі таңда электронды-сәулелі өңдеу ретінде танымал үдеріс – металды жоғары жылдамдықпен бұрғылау үшін қолданылады) білу қажет емес. Жоқ, осы бөлімді оқу үшін маңызды дүние – заманауи білдек жасау технологиясының ғажайыптығын бағалай білу.

Осы ғажайыптықтың жақсы мысалы СББ (Сандық бағдарламалық басқару) білдегінің «шешімі» немесе білдек жасай алатын ең кіші қадам болып табылады. Жоғары дәлдікті «алмас қайрауы бар» жону білдегінің қолжетімді коммерциялық маркаларының бірі (олар шын мәнінде алмасты кеспейді, бірақ алмасты кесетін құралды пайдаланады) электр жүргізгішінің 8 пикометрлік немесе 0,000000003 дюймдық шешімімен мақтана алады.

Ойлап көріңізші. Сегіз триллион метр. Бұл шамамен криптон атомы аумағының оннан бірі болып табылады. Басқаша айтқанда, егер адамның шашы Жер планетасының диаметріндей болса, алмас қайрауы бар білдектің операторы тереңдігі 3 фут болатын саңылауды тесуді бағдарламалап қойған болар еді. Осы білдек 0,05 мкм (мөлшері полиамелит вирусындай болатын) шегіндегі және беткі қабат жиілігі 0,87 нм шегіндегі қалып дәлдігін бере алады, тегістігі соншалықты, оның титтей дөңесі мен ойысында фуллеренді тығып қою мүмкін емес (2-1-суретті қараңыз).

2-1-сурет: Оптикалық өндірісте кеңінен қолданылатын алмас жону білдектері асқан дәлдігімен және таза мәрелі өңдеу мүмкіндігімен танымал



Фотоны ұсынған: Мур нанотехнологиялар жүйесі

Әрине, білдектердің көбі тура осындай дәл емес, бірақ түкке алғысыз да емес. Бір көп мақсатты білдектің бренді тұрғыландырудың дәлдігі +/- 0,000060 дюймға дейін (0,0015 мм), ал қайталануы +/- 0,000040 дюймға (0,001 мм) дейін деп жарнамалайды. Ал екіншісі беріліс жылдамдығы минутына 1181 дюйм немесе сағатына 13 миль деп мақтанады. Осы металл «бишілер» тар бұрыштар мен күрделі бөлшектердің арасынан бірнеше бағытқа бір мезетте өте отырып, осы жылдамдықта салмағы жарты тонна дайындамамен орағыта алатынын және дәлдікті жоғалтпастан, бағытты лезде өзгерте алатынын ұғынғанға дейін ол жылдам болып көрінбеуі мүмкін.

Білдектерді автоматтандыру

Білдектің алдында 16 сағат бойы тұру он тоғызыншы ғасырдың ортасында сәнді болған болуы мүмкін, бірақ біздің басым көпшілігіміз бір жерден барып, салқын сусын ішіп, білдектің жұмыс істей беруіне мүмкіндік беруге келіскен болар еді. Бұл өндірістік төңкеріс басталғалы бері адамдардың жасауға талпынып келе жатқан нәрсесі: анағұрлым жылдамырақ, дәл және барынша автоматтандырылған жабдық жасау. Осы сатылы өзгеріс механикалық нұсқада басталды, бірақ арада көп уақыт өтпестен гидравликалық жолмен бақыланатын, қағаз таспаға бағытталған және ақыр аяғында компьютерлендірілген немесе СББ білдектеріне айналды.

Жұдырықшалы жетегі бар күрделендірілген білдектер

Көп позициялы жонғыш айналғыш қалпақшаны ойлап табу өңделген бөлшектердің өндірісін жылдамжатып оңайлатты, бірақ бұл өндірімділікті күрт арттырған білдек өндірушілер білдекке айналғыш қалпақшамен жұдырықшалар қойғанға дейін бола қойған жоқ. Олар қалай жұмыс істейді? Егер айналаңызда ескі үлгідегі күй қобдишасы бар болса, оны шашып көріңіз (қам жеменіз, балаңыз оған қарсы болмайды). Бетінде ұсақ кедір-бұдыры бар металл төлкені көрдіңіз бе? Егер осы күй сандығы жұдырықшалы жетегі бар білдектер болса, бұл кедір-бұдырлар жону айналғыш қалпағындағы немесе білдек сүмбісінің айналасында орналасқан бағыттауыштардағы түрлі кесетін құралдар үшін жетектің қызметін атқарған болар еді.

Төлкенің айналуына қарай (бұрамалы білдектегі төлке бұрыс пішінді жайпақ металл тілімшесі болып келеді) жұдырықшаның итергіші осы қозғалысты кесетін құралға бере отырып, өзінің дөңестері мен ойларынан өтеді – 360 градусқа әр рет бұрылған сайын бір дайын бөлшек әзірленеді (немесе күй қобдишасының жағдайында музыка ойнайды; ұлыңызға немесе қызыңызға жақын арада жаңа біреуін сатып алуды жоспарлағаныңыз жөн).

Атауына қарамастан бұрамалы жетегі бар білдектер бұрамадан басқа да көптеген нәрселер жасай алады. Егер бұл «Болашаққа қарай артқа жүру» фильмі болғанда, ал сіз «Hill Valley» шарауашылық заттары дүкеніне кіре алатын болғанда, ол жерден табылған әрбір сантехника құралында, көгал шапқышта, қол құралында немесе басқа нәрседе бұрамалы білдектерде жасалған бөлшек болатын еді. Егер механикалық білдекті СББ білдегіне айналдырған электроника саласындағы төңкеріс болмаса, бұрамалы жетегі бар білдектер бұрынғыша оларды жүздеген мыңдап шығара отырып, барлық үлкен көлемдегі дәл өңделген бөлшектердің басты өндірушілері болып қалар еді.

Бірақ олар жоғалып кеткен жоқ. Бір жағынан жұдырықшалы жетегі бар білдектер толығымен дерлік механикалық болып табылады, сондықтан олар мәңгілік қызмет етеді, кейде жөнделетіндерін қоспағанда, кейбірі одан да көпке жарайды. Металл жұдырықшаларын жобалап, жасайтын шеберлердің көбі қазір зейнетте, бұл дұрыс, олардың демалу үшін еңбегін сіңірді, бірақ жұдырықшаларды енді арнайы жасақтамалық бағдарламаны қолданып оңай жобалауға болады, ал олардың пішіні СББ білдектерінде жасалады.

Көп сүмбілі әбігер

Неғұрлым көп болғаны жақсы ғой, солай ма? Бұл білдектер әлемінде көп қолданылатын пікір, күнделікті өмірде де солай. Білдек өндірушілер мұны үнемі түсінген, сондықтан олардың көбі жұдырықшалы жетегі бар білдектертерді жұдырықшалы жетекпен көп сүмбілі бұрамалы машиналарға айналдырып жіберген. Гатлинг пулеметі секілді осы асқан өндірімді білдектер бір сүмбілі ағайындарына қарағанда бөлшектерді төрттен сегізге дейін артық шығарады (сүмбінің санына байланысты) әрі олар айналдырғы қыспағының кез келген көрсеткішімен әзір тұрған дайындаманы шығару мүмкіндігіне ие.

Көптеген жұдырықшалы жетегі бар білдектер өндірістен шыққан немесе СББ білдектеріне ауысқан, бірақ көп сүмбілі технологиялар әлемінде қайсыбірі амалдап қалған, тіпті көркейіп кеткендері де бар. Алайда мұнда да көбі жұдырықшаға қосымша бір немесе бірнеше СББ слайдтарын ұсынады, бұл олардың өнімін дәлірек, икемді және баптауын қарапайым етеді.

О-матикалық (автоматты) фрезер білдегі

Қатардан қалмау үшін бірқатар құрылысшылар бірнеше жыл бойы жұдырықшалы білдегі бар фрезерлік білдектер шығарды. Көбіне олар бөлгіш бастиек және бұрмалы үстел, сондай-ақ көшірме және саптамалы шығыршық секілді осы білдектердің күрделі пішіндерді фрезермен өңдеуіне мүмкіндік беретін үстел жабдықтарымен жабдықталған. Кейбірінің «көтеру және түсіру» мүмкіндіктері болды, бұл сүмбі бастиегінің тік ауыстырылуын үстелдің ауыстырылуымен үйлестіруге болатынын білдіреді, ол бөлшектерді әзірлеу кезінде үлкен еркіндік береді. Көптеген жұдырықшалы және гидравликалық басқаруы бар жону білдектері секілді қазіргі кезде бұл машиналар заманауи СББ жабдықтары ұсынатын қолдануға оңай дәлдік пен икемділікті бере алмайтындай ескінің қалдығы болып саналады.

Сандық басқару бойынша жолбасшы

Кез келген қол фрезер, жону немесе ажарлау білдегіндегі бұрандалы тұтқышты алмастырыңыз, компьютерге әрбір біліктің нақты орналасқан жерін үздіксіз мәлімдейтін кері байланыс механизмін қамтамасыз етіңіз және бұрын білікті қолмен бұраған адамдарға компьютерді жасақтайтын тілді үйретіңіз. Не болатынын тауып көресіз бе? Сіз қазір ғана СББ білдегін жасадыңыз.

Әрине, заманауи СББ жоғарыда сипатталған орналастыру жүйесіне қарағанда анағұрлым күрделі. Заманауи білдектердің жылдамдығы, дәлдігі және өнімділігі СБ (сандық басқару) өнертапқыштары, содан кейін СББ білдектерінің технологиясы қарастырғаннан көп ілгері.

Бұл көзқарас білдектерді компьютерлендіріп басқаруға патентті рәсімдеген және сол ойлап тапты деп есептелетін Джон Т. Парсоннан басталды, алайда істің көбін атқарған оның

қарамағындағы жұмыскері Франк Стулен болып табылады. Осыған қарамастан олардың екеуі де еңбектері үшін 1985 жылы Технология мен инновацияның ұлттық алқасын алды.

Сонымен, бұрандалы қысқыш дегеніміз не?

Біздің кейбіріміз механикалық өңдеу саласында қызмет мансабын бастадық. Болашақ қайын енеңізге оның кіржиген қабағы мен құрбыларына телефон арқылы мысқылдауын көтере отырып, күні бойы немен айналысатыныңызды түсіндірудегі ыңғайсыздықты былай қойғанда, қол бұрандалар жонып өңдеуді үйренудің таптырмас жолы болып табылады. «Hardinge DV-59» екінші операциялық машинасының электр қуат беруі немесе межеленген циферблаты жоқ. Сіздің оң қолыңыз бұрғылармен, сондай-ақ бұранда кескіш және қалыптау бастиектерімен жарақтандырылған алты сатылы айналғыш қалпашықты басқарады, ал сол қолыңыз бөлшекті ұзыны бойы өңдеу, ішкі саңылауды және қиықжиекті кесу немесе тіпті пішіндеуші құралмен күрделі пішінді кесу үшін қолданылатын құралдардың көмегімен жылжуды басқарады.

Әрбір қайталымның соңында артқы жағында орналасқан ұстараны пайдаланып, әзір болған дайындаманы бөліп алу үшін (бұл «бөлу операциясы» деп аталады) жылжыманы өзіңізге қарай тартыңыз. Содан соң қанғаны ашу үшін, үдерісті қайталау үшін тұғырдыға орнатылған таянышқа қосымша материал бере отырып, түпкі сол жақ бұрыштағы тұтқырға түрткі беріңіз. Әрине, «Hardinge» жұдырықшадан жұмыс істейтін, бұрандалы қысқыштың автоматты нұсқасын – бұрандалы гидравликалық жетекпен білдектердің қарапайымдау баламасы – DSM-A-ны ұсынды. Өкінішке орай, бұрандалы қысқыштар 8-жолды таспаның ізін қуған – «Hardinge» өзінің веб-сайтында «DV-59» немесе «DSM-A» бұдан былай келтірмейді, ал «Гугл» айналдырма қыспағы бойынша іздеуде қайтадан көбіне ағаш өңдеу қысқыштарына жолдайды (одан да «Қауіпсіз іздеуді» ашқаныңыз жөн).

Бір қызығы, ең алғашқы компьютермен басқарылатын білдек, шын мәнінде, білігін адамдардың орналастыруын талап еткен – компьютер оларға жәй ғана тұтқырды қаншалықты көбірек бұрау қажеттігін айтып тұрған. Компьютермен басқарылатын қозғалтқыштар немесе «сервоқозғалтқыштар» жасалған соң ғана адамдардың одан да маңызды істермен айналысу үшін қолы босады.

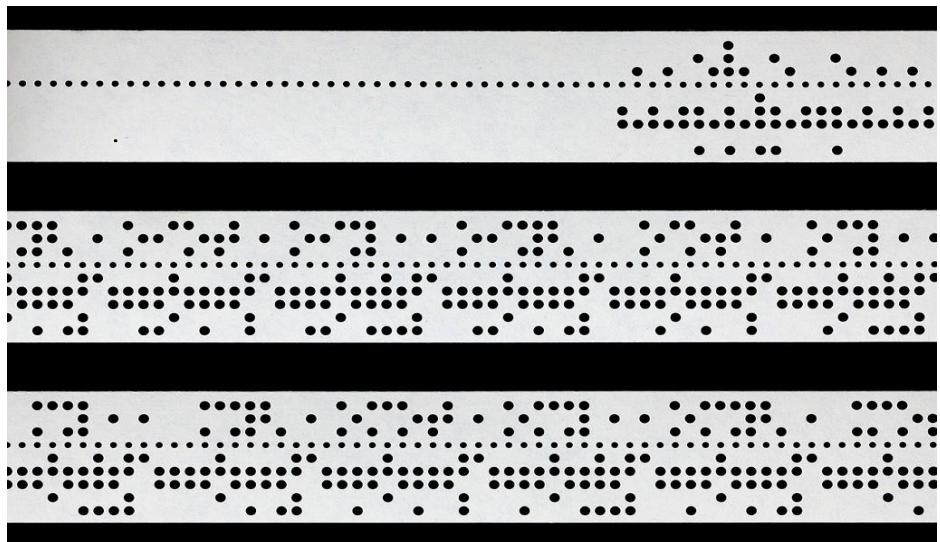
Қызыл таспаны ортасынан кесу

Бүгінгі асқан ақылды, желілік, компьютермен басқарылатын резиденттік бағдарламалық жүйелері бар, құралдың ең күрделі ойға қонымды бағдарларын туындата алатын және бұйрықты ең мықты үйретілген аңшы иттен артық орындайтын жабдық шыққанға дейін білдектер телетайптарда жасақталған, ал олардың бағдарламалары ойықталған қағазда (2-2-суретті қараңыз) немесе Майлоар таспасында (ең ертерек машиналарда перфокарталар қолданылған) сақталған. Бұл СББ білдектері үшін ауыр күндер болатын.

Егер сіздің жолыңыз болып, осы білдектердің бірін – мүмкін «таспалық үлгіні» немесе таспалық фрезер білдегін – баптаған болсаңыз, шебер сізге алқызыл, қара немесе сары түсті саңылаулары бар қағаз орамын берген болар еді (жоқ, ол жабысқақ емес), содан соң сіз оны таспаны оқу қондырғысына немесе білдек есігінің ішкі жағына, не соның жанындағы доңғалақты қондырғыға жүктеген болар едіңіз. СББ білдектерің ең ерте нұсқалары әрбір қайталым үшін таспаны бір реттен «оқуы» тиіс болатын, бірақ көп ұзамай, таспаны бір рет оқуға мүмкіндік беретін және содан кейін оны келесі ретке дейін ОБ әзірлеу бөліміне қайтаратын көпіршікті жадымен әрі соған ұқсас сақтау құрылғыларымен жабдықталды.

Біршама таспалы білдектер өндірісте әлі де болуы мүмкін, бірақ басым көпшілігі компьютерлік басқарумен түрлендірілген немесе металл сынығына өткізілген. Дегенмен 1950 жылдардың басында жасалған СББ білдектері қолданатын «G-код» (сондай-ақ, «RS-274» ретінде танымал) бүгінгі таңда білдектердің көбі жасақталатын стандарт ретінде қызмет атқаруда.

2-2-сурет:
Ойықталған қағаз таспасының екі мөлшері және бірнеше түсі болған. Саңылаулардың әрбір қатары, нұсқаулықты бір дегенде бір әріптен оқу секілді СББ бағдарламасындағы жеке белгіні білдіреді



Компьютерлік басқару

«Компьютерге» кіріс мәліметтерін алатын, осы мәліметтерді сақтайтын, олармен күрделі іс-әрекеттер жасайтын және оларды өңдейтін әрі өз кезегінде нәтижелерін (қосымша мәліметтерді) өзінің шыдамсыз қожайынына – әдетте адамға, бірақ көбіне басқа компьютерге беретін қондырғы ретінде анықтама беріледі. Компьютер вундеркиндтері ең алғашқы шынайы компьютер қайсысы болғаны туралы пікір таластырғанды ұнатады, бірақ барлығы да компьютерлердің қай түрде болмасын көптен бері бар екендігімен келіседі:

» Ағылшындық Чарльз Бэббидж өзінің «Өзгеше қозғалтқышымен» айналысуын 1922 жылы бастаған, 15 жылдан соң «Аналитикалық қозғалтқышпен» айналысқан.

» 1930-жылдар кезіндегі неміс Конрад Цузенің «Z1» әлемдегі алғашқы екілік компьютер болып есептеледі.

» Егер сіз ағылшынның компьютер саласындағы ғалымы Алан Тьюринг туралы «Еліктеу ойыны» атты фильмін көрген болсаңыз, онда оның шифрды жай жазуға айналдыратын компьютерлермен жұмысы одақтастардың соғыста жеңіске жетуіне мүмкіндік бергенін білесіз.

» Пенсильвания университетінің электронды сандық интеграторы мен есептегішінде (ENIAC) 18 000 вакуумдық түтік болған және ол қала сыртындағы үйлерден де үлкенірек болған. Ол әскери әрекеттер үшін тым кеш 1946 жылы аяқталған, бірақ бұл компьютер тарихындағы елеулі кезең болып табылады.

»Басқа да ондаған мысалдар келтіруге болады, оның ішінде кідіру сызығында сақтау құрылғысы бар электронды-есептегіш машина (EDSAC), әмбебап автоматты компьютер (UNIVAC), білдектік интерфейстың құйындық өңдеуі және басқалары, бірақ қатардағы Джо мен Джоанға «IBM» компаниясы өзінің Дербес компьютерін (ДК) шығарғанға дейін компьютердің ықпалы болмаған секілді.

»Бүгінгі таңда әлем оларсыз қайда болған болар еді деген сұрақ қойылуы тиіс. Біздің жұмыстағы үстеліміздің үстіндегі немесе иыққабымыздағы көзге көрінетін ДК-ден басқа компьютерлер біздің автокөліктерімізде, сандық камераларымызда, жуынатын бөлмедегі таразымызда, теледидарымызда және қалтамызда жүрген смартфондымызда бар. Бірақ осы кітапты оқып отырғандықтан, сіз ең маңызды компьютерлер біздің білдектерімізді іске қосатындар екенімен келісуіңіз мүмкін.

»1980 жылдардың басында көптеген механикалық өңдеу цехтарындарда СБ (сандық басқару) СББ-мен алмастырыла бастады. Содан кейінгі бірнеше онжылдықта осы білдектердің көбі білдектің кесетін құралдары мен сүмбілерін алдын ала басқаруға арналған «СБ кодын» оқитын, жеке бағдарламалық жасақтамалары жүктелген, «FANUC» және «SIEMENS» секілді басқару жүйесін өндірушілердің мамандандырылған жабдықтарын

қолдана бастады. Бұл «құралдың траекториясы» ретінде танымал және 11-бөлімде нақтырақ талқыланған.

»Бүгінгі таңда СББ білдектерінің көбінде ДК базасындағы басқару жүйесі бар. Олар желіде жұмыс істей алады, бағдарламаны сақтаудың сенімді мүмкіндіктерін ұсынады (анашым, қараңыз, енді ешқандай қағаз таспа болмайды), роботтармен және басқа да автоматтандыру түрлерімен еркін өзара әрекетке түседі (бұл туралы толығырақ 8-бөлімде) және оларды өндірісті автоматтандырылған басқару жүйесімен (САМ) әрі түрлендірудің бағдарламалық жасақтамасымен оңай жабдықтауға болады. Ең бастысы, олар құйындай жылдам және аса өнімді.

Жарты жолда

СББ-ға (сандық бағдарламалық басқару) еніп кетуге әлі дайын емессіз бе? «G-code» (СББ қондырғыларын бағдарламалау тілінің шартты атауы) туралы күмәнді тұтынушылар үшін бірқатар жабдық өндірушілер құрама немесе «жартылай СББ» деп аталатын білдектерді ұсынады. Егер құрама фрезер немесе жону білдегіндегі тұтқырды бұрағыңыз келсе, есіңізде болсын – құрама білдектер қол режимінде де бірдей жақсы жұмыс істейді. Біліктің күрделі пішінің бұрау немесе 19-шұңқыршалы бұранданың орналасуын монтажды тіреуішке бұрғылау керек пе? Басқару аппаратына сізге не қажет екенін мәлімдеңіз, тиісті кесетін құралды жүктеңіз және іске қосу қайталымын тартыңыз.

Мысалы, құрама жону білдектері жону операцияларының ішіндегі ең қиындарының бірі болып табылатын «бір нүктелі» бұрандамен жұмыс істеуді жеңілдетеді (бұл туралы толығырақ 12-бөлімнен қараңыз).

Білікті ажарлау немесе үлкен саңылау кесу дегеніміз ұзына бойы және басқы әрі аяққы диаметрлерінің бойымен қалыптау мен бір шыны кофеге барып келу немесе жаныңыздағы білдекте тұрған жолдасыңызға күлкілі оқиғаны айтып беру болып табылады. Осы қондырғылардың (білдектердің) көбі бағдарламалық тұғырмен жабдықталған, сондықтан ол жерде күні бойы тұрып, өзгерістерді қолмен жасау қажет емес.

Құрама білдектер де ұқсас функционалдылықты ұсынады. Негізгі білдек тек екі білікті орналастыруды ұсынады – бұл алдында тұратын адамның пішінге келтіру немесе терең оймалар үшін бұрғылау, не кескішті орналастыру үшін қолданылатын Z-білікті (тік гильзаны) іске қосуна арналған. Кейбір құрама білдектер өткір салмасы бар құймақты ұсынады: бір мезеттегі үш білікті басқару, қонақ бөлмесіндегі үстелдің үстінде тұратын «Йода» мүсінін өңдегіңіз келсе немесе күшпені күні бойы жоғары-төмен күшпен қозғауға ерінсеңіз, онда бұл ең кереметі болып табылады.

Құрама білдектерге әдетте не істеу қажеттігі «үйретіледі». Бұл сізге бір бөлшекті бірнеше рет жасау қажет болғанда тиімді: жону білдегін немесе фрезерлік білдекті оқыту режиміне қойыңыз және бірінші бөлікті кесіңіз, содан соң білдек сіздің әрекетіңізді бес жасар баланың ынтасымен қайталайды.

Бағдарламалауды үйренгісі келмейтіндер немесе машиналық басқаруға кез келген мәліметтерді енгізгісі келмейтіндер үшін оқыту режимі қолмен өңдеу шаппасын өз бетінше қосып алады. Егер жаңа құрама машина үшін бірқатар ақшаңызды шашқыңыз келмесе, көптеген жеткізушілер ақылды басқару жүйесінің көмегімен қол жону білдегіңізді немесе фрезерлік білдегіңізді жаңадан жасалғандай етіп сервоқозғалтқышпен немесе мықты білікті жетекпен түрлендіріп бере алады.

Әлі де жасалып жатқан және сатылымда бар қол білдектерін өкпелетіп алу тәуекелімен айтарымыз, СББ-мен дұрыс жабдықталған білдек өзінің қосинді тоғыстырғышы бар серіктерінен аптаның кез келген күнінде және демалыс күні екі рет асып түседі. Бұл қарапайым дайындамадан басқаның бәрін жасайтындардың барлығына қатысты, осы орайда бұл бөлшектер жұмыс көлемінің тұтас бір бөлігі болса да, кейбір цехтардың СББ білдектерін



орнатуға сағаттап уақыт кетіруінің себебі, олардың жұмыстың аз көлемі үшін қайта қосуды үнемдірек ететіндей сайманмен жабдықталмағанында немесе ұйымдастырылмағанында болып табылады (осы туралы толығырақ 16-бөлімде).

Фрезерлік білдектер туралы: фрезерлік білдектер мен өңдеу орталықтары

Сізге мектептегі балалардың не айтқанына қарамастан бәрібір. Шынында да, домалақ болмағанға дейін, сіз қалағандай тік бұрышты немесе ортоганалды, не басқа геометриялық пішінде болсын. Бұл домалақ бөлшектердің жону білдегінде, ал домалақ еместердің фрезер білдектерінде жасалатынына байланысты. Осы бөлімнің соңына қарай көретініңіздей, бұл негізделмеген пікір шындыққа жартылай жанасады және күн өткен сайын шындықтан алыстап барады.

ЖАЗЫҚ БЕТ ТУРАЛЫ АЙТСАҚ

Көптеген білдектер құрсаулар мен дестелегіш табандық жолынан өткен. Осылардың бірі –шын мәнінде білдек болып табылмайтын (солардың біріне ұқсағанымен) сүргілеу-фрезер білдегі. Сүргілеу-фрезер білдегінің дайындама бекітілетін жылжымалы үстелі бар. Кесетін құрал (айналмайтын және қашауды еске түсіретін) жүріп бара жатқанда материалды алып тастай отырып, бөлшектің жоғары бойымен өрлейді. Әрбір келесі сәтті өткен сайын бөлшек аздап жоғарыдан төменге қараған бағытта алынады және үдеріс қайталанады. Тура осылай, егер сіз көлігіңіздің бамперіне күректі байлап, қозғалыс барысында дөңгелектен аздаған ауа шығарып, көгалмен ары-бері жүру қажет болған болса, онда шындап келгенде, батпақта ор «қазған» болар едіңіз (үй басқармасына ұнамайтын нәрсе).

Жаңадан бастаушылар үшін фрезер білдектері жұмыр бөлшектерді оңай жасайды; олар білік пен нығайтқыш секілді жұмыр бөлшектерді «жасауда» онша мықты емес. Бірақ осы тарихи бәсекелестердің арасызығы барған сайын айқын емес, себебі жону білдектері санының артуы фрезерлік мүкіндіктер шегінен шығып, өңдеу орталықтары барынша көп жону жұмыстарын атқару мүмкіндігіне ие. Бүгінгі СББ екі білікті білдектері және үш білікті фрезер білдектері жону білдектері мен фрезер білдектері секілді тозып қалатын күн жақында тууы мүмкін.



КЕҢЕС

Атауында тұрған не бар? Ол сіздің кімнен сұрайтыныңызға байланысты, бірақ осы кітап бойына сіз «фрезерлік білдек» пен «өңдеу орталығы» терминдерінің өзара алмастырылып қолданылғанын көресіз. Мұның нақ солай болмауы да ғажап емес, бірақ бұл менің кітабым және редактор маған осылай етуге рұқсат беретін болса, онда мен нәрселерді қалай атағым келсе, солай атаймын. Мұнымен қоса, кез келген сатушыдан сол жердегі үлкен бөлменің атын сұраңыз, білесіз бе, ол барлық өңдеу орталықтары бар бөлме деп аталады. Ол оның фрезерлік бөлім екенін айтады. Алайда егер сіз нақты терминологияның жақтасы болсаңыз, «фрезерлік білдек» шын мәнінде қол фрезерлік білдегі – көбіне Бриджпорт пішінді тізелік білдек – ал «өңдеу орталығы» 99,9% жағдайда металл қаптама, сүмбінің жылдамдығынан анағұрлым жоғары және өзінің қолмен жұмыс істейтін ізашарына қарағанда өнімділік есігін айқара ашатын автоматты құралды алмастырғаш, оның СББ серігі болып табылады.

Кезекшілікте тұру

Осы бөлімде бұдан ары қарай көретініңіздей, көлденең өңдеу орталықтары туралы көп айтылады. Бірақ бір шындығы, фрезерлік жұмыстардың ең зор үлесі тік өңдеу орталықтарында немесе ТКБ (тік көпмақсатты білдектерде (VMC)) орындалады. Олар көлденең ағайындарына қарағанда арзандау және әдетте бекіту мен құрал ұстағыштар тұрғысынан алғанда азырақ талап қояды. Орташа алғанда олар берілген машинаның табандығы үшін көбірек жұмыс орнын қажет етеді. Олар машина қозғалысы тұрғысынан

тізелік білдектерді еске салады, олар орташа деңгейдегі операторға көбірек таныс.

«Әдеттегі» ТКБ жабдығына белгі қою қиындау (2-3 суретінде көрсетілгендей). Кейбірінде қос жұдырықтай болатын және ақылды автокөліктің күшінен көп ат күшіне ие құрал ұстағыштар орнатылған әрі балық аулау қайығының сыртын өңдейтіндей үлкен. Кейбірінде Сіздің сұқ саусағыңыздан аз ғана үлкен құрал ұстағыштарды пайдаланады және ас бөлмесіндегі үстелдің үстіне еркін сыйып кетеді. Бірақ талқылау мақсатында орташа ТКБ-нің X білігі бойынша 3 фут шамасындағы қозғалысы бар (бір жағынан екінші жағына) және минутына 8000-10000 айналым мүмкіндігімен сүмбісі бар. Әрі бұрынғы Бриджпорттар секілді ТКБ жаңадан бастаушы цех иеленушілер сатып алған алғашқы СББ болып табылады.

ТКБ машиналарының көбінде тізелік білдектің үстеліне ұқсас ұяшық үстел болады. Олар Т-пішінді ұстаның қысқышына бекітуге арналған бұрандадан, қысқыш құралдардан, айналмалы үстелдерден, вакуумдық ұстағыштан және тағы басқа көптеген нәрселерден тұрады. Тәжірибесі бай вакуумдық ұстағыштар цехтарда нөлдік нүкте деп аталатын жүйені (ННЖ(ZPS)) өңделетін бөлшектерге арналған қысқыш құралдың тез және дәл алмастырылуы үшін өздерінің өңдеу орталығы үстеліне бекітеді (осы маңызды тақырып бойынша толығырақ ақпарат алу үшін 6-тарауды қараңыз).

2-3-сурет. ТКБ-лар әр түрлі өлшемдермен қолжетімді. Осы кішкентай, бірақ өнімділігі жоғары ТКБ бұрғылаушы бұранда кесу білдегі ретінде танымал



«FANUC America Corp.» рұқсатымен

Әрине, бұл тік өңдеу орталықтарын барынша қарапайым ету болып табылады. Кейбірі аса жоғары мамандандырылған: қатып қалған болат құралдарды жылдам балқытуға арналып жасалған ТКБ білдектері графиттік электродтарды өңдеуге арналған машиналар секілді танымал болып келеді. Сондай-ақ, жалпы мақсаттағы ТКБ шамамен минутына 12 000 айналымды алса, өнімділігі жоғары машиналар минутына 20 000 немесе одан да көп айналымды ұсынады (кейде әжептеуір көп), олар жоғары жылдамдықта кесу траекториясын өңдеу талаптарына сәйкес келу мақсатында, тербеліс пен білдек сүмбісінің және басқару мен орналастыру жүйесінің кейінгі зақымдануын болдырмау үшін теңдестірілген құрал ұстағышты қажет етеді.

Әр қырынан қарағанда

ТКБ білдектері дайындаманың тек беткі жағын өңдеумен шектеледі – егер сізге шаршы кесектің барлық алты қырынан да тесік тесу қажет болса, онда, алдымен, бір тесікті тесіп, содан кейін бөлшекті тағы бес рет айналдыруға тура келеді. Алайда ТКБ білдектерін «индекстеу кестесі» деп аталатын арнайы қосымшамен жабдықтасаңыз, онда өңдеу көлемін айтарлықтай кеміте отырып, кесектің төрт жағынан тесіктерді тесу үшін оның бір шетін іліп алып, оны айналдыра «индекстеуіңізге» болады.

Осы ойды ары қарай жалғастырыңыз. Айталық, сізге, мысалы, біліктің ұзына бойында арнайы шиыршық жырашық жасау керек немесе мүсіннің беткі жағын өңдегіңіз келеді (мысалы, Йода мүсінін). Жұмыстың осы түрі үшін сізге белгілі бір қалыпқа немесе тоқтағанға дейін индекстелмейтін, бірақ бір немесе одан көп білдек біліктерімен үздіксіз айнала алатын айналмалы үстел қажет болады.

Цехтарда ондаған жылдар бойы оларды орындау үшін қажетті операциялардың санын азайта отырып, барынша күрделі бөлшектерді жасауға мүмкіндік беретін, тік өңдеу орталықтарына арналған айналмалы үстелдер мен индексаторлар орнатылған болатын. Дегенмен қайсыбір кездері бір ақылды ұста жергілікті жәрмеңкедегі «Tilt-a-Whirl» әткеншегіне отырған соң айналмалы үстелді келесі айналмалы үстелдің басына бұрап бекіткен және осылайша еңкіш айналмалы немесе шетмойын тәріздес үстелді ойлап тапқан.

3 + 2 ≠ 5

Осы көріністі жасаған кезде ешкім Сізге күлмеуі үшін есікті жауып алыңыз. Енді кока-коланың құтысын алыңыз, логотипті оқи алатындай етіп, оны бетіңіздің тура алдында төменгі шетінен ұстап тұрып, содан кейін екінші қолыңыздың сұқ саусағын құтынын жоғары бөлігіне тігінен бағыттаңыз. Құтыны А және В бес білікті өңдеу орталығына ұқсатып, 90 градусқа солға және оңға еңкейтіңіз. Басқа біліктері, ол бір жағына (Х білігі), ішке және сыртқа (У білігі) әрі жоғары мен төмен (өзіңіз де аңғарғандай, Z білігі) қарай қозғалған кезде, сіздің бос қолыңызбен бейнеленеді.

Барлық бес білікті де бірден жылжытыңыз (осы орайда, қысылмай механикалық өңдеу дыбысын шығаруыңызға болады). Бес білікті өңдеу осындай болады. Еспе бұрамалар, тізелік имплантаттар және Ти-рекс төсемелерінің көшірмелері секілді күрделі пішіндерді кесу үшін өте қолайлы. Дегенмен егер А және В біліктерін кез келген нүктеде ұстауыңыз және қалтаны өңдеуіңіз немесе бірнеше тесік тесуіңіз, содан соң фрезер қалпақшасын пайдалануыңыз қажет болған болса, онда ол 3+2 өңдеуі деп аталады.

«Шетмойындар» ұсталардың металл кесегін оның төменгі шетінен қармап алып, бетін өңдеуіне және дайындаманың төрт жағынан тақалуына мүмкіндік береді. Оның бір бөлігі айналдыру және түбін фрезерлеудің арқасында бітеді; алты бөлек операцияның орнына бар-жоғы екі операция орындалады. ТКБ-ның үш білігі болған жағдайда, шын мәнінде күрделі жұмысты орындай отырып, шетмойынның екі білігімен бір мезгілде қозғалуға болады. Бұл бес білікті білдек жұмысының мәні болып табылады.

Күрделі жұмыстарды орындауға екі бес білікті өңдеу ғана мүмкіндік бермейді, дегенмен шығынды азайта отырып, жұмыстың көбісін бір өңдеумен де бітіруге болады. Азырақ операция қажет етілетіндіктен, бөлшектер негізінен дәл болып келеді, оларды қозғалту үшін азырақ күш жұмсалады, тапсырысты орындау уақыты азаяды, ал цехтар өндіретін құрылғылар мен жабдықтардың саны түбегейлі кемиді.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Шетмойынды үстелі бар ТКБ-лердің көбісін жабдықтау қиынға соқпайды (2-4-суретті қараңыз). Бар болғаны электрлік жалғаулардың жұбы мен қосымша біліктерді бақылайтын бағдарлама қажет (төртінші және бесінші білдектердің интерфейстері). Дегенмен көптеген машина жасаушылар білдектің осы түріне арналған нағыз, бес білікті өңдеу орталықтарын ұсынады. Олар түрлі кескіндемеде және мүмкіндіктерімен қолжетімді әрі өңдеу орталығы топтамасындағы ең мықты құралға тез айналады.

2-4-сурет: Шетмойынды үстел – бес білікті өңдеу орталығының келесі тиімді нәрсесі болып табылады.

«Айналмалыдағы айналмалы» үстелдегі А және В біліктерінің құрылымына назар аударыңыз



«Корп. ФАНУК Америка (FANUC America Corp)» рұқсатымен

Өздерінің барлығын өзгерте алатын мүмкіндіктеріне қарамастан бес білікті өңдеу орталықтарының көлеңкелі тұстары да бар (шын мәнінде, олардың кейбірінің): олармен жұмыс істеу қиынға соғады (олар шығаратын бөлшектер де әдетте тең дәрежеде күрделі болғандықтан); білдек сүмбісі мен үстелдің арасында болатын кедергіні тудырмас үшін бөлшекті барынша жоғары көтеретін арнайы ұстағыш қажет және оларда бір машиналық қайталымды шығарылатын бөлшектердің саны шектеулі – бір ретте біреу қалыпты жағдай, бір қайталымда төртеуін шығару аса күрделі емес, алтау шығаруы да мүмкін. Не болса да бөлшектерге толы үстелі бар үш білікті ТКБ білдегін жүктеп, кешкісін үйге қайту тәжірибесі бес білікті машинада мүмкін емес.

Бойлай жону

Тік өңдеу санатындағы тағы бір мән берілген нәрсе бойлай жону білдегі болып табылады. Тұғырдың қандай болатынын білмесеңіз, жергілікті кеме жөндейтін жерге барыңыз. Жүкті тиеуге және түсіруге арналған үлкен крандарды көресіз бе? Механикалық жөндеуге арналған жайпақ белағаштың төменгі жағына бекітілген және дайындама теңіз кемесінде емес, соның астында орналасқан, білдек сүмбісінен басқа бойлай жону білдектері бір-біріне ұқсас болып келеді.

Бойлай жону білдектері аса үлкен емес, бірақ олардың көбі білдектер тұрғысынан алғанда үстелінің үлкендігі үйдей және ұшақ қанатындағы кескінді немесе локомотив вагонын кесу үшін жеткілікті ұзындығы 100 немесе одан көп фут болатын Х-білігімен аса «зор» болып келеді. Олардың кейбірі тіке және құрамдас бұрыштардан өңдей алатын «тербелетін» қалпақшалармен жабдықталған (бес білікті өңдеу орталықтарына ұқсас), ал басқаларында бірнеше бөлшекті бір мезетте кесуге арналған екі немесе одан да көп сүмбі бар.

Әр нәрсені өз атымен атау

Көптеген цехтар онсыз да сығылысқан өндіріс алаңдарында қосымша білдек құралына арналған кернейді қажет ететіндіктен, ТКБ-нің тағы бір танымалдығы артып келеді – ол бұрғылайтын бұранда кескіш білдек. Олар өздерінің ірілеу ТКБ ағайындарының кішірейтілген, жеңілдетілген нұсқасы болып келеді және арнайы жылжымалы немесе қайтымды ұстағыштарды қажет етпейтін кесу технологиясымен «бұранданы бұлжытпай кесумен» алғашқы болып жабдықталған. Бұрғылайтын бұранда кескіш білдектердің көбінде сүмбісі BT-30 немесе одан кіші конусы бар және өте жылдам күш алады – кейбіреулері жылжымай тұрған қалпынан металл кесуге 2 секундта немесе одан да аз уақытта көше алады. Олар кәдуілгі ТКБ секілді қапталдық жүктемені көтере алмайды және құралдары да көп емес (әдетте 10-12), бірақ бұрғылау орталықтары кішкентай бөлшектердің кең көлемін өңдейтін цехтар үшін аса тиімді және бұл медициналық техника мен электроника өндірушілер үшін қалыпты жағдай.



ТЕХНИКАЛЫҚ
МӘЛІМЕТ

Көптеген өндірістік салалар CAT фланецті немесе V-тәрізді фланецті құрал ұстағыштарды американдық стандарт ретінде ұсынады, ал BT-фланецті құрал ұстағыштар Жапонияда, Қытайда немесе Кореяда шыққан өңдеу орталықтарынан табылады. Олардың екеуі де СББ білдектері туралы армандаудан әлдеқашан бұрын 1972 жылы патенттелген еркін ажыратылатын 7/24 конусын қолданады. HSK, BIG-PLUS және Carpo-пішінді құралдарды барынша қозғалтпайтын ұстағыштардың болуына қарамастан құралдың екі түрімен де жабдықтау тәсілі біртіндеп ескіруде (толығырақ ақпарат алу үшін 7-бөлімді қараңыз).

Көлденеңнен жону

Көлденеңнен жону білдегін бір жағына еңкейтіңіз, сонда бұл көлденеңінен өңдеу орталығы болды ғой, солай ма? Шын мәнінде олай емес. Көлденеңінен өңдеу орталығы немесе КӨО көп уақыт бойы ТӨО-на қарағанда үлкен көлемдермен жұмыс істеу үшін қолайлы деп есептеліп келді. Олардың кесетін құралдар станциялары да көбірек – кейбірінде жүздеген құралдар болуы мүмкін және үнемі дерлік «құлпытас» немесе бекіту қондырғысының басқа түрі бекітілген (үнемі дерлік) айналмалы үстелмен жабдықталған.

Құлпытас жағдайында (ия, оның шойыннан жасалғаны болмаса, ол шынында да менің мәңгілік мекенімді безендіретін гранит кесегін еске түсіреді), төрт немесе алты жағының әрбіріне бірнеше қысқыштарды немесе қыспақтарды орнатуға болады, ол оператордың үйіліп жатқан бөлшектерді жүктеп, кешкісін үйіне қайтуына мүмкіндік беріп қана қоймай (көбіне «жарықсыз өндіру» деп аталатын), сондай-ақ дайындаманың алдыңғы және басқа да жақтарын қолжетімді етеді. Бұл ТӨО-да индексатор немесе айналмалы үстелсіз орындалуы мүмкін емес нәрсе болып табылады.

Сонымен қатар көптеген КӨО білдек басқа бөлшекті жасаумен айналысып жатқанда, оператордың білдектің сыртында тұрып, құлпытасқа бөлшектерді жүктеуіне мүмкіндік беретін серіктес-тетікті алмастыру қондырғысымен бірге жүреді, бұл іштегі қызметкер сізге чизбургер мен фри әзірлеп жатқан кезде көлігіңіздің ішінде ақша қайтарымын есептеп жатып, одан түспей-ақ терезе арқылы қызмет көрсетеуге аздап ұқсайды. Бұл да оны барынша көлденең ету үшін ТӨО-на қосымша салынатын бөлшек болып табылады, егер осы бөлшектердің барлығын қосатын болсаңыз, бағасы барынша өнімді КӨО-ның бағасына жуықтап қалады.

Барлық көлденеңнен жұмыс істейтін көпмақсатты білдектердің мақтан тұтарлық ортақ қасиеті жоңқаның жақсартылған ағыны болып табылады. Ол жоңқалардың түсуін арттырып, КӨО-дағы сүмбінің бағдары ықпалдастықтың өз жұмысын орындауына мүмкіндік беретінінде болып табылады. Алайда ТӨО-да олар білдекшілер «қайта кесу» деп атайтын жағымсыз құбылысты тудырып, көбіне дайындаманың үстіне және ішіне түседі әрі құралдың сынуына себепкер болады. Ақыр аяғында, көлденеңдер көптеген тігінен өңдеуде классикалық «С-

тәріздес жиекті» құрылымды пайдаланбайтындықтан, олар көбіне (әдетте) қаттылау және өздерінің берік замандастарына қарағанда дәлдеу болып келеді.

Кешірім өтінемін, бұл бөлім іш пыстырарлықтай

Егер сіз бір немесе екі парақ бұрын аздап болса да бойлай жону білдектері туралы оқыған болсаңыз, онды мынау КӨО-ның баламасы: бұрғылайтын білдектер. Бойлай жону білдектері секілді көлденеңінен бұрғылайтын білдектер тракторлар мен басқа да жер қопару жабдықтарының кузовтарын өңдеу үшін қолданылады, «John Deere» немесе «Caterpillar» зауытына барып көріңіз, сол жерден көптеген бұрғылайтын білдектерді көретін боласыз (Сізге алдымен жазылу үшін қоңырау шалу қажет болуы ықтимал).

Бұрғылайтын білдектер көбіне КӨО-на ұқсастырып соғылады, олардың тек екі маңызды тұсты бар:

1. Үлкен көлеміне байланысты сіз серіктес-тетікті алмастыру қондырғысымен аса көп бұрғылайтын білдектерді көре бермейсіз.

2. Барлық бұрғылайтын білдектер дайындаманың ішіне терең бойлауға мүмкіндік беретін «сүмбімен» (Бриджпорт тізелі білдегіндегіге ұқсас) жабдықталған.

СББ бағдарламашыларына W-білдегі ретінде танымал, сүмбі негізгі сүмбі ұяшығының ішінде айналады және Z-біліктері қажетті қалыпқа келтірілген соң кесетін құралды өңделетін дайындамаға келтіреді, осылайша қолжетімсіз бөлшектердің өңделуіне және өте тік әрі дәл тесіктердің жасалуына мүмкіндік туғызады.



МАңызды
БӨЛШЕКТЕР

Көлденеңінен бұрғылайтын білдектер механикалық өңдеу өндірісінің маңызды бөлігі болып тұрғанымен, олардың тігінен бұрғылайтын серіктері көбіне зейнетке кетіп жатады. Бойлай жону және тізелік пішіндегі нұсқаларда кеңінен қолжетімді, өткеннің анық жәдігерлерінің бірі – асқан дәл қыспақтарды, қондырғыларды және басқа да қажетті құралдарды өңдеуде қолдануына байланысты (тағы да СББ) координатты бұрғылайтын білдек ретінде танымал. Бұрғылайтын білдектер мен тігінен бұрғылайтын білдектер бүгінгі таңда әлі қолданыста, дегенмен СББ өңдеу орталықтарымен және электржелілену кесу білдектерімен (EDM) ығыстырылуда (ол 3-бөлімде талқыланған).

Жеткілікті: жону білдектерін зерделеу

Егер жоғары сыныптарда цехтағы өтетін сабақтарға қатысқан болсаңыз (мен барған кезде олар «Қолданбалы өнер» деп аталатын), онда сіздің ағаш табақты немесе шырағдан қойғышты «Аналар күніне» сыйлық ретінде жасауыңыз ықтимал. Не болатынын ойланып көріңізші: сіз жону білдегінің операторысыз. Бірақ нақты жону білдегі дегеніміз не және ол қалай жұмыс істейді?

Қойын сөздігіне жылдам көз жүгіртсек, жону білдегінің келесі анықтамасы бар: бұйым – көлденең білдектің айналасында айналатын және бекітілген құралмен пішінге келтірілетін машина. Жақсы, бұл көбіне дұрыс. Ең алдымен, барлық жону білдектері көлденең емес – кейбір жону білдектері тігінен болып келеді және дайындаманы ас үстелінің басындағы жалқау Сьюзан секілді айналдырады.

Ал құрал бекітілген деп айту, аздап дұрыс емес – кесетін құрал (айта кетерлік жайт, ол жону білдегінде жону құралы деп аталады) шын мәнінде құралдың үстеліне, айналғыш қалпақшаға немесе көлденең сырғаққа бекітілген, бірақ осы сырғақ кейін ішке және сыртқа және бір жағынан екінші жағына сырғиды. Ең аяғында, көптеген СББ білдектерінің жіктерді, қалташықты және көлденең саңылауды өңдеуге арналған кәдімгі фрезерлік құралдары бар.

Мен бірде жаңылысқан жанның жону білдегінде орындалған бұйымды «торлама» деп атағанын естігенмін. Дәл қазір мән-жайдың басын ашып алайық: жону білдегінде бөлшектерді жасау торлау деп аталмайды; ол



ЕСКЕРТУ

«кеулей жону» деп аталады. Жону білдектері мен жону білдегінің операторлары қалай айтқыңыз келгеніне қармастан, өңдейді, өңдеумен айналысады, кеулей өңделген бөлшектерді жасайды; «торлама» деп айтпағаныңыз жөн. «Торлама» дегеніміз сылаудан бұрын ағаштың жұқа жолақтарын қабырғаға бекіту болып табылады, барынша гипсокартонмен алмастырылған кәсіп (немесе солай дегенді қаласаңыз «құрғақ сылау»). Сіз сондай-ақ «тұтқыш» ретінде үй сылағына металл тақтайшаларын орнататын адамға да сілтеме жасауыңызға болады (ол, бәлкім, оны Гарри немесе Джо деп атағаныңызды қалайды). Бұдан былай осы торлама туралы сандырақты қозғамай-ақ қояйық.

Фрезерлік білдектер мен өңдеу орталықтарындағыдай соңғы екі жүз жылдықта ондаған немесе, бәлкім, жүздеген жону білдектерінің нұсқасы болды. Олардың көбі әлі бар. Егер қаласаңыз, сіздің бүгін түстен кейін көрші орналасқан білдек техникасының диллеріне барып қайтуыңызға және жап-жақсы бұрама кескіш жону білдегін алып қайтуыңызға болады. Тіпті оның біріне Амазонкаға тапсырыс берсеңіз де болады. Жалпы, осы секілді қол жону білдектері төмендегі екі санаттың біріне жатады: бұранда кескіш жону білдегі немесе револьверлі жону білдегі.

Бұрама кескіш жону білдегі

Дегенмен айта кетерлік жайт, жону бұрама кескіш білдектер қозғалтқыштарды жасамайды (дегенмен олар қозғалтқыштың құрамдас бөліктерін жасайды). Ең ерте жону білдектері (және шын мәнінде барлық білдек құралдары) бу қозғалтқышымен бірқатар белдіктер мен тегершіктер арқылы байланыстырылған, олар атауларын содан алуы да мүмкін.

Заманауи бұрама кескіш жону білдектері ұзына бойлық бағытпен қозғалатын, үстіңгі жағында радиалды бұйымға арналған көлденең бағыттауышы бар күймешікпен (қаптау және жону) және конустар мен бір нүктелі бұрама кесу үшін қолданылатын құрама тегеурінмен сипатталады. Көбі сүмбіні және сырғақты іске қосу үшін және төмен жылдамдықта көп айналыс пен кішкентай диаметр және әрлеу жұмыстары үшін жоғарылау айналымды қамтамасыз ететін күрделі тісті берілісті қолданады.

Бұрама жону кескіш білдектерінің артқы басшасы және ұзын өлшемді дайындамаларға арналған айналмалы орталығы болады (кейбіреулер бұларды білдек орталықтары деп те атайды). Сіздің сондай-ақ артқы басшадан айналмалы орталықты алып тастауыңызға және оны дайындаманың ұшындағы тесікті жасауға арналған бұрғымен алмастыруыңызға болады.

Аспаптық жону білдегі бұрама кескіш жону білдегінің барынша жеңілдетілген, барынша дәл нұсқасы болып табылады. Ол да бәсеңдеткіш әрі бұранда кескішпен кесу мен күймешіктерді жүргізетін және сондай-ақ орнықты тіреуіштер секілді (білік секілді өте ұзын дайындамаларды сүйемелдеу үшін) түрлі саптамаларды қамтитын жүріс бұрамасын және бұрыштық фрезаларды пайдаланады.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Сіз ойлағандай, 1/1000 масштабындағы Биг-Бен көшірмесінің титтей бөлшектерін кесу қажет пе? Зергердің немесе сағат жасаушы шебердің жону білдегі дұрыс шешім болады. Сынақ зертханасының есептегіш сызбасын сыйдыру үшін ғана жеткілікті осы ергежейлі металл кесетін білдектер жоғары айналымға қабілетті және микроөлшемді бөлшектерге сәйкес келетін жарақтары мен қысқыштары бар.

Жону револьверлі білдектер

Бұрама кескіш жону білдегінің артқы басшасын шешіп алыңыз, оны бұрғылау және бұранда кесу секілді аяққы операцияларды жасауға арналаған индексациялау айналғыш қалпақшасына алмастырыңыз, ал енді сізде жону револьверлі білдек бар. Осы құралкүймешік оператордың құралды бірнеше қалыпта орналастыруына және бір құралды бұранда кескіш жону білдегіне қарағанда тұтқышты қажеттілігіне байланысты бұрауына мүмкіндік береді.

Жону револьверлі білдекке ұқсас, бірақ нақты айырмашылығы бар, ол «патронды жону білдегі» болып табылады. Патронды жону білдегінде бұйымның ұшын өңдеуге арналған және дербес айналғыш қалпақшаның орнына екі білікті күймешікке бекітілген беті жайпақ көлденең айналғыш қалпақша қолданылады. Құралдар айналғыш қалпақшаның шетін бойлап орнатылады және содан кейін жону білдегінің операторына қажетті жерге индексацияланады.

Атау неліктен күлкілі? Себебі олардың артқы басшасы болмағандықтан, патронды жону білдектері жұмыс кезінде қытқылдаған дыбыс шығарады. Сондай-ақ патронды жону білдектері «шыбықты» ретінде жіктеледі, себебі олар үш жұдырықшалы немесе соған ұқсас дайындаманы ұстағыш қондырғымен – «патронда өңделетін» басша арқылы шыбықты беруге арналған саптамамен жабдықталған.

Екі есе жағымды

Егер мұражай ашуды жоспарламасаңыз, қазіргі оқып отырғаныңыздың көбісінің сізге қатысы жоқ. Әрине, бұрама кесетін жону білдектері мен жону револьверлі білдектерді үлгілер әрі жөндеу цехтарында әлі де пайдаланады, бірақ қол патронды жону білдегі мен жону револьверлі білдектері баяғыда артта қалып қойған және СББ білдектерімен барынша алмастырылған.

СББ әдеттегі екі білікті білдегі (2-5-суретті қараңыз) патронды жону білдегінің де, сондай-ақ револьверлі жону білдегінің де сипаттамаларын қамтиды. Олардың көпшілігінің 8-12 құрал станцияларымен жабдықталған индексациялайтын, артқы басшаны бағдарламалайтын айналғыш қалпақшасы болады және шыбықты мен патрондық жұмыстарды оңай орындай алады. Сүмбінің айналым жиілігі 6 және 8-дюймды патрондардағыдай минутына 5000 айналымды құрайды. Кейбір жону білдектерінің төмен айналыстағы көбірек айналымға арналған екі диапазонды тісті қалпақшасы болады, аса үлкен білдектерге болмаса, әдетте бәсеңдеткіші бар тісті басша қажет емес.

2-5-сурет: Осы екі білікті білдекте артқы басшаның орнына бір қондырғыда бөлшектің екі ұшын да өңдеуге мүмкіндік беретін қосалқы сүмбісі бар



Келесі бөлімнен көретініздей, машина жасаушылар үнемі өз тауарларын қуаттырақ еткісі келеді. Міне, сондықтан да сипатталған базалық машина жақын арада ізашарларының артынан мұражайға кетуі мүмкін – СББ білдектерінің басым бөлігі фрезерлік құралдармен, бірнеше сүмбімен және бір немесе одан да көп айналғыш қалпақшамен жабдықталған, бұл олардың екі білікті серіктерін қарапайым, төмен көлемдегі бұйымдарды шығарудан басқасында бәсекеге төтеп бере алмайтындай етеді.

Зерделеу

Тігінен өңдеу орталықтарының көлденең телқосақтары болғанындай, жону білдектерінің де тігінен өңдеу орталықтары болады (есіңізде болсын, СББ білдектерінің көбісін көлденең, бірақ оларды ешкім көлденеңінен өңдеу орталықтары деп атамайды). Тігінен револьверлі жону білдектері (ТЖБ ретінде танымал) дөңгелек, мойынтірек сақиналары және үлкен, бірақ гидротурбина мен қозғалтқыштың корпусы секілді қысқа бөлшектерді өңдеу үшін жиі қолданылады.

Бұлардың көбінде «өңімен жоғары» сүмбі бағдарламасы бар. Бір бөлігі жай патронға салынған, қысылған және бұралған. Бұл, әсіресе, көлденең жону білдегінде салмағы қармап алуды қиындататын өте ауыр бөлшектер үшін пайдалы. Тік сүмбімен бөлшектер оларды орнында қармау үшін «гравитация көмегін» алады. Алайда кейбір ТӨО-дағы сүмбі төңкерілген, ал автокөлік және басқа да ірі көлемдегі өндірушілердің арасында танымал білдектің осы айтарлықтай жаңа түріне «іліп алушы» атауын бере отырып, патронды жолақ конвейерден бөлшектерді іліп алу үшін пайдалануға болады.

«Гангстер» әлеміне өту

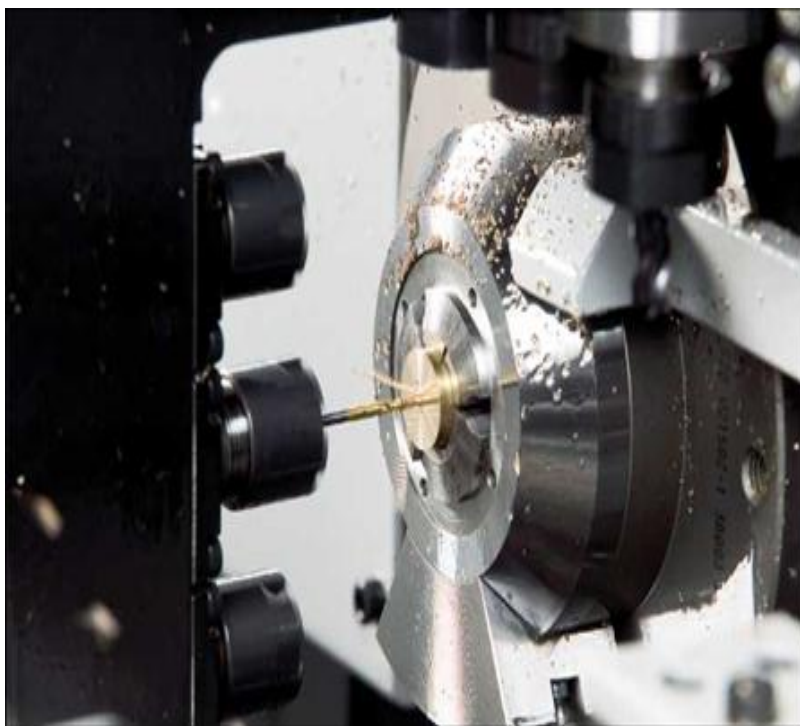
Жону револьверлі білдектер мен жону білдектері бұршақ пен сәбізге ұқсайды дегенді бірнеше рет естіген соң айналымды іске қосу нүктесіне қолыңызды қойыңыз: кейбір СББ білдектерінде айналғыш қалпақша мүлдем болмайды және нәтижесінде солай болғаны жақсы. Әрбір жұмыс күнінде алдында тұратындар еркелетіп «гангстер» деп атайтын көп кескішті жону білдектерінің құралдар орналастырылатын ұзын жайпақ бағыттауыштары бар.

Әрбір өңдеу операциясы үшін жаңа станцияны индексациялаудың орнына гангстер жай ғана сырғып, жұмыс істеуді бастайды. Бұл оны өте шапшаң етеді. Индексациялау механизмі алынып тасталынғандықтан (мұнда жылжымалы бөліктер азырақ дегенді білдіреді), гангстерлер жону білдектеріне қарағанда дәлірек болып келеді. Осы ерекшеліктің екеуі де машиналарын бөлшектерді жүктеу және шығарудың автоматтандырылған жүйесімен жиі жабдықтайтын электроника және бекіткіш бөлшектер секілді шағын бөлшектер өндірушілердің арасында гангстерлерді танымал етеді.

Сырғанау

Жону білдектері туралы қанша талқыласақ та, СББ білдектерін айтпасақ, ол толық болмайды (2-6-суретті қараңыз). Материалды қармап алу үшін жону білдектері патронды немесе серіппелі механизмді пайдаланатын тұста, СББ білдектері де материалды сүйемелдеуге арналған бағыттауыш төлкені пайдаланады. Шыбықты дайындама (СББ білдегі үнемі шыбықты қоректендіргіш) патронмен қармап алынады, содан соң тікелей бағыттауыш төлкенің алдында орналасқан айналдырғыш құралмен түйісу үшін төлке арқылы итеріледі. Міне, сондықтан сіз СББ білдектерін «жылжымалы айналдырмалы қыспақ білдектері» ретінде сипаттағанды жиі естисіз.

2-6-сурет: СББ
білдектері
медициналық
қондырғылар мен
электрондық салаға
қосылған маңызды
үлес болып табылады
және шағын аса
күрделі бөлшектерді
бір операциямен өндіру
мүмкіндігіне ие



«Сандвик Коромант (Sandvik Coromant)» рұқсатымен

Қалай деп атасаңыз да, СББ білдектері өте ұзын және жұқа бөлшектер өндіре алады. Дәстүрлі жону білдектеріне артқы басша және осы дайындамаларды ұстау үшін жылжымайтын сүйеніш қажет болған кезде СББ білдектері мұндай қондырғыларды қажет етпейді, бөлшектерді тікелей бағыттауыш төлкеден жаншып шығарады. Міне, сондықтан СББ білдектерін сүйек бұрамалары мен бағыттауыш істікті әзірлеу үшін СББ білдектерін қолданатын медициналық өндірушілер; реттегендер мен мөлшерлеуіш құрауыштарды әзірлеу үшін гидравликалық компаниялар; және электр істіктері мен түйісулер үшін электроника өндірушілер секілді көптеген өндіріс салалары қолданады.

Бүгінгі таңда көптеген СББ білдектері бірнеше сүмбілерімен, сырғытпаларымен және айналғыш қалпақшаларымен, ондаған құралдарымен әрі мықты фрезерлік мүмкіндіктерімен күрделі операциялар болып табылады. Олар шағын бөлшектермен шектелген – шын мәнінде үлкен СББ білдегі диаметрі 42 мм-ден (1.65 дюйм) аспайтын шыбықты дайындаманы қабылдайды және СББ білдектерінің басым көпшілігі 16-дан 20 мм-ге дейінгі (0,629-дан 0,787 дюймға дейін) аралықта болады. СББ білдектерінің артып келе жатқан саны «айырбасталатын» болып келеді, бұл бағыттауыш төлкені алып тастауға немесе әдетте «тек шыбықты материал» білдегі болып табылатын білдекті патронды өңдеуге айналдыру мүмкіндігіне ие кәдуілгі патронмен немесе серіппелі механизммен алмастыруға болатынын білдіреді.

Бұл – фрезерлі білдек, бұл – жону білдегі... Бұл – супермашина!

Кәсіптің қыр-сырын қол білдектерінде меңгерген, артынан гидравликалық, перфотаспамен басқарылатын гидравликалық қол бұрамалары мен фрезерлерінің мүмкіндіктеріне қайран қалған біздер үшін заманауи жону құралдары, шынын айтқанда, біртүрлі болып көрінеді. Өткен күнге көз жүгіртсек, жону білдектері жону білдектері, ал фрезерлік білдектер фрезерлік білдектер болған, міне, солай. Механикалық өңдеумен байланысты өмір қарапайым болған. Бірақ бүгінгі білдектердің көбін ешқандай санатқа жатқызуға келмейді. Жону білдектерінде фрезерлік құралдар мен лазер қалпақшалары бар, ал өңдеу орталықтары бөлшектерді асқан жылдамдықпен айналдырады. Сонымен қатар мұнда механикалық өңдеу туралы пікірімізді қайта қарауға уәде беретін ғана емес, сондай-ақ гибридік жону білдектері мен өңдеу орталықтарына біртіндеп батыл қадам жасап келе жатқан соңғы үлгідегі үш өлшемді принтерлер бар (егер сізді қызықтырса, 15-бөлімді қараңыз).

Фрезерлік-жону немесе жону-фрезерлік

Үрдіс қарапайым жолмен басталды: миы жақсы жұмыс істейтін бір инженер фрезерлік саптаманы екі білікті жону білдегінің айналғыш қалпақшасына бекітіп, сүмбіге қарапайым индексациялау мүмкіндігін берген және көлденең тесіктер мен фрезерлеу жырашығын бұрғылау үшін «жетекті құралды» қолданған. Келесі қадам ақылға сыйымды болды – бір операцияда бөлшектің екі ұшын да өңдей алатындай, тағы бір сүмбіні қосыңыз (бұрын артқы басша болған жерге).

Сол және оң жақтағы сүмбі айналымының уақыты ешқашан үйлеспейтіндіктен, кез келген жағынан екпін бере алатын тағы бір айналғыш қалпақшаны төменгі жағынан қосып, осылайша айналым уақытын теңдестірудің мәні бар.

Бірақ тоқтай тұрыңыз: бізге жақсырақ фрезерлеу мүмкіндіктері қажет, олай болса машинаға шынайы өңдеу орталығы секілді У-білігін берейік. Фрезерлеу кезінде бөлшекті айналдыру тәсілі қажет болғандықтан, бәлкім әрбір сүмбіге С-білігін қосуымыз қажет болар. Ақыр аяғында, үшінші айналғыш қалпақша жөнге келеді, себебі айналым уақыты біз қалағаннан гөрі аздап жоғарылау.

Бұл тым күрделі естіледі, алайда бұл бүгінгі көптеген СББ жону білдектері мақтанатын кескіндеме, олар кәділгі СББ жабдықтарына қарағанда, бөлшектерді дәлірек өңдей отырып, бөлшекті екі жағынан бір мезгілде өңдей алады. Осы супермашиналардың бір кемшілігі олардың тым жоғары құны болып табылады – бір машина үшін жарты миллион долларды немесе одан артығын оңай жұмсауға болады. Бағдарламалау өткір металл бұйымдарды қақпақылдау тәріздес болғандықтан, білікті операторлар мен білдектің күрделі бағдарларын модельдеу үшін арнайы жасақтамалық бағдарлама қажет (ол туралы мен 9-бөлімде айтатын боламын).

Сегіз қырлы, бір сырлы

Тоқтай тұрыңыз, қазір бұрынғыдан да бетер болады. Ең мықты деген жону-фрезерлеу білдегімен де туындайтын мәселе құралдық станциялардың шектеулі саны болып табылады – үш айналғыш қалпақшалы білдектердің өзінде ондаған кесу құралдарынан артығын сыйғызу мүмкін емес. Мұның көп болып көрінуі де мүмкін, бірақ автоматты өңдеумен айналысатын немесе бірнеше тапсырманы жүктеп, оларды білдекте тұрақты қалдырып кетуді қалайтын цехтар үшін шешім өте қарапайым: жону білдегін өңдеу орталықтарындағы мүмкіндіктердей болып табылатын құрал алмастырғышпен және құралдар қорабымен қамтамасыз етіңіз.

Өңдеу-фрезерлеу орталықтары тағы бір жетіспеушіліктің зардабын тартады: олардың бұрышты бөлшектерді өңдеу мүмкіндігінің шектеулі болуы – қозғалтқыштың тізелік білігіндегі май магистралінің саңылауын мысал ретінде келтіруге болады. Әрине, арнайы бұрғылау немесе фрезерлеу қондырғысын бекітуге болады («бірегей бұрышты қалпақша» деп аталатын), бірақ бұл ең тиімді шешім емес. Жону білдегінің фрезерлік мүмкіндігінің ТӨО-мен салыстырғанда айырмасы жоқ. Егер жону білдегі кез келген бұрышқа иіле алатын және арғы бұрыштағы ТӨО-на баламалы сүмбі жылдамдығы мен қуатына ие болса, толық көлемді фрезерлік қалпақшамен жабдықталған болса, керемет болмас па еді?

Бұл қандай да бір механикалық өңдеуге қатысты ғылыми таңғажайып емес. Осындай машина бүгінде бар және оның атауы «көп атқарымдылық». Көп міндетті СББ машиналары (2-7-суретті қараңыз) жартылай тігінен өңдеу орталығы, шетмойын бөлігі және екі сүмбілі жону білдегінің бөлігі болып табылады.

2-7-сурет: Көп атқарымдық машиналар механикалық өңдеу орталығын СББ білдектеріндегі мүмкіншіліктермен қамтамасыз ете отырып, шынайы фрезер қалпақшаларымен және құрал алмастырғышпен жабдықталған



Бұл бөлшектердің кең көлемін өңдеуді, іске қосу уақытын қысқартуды және тұтынушының құбылмалы талаптарына сәйкес келу үшін мүмкіндіктерін арттыруды қажет ететін цехтар үшін таптырмас шешім болып табылады. Басқа да бөлшекті өңдеу мен машинаның операцияларының көлемін қысқартатын кез келген білдектікіндей, бөлшектердің сапасы мен тиімділігі көп міндеттіліктің арқасында айтарлықтай артады.

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Жону білдектері мен өңдеу орталықтарынан тыс
2. Құралдарды жасауға көз жүгірту
3. Саңылауларды жасау және жақсарту
4. Кейбір лайықты ынталандыру сыйлықтары
5. Табақ металл туралы ұмытпастан

3-ТАРАУ.

МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ ҮДЕРІСТЕРІНІҢ ҚАЛҒАНЫН СӘТТІ АЯҚТАУ

О, жүйке, жүйке, адам деп аталатын машинаның құпиялары! О, байғұс жандарды – біздерді ақылынан адастарытан болмашы ғана нәрселер!

Чарльз Диккенс

Қаншалықты таңғаларлық болса да, фрезерлік және жону білдектері механикалық өңдеу қоймасындағы жалғыз құрал деп біршама жан ғана айта алар. Шын мәнінде, көптеген өңделетін бөлшектерді аралап кесу, фрезерлеу және жаныштау секілді сүйемелдеу үдерісінсіз жасау мүмкін болмаған болар еді. Прогрессивті матрицалар мен қысым қалыптары секілді құралдар да электржелілену өңдеуінсіз (ЭЖБ ((EDM)) және кез келген құрал мен матрица қоймасының басты элементі болып табылатын ажарлаусыз жасалмаған болар еді. Оларсыз қалыпталған қысқыштар мен қыспақтар, қалыптанған тіс щеткалары және пластикалық Пасха жұмыртқалары да болмаған болар еді. Сонғы екі тараудағы жону және фрезерлік білдекке арналған барлық қошеметтерден соң механикалық өңдеудің басқа да маңызды технологияларын мойындаудың кезі келді.

Құрал өндірісіне саяхат

Тұра тұрыңыз. «Механикалық өңдеу» дегеніміз нақты нені білдіреді? Университетке бару үшін автобуска мініңіз және есігіне «Пластину өндірісінің докторы» деген тақта ілінген бірінші бөлмеге кіріңіз: кесу қуатын беру және ығыспалы фактор мен металлургиялық ауыстырымдылық туралы алуан түрлі неше түрлі терминдерді еститіңізге сенімді болыңыз. Уф!

Егер осы сұрақты бардың бір бұрышында қайтадан қоюыңызға тура келсе, онда оператор серіктеріңіз: «Ой, жоқ, тағы да сол туралы ма?» деп күңкілдеген болар еді. Дегенмен сіз көпшілік «жоңқа бөлу» деп атайтын әрекет болып табылатын, механикалық өңдеуге дәлмедәл дайындаманы жасау үшін металл немесе пластмасса шығырдан бақылай отырып, материалды бөлу үдерісі деп анықтама беретін болсаңыз, олар бастарын түсіністікпен изейтін еді (сіз осы жерде ойлап отырсыз: бұл туралы 1-тарауда айтқан жоқ па едік?). Содан соң олар тағы да сыраға тапсырыс берген болар еді. Көпшілік (жоңқа бөлу) деп есептемеуі мүмкін бірқатар механикалық өңдеу технологиясына қараған кезде орындығыңызды ысырып жақын қойыңыз.

Кескіштерсіз кесу: электржелілену білдектері (ЭЖБ (EDM))

Енді «механикалық өңдеудің» не екені туралы түсінігіміз болған кезде «жоңқаны» қалай анықтау онша түсінікті болмай тұр. Сіз қайта барып, университеттің профессорынан сұрасаңыз болар еді, алайда болат шығырды қармап алып жатқан СББ жону білдегінің

немесе өңдеу орталығының есігін ашу жылдамырақ болады (алдымен көзілдірік киіп алған жөн). Денеңізге ұшып түсіп жатқан металдың өткір бөліктерін сезіп тұрсыз ба? Бұл металл жоңқалары.

Кейбір механикалық өңдеу үдерістерінің жоңқаны майдалап жіберетіні соншалықты, олар тағы да жұмысқа кешігетін болсаңыз, достарыңыз саябақта софтбол ойнап жүргенде осы сенбіде қоқыс төгетін орды тазалағанда шығатын қара қалдық секілді көрінеді

Осындай қалдық жасау үдерістерінің бірі электрожелілілік өңдеу немесе EDM болып табылады. Ол электр өткізетін дайындамадан (яғни, металдан, карбидтен, алмасдан және кейбір керамикадан) жіптің ұшындай немесе сондай екеу болатын жақын арада орналасқан электрод арқылы электрлік қозғалуды бере отырып жұмыс істейді.

Әрбір қозғалыс сайын 20 000 °F астам өлшенетін ұшқын материалдың титтей көлемін балқыта немесе буландыра отырып, электродтан дайындамаға найзағай жайы секілді ұрады. Бұл үдеріс дайындаманы біртіндеп қалаған қалыпқа «келтіре» отырып, әрбір ондаған микросекундта қайталады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

90-шы жылдардың ортасына дейін немесе сол аралықта EDM бөлшектерді жасау бойыша аэроғарыштық кештің шақырылмаған қонағы болды. Мұның себебі эрозия үдерісінің сол кезде EDM ортасында «қайтадан өңдеу» ретінде танымал ақ текше немесе HAZ (термиялық әсер аймағы ТӘА) құрғанында болды. «Термиялық әсер аймағының» қысқартылған түрі болып табылатын ТӘА (HAZ) көзделген материалды балқытудан және қайта суытудан туындаған материалды «қайта өңдеудің» осал қабаты болып табылады. Ол бір кездегідей қиындық тудырмайды – ағымдағы EDM технологиялары қалыңдығы 0,0001 дюймнан (0.0025 мм) артық емес ТӘА-ын шығаратын арнайы үлгіні қолданып, EDM-ды өндірістің барлық салаларында қабылданған үдеріске айналдырады.

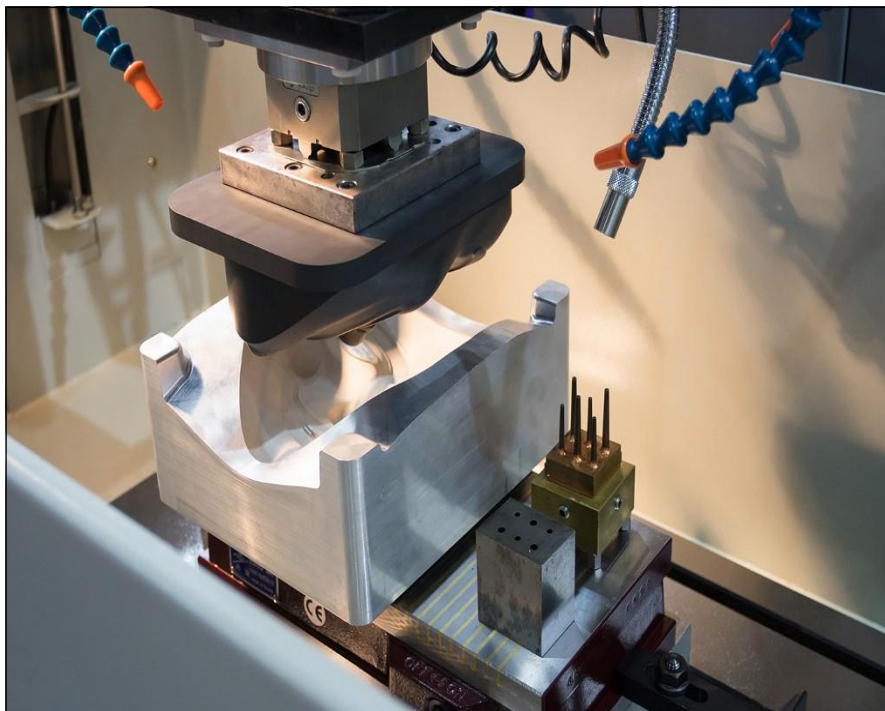
EDM – жігіттер өздерінің жеке кештерінде талқылайтын түрткі ұзақтығы, полярлық шарықтау тоғы және басқа тақырыптар туралы әңгімелерге толы аса күрделі тақырып. Қазіргі кезге білу тиіс нәрсе – EDM-сыз осы аса маңызды іс мүмкін болмайтын, құрал өндірісінің супер қаһармандарының бірі болып табылатындығы («осы сәнге айналған нәрсесіз-ақ» бір кездері пішіндер мен прогрессивті қалыптарды жасағанын айтатын атаңыздың сөзіне қарамастан).

Дәстүрлі бөлшектердің артып келе жатқан санын да жасау мүмкін болмаған болар еді; медицина өндірісінде EDM стенттер мен адам ағзасына түсетін басқа да заттарды жасау үшін қолданылады, ал аэроғарыштық және энергетикалық компаниялар оны, нақты айтқанда, газ турбинасының құрамдас бөліктерін жасау үшін пайдаланады. Өндіріс саласына қарамастан EDM үдерісінің әрқайсысы өз алдына қолданылатын үш түрі бар.

Барлық ЭЖӨ-дің арғы аталары: электржелілік көшірмелі-тескіш білдек

Піспек, резонатор және кәдуілгі EDM ретінде танымал (3-1-суретті қараңыз) электржелілік көшірмелі-тескіш білдектер дайындаманың қалаулы пішінін айнадай бейнелеу үшін алдын ала өңделген электродты қолданады. Бұл дағыдылы тәсілмен жасауға келмейтін – мысалы, тік бұрышты ішкі бұрыштарды немесе кесетін құрал үшін тым кішкентай, не терең титтей қуыстарды қысыммен құю қалыбы, калибрлік қалыптама және күрделі пішіндер үшін жырашықтарды өңдеудің таптырмас тәсілі болып табылады.

3-1-сурет: Графиттік EDM электрод алюминий қалыптың қуыстарын өңдеу үшін қолданылады



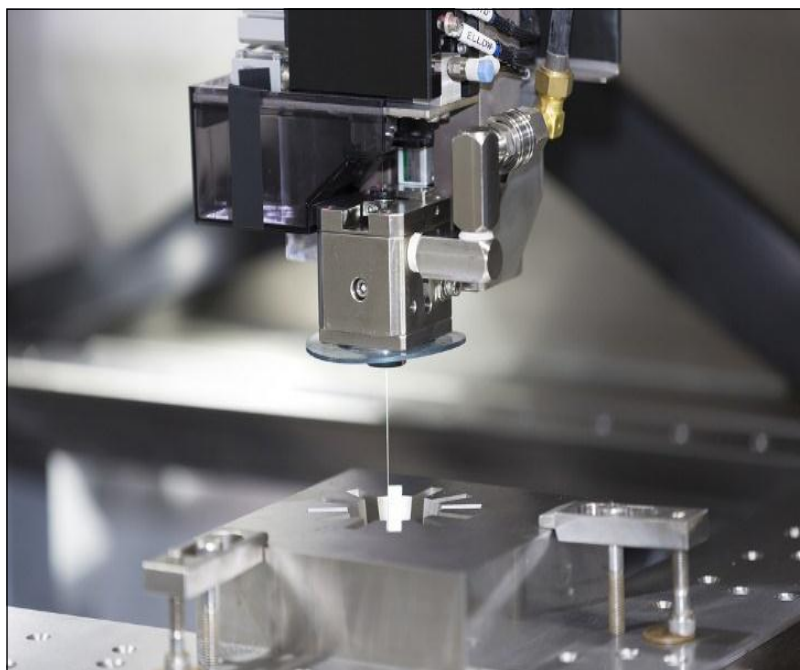
Барлық EDM үшін ортақ жоғары жиілікті ұшқын ағынымен қатар электржелілік көшірмелі-тескіш білдектерде металды алып тастау үшін «орбитамен жүргізу» қолданылады. Осы жағдайда жоғары-төмен қайтымды ілгерілеме қозғалыстың көмегімен дайындамаға шомады, ал содан соң қуыстың пішінін келтіру үшін көбіне бір мезгілде бірнеше біліктердің бойымен қозғалады. Ол кірекесудің көлемін барынша жақсы бақылауды қамтамасыз етеді және қарапайым электродтардың өзінің күрделі пішіндерді жасауына мүмкіндік туғызады.

Электржелілік ойынды білдек (ЭЭОБ)WEDM: оны таспалы ара деп атамаңыз

Мен әлі таспалы аралар туралы айтқан жоқпын (олар жақын арада пайда болады), бірақ желілік EDM-ның (WEDM) солармен ұқсастығы бар (3-2-суретті қараңыз). Олардың екеуі де бөлшектің пішінін қадағалауға арналған екі бағыттауыштың арасында ұсталып тұратын үздіксіз қозғалыстағы икемді металл кесегін қолданады. Олардың екеуі де кез келген отыншы білетіндей, балтаның жүзі ағаштың ортасынан өткенде қалатын саңылау секілді тар «аралауды» жүзеге асырады. Желілік EDM осы бәйгеде шүбәсіз жеңіске жететініне қарамастан олардың екеуі де күрделі пішіндерді жасай алады.

WEDM бірқатар бұралаң дөңгелектер мен аунақшалар арқылы, электрлік түйісу арқылы, сақиналы немесе V-тәріздес бағыттауыш арқылы, дайындама арқылы қарама-қарсы түйісу нүктесі арқылы келесі жақтағы басқа бағыттауыштар топтамасына және одан ары қоқыс себетіне немесе жұмсалған электродты жоюға арналған орау шанағына өтетін жұмсалатын сымның шарғысы-электродты пайдаланады. Мен EDM күрделі деп айттым емес пе?

3-2-сурет: Жезден немесе вольфрамнан жасалған сым кез келген пішінді, керек десеңіз шыңдалған болатты бір футқа немесе одан да тереңірек кесу үшін қолданылады



WEDM-ның басты қызметі қалыптама және матрица жасау болып табылады, бірақ ол сондай-ақ түрлі жіктерді, жырашықтарды, саңылауларды және кез келген бұрыс пішіндердің элементтерін, орташа бөлшектерден бастап тісті доңғалақтар мен газ турбиналарының қалақшаларына дейін жасау үшін пайдаланылады. Барлық электрожелілік өңдеу үдерістері секілді сымды электрожелілік өңдеудің де бір жақсысы оның аса қатты материалдарды оңай кесу мүмкіндігінде болып табылады.

Ол сондай-ақ +/- 0,0001 дюйм (0,002 мм) немесе одан да көп шақтаманы көтере алатын аса дәл болады, ал бетінің өңделуі мәтелге айналып кеткен «баланың табанынан» да жұмсақ. Ал «EDM жүгірмелі сымымен» қолданылатын электрод тым жіңішке болғандықтан (алу және беру кезінде 0,008 дюйм шамасында) материал қалдықтары да өте аз шығады. Заманауи өнер туындыларының көрмесіндегіге қарағанда жатықтау етіп ие алатындықтан, 45 градус немесе сол шамасында конустарды жасауға болады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

WEDM-ның мықты мүмкіндіктеріне қарамастан қалай болғанда да басқа механикалық өңдеу үдерістерімен салыстырғанда ол соншалықты жылдам емес. Алғаш рет пайда болғанында WEDM сағатына 1 дюйм «шаршы» жылдамдықпен металды үшкірлейтін, бұл оның сағатына қалыңдығы 1 дюйм болат шығырдың бар-жоғы бір дюйм ғана жүріп өтетінін білдіреді. Бүгінгі таңда осы жылдамдық асқан дәлдікпен шамамен бір шаршыға 25 дюймға дейін артты (қалыңдығы 1 дюйм материалда 25 дюйм). Бір жақсысы, WEDM-ның қазіргі кезде болжамдылығы соншалықты, машинаны қарап тұру үшін ешкімнің қажеті жоқ (ең жылдам деген EDM машинасының өзіне қарап тұру сырланған жердің кепкенін қарап тұрғанмен бірдей). Сымы бар шарғыны жүктеп қойыңыз да, басқа бір қызығырақ нәрсемен айналысыңыз.

Саңылау атқышпен атып шығару

Электржелілік білдектердің кезекті функциясы саңылауларды электржелілік бұрғылау немесе «саңылауларды атып шығару» болып табылады. Алғашында ойынды EDM үшін «бастапқы саңылауларды» жасауға арналып жобаланған (WEDM өңдеу үдерісін іске қосқан кезде сол арқылы сым өтетін саңылау) саңылауды атып шығаруға арналған қондырғылар тігін білдектері секілді жұмыс істейді, олардан бір айырмашылығы олар көлемі қарындаш бастиегіндей немесе одан да кішірек саңылаулармен шектелген.

Ажарлау

EDM секілді ажарлау да тағы бір немесе екі жеке тарауды арнауға тұрарлық, дегенмен оны сипаттау үшін барымызды салып көрейік. «Ажарлау» дегеніміз қажалуы үдеріс болып табылады. Бұл да материалды алып тастай отырып сынатын «борпылдақ» тас шарықты пайдалану барысында жоңқа (өте кішкентай болса да) жасайды. Ол нақты емес, бірақ ажарлау шын мәнінде (немесе мүмкін) металл өңдеу үдерістерінің ішіндегі ысқылаудан және, бәлкім, жаныштаудан кейінгі ең дәлдерінің бірі болып табылар.

Ажарлауыш шарық

Барлық пішінде және көлемде болып келеді, бірақ көбіне шарықты айналмалы сүмбіге бекіту үшін ортасында саңылауы бар диск пішінді келеді. Ажарлауыш шарықтарын жасау үшін қолданылатын материалдар алюминий тотығынан кремнийлі карбидке дейін және алюминий тотығынан цирконий тотығына дейін әр түрлі болып келеді. Олардың барлығы шын мәнінде титтей, өте өткір байланыстырушы затпен бекітілген тастардан тұрады – фенолды шайыр жиі кездеседі, алайда кейбіреулер металл немесе тіпті резіңке байланыстырушы затты қолданады. Жалпы алғанда, ажарлауыштың келесі түрлері бар:

Беткі қабатты ажарлау: аты айтып тұрғандай, беткі қабатты ажарлау тегіс беттерді ажарлауға арналған. Аспаптар жайының көбінде жиі кездесетін үлгілік жазықты ажарлау білдегінің қысқыш патроны бар, оған болаттың немесе соған ұқсас материалдың бір кесегін салып, жоғарғы қайтымды ілгерілеме шарық арқылы ажарлайды. Бұл да әдетте бір жүріп өткенде бар-жоғы ондаған мың дюймды алып тастайтын сылбыр үдеріс, алайда барлық ажарлауыш үдерістері секілді ол қатты шақтаманы көтереді және таза өңдеу мүмкіндігіне ие.

Цилиндрлік ажарлау: көптеген өңделген бөлшектер жону білдегінен шығып, таза өңдеуге арналған цилиндрлік ажарлағыш машинаға жөнелтіледі (әдетте термоөңдеу арқылы шындалған соң). Мұнда олар екі білдектің арасына орналастырылады және «шылбыр тартпа» арқылы айналдырылады, осыдан соң ажарлағыш білдектің операторы шамамен үш аяқты мотоцикл дөңгелегінің өлшеміне сәйкес келетін шарықты дайындамаға тақайды (3-3-суретті қараңыз). Цилиндрлік ажарлау көп уақыт бойы тіреу мойынды және соған ұқсас қатты шақтаманы көтеретін цилиндрлік бөлшектері бар ұқсас элементтерді жасау үшін қолданылып келді, бірақ біртіндеп ТБН (текше бор нитридін «CBN») немесе керамикалық кесетін құралдарды пайдаланумен СББ жону білдектерінде «қатты қайраумен» алмастырылып келеді (бұл туралы нақтырақ 5-тарауда).

Орталықсыз ажарлау: аса жиі ұзын біліктер мен өзектер орталықсыз ажарлау білдегінде ажарланады. Орталықсыз ажарлау білдегі өзекті немесе дайындаманы сүйемелдеуге арналған тіреуіштің жүзінен, оны айналдыруға арналған реттеу шарғысынан және, сөзсіз, реттегішке қарама-қарсы орналасқан әрі ажарлаудың басқа үдерістерімен салыстырғанда айтарлықтай жақсы қысқышпен материалды алып тастайтын айналдыру шарғысынан тұрады. Абайлаңыз: цилиндрлік ажарлау дөңестердің пайда болуына немесе берілген диаметрдің үшкілденуіне алып келуі мүмкін, осы жағдайды білдекті жөнімен баптаудың және Джедай секілді ажарлау біліктілігінің арқасында болдырмауға болады.

3-3-сурет: Цилиндрлік ажарлау өңдеу үдерістерінің ішіндегі ең дәлінің бірі болып табылады



Ажарлаудың басқа да көптеген түрлері бар. Сырғымалы ажарлау бір жүріп өткенде материалдың үлкен көлемін алып түседі, ал кейбір кездері фрезерлік және жону білдектерімен бәсекеге түсе алады. Екі дискілі ажарлау дайындаманың екі жағын да өте жұқа етіп, бір мезетте екі жағын да ажарлайды. Ішкі ажарлау саңылауларды әрлеу және саңылауларды жаныштау үшін қолданылады. Электрохимиялық майдалау электр тоғы мен электролитті EDM-ға ұқсас үдерісте пайдаланады. Сіздің гаражыңызда верстак немесе көгал шапқыштың ұшын қайрауға арналған едендік қайрағыш білдек болуы мүмкін – оларды көптеген өңдеу цехтарынан табуға болады. Ал қол электр құралдары беткі қабатты жылтырату немесе оларды кейінгі дәнекерлеу жұмыстарына әзірлеу үшін көбіне ажарлау дискілерімен не қайрақ таспен жабдықталған.

Кесу

Ешқандай білдек цехы арасыз толық жұмыс істей алмайды. Араларды фрезерлік цехтар үшін шыбықты және жалпақ дайындамаларды, жону білдектері үшін цилиндрлік шыбықтарды немесе көлік қоятын орындағы алаудың жанында болатын кештегі ағаш табандықтарды аралау үшін пайдаланады. Барлық өңдеу үдерістеріндегі секілді майлағыш-салқындатқыш сұйықтығы майлау және жылуды бұру үшін пайдаланылады. Осы майлағыш әдетте суда ерігіш немесе эмульсиялық сұйықтық болып келеді (бұл туралы нақтырақ 14-тарауда), майлағыш майдың бір тамшысы тік таспалы арадағы шағын ситуативтік жұмыстар үшін жеткілікті болып табылады.

Өндірістік аралаудың көп бөлігі көлденең таспалы арада орындалады (3-4-суретті қараңыз). Осы аралардың С-тәріздес жақтауға бекітілген екі қарама-қарсы шарғының ортасынан өтетін, осы орайда шарғылардың бірі ұшын қозғалысқа келтіретін икемді металл пышағы болады. Екі шарғының ортасында материалды қысуға арналған қыспақ және ұшын сүйемелдеуге арналған реттелетін бағыттауыштар жиынтығы болады. Бастиекті жоғары көтеріңіз, төмендегі қысқыш өзекті немесе қақпақты өзіңізге қарай тартыңыз. Көптеген көлденең аралар – әсіресе, өндірістік аралауға арналғандар – тік берілістің нақты басқарылатын механизмі, автоматты қысу/босату және дайындаманы беру механизмі бар болып келеді.

Механизмді жанына аударыңыз, сонда сіз тік таспалы араны көресіз, бұл әдетте ол жалпы мақсаттағы цех жұмысына тән міндеттер үшін сақталады, бірақ бұл үнемі бола бермейді. Бағдарламаланатын қыспақтар енді пайдаланылмайды, олар ортасымен тігінен кескіштің жүзі өтетін қарапайым үстелдермен алмастырылған. Көп жағдайларда араның осы

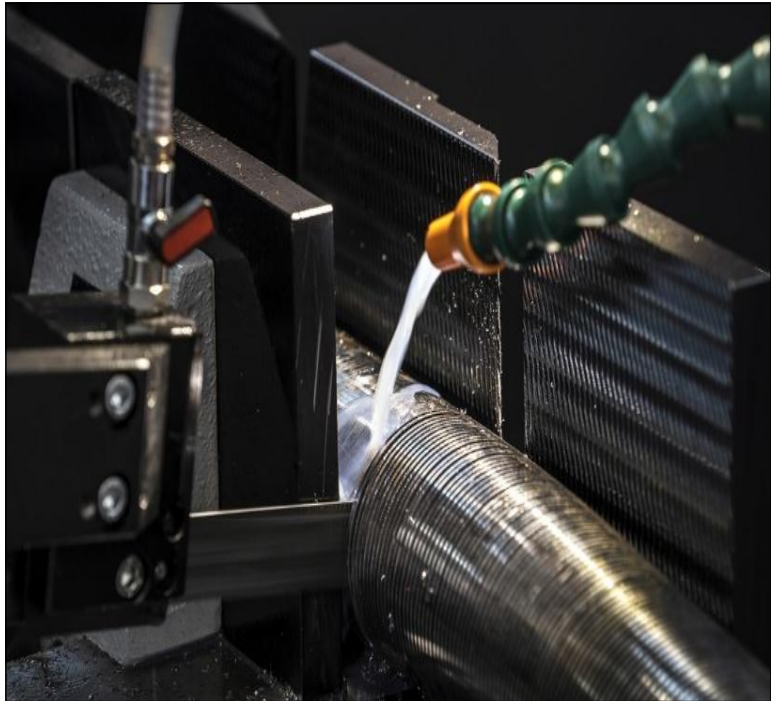
түрі еркін пішіндегі жайпақ пластиналарды қолмен кесуге фрезерлеу операциясының алдында қалыпты қаралтым өңдеу немесе дайындаманы бекіту үшін аспаптық болатты кесу үшін пайдаланылады.



ЕСКЕРТУ

Сіздің Арнольд Шварцнегнердікіндей бұлшық еттеріңіз болса да, оны алдын ала бекітіп алмай, домалақ дайындаманың кесегін тік таспалық арада кесемін деуші болмаңыз. Ара материалды қармап алып, арасында сіздің саусағыңызды да қысып алып, оны айналдыра бастауы ықтимал және таспалы араның тым қымбат тістерін де жұлып кетуі мүмкін.

3-4-сурет: Дайындаманы екі шарғымен ажарлау үшін әзірлеуге арналған көлденең таспалы ара



Суық кесу аралары сіз «арт декор» стилінде қараторғай ұясын жасау үшін қолданған және былтыр әйеліңіздің туыстарына сыйлаған радильді қол араларына өте ұқсас болып келеді. Айырмашылық суық кесу арасының ұшы жайырақ айналатынында (қалай болғанда да сіз металл кесіп жатырсыз ғой) және ішке әрі сыртқа қарай сырғудың орнына жоғары-төмен айналады. Суық кесу аралары – материалды бірегей аралаудың тағы бір тиімді тәсілі, алайда кейбір автоматтандырылған модельдер айтарлықтай дәл және одан кейінгі өңдеу операциясын барынша азайту үшін жеткілікті жылтыр бетті береді.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Басқа да білдек аспаптары секілді аралар да түрлі кескіндемде және өлшемде болады. Кейбірі бұрыштың астында бұрыштық кесуді орындайды, кейбірі бір мезетте бірнеше металл кесектерін кесе алады, кейбірі машинаны екіге бөліп тастайтындай үлкен болады. Сізде араның қандай түрі болмасын, оны таза және жақсы қалпында ұстау қажет. Бұл кез келген жабдыққа қатысты – бірақ не себептен екені белгісіз араны көптеген механикалық цехтарда жақтыра бермейді және сондықтан да оған үстірт қарайды. Менің бұрынғы жұмыс берушілерімнің бірі маған бірде: «Балам, ешқашан да жақсы араның қадірін білмеуші болма» деген болатын (иә, ол мені, шынында да, «балам» деп атайтын). Мен мұны мойындағым келмейді, бірақ оның айтқаны шындық.

Жаныштау

Егер сіз өз көлігіңіздің тежегіш жүйесін тексертуге кіргізіп көрген болсаңыз, онда, бәлкім, осы маңызды автокөлік үдерісі туралы естіген боларсыз. Жаныштау өңделген саңылаулардың ішіндегі тежегіш цилиндрі, қозғалтқыш шығыры, бұлғақтар және т.б. секілді аса жылтыр және «функционалды» беткі қабатты қалыптастырады. Жанғыштау сіздің отбасылық көлігіңіздің бөлшектерімен шектеліп қоймайды, ол сондай-ақ гидравликалық цилиндрлердің ішкі бөліктерін жылтыратуға, құрылыс жабдықтарындағы май ағынын бақылауға арналған коллекторлардағы саңылауларды аяққы өңдеуге және піспек басқа механикалық құрауыштың ішінде еркін сырғуы тиіс басқа да кез келген жерде қолданылады.

Жаныштаудың физикасы ажарлауға тым ұқсас болып келеді. Қажая тастардың қатары біліктік сызығы жай ғана фрезаның артынан жүріп отыратын (көп жағдайларда) алдын ала өңделген саңылауда жүзіп жүретін икемді жиекке орнатылады. Жануыш саңылаудың бойымен жоғары-төмен қайтымды ілгерілеме қозғалыс жасаған сайын ол саңылауды «түзете» отырып және оның бетін жақсарта отырып кеңейеді. Осы орайда материал шығыны жоқтың қасы, ал дәлдік ерекше болып келеді, осының арқасында жаныштау көптеген бөлшектерді өңдеудің соңғы кезеңі үшін жиі таңдалады.

Бұрамдық жонғышпен кесу, тісқару және тісжонғылау

Тісжонғылау түсіндіруге бірнеше тарау кететін тағы да бір техникалық тақырыптардың бірі болып табылады. Дегенмен мен оны қалдырып кете алмаймын, себебі білдекші-операторларға, әсіресе операторларға көбіне тегершіктер жасауды тапсырады, оның үстіне оның не үшін қолданылатынын біліместен, бір нәрсені күні бойы жасап тұрудың қызығы қанша?

Тіпті сіз тегершікті өмірі көрмеген болсаңыз да, бәлкім, оның көмегімен көлікпен жүрген боларсыз: тегершіктер автокөліктер мен пойыздардағы қуатты береді, олар ұшақтың шассиын көтереді, олар табақ толып кеткен кезде мұз генераторының кішкентай тұтқасын жылжытады. Алайда олар велосипедтерде қолданылмайды: ол жерде жұлдызшалар қолданылады, бірақ мен олар туралы бұл кітапта сөз қозғамаймын.

Тегершік дайындамасы СББ білдегінен шыққан соң оны әдетте тісжонғылау білдегіне жөнелтеді (3-5-суретті қараңыз). Ол жерде оны әзірленетін тегершіктің түріне байланысты айналмалы сүмбіге (кеңінен таралған түрі тіктісті және шиыршықты) бекітеді, содан соң шағын бұрышқа иілетеді. «Бұрамдық жоңғыш» үлкен тісті бұранда секілді көрінетін кесетін құрал – жеке сүмбіге орнатылады (кесетін ернеуімен) және дәл бақыланатын қозғалыспен дайындаманы қозғалысқа келтіреді, осылайша болашақ тегершіктің пішінін шығарады.

Бұрамдық жонғышпен кесу тегершіктерді кесудің ең кеңінен таралған әдісі, бірақ тегершіктер жонғышталған, құйылған, соғылған және фрезерленген болуы мүмкін. Бүгінгі таңда өндірілетін бұрамдықтың конустыққа, төрткілдешке, гипoidтікке және тәждіге дейінгі тегершіктердің көптеген түрлері біздің талқылауымызды күрделендірме түсуі мүмкін. Егер тегершіктер болмаған болса, онда Сіздің жұмысқа жаяу баруыңызға, ал бөлшектерді қашаумен және егеуқұм қағаздарымен өңдеуге тура келген болар еді. Тегершіктер барлық жерде бар.

Терең бұрғылау

Сіз мерген болмасаңыз да, мылтықты көрген боларсыз және оның қалай жұмыс істейтінін жақсы елестете аласыз. Мылтықтың дүмбісі қалай жасалатыны туралы ешқашан ойланып көрген жоқсыз ба? Мылтық бұрғысымен терең бұрғылау арнайы білдекте жүзеге асырылады, ол дәстүрлі бұрғыларға қарағанда бұрғыны да, дайындаманы де айналдырады, «қарсы айналу» деп аталатын техника болып табылады.

3-5-сурет: Бұрамдық жонғышпен кесу дәлдігі аса жоғары тегершіктер өндірісіндегі маңызды үдеріс болып табылады



Мұнымен қоса бұрғы сүйемелденеді және ұзына бойы бағыттауыш төлкелердің жиынтығымен өңдеудің барлық үдерісінде тура бағытталады. Мылтық бұрғысының іші қуыс және оның әдеттегідей бір ғана жырашығы бар (көптеген бұрғыларда ол екеу). Содан соң жұмыс сұйықтығы қысыммен бұрғының бойымен итеріледі және шығу кезінде жоңқаны қайтадан саңылаудың ала кетіп, ұштықтан шығады.

Кәдімгі бұрғылардың көмегімен әзірленетін саңылаулардың тереңдігі әдетте бұрғының диаметрімен 10 есе немесе, бәлкім, 30 есе шектелетін болса, мылтық бұрғылары 100 есе не одан көп тереңдеу мүмкіндігіне ие, алдыңғы қатарлы мылтық бұрғыларын өндірушілердің бірі саңылаудың тереңдігі 400 есеге терең болуы мүмкін деп пайымдайды. Осы әдіс тегіс тік саңылау қажет болатын барлық жерде дерлік қолданылады.

ОПТИКАЛЫҚ АСҚАН ДӘЛДІК

Бұл үдеріс туралы 2-тарауда аздап айтылып кетті. Енді оны толығырақ қарастырып көрейік, себебі ол, шын мәнінде, бүгінгі таңда қолданылатын (бірақ танымалдығы аз) өңдеу үдерістерінің ең маңыздысы болып табылады. Онсыз біржолғы жанасу линзалары, сіздің смартфонңыздағы жоғары шешімді камера, Джеймс Уэббтың ғарыштық телескопы да болмаған болар еді. Бұл үдеріс «алмаппен (қашап) тегістеу» немесе, нақтырақ айтқанда, «асқан дәлдікпен механикалық өңдеу» (АДМӨ (UPM)) болып табылады. Бүге-шігесіне бармастан, айтылу тиіс нәрсе, UPM білдектерінің алуан түрлілігі қаншалықты болса, дәлдігі де соншалықты. Олардың кейбіреуі екі білікті көп кескішті жону білдектері секілді қарапайым (алайда олардың өзі де асқан дәл), ал басқалар көп мақсатты немесе ажарлау мүмкіндіктеріне ие көп білікті білдектерге ұқсас болып келеді. Сіз сондай-ақ «баяу сырғанау» және «жылдам серво» секілді UPM жайларында кеңінен қолданылатын терминдерді естисіз, осы екі технологияның арқасында UPM оптикалық беткі қабаттарды өңдеудегі ең жақсысы болып табылады. Әдетте алмас құралдар пайдаланылады (тура осылайшы осы білдектер аталған), алайда сіздің карбид пайдалануыңызға ешкім кедергі келтірмейді, бірақ бұл «Maserati GranTurismo» көлігіңізге төмен сұрыпты дөңгелек салумен бірдей.



КЕҢЕС

Мылтық бұрғылары ұзын тік саңылауларды өңдеу барысында алдына жан салмайтыны айқын. Шын мәнінде, мылтық бұрғылары бар кейбір цехтар саңылау тереңдігінің әрбір 1 дюймына (0,025 мм) 0,001 дюймнан (25,4 мм) аспайтын ауытқуға кепілдік береді. Бұл аса дәл. Дегенмен мылтық бұрғысы саңылаудың 0,04-тен 2,00 дюймға дейінгі (1-ден 50 мм-ге дейінгі) диаметрімен шектеледі. Қажет болған жағдайда, бір құбырлы және екі құбырлы бұрғылау жүйесі қолданылады.

Тар шеңберлі секторларға көз жүгірту

Кейбір бөлшектер тым бірегей немесе оларды кесу қиынға соғады, не олардың көлемі үлкен болатыны соншалықты, оларды дәстүрлі өңдеу тәсілін (тым болмағанда, экономикалық тиімді тәсілмен) пайдаланып әзірлеу мүмкін емес. Олар көп жағдайларда басты үрдіске айналып кететін «қалыптан тыс ойлауды» талап етеді. Гидроқажакты және лазерлік кесу (мен олар туралы сәл кешірек осы тараудың соңына таман айтып кетемін) бір кездері дайындамадағы сынған бұранда ойғышты алып тастауға арналған EDM үдерісі секілді қос мысал болып табылады. Күндердің күнінде дәл солай кеңінен таралып кетуі мүмкін тағы да басқа мысалдар бар.

Электронды сәулемен өңдеу

Келесі жолы шатырды жылылайтын кезде «EBM» аббревиатурасы туралы ойланыңыз. Онсыз шыныталшықты оқшаулау Сізге анағұрлым қымбатқа түседі. Аббревиатура «электронды сәулемен өңдеу» ретінде түсіндіріледі, ол – бір кездері лампалық теледидарлардағы технологияны пайдаланатын, сирек кездесетін өңдеу үдерісі. Дегенмен егер сіз осы электронды сәуле шығаратындардың бірімен жабдықталған теледидардың алдында отырған болсаңыз, онда сіз пультті қолыңызға алмастан бұрын көз жұмған болар едіңіз.

EBM-ның көмегімен бұрғылау 1949 жылы неміс физигі Карл Штайгервальд өзінің электронды микроскобында байқамай күйген ойық жасаған кезде ойлап табылды. EBM жолындағының бәрін, осы жағдайда металлы буға айналдырып, шамамен жарық жылдамдығының үштен екісіне дейінгі электрондар ағынын күшейте отырып жұмыс істейді. EBM көптеген титтей саңылауларды жылдамдатып бұрғылау үшін қолданылады, бір мысал шыныталшықты оқшаулауды әзірлеу үшін қолданылатын «сүзгілер», сондай-ақ тамақ өндірісіне арналған тот баспайтын болаттан жасалған елеуіштер болып табылады. Қалай болғанда да EBM бұрғы әрбір сағат сайын өлшемі адамның шашындай болатын миллиондаған саңылауларды, сондай-ақ жандарының арақатынасы 25: 1 (диаметрге қатысты ұзындық) болғанда, диаметрі шамамен ширек дюймға дейін келетін үлгілемелі, конустық және қонышты саңылауларды оңай жасай алады.

ЕСМ-нен PECM-ге

Егер сіз қай мезетте болмасын химия сабағында күйік алған болсаңыз немесе тығыны бекітілген шұңғылшада құбырды тазалауға арналған қоспаны ұзақ уақытқа қалдырған болсаңыз, онда сіз қышқылдың қуаты туралы білесіз. Енді қоспаға аздап электр тоғын қосыңыз. «Элетрхимиялық өңдеудің» немесе «ЕСМ-ның» мәні осында. Оның да тура EDM-дікіндей тарихы бар және ортақ сипаттамалары да жеткілікті, бірақ EDM ұшқынды омырылуға сүйенген жерде, ЕСМ металдың «анодты еруін» орындау үшін химиялық түрткіні пайдаланады.

Кімнен сұрауыңызға байланысты заманауи ЕСМ-ды «PECM» («түрткілі электрохимиялық өңдеу») немесе «PEM» («дәлме-дәл электролиздік өңдеу») дегенді естисіз, екі әдіс те қайрау және бедерлеу қалыптарын, турбиналардың күрекшелерін және күрделі материалдардан (электр өткізетін материалдар үшін де) әзірленген бөлшектер үшін қолданылады. ЕСМ-ның жақтастары оны стероидтағы EDM деп атайды, себебі ЕСМ танымалдау бәсекелесіне қарағанда бөлшектерді анағұрлым тезірек және азырақ жағымсыз әсерлермен өңдейді.

Ультрдыбысты өңдеу

Табак шынының бетіне аздап тозақ тектес құмды себіңіз, аздап су қосыңыз, содан соң оны жайлап балғамен ұрыңыз. Осыны айтарлықтай тез және айтарлықтай ұзақ жасай отырып, шынының пішіні өзгергенін көресіз. Негізінде ультрадыбыстық өңдеу осылай жұмыс жасайды, айырмашылығы балға (яғни ультрадыбыстық аспап), оны абайлап дайындамаға батыра отырып және үдеріс кезінде артық материалды алып тастай отырып, қажакты суспензия бойынша секундына 20000 рет жылдамдықпен ұратындығында. Оның өңдей алмауы мүмкін

заттар аз болғанымен, әдетте ультрадыбыс шыны, кварц, алмас және аса қатты керамика секілді өңделуі қиын материалдар үшін қолданылады. Ол, әсіресе, MEMS қондырғыларын (микроэлектромеханикалық жүйе) және электронды жартылай өткізгіштерді әзірлеу үшін пайдаланылатын пластиналарға жұқа пішін беруде аса тиімді болып табылады.

Баламаларды да бағалай отырып

Машиналық өңдеуге не жатпайтынына қысқаша тоқталып кетейік. Көптеген өндірістік үдерістерден ерекшелігі – механикалық өңдеу металды біріктірмейді, керісінше, оны бөліктерге бөледі. Болат дайындамадан немесе алюминий құймасынан басталатын нәрсе артынша кесіледі және жел диірменінің роторында велосипед белағашының немесе өмірді аман алып қалатын жүрек қақпақшасының пішініне жонылады. Міне, сондықтан да механикалық өңдеуді «субтрактивті өндіріс үдерісі» деп жиі атайды, себебі ол материалды шығарып тастайды немесе алып тастайды.

Әрине, механикалық өңдеудің арқасында пайда болған көптеген бөлшектерді басқа тәсілмен де жасауға болар еді. Гаражыңыздың қабырғасындағы баспалдақты ұстап тұрған тіреуіштер қысыммен немесе прогерссивті матрицада құйылған, ал «Mach 5-тегі» F-18 ұшқышының отырған орнын қауіпсіз ету үшін пайдаланылған тіреуіштер құйылған, ал содан соң аяққы өңдеумен өңделген болуы әбден мүмкін. Осындай өңдеу туралы пікірлер өндіріс туралы ғылымды қызықты етеді.

Өндірістің алтын жолымен бір немесе екі қадам жасаңыз және жақын арада сіз өзіңіз үшін ондаған маңызды әрі өзара толықтырылатын технологияларды ашасыз, оларың кейбірін ғана өңдеу санатына жатқызуға болады. Қысыммен құю, электронды сәулемен бұрғылау, қорытылатын үлгілер бойынша құю, ыстық изостатистикалық сығымдау – осылардың бәрі металл мен басқа материалдарды өңдеудің кейбір тәсілдері ғана. Әрқайсысының өз ережелерінің жиынтығы мен оларды қолдану тәсілдері бар. Табақ металды жасау да тура осындай.

Металды қысыммен өңдеу цехтары

«Металл құрастырылымды әзірлеу» маңыздылығы тұрғысынан механикалық өңдеумен бір қатарда тұр. Осы сөз тіркесі ию, иіп қалыптау, қалыптама және металды біріктіру ретінде анықталады. Егер сіз бұрын қағаздан жасалған ұшақты бүктеген болсаңыз, онда сіз бір нәрсені әзірледіңіз, ал металды бүктеудің де одан ешқандай айырмашылығы жоқ (сізге қарулырақ қол қажет болса да). Компьютерлердің корпусы да, сіздің көне «Chrysler Sebring» көлігіңіздің корпус панелі де, гаражыңыздың металл есігінде жоғары-төмен сырғитын жалпақ металдың өзекшелері де (тура осылай) осылай әзірленген. Металл құрастырылымды әзірлеу механикалық өңдеудей керемет болмаса да, ол әлі күнге дейін өндірістің маңызды әдісі болып қалуда. Төменде кеңінен таралған бірнеше үдеріс келтірілген:

Ию: Қағаздан жасалған ұшақпен келтірілген мысалымыздағыдай, жалпақ металл бөлшектерінің аса үлкен үлесі ертелі-кеш иіледі және бүктеледі. Осы жұмыстың басым бөлігі жартылай автоматтандырылған немесе роботпен басқарылатын табақ қалыптау қысқышында және құбыр бұғуші білдектерде орындалады (3-6-суретті қараңыз).

Перфорациялау: Перфораторлар да қойындәптерге парақ қосу үшін пайдаланатын тескішіңіз секілді үш саңылаумен жұмыс істейді, айырмашылығы олар домалақ, төрт бұрышты, сопақтау немесе тік бұрышты пішіндерді қалыптай алады және оны сіздің Салли тәтеңіз шоколад түйірлерімен қамырды жайғанынан да тез жасайды.

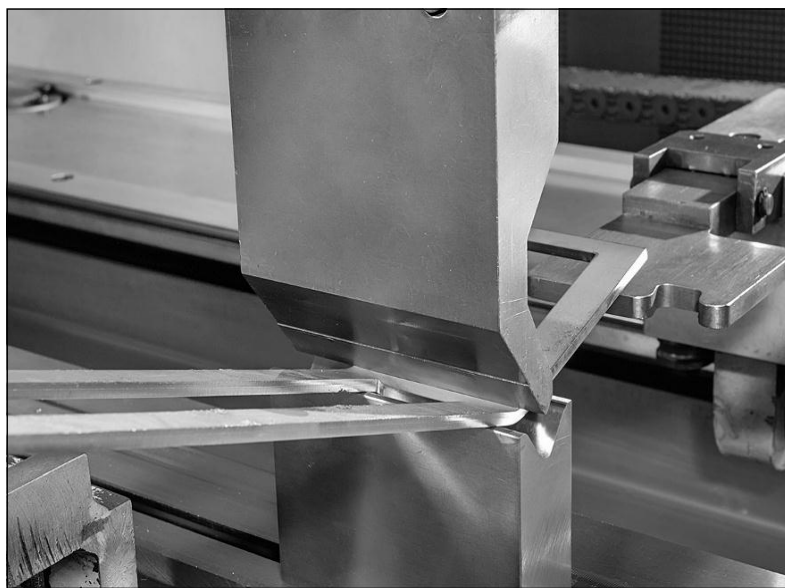
Кесу: Тағы бір қағазбен ұқсастықты алсақ, кесетін машина – өте үлкен қайшы, бірақ ол металға арналған. Олардың бар істейтіні – металдың үлкен табақтарын шағын бөліктерге кесу, содан соң олар әдетте қалыптама немесе ию бөліміне одан әрі өңдеу үшін жөнелтіледі.

Қалыптау: Бірнеше азат жол бұрынғы құралдар мен қалыптар жасаушылар туралы жарнамалық хабарландыру есіңізде ме? Осы жерде олардың дағдылары жоғары бағаланады. 3-7-суретте көрсетілгендей қалыптама машиналары аспаптық және қалыптама цехтарында

өндiрiлетiн құрал-саймандарсыз үлкен өтпейтiн балғалар болған болар едi. Қалыптар (әсiресе, прогрессивтi қалыптар) сағатына жүздеген немесе тiптi мыңдаған бөлшектердi шығара отырып, қалыптауды, июдi және иiп қалыптауды бiр үдерiсте бiрiктiредi. Осыған қажеттi құрал-саймандарды әзiрлеу айтарлықтай қымбат болғандықтан, қалыптама операцияларының көбi iрi көлемдi өндiрiстерде орындалады.

Лазерлiк кесу: Шамамен 1980-шi жылдарға дейiн көптеген бөлшектер алдында айтылып кеткен төрт үдерiстiң бiрiн немесе бiрнешеуiн қолданумен әзiрленетiн. Лазерлiк кескiштер қуатты және арзанырақ болған соң бәрi өзгерiп сала бердi. Бүгiнгi таңда лазерлiк кескiштi қолданбайтын металл құрастырылым цехын табу оңайға түспейдi және көптеген бөлшектер лазерлiк кесудiң мүддесiнде перфораторлар мен металл қайшысын айналып өтедi. Қалыңдығы шамамен 1 дюйм металл табақты үстелдiң үстiне қойыңыз, машинаға өзiңiз қалаған пiшiн(дер)дi енгiзiңiз, ал ары қарай лазер өзi жасай бередi.

3-6-сурет: Табақ қалыптау қысқышы табақтың күрделi юiн орындауда



3-7-сурет: Осыған ұқсас қалыптау машиналары кесу мен қалыптау үшін қолданылады



Металл құрастырылымы цехтары әдетте мойындай бергiсi келмейдi, бiрақ олардың жұмысы механикалық өндеусiз мүмкiн болмаған болар едi. Ол перфораторлар, қалыптамалар және басқа да металл табағын – шын мәнiнде жабдықтың өзiн де өндеуге арналған құрал-саймандар EDM-ның көмегiмен



қажетті өлшемге дейін өңделуі, иілуі және ажарлануы тиіс. Асқан дәлдікпен және осы құрал-саймандарды әзірлеу үшін қажетті күрделі материалдармен айналысатын білдекші-операторлардың арнайы санаты бар: олар құрал-сайман ұсталары мен қалыптаушылар деп аталады және оларсыз металл құрастырылым өндірушілерінде жұмыс болмаған болар еді.

СУАҒЫНДЫ БІЛДЕКТЕР

Үйдің артындағы аулаға шығыңыз, бақша суаратын құбыршектің ұшына құм мен шекемтасты үйіңіз, содан соң су қысымын барынша көтеріңіз. Суағынды кесудің мәні осында. Төмендегі суретте көрсетілгендей өндірістің суағынды машиналары су ағыны мен жоғары қысымдағы қажалуы ортаны дайындау арқылы өткен кезінде материалдың бір кесегін бөліп алу үшін пайдаланады. Суағынды негізде өңделуі мүмкін материалдардың пішіндері, қалыңдықтары және түрлері лазерлік кескіштің мүмкіндіктеріне сәйкес келеді, бірақ суағынды білдектер әдетте арзанырақ және лазермен кесу мүмкін емес анағұрлым жіңішке материалдарды, сонымен қатар шыны, пластик, алмас және т.б. материалдарды әрі қалыңдау металды кесе алады.



101 дәнекерлеу

Дәнекерлеу әдетте электр доғасының немесе пісіру жанарғысының екі немесе одан да көп металл кесектерін біріктіру болып табылады (пластикті де дәнекерлеуге болады, бірақ ол үшін басқа үдеріс қолданылады). Металдан қараторғай үйшігін жасау қажет пе? Сіз үлкен металл табағынан қабырғаларын, шатыры мен еденін кесу үшін оттекті ацетилен кескішін қолдана аласыз және оны қайтадан біріктіріп дәнекерлей аласыз (сізге сондай-ақ «қоспа» металл үшін арнайы өзекше қажет болады). Ал содан соң сіз қанатты достарыңыздың жазғы аптап ыстықта азапқа түсуін қаламағандықтан, қайтадан кескішті қосыңыз және қараторғай үйшігіне есік пен бірнеше терезе кесіңіз.

Алайда оттекті ацетилин кескішін біршама деңгейде электрдоғалы дәнекерлеу алмастырды. Оның көптеген түрлері бар, оның ішінде газдық вольфрамды дәнекерлеу (GTAW), флюсті өзекпен доғалық дәнекерлеу (FCAW), флюспен доғалық дәнекерлеу (SAW) және доғалық дәнекерлеудің ең танымал түрі – қорғаныс металлындағы доғалық дәнекерлеу (SMAW) бар. Олардың барлығы сол арқылы электр тоғы берілетін жұмсалатын металл электродын (қоспа металды) қолданады. Дайындамадан жақын қашықтықта электродты ұстап тұрған кезде қоспа металды ерітіп, екі металды біріктіру үшін жеткілікті жылуды туындата отырып, доға пайда болады.

Кейбір жағдайларда дәнекерленген жікті қорғау үшін гелий немесе аргон секілді инертті «қорғаныс» газы қажет, дегенмен, мысалы, SMAW-мен қолданылатын кейбір электродтар дәнекерлеу аймағын шілтерілеп, жанған кезде көміртегі диоксидін шығаратын, «флюс» деп

аталатын арнайы материалмен жабылған. Сымды берумен дәнекерлеу аппараты «MIG» ретінде танымал басқа да газ-металдық доғалық дәнекерлеу (GMAW) дәнекерлеу аймағына автоматты түрде итерілетін электродты материалдың орауышын пайдаланады, ол жоғары білікті дәнекерлеушіні қажет ететін үдерісті сіз бен біз секілді адамдар үшін де айтарлықтай жеңілдетеді.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Металдар дәнекерлеудің жалғыз үміткерлері емес. Сіз сондай-ақ полимерлерді де (пластик үшін қызықты атау), оларды ыстық ауамен дәнекерлеуге арналған арнайы аппараттың көмегімен абайлап қыздыра отырып және өткен аптаның демалысында тігін машинасының қақпағын ыстық желімге арналған пистолетпен орнатқандай етіп, бір мезетте ерітілген пластиктен тұратын білікшені жаға отырып бірге дәнекерлей аласыз. Пластмассаларды да пілтұмсық немесе сонотрод деп аталатын қондырғының көмегімен жасалатын акустикалық тербелісті пайдалана отырып, біріккенге дейін дайындама материалын осылайша қыздыру арқылы ультрадыбыспен дәнекерлеуге болады (кейбір металдарды секілді).

ИӘ, МЕН БҰЛ КІТАПТЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ ТУРАЛЫ ЕКЕН ДЕСЕМ!

Неліктен мен механикалық өңдеу туралы айтарлықтай қызықты тақырып туралы айтуыма бола тұрып, уақытымды дәнекерлеу мен әзірлеуге кетіріп отырмын? Бұған бірнеше жақсы себеп бар. Біріншіден, дәнекерлеу мен әзірлеу бұршақ пен сәбіз секілді бірге жүреді. Шын мәнінде көптеген бөлшектер ию баспағынан немесе соқпа механизмінен тікелей дәнекерлеу бөліміне кетеді, ол жерде олар құрал-саймандарға арналған әсем қорапты, кейбір электрлік корпустарды немесе сіздің пикапыңызды көтергіштердің жиынтығын жасау үшін ұқсас бөлшектермен біріктіріледі.

Дегенмен көбінесе осы бөлшектер мүлдем басқа бағыттан: механикалық өңдеу цехтарынан келеді. Ия, бұл шындық – көптеген өндірістік кәсіпорындардың цехтың алыс бұрышында, металл құрастырылымды өндірушілердің көзіне осы жоңқалар шығаратын кір білдектер түспейтін жерде бірнеше фрезерлік және жону білдектері болады.

Мұның себебі металды қысыммен өңдеуге арналған жабдық (әдетте) қалыңдығы екі дюймнан аспайтын материалды өңдейді. Ол сондай-ақ пердеше мен тегістеуді, тегершіктер мен сыртқы кесуді, біліктерді, сомындарды және басқа да домалақ бөлшектерді жасай алмайды. Механикалық өңдеу осының бәрін және басқаны да оңай жасайды. Бұрынырақ айтып кеткеніміздей, металды қысыммен өңдеу механикалық өңдеусіз ешнәрсеге татымаған болар еді. Қысыммен өңдеу цехтарының жұмыскерлері, осыны сіздердің түсінгендеріңіз жөн.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Элементтерді зерделеу
2. Металды алып тастаудың негізгі ережесін бекіту
3. Болаттан суперқоспаларға дейін:металдарды зерттеу
4. Пластикпен жұмыс істеу

4-ТАРАУ. МАТЕРИАЛИСТ БОЛА ОТЫРЫП

Тағы да айта кетерлік жайт, біз металдардың өндіруі мен ағаштардың жапырақ жаю заңдылықтарын білмегендіктен, кемелер мен темір жолдардың шығу тегі туралы да ешнәрсе біле алмаймыз.

АЛЬФРЕД РАССЕЛ УОЛЛЕС

Кез келген кәсіби жарияланымды оқыңыз, кез келген семинарға қатысыңыз, сонда сіз жақын арада механикалық өңдеу дегеніміз материалды алып тастауға қатыстының барлығы болып табылатынына көз жеткізесіз. Ал «материал» деп нені атайды? Егер сіз құрылысшы болсаңыз, онда құрылыс материалын ағаш қоймасынан ала аласыз. Тігіншілер өз материалы үшін мата дүкеніне барады. Тиеу-түсіру жабдығы ауыр жүктерді көтереді, ал тиеушілер тек сөрелерді толтырады және тапсырыстарды ресімдейді.

Механикалық өңдеу әлемінде «материал» сөзі көбінесе металға қатысты. Өткен аптада болған демалыста барбекю кезінде өзіңіз отырған төмен көміртекті болаттан жасалған тот басқан шезлонг та, ас үйіңіздегі «303 сынамалы тот баспайтын болаттан» жасалған тостер де материалдың бір мысалы болып табылады.

Пластик те маңызды және барлығын жеңіл әрі арзан етуге деген әлемдік ұмтылыстың арқасында оның маңыздылығы артып келеді. Металл секілді пластиктің де (химиктер оны «полимер» деп атайды) түрлі қалыптары, пішіндері және сұрыптары болады: сіз бір кездері қар басқан қырдан төмен қарай сырғанаған полиэтилен табандықтан бастап, кинотеатрда салқын сусынды сораптап отырған полипропилен түтікшеге дейін. Осы тарауда металдың да, пластмассаның да қасиеттері, олардың сұрыптары мен сыныптары қарастырылады, сондай-ақ оларды механикалық өңдеуден өткізуіңізге көмектеседі.

Элементтерді талқылау

Материалдарсыз білдек операторларының күні бойы істерге ісі болмас еді. Ешқандай бөлшек жасаудың қажеті жоқ, өтпей қалған кесетін құралдарға да шағымданудың қажеті жоқ, өз отбасымен тамақ үстінде айтарға да әңгіме жоқ. Міне, сондықтан да өзіңіз кесетін материал туралы білуге болатынның бәрін білуіңіз маңызды – олардың неден жасалғаны, олар физикалық күшпен қалай әрекеттесетіні және оларды кесудің ең қолайлы тәсілдері туралы. Осы тараудың аяғында мен пластиктің неліктен соншалықты маңызды екені туралы айтып беремін, бірақ қазір болатты, тот баспайтын болатты және суперқорытпаны әзірлеу үшін пайдаланылатын элементтерден бастайық:

» **Көміртек:** күлкілі, алайда металдардың көпшілігіндегі ең маңызды элементтердің бірі металл емес зат болып табылады. Адамдар және ғаламшардағы кез келген тіршілік иесі тұратын көміртек шойынның, болаттың және тот баспайтын болаттың әрекетінде шешуші рөлге ие. Шын мәнінде, металлургиялық көміртекті бақылай алатын болған кезден бастап болатты өндіру мүмкін болды, осы жағдай бір кездері өндірістік қоғамның патшасы болған темірді кейінгі орынға ысырды.

- **Хром:** хромсыз тот баспайтын болатты тот баса бастайды. Хромсыз хромдалған қақпақшалар және ашық сары түсті мектеп автобустары болмаған болар еді (хромды сонымен қатар сырлауға да қолданады). Менделеев кестесіндегі 24-нөмір хромның аса қаттылығын және коррозияға төтеп беретіндігін көрсетеді, бұл оның тот баспайтын болаттар мен суперқорытпаларда кеңінен қолданылуының басты себебі болып табылады. Сіз үшін айтарлықтай зиянды болғанымен (бұл басқа да көптеген заттарға қатысты), ол – сонымен қатар адам үшін де маңызды микроэлемент.
- **Кобальт:** месопатамдықтар оны шыныны әдемі көк түске бояу үшін пайдаланған, бірақ кобальт 1735 жылға дейін элемент ретінде айқындалмаған. Оның атауы «Кобальт» сөзінен шыққан, неміс тілінен аудармасы «жын» дегенді білдіреді. Ол өзін өндіретін жұмысшылардың улануына немесе өліміне алып келетін кобальт кенінде бар күшәланың арқасында өзінің «жаман атына» ие болған. Шыны мен бояуда сақталатын пигменттің рөлімен қатар кобальт кесетін құралдарда (5-тарауда талқыланатын), магниттерде және көптеген суперқорытпаларда кеңінен пайдаланылады. Ол қатерлі ісікпен күресуге арналған сәулелік терапияда да маңызды орынға ие.
- **Марганец:** егер сіз жақын арада газдалған сумен құтыны ашқан болсаңыз немесе тарихтан бұрынғы жартастағы жазбаны жасаған болсаңыз, онда қолыңыздың ұшының марганецке тигені. Осы бай минерал алюминийдің әсерінен болатын коррозияға төзімділікті жақсартады, сиырлардың денсаулығын сақтау үшін және өсімдіктерді жасыл қалпында сақтау үшін тыңайтқыштарда шикізат ретінде қолданылады. Айта кетерлік жайт, жоғары марганецті болат айтарлықтай тозуға төзімді әрі оны өңдеу қиынға соғады. Мүмкіндігінше одан алысырақ болыңыз, себебі өңдеу үшін едәуір жеңілдік заттар да бар.
- **Молибден:** элементтер өздерінің жыл сайынғы жиналысына жиналған кезде әзілқойлар «Сәлем, Mo!» деп молибденді қарсы алады. Бірақ бұл молибден қатты зат болып табылады. Ол сонымен бірге ауыр. Шын мәнінде, оны бірінші ашқан Карл Уильям Шееле (ол вольфрамды да ашқан) өзі жұмыс істеп жатқан үлгілердің құрамында қорғасын бар деп ойлап, минералды «молибдос» деп атаған, ол гректің «қорғасын» деген сөзі. Әлемде молибденнің басым бөлігі құрылымдық, тот баспайтын және аспаптық болатты өндіру үшін пайдаланылады, алайда молибден мұнайды өңдеуде де өндірістік майлағыш ретінде маңызды болып табылады.
- **Вольфрам:** ескі үлгідегі лампаның ішіне қараңыз (алдымен, оны өшіріп алғаныңыз жөн). Тоқ өткен кезде шағын күн секілді жарқырайтын орауыш пішініндегі титтей жіпті көріп тұрсыз ба? Бұл – вольфрам. Вольфрамит пен шеелиттің минералдарынан алынған вольфрам зымыранының шүмегінен микротолқынды пештерге дейін пайдаланылатын аса қатты, морт металл болып табылады. Ол сонымен қатар басқа да көптеген кесетін құралдардың басты құрауышы болып табылады.
- **Ванадий:** бір кездері көптеген операторлар титан қорытпасының кеңінен таралған түрі болып табылатын «Ti-6Al-4V» бөлшектерін жасау туралы қуанышты мүмкіндікке ие болады. Бұл аса жағымды нәрсе емес. «4V» нені білдіретінін тауып көріңіз? Сіз дұрыс таптыңыз: норвегиялық құдай әйел «Фреяның» көп аттарының бірі – «Ванадистың» құрметіне аталған ванадий – қатты сынбайтын металл. Ванадийдың шағын көлемі кесетін құралдарда үлкен рөл атқарады және көбіне олардың беріктігі мен мығымдығын арттыру үшін массасы бойынша бірнеше пайыздан артық қажет емес.

Мұнда көбірек ақпарат айтылады. Фосфордың шағын көлемі болатты берік етеді және өңделуді жақсартады. Кремний болатты қышқылсыздандыру үшін және өндіріс кезіндегі көпіршіктерді алып тастау үшін пайдаланылады. Аздаған күкірт көлемі болатты май секілді жұмсақ етеді, бірақ оның беріктігін айтарлықтай бәсеңдетеді. Болатқа никель қосу, екеуін де мықты ете отырып, әлсіз баланы ауыр заттар көтеру үшін жаздық лагерьге жіберумен бірдей. Өз алдына металл болып табылатын мыс, алюминий (4-1-суретті қараңыз), титан секілді болатты қосындылау үшін жиі қолданылатын элементтерді де ұмытпайық.

4-1-сурет: Алюминий – жер қабатындағы ең көп таралған минерал



Металды алып тастау тақырыбына толғану

Кейбір металдарды, тіпті пластиктерді де өңдеу аса қиынға соғады. Осы материалдардың салыстырмалы қиындықтарын сипаттай отырып, сіз былай деген болар едіңіз: «Кеше мен жұмыс істеген «Т-15» аспаптық болат сенің әпкеңмен болған кездесуден де қиын болды» немесе «Достым, тефлон металды жұмсақ май кескендей кеседі». Дегенмен келешекте орын алатын материалдарды өңдеудің салыстырмалы артықшылықтарын талқылаудан бұрын мүмкіндігінше металды алып тастаудың техникалық терминдерін қарастырғанымыз жөн секілді.

AISI (Америкалық темір және болат институты) сәйкес механикалық өңделу

Механикалық өңделу – субъективті термин. Америкалық темір және болат ((AISI) институтына сәйкес механикалық өңделу «берілген материалдың кесетін құралмен өңделу жеңілдігі» ретінде анықталған. Мысалы, AISI «1212» төмен көміртекті болат Бринелл бойынша 160 қаттылықта 100 пайыз өңделуге жатады. Салыстыру үшін: «Hastelloy X» аса суперқорытпасының өңделу деңгейі бар-жоғы 19 пайыз ғана (одан қалай болғанда да аулақ болыңыз), ал осы орайда магний құйындысының өңделуі 480 пайыз болып табылады. Иә, солай.

Өңделудің жалпы анықтамасы айқын секілді болып көрінеді, бірақ ол бәрін тым жеңілдетіп жібереді. Мысалы, ең өңделуге бейім материалдардың өзі дұрыс беріліс пен жылдамдықты дұрыс пайдаланбаған жағдайда өкінішті жағдайға алып келеді (осы кітап бойы менің талқыға салып отырған нәрсем). Осал бекіту және тым ұзын құралдар, сонымен бірге бұрыс траекториялар өңделетін материалдарды лақтырып тастайды. Соғылған металл құйылған металға немесе металл дайындамаға қарағанда шыңдалған металдар секілді өзгеше кеседі.

Келесі бөлімдер металды кесу қаншалықты жақсы немесе жаман болуы мүмкін туралы пайымдауларға арналған. Өңделудің көрсеткішін қандай да бір тұтастықта қарағаннан гөрі осы факторларды жеке қарастырған жөн.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Өңделуде қолданылатын кесетін құрал маркасымен, жабынымен және геометриясымен үлкен әсер етеді және дұрыс таңдау суперқорытпалардың ең қатқылын да «ауыздықтай» алады (ал бұрыс таңдау жаңа жұмыс іздеуіңізге мәжбүр етуі мүмкін). Бұл жердегі пайымдау қарапайым: жұмысты таңдау кезінде өңделуді ескереңіз – әсіресе, бұрын кесіп көрмеген материалдарыңызға қатысты, ал содан кейін ол біліктілікке келіп тіреледі.

Егеуқұммен кескендей

Бұл термин бір кездері қатты қорытпалы кесетін құралда лезде бөліктер пайда қылатын сұр шойынды және ұнтақ тәріздес болатты сипаттау үшін қолданылған. Басқалары да бар. Шын мәнінде, металдардың көпшілігі қайсы бір деңгейде болмасын қажақты болып табылады. Бұл кесетін құралды өндірушілердің өз құралдарын жабындауының бір себебі болып табылады; беті тырнанып кетпеу үшін ас үстелінің бетіне дастарқан жабу өндірістік балама болып табылады (ол әдемі де болып көрінеді). Мысалы, титанның нитриті (TiN) және алюминий-титанның нитриті (AlTiN) қос қатты, бірақ құралдарға жиі жағылатын аспаптық «майлағыш» («сырғанақ» дегенді әсерлеген сөз) жабындар болып табылады.

Жабын көмектеседі, бірақ қажақты материалдар қатты қорытпалы материалдардан да басқасын қажет етеді. Нұсқалардың бірі – жуынатын бөлмедегі тақтайшаға қарағанда әжептеуір артық материал болып табылатын керамика. Керамикадан жасалған кесетін құралдар кермет (карбид пен керамиканың қосындысы) секілді тозуға төзімді, олардың артынан қажаққа төзімділіктің анасы болып табылатын кубтық нитрит боры (CBN) жүреді. Темірмен және басқа да қажақты материалдармен жұмыс жасағанда бәрін де байқап көруге тұрады.

Әлегі көп

Шыңдалған аспаптық болат немесе ақ темір секілді материалдарды сипаттау үшін қолданылатын тағы бір термин (шегемен жұмыс істеуден де қиынырақ). Термиялық өңдеудің нәтижесінде металдар қатаяды, ал нәтижесінде алынған қаттылық бірнеше тәсілмен өлшенеді. Ең кеңінен таралғаны «Роквелл әдісі» болып табылады, бірақ онымен бірге «Бринелл», «Виккерс», «Кнуп» және тағы бір-екі затын баспадан көргісі келген адамдар бар. Олардың көпшілігі сыналанып үлгіге белгілі бір өлшемдегі шар немесе ромб тәрізді затты белгілі бір биіктіктен тастап жіберуді және жапырылған жердің көлемі мен тереңдігін өлшеуден тұрады.

CBN (кубтық бор нитриті) мен керамика қаншалықты қажақты материалдар болса, соншалықты шыңдалған материалдарды өңдеуге тиімді болып келеді. Сондықтан да CBN де, керамика да құралдың бұлжытпай бабына келтірілуі мен дұрыс траекторияларына байланысты, себебі соққының кез келген түрі қатты металдарды өңдеу барысында құралды бүлдіруі мүмкін. Жақсы жаңалығымыз, металл тым берік болған кезде, айталық, 65 Rc (Роквелл шәкілі) астам болғанда, оларды әдетте ажарлау бөліміне сондағы адамдардың басы қату үшін жіберіледі.

ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

«Кнуп», «Бринелл» және т.б. секілді қатаңдық туралы терминдерге бас қатырмай-ақ қойыңыз. Шыңдалған болаттан жасалатын бөлшектердің көбі 20-дан (тым жұмсақ) 68-ге (тас секілді қатты) дейінгі аралықтағы Роквеллдың С шәкілімен өлшенеді. Қаттылықтың басқа өлшемі қажет болса да ешнәрсе етпейді. Бөлшекті қаттылық өлшегіштің үстіне салыңыз (ол туралы мен қысқаша 10-тарауда айтамын), циферблатты сызу үшін қажетті масштабқа сәйкес анықтаңыз және машинаның сынақты жүруіне мүмкіндік беріңіз. Қалғанын тыныш жатқан металлургтерге қалдырыңыз.

«Спагетти» секілді талшықты

Кейбір білдек операторлары осы терминді қолданатын, ал қалғандары күңкілдеп қоятын. Қаттылық үшін қолданылатын техникалық термин «созылымдылық» (кейбіреулер оны «ұзын жоңқалы» материал деп те атайды) болып табылады. Алюминийдің басым бөлігі басқа да тот баспайтын материалдар секілді созылмалы болып келеді. Олар кесу үшін жону білдегінде сұмдыққа айналуы мүмкін, ол жерде жоңқалар иіледі, бірақ сынбайды және айналымға да, саусақтарға да зақым келтіре отырып, патрон мен басқа құралдардың айналасында айналмайды.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Достар достарының ұзын, талшықты жоңқалар жасауына жол бермейді. Олардан қорғанудың бір жолы жақсы жоңқа сүймені (кесілетін пластинаның бет жағындағы кішкентай бұдырлар мен шұңқырлар), сонымен қатар берілістің біркелкі жоғары жылдамдығы болып табылады, егер машинаңыздың осылай етуге қуаты жетпейтін болса, онда кесу үстінде бас тартуыңызға тура келуі ықтимал. Жоғары қысымды кесетін сұйықтық та айтарлықтай тиімді (осы және басқа да білдектің керек-жарақтары туралы мен 8-тарауда айтатын боламын).

«Джуси фруттан» да жабысқақ

Осы соңғы «жауыр болған шындық» үшін кешірім өтінемін. Білдек операторлары мұны айтпайды. Алайда олар жабысқақ материалдар туралы күңкілдеп сөйлеп жүргенді ұнатады. Құрамында хромы немесе никелі жоғары болып табылатын материалдар шайырлы болып келеді. Төмен көміртекті болат және «жұмсақ» алюминий секілді. Қалай болғанда да, мұндағы ыстыққа төзімді қорытпалар үшін туындайтын мәселе, материал құралдың жоғары бөлігіне жабысып қалғанда пайда болатын «кесетін жиектегі томпақ» (механикалық өңдеу бойынша журналдар мен веб-сайттарда «BUE» (кесетін жиектегі томпақ) деп аталатын) болып табылады. Осы жабысып қалған металдың кішкентай бөлігі жұлынған кезде ол кесетін құралдың кішкентай бөлігін өзімен бірге ала кетеді. Жағымсыз жаңалық.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Егер осы кітаптың ұнағаны соншалықты, сіз машина құру немесе өндіріс саласында білім алуды жалғастырамын деп шешсеңіз, онда құттықтаймын. Сіз сабақта терезеге қарап отырып, саябақта сәуле шағылыстыру үшін жеткілікті жаңбыр жауады ма деп ойлап отырған кезіңізде профессордың аққыштықтың шегі немесе беріктіктің шегі, серіппелілік модулі, жылу өткізгіштік, микроқұрылым және басқа да көптеген металлургиялық терминдер туралы пайымдауларын санаңызға құясыз. Олардың көпшілігі жоғарыда айтылып кеткен өңделуге әсер етуі мүмкін шарттарға қатысты. Егер дәріс барысында ұйықтап кететін болсаңыз, оған уайымдамай-ақ қойыңыз; AISI, SAE International (бір кездері инженер автокөлік құрушылардың қоғамы болған) және ASTM International (бұрынғы Америкалық сынау және материалдар қоғамы) вебсайттарында (сондай-ақ, осы кітапта) қолжетімді қорлар жеткілікті.

Металдарды зерделейміз

Енді сіз білдек операторы: «Мен кезінде бірталай материалдарды кескенмін» деп мақтанса және олардың қаншалықты қатты, тұтқыр немесе жабысқақ болғаны туралы шағымдана бастаса, мұның бәрі не білдіретінін анық білетін боласыз, осы материалдардың кейбірін жіті қарастырып көрейік. Күннен кейінгі орналасқан үшінші тастың құрамында басқа кез келген материалға қарағанда көбірек болатындықтан, мен темірден бастаймын.

Тегістеу

Күннің тым жаңа жұлдызға айналуының тура алдында темірді шығара бастайды. Біз оны бұл өмірде көре қоймаспыз деп үміттенеміз, алайда бұл жақсы нәрсе, себебі темір болмаса

бізде темір көпірлер, зәулім үйлер немесе теңіз кемелері болмаған болар еді (4-2-суретті қараңыз).

Алюминий жер қабатындағы ең кеңінен таралған минерал болып табылғанымен, темір біздің ғаламшарымыздағы ең кең таралған элемент болып табылады. Сіздің «Жюль Верннің жер ортасына саяхатында» оқығаныңызға қарамастан, ол жерде ихтиозаврларға толы жер асты мұхиты емес, диаметрі 700 миль болатын шар бар.

Шойын мен шойын құймасы автокөлік трансмиссиясы үшін және қозғалтқыштың құрауыштары үшін алюминий секілді немесе тура сондай салмақпен, бірақ беріктеу металдарға (бұл сіздің бірдей жұмысты орындау үшін оларды азырақ пайдаланатыныңызды білдіреді) қарағанда артықшылығы бар металл болып табылады. Сіздің білдек операторы ретінде кездестіретін темірдің төрт түрі төменде келтірілген:

- **Сұр шойын:** осал және беріктіктің төменгі шегіндегі сұр шойынды құю оңай. Ол соққыға төзімді және оның ішкі жағы оны талқандалуға бейім ететін графит (қарындаштың материалы) ретінде сипатталады. Егер сіз люктың қақпағын басып кетсеңіз немесе көлігіңіздегі су сорғыны алмастырған болсаңыз, онда сұр шойынды көргеніңіз. Ол сондай-ақ білдектің тұғыры ретінде кеңінен қолданылады.
- **Ақ шойын:** ақ шойынның бос графиті жоқ, сондықтан ол қаттырақ және сұр шойынға қарағанда осалдау. Осы түрінде ол көбіне никельмен және хроммен қосындыланады. Темірдің қалың кесінділерін құйған кезде сыртқы қабаты тезірек суиды және көбіне қатты ақ темір пайда болады, ал ішкі қабаты соққыға төзімді сұр болып қалады.
- **Қақталатын шойын:** шар тәріздес графитпен шойын деп те аталатын қақталатын шойын түйіндерді сұр шойындағы қабыршықты заттан емес, еркін графиттен түзеді. Ол оны барынша берік және жарылуға барынша шыдамды етеді. Сондықтан да ол осы қолданыста болаттан да асып түсіп, біліктер мен роторларды, тісті шарықтар мен тізелі біліктерді қоса алғандағы бірқатар жоғары тиімді құрауыштар үшін қолайлы болып табылады.
- **Иілімді шойын:** қақталған шойынның ағайыны болып табылатын иілімді шойынның берік, тозуға төзімді және өңделетін металды туындататын бұрыс пішінді түйіндері болады. Ол да қақталатын шойын атқаратын кейбір функцияларды атқарады, бірақ жіңішке көлденең қимасы бар бөлшектер үшін тиімдірек.

Осы аталған шойынның ішінде ақ шойын өңдеу үшін күрделі болып есептеледі, алайда бір айта кетерлігі, темір басқа металдармен жеңіл қосындыланады. Көміртектің мөлшерін өзгерте отырып, өндірістік үдерісті реттей отырып немесе қоспаға аздаған молибден не мыс қоса отырып, металлургтер материал қасиеттерінің кең сұрыптамасын шығара алады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Автомобиль өндірушілер қозғалтқыштарды кішірек, бірақ анағұрлым қуаттырақ етіп шығаруды жалғастырып жатқандықтан, оларға барынша берік материалдар қажет. Олардың бірі төзімділік шегі екі есе көп, қаттырақ және қозғалтқыш пен цилиндр қалпақшаларының әдеттегі сұр түсті шойын шығырларына қарағанда тозудың жақсырақ сипаттамаларына ие тығыздатылған графиттік шойын (CGI) болып табылады. Алайда бұл машинаға арналған стандартты қаңылтыр құты емес және CGI-ге оңтайландырылған кесетін құралдарды қажет етеді.

4-2-сурет: Эйфель мұнарасы қалыпқа шойын түрінде емес, ыстық күйінде құйылған төмен көміртекті темір сұрыпынан құйылған 7300 тонна темірден жасалған



Бірізділікпен болатқа өту

Болат негізге алынған қосындысы бар темірдің және көміртектің басым бөлігі «көміртексіздену» деп аталатын үдеріс арқылы алынады. Адамдар мыңдаған жылдар бойы темірді де, болатты да өндіріп келеді, дегенмен тек 1855 жылы ағылшын өнертапқышы Генри Бессемер алғашқы коммерциялық орындалатын болат өндіру үдерісін ойлап тапты. Ол балқытылған темір арқылы ауа үрлеу көміртектің деңгейін қолданыстағы әдістерге қарағанда анағұрлым тиімді төмендететінін ашты.

Бессемердің үдерісі (4-3-суретті қараңыз) басқа пештерді қолдану мен балқытылған шойынға таза оттегін тікелей себудің арқасында жетілдірілді, бірақ бүгінгі таңдағы болат өндіру оның алғашқы өнертабысына негізделген болып отыр. Соған қарамастан «болат» термині соңғы бірнеше онжылдықта кең мағынаға ие бола бастады және қазіргі кезде жүздеген түрлі қорытпаларды қамтиды. Шын мәнінде, олар өте көп, олардың алуан түрлі химиялық қасиеттеріне қарай AISI болатты төрт топқа жіктейді:

- » Қосындыланған болат
- » Көміртекті болат
- » Тот баспайтын болат
- » Аспаптық болат

Химиялық құрам маңызды, алайда ол көбіне металдың болжамды қолданылуы болып табылады. Мысалы, аспаптық болат жоғары төзімділікпен және шынықтырумен сипатталады, баспақалыптарды, қалыптамаларды, қалыптауларды және кесетін құралдарды әзірлеу үшін аса қолайлы болып табылады. Ал тот баспайтын болаттың құрамында хромның көп мөлшері бар, бұл оны тот басу мен қажалуға төзімді етеді. Жарыс көлігінің иінді білігінен бастап скейтбордтардың дөңгелегіне дейін пайдаланылатын ең үлкен топ – қосындыланған болатты қарастырайық.

4-3-сурет: Осы үдеріс анағұрлым тиімді болғанымен, соңғы 150 жылда болат өндірудің бастапқы үдерісі қатты өзгере қойған жоқ



Қандай илем: қосындыланған болат

Қосындыланған болат молибденнің, вольфрамның және басқа қоспалауыш элементтердің шағын мөлшері қосылған көміртекті болат болып табылады. Көміртекті және қосындыланған болат нөмірлеудің бірдей төрт сандық жүйесіне жатады, осы орайда алғашқы сан болаттың түрін білдіреді:

- » 1XXX Көміртекті болат
- » 2XXX Никельденген болат
- » 3XXX Никельденген хромдалған болат
- » 4XXX Молибден болаты
- » 5XXX Хромдалған болат
- » 6XXX Вольфрамды хромдалған болат
- » 7XXX Вольфрамды хромдалған болат
- » 8XXX Никельденген хромдалған молибден болаты
- » 9XXX Силиконды марганецті болат және басқа да түрлі SAE (болаттың сайка маркасы)

маркалары

Екінші сан негізгі қосындылау элементінің жуықтас пайыздық құрамына қатысты болады, ал соңғы екі сан пайыздық жүзінші үлесімен берілген қатысатын көміртегінің санын сипаттайды. Мысалы, «5140» маркалы болат шамамен 1 пайыз хромды және 0,40 пайыз көміртегін құрайды, ал «9360» маркалы болат шамамен 2 пайыз кремнийді және 0,60 пайыз көміртегін құрайды. Өкінішке орай, көптеген ерекшеліктер бар және қоспалардың қайсысы берілген элементті көбірек құрайтынын анықтаудың ең жақсы тәсілі оны кестеден қарау болып табылады.

Тотығу: көміртекті болат

Көміртекті болат түрлі қоспалауыш элементтер үшін ең төменгі деңгейдегі және кремнийдің, мыстың немесе марганецтің айқындалғаннан асатын құрамының болмауымен анықталады. Төмен көміртекті болат дегеніміз көміртектің 0,25 пайызын құрайды. Мысалы, «1018» маркалы болат 0,18 % көміртекті құрайды және ол көбіне жұмсақ болат деп аталады.

Спектрдің келесі басында беріктігі мен шынықтырудың арқасында серіппелер мен кесетін құралдардың жүзі үшін пайдаланылатын жоғары көміртекті болат – «1095» маркалы болат тұр. Ол 0,95 пайыз көміртекті құрайды.

Айтылғанға қарамастан өңдеу кезінде көміртекті болат өңделуді жақсарту үшін түрлі элементтердің мөлшерін алады. Мысалы, «12L14»-тегі қорғасын барлық жердегі цехтарда осы болатты сүйіктісіне айналдырады. Күкіртті қосу да солай болып табылады. Фосфор да, марганец те көміртекті болаттың суыққа төзімділігін жақсартады. Әдеттегідей көміртектің құрамы артқан сайын өңделімдік азая бастайды.

Ақаусыз: тот баспайтын болат

Тот баспайтын болат металлургиялық өндірістің тот басқан автокөлік бамперлеріне берген жауабы болып табылады. Көміртекті болатқа 10,5 пайыз немесе одан көп хром қосылады, сонымен болғаны! Енді ол жаңбырға, қарға, жабысқақ қарға және жолдың тұзына төзімді болады. Тот баспайтын болаттың артықшылықтары қолайсыз ауа-райымен шектелмейді, тот баспайтын болаттың түріне байланысты ол теңіз суынан болатын қажғауға да төзімді болуы мүмкін, сондықтан да оны еспе бұрамасына пайдалануға болады. Биологиялық сұйықтықтар мен залалсыздандыру үдерістеріне төзімділік ше? Еш қиындық жоқ, себебі бірқатар тот баспайтын болат биосыйымды және имплантат пен оталық құрал-саймандарға айналады. Бұл зергерлік бұйымдарды, ас үй құралдарын, сәулет құрауыштарын, химиялық өңдеу жабдықтары мен көптеген тағы да басқа бұйымдарды жасау үшін пайдаланылатын тот баспайтын болатқа да қатысты.

Тот баспайтын болатты әдетте үш белгілі сандық жүйемен белгілейді, бірақ мұнда қосындыланған болатты сипаттағанға қарағанда жалпыға ортақ мөлшер мүлдем ерекшеліктерге толы. Тот баспайтын болаттың нөміріне қарағанда маңыздырақ нәрсе ол жататын сынып болып табылады, олар бесеу:

- » Аустенитті дуплекс
- » Қорытпа дуплексі
- » Ферритті
- » Мартенситті
- » Тұнбалардың қатаюы

Металлургия туралы іш пыстырарлық пайымдауларға берілместен, олардың арасындағы басты айырмашылық олардың құрамындағы хром мен никельде, шындала алатындығында, олардың магнитті болуында және қалай өңделуінде болып табылады, осы соңғы бөлігі өз кезегінде металдың өзін қалай ұстайтынын анықтай отырып, атомдық деңгейде металдың кристалдық құрылымын анықтайды (феррит, перлит және аустенит). Мысалы, никель қосу болат аустенитінің кристалдық құрылымын тұрақтандырады және оны магниттік емес әрі осал етеді. Егер сіз тот баспайтын болаттан бөлшектер шығаратын білдек операторы болсаңыз, онда тот баспайтын болат өндірісінің төрттен үшін дерлік құрайтын аустенит болуына мүмкіндік мол.

Кез келген механикалық цехтағы қойма сөрелерінің арасынан өтіп бара жатып, сіз 303, 304, 309S, 316, 316L, 321, 347, NITRONIC және басқа маркалы тот баспайтын болатты көре аласыз. Олардың барлығы да аустенитті және басым көпшілігі қатты. 400-топтамалы тот баспайтын 416 және 440C маркалы секілді болатты (ферритті және мартенситті) өңдеу термиялық өңдеуден кейінгіні қоспағанда анағұрлым жеңіл. Бұл жағдайда олар жартас секілді қатты болуы мүмкін (ой, басқа метафора қолданылып кетті).

Ол тот баспайтын «PH» («шындалудың» қысқартылған түрі) болатқа да қатысты. Мысалы, 15-5PH және 17-4PH білдек үшін аса қызықты емес, алайда 40c Rc (Роквелл бойынша қаттылық) дейін термиялық өңдеу болғанда сіз үйге ертерек қайта аласыз. Олар мүлдем суперқорытпа санатынан болмаса да (алдағы болатын), соларға жақын және жоғары температуралық авиациялық, мұнай-химиялық пен энергетикалық қолданыс үшін жақсы таңдау болып табылады.

Ең соңында, дуплексті болат та бар. Оның ферриттік және аустениттік тот баспайтын болаттың құрылымынан асып түсетін құрылымы бар (барлық металлургиялық терминдер үшін кешірім өтінемін), бұл оны олардың кез келгеніне қарағанда шамамен екі есе берік етеді және аустенитті тот баспайтын болаттай берік етеді. Алайда оның 300-топтамалы ағайындарына қарағанда дуплексті болаттың құрамында никель мен молибден азырақ болатындықтан, болат дуплексі мен супердуплексін бірқатар өндіріс салалары үшін жағымды етіп (әсіресе, километрлеп дуплексті болат құбыр тартатын мұнай-газ саласында), оның өндірісі арзанға түседі.

Жабдықтау: аспаптық болат

Аспаптық болат хит-шерудің биігіне соңғы болып көтерілді. Атауы айтып тұрғандай, осы қатты қорытпа пластик құю қалыптары, прогрессивті қалыптаумен қалыптапалар, револьверлік сығымға арналған қалыптау құралдары, бұрғы және ара секілді құрал-саймандарды жасау үшін және өлшемі бойынша тұрақты, тозуға төзімді әрі аса қатаятын материалды қажет ететін барлық жерде пайдаланылады. Кез келген құрал-сайман цехына немесе бояғыш цехына кірсеңіз, А-2 мен О-1 туралы бәрін және аспаптық болаттың бүгінгі таңда қолданылып жүрген көп түрінің біреу-екеуі туралы ғана естисіз. Әрине, аспаптық болаттың да нөмірленуінің бірегей және тура сондай нақты емес ережесі бар:

- » Ауамен қатайту (А-сыныбы)
- » D түрі (D сыныбы)
- » Ыссы өңдеу (Н-сыныбы)
- » Маймен қатайту (О сыныбы)
- » Соққыға төзімді түрлері (S сыныбы)
- » Суға төзімділік (W сыныбы)

Сіз оларды қалай атасаңыз да, құрамындағы хромның, молибденнің, вольфрамның және ванадийдің салыстырмалы саны маңызды болып табылады. Осылар олардың өңделуін олардың айтарлықтай деңгейде анықтайтын аспаптық болаттағы басты қосындылау элементтері болып табылады. Міне осы, оларды өңдеу кезіндегі Сізге қиындық туғызатын қаттылық болып табылады.

Білдек операторы сызбалармен немесе CAD файлымен берілетін кез келген материалмен жұмыс жасауы тиіс болатын цехтағы көп жұмыстардан өзгешелігі – құрал шығарушылар әдетте өз өнімдерін жобалап жасайды және қолданамын деп шешкен материалды таңдау еркіндігіне ие.

Дегенмен аспаптық болатты таңдауға жататын факторлар күрделі болып табылады. Осы материалдардан әзірленген құралдар жаңа жеңіл машинаға қарағанда қымбатырақ тұруы мүмкін, ал құю қалыптамасына өте қолайлы материал суық тегеурінді құралды пайдалану барысында жарамсыз болып, ақыр аяғында сізден мыңдаған шығын шығаруы мүмкін. Мұндағы пайымдау қарапайым: қандай да бір құралға байланысты жобаға кіріспес бұрын үнемі осы саладағы маманмен кеңесіп алыңыз.

Суперқорытпаларға шолу

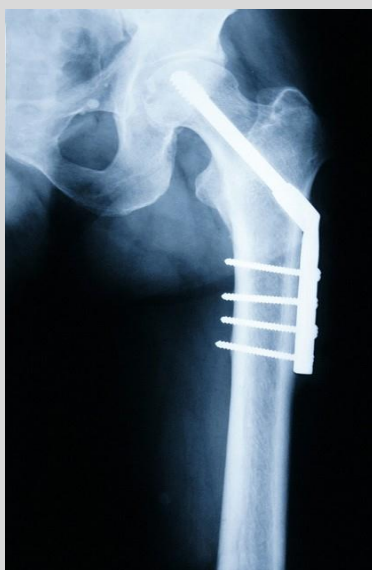
Мен бұл туралы РН тот баспайтын болатқа арналған бірнеше тараудан соң сөз қозғаймын, бірақ осы металдардың өңделуі мен талқылайын деп отырған, жалақы төлейтін күнгі өсім алушыдан да қатты суперқорытпа секілді күрделі емес.

Жердің ұлы

Титанды 1791 жылы діни қызметкер және әуесқой геолог қасиетті Уильям Грегор ашқан. Ол оны Англиядағы Корноулл графтығындағы Манаккан ауылының құрметіне «манакканит» деп атаған. Арада төрт жыл салып неміс ғалымы Матин Клапрот тура осындай жаңалық ашты, айырмашылығы – ол өзінің жаңа металлын бір кездері Жердің баласы болып саналған көне Греция құдайлары «Титандардың» құрметіне атады. Бұл тура

сол Грегор мақтан тұтқан металл болып шықты және Клапрот атауын беруге ие болғанымен, титанды алғаш ашқан Грегор болып саналады.

Әлемде титанның басым бөлігі бояудың пигменті ретінде қолданады. Содан қалғаны әдетте аэроғарыштық және медициналық қолданыстың бірқатары үшін аса маңызды болып табылатын Ti-6Al-4V, Ti-555-3 және басқа титан қорытпаларын алу үшін цирконий мен молибден секілді заттармен қосындыланады. Ол басқа барлық металдың арасында беріктіктің ең жоғары арақатынасына және салмағына ие болғандықтан, авиацияда кеңінен қолданылады, мысалы, «Boeing 787 Dreamliner» бір ұшақта 40 000 фунтқа жуық титанды құрайды. Ол сондай-ақ биосыйымды болып табылады және ұршық сүйегі мен тізе буындарын, бұрамалар мен басқа да ортопедиялық имплантаттарды қоса алғандағы сүйекті алмастыру бойынша оталардың кең көлемінде қолданылады (маған сенбесеңіз, келесі суретті қараңыз).



» Адамның қиялы жететіндей ең ыстық, ең жаман және ең ащы орта туралы ойланып көріңіз – бәлкім, күкіртқышқылды фабриканың ішінде немесе Венера ғаламшарына бағытталған зымыран болар. Ол жерде сіз инконельді табуыңыз ықтимал. Көбіне Inconel 625, 718 және X-750 маркалы никельден жасалғандары (ол да өз алдына сіз кездестіретін қатты металл болып табылады), өкінішке орай, көптеген аэроғарыш цехтарында күндізгі құбылыс болып табылады.

» Егер сізге жаңа мықын қажет болса, онда сіз, әрине, оның өмір бойы қызмет еткенін қалайсыз. Аса қатты инконель кейбір адамдардың бойында иммундық реакцияны туындататын металл никельдің көп мөлшері болмаса, ол жақсы таңдау болған болар еді. Кобальт хромы немесе Co-Cr қорытпасы жақсы балама болып табылады. Ол да инконель сияқты тозуға төзімді, қирауға да сондай төзімді және реактивті қозғалтқыштар мен ғарыш кемелері үшін аса қолайлы. Ол сондай-ақ машина үшін нағыз «аю» болып табылады.

Олардың бәрін осы жерде атап өту үшін суперқорытындының сұрыптары аса көп. Олардың көбі «Waspalloy», «Hastelloy», «René 41» және «MP98T» секілді жұмбақ атауларымен патенттелген. Басқа да суперқорытпалар секілді оларды турбина қалақшалары және зымыранның мұрындық ағызғышы секілді экстремалдық жағдайларда қолданады әрі молибден, вольфрам, тантал, цирконий, ниобий және рений секілді қосындылау элементтерімен толтырылған. Егер бастығыңыз осы немесе басқа да суперқорытпаны орындығыңызға қойса, қашыңыз.

Әзілді қоя тұрайық, дұрыс таңдалған кесетін құрал және дұрыс баптаудың арқасында суперқорытпаның «ең жабайы аңын» да қолға үйретуге болады. Құрал өндіруші ұсынған кесу

өлшемдерін пайдаланыңыз, ненің жұмыс істейтінін, ненің жұмыс істемейтінін құжатқа тіркеңіз және сабыр сақтаңыз. Суперқорытпаны меңгеріп алған соң механикалық өңдеумен өтетін қалған өмір тұздық болып табылады.

Жеңіл тақырыптарға көшумен тәмамдаймыз

Барлық күрделі материал артта қалған кезде металдарды талқылауды көңілді нотамен аяқтайық. Не десек те, механикалық өңдеу цехындағы өмір тек қана болат пен суперқорытындылар емес және кесу үшін айтарлықтай оңай нәрселер де бар. Олардың ішіндегі ең бастысы алюминий болып табылады, алайда оны Ұлыбританиядағы және Австралиядағы ағылшын тілінде сөйлейтіндер «al-oo-min-ee-um» деп атайды. Металл ретінде алғаш рет 1808 жылы айқындалғанына қарамастан, оны өндірудің экономикалық тұрғыдан тиімді тәсілін ойлап табуға тағы 80 жыл кетті. Оны жасаған компания қазір «Alcoa» ретінде танымал.

Сығымдағыштардан сусын құйылған құтыларға дейін

Алюминий табуға болатын барлық жерлер туралы ойланып көріңіз. Автокөліктің көптеген құрауыштары, сонымен қатар ноутбуктердің, ұшақтардың корпурстары, зәулім ғимараттар, бейсбол сақасы, тіпті зымыран жағармайы да алюминийден жасалады. Ең алдымен, ол салмағы бойынша жер қабатындағы үшінші ең көп таралған элемент болып табылады. Ол жеңіл және мықты; жеңіл құйылады, илемделінеді, қалыпталынады, өңделеді және экструдерленеді, ол қажалуға төзімді және оңай қайта өңделеді; әрі оны өндіру үшін аяқ-қолдан айырылмайсың. Алюминий – шынында да, таңғаларлық металл.

Болаттың нөмірленуіне ұқсас нөмірленуге сәйкес, алюминий мыспен, магниймен, марганецпен, кремниймен және цинкпен қоспаланады. Кәдімгі механикалық өңдеу цехынан да (бар болса) табуға болатын кең таралған қорытпалар бар, олар – 2024, 6061 және 7075 маркалы. Алюминий сондай-ақ материал пештен шығарылған соң қалай өңделгенін көрсететін T1-ден T10-ға дейінгі «температуралық» диапазонда қолжетімді.

Қызыл металдар

Осы демалыста төбешікті аралап көріңіз, бәлкім, жолыңыз болып, шырақ қалпаққа немесе шерулік маскаға кигізуге дайын мыс кесегін тауып алуыңыз мүмкін. Осы «көтеріп алу және пайдалану» қасиеті мысты адамдардың шамамен сегіз миллион жыл бойы пайдалануына себепші болды, өйткені ол балқытуды немесе кеннен аршып алуды қажет етпейтін аздаған металдардың бірі болып табылады. Қызыл-сары түсті мыс ең электр өткізгіш материал емес (бұл – күміс), алайда ол болмағанда, қазір кітапты шырағдан жарығымен оқыған болар едіңіз. Механикалық өңдеу тұрғысынан алғанда, мыстың басым бөлігі сындыруға келмейтін дерлік қатты, тұтқыр жоңқалар шығарып, жұмсақ және жабысқақ болып келеді.

Мыс жұмсақ. Оны балта жасау үшін қолданыңыз, сонда Ссіз ағаш шапқаннан гөрі көп уақытты егелеуге жұмсайсыз. Бәлкім, нақ осы жағдай ертедегі адамдардың аздаған қалайы, марганец немесе фосфор қосып, мыс деңгейінің артуына алып келетін қола жасауына бастаған болар. Қола төлке, кеме жабдықтарын, сорғылар мен қақпақшалар жасау үшін пайдаланылады.

Қоладағы қалайыны цинкке алмастырыңыз, сонда сіз мыс аласыз. Жоғары сыныптарды сіз ұстаған керней жезден жасалған болатын және жуынатын бөлмеңізде де, қаланың ортасындағы шіркеуде де жездің болуы әбден ықтимал. Көптеген металдардың жағдайындағыдай, жез қосындылайтын материалдарды реттеу арқылы жеңіл бапталынады. Аздаған қорғасын жезді білдек үшін ауыр етіп жібереді (алайда онымен бастау жеңілге соғады). Аздап алюминий қосыңыз, сонда сіз еуро мен швед кронын жасау үшін пайдаланылған Солтүстік алтынды аласыз. «Muntz» металлы аздаған темір көлемі бар қалайы болып табылады және оны қайсы бір кездері әскери кемелердің түбін теңестіру үшін пайдаланған, алайда бүгінгі таңда ол сәулет мақсаттарында пайдаланылады. Қорытпасына қарамастан кесетін құралдар мәңгілікке жұмыс істейтін, ал кофе үшін демалыс бөлмесінде

металмен есеп айырысатын, қалайы механикалық өңдеу цехтарының көбінде сыйлы қонақ болып табылады.

Магний және мырыш

Алюминий аз салмақта талассыз чемпион болуы мүмкін, алайда оның бірнеше қарсыластары бар. Олардың бірі барлық құрылымдық металдардың ішіндегі ең жеңілі магний болып табылады. Ол алюминий секілді берік болмаса да, қосындылау кезінде оңай игеріледі және құйылған құрауыштар үшін жағымды болып табылады. Дегенмен бір мәселе бар – магний тез тұтанады. Шын мәнінде, кейбір автоөндірушілер егер тұтана қалса, өшірілмейтін дерлік кездейсоқ, бірақ айтарлықтай қарқынды жалынның арқасында магнийлік қозғалтқыш шығырларын пайдалануды тоқтатты. Егер қашан болмасын магнийді өңдеу мүмкіндігі туындаса, білдекті жоңқа мен шаңнан таза ұстаңыз және қол астыңызда өртсөндіргіш (ішінде магнийге арналғаны) барына көз жеткізіңіз. Ең алдымен, ешқашан да суды магнийден тұтанған өртке құймаңыз, H₂O құрамындағы оттегі мәселені одан әрі ушықтырып жібереді.

Қысыммен құю қоғамының тағы бір сүйіктісі мырыш болып табылады. Винсерфингпен айналысудың алдында мұрныңыздың алдына кішкене оксид мырышын жақындатыңыз, сонда сіз күнге күйіп кетпейсіз. Өз рационыңызда мырышты өте аз пайдаланыңыз, сонда сіз инфекциялық аурулар мен түнгі көрмеуіне азырақ бейім боласыз. Мырыш қажаққа төзімді және болат пен темір табақтары үшін қолданылады. Ол магнийге қарағанда төрт есе ауыр, бірақ оны да оңай өңдеуге болады және баспақалыптың қуысынан жақсы өтетіндіктен, оны күрделі, жұқа қабырғалы әрі аса дәл құрауыштар үшін қолдануға болады.

Полимерлерге көз салайық

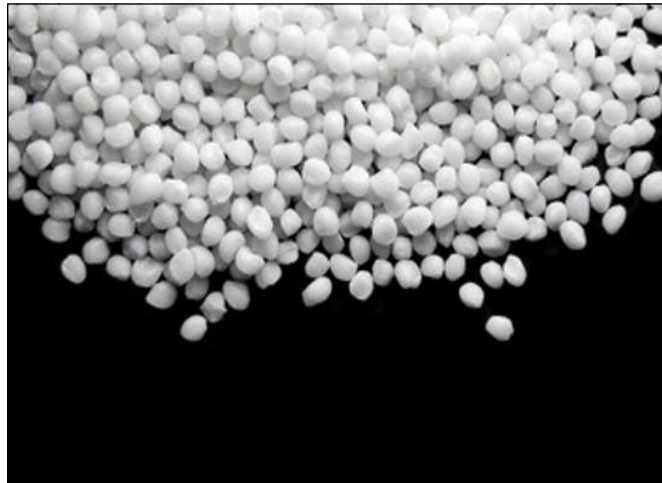
Егер болат егде кісі болса, пластиктер – әлі де жасөспірім. Өзінің жастығына қарамастан пластик болатты және басқа металдарды көптеген қолданыс салаларында алмастырып үлгерді. Металдан жасалған қоқыс бактары, роликті тепкіштер, желдеткіштің металл қалақшалары және кіріс коллекторлары – міне, осылардың барлығы және тағы да басқа заттар пластиктен жасалған. Оның себебі – пластиктің жеңілдігі мен беріктігі. Химиялық зертханалардағы кейбір өзгерістермен ол да құбатал секілді солқылдақ немесе емен секілді қатты бола алады. Пластикті тот баспайды, төмен температуралық және электр өткізгіштігі бар әрі кемпірқосақтың барлық бояуы түстес шығарылады. Көп сөйлеп кеткенім үшін кешірім өтінемін, алайда пластик ешқайда кетіп бара жатқан жоқ.

Кейбір механикалық өңдеу цехтары тек металл кеседі. Егер сіз солардың бірінде жұмыс істесеңіз, онда осы тарауды оқымай-ақ қойғыңыз келуі мүмкін, бірақ мен олай істемеңіз деп кеңес берген болар едім; пластиктің сіздерге де келуіне мүмкіндіктері бар. Әрине, пластик бөлшектердің көбі құю арқылы жасалынады (4-4-суретті қараңыз) әрі үш өлшемді баспамен шығарылу артып келеді, алайда пластиктің басым бөлігі өңделуге бейім, бұл оны үнемді, салмақты төмендететін тиімділігіне сәйкес клиенттер үшін жағымды етеді.

ҚҰМДЫ КЕСУ

Гүл құмырасына және жуынатын бөлмедегі тақтайшаларға қарағанда керамика айтарлықтай жақсы. Шын мәнінде, алюминий оксиді мен кремний карбидінен алынған техникалық керамика аса жоғары өткізгіштерде және жоғары жылдамдықтағы мойынтіректерде, газ турбиналары мен синтетикалық сүйектерде қолданылады. Кейбір кесетін құралдар керамикадан жасалған (толығырақ 5-тарауды қараңыз), ол «күйдірілген» (пеште өңделген) керамиканың ажарлау, ультрадыбыспен, кейбір кездері электроэрозиялық өңдеу (EDM) арқылы ғана өңделетіндігінің бір себебі болып табылады. Өзінің тым қаттылығынан және тозуға төзімділігінен техникалық керамика аса қатты жоғары температураларда да тиімді жұмыс істей отырып, металл бара алмайтын жерлерде де жүр.

4-4-сурет: Полимер бөлшектердің көбі былай басталады: баспақалыпқа салынғанға дейін, балқу температурасына дейін қыздырылатын пластик шарлар



«Пластик» сөзі танымал болғанымен, нақты дәл емес. Материалдардың түрлі сыныптарының ондағанын немесе одан да көбін және мүмкін мыңдаған бірегей молекулалық құрылымдарды (яғни, пластиктің сұрыптарын), оның ішінде полиэфир, силикон каучук, фторполимер, винил, фенол, полиофелинді және көптеген басқаларын қамтитын «полимер» дұрыс термин болып табылады. Олардың ішінде білдек операторлары көбіне келесі маркалармен және пластмасса маркаларымен кездеседі:

- **ABS (АБС):** акрилонитрил-бутадиен-стирол берік және соққыға төзімді. Одан «LEGO», жуынатын бөлменің құбырлары мен сіз былтыр Канкунға алып барған шабадан жасалынған. Сіз сол жерде жасаған татуировкада да болуы мүмкін. ABS өте маңызды нәрсе, бірақ оны оттан аулақ ұстаңыз, себебі ол концероген шығаруы мүмкін.
- **Ацеталь:** ғалымдар оны полиоксиметиленол деп атайды (POM), бірақ адамдардың көпшілігі оны жай «Делрин» деп атайды. Оның екі түрі бар – гомополимер және сополимер – көп жағдайларда олар өзара алмастырылымды. Өңдеу кезінде сақ болыңыз, ол сіздің көзіңіз бен өкпеңізді күйдіретін жаман иіс пен бу шығарады.
- **Нейлон:** оны бір-екі жыл бұрын ғана ойлап тапқанынан қарамастан, нейлонсыз (полиамидсыз) одақтастар екінші дүниежүзілік соғыста жеңіліп қалған болар еді. Әйелдер шұлығындағы жібекті алмастыру үшін жасалған нейлон, артынша парашюттер мен бронды кеудешелер үшін артықшылықты полимерге айналды. Бүгінгі таңда полимер барлық нәрсеге қолданылады: ыдыс-аяқтан бастап машиналардың бөлшектеріне дейін (әрине маталар үшін де).
- **PEEK:** титан жарақаттың құрбаны болғандардың бас сүйегін қалпына келтіру үшін жиі қолданылатын жерде полиэфирэфиркетон (PEEK) оған ақша табуға жәрдемдеседі. Осы биосыйымды полимер үздік механикалық беріктік пен тұрақтылыққа ие. Сынған аяқтарды қалпына келтірумен қатар PEEK түрлі күрделі жағдайларда қолданылады және сыртқа алып шығатын пиццаны пісіру үшін жеткілікті температураға төзу мүмкіндігіне ие.
- **Поликарбонат:** одан ар жағында кассир отырған терезе, сондай-ақ мемлекет басшылары отыратын көліктердің алдыңғы әйнегі жасалған. Көптеген поликарбонатты терезелер, шын мәнінде, оқтан сынатын емес, бірақ олар оқтың баяулауына ықпал етеді. Поликарбонат сондай-ақ DVD- дискілерін, күнге киетін көзілдіріктерді және автокөлігіңіздің фарасындағы линзаларды жасау үшін де қолданылады.
- **PTFE:** егер кәстрөліңіздің күюге қарсы жабыны болса, онда олар «Teflon» сауда белгісімен көбірек танымал политетрафторэтиленмен жабындалғаны болғаны. Ол химиялық қорғанысымен, майлағышымен аса тұрақты, сондай-ақ оны мойынтіректердің бетінен бастап стадиондардың күмбездеріне дейін қолайлы ететін асқан оқшаулағыш болып келеді.
- **PVC:** сіз «оңай ашылатын» грейфер пакеттерін ашыуға тырысып көріп пе едіңіз? Оның поливинилхлоридтың қысқартылған түрі «PVC» болуы әбден ықтимал. «Ораманың ашу келтіруімен» (тығыз немесе шиеленіскен ораманы аша алмаған адамның сезінетін ашу-ызасы) қатар PVC жаққан кезде қауіпті бу шығаруы да мүмкін (басқа да көптеген

платсмассалар секілді).

Мен сізге олардың көп екенін айтқанмын. Сіздің дүкенде көруіңіз мүмкін басқалары полипропиленді (кілем жабындары, балалар мен автокөлік бамперлері үшін, қорғаныс қалпақшалары үшін де қолданылады) және оның ауыр салмақты сыңары UHMW (қармақ бауы мен тізе буындарында кездесетін аса жоғары молекулярлы полиэтилен) акрилды (ол сондай-ақ плексиглас) және фенолды (бильярд шарлары) қамтиды.

Осы полимерлердің көбі полимерлер ретінде анықталатын, қыздырған кезде балқитын, суытқан кезде қатаятын және қайтадан сұйықтық болып балқитын термопласт болып табылады. Термиялық реактивті материалдар, екінші жағынан, химиялық күшейткіш немесе жарық әсер еткен кезде қатты болады және қыздырған кезде де қатты болып қалады. Кейбір полимерлер сол күні зертханадағы сиқыршылардың не шешкеніне байланысты әр түрлі болып табылады. Ақырында, көптеген полимерлер шыны талшықпен толтырылған болуы немесе олардың беріктігі мен тозуға төзімділігін арттыру мақсатында металмен арқаулануы мүмкін. Бұл да олардың өңделуін күрделендіре түседі.

Әдеттегіде барлық пластмассалар механикалық болып табылады, бірақ олар басқа мәселе туындатады. Полимерлердің көбі жұмсақ болғандықтан, кейде оларды қармап алу қиынға соғады, тым қатты қысып алса болғаны, бөлшек машинаның ішінде шашылып кетеді. Жоңқалар әдетте жайсыз түс көргендегі осал жіп арқан секілді ұзын және морт болып келеді. Бұрынырақ айтып кеткендей, бұл көбіне жайсыздық тудырады, жеткілікті желдеткіштің болуына көз жеткізіңіз.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Платсмассаны өңдеу барысында экологиялық бақылау аса маңызды. Оның себебі көп пластиктің бойына суды тартып алатынында, сондықтан ылғалдылығы қатты шақтамы бар бөлшектер үшін маңызды, мұндай жағдайларда майлағыш-суытқыш сұйықтықтарды алып тасап, оларды сығымдалған ауаның ағынымен алмастырған жөн. Температуралық ауытқулар да бөлшектер мөлшерінің өзгеруіне алып келуі мүмкін; бастығыңызға бұл ұнамауы мүмкін, алайда жаз мезгілінде ауа баптағыш қажет болады (бұл кез келген цех үшін қажет нәрсе). Пластиктің балқып кетуіне жол бермеу үшін сүмбінің төмен жылдамдығын ұстаңыз және құралдың қажалуын болдырмау үшін беріліс жылдамдығын барынша арттырыңыз.

2-БӨЛІМ

ҚҰРАЛДАРМЕН ЖАБДЫҚТАУ

ОСЫ БӨЛІМДЕ...

- ✓ Қай уақытта болмасын қараторғай үйшігін жасап көрге бе едіңіз? Жақын арада сіз бұрғылар мен кесетін шарғыларды жасау үшін пайдаланылатын аса қатты металдар туралы бәрін білетін боласыз.
- ✓ Механикалық өңдеу кезінде дайындаманың сенімді және қауіпсіз бекітілуін қамтамасыз етіңіз.
- ✓ Сенімді құрал ұстағыштар маңызды. Егер тиісті ұстағышты қолданбаса, ұстара секілді өткір құрал цехтың ішінде ұшып кетуі мүмкін.
- ✓ Сенімді кесетін құралдар да маңызды. Төменде оларды қалай таңдау және қалай жұмыс істеу керектігі туралы айтылады.
- ✓ Білдектермен жұмыс істеуді қызық және өнімді ететін құралдарды зерттеңіз

ОСЫ БӨЛІМДЕ

1. Ауыр айғақтарға тап болу
2. Элементтерді талдау
3. Тез кесетін болатпен батыл қимыл
4. Үдерісті еке есеге ұлғайту: карбид
5. Дөңгелек кескіштер : индекстеу және айналдыру
6. Таптырмас иінтіректі құралдар

5-ТАРАУ. ЖАҢА АБАЙЛАҢЫЗ, ӨТКІР! ТЕХНОЛОГИЯЛАР:

Менің мың идеям болып, соның бірі ғана жемісті болса, соған ризамын.

АЛЬФРЕД НОБЕЛЬ

Егер сіз бұрынғы хоккей ойыншысы мен мәнерлеп сырғанаушы қыздың қысқы олимпиада ойындарында жаттығу кезінде бір-біріне ғашық болып қалғаны туралы 1992 жылғы «Алтын мұз» романтикалық комедиясын көрген болсаңыз, онда қобалжымай-ақ қойыңыз, бұл тараудың айтылған кинематографияның үздік туындысына ешқандай қатысы жоқ және оның жалғасы болып табылмайды (егер оны көрмеген болсаңыз, онда кешірім өтінемін). Өйткені осы тарауда қыз бен жігіттің ғашық болуынан да қызықты нәрсе – кесетін құралдар туралы сөз болмақшы.

Әрі-беріден соң осы бөлімде сипатталған бұрғы, кеңейткіш, саусақты жонғыш, айналмалы кескіштер, кеулейжону құралбілігінсіз камералар мен кино түсіруге арналған жабдықты жасау мүмкін болмаған болар еді. Мәнерлеп сырғанаудағы мұзтепкіштердің жүзі сүйектен немесе ағаштан жасалған болар еді, ал Халықаралық олимпиада ойындары жергілікті шара болған болар еді (себебі жолға шығатын жеңіл көліктер немесе ұшақтар болмас еді) және сауда орындарында тек жеміс-жидектер мен жаңғақтар сатылған болар еді (хот-дог, сыра немесе картоп чипсыларын жабдықтарсыз жасау мүмкін емес). Сіз кесетін құралдардың қаншалықты маңызды екенін көрдіңіз бе?

Қатаң деректерге сүйенсек

Кесетін құралдар металл шығырларын өңдеуден бастап дайын бұйымды алғанға дейін қолданылады. Олармен саңылауларды теседі, біліктерді бұрайды, қуыстарды үңгиді және бөлшектің сызбасында немесе CAD форматындағы электронды файлда көрсетілген пішіндерді береді. Өңделгеннен кейін осы жанылған бөлшектер ұшақтарда, автокөліктерде және жабдықтардың барлық бірліктерінде дерлік аспаптар мен механикалық құрал-саймандарда бүкіл дүние жүзінде қолданылады.

Алайда кесетін құралдар, шын мәнінде, кеспейді. Кесетін құралдар кесу кезінде «пластикалық деформация» деп аталатын, сіз қатып тұрған йогурттың ішінде қасықты қозғалтқандай, үдерістің барысында металмен қозғалады. Жақсы көретін йогуртты ыдысымен алып, солай жасап көріңіз. Сіз қасығыңыздың алдында карамель пралининің немесе шие шоколадының еспе салғанын көрдіңіз бе? Бұл өңдеу кезіндегі жоңқа түзілуіне ұқсас. Егер сіз қызықты да жақсы төленетін білдекші мамандығын таңдасаңыз, онда сіздің аяқ киіміңізден металдың осы өткір бөліктерін шығарып отыруыңызға тура келеді.

Пластик қасықты пайдаланып, мұздатылған йогуртпен сынақты қайталап көріңіз, сонда бұл қасық үстелдің үстінде сынып жататындықтан, сізге басқа қасық іздеуге тура келетінін көресіз. Осы себепті кесетін құралдар үнемі өңделетін материалға қарағанда қаттырақ болуы тиіс, әйтпесе олар тез сынып қалады. Олардың көбі шағылған жаңғақ немесе ваниль қындары болмасын, кез келген материалмен жұмыс істеуге арналып, айтарлықтай берік болады.

Бірақ кесетін құралдарға болат пен алюминийдің қабаттарын өзін зақымдамастан сырып тастаудың асқан мүмкіндігін не береді? Олар тозуға қалай төтеп береді және металл айрықша қызу мен қысымға ұшыраған жағдайда олар кетік пен пішіннің өзгеруін қалай болдырмайды?

МЕТАЛ КЕСПЕЙТІН МЕХАНИКА

Жонқа түзелуі материалды алып тастау секілді оңай емес. Шын мәнінде жонқа түзелуінің физикалық қағидаларын сипаттайтын тұтас ғылым бар, тік бұрышты немесе қиғаш кесу, жанама не бұрыштық күштер, кесу аймақтары, еңкіш бұрыштар, жылдамдық векторлары және басқа да ғылыми терминдер секілді металлургтер түскі астан кейін талқылайтын ақылға сыйымсыз тұжырымдамалар жеткілікті. Біздің мақсатымыз үшін жонқалардың түсі мен пішіні және олардың қайда түсетіні (яғни, кескіш дұрыс кеседі ме және жонқаларды алып тастау шаралары сақталынады ма) анағұрлым маңыздырақ.

Шын мәнінде олар қарсы тұрмайды. Өкінішті, бірақ шындық – осы, кез келген құрал өңдеу барысында тозады және уақыт арта қайрауды немесе алмастыруды қажет етеді. Дегенмен құрал шығарушылар мен олардың тапқыр металлургтерден тұратын тобының тиімді өңдеу үшін қажетті және мүмкіндігінше құралдардың жарамдылық мерзімін ұзартуға қол жеткізу үшін «қосындылау» элементтері ретінде танымал түрлі материалдарды қосындылау тәжірибесі бар.



ЕСТЕ
САҚТАҢЫЗ

Кесетін құралдар өндірісі үшін қосындылатын қоспалардың сұрыпталымы қажет. Олардың маңыздыларының бірі – карбид вольфрамы, көміртек пен вольфрамның бірдей көлемінен тұратын қоспа. Араластырған кезде осы элементтер қатты, тұрақты және жылу өткізгіш кесетін құралдар үшін өте қолайлы элементтерді түзеді. Бір жақсысы, көміртекті элементтермен оңай араластыруға болатын бірқатар карбидтер бар, ең танымалы әдетте кесетін құралдардың тозуға төзімді жабындары үшін пайдаланылатын TiC (титан карбиді) және қажатты өнімдердің басты құрауышы SiC (кремний карбиді) болып табылады.

Әдеттен тыс 4-тарауда толық сипаттамасы берілген, кесетін құралдардың құрамында өңделетін металдағыдай көптеген бірдей элементтер болады. Еске салу үшін 5-1-кестеде ең маңызды элементтердің периодты шағын кестесі келтірілген. Осыны қиып алып, құрал-саймандарға арналған жәшікке балаларыңыздың суретінің қасына қосып қоюыңызға болады.

5-1-кестесі Кесетін құралдардағы маңызды элементтер

Элемент	Сан	Символ
Хром	24	Cr
Кобальт	27	Co
Марганец	25	Mn
Молибден	42	Mo
Вольфрам	74	W
Ванадий	23	V

Тез кесетін болатпен батыл қимылдар жасау

Кесетін құралдарға арналған қатты материалдардың бірі тез кесетін болат (ТКБ (HSS)) болып табылады. Ол сондай-ақ – жоғары көміртекті болаттан жасалған құралдарды алмастырғыш ретінде жиырмасыншы ғасырдың басында алынған ең алғашқы қорытпалардың бірі, өкінішке орай, ол тез тозуға және өңдеудің экстремалды температурасында беріктігін жоғалтуға бейім.

Өзінің «асқақ» атауына қарамастан, ТКБ соншалықты тез кесетін болып табылмайды. Егер кесетін құралдар жарыс көліктері болса, онда ТКБ ең соңғысы болып келген болар еді: ТКБ жеңіс тұғырына шықпаған болар еді. Оны қыздыру мен тозуға шамалы төзімділігімен басқа да қаттырақ кесетін құралдармен салыстырғанда қаттылығы мен амортизациялау мүмкіндігіне бола таңдайды.

Осы үшін, сондай-ақ ТКБ-тың жақын бәсекелесі вольфрам карбидіне қарағанда анағұрлым арзан болғандығы үшін бұл ең басты себеп, ТКБ көптеген жағдайларда кесетін құралдар үшін басты таңдау болып қалуда. Сонымен қатар егер ТКБ-дағы кобальттың шоғырлануын арттырса, оны қыздыруға барынша төзімді етуге болады. Сондай-ақ ТК-дан жасалған кесетін құралдарды олардың термиялық төзімділігін айтарлықтай арттыратын етіп жабындауға болады (бұл туралы толығырақ осы бөлімді айтылады).

Осы жерде аздап жаңылысу бар. ТКБ, шын мәнінде, аспаптық болат түрлерінің бірі және соғу мен нақыштау қалыптамалары мен пластик баспақалыптарда, сондай-ақ қатты, тозуға төзімді металл қажет болатын барлық дерлік құрал түрлерінде қолданылады. Сіздің гаражыңыздағы балға, сондай-ақ былтыр туған күніңізге сыйлыққа тартқан қашаулардың топтамасы да аспаптық болаттан жасалған.

Аспаптық болаттардың барлығы көбіне темірден жасалынады. Нақты бір қорытпаның түріне байланысты, түрлі элементтердің қоспасы (негізінен 5-1-кестесінде келтірілгендер) мен темірді пайыздың бір бөлігінен 40 пайызына дейінгі немесе одан да көп көлемде сиқырлы отбақырға салады. ТКБ жағдайында осы элементтердің басым үлесін аспаптық болаттың М және Т топтамаларына сәйкес келетін молибден мен вольфрам құрайды, олар төмендегідей түрлі кесетін құралдарға одан әрі жанылуға әзір дайындамаға құйылады, созылады, илемделінеді, қақталады:

- » Бұрғылар
- » Бүйірлік фрезалар
- » Фасонды кескіштер
- » Қол егеулері
- » Тасымалды құралдар
- » Кеңейткіштер
- » Саусақты жонғыштар
- » Шарықты аралар

Кейбір кездері ТКБ әлі күнге дейін қол білдектерінде қолданылып келе жатқан бұрма және кескіш бұрғылар үшін де пайдаланылады. Көптеген механикалық өңдеу цехтарында ТКБ-ны карбидке алмастырған, дегенмен олар шағын көлемді өндіріс үшін немесе құралдың бағасы басты өлшем болған кездері маңызды орынға ие.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Аспаптық болат пен ТКБ туралы толығырақ ақпарат алу үшін Америкалық сынақ және материалдар бойынша халықаралық сайттан (www.astm.org) «ASTM A600 тез кесетін аспаптық құралдардың техникалық сипаттамаларының» көшірмесін алуыңызға болады, ұйым осы және басқа да өндіріс пен материалдардың стандарттары үшін жауапты. «Вольфраммен жеті қорытпа» түрлерін талқылау біраз уақытты алады (T1, T2, T4, T5, T6, T8 және T15 түрлері) әрі молибденмен тез кесетін болаттың он екі қорытпасы бар (M1, M2, M3, M4, M6, M7, M10, M30, M33, M34, M36, M41, M42, M43, M44,

M46, M47, M48 және M62 түрлері). Егер сіз осы бөлімді бітірсеңіз, онда іске сәт.

Үдерісті еке есеге арттыру: карбид

Беріктігі, қаттылығы және төзу төзімділігіне бола ол ТКБ-қа қарағанда төрт есе (немесе одан да көп) айналымда жұмыс істейтін кесетін құралдарға арналған материалдардың ішіндегі ең көп пайдаланылатыны болып табылады. Өзінің ең берік болмауына қарамастан, осы атау әділдігінде алмасқа, кубтық бор нитритіне (КБН (СНВ)) және кейбір керамикалық қорытпаларға тиесілі, ол индекстелетін кесу пластиналары, қатты қорытпалы бүйірлік фреза мен бұрғылар, тіс кескіш бұрамдық жонғыш, баспақалыптың құрал-саймандары және т.б. үшін артықшылықты материал ететін, кесетін өндірімділік пен құнның арасындағы үздік тепе-теңдікті береді.

Полиэтиленгликольмен танысу

Алайда мұнымен карбид туралы айтылып біткен жоқ (әдеттегідей емес пе?). Осы бөлімнің басында мен вольфрам туралы және оның, өзіңіз де түсініп тұрғандай... «вольфрам карбиді» деп аталатын химиялық қоспаны алу үшін көміртектен қалай қосылуды ұнататыны туралы жазған болатынмын. Бірақ вольфрам карбиді қосындылау элементінсіз жарамсыз болып қалады. Кесетін құралдар әлемінде ол кобальт болып табылады. Карбид өндірісі терең техникалық үдеріс және әрбір жеткізушінің өзіндік құпия қоспасы бар, алайда карбидті кесетін құралдар өндіру үшін жасалатын қадамдардың шамасы келесі:

1. Вольфрам карбиді ұнтағының кобальт ұнтағының бір бөлігімен араластырылған жеті бөлігін шарықты диірмен деп аталатын білдекке салыңыз.
2. Түрлі механикалық қасиеттерді, солардың бірі – «шұңқыр пайда болуына» төзімділікті жақсарту үшін аздаған титан карбидін (TiC) және/немесе тантал карбидін (TaC) қосыңыз.
3. Бірнеше сағаттан соң диірмендегі пайда болған қоспаны алып шығыңыз және азоттың көмегімен кептіріңіз, содан соң лубриканттар мен іш жүргізетін дәріктер өндірісінде қолданылатын химиялық қосынды болып табылатын ПЭГ (PEG) немесе полиэтиленгликольдің шамалы көлемімен араластырыңыз. ПЭГ келесі қадамның кезінде желімнің қызметін атқарады: қысыммен сығымдау.
4. Осы «жезтырнақтың сұйық асын» мұз түйірлеріне арналған шағын науалар секілді бірнеше баспақалыптарға құйыңыз, бірнеше тонналық басқымен басыңыз және алынған қалыптарды жайпақ табаға төгіңіз.
5. Ваккумдық пеште аз уақыт болған соң осы карбид тәтті тоқаштары 1495°C-қа дейін (кобальттың балқу нүктесі) барады, осы орайда бір сиқырлы нәрсе орын алады: бір сәтте барлық қалып бастапқы көлемінен 60 пайызға отырады.

Сондықтан қатты қорытпалы кесетін құралдар цементтелген карбидтен жасалған кескіштер деп жиі аталады, себебі қоспа қосындылау элементі кобальтпен цементтеліп қалғандай болады. Салынған қосымшаларды, қалыптарды және дайындамаларды пештен алып шыққан соң олар білдекте өңдеу үшін, ал содан соң механикалық өңдеу мақсаттарында бүкіл дүние жүзінде қолдану үшін дайын болады.

Ұсақ түйіршіктік ғажайыптары

Алудың қарапайым химиялық үдерісіне қарамастан цементтелген карбидтің (көбіне карбид ретінде айтылатын) құбылғыға ұқсас қасиеті бар. Байланыстырушы кобальттың және вольфрамның қатынастарын өзгерту немесе вольфрам бөлшектерінің көлемін реттеу арқылы металлургия оған бірқатар қасиеттер теле алады. Мысалы, кобальттың жоғары құрамы бар карбидтің соққыға көбірек төзімді қасиеті бар, бірақ тезірек тозады. Одан да ірілеу түйірлерді пайдалану ұқсас нәтиже береді. Екінші жағынан, микро және нанотүйіршікті деп аталатын карбидтер қатты және тозуға төзімді, бірақ соққыға азырақ төзімді. Әдеттегідей түйіршіктер неғұрлым кішірек болса, соғұрлым карбидтің осындай түрі өңдеуге келеді (бәлкім,

ауыр қаралтым өңдеуден басқасы). Бұрынырақ айтылып кеткендей, TiC және TaC секілді қосындылар карбидтің сипаттамаларына айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

Керамика: техникалық ерекшеліктері

Сіздің үйіңізде керамикадан жасалған бұйымдар толып жатқан сияқты. Жуыну кабинкасы, жұқа фарфордан жасалынған әжеңіздің сервизи, шойын ыдыстың жабыны – осылардың барлығы керамиканы қолдану мысалдары болып табылады, көзді жалықтырғандардан (өткен аптаның демалысында сатылымнан алынған фарфор құмыра) бастап, жоғары технологиялық (кремний пластиналары мен асқан өткізгіштер) материалдарға дейін. Кесетін құралдарда да керамиканың алатын орны зор, себебі ол қатты қорытпалы кескішті майға арналған пышақ секілді өтпейтіндей ететін бірқатар материалдарды өңдеу үшін қолайлы. Ұшақ жасауда кеңінен қолданылатын талшықпен құрсауланған полимер (көміртекті пластик) осының бір мысалы болып табылады. Басқа мысалдар – газ турбиналары мен АЭС-да жиі кездесетін «Inconel» және «Hastelloy» секілді термиялық төзімді ыстыққа төзімді қорытпалар болып табылады.

Кесетін құралдарға арналған басқа да материалдардың түрлерімен бірге өзге де түрлі көптеген керамикалық қорытпа бар, бірақ олардың басым бөлігі алюминий оксидінің немесе кремний нитридының негізінде дайындалады. Көбі титан карбидімен күшейтілген немесе қосымша беріктік үшін (керамика табиғатында өте осал) кремний карбидінің «жіп тәріздес кристалдарын» пайдаланады. Жоғарыда келтірілген тәсілдерге қосымша керамика шойыннан жасалған бұйымдарды, сондай-ақ шыңдалған болатты өңдеу үшін кеңінен пайдаланылады. Барлық керамикалық қорытпалар термиялық төзімді, карбидке қарағанда өңдеудің жоғары айналымына төтеп бере алады, үнемі дерлік құрғақтай жұмыс істейді (майлағыш-суытқыш сұйықтықсыз қолданылады). Қолданыстың нақты бір салалары үшін керамика тамаша таңдау болып табылады.

Жабындау жұмбақтары

Жаңа қысқартуларға дайынсыз ба? Кесетін құрал өндірушілер TiC (титан карбиді), TiN (титан нитриті), TiCN (титан карбонитриті), TiAlN (титан-алюминий нитриті) және CrN (мырыш нитриті) секілді жабындарды цементтелген карбид жасау, ТКБ және кейбір керамикадан жасалған кесетін құралдарды мәңгілік әрі жоғарылау айналымдарда жұмыс істеуге жарамдығы үшін пайдаланады.

Қорытпалардың одан да көп түрлері бар және күн сайын әйтеуір бір ғалым ірі өндірушілердің (аса ірі емес өндірушілердің де) біріне құпия жұмыс істей отырып, қорытпаның кезекті тәсілін ойлап тауып отырған секілді болып көрінеді. Өндірушісіне қарамастан барлық жабындар аса жұқа, көбіне қалыңдығы бір микроннан артық болмайды (шамамен адам шашының 1/100) және ажарлаудың соңғы үдерісінен кейін жағылады.

Адамды алмастыратын бірқатар атауларды қалдырып кетсек, жабынды жағудың басты екі түрі ғана бар: химиялық қосфазалы тұндыру (ХҚФТ) және физикалық қос фазалы тұндыру (ФҚФТ). ХҚФТ көнелеу тәсіл болып табылады және екінші түрге қарағанда қалыңырақ, бірақ аса қалың емес. ФҚФТ анағұрлым үшкірленген ұштарымен ерекшеленеді, бірақ ол да тым үшкір емес. Одан сайын шатастыра түсу үшін кесетін құралдарды өндірушілер бірнеше жабын артықшылықтарын пайдалану үшін «мультифазалық» жабындарды қолданады.

ИНЖЕНЕР-БІЛДЕКШІНІҢ ЖАН ДОСЫ

Кесетін құрал үшін қандай материал қаттырақ: керамика ма әлде карбид пе? Шын мәнінде, олар екеу:

Поликристалды материал (ПКА (поликристалды алмас)): табиғи алмас – неке сақинасын көріктендіріп тұрған тас, алюминийді, мысты және композитті кесудің үздік құралы болып табылады. Дегенмен өндірістік алмастардың көбі, шын мәнінде, жасанды және өзінің жылтырақ ағайынына қарағанда анағұрлым арзан поликристалды

материалдан немесе ПКА-дан жасалған. Егер сізге құрамында кремний бар құйылған алюминийден мыңдаған бөлшектер жасау қажет болса, үнемдеу қажет емес: ПКА-сымен кескіштерді алыңыз.

Поликристалды кубтық бор нитриті (ПКБН): аздаған бор мен нитридті араластырыңыз, барынша қыздыру мен қысымға ұшыратыңыз (алмасты өндіруге ұқсас жағдай), сонда сіз поликристалды КБН аласыз. Техникалық тұрғыдан ол керамика ретінде жіктеледі, ПКБН-дан жасалған кесетін құралдар шыңдалған әйнекті оңай кесе алады, ПКА-дан кем түспестен қажақты алюминийді кесу мүмкіндігіне ие және көбіне қайта ажарлау қажеттілігін болдырмау үшін қолданылады.

ШЕКТЕН АСУ: МЕТАЛЛОКЕРАМИКА

Атауынан-ақ өзіңіз түсінгендей, металқыш (металл керамика) керамика мен металдың қосындысы болып табылады. Екінші Дүниежүзілік соғыстан кейін реактивті қозғалтқыштарда пайдалану үшін алынған (шын мәнінде, іске қосылмаған қолданыс) металқыш содан бері дамып, кесетін құралдарға арналған сыйлы материалға айналды. Түрлі өндірушілер металқышты тот баспайтын және төмен көміртекті болатты таза өңдеуге арналған тозуға төзімді материал ретінде сипаттайды, ал осы тұста басқалары металқыш жартылай таза өңдеу үшін және құйылатын шойынды, аспаптық болатты әрі тіпті алюминийді де қоса алғанда материалдардың кең қатарын үзікті кесу үшін жарамды деп айтуы мүмкін. Металқышпен жабындау суытқыш-майлағышты өшіру секілді ұсынылады, себебі металқыш термиялық соққыларға бейім емес.

Домалақ кескіштер: айналу кезінде индекстеу

Кесетін құралдарды индекстеудің ең қарапайым тәсілі – оларды дайындамаға қатысты орнын ауыстыру: кейбір құралдар айналады, ал кейбірі тұрақты. Көбіне бұл құралдар қолданылатын білдектерге қатысты болып келеді. Жалпы алғанда, оймакілтекті жонғыштар секілді айналатын кесетін құралдар фрезерлеу ретінде танымал өңдеумен байланысты. Осы жағдайда құрал дайындама оны бойлай орнын ауыстырғанда айналады, осылайша кескіш жүріп өткен кезінде бір қабатты алып тастайды. Егеу кезінде барлығы дәл солай. керісінше, құрал тұрақты, ал дайындама оның айналасында айналады.

Тым күрделі ме? Сіз консерві пышағын жоғалтып алдым деп елестетіңіз, ал сорпасы бар консервінің түбінде саңылау жасау қажет. Егер сіз жеткілікті деңгейде епті болсаңыз, гараждан бұрғыны және аккумулятор бұрғысын алып, патрондағы бұрғыны тартып, содан соң дәмді тауық кеспесін ішіп рахаттанасыз. Тауып көріңізші? Сіз қазір ғана айналмалы құралмен өңдеуді жүзеге асырдыңыз.

Дегенмен үлкен аккумулятор бұрғысы болған жағдайда, сол құтыдағы саңылауды оны патронда қысу арқылы жасауға болады (сізде мықты автоматты құрал болған жағдайда ғана), бұрғыны верстакқа бекітіңіз және айналып жатқан құтыны тұрақты бұрғыға жақындатып беріңіз. Бұл, достарым, егеудің мәні болып табылады, әдеттегідей ол үшін тұрақты құралдар пайдаланылады (олар кейбір түкке алғысыз каталогтарда айналмалы құралдар бөлімінде келтірілген болса да).

101 саңылауларды бұрғылау

Саңылауларды бұрғылау металл өңдеудің кеңінен таралған тәсілдерінің бірі болып табылады. Ол фрезалар мен жону білдектерінде, сондай-ақ бұрғылау білдектерінде, электржелілену білдектерінде, лазерлік кесу аппараттарында және баспақалыптада орындалады. Алғашқы үш білдекте кем дегенде саңылауларды тесу үшін бұрғылау бұрғысы (бұдан әрі – бұрғы), сондай-ақ осы бөлімде қарастырылған бірқатар басқа да құралдар қолданылады.



ЕСТЕ
САҚТАҢЫЗ

Көптеген сарапшылар бұрғыны айналатын құралдардың қатарына жатқызады. Олардікі дұрыс, әрине, алайда бұрғылар тұрақты болып, дайындама соның айналасында айналатын жону білдектерінде де маңызды. Не десек те, бұрғылар барлық пішіндер мен көлемдерде қолжетімді, ал саңылауларды бұрғылау күрделі (алайда үнемі оңай бола бермейді) механикалық өңдеу үдерісін бермейді.

Барлығы да бұрғылар туралы

Бұрғылар туралы айтайық. Олар аздап ұқсайды, бірақ ұшы доғалдау (әдетте 118° ден 140° дейінгі бұрышымен) және өшіргішсіз (5-15-суретті қараңыз). Бұрғылардың көбінде бұрғының үстіңгі жағындағы ұзын шиыршықты жырашықтары – екі «астаушасы» болады және шаштараздың маңдайша жазуындағыдай шиыршықты ақ-қызыл түсті жолақтарға ұқсайды, алайда көптеген көп қырлы кескіш пластиналары бар бұрғылардың тік жырашықтары бар, неліктен олай деп сұрамаңыз (асықпаңыз: осы түрдегі бұрғылардың сипаттамасы бұдан әрі «Өнімділік туралы» тарауда келтіріледі). Кейбір бұрғылардың үш жырашықтары бар және «ұңғылау» немесе бұрын тесілген саңылауды бұрғылау мүмкіндіктеріне бола оларды жиі бағаналы бұрғы немесе қуыс бұрғылар деп атайды.

Көптеген бұрғылар қашаумен жабдықталған (көп қырлы кескіш пластиналары бар бұрғыларды қоспағанда) ол дайындамамен түйсудің басты нүктесі болғандықтан, ол бұрғының ауып кетпеуі үшін жауапты. Сондай-ақ әрбір жырашықтың жанында бұрғының арқабеті немесе бұрғының «таспашасы» бар, олар жиікті нығайтады және бұрғыны бағыттауға көмектеседі. Ақыр аяғында, барлық бұрғылардың шағын қайырмалы конустылығы бар, бұл олардың сағағында емес (бұрғыны ұстау үшін пайдаланылатын бөлім), жұмыс бөлігінде үлкендеу екенін білдіреді. Бұл қызып кетуді тежей отырып, бұрғы мен дайындаманың арасындағы үйкелісті болдырмайды.

5-1-кесте. Жалпы қолдануға арналған TiN жабындалған ТКБ-дан жасалған әмбебап бұрғылар



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Егер ТКБ-дан немесе кобальттан жасалған бұрғыны қолданатын болсаңыз және тік саңылауды бұрғылап тескіңіз келсе (әрине, тескіңіз келеді), орталық бұрғы деп аталатын қысқа құралдан бастаған жөн. Орталық бұрғының бастиегінің қиғаштығы әдетте 90° немесе 120° және дайындаманың бетіндегі терең емес ойықты бұрғылау үшін қолданылады, ол ұзын бұрғыларды бағыттауды және саңылауды бұрғылау кезінде «бұрғының ауып кетпеуін» қамтамасыз етеді.

Бұрғы өндірушілер үнемі өз өнімдерін жақсартып отырады және бұйымдардағы саңылауларды жасау тәсілдерін ойлап табады, әсіресе саңылауларды жоғары өнімділікпен тесу қажет болатын тұстарда (көбіне қатты қорытпалы бұрғылар, сондай-ақ карбид ұштығы бар бұрғылар). Соның арқасында бұрғылардың алуан түрлері, пішіндері мен көлемдері бар, олардың көбі басынан саңылауды бұрғылап тесудің арнайы тәсілдеріне арналған. Төменде бірнеше жиі кездесетін бұрғылар келтірілген:

- » **Ұшы ұзартылған бұрғы:** құрылыс дүкеніндегі құрал-саймандар бөліміне барыңыз. Ол жерден кездестіретін бұрғылардың көбі ең көп қолданылатын түрі болып табылуы мүмкін «ұшы ұзартылған бұрғы» деп аталады. Бұрғыны өндіруші мен бұрғының көлеміне байланысты: ұшы ұзартылған бұрғылардың ұзындығы оның диаметрінен шамамен 9-14 есе көп әрі олар жақсы әмбебап бұрғылар болып табылады. Дегенмен олар тиімділігі жоғары өңдеу үшін ең жақсы таңдау болып табылмайды.
- » **Шыбықты жону автоматы:** әдетте шағын кеңістіктерде шыбықты жону автоматтарында жұмыс істеуге арналған бұл бұрғылар ұшы ұзартылған бұрғыларға қарағанда едәуір қысқа. Бұл, әрине, оларды қатты етеді және ұшы ұзартылған бұрғыларға қарағанда көбіне алдын ала жасалған саңылаусыз және берілістің жоғары жылдамдықтарында бұрғылауға арналған.
- » **Конустық бұрғы:** тереңірек саңылау қажет пе? Конустық бұрғы өз атауын «конустық ұшы бар» ұқсас бұрғыдан алған, ол құралды бекіту үшін кәділгі патронды емес, конустық жалғастырғыш тетікті қолданады және негізінен шыбықты жону автоматтары мен ірі тасымалды жабдықтарды қолданылады. Олардың екеуі де бұрғы диаметрінен 8-30 ұзындықта қолжетімді.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Көптеген бұрғылар ANSI (стандартты (Америкалық бірліктер жүйесі бойынша өлшем бірліктерін белгілеу)) және ISO (метрикалық) кестелеріне сәйкес өлшемдермен қолжетімді. ANSI стандарты бойынша олар #80-нен (0,0135 дюймнан) #1 (0,228 дюймға) дейін, келесі А-дан Z-ке дейінгі сандық белгілермен (0,234-тен 0.413 дюймға дейін) және 1/64-тен 1 дюймға дейінгі бөлшектік белгілермен таңбаланады. Метрикалық жүйеде біршама қарапайымдау бұрғылардың көлемі 0,35-тен 25 мм-ге дейін 0,05-мм-ге ұлғайтылуы мүмкін. Бұл жүйе аздап шатысыңқы, сондықтан анағұрлым жиі кездестінін бұрғылардың өлшемдері бойынша қысқаша нұсқаулық алу үшін сатушыдан «бұрғылардың сәйкестік кестесін» сұраңыз.

Қолайлы бұрғыны қалай таңдауға болады?

Механикалық өңдеу саласындағы бұрғылардың атқаратын аңызды рөліне қарамастан, олар тым көп, сәйкесінші оларды осы бөлімде толық сипаттау мүмкін емес. Дегенмен сізге қолайлы бұрғыны таңдап алуға көмектесу үшін бұрғыны таңдау кезінде бірнеше маңызды тармаққа көңіл бөлген жөн:

» **Жабындалуы:** әдетте бұрғылардың екі түрі болады – жылтырақ (жабынсыз) немесе оксидпен не титан нитритімен жабындалған қара түстісі. Кейбір өндірушілер қосымша жабындауды ұсынады, оның ішінде TiAlN, ZrN, AlTiN және т.б. қолайлысын таңдау үшін каталогтан немесе веб-сайттан өндірушіні тексеріңіз.

» **Ұзындығы:** осы бөлімде бұрынғырақ айтылып кеткендей, ұшы ұзындалған, конустық бұрғылар, шыбықты жону автоматтары ұзындығы бойынша ең көп таралғандар болып табылады, алайда басқалары да бар, оның ішінде ұшақтарға арналған ұзартылған бұрғы мен аса ұзындар, қысқалар және т.б. Есіңізде болсын, ең бастысы, сіздің қолданыс салаңыз үшін ең қысқа бұрғыны пайдалануыңыз қажет.

» **Сағақ түрі:** көптеген бұрғылардың сағақтары сәл ғана кішірек домалақ болып келеді, бірақ шын мәнінде бұрғының өз диаметрінің көлеміндей болады. Бұрғылардағы 1/2 дюймға ірілеу өлшемдегі сағақ кейде қармап алудың шектеулі диапазонына байланысты, бұрғының қысқыш патронында пайдалану үшін диаметрі 1/2 немесе 3/8 дюймға дейін кішірейтіледі (оларды «Silver» және «Deming» бұрғылар деп те атайды). Мұндай бұрғыларды аса қажетті жағдайларда қолдануға болады, бірақ есіңізде болсын, одан да жақсырақ құралдар бар.

» **Кесу жиегі мен айналу білігінің арасындағы бұрыш:** бірнеше ондаған жыл бойы 118° бұрыш әмбебап жұмыстар үшін алтын стандарт болған, ал 135° бұрыш қаттырақ материалдар үшін пайдаланылған. Дегенмен өндірушілердің көпшілігі бұрышты 140°-қа дейін арттырып,

бұрғыны өз қалаулары бойынша шығара бастады. Олар тым қатты материалдар үшін аса тиімдіі.

» **Жырашық түрлері:** кейбір бұрғыларда тік шиыршықты жырашықтар бар, ал басқаларында олар еңіс немесе оларда жырашықтар мүлдем жоқ. Әрбір түрі жоңқаларды барынша тиімді тәсілмен алып тастауға арналған, бірақ әдеттегідей тік шиыршықты жырашықтар жұмсақ материалдарға арналған, мысалы, алюминийге, еңістері шыңдалған болат пен суперқорытпаларға арналған.

» **Ұштық түрлері:** бұрын білдекші-операторлар бұрғылау кезіндегі қысымды азайта отырпып, ажарлау шарығын бұрғының ұштығын «бөлу» үшін жиі қолданған. Қазіргі кезде өндірушілер осындай тәсілді 135° ұштығы бар бұрғыларда әдепкі қалпы бойынша жиі ұсынады.



ЕСКЕРТУ

Атауының нені меңзейтініне қарамастан, орталық бұрғыларды (қосындыланған бұрғы немесе конустық үңгі ретінде де танымал) дайындамадағы алдын ала саңылауды жасау үшін пайдалануға болмайды. Бұл біліктің ұшындағы немесе басқа ұзын бөлшектің ұшындағы конустық пішінді беру үшін, дайындаманы сүйемелдеу үшін артқы басшаны немесе ажарлау білдегін (осыдан атауын алған) қабылдайтын арнайы құралдар болып табылады. Олардың маңызды функциясына қарамастан орталық бұрғылар бұйымды ақауы барға айналдырып, бастығыңызды наразы қылатындай, өте осал болып келеді және оңай сынады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Бұрын білдекшілердің көбі үстел үстілік ажарлауды оларды мұқият икемдей отырып, бұрғыларды қолмен егейтін. Кейбір тәжірибелі білдекшілер осының шебері болатын, ал қалғандары үшін жетістікке қол жеткізу кездейсоқтық болып табылатын... Бұрғыны қолмен егеген ардагерлердің барлығы зейнетке шығып, Флоридаға кетіп қалды, сондықтан пайдаланылған бұрғыларды егеуді осы саланың мамандарына сеніп тапсырған жөн. Бұрғыларды құралдарды егеумен айналысатын цехқа немесе қайтадан өндірушіге жөнелтіңіз, әсіресе сіз жаңадан шыққан жоғары өнімді бұрғыларды (немесе бүйірлік фрезаларды) пайдаланатын болсаңыз.

НАҚТЫРАҚ

Бәлкім, сіз өз зеңбірегіңізді немесе пневматикалық қаруға арналған өзіндік діңгекті жасау керемет болар еді деп шешкен боларсыз. Ол үшін сізге өте терең және өте тік саңылауларды бұрғылау тәсілі қажет. Бір жақсысы, піспекті бұрғылар ең қолайлысы болып табылады. Осы арнайы бұрғылау білдегі дайындаманың беткі жағының жанында орналасқан, ұзын, еңіс бұрғының ұшын демейтін дәл төлкелер жиынтығын пайдаланады. Дайындама мен бұрғы бір-біріне қатысты қарсы айналады, ал осы аралықта орталық саңылауға май беріліп, осылайша саңылаудағы жоңқалар шайылып кетеді. Терең бұрғылаудың басқа тәсілдері құралды суыту жүйесі және жоңқаны сүмбі ішіндегі саңылау арқылы алып тастауды (STS) қамтиды, ол майлағыш-суытқыш сұйықтықты бұрғының сыртқы бетінің бойымен және орталық саңылау арқылы кері береді. Құралды суыту және сүмбі мен ішкі түтікше арқылы жоңқаларды алып тастау жүйесі немесе электронды жүйе тура соған ұқсас жұмыс істейді, бірақ жоңқаны алып тастауға және суытқыш майлағышқа арналған түтікшенің ішіндегі түтікшені береді. Олардың бәрінің дәлдікпен жұмыс істейді және түрлі мақсаттарға арналған ұшақ шассиінің тіреуішінен бастап пластмасса бұйымдар, атыс қаруы, медициналық құрауыштар, бу турбиналары және т.б. үшін пресс-қалыптарға МСС беруге арналған саңылауларға дейін түрлі диаметрдегі терең саңылауларды бұрғылап тесе алады.

Өнімділік туралы

Назар аударыңыз: көптеген механикалық өңдеу цехтары саңылауларды бұрғылап тесу бойынша операцияларды мүмкіндігінше тез және азырақ шығынмен жүргізуге ұмтылады. Бұл көбіне қатты қорытпалы бұрғыларды қолдануды білдіреді, бірақ олардың құны олардың өнімділігімен бірдей және цехтың қаражат қоры үшін жауапты тұлға мұндай бағаға келіспеуі мүмкін. Алайда қобалжудың қажеті жоқ, кесетін құралдардың өндірушілері бірнеше шебер баламаларын ұсынуға асығады:

» **Алынбалы немесе ауыстырмалы бұрғылар:** осы бұрғылар үшін болат ұштыққа бекітілетін тұтас қатты қорытпалы кескіш қолданылады. Ол саңылауларды сапалы бұрғылауды және құны қымбат емес (қымбат емес дерлік) тұтас қатты қорытпалы бұйымның өнімділігін береді. Өтпей қалған кезде бұрғыны қайрауға жөнелтіп, қайтадан пайдалануға болады.

» **Көп қырлы кесетін пластиналары бар бұрғылар:** осы бұрғылар үшін бұрғы тәріздес болат корпусының ұшына бұралатын екі, төрт немесе алты цементтелген қатты қорытпалы пластина қолданылады. Өндірушілерді ренжітпестен айтарымыз, осы өнімдер аса дәл емес және қатты қорытпалы баламаларына қарағанда беткі қабатты өңдеудің төмен сапасын береді. Дегенмен олар саңылауларды тез және арзанырақ бұрғылап тесу үшін әлі де болса жақсы.

Айта кетерлік жайт, осы өнімдер (сондай-ақ басқа да көптеген кесетін құралдар) МСС берілуін құрал арқылы беруге мүмкіндік туғызады. Жоғары қысыммен айдау жүйесімен бірге қолданғанда бұрғының өнімділігі мен құралдың жарамдылық мерзімі айтарлықтай арта түседі. Осы туралы нақтырақ 9-тарауда қарастырылады.

Саңылауларға да көмек қажет

Әркім қажетті өлшемге дейін саңылауды және таза өңдеуді бір жүріп өткенде жасағысы келеді, дегенмен көбіне қосымша таза өңдеу қажет болады. Мыңдаған дюймнан кемірек диаметрлік шақтама кезінде үнемі таза өңдеу қажет болады, бұл тегіс әрлеуді қажет ететін саңылаулардың барлығы үшін дерлік шындық.

Саңылауларды кеңейту

Саңылау кеңейткіштер саңылауларды әрлеуге арналған көп жырашықты кесетін құралдар болып табылады. Сіз осыған ұқсас құралды лимонның шырынын сыққан кезде ас үйіңізде қолданатын сияқтысыз. Шырын сыққышқа қарағанда цехтың жұмысына жарамды кеңейткішке қосымша саңылау қажет болады, себебі ол материалдың біршама шағын қабатын алып тастай алады. Ең көп тараған түрі – патрондық салым, алайда қол салымы, жырашықтарды кесуге арналған салым, білдек салымдары және басқалары да бар. Әсіресе, құрал өтпей қалған соң саңылаудың өлшемін ретке келтіру үшін оператордың кішкентай бұраманы бұрауына мүмкіндік туғызатын реттелетін салымдар қолданылады. Салым кезінде жоңқаларды алып тастау қиынға соғуы мүмкін, сондықтан өндірушілер сол және оң жақты кесетін бұрамалық салымдарды ұсынады. Оң жақты кесетін салымдар жоңқаны саңылаудың алдына итеріп тастайды, сондықтан олар өтпелі саңылаулар үшін қолданылуы тиіс. Оң жақты кесетін салымдар жоңқаны саңылаудан итеріп шығарады, осылайша олар бітеу (өтпелі емес) саңылаулар үшін қолайлы.

Жаймалау

Механикалық өңдеуден өткен беткі қабаттарға мұқият зер салыңыз, сонда сіз титтей тау бөктерлеріне ұқсас толқын тәрізділікті көресіз. Жаймалау осы толқындарды алып тастайды, толық тегістелуге жеткізеді. Ең қарапайым тәсіл – шыңдалған болаттан жасалған немесе дайындама саңылауының диаметріне қарағанда сәл үлкендеу болатын қатты қорытпадан жасалған шарды итеріп шығарып жіберу (бұл операцияны бітеу саңылаулармен жасап көруге

тырыспаңыз, шарды шығара алмай қаласыз). Осы тәсіл шармен, ал кейде бытырамен ажарлау деп аталады және дәл әрі тегіс саңылауларды алу үшін үздік тәсіл болып табылады.

Тағы бір тәсіл – шығыршықпен жаймалау, олар әдетте ретке келтірілетін құрал түрінде келеді. Олар металл торда жүзіп жүрген ұзын, жұқа инелі мойынтіректерге ұқсас. Осы бөлшектер топтамасы кішірек саңылауға киліктіріледі (мол майлағышпен), осылайша сол баяғы аздаған толқын тәрізділікті алып тастайды және тегістейді. Жаймалау туралы бір маңызды ескерту: жаймалау бір жүзді кесетін құралмен бұрап тесілген саңылауларда жақсырақ жүреді (толығырақ «Бұрынғыдай іш пыстырарлық емес» тарауында осы бөлімнің соңына таман).



ТЕХНИКАЛЫ
Қ АҚПАРАТ

Саңылаулардың кедір-бұдыр беткі қабаттарын тегістеудің көптеген тәсілдері бар. Ол жанғыштау, үйкелеу, ішкі ажарлау және, сөзсіз, бұрғылаудан тұрады. Алғашқа үшеуі қажқты үдерістер болып табылады, кейбір кездері осы кітапта толығымен сипатталмайды (олардың барлығы да өңдеуге жататынына қарамастан), алайда көптеген жасанды саңылаулардың басым көпшілігі осы баламалы тәсілдердің бірімен жасалып бітетінін есте ұстаған жөн.

Бұрама кескіштер есікті қағып тұр

Бұрғылау мен кеңейтуден басқа көбіне бұранданы немесе бұраманы саңылауларға бекіту үшін соншалықты бірегей тәсіл болып табылмайтын делік саңылауларға бұрама ойылады. Шын мәнінде, саңылауға бұраманы ою бұранда бұраушыны бұрап қатайтуға ұқсайды, тек осы жағдайда бұранда бұраушының тістері түйіндес бұранданы оятындай өткір болып келеді (5-2-суретті қараңыз). Осы сиқырлы құралдар бұранда бұраушы таңбалаушылар деп аталады және олардың негізгі екі түрі бар: ішкі бұранданы оюға арналған таңбалаушылар және бұранда кескіштер (немесе өткізгіштер).

5-2-сурет: Таңбалаушыны пайдалану бұранда кесудің кәдімгі тәсілдерінің бірі болып табылады. «Sandvik Coromant» ұсынған



Бір жақсысы, осы екі түрінің арасындағы айырмашылықты еске сақтау оңай: кесетін таңбалаушылар кеседі, ал бұрама кескіштер илейді. Міне, бар-жоғы – осы. Ал «илеу» дегеніміз нені білдіреді? Илеу де қалыпқа келтіруге ұқсас, кәдімгі металл өңдеу үдерісі болып табылады (сондықтан оларды жоңқасыз бұрама кескіш немесе өткізгіш деп атайды).

Бұл қалай жұмыс істейді? Ермексаздың бір бөлігін алып, бұранданың немесе бұраманың айналасына жағыңыз. Бұранданың үстінде силикон полимердің оралып қалғанын, осылайша соның айна-қатесіз сурет қалдырғанын көріп тұрсыз ба? Металлургиялық термин ретінде «тұтқырлық» деп аталатын осы ерекшелік автокөліктердің бамперлерінен бастап, құмыралар мен кәстрөлдер жасауға дейін пайдаланылады.

Таңбалаушыларды қолдану оңай. Олар бұранданы қандай болмасын жолында кездескен материалды жай ғана алып тастау арқылы кеседі. Қалай дегенмен, таңбалаушылар екі түрде әзірленеді: орташа таңбалаушы және таза өңдеуші, олардың айырмашылығы – біріншісі бұраманы саңылаудың түбіне дейін кеспейді. Мұнымен қоса орташа таңбалаушылар таза өңдеушіге қарағанда анағұрлым мұқият кеседі (пішіндейді), сәйкесінше бөлшектің техникалық спецификациясында артықшылықты нұсқа болып табылады. Төменде қосымша ақпарат беріледі:

- » **Мүмкіндігінше бұрамалы жырашықтары бар таңбалаушыны қолдану ұсынылады, әсіресе тот баспайтын болат секілді тұтқыр материалдармен.** Бұрамалы жырашықтар жоңқаны саңылаудан итеріп шығаруға көмектеседі, бұл жоңқаны алып тастауда үлкен жәрдем.
- » **Таңбалаушылар түрлі Н шектерімен шығарылады, мысалы: Н1, Н2 және т.б. Н7-ге дейін.** Әрқайсысы келесісіне қарағанда тура 0,005 дюймға кішірек. Егер үлкен бұранда кесу қажет болатын болса, онда үнемі Н үлкен саны бар таңбалаушыны қолдануға тырысыңыз (немесе кішірегін, егер қысқыштың көлемі кішкентай болса; ондай-ондай болады).
- » **Таңбалаушыларға «құбылмалы» патронның арнайы түрі қажет болады.** Яғни егер сіздің білдегіңіз мен бағдарламалау бөлімінде сипаттап кеткен бұранданы қатқыл кесуге арналған жабдықпен немесе өзіндік реверсивтік бұранда кескіш бастиектің (ол туралы мен құрал-саймандар туралы бөлімде айтып кеткенмін) арнайы түрімен жабдықталмаған болса. Құбылмалы патрондар, шын мәнінде, жүзіп жүрмейді, білдеу сүмбісіне саңылау түбіндегі бағытты өзгерту үшін қажетті уақытты береді, осылайша таңбалаушыны дайындамадан алып шығуға мүмкіндік туғызады. Осындай патронсыз сіздің таңбалаушыңыз сынып қалады.
- » **Илейтін таңбалаушылар материалды алмастыратын болғандықтан, бұранданың «ішкі диаметріне» тура сәйкес келетін кесетін таңбалаушыларға арналған саңылаулармен салыстырғанда оларға өлшемі үлкенірек алдын ала жасалған саңылау қажет болады.** Саңылаудың дұрыс өлшемі үшін таңбалаушыларды өндірушілермен немесе *білдекті пайдалану бойынша нұсқаулықпен* тексеріп алыңыз.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Бұрандалы саңылаулар «шектік калибрлер» деп аталатын құралдармен өлшенеді. Осы калибрлер саптамаға бекітілген екі жылтырақ бұрандаға ұқсайды. Сіз өтпелі калибрдің саңылауға бекітілуі, ал өтпелі еместің бекітілмеуі тиіс екендігін түсінген боларсыз. Егер бір мәселе туындай қалса, онда басқа таңбалаушыны пайдаланып көріңіз немесе үйіңізге ертерек қайтыңыз.

Фрезерлік кескіш

Көптеген адамдар «ұнтақтау» деген терминді естіген кезде әңгіме бидайдан ұн тарту, шоудан кейін топырлау туралы немесе біреу күшік фабрикасынан (еск. Ағылшын тілінен «purry mill» – күшік фабрикасы, «Mill» – ұн тарту) келесі жақын досын сатып алмақшы болып жатыр деп ойлайды. Алайда қандай да бір себеппен, басы бар бір инженер-механик осы металл өңдеудің маңызды технологиясын тура сол атаумен атаған дұрыс деп шешкен. Қаншалықты өкінішті болғанымен, енді оны өзгерте алмаймыз, себебі адамдар алғашқы фрезер білдегін ойлап тапқалы бері (кейбіреулер оны мақта тазалағыш машинаны ойлап табуымен танымал болған өнертапқыш Эли Уитни жасаған дейді) 200 жылға жуық уақыт бойы осы үдерісті «ұнтақтау» (немесе фрезерлеу) деп атап келеді.

Нәтижесінде, фрезер білдектері жону білдектерінің альтер-эгосы болып табылады, қол фрезасынан және егеу білдектерінен көлденең әрі тік кескіндемеде берілген көпмақсатты СББ білдектеріне эволюцияланған. Заманауи басқару мүмкіндіктерінің арқасында қазіргі кезде бес білікті көп мақсатты біліктер бар, олар өңдеу әлемін біржола өзгертуге уәде беріп, фрезерлеу цехының жаңа элементі болды.

Оларды кім ойлап тапқанына қарамастан, барлық фрезер білдектеріне сіз тура қазір

білетіннен басқа, әдеттен тыс пішінді, бірақ маңыздылығы кем емес бір тісті, сегменттік кілтектердің науашаларын, кілтектік, бұжыртабан кескіш және Т-тәрізді тіс кесетін әрі бұрамдықты фрезаларды қамтитын фрезалар қажет.

Олардың ішіндегі бастысы саусақты жонғыштар болып табылады. Төртбұрышты кесу жиегі бар саусақты жонғыштар, саусақты сфералық жонғыштар, конустарды өңдеуге арналған саусақты жонғыштар және жұмырланған саусақты жонғыштар, саусақты сыдырғыш фрезалар және бұрышты беткі қабаттарды өңдеуге арналған саусақты жонғыштар – бұл тізім ұзын және бір жақты әрі екі жақты саусақты фрезалардың болуының арқасында, сондай-ақ ТКБ-дан, кобальттан және нығыздалған ұнтақ тәріздес металдан немесе СРМ (тигельден жасалған ұнтақ болат) жасалған қатты қорытпалы металдан жасалған фрезалар. Таңдау жеткілікті.

Саусақты жонғыштар науашаларды, дөңестерді және қапталдықтарды өңдеу үшін, беткі қабатты «тегістеу» (сфералық саусақты жонғыштарды пайдаланып), науашаларды және жүздің жиектерін немесе бұрышты жиектерді кесу үшін қолданылады. Олардың пішіні бұрғыны еске түсіреді және құралдың ішкі жиегінің бойымен кеседі, алайда кейбірі ұшынан да кеседі (қапталдық панельдегі «Тура ортасынан» айдарын қараңыз).

Өндірушілердің 5, 7 және тіпті 11 жырашықтары бар саусақты фрезаларды өндіргеніне қарамастан, екі немесе үш жырашықтары бар саусақты жонғыштар ең көп таралғандар болып табылады (5-3-суретті қараңыз). Олардың көбі құралдың «шиыршықты» өтуіне («бағдарламалау» тарауын қараңыз) және қолданылуы аэроғарыштық, медициналық және энергетикалық өндірісте айтарлықтай арта түскен титан мен суперқорытындыларға арналған.

5-3-кесте: 4 жырашығы бар саусақты жонғыш көміртекті болаттан жасалған дайындамадағы науашаны кесіп жатыр



«Sandvik Coromant» ұсынған

Сыдырғыш деп аталатын саусақты фрезалардың әдетте тісті жиектері болады, сол үшін оларды бейресми, бірақ мықты атаумен «жүгері собығы» деп атап кеткен. Осы жиектер металдың қалың қабатын алған кезде жоңқаларды сындыру үшін қажет. Кесетін құралдарды өндірушілердің бірқатары өз өнімдеріндегі бұрамалы бұранданың көлбеулену бұрышы мен жырашықтар арасындағы қашықтықты әр түрлі ете бастады. Осындай саусақты фрезалар жоғары беріліспен заманауи жоғары жылдамдықтағы технологияларда туындауы мүмкін тербеліс пен дүрсілді бәсеңдету үшін айтарлықтай тиімді.

Әрине, саусақты жонғыштар барлық фрезерлік операцияларды орындай алмайды, сондықтан фрезалардың басқа да бірнеше маңызды түрі бар:

» **Бүйірлік фрезалар:** өңделген өнімдер әдетте өз сапарын кесілген металдың үлкен шығырлары ретінде бастайды. Осы жағдайда, бірінші операция беткі қабатты жазық қалпына дейін фрезерлеу арқылы «әзірлеуден» тұрады, оны бүйірлік фрезалар жақсы жасайды. Ал әдеттегідей бүйірлік фрезаның кесу жиегі көтерілуінің оң бұрышы болатындықтан, құралдың жарамдылық мерзімі арта түседі, ал кесу күші жоғары қарай және сүмбіге қарай бағытталады,

кез келген механикалық үдеріс үшін артықшылықты жағдай.

» **Кертпелерді өңдеуге арналған фрезалар:** оларды дайындаманың жоғары қабатының бойымен өңдеу үшін пайдаланады, алдын ала дайындаманың кертпелері мен жиектері өңделіп алынады. Олар жоғарыда айтылған жүгері собығы тәріздес фрезаның үлкен ағасы болып келеді. Өкінішке орай, кертпелерді өңдеуге арналған фрезалар беткі қабатты кедір-бұдыр етіп қалдырады, сондықтан үнемі дерлік саусақты жонғышты пайдаланып, таза операция қажет болады.

» **Көшіргіш-жону білдектері:** көбіне бұлар домалақ алмалы-салмалы кескіштерді пайдаланатын жай бүйірлік фрезалар болып табылады. Олар үлкен наушаларды жеңіл қаралтым өңдеумен танымал, бұл оларды пресс қалыптар шығарушылардың және «қаралтым өңдеу» операциясын орындауы тиістілердің барлығының арасында сүйіктісі етеді.

» **Бұрамалы фрезалар:** егер сізде СББ көп мақсатты білдегі бар болса және бұраманы кесу кезінде қиындықтарға тап болуды қаламасаңыз, онда жолыңыздың болғаны. Бұрамалы фрезалар бұрамалы саңылауларды өңдеу үшін қолданылады және олар оны кескіш пен илеу таңбалаушыларына қарағанда тез әлі дәлдеп жасайды. Егер сіз оларды қолдануды әлі бастамаған болсаңыз, онда бағдарламалаудан бастауыңыздың кезі келді (бұрамалы фрезаларды бағдарламалау туралы нақтырақ 12-бөлімде).



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Кертпелерді өңдеуге арналған бүйірлік фрезаларды, көшіргіш-жону білдектері және кейбір (көлемі жағынан үлкенірек) саусақты жонғыштарды әдетте индекстелетін қатты қорытпалы пластиналар пайдаланады. Қатты қорытпаның кішкентай бөліктері үлкендеріне қарағанда арзан болғандықтан, ол өңдеудің құнын айтарлықтай төмендетеді. Мұнымен қоса кесетін құрал өндірушілері үнемі күрделі геометриясы бар мықты ендірімені жасайды, олар құралдың қысымын түсіруге және құралдың жарамдылық мерзімін арттыруға арналған. Бұл – фрезерші (ерлерге, әйелдерге де) болу үшін жақсы уақыт.

ДӘЛ ОРТАСЫНАН

Неге бүйірлік фрезаның арнайы түрін – саңылауларды бұрғылап тесуге арналған – сиқырлы ортадан кескіш мүмкіндіктер барын қолданбасқа. Ол түбі төртбұрышты терең емес саңылауларды тесу немесе бұрғылап тесу үшін наушаға кіріктіріледі. Қалай болғанда да, бүйірлік фреза бұрғы ретінде әрекет етеді және осылайша уақытты үнемдейді. Алайда оған әуес болмаған жөн, себебі бүйірлік фрезалар саңылауларды тесуде бұрғылар секілді тиімді бола қоймайды. Мұнымен қоса осындай пайдалануда бүйірлік фрезалар қатқыл жонқалар шығаруы мүмкін, сондықтан бір жеріңізді кесіп алудан сақ болыңыз, әйтпесе оның жағымсыз салдары болуы мүмкін.

Бір орында тұру

Бұрынырақ осы тарауда мен фрезерлік білдектердегі айналмалы құралдарды қолдану тәсілдері туралы, сондай-ақ стационарлық құралдардың тек жону білдектеріне ғана арналғаны туралы айтып кеткен болатынмын. Көбіне бұл шындық немесе ең кемі бұрын солай болған. Бұл көптеген СББ білдектерінің «жетекті құралдармен», ал кейде толыққанды фрезерлік сүмбілермен жабдықталғанына байланысты. Осыған ұқсас көп мақсатты білдектер де ережеден тыс болып келеді, әсіресе шабаданның көлеміндей немесе одан да үлкенірек көлемдегі бөлшектерді өңдеуге арналған білдектер және олар көбіне «жону» функцияларымен сатылады. Сондықтан да алаңдаушылық таныту және құралдарды қандай да бір тар санатқа жатқызуға тырысу қажет емес.

Иіңтіректі құралдарды ешнәрсеге алмастырмаймыз

Стационарлық кесетін құралдарды кейде иіңтіректі құралдар деп те атайды. Олар, әрине, шын мәнінде иіңтіректерге ұқсас емес, алайда олардың білдектің айналғыш қалпақшасына, кескішті ұстағышқа немесе күймешікке (жону білдегінің түріне байланысты) бұрандалармен немесе бұрамалармен бекітілетін төртбұрышты құйыршығы болады.

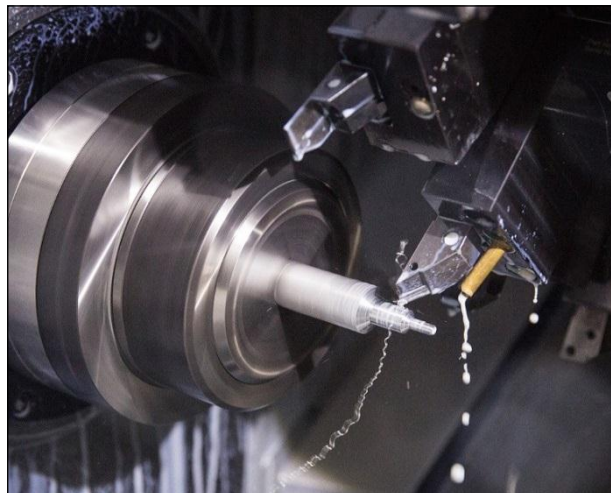
ТКБ-тан жасалған кірікпелі кескіштерді немесе дәнекерленген қатты қорытпалы пластиналары бар жону кескіштерін (қазіргі кезде олар өте сирек қолданылады) қоспағанда, жону құралдарының барлығы дерлік индекстелетін болып келеді, яғни олардың бұрамалық немесе қысқыштық қатты қорытпалы пластиналары болады. Фрезерлік құралдар жағдайындағыдай, индекстелетін пластиналар көбіне екі бүйірлі болады және бір жағында үнемді пайдалану мен жоғары өнімділікті беретін бірнеше кесетін жиегі болады. Оларды мүмкін болған жерлердің бәрінде пайдаланыңыз.

Мұнда кездейсоқ тәртіппен ең жиі қолданылатын жону құралдары берілген. Әрине, осы шебер кесетін құрал кескіштерді өндірушілер үнемі жаңа түрлерін жасаумен айналысады, сондықтан өңдеудің тиімділігін арттыратын осы және басқа да тәсілдерді қалт жібермеңіздер:

Үлкен жүк көтергіштер

Сондай-ақ, «қалыпқа келтірілген» (фасондық) кескіштер (бұл Сіз ойлаған «фасон» емес) деп аталатын осы индекстелетін кірікпелі кескіштер түрлі пішіндерде – төртбұрышты және параллелограмм (яғни, алмас түрінде) түрінде бар әрі егеу кезіндегі металды алып тастау бойынша жұмыстың қомақты үлесі солардың еншісінде. Мысалы, білікті өңдеу және қаптау кезінде айналу бұрышы 80, 55 немесе 35° болатын кірікпелі алмас кескішті пайдалануға болады, мұндағы айырмашылық кесетін жиек бұрандасы пішінінің бұрышында (5-4-суретті қараңыз). Бұрышына қарамастан әдетте осы құралдар бөлшектің алдыңғы саңылауы үшін, сондай-ақ кез келген кертпелердің алдында да артқа қарай 5°-қа артқа жантайтылған.

5-4-сурет: Екі білікті СББ білдегінде қалыпқа келтірілген өңдеуді орындап жатқан 35° градуустық алмазды жону кескіші



«Proto Labs» ұсынған

Әдеттегідей бір кірікпелі кескіш (әрине, сыдыру кескіші деп аталатын) бөлшекті сыдыруға арналады, содан соң тазалау кескіші материалдың аздаған көлемін алып тастай отырып, аяқы пішінді беру үшін қолданылады. Біліктің ұзына бойына тілікше қажет болатын жағдайларда, осы аймақты сылу немесе алып тастау үшін 35°-тық кірікпелі кескіш қолданылады, бұл көптеген таңбалаушылар үшін бұрама аймағынан кейін бірден «бұранда кескіш құралдардың шығуы үшін бунақ» қажет болатын кәдімгі операция болып табылады. Егер тілікшелер қажет болмаса, онда ең дұрысы 80°-тық алмасты кескішті немесе ромб тәрізді кіріктірілген кескіштердегі түкке алғысыз екі пластиналары бар кескіштерді емес, үш қырлы кескіш пластиналары бар «үштік» қолданған жөн.

Кесетін пластиналар төртбұрышты кертпелерді қаптау мүмкіндігін беру үшін аздап артқа қарай жантайтылған, бұл үдеріс сондай-ақ қапталдық қабатты егеу ретінде де танымал. Құрал өндірушілер оны кері шығару (бүйірлік тілікше бұрышы) бұрышы деп атайды және бұл жону құралдарының барлық кескіндемелерінің ішіндегі ең көп қолданылатыны болса да, ол құралдың жарамдылық мерзіміне кері әсерін тигізеді.

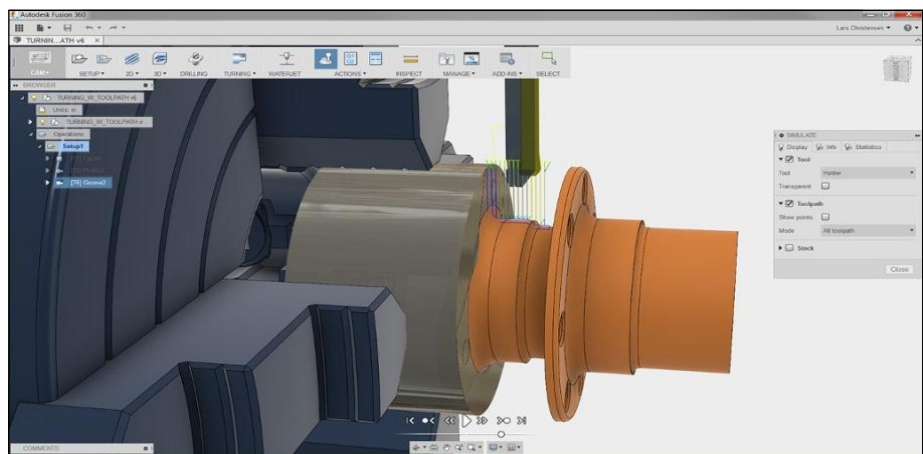
Міне, сондықтан да кескіш ұстағыштағы алмасты немесе тіпті төртбұрышты кіріктірілген кескішті (90°) алға еңкейту арқылы қол жеткізуге болатын кесетін құралдардың көтерілу бұрышы дұрыс болғанда күрделі жону білдегімен өңдеу (және фрезерлік өңдеу) жеңілге түседі. Осы мақсаттарда домалақ кіріктірілетін кескіштер де қолайлы болып келеді (көшіргіш-жону білдектері естеріңізде ме?). Қалай дегенде де, кесудің қысымы біршама жоғары болса да, сіз көтерілу бұрышының дұрыстығының арқасында құралдың жарамдылық мерзімін ұзартасыз, сондықтан да тербелісті болдырмау үшін бәрінің қатты бекітілгеніне көз жеткізіңіз.

Ізаралыққа дөп түсу

Бөлшектердің тағы бір ерекшелігі жырашықтар болып табылады. Олар түйіндес бөлшектерді тұрған орнында бекіту немесе кертпенің жанында үшкір ішкі бұрышты жасай отырып, көрші тұрған жырашықтың диаметрін «азайту» үшін резеңке тығыздағыш сақиналар мен тығыздамаларды, жаншыма сақиналарды бекіту үшін пайдаланылады (5-5-суретті қараңыз).

«Бунақты жонуға арналған кескіштерді» бунақтардың түрі бойынша «трепанингтеу» (*қатты металда домалақ саңылаулар немесе науашаларды жасауға, не дискілерді, цилиндрлерді, не болмаса түтіктерді жасауға арналған машиналық өңдеу үдерісі) деп аталатын сыртқы, ішкі және бүйірлік жырашықтар ретінде жіктеуге болады. Дайындама материалының құрамын былай қойғанда, әртүрлі ені, пішіні мен тереңдігінің болуына байланысты жырашықтарды кесуге арналған кескіштердің түрі көп.

5-5-сурет: ЭЕМ көмегімен дайындаманың кері жағынан жырашықты кесу



«Autodesk» ұсынған

Жырашықтарды қайрауға арналған білдектердің көбі дайындамаға кесудің бұрыштық бағытында батырылады (яғни, жону білдегінің ұзын білігіне перпендикулярлы). Сыртқы жырашықтарды кесу жағдайында құрал орталық сызыққа қарай қозғалады; ал ішкі жырашықтарды кесу жағдайында, керісінше, дайындаманың ортасынан сыртқы бөлігіне қарай қозғалады. Сәйкесінше, олар жырашықтарды қайрауға арналған кірікпелі кескіштер ретінде танымал.

Домалақ пішінді саңылауларды кескіштер дайындаманың беткі қабатында немесе бөлшектің кертпесінде жырашықтарды кесуге арналған кескіштердің айрықша түрі болып табылады. Домалақ пішінді саңылауларды кескіштер тым осал, домалақ пішінді саңылау кескіштерді өндірушілер құралдың қатты қорытпалы кіріктірілген кескішті сүйемелдеу үшін пішіні бойынша «С» әрпінің төменгі жағын еске түсіретін жұқа шыр айналмалы жүзін пайдаланады.

Көбіне шыбықша деп аталатын ішкі жырашықтарға арналған кескіштер алдын ала бұрғылап тесілген саңылауларға қойылуы тиіс (осы туралы нақты кейінірек) және сондықтан да индекстелінетін кескіш пластинаны орналастыру үшін диаметрі тым кішкентай болады.

Осындай жағдайларда бір ұшында жырашықтарды қайрауға арналған пішіндегі құрал түріндегі қатты қорытпалы шыбықтар ең керекті нәрсе болып табылады (төңкерілген «L» әрпіне ұқсас).



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Жону білдектерінің көбі шыбықтың беріліс қондырғысымен жабдықталған, яғни дайындаманың ұзын өзекшесі білдектің сүмбісі арқылы өте алады. Осындай «шыбықты» дайындаманың бір ұшы жону білдегінің патронымен қысылады, ал басқа ұшы шыбықты қоректендіруші деп аталатын керемет қондырғымен сүйемелденеді. Осы қимылда «пепперониды» бөліктерге кескендей етіп, жонып өңдеуден соң дайындаманы шыбықтан алуға қолданатын «қиылатын кескіш» деп аталатын жырашықтарды кесуге арналған арнайы қондырғы қолданылады.

Жұқа жіптер

Жону білдектерінде бұранда кесілетіні белгілі. Шын мәнінде, кейбір жону білдектерін әлі күнге дейін «бұранда кескіш білдектер» деп атайды, ол заманауи СББ білдектерінің ізашары болып табылатын жұдырықшалы білігі бар механикалық жону білдектеріне жатады. Ескі үлгідегі бұранда кескіш білдектер сыртқы бұранданы (мысалы бұрандалар мен бұрамаларды) бұранда кескіш қалыптамалардың (таңбалаушыға қарама-қарсы) көмегімен немесе тура бұранда бүрлеу құралындай жұмыс істейтін, бірақ сүмбінің орнын ауыстыруды талап етпейтін шағын аспалы тетік болып табылатын бұрандалы «бұранда кескіштің» көмегімен кеседі. Сыртқы бұранда үшін оларға осыған ұқсас білдектің бекіткіші, бұранда бүрлеу аунақшасы да қолданылуы мүмкін.

Бір жақсысы, осы бұранда кесудің ескі тәсілі айтарлықтай деңгейде механикалық бұранда кескіш білдектер болып қалды. Таңбалаушылар бұрынғысынша СББ жону білдектерінде, әсіресе бұранда саңылауларының мөлшері шамамен 1/2 дюйм немесе одан да кішірек болғанда, ал сыртқы кесудің көбі «бұранданы бір жүзді құралмен кесу» ретінде танымал үдеріс барысында жасалатын болғанда жиі қолданылады.

Бір жақсысы, осы бұранда кесудің ескі тәсілі айтарлықтай деңгейде механикалық бұранда кескіш білдектер болып қалды. Таңбалаушылар бұрынғысынша СББ жону білдектерінде, әсіресе бұранда саңылауларының мөлшері шамамен 1/2 дюйм немесе одан да кішірек болғанда, ал сыртқы кесудің көбі «бұранданы бір жүзді құралмен кесу» ретінде танымал үдеріс барысында жасалатын болғанда жиі қолданылады.

Бұл қалай жұмыс істейді? Егер білгенше асықсаңыз, онда ол туралы, сондай-ақ бағдарламалаудың басқа да мәселелері туралы егжей-тегжейлі баяндалған 11-тарауды оқыңыз. Қазір мен бұранданы бір жүзбен кесу үшін бір жүзді құрал – бұранда кесетін кескіш қажеттігін айтамын. Қысқаша айтқанда, өз функцияларын орындау үшін.

Бір жүзді кескіштердің бірнеше түрі бар. Олардың барлығы жырашықтарға арналған кескіштерге ұқсайды, алайда олар жырашықтарға арналған кескіштердегідей тікбұрышты пішінде емес, классикалық V-тәріздес пішінде болып келеді. V-тәріздес пішінді кескіш түбі мен бүйір беттерін кесіп шығады және кесу өлшемін бақылауды барынша жақсы қамтамасыз ететіндіктен, бұранда кесуге арналған ең танымал құрал болып табылады.

Инженер-технологтар сүйек бұрандалары мен түрлі импланттайтын тетіктерде қолданылатын бұранданың түрлерін былай қойғанда, бұранда түрлерінің метрлік, империялық, Витворт бұрандасы, трапеция тәріздес, сол және оң жақты, жұқа және морт, қатты, түтікшелі, велосипедті кесу секілді ойландырып қоятындай сан алуанын жасаған.

Жақсы жаңалығымыз, бүгінгі таңда механикалық өңдеу цехтарынан табуға болатын барлық бұранда түрлерінің көпшілігін кіріктірілген біршама кескіштердің көмегімен кесуге болады және олар жеңіл бағдарламаланады, осыны түсініп алуға тұрады. Егер оның қалай жасалатынын білгіңіз келсе, онда ары қарай оқыңыз.

Механикалық бұранда кескіш білдектерде әдетте қолданылатын тағы бір кесетін құрал қалыпқа келтіретін (фасонды) кескіш болып табылады. Осы



ЕСКЕ ТҮСІРУ

қарапайым білдектерге СББ білдектеріндегідей көп координатты қозғалыстар қолжетімді болмағандықтан, әдетте бөлшектердің пішіндерін тікелей кесетін құралдың үстінде ажарлайтын болған. Нәтижесінде алынған фасонды кескіш берілістің тиісті жылдамдығымен дайындамаға ойып кіріктірілетін, осылайша дайындаманың қалаулы пішіні «қалыптастырылатын».

Сіздің осы әрекеттерді СББ бар жону білдектерінде орындауыңызға ешқандай кедергі жоқ, онда СББ білдектерінің қажеті қанша? Ұсталынған бұранда кескіш білдекті сатып алып, жүз мың долларды үнемдеуге болмайды ма? Әрине, егер оны баптай алатын немесе қажетті фасонды кескіштерді қайрай алатын адамды тапсаңыз. Ол адамдардың көбі қазір зейнетке шығып кеткен.

Енді соншалықты іш пыстырарлық емес

Кеулей жонып өңдеуді ең соңына қалдырып қойғанбыз, себебі ол жону операцияларына да, сондай-ақ фрезерлік операцияларға да жатады. Білдектің құрылымына қарамастан жонып өңдеу операциясы үшін кеулей жону құралбілігі қажет. Оны бірнеше тәсілдердің бірін қолданып жасауға болады: қатты қорытпаның кесегін кеулей жону құралына дәнекерлеу арқылы (балқытып біріктіруге ұқсас нәрсе) немесе жергілікті құралдар сататын дүкеніңізден индекстелетін кеулей жону құралбілігін сатып алу арқылы.

Қарастырылып отырған кеулей жону құралбілігін бұрандамен жону білдегінің айналғыш қалпақшасының позицияларының біріне (немесе егер сіз қолмен басқарылатын жону білдегімен жұмыс істеп жастаңыз, кескішті ұстағышқа) бекітіп қоюға және сыртқы жону кескіші секілді пайдалануға болады. Шын мәнінде, кейбіреулер кеулей жонуды «бунақтау» деп атайды. Менің қарапайым түсінігім бойынша, олардікі дұрыс емес, бірақ бұл мүлдем басқа әңгіме.

Бұл үдеріс көп мақсатты білдекте әжептеуір күрделі болып келеді. Мұнда реттелетін кеулейжону бастиегі қажет. Кеулей жону құралбілігін кеулей жону бастиегіне кіріктіріңіз (кейбір кездері екі құралбілік бірден қолданылады), оны тартыңыз, содан соң бүтін қондырғыны көп мақсатты білдектің сүмбісіне қойыңыз. Алынған саңылаудың өлшеміне, дайындама тиісті сипаттамаларға ие болғанға дейін кеулей жону бастиегінің бүйіріндегі шағын реттеу бұрандасын айналдыру арқылы қол жеткізіледі. Осындай құрылым жону білдегіндегідей соншалықты қатты емес, сондықтан көп мақсатты білдектерде кеулей жону тек таза ажарлау үшін қолданылады.

Кесу бойынша берілетін кеңестер

Өңдеуге арналған ең жақсы кесетін құралды (және оның жабынын) таңдап алу өңделуі тиіс материалдың түрін, оны қанша алып тастау, қаншалықты тез алып тастау қажеттігін және қанша бөлшек шығару қажеттігін қоса алғандағы бірнеше факторларға байланысты болып келеді. Бұған көбі ең жақсы құралды ұсынатынын айтып сендіретін, ондаған кесетін құралды жеткізушілердің ішінен таңдап алу керек болатынын қосыңыз, абайлаңыз, басыңыз қатып кетпесін. Ең жақсы кеңес, жақсы қымат көрсетіп сүйемелдеуді ұсынатын бір немесе екі компанияны таңдап алу және солар мен олардың сату бөлімі туралы білуге болатынның бәрін біліп алу (және, әрине, осы кітапты аяғына дейін оқып шығу).



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Тот баспайтын болат пен алюминий секілді материалдар ұзын, талшықты жоңқа жасауға бейім келеді. Абайлаңыз, егер жоңқа саусағыңыздың айналасына оралып қалса, ол айтарлықтай қауіпті болуы мүмкін, онда сіздің пианино ойнаудан бас таруыңызға немесе допты сол қолмен қағып алуға үйренуіңізге тура келуі мүмкін. Мінсіз қалыптастырылған жоңқалар С және 9-тәріздес пішінде (немесе, егер қаласаңыз, 6-тәріздес пішінде) болады. Жоңқаны алып тастауды тиімді бақылауға қол жеткізудің ешқандай да құпиясы жоқ. Ол үшін жұмыстың дұрыс параметрлері (цехта «беріліс» және

«жылдамдықтар» ретінде танымал) жоңқаны уатудың жақсы сипаттамаларына ие кесетін құралдар, дұрыс жағылған майлағыш-суытқыш сұйықтықтар және тәжірибелі темір ұсталары жасайтын басқа да түрлі сиқырлы тәсілдер қажет. Осы айла-тәсілдерді зерделеңіз. Саусақтарыңыз сізге алғыс айтатын болады.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Патронға сәлем бердік
2. Дұрысы қалай: атауыздар ма әлде «атуыздар» ма
3. Жуынатын бөлмедегі құралдар
4. Тез жою
5. Магнитті және вакуумды патрондар

6-ТАРАУ.

ҚЫСҚЫШПЕН МЫҚТАП ҰСТАУ

Сіздің өміріңіздегі ең жақсы марапат соған тұрарлықтай іспен айналысу болып табылады.
—ТЕОДОР РУЗВЕЛЬТ

Машинаңызды алдын ала дөңгелегін сыналамай көтеріп көріңіз, сонда сіз оның жолмен қалай домалағанын көресіз (немесе сізге құлап кететінін). Өңдеу үшін бөлшектерді дұрыс бекіту бөлшектердің жоғары сапасын қамту үшін ғана маңызды болып қалмайды, ол сондай-ақ қауіпсіздігіңізді қамтамасыз ету үшін де маңызды. Бір жақсысы, қысқыш қондырғылардың көптеген түрі қолжетімді; олардың басым көпшілігі жақсы, кейбірі тіпті керемет, ал кейбірі сіздің цехтың бизнесін толығымен өзгертеді.

Қысқыш қондырғылардың басым көпшілігі екі санаттың біріне жатады: патрондар немесе атауыздар. Әдеттегідей олар өздері қолданылатын білдектің түріне және ұстайтын бөлшектің пішініне сәйкес келеді. Мысалы, кәдімгі екі білікті жону білдегінің алдыңғы басшасында домалақ бөлшектерді өңдеуге арналған (немесе домалақ емес бөлшектердегі саңылаулар мен түп жақтарды жұмырлауға арналған) патрон орнатылған. Көп мақсатты білдектердің көбі төртбұрышты немесе үшбұрышты (басқаша айтқанда, ортогональды) дайындамаларды бекіту үшін атауыздармен немесе атауыздар тобымен жабдықталған.

Бірақ (және бұл үлкен «бірақ») осы ортогональді бөлшектерді бекіту үшін патрондарды да, домалақ бөлшектерді де дискілерге салғандай оңай жасауға болады.

Мұнымен қоса жону білдектері мен фрезалар қысқыш қондырғылармен немесе теңестіру тақтасымен, магнитті немесе вакуумдық патрондармен және тіпті екі жақты таспамен жабдықталған болуы мүмкін. Дайындаманың да алуан түрі болатындай, оларды бекітудің де соншалықты тәсілдері бар. Міне, сондықтан әзір болыңыз, біз қауіпсіз, сенімді және нақты өңдеуге жол аша отырып, ең көп таралғандарын (иә, тіпті таспаны да) қарастырамыз.

Патрондық жону білдектері

Жону білдегіндегі қысқыш патрон гольф клубындағы Арнольд Палмер секілді. Тура гольф патшасы құмнан допты ұрып шығару үшін өзінің сүйікті гольфқа арналған сырғытпа таяғын ұстағанындай машинист де төртбұрышты дайындаманы немесе пневматикалық патронды қармап ұстау үшін жұқа қабырғалы сақинаны ұстап алу мүмкіндігіне ие екі жұдырықшалы патронды қолданған болар еді. Егер сіз оны бұрын көрмеген болсаңыз, онда «патрон» пісіруге арналған домалақ қалып немесе сыр құйылған құты секілді үлкен ауыр металл кесегі болып табылады (16-суретті қараңыз). Патронның бір ұшы бұрандалармен жону білдегінің сүмбісіне бекітілген немесе оған бұрамамен бұралған, ал екінші ұшы дайындаманы

айналу барысында ұстап қармап алатын, жұдырықшалар деп аталатын алынбалы металл кесектерінің тобынан тұрады. Жұдырықшалар мен патрондардың алуан түрлері туралы әңгімені бастамас бұрын, олардың қалай жұмыс істейтінін қарастырып алайық:

- **Механикалық:** кез келген жону-бұрама кескіш білдекке қарап көріңіз, сонда алдыңғы үш жұдырықшалы әмбебап патронды көруіңіз ықтимал. Олардың көбі бір ұшында төртбұрышты кілті бар, патронның оң жақ бүйіріндегі беттесетін саңылауға салынатын Т-тәріздес сомын кілтімен жабдықталған. Сомын кілтін бұрап көріңіз, сонда ол тегершікті патронның ішіндегі түйіндес шиыршықты дискіге бұрады (кейбір патрондарда бұрамдықты тегершіктер болады), нәтижесінде жұдырықшалар ашылады немесе жабылады.
- **Гидравликалық:** патрондармен туындайтын тағы бір мәселе бар – ортадан тепкіш күш оларды ашуға тырысады. Бұл айналым саны шектеулі қол білдектері үшін алаңдауға аса көп негіз емес, бірақ CNC-тәріздес СББ жону білдектерінің сүмбісінде жылдамдық оп-оңай минутына 4000 айналымға немесе одан да көпке бара алады. Егер осы айналымда механикалық патронды қолдансаңыз, онда дайындама бүкіл цехтың ортасынан ұшқан кезде сізге, бәлкім, табан астында бұғып қалуға тура келер. Білдек өндірушілер ішінде тісті беріліс емес, сына түріндегі механизмі бар және ортадан тепкіш күшке қарсы тұратын дайындамаға үнемі қысым көрсететін гидравликалық басқарудың көмегімен осы мәселені айтарлықтай азайтты. Айналымы үшін кілт болмағандықтан (тек аяқ басқысы) қысу мен босату тезірек орын алып, өнімділікті арттырады.
- **Пневматикалық:** сізге стандартты жабдық ретінде пневматикалық патронды ұсынатын СББ білдегін өндірушіні табу қиынға соққанымен, кез келген жону білдегін онымен қосымша оңай жабдықтап алуға болады. «Мембранды патрондар» деп те аталатын олар әдеттегідей гидравликалық басқаруы бар аналогтарына қарағанда дәлірек және оларды морт бөлшектерді қысу үшін қолайлы ететін қысудың өте төмен қысымына дейін немесе бірінші және екінші жұмыс диаметрлерінің арасында орталықтандыру маңызды болатын тұстарда орнатыла алады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Патрондар ауыр болып келеді. 8-дюймдық патронның салмағы жұдырықшаларымен бірге 25 фунттай болады. Мұның аса көп болып көрінбеуі де мүмкін, бірақ сіз жону білдегінің алдында қарғыс атқыр затты мойынға кіргізуге тырысып 5 минут бойы еңкейіп тұрған кезде үйге келген соң ағылшын тұзымен ыстық ваннаға түсу қажет болуы мүмкін. Бар болған жағдайда патронды көтеру үшін жүк көтергішті немесе көз ілмегін қолданыңыз; жоқ болса, 2x4 діңгектерді алыңыз да, қондырғының ішінде тірекше жиегін орнатыңыз, содан кейін оны монтаждау барысында патронды (және өз қолыңызды) демеу үшін пайдаланыңыз.

Барлық аталып кеткен қысу әдістері араға уақыт салып көп мақсатты білдектерде де қолданылуы мүмкін; дегенмен сіз осы тарауда сәл кейінірек білетіндей, фрезер білдектерінің басым көпшілігінің атауыздары механикалық болып келеді, яғни қолмен қысылады. Фрезерлеу операцияларының барысында патрондар да, атауыздар да біз үміттенгендей қимылсыз болып қалады, сәйкесінше, ортадан тепкіш күштер жону білдегіндегідей мәселелер тудырмайды, дегенмен әлі де болса көп мақсатты білдектерді ауа немесе гидравликалық басқаруы бар атауыздармен жабдықтау қолмен жасауға қарағанда болжамды және қауіпсіз әдісті қамтамасыз етеді, мұнымен қоса оператор азырақ шаршайтын болады.

6-1-сурет: СББ білдегіндегі үш жұдырықшалы патрон. Ұшындағы «жұмсақ» жұдырықшалар домалақ дайындамаларды бекіту үшін қайралған



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Егер үш жұдырықшалы патрон қатты тартылып кетсе не болады? Сіздің дайындамаңыз оп-оңай үшбұрышты немесе «триангуляциялық» болып кетуі мүмкін. Өкіншке орай, триангуляцияны үнемі назардан тыс қалдырып жатады. Оны микрометр секілді екі нүктелі өлшегіш қондырғының көмегімен анықтау мүмкін емес, себебі үшбұрышты бөлшектің «қырлары» бір-біріне тікелей қарама-қарсы және бөлшек мүлдем жұмыр болып көрінеді, бірақ, шын мәнінде, ол саясаткерден де тұрақсыз. Мұның шешімі – саңылауларды және сыртқы диаметрлерді координаттық өлшегіш машинаның (КӨМ), дөңгелек өлшегіштің немесе үш нүктелі микрометрдің көмегімен үнемі қайтара тексеру қажет (бұл туралы 10-тарауда нақтырақ).



ЕСКЕРТУ

Бұл «гистерезис» деп аталады. Айналып жатқан патрон табан астында баяулаған кезде немесе кері қарай айнала бастаған кезде – бұл СББ білдектерінде әрдайым болып тұрады – жұдырықшалардағы қысымның арту үрдісі бар. Бұл дайындаманы, әсіресе жұқа қабырғалары бар немесе алюминий секілді жұмсақ материалдан жасалғанды деформациялауы не тіпті сындырып жіберуі де мүмкін. Патрон өндірушілердің кейбірі гистерезисті корпустың ішіндегі парондардың қарсы салмағы көмегімен теңгереді, олар баяулаған кезде қарсы бағытта қысым көрсетіп, сол мезетте гистерезисті тоқтатады.

Қандай және қанша жұдырықша пайдаланылатынын шешеміз

СББ жону білдектерінің көбі зауыттан үш жұдырықшалы механикаландырылған патрондармен жеткізіледі. Оларды орнату оңай, олар мықты және сәйкес жұдырықшалар пайдаланылған жағдайда жону білдегінің бөлшектерінің басым көпшілігін ұстап қала алады. Бұрынырақ айтып кеткеніміздей, кейбір кездері басқаша тәсіл қажет болады. Мысалы, екі жұдырықшалы патрондар шаршы немесе тік бұрышты бөлшектерді, мысалы, бір жағынан бұрандалы саңылау, екінші жағынан, таңырқатарлық пішіндегі бөлшектер, мысалы, бүгілмелі келте құбыр қажет болатын гидравликалық коллекторларды жақсы қармап алады.

Кейбір патрондарда төрт немесе тіпті алты жұдырықшалар бар, алайда олар қолмен істейтін жону бұранда кескіш білдектерде көбірек қолданылады. Көптеген жағдайларда қысқыш жұдырықшалар бірдей қозғалады («әмбебап патрондар» деп аталатын), бірақ төрт жұдырықшалы патрондар тік бұрышты немесе ортадан ығыстырылған бұрыс пішіндегі дайындамаларды оңай қармап алуға көмектесіп, көбіне өз алдына жұмыс істеуге есептелген. Әрбір жұдырықша өз алдына реттелетіндіктен, төрт жұдырықшалы патронның жақтастары оларды әмбебап патрондарға қарағанда «дәлірек» деп мәлімдейді.

СББ жону білдектерінің көбіндегі жұдырықшалардың 1,5x60 градус болатын тісті түбі бар, олар патронның беткі жағындағы түйіндес жылжымалы бағыттауышқа орнатылады

және бір-екі бұранданың және Т-тәріздес сомындардың көмегімен бекітіледі. Алайда өңдеу әлемінің басқа да қалған көпшілігіне арналғандай, айқара тәрізді бекіткіші бар жұдырықшалардан бастап майда тісті төртбұрышты бірігуі бар жұдырықшаларға дейін бірқатар стандарттар бар.

Патронның түріне немесе оның монтаждық орындалуына қарамастан цехтарға әрбір жону білдегін шыңдалған және ұшталған жұдырықшалар жиынтығымен жабдықтау ұсынылады. Олар жону жұмыстары үшін араланып кесілген шыбықты дайындама мен материалдарды ұстап қалу үшін қолданылады және олардың қысқыш бетінде материалға ойып орналастырылған шағын тістері болады. Қосалқы жұмыстар үшін әдетте 1018 болаттан немесе тіпті алюминийден жасалған өңделінетін жұмсақ жұдырықшалар пайдаланылады, олар қысқыш патронға бұрандалармен бекітіледі және дайындамаға сәйкес ұшталған.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Жұмсақ жұдырықшалар шағын көлемді өндіріс үшін қолайлы, бірақ айта кетерлік жайт, металдың уақыт өте босаңсуы және деформациялануы қысқыштың дәлдігі мен мүмкіндіктерін жоғалтуға алып келеді. Мұнымен қоса, металл жоңқалар мен майда түйірлердің жұдырықшаларға түсуіне және дайындаманың аздап майысуына алып келуі мүмкін.

Осы екі жағдайды да мұқият қадағалаңыз және қажет болған жағдайда жұдырықшаларды ұштап отырыңыз. Ал жаппай немесе қайталанатын жұмыстар үшін жұдырықшаларды арнайы дайындамаларға сәйкес шыңдаған және ұштаған жөн. Кейде дайындаманың шеңберін толығымен қамтыған жөн, осылайша триангуляция секілді жағымсыз жағдайдан аулақ боласыз. Бұл сондай-ақ қармап алу беткі қабатының ауданын ұлғайтады, ал бөлшектер патронда барынша мығым болады. Осы жағдайда алты жұдырықшалы патронды қолдануға болады, алайда екі үш жұдырықшалы патроннан бөліш (пирог) пішінді «секторлық жұдырықшалар» жасауға да болады. Сіз түсінгендей, секторлық жұдырықшалардың пішіні айтылып кеткен елдің бәріне ұнайтын десертті еске түсіреді және дайындаманы жан-жағынан толығымен қамтиды.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Механикалық жүйелердің көпшілігіндегідей, патрондар түйіндес құрауыштардың жігіндегі аздаған саңылауға тап болады. Ол «люфт» деп аталады және жұмсақ жұдырықшаларды ұштау барысында асқан дәлдікке қол жеткізу үшін, алдымен, патронда бір қатты нәрсені қысып тұрып, люфтті алып тастау қажет. Металл сынығының кесегі немесе құрал-саймандарға арналған төменгі қорапшаңыздағы ескі бөлшек те жарайды, бірақ люфтті алып тастауға арналған сақиналар жиынтығы – реттелетін ұштағыш сақинаны немесе ұштауға арналған құралды пайдалану талғамды және болжамды шешім болып табылады.

Ей, цанга!

Цангалық патрондар мен басқа да құралдарды бекіткіш түрлері туралы мен нақтырақ 7-тарауда айтып беремін, ал қазір сіз цангалық патронды да бөлшектерді ұстап қалу үшін қолдануға болатынын білуіңіз тиіс. Шын мәнінде, көп кескішті жону білдегі және бойлай жону автоматты жону білдектері секілді көптеген жону білдектерінде дәстүрлі жұдырықшалы патрондар қолданылса да сирек қолданылады, олардың орнына цангалық патрондар қолданылады. Мұнымен қоса, көптеген жону білдектері, патрондар мен бұрамалы қысқыштар сомындық кілтпен емес, қол тартпасының көмегімен ашылып-жабылатын цангалық патрондармен жабдықталған.

Цангалық патрон дегеніміз не? Көрнекілік үшін өткен аптадағы демалыста болған литрбол сайысынан қалған қызыл пластик стақандардың бірін алыңыз. Оны ас үй үстелінің үстіне қойыңыз және оның айнала шетінде шамамен ортасына дейін алты тік тілік жасаңыз.

Енді қолыңызбен жоғары бөлігін қамтып ұстап қысыңыз, бір кездегі қатты болған осы стақанның қалай майысқанынын көрдіңіз бе? Досыңызды соның ішіне қолын салуға көндіріңіз, ал ол қолын оның ішінен ұзақ уақыт бойы алып шыға алмайтын болады.

Бұл цанганың басты идеясы, ерекшелігі патрондар болаттан немесе темірден жасалған, ал сіздің қолыңыздың орнына мұқият ажарланған еңкіш беткі қабатты елестетіңіз. Цангалық патронды конусқа қарсы кері қарай тартқан кезде (кейбір патрондар алға қарай тартылады), металл цангалық патрон ішіндегінің бәрін, ал осы жағдайда дайындаманы мығымдай түсіп, аздап қысылады.



ЕСКЕРТУ

Цангалық қысқыштардың көпшілігі бұрамалық бағыттауыш тубусқа бекітіледі. Осы тубус пен оған бекітілген цангалық патрон конусқа қарай ығысқан кезде дайындама да онымен бірге жылжиды. Алайда оның мәселе туындатуы мүмкін. Мысалы, жону операцияларының әдеттегі түрлерінің бірі дайындаманы цангалық патронға салып, ұзына бойына қапталдау болып табылады. Патрон дайындамаға қатты тақалғанға дейін тоқтамай қозғалып тұратындықтан, дайындама диаметрінің кез келген өзгерісі дайындама ұзындығының сәйкессіздігіне алып келеді (яғни кішірек дайындама патронның алысырақ ығысуына, ал үлкенірегі жақынырақ ығысуына мүмкіндік береді). Осы жағдайды болдырмау үшін дайындаманың диаметрі тұрақты болуы тиіс және «белдік бағытында қозғалмайтын цангасы» бар патрон қолданылуы тиіс. Олар басқа да цангалық механизмдерге тән кері серпілуді болдырмауға арналған, бірақ олар қысқыштың азырақ қысымын беріледі және көбіне жұқа жоңқа шығатын кесу үшін және таза өңдеу үшін қолданылады.

Цангалық патрондардың бүгінгі таңда пайдаланылатын, кеңінен таралған екі түрі 5С және 16С түріндегі «Hardinge» (6-2-суретті қараңыз) болып табылады, алайда осындай цангалардың бір тобы бұранда кескіш және жону-револьверлі білдектерде әлі де қолданылып келеді. Браун мен Шарп, Индекс, Дэвенпорт, Лодж мен Шипли – олардың қайсысы болмасын өз өндірісінің цангалық патроны болғанын қалаған болатын. Егер бұл автокөліктерге қатысты болғанда, онда бүгінгі күні дөңгелектер онсыз да шамадан тыс қымбат қазіргіге қарағанда, он есе қымбат тұрған болар еді, ал дөңгелектер қоймасы футбол стадиондарынан да үлкенірек болған болар еді.

6-2-сурет: 5С цангалық патрон шағын білдектер үшін кеңінен пайдаланылатын қысқыш қондырғылардың бірі болып табылады. Тек кері серпілу әсерінен сақ болыңыз



ЕСКЕРТУ

Көп жылдық өндірістік әлем-тапырықтың нәтижесінде былайша айтқанда цангалық патрондардың ондаған түрлері мен жүздеген өлшемдері және пішіндері бар, алайда оларды жасағандардың көбі қазір өз әрекетін тоқтатқан. Жақсы жаңалығымыз, патенттелген цангалық патрондарға байланысты «шаңның» басым бөлігі отырды, осыған қарамастан кейбір құрал жеткізушілер бөлшектерді бекітудің жаңа жүйелерін жасауда (көпшіліктің мойындауынша, олардың кейбірі жап-жақсы), осының

нәтижесінде механикалық цехтар қандай бағытта жылжу қажеттігін ойлап, бас қатыруда..

Секторлық жұдырықшалар секілді қангалық патрон да дайындаманың шеткі аймағын түгелімен қамтып алады. Дайындаманың нақты бір түріне сәйкес өңделуі тиіс жұмсақ қангалар («жекелеген жұмытар үшін қангалық патрондар» ретінде де танымал) қолжетімді. Сондай-ақ әдетте шығарылатын домалақ, алты қырлы және төртбұрышты шыбықты дайындамалардың барлығына дерлік арналған шыңдалған және ұшталған қангалық патрондардың стандартты өлшемдері де ұсынылады. Ал қангалық патрондардың диаметрлері әдетте білдектің бағыттауыш тубусуның диаметрімен шектелетіндіктен, қолжетімді диаметрді 5С, 16С түріндегі және басқа қангалық патрондардың ұзындығын айтарлықтай ұлғайтатын «сатылы қангалық патрондар» деп аталатындар қолжетімді болады.

Осы уақытқа дейін мен дайындамалардың сыртқы қабатын қармап алу туралы айттым. Гидравликалық, пневматикалық және тіпті механикалық басқаруы бар патрондар кез келген бағытта жақсы жұмыс істейтінін және оларды бөлшекті сыртынан да ішінен де қыса алатындай етіп жобалауға болатынын назарыңызда ұстаңыз. Мұнымен қоса көптеген кіріктірілген қангалық патрондар қолжетімді. Бір кездері оларды «ажыратылмалы құралбілік» немесе «бөлшектерді бекітуге арналған құралбіліктер» деп атайтын, олардың барлығы дайындамаға сәйкес келуі үшін өңделуі тиіс немесе өндіруші оларды арнайы тапсырыспен жасауы қажет.

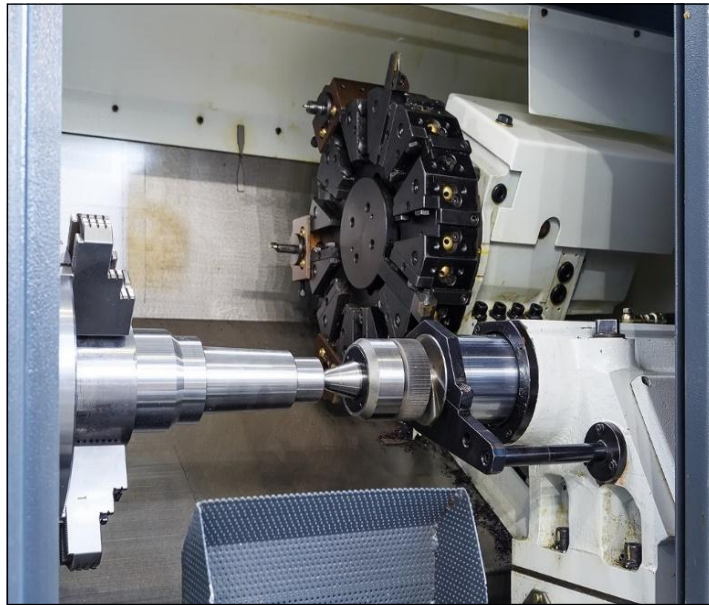
Біліктер

Бұл – өңдеудің басты ережесі. Бөлшектер тиісінше бекітілуі тиіс, әйтпесе оларды кесетін құралдан лақтырып тастайды, ал бұл жарамдылық мерзімінің қысқаруына және бөлшектің ақауына алып келеді. Металдардың көпшілігіне арналған жақсы ереже – ұшып кету 2:1-ден астам болмауы тиіс, ол диаметрі 1 дюйм болатын шыбықты дайындама патроннан екі дюймнан артық шығып тұрмауы тиістігін білдіреді. Басқа да көптеген нұсқаулықтар секілді, бұл да бар болғаны нұсқаулық және бөлшек көбірек шығып тұруы мүмкін, әсіресе ол екінші ұшынан берік бекітілген болса. 4:1 қатынасынан асып кетпеген дұрыс, әйтпесе қолайсыз жағдайға тап боласыз.

Дегенмен де көптеген өңделетін бөлшектер айтарлықтай ұзын және жұқа болады. Оларды «біліктер» деп атайды және олар автокөлік белағаштарынан бастап баспа машиналарына дейін пайдаланылады (6-3-суретті қараңыз). Диаметрі бір немесе екі дюйм болатын, ал ұзындығы қос дюйм болатын білікті айналдырғанның еш ерекшелігі жоқ. Мұнда басқа сұрақ туындайды, осындай дайындамаларды айналадағының бәрін сындырып тастамастан қалай өңдеуге болады?

Айналып келгенде (сөздің астарын байқаңыз), ол айтарлықтай оңай. Адамдар жону білдектерін жасауды бастағалы бері осындай жұмыс түрі үшін оларға артқы қысқыштарды орнатып келген. СББ білдектерінің немесе жону-бұранда кескіш білдектерінің кез келгеніне қараңыз, оң жағындағы ары-бері сырғитын және патронға қарама-қарсы тұрған ұшында конустық саңылауы бар үлкен темір кесегін көріп тұрсыз ба? Осы саңылау «айналмалы центр» деп аталатын үлкен, қалың қарындаш секілді көрінетін сайманды қабылдайды (қол жону білдектерінде артқы қысқыштар саңылау жасауға арналған бұрғыны ұстап тұру үшін пайдаланылады). Айналымалы центрлер бірқатар айналмалы мойынтіректерден тұрады, олар өткір ұшты жонғыш өңдеу кезінде сүйемелдей отырып, дайындамамен бірге айналуына мүмкіндік береді.

6-3-сурет: СББ екі белдікті білдектегі білік.
Сол жақта үш жұдырықшалы механикаландырылған патрон шыңдалған жоғары жұдырықшаларымен артқы қысқыш ұстап тұратын дайындаманы қысып тұр



Алайда тағы бір шешімін таппаған мәселе бар. Өлі де патронның ішінде тұрған біліктің қимасын қайтеміз, сіз осы бөлікті қалай өндемекшісіз? Тағы да мәселенің қарапайым шешімі бар. Бүйірлік жетектемелер айналмалы центрлерге ұқсас, бірақ олардың дайындамаға килігетін бірқатар кертпелері бар. Біреуін патронға орнатыңыз, бөлшектің сол жақ ұшын соған қарама-қарсы орнатыңыз, оң жақ ұшын сүйемелдеу үшін айналмалы центрді көтеріңіз де өңдеуді бастаңыз. Осы арада дайындаманың тек беткі қабаты іске қосылғандықтан, барлық сыртқы диаметрі жонғыш өңдеу үшін қолжетімді болады.



КЕҢЕС

Сіз қарындаш пішінді металл бұйымды дайындамаға жай тыға салып, жақсы нәтиже күте алмайтын болғандықтан, артқы қысқыш пен бүйірлік жетектеменің жұмысы үшін шамалы дайындық қажет. Міне, сондықтан да сіздің, алдымен, дайындаманың беткі қабатында, өзіңіз түсінгендей, дайындамалардың ұшында артынан өңделетін немесе орталықтардың ортасында ажарланатын арнайы пішіндегі саңылауларды жасау үшін арнайы ойластырылған құрал болып табылатын орталық бұрғының көмегімен шағын саңылау жасап алуыңыз қажет.

Дұрыс жазылуы «Vice» емес, «Vise»

Білдектер туралы жеткілікті айтылған ашығар. Көп мақсатты білдектердегі қысқыш қондырғылар туралы айтуды атауыздардан бастайық. Бірақ, алдымен, анықтап алуға рұқсат етіңіз, сіз бірнеше бет бұрын айтылған механикалық, пневматикалық және гидравликалық бекіткіштер туралы оқып па едіңіз? Ол мағлұмат осында да жарамды. Жону және цангалық патрондар секілді фрезерлік атауыздарды да қолмен немесе батырманы басумен ашып жабуға болады (механикалық атауыздар туралы бір жақты уағыз үшін «Неге соншалықты бос?» жинақтамасын қараңыз).

Егер гаражыңызда атауыздар болмаса (ал менде бар), онда ары қарай ретімен сипаттамалар кетеді. 6-4-суретке көз жүгіртіңіз. Ол жерде кәдімгі атауыздар шашылған бояу және басқалары көрсетілген. Ол сыртқы есігіңіздегі басқының пішінімен жасалған есікқаққышты немесе ағаш желкенді кеменізді бекітетін бұрамалар секілді қағидамен жұмыс істейді. Атауыздардың ортасымен өтетін үлкен бұраманы бұрай отырып, жылжымалы сорғыш олардың арасындағы дайындаманы қыса отырып және оны орнында берік ұстай отырып, жылжымайтын сорғышқа қарай жылжиды.

Жону патрондарындағыдай нарықта атауыздарға арналған сорғыштардың көп саны бар. Олардың кейбірі бөлшекті төменгі жағынан сүйемелдей отырып, оны орнатуға

арналған шыңдалған және ұшталған «сатылы» сорғыштар болып табылады. Олардың кейбірі механикалық өңдеуге жатады және құйынды секілді бұрыс пішінді бөлшектерді орнату немесе жұмыр бөлшектерді қармап ұстау үшін жасалынуы мүмкін. Ал ең қарапайым сорғыштар үшін (атауыздармен бірге жинақтамада «тегін» жүретін) дайындаманы сүйемелдеу және атауыздардың сорғышында қажетті биіктікке көтеру үшін «параллельді төсемелерді» пайдалану қажет болады (дәл ажарлаудың табақтық илемінен жасалған жұқа пластиналар). Алайда олар өндірістік жұмыстар үшін ұсынылмайды.

6-4-сурет: Ұстаның атауыздары жұмыс үстінде



Неліктен соншалықты бос?

Цехта алғашқы СББ білдегін алған кезде көпшілігі ең оңай жолды таңдайды да шебер үстелдің үстіне бірнеше тексерілген және өздерінің қол консоль-жоңғылау білдегінде жылдар бойы пайдаланып келген қысқыш қондырғы – кәдімгі алты дюймды ұста атауызын салады. Эх, не боп қалды деп сұрайсыз ғой. Шын мәнінде, бірнеше мәселе туындайды. Егер әзірleme механикалық атауыздарда аздап болса да сырғитын болса, онда қозғалысын тоқтатпайды және ауада қалықтап тұруы ықтимал; механикаландырылған атауыздар (сіз қысымды дұрыс берген жағдайда) әдеттегідей азырақ қауіпті болады. Гидравликалық және пневматикалық атауыздар механикалық атауыздарға қарағанда тұрақтылау, ол бөлшектердің жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Батырманы басу сомын кілтін қосуға қарағанда оңайырақ болғандықтан, қуатты шектеген кезде оператор азырақ шаршайды, нәтижесінде тиімділік те жоғары болады. Дұрыс техникалық қолдау көрсетілген механикалық атауыздар жұмысты орындайды және жартылай автоматты қысқыш жүйеге қарағанда арзанырақ тұрады деп айтатындардың саны біршама ғана. Дегенмен де сіз тас жолмен келе жатқанда автокөлігіңіздің терезесін ашу үшін қолмен бұрағанды қалар ма едіңіз әлде батырманы басқанды қалар ма едіңіз?

Батыл әрекетке көшу

Бір қайталымда бір бөлшектен артық шығара алмайтын СББ білдектері бар жону білдектерімен салыстырғанда СББ көп мақсатты білдектер сіз шебер үстелде қанша сыйдыра алсаңыз, сонша бөлшектерді шығара алады. Дегенмен ешқандай білдекшінің атауызы атауыздың әрбір ұшында бір-біреуден алып, екі бөлшектен артықты бір мезетте ұстап тұра алмайды; егер көбірек ұстап тұруға тырыссаңыз, онда басқалары да босап кетеді. Бұл жүздеген бөлшектерді өңдеу кезіндегі маңызды тұсы болып табылады, себебі көп мақсатты білдектердегі атауыздар екі немесе үш жону атауыздарын сыйдыратындай жеткілікті үлкен.

Одан шығудың бірнеше тәсілі бар, олардың ең қарапайымы – қосарланған атауызды пайдалану. Атынан көрініп тұрғанындай, қосарланған атауыздардың қақ ортасында

тұрақтандырылған сорғышы және екі ұшында жылжымалы сорғыштары болады, ол айналымдағы бөлшектердің санын арттыра түседі. Осындай кескіндеме оператор-білдекшінің фрезерлеу бойынша бірінші операциясын атауыздың бір ұшында аяқтауына, содан соң бөлшекті аударып, оны артқы жағынан өңдеуге мүмкіндік береді (бөлшек екі операциямен аяқталатын болған жағдайда).

Заманауи өңдеу жағдайында 1000-нан астам бөлшекті білдіретін нағыз жоғары өнімді жұмыс үшін көп мақсатты білдектің шебер үстеліне барынша көбірек бөлшектерді сыйыстыру қажет болады. Бұл сіз кеңседе карта ойнап немесе ең жақсысы келесі білдекті баптап жатқан кезде (мұның бәрі сіздің цехыңыз автоматты өңдеуге арналып жабдықталған дегенді білдіреді, ол туралы мен 13-тарауда баяндаймын) білдектің сағаттап жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Осы мақсатқа қол жеткізудің тағы бір тәсілі тығызданған қысқыш қондырғыны пайдалану болып табылады – әдетте ол шағын қысқыштар немесе алынбалы жоғары пластинаға бекітілген кішкентай атауыздар, бұл бір жүргенде мыңдаған бөлшектерді өңдеуге мүмкіндік береді.

Бұл бір немесе бірнеше дайындамаларды қысуға арналған тапсырыспен жасалған «қысқыш қондырғының» мысалдарының бірі болып табылады. Қысқыш қондырғылар көбіне атауызда ұстап қалу үшін тым осал болып келетін бөлшектерді қайталама өңдеуге немесе атауыздардың дәлдігі бөлшектегі шақтамаға сәйкес келмегенде өңдеуге арналған. Көптеген цехтар өздерінің жеке қысқыш қондырғыларын жобалап жасап шығарады, алайда кейбіреулері «Маған қысқыш қондырғыны жасап беріңіз, менің қолым тимейді» деп өз талаптарын мамандандырылған цехтарға жолдауы мүмкін. Сондай-ақ, қысқыш қондырғыны бекітіп тұратын жабдықтың құрамдас бөлігі ретінде құрауға болады, ол үшін алдын ала жиналған модульдық құралдар пайдаланылады, алайда бұл көбіне шағын көлемдермен және прототиптермен жұмыс істеу үшін қолайлы болып келеді.

Соншалықты жылдам емес

Бір минутқа жону цехына барып қайтайықшы. Сізге тік бұрышты болат шығырдың бір ұшында конустық немесе шар тәріздес қалыпты өңдеу қажет деп елестетіңіз. Мұны көп мақсатты білдекте жасау оңайға түспеген болар еді, ал СББ жону білдегінде осындай қалыптарды өңдеу түкке тұрмайды. Дегенмен сізге екі нәрсе қажет болады: дайындаманы берік ұстау мүмкіндігі бар қысқыш қондырғы және оны бекітуге арналған қысқұрылғы (планшайба), ол өз кезегінде жону білдегінің сүмбісіне бекітілген.



ЕСКЕРТУ

Орталықтан ығыстырылған, минутына жүздеген айналымнан артық жылдамдықпен айналатын тік бұрышты болат шарғының тез тербелетіні соншалықты, ол білдектің еденде билеп кетуіне мәжбүр етеді (және үдеріс барысында мойынтіректер мен сүмбілерді зақымдауы мүмкін). Кез келген СББ жону білдегінде жұмыс істеуге арналған қысқыш қондырғылар осы «айналу факторын» ескере отырып жасалуы тиіс және өлшенуге жіберілуі ықтимал.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Тығызданған қысқыш қондырғысы бар білдектің өнімділігін барынша арттыру үшін сізге екі қысқыш қондырғыны құрастыру қажет. Біреуі бөлшектерді берік ұстай отырып, көп мақсатты білдектің ішінде болады, екіншісі үстелге қоятын болып келеді (немесе одан да жақсы, тұғырықты автоматты түрде алмастыру қондырғысында), ол білдектің сыртында. Ол оператордың білдектің алдыңғы қайталымындағы дайын бөлшектерді алып тастауынан және бос тұрып қалу мен бөлшектерді алып-салу үшін білдектің ішіне еңкею қажеттігінен туындайтын оператордың арқасына күш түсіруді болдырмастан, босаған қысқыш қондырғыны шикі дайындамалармен жүктеуге мүмкіндік береді.

Бес есе жақсырақ

Мен 2-бөлімде талқылағандай, бес координатты көп мақсатты білдектер фрезерлеудегі жаңалық болып табылады. Олардың үш координатты серіктеріне қарағанда бір операцияда барынша көп жұмыс істеу мүмкіндіктерінің арқасында олар цехтағы бөлшектерді жасау тәсілдерін өзгертеді. Бес координатты білдектердің керемет мүмкіндіктері болғанымен, инвестиция жасаудан бұрын қарастырылуы тиіс бір кішкентай нақтылап алатын нәрсе (шын мәнінде, олар бірнешеу) бар. Сіздің сондай-ақ атауыздарға да инвестиция жасау туралы ойланып көргеніңіз жөн.

Мұның себебі бес координатты білдектерге цехтың ішінде көп орын қажет (6-5-суретті қараңыз). Стандартты үш координатты көп мақсатты білдектерде кесетін құрал дайындаманың беткі қабатына үнемі перпендикулярлы болатын жерде (дайындаманың бүйір тұстарындағы жасауға болатын жұмысты шектей отырып) бес координатты білдек дайындаманың төменгі жағынан басқасының бәріне жете алады. Алайда бұл сүмбінің аяғының, білдектің шебер үстелінің, құрал ұстағыштың және қысқыш қондырғылардың арасындағы саңылаумен әлеуетті мәселе тудырады, бұл үш координатты білдекте қажет болатынға қарағанда дайындаманы шебер үстелден биігірек көтеру арқылы жеңіл жойылатын жағдай болып табылады.

6-5-сурет: Бес координатты көп мақсатты білдектерге жеткілікті саңылауды қамтамасыз ету үшін атауыздар мен қысқыш қондырғылар қажет



Құрал өндірушілер осы мәселеге ден қойды және енді биік, жұқа, бірақ берік арнайы атауыздар мен аралық тақтайшалар оңай қолжетімді болады. Олардың көбі тек бір бөлшекке есептелген және дайындаманың «қарлығаштың құйрығы» тәрізді немесе соған ұқсас пішіндегі бөлшекті өңдеп біткен соң фрезерленетін, қысқыш үшін қолданылатын арнайы бағытауыштың көмегімен алдын ала өңделуін қажет етеді. Алайда кейбір атауыздар бір мезетте бірнеше дайындаманы қармап ұстай алады. Кейбіреулері «өзінен орталықтандыратын» болып табылады және бөлшектерді екі жағынан қысады (таза өңдеуді орындау үшін маңызды ерекшелік). Кейбіреулері толығымен аспаптық болаттан жасалған, ал осы орайда басқалары аспаптық алюминийден жасалған (бірақ болаттан жасалған сорғыштарымен).

Көлденең ұстағыш

2-тарауда мен көлденең көп мақсатты білдектерге, айналмалы үстелдер мен шетмойындарға арналған қысқыш қондырғылар туралы айтып өткенмін, ал енді олар туралы аздап нақтырақ айтып кетейік. Осы білдектердегі бөлшектерді қысу мен олардың қондырғылары кейбір маңызды қырлары туралы сұрақты көтереді. Ең алдымен, сізге көп орында бір немесе екі қысқыш тіреу қажет болуы мүмкін, бұл атауыздардың не қысқыш қондырғының басқа түрі бекітілген екі үлкен шығыр болып табылады. Көп орынды қысқыш тіреудің әдетте кем дегенде екі, ал көбіне төрт немесе одан да көп бүйірі болатындықтан, осындай тіреуді құралдармен жабдықтау барынша артады – төрт атауыз, төрт қысқыш қондырғы, тығызданған қысқыш қондырғының төрт топтамасы қажет болады.

Тұрып қалуды жоққа шығарамыз

Бұрынғы кезде келесі жұмысқа дайындық жүргізіліп жатқанда білдектің тұрып қалуы әдеттегі іс болып табылатын. Қазір олай емес. Егер цехтар баптау уақытын қысқарту үшін мүмкін болатынның барлығын жасамаса, онда олардың табыстылық пен бөлшектердің сапасы секілді нәрселер туралы көп алаңдауына тура келеді, себебі олар өз әрекетін тоқтатуы ықтимал. Оны болдырмаудың ең тиімді жолы тез алмастырылатын құрал болып табылады. Құрал ұстағышты қалай тез алмастыруға болатыны туралы мен келесі тарауда айтып беремін, ал қысқыш қондырғылар саласында білуіңіз тиіс бір нәрсе бар, ол – нөлдік нүкте.

«Нөлдік нүктенің» көптеген баламалары мен түсініктемелері бар. Көптеген қысқыш қондырғыларда басқа да бір құлып механизмімен тура ажарланған білік пен төлке пайдаланылады. Бұл жерде мен егжей-тегжейін қарастырмаймын, себебі нөлдік нүктесі бар жүйелердің көбі патенттелген болып келеді, ал менің қандай да болмасын заңгерден ешнәрсе естігім келмейді. Жай ғана цехыңызда қазіргі кезде пайдаланылып жүрген атауызға, вакуумдық патронға, нығайтқышқа немесе басқа да кез келген бекітуге арналған қондырғыға қысқыштар жиынтығын орнату, қайта қосу уақытын бірнеше сағаттан бірнеше минутқа дейін азайтуға мүмкіндік беретінін біліңіз, атауызды (немесе басқа нәрсені) білдектен шешіп алыңыз, оның орнына жаңасын қойыңыз, содан соң қайтадан атқа отырасыз. Енді бұранданың тартылуы, кодты теру, жиектерді үйлесімге келтіру немесе басқа да баптаудың қажытатын сылбыр үдерістері болмайды.

Екіншіден, көптеген көлденең білдектер оны пайдаланған кезде екінші көп орынды қысқыш тіреу үшін тағы бір қысқыш тетіктердің толық жиынтығын қажет ететін тұғырықты автоматты түрде алмастыру қондырғысымен жабдықталған. Ал кейбір көлденең білдектер тұғырықтың жинақтағышына немесе желілік жүйеге бекітілген, ол тұғырықтардың санын 6,16-ға немесе 60-қа дейін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл қысқыш тетіктердің тым көптігін білдіреді. Жақсы жаңалығымыз, көлденең көп мақсатты білдектерден алынған және қайсы бір дәрежеде айналмалы үстелдері мен тік білдектердің шетмойындарынан өнімділік жабдықтауға кеткен қосымша шығынның орнын лезде өтейді.

Айқыш-ұйқыш қысқыш тетіктер

Сіз көршілеріңізді Хеллоунде Дарт Вейдер басының дәл көшірмесімен қорқытқыңыз келді делік. Ал келе жатқан иттердің аймақтық сайысында сіздің қадірлі бигліңіздің (иттің тұқымы) басына титан диадеманы кигізіп қойса ше? Осы және басқа да мыңдаған бөлшектерді өңдеу үшін ұстап тұру қиынға соғады. Атауыздар оларды жапырып тастауы немесе пішінін бұзуы мүмкін және арнайы қысқыш тетікті құрастыру мүмкін болса да, ол тым қымбатқа түседі.

Бір жақсысы, морт және күрделі бөлшектерді бекіту үшін пайдалануға болатын көптеген құралдар бар (6-6-суретті қараңыз), олардың кейбірін үйіңізден таба аласыз:

- **Жабысқақ:** екі жақты скотчтың бір орамасын алып шыға бастасам болғаны, әріптестерім тығыла бастайтын, алайда бұл үлкен, жұқа бөлшектерді ұстап тұрудың ең тиімді тәсілі болып табылады. Көршіңіз оны «қарызға алуын» қоймағандықтан тәтті тоқаш пісіруге арналған қалыптарға өз аты-жөніңізді ойып жазу қажет пе? Көп мақсатты білдектің шебер үстеліне қалыпты бекітіп алып, фрезерлеуді бастаңыз. Енді сізге ешқашан пісіруге арналған қалыптарды қайта сату алуға тура келмейді.
- **Вакуум:** скотч жолағына қарағанда вакуум біршама жақсырақ, жақсырақ болғаны соншалықты ол «оғаштардың» санатына жатпайды. Вакуумдық патрондар жиһаздық және корпустық өндірісте СББ фрезерлеу білдектеріне шере табақтарды орнату үшін кеңінен қолданылады. Олар сондай-ақ ұшақтардың алюминийден жасалған қанаттарын өңдеу үшін, электрондық өндірісте көміртекті және пластик панельдерді

қармап ұстау үшін, сондай-ақ беткі қабатының ауданы айтарлықтай үлкен жұқа бөлшектерді сенімді бекіту қажет болатын тұстардың барлығында қолданылады.

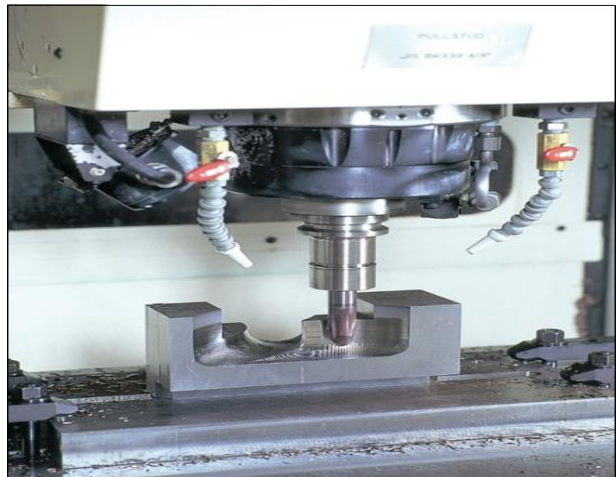
- **Тұтқыр:** бұл оғаш болып естілуі мүмкін, алайда желімді де дайындамаларды бекіту үшін пайдалануға болады. Жоқ, біздің айтпағымыз «Elmer» немесе «Gorilla» желімдері емес. Кем дегенде қысқыш тетіктерді шығарумен айналысатын бір компания санаулы секундтарда бекітілетін және ең шетін және қалыптан тыс бөлшектерді берік ұстайтын фотоқатаюшы желідік қысқыш жүйені жасап шығарды.
- **Аяз мырза:** егер сіз балық қоймаңызды маусымның соңғы күнінде ауыстыруға бел байласаңыз және оның мүмкін еместігін анықтасаңыз, онда сізге қатып қалған судың күші мәлім. Қысқыш тетіктердің бірнеше жеткізушілері осы құбылыстың арқасында «мұздану пластиналарын» қолдана отырып, өздеріне капитал жинап алды, олар сіз түсінгендей, бөлшектерді орнында механикалық өңдеуден соң ерігенге дейін қалдыра отырып, судың жұқа қабатын нөлден төмен температураға дейін жылдам мұздатады.
- **Жануардың тартымдылығы:** жоқ, сымбатты келбет дайындаманы білдекке қарай тартпайды, ал магнитер міндетті түрде тартады. Магнитті патрондар ажарлау білдектерінде бөлшектерді ұстап тұрудың ең көп таралған тәсілі болып табылады. Егер материал магнитті болған жағдайда және жақсы тіркесу үшін екі қабаттың жеткілікті ауданын қамтамасыз етсе, магнитті патрондар да фрезерлік және тіпті жону жұмыстары үшін де қолайлы болып келеді.
- **Қалыпқа құю:** қысқыш тетіктердің оғаш көрінетін хит-парадының соңғы үміткері тез балқытын бітегіш материал болып табылады. Бітеулік емес түтіктерді бекіту үшін пайдаланылатын дәнекер секілді осы қорғасынды қалайы қорытпа автодәмханаларда берілетін кофенің температурасында балқиды және дайындамасы бар қалыпқа оңай құйылады. Содан соң оны бір-екі минут ішінде суытады және механикалық өңдеу үшін алып шығады. Өңдеуді аяқтаған соң қорытпаны балқыту және қайтадан бастау үшін жеткілікті болатындай етіп бөлшекті қыздырыңыз. Бұл, әрине, жоғары технологиялар емес, дегенмен жұмыс орындалады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Өндіріске арналған вакуумдық патрондар тура ғарыштағы секілді вакуум жасауға арналған арнайы сорғыштарға сүйенеді және бейсболдан жыл сайынғы АҚШ чемпионатынан кем түспестей тартады. Алайда жеңілдетілген және ішінара вакуумдық өңдеу үшін анағұрлым арзан баламалары бар. «Вентури» тәрізді вакуумдық қондырғылар аздап шулы дыбыс шығарғаны болмаса, цехтағы ауаны сығымдай отырып, бөлшектерді ұстап тұру үшін жеткілікті мықты вакуум туындата алу мүмкіндігіне ие және де арнайы вакуумдық сорғышқа қарағанда көп арзан. Есіңізде болсын, ауа сығымдағыштар тегін емес, егер сіз үлкен көлемде вакуумдық өңдеумен айналысуды жоспарласаңыз, қалай болса да вакуумдық сорғышты сатып алыңыз.

6-6 сурет: Кейбір кезде ең қарапайым шешім ең тиімді шешім болып табылады. Осы жағдайда дайындама білдектің шебер үстеліне бекітілген, ол атауыздың немесе қысқыш тетіктің қажеттілігін жоққа шығарады



«BIG KAISER» ұсынған

ОСЫ ТАРАУДА

1. Айналмалы құралдарды мықты бекіту
2. Конустар туралы шындық
3. Тартуды тоқтатыңыз: термиялық қысу және гидравликалық ұстағыштар
4. Құрал ұстағыштардың өнімділігін арттыру
5. Құрал ұстағыштармен шыр айналдыру
6. Құралдарды тез алмастыру

7-ТАРАУ.

АЙНАЛУ АЙМАҒЫ ЖОҚ ҚҰРАЛДАРДЫ БЕКІТУ

Ең алдымен, дайындық табысқа жетудің кілті болып табылады.

АЛЕКСАНДР ГРЭХЕМ БЕЛЛ

Жоғары сапалы кесетін құралдар өндеудің кез келген табысты стратегиясының маңызды да қажетті бөлігі болып табылады. Сіздің оларды қалай ұстап тұратыныңыздың маңызы еш кем емес және көп жағдайда олардың қаншалықты жақсы жұмыс жасайтынын, қаншалықты ұзақ жасайтынын және олардың бірі табан астында үзіліп кетіп, 20 000 доллар тұратын аэроғарыштық бөлшекті жойып жіберетінін анықтайды. Ондай да болып тұрады.

Алдымен, көп мақсатты білдектердің құралдары ең аз қозғалыстан шығу ықтималдығымен берік ұсталынуы тиіс. Бұл нені білдіреді? Егер сіздің 1964 ж. «Pontiac GTO» үйлестігін жоғалтса, онда бұл қозғалыстан шығу болып табылады. Қозғалыстан шығу автокөліктің, сондай-ақ кесетін құралдардың тозуына алып келеді. Олардың берік бекітілуіне келер болсақ, бесенеден белгілі – сомын жоқ болса, қалада жүрмеген болар едіңіз ғой, солай емес пе? Туындайтын сұрақ: жонғыш өндеу мен фрезерлеу үшін сырғытпай қармап ұстауға қол жеткізудің ең тиімді тәсілі қандай?

Осы тарауда сіз қазіргі кезде көптеген құрал ұстағыштың қолжетімді технологияларына жасалған шолуды табасыз. СББ көп мақсатты білдектердің сүмбілі құралдары мен СББ жону білдектеріне арналған төртбұрышты құйрығы бар құрал ұстағыштар қарастырылады. Цангалық патрондар, төлкелер мен конустық құйрығы бар ұстағыштар қарастырылады. Ең соңында, жөндеу уақытын қалай қысқартуға болатыны туралы және кеңінен таралған қателіктерді қалай болдырмау туралы кеңестер сіз құралдарды Индианаполис қаласынан 500 миль жердегі тұрақтағы жөндеуге қарағанда тезірек ауыстырады деген үмітпен беріледі.

Бұрғылайтын кесетін құралдар арасында

Мен алдыңғы тарауды жону білдегіне арналған қондырғылар – қысқыш құралдардан бастаған болатынмын, бұл тарауда станоктар мен өндеу цехтарында қолданылатын құрал ұстаушыларына шолу жасауды жөн көрдім. Қайсыбір сәйкестіктер бар. СББ жону білдектері

де саңылаулар жасайды; сондықтан да олар бұрғыларды, қашауларды және кеулей жону құралбілігін пайдаланады және тура сол құрал ұстағыштарды пайдаланады.

Басқа жағынан алғанда, көп мақсатты білдектердің кесетін құралдары тек айналады және үнемі (дерлік) бірнеше жырашықтары болады. Олар бұрғылардан, қашаулардан, сонымен қатар ұштық фрезалардан, бүйірлік фрезалардан және тағы басқалардан тұрады, олардың барлығы сенімді және шоғырлы болуы тиіс. Төменде құрал ұстағыштардың жеті негізі санаттары келтірілген:

- » Бұлғақ құлпын ұстағыштар
- » Цангалық патрондар
- » Бұрғылау патрондары
- » Гидравликалық құрал ұстағыштар
- » Термобұрғыланатын құралбіліктер
- » Фрезерлік патрондар
- » Бүйірлік-цилиндрлік фрезалар

Өзіңіз де атауынан түсінгендей, олардың көбі кесетін құралдардың нақты бір түрлерін бекітуге арналған фрезерлік патрондар ұштық фрезалар үшін артықшылықты нұсқа болып табылады, ал бүйірлік-цилиндрлік фрезалар бүйірлік-цилиндрлік фреза ұстағыштармен жақсырақ жұмыс істейді. Мысалы, цангалық патрондар ұштық фрезаларды ұстап тұру үшін пайдаланылуы мүмкін, ал бұлғақ құлпын ұстағыштар көбіне үлкен индекстелетін бұрғыларды ұстап тұру үшін пайдаланылады. Алайда осы тәжірибелердің барлығын басшылыққа алу міндетті емес, тура осылайша орақ тәріздес сомын кілтін бұранданы тарту үшін пайдалану зырылдауықты пайдалануға қарағанда азырақ тиімді. Мен егжей-тегжейлі алдыңғы бірнеше беттен кейін айтатын боламын, ал қазір алдымен конустық өңдеуді қарастырайық.

Конус уақыты

Фрезерлеу білдегінің және көп мақсатты білдектердің (немесе бірнеше жону білдектерінде) конустық сүмбілі бүйіржақтары бар. Мерекелік дастархандағы балауыз шамның әжеңіздің таза күмістен жасалған шамдалына тамып кеткені секілді конустық құйрығы бар кез келген айналмалы құрал немесе құрал ұстағыш соңғы екі ғасырда жасалған стандартты аспаптық конустардың бірімен түйіндеседі. Олардың көбі алдыңғы тарауда айтылған түрлі цангалық патрондарды ұстағыштардың кейпін киді. Енді сіз олар туралы айтылғанды өңдеу туралы іш пыстырарлық кітаптардың бірінен ғана таба аласыз – сіз тап қазір менің кітабымды іш пыстырарлық деп айтқан жоқ шығарсыз, дегенмен олардың кейбірі бұрғылау баспақтарында, артқы қысқыштарда, жону білдектерінде және бұрғылау қашаудың жалғастырғыш тетіктерінде әлі де болса пайдаланылып келеді:

» **Морзе конустары:** Стивен Морзе арнайы бұрғыларды ойлап тапқан соң ол олардың ұстағыштан шығып кету үрдісінің барын және былық тудыратынын байқаған. Ол тиімді бекіткішсіз оның жаңа үлгідегі кесетін құралы үміт күткен жетістіктерге жеткізбейтінін түсінген. Морзе конусы 1864 жылы пайда болды және бүгінгі таңда пайдаланылып жүрген ең танымал бұрғы құйыры болып табылады. Ол ортопедия үшін икемделген, егер сіз жамбас буынын алмастырған болсаңыз, онда имплантантаңыздың Морзе конусының қатысуымен жасалған болуы әбден ықтимал.

» **Джейкоб конусы:** осындай тәсілмен 1902 жылы Артур Джейкобс өзінің атымен арнайы патронды ойлап тақан кезде әрине оған өзінің патенттелген патронын да жасауға тура келді. Арада жүз жыл өткен соң Джейкобс конусы тігінен бұрғылау білдектерінде көбіне жалғастырғыш тетіктермен бұрғылау патрондарын орнату үшін қолданылуда, тағдыр төлкегімен олардың бір ұшында Морзе конусы болса, екінші ұшында Джейкобс конусы бар.

» **Браун және Шарп конусы:** сол кездегі көптеген басқалар секілді Браун мен Шарп (бұрамала білдектерді, американдық сымды калибрді ойлап тапқан және бір кездері

әлемдегі ең ірі білдек соғу компаниясын иемденген жігіттер) та өз конустарын ойлап тапты. Олардың конусы Морзенің конусына тым ұқсас, айырмашылығы конустылық (бұрыш жинақталуы) бір футқа аздап кішілеу – 5/8 дюйм Морзенің конусымен салыстырғанда шамамен бір футқа 1/2 дюйм болады.

Осы және басқа да конустар диаметрі бірнеше дюймға дейін баратын сіздің шынашағыңыз тұрып қалатындай өлшемнен бастап балмұздақ мүйізшесі үшін жеткілікті болатындайға дейінгі өлшемде болады. Олардың әрқайсысының МТ1 немесе JT # 6 (ол, шын мәнінде, JT # 5 қарағанда кішірек, суретті қараңыз) секілді жеке топтамалық нөмірленуі болады. Олардың барлығы баяу (сырғанаудың шағын бұрышымен) немесе «өзі тежелетін» конустар деп есептеледі. Ол сіздің құралды ұяшыққа салып, оны жайлап бұрауыңызға болатынын білдіреді, екі беткі қабат та таза болған жағдайда, оның сол жерде шексіз қалатынына сенімді болыңыз (немесе жұмыс біткенге дейін ол қайсысының бірінші болатынына байланысты).



ЕСКЕРТУ

Конус қаншалықты баяу болса, құралдың түйіндес ұстағышқа «жабысып» қалуының ықтималдығы соншалықты зор. Шын мәнінде, кесуге түскен күш ішкі және сыртқы конустарды Люси мен Рики, Арчи мен Эдит, Гомер мен Марджге қарағанда едәуір моногамды етеді. Егер сіз бұрғыңыздың атқы қысқышта кері қайтымсыз тұрып қалғанын көрсеңіз, онда сүйменді алмаңыз. Сізге құрал мен түйіскен ұстағыштың арасына сыйып кететін, сына тәріздес металл кесегі құралбілік қажет болады. Оны жайлап тықылдатыңыз, сонда екі бөлігі «Лас-Вегастағы ажырасу» деп айтып үлгергеніңізше ажырап кетеді.

Неліктен 7/24 күнтізбедегі күн емес

Уақыт өткен сайын білдектер жақсырақ жұмыс істей бастады, ал өндірістік талаптар арта түсті және білдек өндірушілер өздерінің өзі тежелетін конустарының орнына құралды жылдам және оңай шығаруға мүмкіндік беретін басқасын іздей бастады. 1927 жылы үш тәйгілі бәсекелестер Браун мен Шарп, Синсинати Миллинг Машин және сондай-ақ Кирни мен Трекер ақыр аяғында бір нәрсенің болсын келісіміне келіп, өзі бекітілетін, бір футқа 3 1/2 (немесе 24-ке 7 дюйм, осыдан атауын алған), құралдың тұрған орнында бекітілуі үшін қысқыш механизмді пайдаланатын және басқару кілтінің сүмбісінде орнатылған 7/24 конусын патенттеуге берді. Осылайша, ҰБА (Ұлттық білдек соғу ассоциациясы) өмірге келді.

Оның үш түрі бар: бастапқы ҰБА, «BT» метрикалық фланец (Жапония мен Еуропада кеңінен қолданылатын) және «V-тәрізді» фланец (сондай-ақ, өзінің өндірістік қажеттіліктері үшін фланецті модификациялаған «Caterpillar» тракторларын шығарушының арқасында «CAT» ретінде танымал). Олардың бәрі түрлі өлшемде қолжетімді және бірдей базалық конустары бар, бірақ олар фланецтің өлшеміне және ұштық құрал қысқышының механизміне қарай өзгеше болады.

Бүгінгі таңда көптеген СББ білдектері «V-тәріздес» фланецтерді және BT түріндегі ұстағыштарды пайдаланады («Bonsai Taper» қысқартылған түрі, себебі стандарт Жапонияда жасалған (7-1-суретті қараңыз). Ол үшін білдек қысқышының механизмімен ілініске түсетін қармап алу қысқышы немесе «тартым өзекшесі» қажет болады.

Құрал ұстағыштың ұшына бұралатын қысқыштың ұзын бұрандалы механизмі пайдаланылатын бастапқы ҰБА фрезерлік білдектерінен өзгешелігі заманауи СББ білдектерінің ұшында қармап алу қысқышы түйіскен жырашыққа қойылатын бірнеше шыңдалған металл шарлары және конусты құралға тартатын ұзына бойы бірқатар дискілі серіппелері бар.

7-1-сурет:

Сол жақта кілтсіз бұрғылау патронымен қоршалған индекстелетін бүйірлік фреза бар. Олардың әрқайсысы CAT 40 түріндегі ұстағышқа қондырылады. Жоғарғы оң жағында білдектің сүмбісіндегі құралға бекітілетін қармап алу қысқышы көрсетілген



КОНУС ТУРАЛЫ ШЫНДЫҚ

CAT және BT құрал ұстағыштарының асқан танымалдығына қарамастан, олар мінсіз емес. Мысалы, құрал ұстағыштың конусы мен білдектің ұстағышы сирек сәйкес келетіндіктен. Бұл сүмбідегі құрал ұстағыштың аздап ығысуына алып келуі мүмкін, ол тербелісті туындатады және құралдың жарамдылық мерзімін қысқартады. Оның үстіне құрал ұстағыштар ауыр бүйірлік жүктемелерге арналмаған. Шамадан тыс күш түсу біліктік тербелістің әсерінен «желінуге» немесе тотығуға шалдыруы мүмкін, ал сүмбінің жоғары жылдамдықтары сүмбінің кеңеюі әсерінен Z білігі тұрғыландырылуының тұрақсыздығына алып келеді.

Мұның ешқайсысы да Сіздің CAT 40 көп мақсатты білдектерге толы цехыңызда жаппай сатылым жасау қажеттігін меңземейді, бірақ бұл әлеуетті мәселені азайту үшін бірнеше қадам жасау қажеттігін білдіреді. Мүмкіндігінше, үнемі жоғары сапалы құрал ұстағыштарды сатып алыңыз, себебі олар дәлірек және білдек пен сүмбі конустарының арасындағы байланысты арттыра алады. Қармап алу қысқыштарын қатты тартып тастамаңыз, ол конустың кішкентай ұшының тұрып қалуына алып келуі мүмкін, ал бұл байланысты одан әрі азайта түседі. Құрал ұстағыштар мен сүмбіні таза ұстаңыз және оларды тозу мен желінуге ұдайы тексеріп отырыңыз (Құрал ұстағыштарды екі жал сайын алмастырып отыру жақсы ереже болып табылады). Соңында, күшпен қысу механизмінің күшін ұдайы тексеріп тұру үшін қадаға сатып алыңыз, себебі серіппелер пакеті мен бөгеткіш шарлары уақыт өте тоза басайды, ал механизм жиі-жиі толығымен жөнделіп тұруы тиіс.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Көптеген 7/24 құрал ұстағыштардың құрылымына байланысты фланец пен сүмбінің беткі қабатының арасында конустың бойымен ғана түйісуді қамтамасыз ете отырып, шамалы саңылау қалады. Кейбір өндірушілер бір мезетте конусқа да фланецке де тиіп тұратын құрал ұстағыштардың «қос түйісуін» жасай отырып, осы кемшілікті жоя алды. Бұл құрал ұстағышта да, білдектің конусында да асқан дәлдікті талап етеді және конус жоғарыға және беткі қабатқа тартылған кездегі сүмбінің аздаған деформациясына сүйенеді. Олардың бірі – азайтылған тербеліске, желінуден болатын азырақ тотығуға және дәстүрлі тек «конустық» құрал ұстағыштарға қарағанда айтарлықтай көп қатқылдықты беруге уәде ететін «BIG-PLUS» сүмбілер жүйесі болып табылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Ең көп тараған конустардың бірі туралы айтуды ұмытып кете жаздаппын. Егер сіз Бриджпорт тәрізді консоль-жоңғылау білдегін сатып алуды жоспарлаған болсаңыз (көптеген цехтарда тым болмаса біреуі бар), онда сізге «R8» цангалық патрондары, «R8» бүйірлік-цилиндрлі фрезаның ұстағышы және бірнеше «R8» бұрғылау патроны қажет болады. «R8» конусын сол бізге консольді-фрезерлік білдекті сыйлаған адамдар – Рудольфом Бэнноу мен

Магнусом Уолстром – олардың білдек дизайны танымалдыққа ие болған соң көп ұзамай ойлап тапқан. Өзірше сіз осы «R8» цангалық патрондарына тапсырыс беріп жатқан кезде өзіңізге жақсылық жасап, механикаландырылған тартқыш бұрандаға тапсырыс беріңіз. Осы керемет қондырғы сомын кілтін «R8» цангалық патронын тарту үшін тоқтаусыз бұраудан босатады, сондай-ақ онсыз қысқыш механизмнің жоғары жағына қол жетпейтіндіктен, жеңіл сатыға да тапсырыс беріңіз.

Тезірек, тезірек!

СББ білдектері пайда болғанға дейін жасалған конустар жоғары жылдамдықтар әлемінде бәсекеге түсе алмайды.

Минутына 8000 айналымға қол жеткізген кезде ортадан тепкіш күш қысқыш механизмнің құрал ұстағышты сүмбіге қарай тартуына мүмкіндік туғыза отырып, білдек сүмбісінің дәстүрлі конустарының кеңеюіне алып келеді. Ол Z білігінің биіктігімен болатын мәселені тудырады және тіпті құрал ұстағыштардың тұрып қалуына да алып келуі мүмкін.

Бұған дейін айтылып кеткендей, құрал ұстағыштар мен білдектерге арналған құралдарды өндірушілер осыған көңіл бөліп, бүйірге де, конусқа да бір мезетте ілінетін екі түйіспелі ұстағыштарды жасаумен жауап берді. Өткен жылдары осындай ұстағыштардың бірнеше нұсқасы жасалған, оның ішінде «BIG PLUS», «Carv Sandvik Coromant» және «KM Kennametal» бар. Олардың ішіндегі ең танымалы – Германияда жасалған, бірақ Құрама штаттарда және басқа елдерде айтарлықтай танымал патенттелмеген стандарт HSK (Hohl Schaft Kegel, неміс тілінен аударғанда «қуыс құйыры бар конус» дегенді бідіреді).

HSK A-ден F-ке дейінгі түрде қолжетімді, олардың әрқайсысы қайталымдағы мерзім мен айналым жылдамдығының нақты бір талаптарына, сондай-ақ 25 мм-ден 125 мм-ге дейінгі фланец өлшеміне есептелген. HSK конустықтың 1:10 қысқа бұрышына ие (көбірек таралған 7:24 конусынан айырмашылығы), ал құрал ұстағыштың корпусының өзі қуыс болып келеді. Бұл тіпті минутына 25000 және одан көп айналымда қатқылдық пен дәлдікті бере отырып, оның сүмбінің жылдамдығының артуына қарай білдек конусымен бірге кеңеюіне мүмкіндік туғызады. (кейбір өндірушілер минутына 60 000 айналымымен HSK сүмбілерін жарнамалайды және осы орайда деңгей үнемі арта түсуде). HSK екі түйіспелі болғандықтан, ол Z білігінен ауытқудың барлық мәселелерін жоққа шығарады, ал оның жақтастары барынша қысқа конус құралды алмастырудың анағұрлым жеделдетілуін қамтамасыз етеді дейді.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Сіздің цехыңызда жоғары жылдамдықта өңдеу туралы тіпті ойланбаса да және сүмбі айналымының орташа мен жоғары жылдамдығын арттыруды ешқашан жоспарламаса да, 90 жылдық 7/24 конусы құралдарды бекітуге арналған ең бәсекеге қабілетті таңдау бола алмайды. Егер сіз құрал ұстағыштардың жаңа жүйесі туралы ойлансаңыз, онда HSK сөзсіз нұсқалардың бірі болып табылады; бірақ біліп қойыңыз, ол тек жалғыз нұсқа емес. Бірқатар бәсекелес жүйелер бар (олардың кейбірі бұрынырақ аталып өткен), олардың әрқайсысының өз артықшылықтары бар және олардың ешбірі де бір немесе тіпті екі кемшілігі барын жоққа шығара алмайды. Ондаған жылдар бойы пайдалана алатын құрал ұстағыш жүйесін таңдаудың алдында оның барлық нұсқаларын бағалаңыз, білдек дистрибьютер(лер)інен біршама сынақ кесулерін көрсетуді өтініңіз және құралдардың болашақ қажеттілігін алдын ала көру үшін хрусталь шарға үңіліп көріңіз.

Ұстағыштар каталогына саяхат

Қандай конус қолданылатынына және құрал ұстағыш білдектің сүмбісіне қалай бекітілетініне байланысты сізге бәрібір құрал ұстағыштың ішінде кесетін құралды бекіту тәсілі қажет болады. Дайындаманы бекіту жағдайындағыдай, оған бұрамалардың немесе атауыздардың, цангалық патрондардың не құралбіліктердің не болмаса, бәлкім, терең шұңқырларды қазу үшін жер қазу машиналарының және әрбір дүйсенбінің таңертеңгілігінде

контейнерлерді босату үшін қоқыс жинағыш пайдаланатын гидравликалық қысымның көмегімен қол жеткізуге болады. Осы бөлімнің басында келтірілген жеті құрал ұстағышты егжей-тегжейлі қарастырып көрейік.

Бүйірден берілетін соққы

1918 жылы Карл Бергстром шиыршықты жырашығы бар ұштық фрезаны ойлап тапқан кезде ол көп ұзамай-ақ оның үлкен мәселесі бар екенін түсінді. Оның фрезасы болатты бұдан басқа мүмкіндік болмайтын секілді кесетін, бірақ оның шиыршығы үнемі кескішті ұстағыштан алып шығуға бейім тұратын (ол шиыршықты бұрғыларды ойлап тапқан соң осы құбылысқа тап болған Стивен Морзенің мысалынан сабақ алуы тиіс еді).

Көңіл-күйі түспеген Бергстром ықтимал әрекеттердің ең сәттісін жасады, ол ұштық фрезаның бүйірлік қабатындағы шағын жайпақ қабатты егеді, содан соң құрал ұстағышта түйісетін орнатушы бұрамаға арналған саңылауды бұрғылап тесті және киліктірді. Бергстром сол сәтте оның инновациялық ұштық фрезалардың дизайны әкелмеген танымалдықты алып келген қондырғыны – Вельдонның ұшын ойлап тапты.

Ұштық фреза ұстағышының бұлғақ құлпына арналған Вельдон сағақтары балмұздақ үшін балкүлше секілді болып табылады. Оларды ұштық фрезаның шығып кетуін болдырмау үшін жүз жыл бойы дерлік бірге пайдаланып келді. Өкінішке орай, екеуінің де кемшіліктері бар, әсіресе сүмбінің анағұрлым қатты жылдамдықтарында және қатты материалдарды өңдеген кезде шығады. Мәселе жеңіл, орнату бұрамасының қысымы ұштық фрезаның орталықтан ығысуына мәжбүр етеді.

Ығысу соншалықты үлкен емес – көп жағдайларда бар-жоғы «оныншы үлес» (0,0002 дюймнен 0,0003 дюймге дейін), алайда сіз құралды минутына 10 000 айналыммен айналдырған кезде немесе титанды өңдеу кезінде құралдың жарамдылық мерзімін ұзартқыңыз келгенде әрбір миллиметрдің маңызы бар. Мұнымен қоса бұлғақ құлпының ұстағыштары басынан теңдестірілмеген болса. Егер сіз диаметрі 1 дюйм тез кесетін болаттан (ТКБ) жасалған ұштық фрезаны минутына 10 000 айналыммен айналдыратын болсаңыз, алайда 10 немесе 15 есе артық айналым кезінде құралдың теңдестірілмеген ұстағышы сізді білдекті тоқтатуға арналған үлкен қызыл батырманы шұғыл түрде басуыңызға мәжбүр ету үшін жеткілікті тербеліс туындатуы мүмкін.

Қарсы алыңыздар, Чактың інісі*

Мен цангалық патрондар туралы 6-тарауда айтып кеткен болатынмын (бөлкім, пластик стақанмен болған мықты аналогия есіңізде шығар), бірақ сіз әлі де цангалық патронды көз алдыңызға елестете алмай тұрсаңыз, 7-2-суретке көз салыңыз. Бұл – 1972 жылы швейцарлық құрал өндіруші Фриц Вебер ойлап тапқан «ER» тәрізді цангалық патрондар және құралдарды бекіту үшін бүгінгі таңда көп пайдаланылатын ұстағыштардың бірі. Атауы ма? Вебер Е тәрізді (еуропалық стандарт) цангалық патронды модификациялады және өзінің «Rego-Fix» компаниясының атауын білдіру үшін соңына R әрпін қосты деген қауесет бар.

*Chuck – ағылшын тілінде «патрон» дегенді де және «Чак» деген сөз ер адамның есімін де білдіреді.

Цангалық патрондардың басқа да көпшілігі секілді «ER» «қалпақша» деп аталатын, құрал ұстағыштың қапталына бұралатын және цангалық патронды түйісетін конусқа кесетін құралдың ұшына итермелей отырып тақайтын арнайы сомында сарт еткізіп бекітіледі. СББ көп мақсатты білдектердің сүмбілері секілді «ER» цангалық патрондарының бірдей 8° бағдарлаушы конусы болады (келесі корпоративтік кеште көп оқығаныңызды көрсетіңіз) және олар өлшемдер мен түрлердің кең диапазонында қолжетімді. ER8-ден ER50-ге дейінгі барлық жүйе құралдың ұшын 1-ден 34 мм-ге дейін қамтиды (0,039 дюймнан 1,383 дюймға дейін).

7-2-сурет: Он жыл бұрынғы «ER» патроны-құрал бекітудің ең көп қолданылатын жүйесі болып табылады



Техникалық қолдау көрсетудің дұрыс деңгейі мен құралды баптау кезінде дұрыс айналатын сәтті қолдану жағдайында «ER» цангалық патроны материалдың жұқа қабытын бұрғылауға және алуға қолайлы асқан дәлдік пен қатқылдықты қамтамасыз етеді. Егер сіз үлкендеу (төмендегі бірінші мысалдағыдай) немесе аздап арзанырақ (екінші мысал) бір нәрсені іздеген болсаңыз, онда төменде зейін қоюға тұрарлық бірнеше «ER» баламалары келтірілген:

» **Жойқын қармап алу:** жойқындыққа қатысты аса сенімді емеспін, алайда «TG» цангалық патронының 4° шамалы еңкіштігімен Морзе мен Джейкобстың сағақ ұстағыштарын еске түсіретін конусы бар. «TG» патронының жақтастары олар «ER» патрондарына қарағанда анағұрлым дәлірек және қатқылдау дегенді растайды, ал сыншылар оның қомақтылығы мен жоғары құнын меңзейді.

» **Екі бұрышты:** атауынан көрініп тұрғандай, екі бұрышты патрондар екі қарама-қарсы конустардан тұрады, біреуі патронның ұштығында, ал екіншісі патронды тақау үшін кішкене артқа қарай орналасқан. Олар – құралдардың барлық жиынтықтарының ішіндегі ең арзаны, мұнымен олардың танымалдығын түсіндіруге болады. Дегенмен кейбіреулер конустың қысқа ұзындығы екі бұрышты патронның дәлдігін шектейді деп пайымдайды.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Осы әлемдегі барлық заттар үшін солай болатыны сияқты, не төлесеңіз соны аласыз. Цангалық патронды сатып ала отырып, олардың ішіндегі ең жақсысын алыңыз, оларды үнемі таза ұстаңыз және үнемі цангалық сомындарды өндірушінің нұсқаулықтарына сәйкес тартыңыз. Кейбіреулер өздерінің цангалық патрондарының «жоғары дәлдікпен» нұсқаларын ұсынады, ал басқалары тарту кезінде цанганың әлеуетті бұралуын уәде ете отырып, шарлы мойынтіректер тәрізді қысқыш сомынды ұсынады. Солай болуы да мүмкін, алайда осы сомындар айтарлықтай қымбат тұрады, ал тәжірибелі білдекшілер конустың бұрандасы мен қапталындағы бір тамшы май да тура сол нәтижені береді деп айтады

Жұлынып кетуді болдырмау

Бүгінгі күнде қолданылып жүрген ұштық фрезалардың көбі қатты қорытпадан және өз ағайындарына қарағанда тез кесетін болаттан жасалғандықтан, Вельдон тәрізді сағағы жоқ, олар әдеттегідей қайсыбір кездері Карл Бергстром мен Стивен Морзе тап болған мәселені туындатады: құралдың жұлынып кетуі. Құрал өндірушілер бұған бірқатар құрал ұстағыштардың жүйесімен жауап берді.

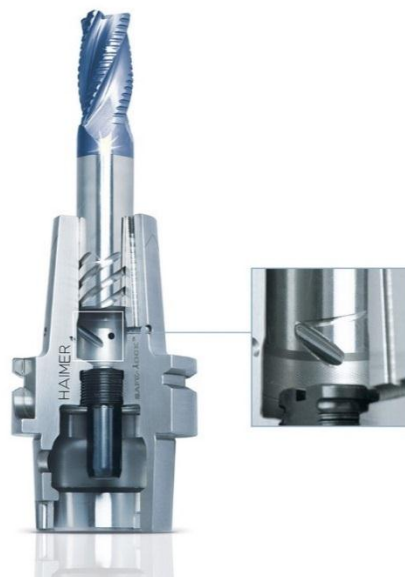
Мысалы, механикалық фрезерлік патрондарда бірқатар инелі мойынтіректер немесе цангалық патронды, не төлкені қысуға арналған сығымдалған қондырғы пайдаланылады, кейбіреулер қысқыш құрылғы дәстүрлі ұштық фреза ұстағыштарға қарағанда бес есеге үлкен

деп айтады. Ал құралдарды гидравликалық ұстағыштарда тартқан кезде құралды құрсап тұрған тұрақталушы цилиндрге әсер ететін бұранда болады.

Тағдырдың тәлкегіне орай, бірнеше құрал өндірушілер оның құрылғысын құралдың сағағындағы арнайы дайындалған ойыққа кіріктіретін бұрандалы өндірімелермен толықтырып немесе құралдың гидравликалық жолмен қысылған ұстағышында құралды бекіту үшін шиыршықты жырашықты қолдана отырып (7-3-суретте көрсетілгендей), Бергстром ізімен жүрді. Сіздің қандай жүйені қарастырып отырғаныңызға қарамастан, барлығы да босап кетудің, жұлынып кетудің және толығымен дерлік шығып кетудің болмауына уәде береді, жаңа ұстағыштарға үлкен көлемде ақша шығарудан бұрын оларды әлі де сіздің кәсіпорныңызда мұқият тексеріп алу керек.

7-3-сурет:

Қимадағы түрі: жұлынып кетуге қарсы ілмекті жүйесі бар «HSK» құрал ұстағышы



БЕЙТАРАПТЫҚ САҚТАЙМЫЗ

Цангалар, сондай ақ барлық аспаптық ұстағыштар білдектік өңдеу әлемінде даулы мәселе болып табылады. Біреулер бүйірлік бекіткіштің құралбілігі жақсырақ десе, басқалар цанганы құптайды, осы тұста басқа біреулер ыстық шегендеу мен гидравликалық ұстағыштар секілді анағұрлым заманауи шешімдерді (олар туралы мен жақын арада айтамын) әрине, жержаңғағы майы мен бананнан кейінгі орасан зор олжа ретінде меңзейді.

Осы кітап құралдардың тозуы мен тербелісін барынша азайтатындай етіп жұмыс істеу керектігін, сондай ақ сіздің жайлы көрпеңізге қарағанда көбірек қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажеттігін қоспағанда, кімнің болмасын жағында емес. Сонымен бірге әрбір өңдеу бірегей болып табылады – білдектің, материалдың, кескіштердің түрі, құрал қозғалысының траекториясы мен бекітілуі, бір жағдайда жақсы жұмыс істейтін нәрсе басқа жағдайда сәтсіздікке ұшырауы мүмкін. Маңыздысы құрал ұстағыштардың жаңа мүмкіндіктеріне қатысты бейтараптық сақтау және оларды бағалау кезінде аналитикалық тәсілді қолдану болып табылады.

Адам нанғысыз қысқыш ұстағыштар

Жабысқақ бұрандаға немесе қатып қалған сомынға тап болғанда білдекшілердің көбі оттықты жағып, бөлшекті қызарғанға дейін қыздырады. Мұның себебі жылу металды кеңейтеді – көптеген құрал өндірушілердің өз және клиенттерінің мүддесіне пайдаланатын қасиет.

Құралды термиялық жолмен күйдіру «бір Миссисипи», «екі Миссисипи» және т.б. деп, бәлкім, 15 рет санай отырып, құрал ұстағыштарды индукциялық жылыту режиміне қою арқылы жұмыс істейді, нәтижесінде құрал ұстағыш оған қыздырғанға дейін саңылаудан гөрі үлкенірек болған кескішті орнатуға болатындай кеңейеді. Тағы да салқындау үшін 15

секундтай уақыт беріңіз, бұл кескіш енді ешқайда жылжымайды (мысал үшін 7-4-суретті қараңыз).

Бұл көп араласуды қажет етпейді. Мысалы, ұштық фрезедағы диаметрі 1 /2 дюйм болатын сағақ құрал ұстағыштағы саңылаудан бар-жоғы 0,0015 дюймға ғана үлкенірек. Ал термиялық тәсілмен отырғызудың жылжитын бөліктері болмағандықтан, құрал ұстағыш симметриялық болуы мүмкін, бұл – теңгерім маңызды рөл атқаратын жоғары айналымдағы өңдеу үшін таптырмас шешім.

Әрине, термиялық қысқышпен құралдарды алмастыру үшін кәдімгі құрал ұстағыштарға қарағанда анағұрлым көбірек уақыт қажет болады. Қысқышпен отырғызу тек қатты қорытпалы кескіштермен үйлеседі, мұнда индекстелетін немесе «HSS» ұштық фрезалар жоқ. Сондай-ақ, өндірушілер қысуға арналған қондырғыларды оңды-солды сыйға тарпайды, ал жақсы құралдың мың доллар тұруы әбден ықтимал. Егер абай болмасаңыз, онда саусақтарыңыз «Kiwanis» клубындағы құймақпен таңғы ас ішуге қарағанда көбірек күйі мүмкін. Бірақ қыздыру арқылы отырғызудың артықшылығы, бұл берілістің айтарлықтай жоғары жылдамдығы, құрал беріктігінің жақсартылған қоры, сондай-ақ жұлынып кету ықтималдығының болмауы тәуекелге бел байлауға тұрарлықтай. Тек қана жеткілікті лейкопластырь алып қойғаныңызға көз жеткізіңіз.

7-4-сурет: Айналымды күймешіктегі «CAT40» құрал ұстағыштардың тұржынағы. Оларды ыстық отырғызу ретінде анықтайтын термиялық түссізденген ұштықтарға назар аударыңыз



«Proto Labs» ұсынған

Құрал ұстағыштардың ұсақ-түйегі

Егер сіз ұштық фрезер басшалары мен бұрғыларды берік және дәл ұстай алсаңыз, онда тәтті бәліштің ең дәмдісін жегеңіз. Балмұздақты бастамас бұрын оның соңғы үгінділерін теріп жеуіңіз қалды. Фрезер басшалары түрлі пішін мен өлшемде болады, ал өзіңіз қазір ғана инвестиция жасаған гидравликалық ұстағыштар өз алдына керемет үлкен бүйірлік фрезаны ұстауыңызға көмектеспейді.

Тура осылайша ең титтей деген «ER» цангалық патрондары да ең кішкентайдан басқа бұрғыға бекітілмейді және сіз цангалық патрондарды басқа кескіштердің таңбалаушысы секілді құралдарға күштеп пайдаланбағаныңыз жөн, себебі олар міндетті түрде айналып кететін болады. Қоймаңызда төмендегі қосалқы бөлшектер үшін орын қалдырғаныңызға көз жеткізіңіз:

» Бұрғыға арналған қысқыш патрондар механикалық бұрғыңыз үшін мінсіз және теледидарды ілу немесе жаңа бастырма соғу үшін қажетті кескіштерді ұстап тұратындай, бірақ олардың көбі асқан дәлдікпен өңдеуге келмейді. Дегенмен де кейбір құрал жеткізушілер «CAT» немесе «BT» білдектерінің сүмбілеріне тікелей салынатын кіріктірілген сағағы бар жоғары сапалы кілтсіз бұрғылау патрондарын ұсынады. Олар қымбат емес және оларды ұштық фрезалар мен радиал күштің басқа кескіштеріне пайдаланбаған жөн, бірақ олар қол бұрғымен бекітуді жақсы жасайды және цангалық патрондарға қарағанда анағұрлым қолайлы құрал алмастыруды ұсынады.

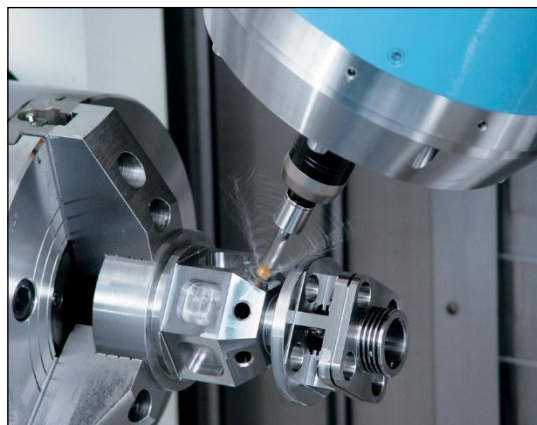
» Кез келген бөлшекті механикалық өңдеудің жиі кездесетін бірінші жұмысы бүйірлік фрезерлеу болып табылады. Екіншісі көп қырлы бүйірлік-цилиндрлі фрезаның көмегімен үлкен қалташықтарды алдын ала өңдеу болып табылады. Екі жағдайда да құралдар әдеттегідей құралбілік түріндегі конустық сауғасы бар құрал ұстағышқа бұрандалармен бекітіледі. Осы құралдар үшін сүмбінің айтарлықтай қуаттылығы қажет, абайлаңыз, білдегіңіздің технологиялық мүмкіндіктерінен тыс құралды пайдаланбаңыз, әйтпесе дистрибьютерлік орталықтың қызметіне ойламаған жерден жүгінуіңізге тура келетінін біліңіз.

» Көп мақсатты білдектерде бұранданы қатқыл кесудің кеңінен қолжетімділігі арқасында құбылмалы бұранда кескіш патрондар айтарлықтай тұрғыда өткен уақытта қалып қойды. Бірақ бұл Сіздің таңбалаушыны ұстап тұру үшін «ER» немесе цангалық патронның соған ұқсас түрін пайдалануыңыз тиіс дегенді білдірмейді. Құрал өндірушілердің көпшілігі таңбалаушыларды бекітуге арналған пішіндік патрондарды ұсынады және оларды басқарудың анағұрлым тиімді тәсілін қамтамасыз ете отырып, таңбалаушының барлық ұштарында болатын төртбұрышты жетекті қармап ұстайтын бұранданы қатқыл кесуге арналған (7-5-суретті қараңыз) арнайы цангаларды ұсынады.

» Енді сізге бұранданы қатқыл кесу кезінде таңбалаушыны басқарудың ең тиімді тәсілі белгілі болған соң бұранда кесудің жылдамырақ технологиясына айырбастауды қарастыра аласыз. Атын атамасақ та, СББ деп аталатын бұранда кескішті ұсынатын кем дегенде бір өндіруші бар. Бұл үшін сүмбіні саңылаудың табанында айналдыру қажет болмайды, ол білдектің тозуын тежейді және бір мезетте өнім шығару көлемін арттырады. Егер сомындық кесудің үлкен көлемін жасайтын болсаңыз, ол сіздің түптеп келгенде табысқа кенелуіңізге жол ашады.

» 6-тарауда мен бес координатты дайындама ұстағыштар туралы егжей-тегжейлі айтып кеткен болатынымын, бірақ мен бес координатты құрал ұстағыштар туралы әлі айтқан жоқпын. Атауыздар бес координатты көп мақсатты білдектердегі Пол Баньян секілді жоғары тұруы қажет болғандықтан, құралдар каталогында фрезерлік атауыздар мен цангалық патрондар көбіне «барынша қол жетерлік» бөлімінде келтіріледі. Ал кесетін құралды ұзын, жұқа құрал ұстағыштың ұшында ұстап тұру қиынға соғатындықтан, шығып кетудің ұзындығы барынша қол жетерлікпен қайрау кезінде сезімтал мәселе (себебі дайындама осы орайда құрал ұстағыштың кез келген дәлсіздігін арттыра отырып, сүмбіден ары шығып тұрады) болғандықтан, терможелім мен «HSK» бес координатты білдектерде пайдалануға арналған құралды бекітудің ең көп тараған екі технологиясы болып табылады.

7-5-сурет: Ешқашан бұранда кесу уақытын үнемдемеңіз. Үнемі дұрыс құрал ұстағышты пайдаланыңыз немесе жоғары көлемдегі бұранда кесу үшін СББ бұрандалық қондырғысына көшіңіз



«BIG KAISER» рұқсатымен

АСПАПТЫҚ ҚОЙМА НЕ ҮШІН ҚАЖЕТ

Автокөліктерге де, компьютерлерге де жүйелі түрде техникалық қолдау көрсету аса маңызды. Ол аспаптық құралбілікке де қатысты, ерекшелігі мөлшерлеме айтарлықтай жоғары болып келеді. Егер сіз кесетін пластинаның астындағы ұяшықты немесе сомынды майлауды ұмытып кетсеңіз, ол үйден де қымбат тұратын білдектердің тоқтап қалуына алып

келеді. Құрал ұстағышқа жабысып қалған микроскопиялық үгінді болатта тез тұрып қалып, шығып кетуге, тербеліске немесе сынған бөлшектерге алып келумен тынбай, сондай-ақ білдектің сүмбісін және басқа да құрал ұстағыштарға зақым келтіруі мүмкін. Цехта тазалық сақтау осы мәселелерді барынша азайтуға септігін тигізеді, бірақ бұл жеткілікті емес.

Кез келген жұмыстан соң құралдарды арнайы аспаптық қоймаға қайтару қажет, ол жерде бекітілген адам оларың әрқайсысын шашуды жүзеге асырады. Аспаптық қойма ультрадыбыстық тазалағышпен жабдықталғандықтан, құрауыштарды тазалыққа және тозуға тексеруге болады. Ұштық фрезалар мен бұрғыларды қайыра қайрау үшін өндірушіге қайтарған жөн. Төлкелер жойылуға жөнелтілуі тиіс. Тазартылған құрал ұстағыштарды аспаптарды сақтауға арналған жәшікке салудан бұрын оларға шамалы сіңірме май жаққан дұрыс.

Бұған қоса аспаптық қойманың менеджері құралдар мен құрал ұстағыштар туралы формулярды жүргізуі тиіс (құралдарды басқаруға арналған бағдарламалық жасақтаманы пайдалана отырып жүргізгені дұрыс, ол туралы мен 8-тарауда айтатын боламын). Жаңа тапсырма пайда болған кезде аталған адам баптау кестесіне сәйкес құралдарды жинайды және олардың пайдаланғанға дейін таза болып қалуын қадағалайды. Құралдар үлкен инвестициялар болып табылады, алайда оларға дұрыс қарамаса, ол өнімділіктің одан да бетер түсіп кетуіне алып келеді.

180 градусқа бұрылу: әділ ойын

Айналымды құралдар туралы әңгіменің аяқталған соң СББ жону білдектеріне арналған жоғары сапалы, дұрыс бапталған құрал ұстағыштар да механикалық өңдеу цехының табысты жұмысы үшін маңызды екенін мойындайтын кез келді. Жону жұмыстарының көбі цилиндрлі сағағы бар қаралтым жұмыстар, аяққы өңдеу, жырашықтар мен бөлүлер үшін пайдаланылатын индекстелетін құралдар көмегімен орындалады, жону білдектерінде, сондай-ақ цилиндрлі сағағы бар бұрғылар мен қашаулар, борқарнақтар мен таңбалаушымен бұранда кесуге арналған қысқыштар пайдаланылады, олар да СББ көп мақсатты білдектерінде пайдаланылатындар секілді сенімді және дәл болуы тиіс.

Шын мәнінде, жетекті құралмен жабдықталған СББ жону білдектерінің және көп мақсатты білдектердің пайда болуымен жону және фрезерлеу құралдарының арасындағы шекара жойылып бара жатқандай. Қуысты фрезерлеу операциясы Ү білікті жону білдегінде немесе бес координатты көп мақсатты білдекте орындалатынына қарамастан, құралдың жұлынып кетуі мен шығып кетуі туралы мәселе бірдей туындайды. Егер сіз жону білдегінің операторы болсаңыз және осының алдындағы тарауды тастап кетуге болады деп есептесеңіз, онда кері қайтып, қайтадан оқып шығатын кез келді. Олай болмаса, онда тікелей цилиндрлі сағақтар аймағына барайық.

Жону білдегіне серпін беру

Шын мәнінде, олар иіңтірекке ұсамайды, бірақ оларды солай атайды (7-6-сурет дәлелдеме үшін). Иіңтіректі құралдар дәнекерлі немесе дайындаманың сырт жағын қайрауға арналған көп қырлы кесетін құралдарымен қатты қорытпалы фрезалар болып табылады. Олардың көбінде 3/4 дюйм немесе 1 дюйм цилиндрлі сағақтар бар, алайда зергердің жону білдегінде 3/8 дюйм құрал сағағы қолданылуы мүмкін, ал осы орайда трактордың бөлшектеріне арналған жону білдектерінде өлшемі 1 және 1/2 немесе одан да көп дюйм болатын құралдарды оңай жайғастыруға болады.

5-тарауда мен қайрауға арналған құралдар туралы есімнен танғанша айтқан болатынымын, сондықтан мен қазір егжей-тегжейіне бармаймын, тек айтарым, иіңтіректі құралдар функциясына қарамастан сыналы қысқышы бар механизмнің көмегімен айналғыш қалпақшаға бекітіледі немесе тұрған орнында екі не одан көп бұрандалармен құрал қырының бойымен ұсталып тұрады. Бүйірлік жырашықтарды егеуге арналған тар кескіштер,

борқарнақтар мен цилиндрлі сағағы бар бұрғылар әдетте шығыр тәрізді алынбалы ұстағышарда айналғыш қалпақшаның сыртқы қабатында орнатылады, ал қалған басқалары айналмалы қалпақшаның беткі қабатындағы тікелей төртбұрышты калибрдің ішінде орнатылады. Көп сүмбілі және автоматты патрондар тәрізді айналғыш қалпақшаларға қатысты бұрандалы ұстағыштар пайдаланылады, оларға орнату бұрандаларының көмегімен өзекше немесе домалақ құрал бекітіледі.

7-6-сурет: 80-градусты алмас жону кескіші. Өңдеудің жақсы нәтижесін алу үшін барлық дәл өлшеу құралдары секілді иінтіректі құралдарға да жылы шырай мен қамқорлық таныту қажет



«Sandvik Coromant» рұқсатымен

Барлық құралдар мен құрал ұстағыштарға келер болсақ, құралды тарту кезінде үнемі өндірушінің нұқсаулықтарын орындаңыз: орнатудың беткі қабаттары таза және құрғақ болуы тиіс, ал динамометрлік кілт қысқыштың тым көп және тым аз күшін болдырмау үшін пайдаланылуы тиіс. Қысқыштың беткі қабатын зақымдап алмау үшін бұранда мен саптаманың арасына жез төсеме салыңыз.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Жону білдектері құрал баптау станциясының болмауы тұрғысынан танымал – егер сіздің сегіз сатылы айналмалы қалпақшаңыз болса, онда сізге міндетті түрде тоғыз құрал қажет болады. Оны көп арнайы қабатты тіреу мен көп мақсатты құрал ұстағыштарды пайдалану арқылы жеңілдетуге болады. Мысалы, сіз екі саңылауы бар бірнеше кеулей жону құралбілігін ұстаушыларды немесе бұрғылай, қашай және айналдыра алатын құрамдастыру құралын сатып ала аласыз. Әрине, бұл жерде табысқа жету көбіне дайындама материалына байланысты болып келеді, жез бен алюминийді қашау барысында жараған нәрсе титанды қашау барысында жарамсыз болады.

Шек (клиренс) айналғышқа бірнеше құралдарды тығу кезінде қиындық туындатуы мүмкін. Құрал ұстағыштарға жанасып жатқан қысқыш атауыздарды байқаусыз ойып алу кеңінен таралған (және аса шу шығаратын) құбылыс және ол әріптестеріңізге сүйсіндіріп қол соқтырады. Бір жақсысы, құрал қозғалысының траекториясын модельдеу барысында бағдарламалау құралдары бар, олар виртуалды түрде алғашқы жоңқа кесілгенге дейін қабаттасудың бар-жоғын тексере алады (қосымша ақпарат алу үшін 9-тарауды қараңыз).

Шамалы төлкелер туралы

Бұрандалы бекіткіші бар сүмбінің бекіту ұстағышын таңдап алыңыз. Оның ұзына бойы диаметрі 1 немесе 1/4 дюйм болатын саңылау екенін көріп тұрсыз ба? Сіз өзіңіздің цангалық құралдарыңызды, борқарнақтарыңызды, алмастырмалы ұштығы бар бұрғыларыңызды және ұштықтарды өңдеуге арналған басқа құралдарыңызды тура сол жерге салмақшы болып жатырсыз. Тек бір мәселе бар. Сіздің кеулей жону білдегіңіздегі диаметрі 3/4 дюйм құралбілік ұстағыш үшін тым кішкентай. Жақсысы, оның қарапайым шешімі бар. Төлке сатып алыңыз (егер қажет болса, оны жасап алыңыз). Егер алатын болсаңыз, бірден бірнешеуін сатып алыңыз, себебі төлкелер мен гильзалар көптеген жону білдектерінің кәдімгі элементтері болып табылады.

Олардың екі түрі бар. Жону білдегінің құралкүймешікті құрал ұстағыштарының төлкелері сыртқы жағы бұрғылауға арналған түтік тәрізді ұстағышқа тақалған, ал ішкі диаметрі соған кіретін бұрғылауға арналған түтік тәрізді құралбіліктің немесе фрезерлеу бұрғысының диаметріне сәйкес келетін қалың металдан жасалған түтікке ұқсайды. Төлкенің бір жағының бойында жік немесе бірқатар саңылаулар болады, олар төлкенің ішінде құралды бекітуге арналған сақтандырғыш бұрандалардың өтуіне мүмкіндік туғызады.

Кейбір төлкелер оның ұзына бойының көп бөлігінде төлке арқылы тар жік салынған цанғаға көбірек ұқсайды. Бір жағының ұзына бойына тура жырашыққа қарама-қарсы өңделген қасқалша бар, осы жазықтыққа бекітіп тұратын бұрауышты тартыңыз, сонда төлке іштегі кез келген құралды бекіте отырып, қатты қысылады.



ЕСКЕРТУ

Ешқашан да бекітіп тұратын бұрауышты тез кесетін болаттан жасалған бұрғының немесе саңылауларды бұрап алып тастауға арналған бұрғы сағасының айналасында тікелей тартушы болмаңыз. Салынған күш оны зақымдауы немесе құрал мен төлке ажырамас сыңар болып қалатындай етіп металды шығарып тастауы мүмкін. Егер сізгі міндетті түрде төлкені пайдалану қажет болса, бұрғының бір қапталының бойымен жазықтықты ажарлаңыз және оның айналасында бекітіп тұратын бұрауышты тартыңыз. Ал дұрысы – цанганы пайдалану, ол сол үшін де қажет.

Тез алмастырылатын құралдармен үдерісті жылдамдату

Ең жетістікке жететін механикалық цехтар тынбай жетілдіріліп отыратындар болып табылады. Ол металл кесудің жылдамдатылуын, бөлшектердің жақсы сапасын, құрал беріктігінің артуын және орнату уақыты мен бұйымды салыстырып тексеру уақытын қысқарту дегенді білдіреді. Аталғанның соңғы бөлігі бір аптада, тіпті бір күнде бірнеше мәрте бекіту орын алатын цехтарда қалыпты жағдай болып табылады.

Мен тез алмастырылатын дайындама ұстағыштар туралы 6-тарауда айтып кеткен болатынмын. Нөлдік нүктесі мен шарлы құлпы бар қысқыш қондырғылар жүйелері осындай жүйелердің ұдайы тұрып қалуын басынан кешіргендерге қол ұшын бере отырып, дәстүрлі атауыздарды құрастыру мен T-сомындарының көмегімен қысу әдістері үшін қажетті адамды жалықтыратын бұранда тарту мен центрлеуді болдырмайды. Осындай шешім табыстылықты арттыру үшін көптеген мүмкіндіктерді бере отырып, құрал ұстағыштарға арналған. Төменде ең көп таралған қысқыштың шешімдері келтірілген:

» **«Capto» (жону білдегінің сайманы):** «Sandvik Coromant» компаниясы шығарған «Capto» фрезерлік жұмыстар үшін де және жону жұмыстары үшін де қолайлы. Оның үш кертпелі біріктіруші беткі қабаты мен құралды ұстап тұруға арналған белсендірілген үлестіруші білігі мен жұдырықшалы білікшесі бар және «Capto» сүмбілері көптеген көп мақсатты білдектерде қолжетімді, ал кейбір жону білдектерін өндірушілер «Capto Disc Interface (CDI)» интерфейсін ұсынады. Егер сізде ондай болмаса, онда қысқыш қондырғылар мен сүмбіні бейімдегіштердің кең тұржинағынан таңдауыңызға болады.

» **«KM»:** артта қалмау үшін «Kennametal» жону білдектері, көп мақсатты білдектер және көп функциялық білдектер үшін қолжетімді өзінің тез алмастыру жүйесін ойлап тапты. «KM» және «KM4X» стандартының «HSK» аспаптық ұстағышында барға ұқсас қуыс конусы бар, бірақ ол құрал ұстағышты қармап алу үшін бірқатар шарлы мойынтіректерді пайдаланады. «KM» екі жүйенің ішіндегі ең ескісі және құралдардың кең таңдауын ұсынады, ал «KM4X» болса «KM»-ның келесі буыны ретінде жарнамаланады.

» **«VDI»:** «Verein Deutscher Ingenieure» (Неміс инженерлерінің ассоциациясы) дегеннің қысқартылған түрі «VDI» бұл жұдырықшалы жетекпен басқарылатын, көптеген СББ жону білдектерінде жетекті құралдарды, сондай-ақ тік және жұмыр сағақтары бар ұстағыштарды ұстап тұруға арналған цилиндрлі сағағы бар қысқыш жүйесі болып табылады. Кейбір жону білдектерін өндірушілер өз білдектерінде қосымша «VDI» айналғыш қалпақшаларын ұсынады,

ол басқа жүйелердегідей бұрандалы бекіткіші бар қысқыш түйіндердің қажеттілігін жоққа шығарады.

Тез алмастыратын жүйелердің басқа маркалары мен түрлері де бар, олардың әрқайсысының өзіндік бірегей қысқышы мен бекіткіш қабатының кескіндемесі болады. Барлығы құрал алмастыруды минутпен емес секундпен өлшеу керектігін растайды. Барлығы да қатқылдық пен дәлдікке уәде береді. Осы жерде аталғандай жағдайларда кейбіреулері интерфейс өлшемінің кең диапазоны мен түрлі бейімдегіштерді ұсынады, ол бүкіл цех ауқымындағы құралдар үшін стандартталған шешімдерді жүзеге асыруға мүмкіндік туғызады.

ҚАҚ ОРТАНЫ ҰСТАНАМЫЗ

Сізге көп рет фрезедағы немесе көп мақсатты білдектегі құралдың шығып кету қаупі туралы ескерткенмін. Осы нұсқаулықтар тең дәрежеде бұрама фрезасы бар білдектегі айналмалы құралдарға да қатысты болып келгенімен, оның кәдімгі екі координатты көп мақсатты СББ жону білдектеріне ешқандай қатысты жоқ, себебі айналатын жалғыз нәрсе дайындама болып табылады. Жону білдегін жону білдегі ететін, ал фрезерлік білдекті фрезерлік ететін нәрсе есіңізде ме? Алайда жону білдектерінің жыныстарында жасырынған одан да қауіпті жыртқыш бар, ол «белағаш сызығы» деп аталады және көп мақсатты білдектегі ортадан жылжыған құрал қанша мәселе туындатса, бұл да соншалықты мәселе туындатады.

Қалай қарасаң да, СББ жону білдегіндегі мінсіз белағаш сызығына қол жеткізу айналмалы құралдағы нөлдік шығып кетуге қарағаннан да қиынырақ. Білдекті дұрыс түзулемеу (машинаның нашар құрастырылымы секілді) геометриялық дәлсіздіктерге алып келеді. Ал ең жақсы деген СББ жону білдегіндегі бір апаттық жағдай айналғыш қалпақшаның мүлдем сәнуіне алып келуі мүмкін. Бұл осы айналғыш қалпақшадағы кез келген құралдың белағаш сызығы дайындаманың белағаш сызығынан аздап өзгеше болуы мүмкін екенін бідіреді. Бұрғылау кезінде ол саңылаудың майысуын және жырашықтың ұнтақталуын туындатады. Бөлшекті қайрап жұмырлау ортада металдың шағын кесегін қалдыруы мүмкін. Шағын кеулей жону тақтайшасындағы ортадан жоғары немесе төмен болу ауытқуды, тербелісті және конустық саңылауларды туындатады.

Сіздің қызмет көрсету маманыңыз білдекті барынша жақсы етіп қайта баптады делік, онда осы орайда жалғыз әрекет етудің жоспары оларды көпмақсатты білдекке қайтару мақсатында төсеме үшін аса маңызды ретке келтірілетін ұстағышты немесе құралдарды пайдалану болып табылады. Сіз сондай-ақ айналғыш қалпақша жылжуының орнын толтыру мақсатында механикалық өңдеу үдерісін өзгерту мүмкіндігін де қарастыра алған болар едіңіз (мысалы, саңылауды бұрғылау емес, тек кеңейту немесе басқа кесетін құралды таңдау). Қандай жағдай болмасын, бәрі дұрыс екеніне көз жеткізу үшін құрал ұстағыштарды әлсін-әлсін индикаторлық сағатпен тексеріп қойыңыз.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Қатталатын бөлшектер
2. Айналмалы үстелі бар білдекті айналдыру үшін қолдану
3. Шыбықты білдекке беру
4. Роботпен мөңгілік жақын дос болу
5. Алдын ала баптау қондырғысымен автономды режимге көшіру
6. Қысыммен салқындату

8-ТАРАУ.

ТАБЫСҚА ЖЕТУ ҮШІН САЙМАНДАРМЕН ЖАБДЫҚТАУ

Қалыпты тірлікті қалыптан тыс жақсы етіп жасау – табысқа бастар жол.

—ГЕНРИ ДЖОН ХАЙН

Осы бағыттағы алғашқы қадам дыбыстық механикалық өңдеуді қолдану болып табылады, бірақ онымен алысқа ұзап кетпейсіз. Цехтың қаншалықты жақсы ұйымдастырылғанына және білдекшілердің қаншалықты білікті екеніндігіне қарамастан, көптеген цехтар жұмысты жолға қою үшін сағаттап уақыт жоғалтады. Машинаны бөлшектерді жүктеу үшін бірнеше минут сайын тоқтату орасан көп уақыт жоғалту болып табылады, бірақ ол кеңінен таралған тәжірибе болып қалып отыр. Егер сіз сағат бесте жарықты сөндіріп, ал ертеңінде тау боп үйілген дайын бөлшектерді алсаңыз жақсы емес пе? Алайда қанша цех осылай жасайды екен?

Өнімділікті арттырудың осы және басқа да әдістері қол жетімді аралықта, бірақ сіз алдымен инвестицияларды жүзеге асыруыңыз тиіс: уақыт пен ақшаны. Білдектің тұғырықты автоматты түрде алмастыру қондырғысы, шыбықтарды беру қондырғысы, құралдарды алдын ала офф-лайн режимінде баптау және компьютерлік сандық басқарудың (КСББ) көптеген нұсқалары секілді керек-жарақтары сіздің ранчо стиліндегі қос бунгалоңызға жылыту және салқындатудың тиімділігі жоғары жүйесін қосудың баламасы болып табылады. Бірнеше жыл бойы төлеумен боласыз, бірақ бұл әлі де болса дұрыс қадам.

Осы тарауда қарастырылған білдектің барлық керек-жарақтары инвестицияны тез қайтаруды уәде етеді. Олар құбылмалы тұтынушылық сұранысты қанағаттандыру үшін үлкен икемділікті ұсынады және майда топтамалы партияларда табыстылық аймағында қалады. Ең бастысы, олардың барлығы да компанияның түбінде табысқа жетуіне септігін тигізеді. Сіз не күтіп отырсыз? Барлығы дұрыс.

Тұғырықтардағы бөлшектер

Көптеген адамдардың санасында тұғырықтар дегеніміз абаттандырумен айналысатын адамдар шымыңызды жеткізу үшін қолданатын немесе ата-анаңыз Бермуд аралында демалып жатқан кезде, ашушаң Сара тәтей сізді ұйықтауға мәжбүрлеген қолдан жасалған төсек ретінде қалып қойған. Алайда сіздің болашақ механикалық көп мақсатты білдек орталығыңызды (ВМС) сатып алуды кейінге қалдыруға мәжбүр етуі мүмкін азырақ танымал тұғырық түрлері де бар, себебі енді сізде артық қуат бар.

Бөлшектерді бекіту қондырғысы бар құрылғылар-серіктер алюминийдің немесе темірдің жайпақ кесектері, бекіткіштерді, атауыздарды және патрондарды орнатуға болатын тұғырнама болып табылады. Өзінің ең қарапайым нұсқасында тұғырықтар кішкентай және кейін ол нөлдік нүктенің көмегімен немесе соған ұқсас басқа тез алмастырылатын аспаптық сайманмен тұрған орнында қысылатын, оны көтеріп, машинаның ішіне орнатуға болатындай жеткілікті деңгейде жеңіл болып келеді.

Машинаға үңіліп, атауыздардың саптамасын айналдырудың немесе артынан шикізаттың жаңа партиясын жүктеу үшін кері тәртіппен үдерісті толығымен қайталау мақсатында, өңделген әзірлемені алып тастау үшін бір топ бұрандаларды босатудың орнына тұғырық алынып тасталынады, ал жаңасы оның орнына бұрылу немесе бастырманы басу арқылы кіреді. Содан соң сүмбі айналып жатқанда, ал білдек кіріс кіргізіп жатқанда, бөлшекті орындықта отырып қадағалауға да болады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Бөлшекті дәстүрлі тәсілмен алмастыру үшін 60 секунд (оптимистік сан) қажет болады деп, ал тұғырықтағы бөлшек 10 секундта жүктеледі деп пайымдай отырып, бір бөлшекке шаққандағы бос жүрістің уақыты 80 пайыздан астамға қысқарады. Цехтың қуаттылығын сағатына 100 доллармен пайдалану коэффициентінде бұл әрбір бөлшекке шығатын шығынның 1,39 долларға қысқаруын білдіреді. Екінші жағынан алғанда, егер машина орта есеппен сағатына 10 дана шығарған болса, тұғырықтарды енгізу жылына қосымша 3225 дананы шығаруға мүмкіндік береді (бір ауысымда және жылына 250 жұмыс күнінде жұмыс істеген жағдайда) немесе 32 000 доллардан астам қосымша кіріс кіргізеді.

Бұл мұзтаудың тек көрінетін басы ғана. Тұғырықтарды қолдану қайта баптау уақытын қысқартуға, техникалық бақылау кезінде тоқтап тұру уақытын қысқартуға және адамсыз режимде өңдеуді орындауға мүмкіндік береді. Осыдан бір нәрсе түйгіңіз келеді ме? Мен келесі бөлімдерде осыны қалай жасаудың бірнеше тәсілі туралы талқылаймын.

Тұғырықтарды алмастыру қондырғысымен көпмақсатты білдектерді сатып аламыз

Тұғырықтарды автоматты түрде алмастырудың (АРС) көптеген артықшылықтарын ескере отырып, олар барлық жаңа көледенең көп мақсатты білдектер (ВМС) үшін стандартқа айналады деп пайымдаймыз. Өкінішке орай, олай емес. Шын мәнінде, кейбір брендтелген білдек соғушылар тапсырыс берушілерге оларды ұсынбайды да және олардың орнына сатылғаннан кейінгі қолдау көрсету АРС-ын алуды ұсынады. Оларды кінәлауға болмайды. Бизнестегі басқалар секілді білдек соғушылар не сатылса соны жасайды, ал цехтардың көбі осы технологияны тиісті деңгейде пайдаланбайтыны өкінішті дерек.

Егер сіз артық көретін білдек соғушы бренд тұғырықты автоматты түрде алмастырудың кіріктірілген қондырғысы бар тік көп мақсатты (ТКМ) білдегін ұсынса, оны қалай болса да сатып алыңыз. Ол сатудан кейінгі орнату барысында болатын жұқа табақты металл нұсқаларын, интерфейстер мен басқару опцияларын және бір-екі күн тұрып қалуды болдырмайды. Құралдармен жабдықталуымен қатар білдек әзірлеуге дайын бөлшектерімен жеткізіледі.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

ТКБ-ден өзгешелігі – көптеген көлденең көп мақсатты білдектер (ККБ) тұғырықты автоматты түрде алмастыру қондырғысымен және айналмалы үстелдермен жабдықталған. Сіз білдектер сатумен айналысатын дүкендерге барып жүрген кезде осыны есіңізде ұстаңыз, әсіресе цехыңызды тұғырықтарды алмастыру қондырғысы үшін қонақжай еткізіңіз келсе. Сіз осы қуаттылықты ТКБ-ге қосқан кезге дейін ККБ аймағында бағасы көрсетілген құлақша ілініп қалуы мүмкін

Қолданыстағы білдекке тұғырықты алмастыру қондырғысын қосу

Қарапайымнан да жеңіл! Білдектің бір басында саңылауды жасаңыз немесе оның алдынан орын босатыңыз, бірнеше бағыттауыштар мен қысқыштарды орнатыңыз, қондырғыны білдекті басқару шығырына қосыңыз. Сіздің қандай нұсқамен жұмыс істейтініңізге байланысты сатудан кейінгі қолдаудың көптеген тұғырықты алмастыру қондырғылары қолмен жұмыс істеуі мүмкін – жай есікті ашыңыз, ескі тұғырықты алып шығыңыз және жаңа тұғырықты кіргізіңіз, содан соң бұғаттаңыз, ал енді қайталымды қосу батырмасын басыңыз (есікті жабуды ұмытпаңыз).

Екінші жағынан, кейбір тұғырықты алмастыру қондырғылары машина соғу кәсіпорындары жеткізетіндер секілді офф-лайн режимінде жасалуы мүмкін. Сіз сәл көбірек төлейсіз (бәлкім, анағұрлым көбірек), бірақ ол сізге оператордың қатысуы қажет болмауымен оңай өтеледі. Егер сіз жақын арада жарықты сөндірмейтін болсаңыз да, ол қайталым аяқталған соң түскі ас үзілісіне кеткен немесе басқа білдектердегі жұмыстан қолы босамай жатқан оператордың арқасында туындайтын тоқтау секілді тұрып қалуды болдырмауға септігін тигізеді.

Тұғырықтарды тұғырықтарға төсеу

Мейлі қолмен немесе автоматты түрде, сатудан кейінгі немесе түпнұсқа жабдық болмасын, тұғырықтарды орнату бағдарламасын енгізу мұқият ойластыруды талап етеді және көптеген міндеттемелерді жүктейді. Егер сіздің цехыңыз көптеген басқа цехтарға ұқсас болса, онда сіздің көптеген қысқыш патрондарыңыз бен қондырғыларыңыздың болуы ықтимал, олардың барлығы тұғырыққа орнатылуы тиіс, бұл оларды әлі тұғырықтарды алмастыру қондырғысы жоқ кез келген көлденең көп мақсатты білдектерде (ККБ) пайдалануды қиындатады.

Бәрін мұқият жоспарлау қажет, сондай-ақ өзіңіздің түрлі механизмдеріңізде сәйкес келмейтін «стандарттарға» ұрынып қалмауыңыз үшін сіздегі тұғырықтар жүйесі ағымдағы және келешектегі қажеттіліктерге сәйкес келетініне көз жеткізу қажет, ал нәтижелері құжатталған болуы тиіс. Сонымен қатар тұғырықтардың қалай пайдаланылатынын ескерген жөн (оларды бөлшектермен жүктеуге қарамастан). Төменде бірнеше мысал келтірілген:

» Цехтардың көбінде тапсырма бапталған соң техникалық тапсырма бөлімінің бақылаушысы тапсырманы «қабылдап алғанға» дейін машинаның күтуі қалыпты жағдай. Алайда тұғырықтарды алмастыру қондырғысымен тексерісті күтіп тұрған кезде басқа алдын ала қолдануға мақұлданған жұмысқа ауысуға болады. Оларға асықпауға болатынын айтыңыз.

» Сіздің ең жақсы клиентіңіз шұғыл тапсырыс туралы хабарласты делік. Егер сіздің цехыңызда тұғырықтарды алмастыру қондырғысы бар болса, бірнеше бөлшекті басып шығару үшін дұрыс қойылған өндірістік жұмысқа кірісу баланың ойынындай, тек тұғырықтарды алмастырыңыз, бағдарламаны қайта баптаңыз және жұмысқа кірісіңіз. Сіздің клиентіңізге айтатын ең жақсы сөзіңіз олардың апаттық қайта құрастыру мен баптау үшін қосымша ақы төлеуі (хи-хи). Ешкім оған сіздің бірнеше минутыңыз ғана кеткенін білмеуі тиіс.

» Тапсырма бағдарланғаннан кейін, ал білдек бапталған және тексерілген соң міндетті түрде тиісті жұмыс координаттарын жазып алыңыз. Олар тапсырма орындалған соң білдекті басқару бағдарламасына келесі жолы енгізілуі мүмкін (бұл туралы 11-тарауда), ол басқа бөлшекке қайтара баптауды жылдамдатуымен қатар оны кездейсоқ қателерден де қорғайды.

Көп адамдардың ойынша, тұғырықты алмастыру ірі топтамалық өндірісті елестетеді. Ол, сөзсіз, шындық болғанымен (жоғары тығыздығы бар дайындамаларды бекіту тұғырықтармен жабдықтау үшін таптырма мінсіз болып табылады), тіпті шағын топтамалы цехтар мен түптұлғалар да тұғырықтарды алмастыру қондырғыларының айтарлықтай артықшылықтарын сезіне алады.

Мысалы, егер әрбір тапсырыс калибрленген тұғырыққа орнатылған болса, онда оны кез келген қолжетімді білдекке оңай орнатып, кесуді бастауға болады. Осы жағдайда барлық білдектердің X-Y білдегінің бірдей берілген координаттары болатындықтан және бағдарламалау, құралды баптау мен құрал қозғалысының траекториясын модельдеу автономдық режимде орындалғандықтан, орнату уақыты мен бұйымды тексеру уақыты нөлге жақын болуы тиіс (қандай да бір тосын сыйларды қоспағанда).

Бұрмалы үстелдердің айналуы

Біз тік көп мақсатты білдектер туралы әңгіме қозғағандықтан, кемшіліктердің бірін талқылап кетейік: бұрышты басшасыз (ол туралы сәл кешірек айтып кететін қондырғы) ТКБ дайындаманың тек жоғарғы қабатын ғана өңдей алады. Қапталдағы бірнеше саңылауды бұрғылау немесе бұрыштық қуыстардың ең кішісін де фрезерлеу ешқашан мүмкін болмайды. Бөлшектің осы жекелеген элементтері өзіндік баптауды қажет етеді, қондырғылар үшін қосымша шығын шығартады, үдерістегі қосымша жұмысты туындатады және соңғы операцияда қателік жіберіп алып, енді барлығын басынан бастау керек болғандықтан, барлық жұмысты бүлдіріп алуыңыздың ықтималдығын арттырады.

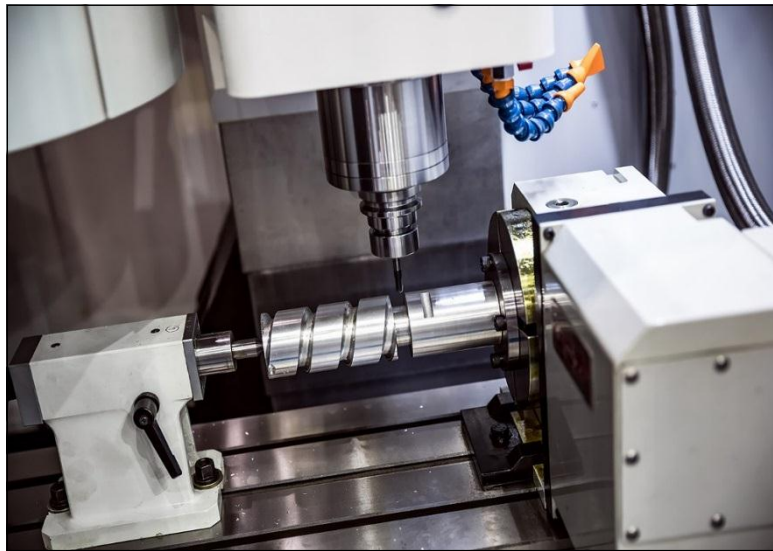
Адамдар осы мәселемен фрезерлік білдектер пайда болған уақыттан бері алысып келеді, міне, сондықтан бір кәсіпкер жан алғашқы бөлгіш бастиекті ойлап тапты (түрлі бәсекелес патенттер 1900 жылдары берілген). Айырғыш және бөлгіш бастиектер жоғары дәлдікпен орналастыру үшін бөлшектерді дәл бұрауға мүмкіндік береді. Егер периметр бойынша бірқатар саңылауларды дөңгелек түрінде бұрғылағыңыз келсе, тегершікті немесе шиыршықты кескіңіз келсе немесе алтықырлы шығырдың төрт жағын өңдегіңіз келсе, айырғыш бастиек таптырмайтын нәрсе! Бөлшекті жай ғана оның үстіне орнатыңыз, қажетті есептеулерді жүргізіңіз, сонда берілген ұзындыққа дүркін-дүркін қозғалу пайда болады.

«Джин Хаас» есімін теріңіз. Егер сіз білдекші болсаңыз, бәлкім, оның компаниясы туралы естіген боларсыз, себебі ол қазіргі кезде АҚШ-тағы ең ірі білдек соғушы компания болып табылады. 1980 жылы Хаас Калифорниядағы шағын механикалық цехты басқарған және иеленген. Ол өз қызметкерлерінің бірінің білдегін бақылай отырып, бөлшектерді индекстейтін жақсырақ тәсіл болуы тиістігін түсінген. Көп ұзамай ол іске бағдарламаланатын кадамдық қозғалтқыш арқылы қосылатын «HBI-5C» индекстеу бастиегін ойлап тапқан, ал 1986 жылы ол өзінің өнертабысы үшін АҚШ-тың № 4576530 м патентімен марапатталған.

Алақай, шынымен айырмашылық бар!

Бұрмалы үстелі бар білдектер өзінің екінші «менінен» айтарлықтай өзгеше екендігін айта кеткен жөн. Ол қандай үлкен айырмашылық? Бәрі қарапайым: бұрмалы үстелдер үздіксіз қозғалу мүмкіндігіне ие, ал кескіш құрал дайындамаға бекітілген (8-1-суретті қараңыз), ол жерде бұрамалы үстелі бар білдектер позицияға дейін тез ығысады және тоқтайды – егер оны дүркін-дүркін қозғалудың алдында берілген ұзындыққа апаруды ұмытып кетсеңіз, онда кескішті сындырып аласыз.

8-1-сурет: Бұрамалы үстелдер-ТКБ-дің ең танымал саймандарының бірі болып табылады



Бұл бұрамалы үстелдердің қиғаш тісті беріліс немесе сорғыштың жұмыс дөңгелектері секілді күрделі пішіндерді кесу үшін пайдаланыла алатынын білдіреді. Ал, екінші жағынан, бөлгіш-бұрамалы үстелі бар білдек жіктерді және сіз өзіңіздің жону білдегіңізді соңғы рет іске қосқан алюминий шахматтарындағы алты бұрыштарды фрезерлеу үшін өте қолайлы.

Сондай-ақ, егер сіз өз ТКБ-ге бұрамалы үстелді орнатқыңыз келсе, төртінші басқарылатын координаттары бар арнайы интерфейс қажет болатынын да біліп қойыңыз, ал бөлгіш-бұрамалы үстелі бар білдекті іске қосу үшін тек қарапайым дабыл мен «М-код» қана қажет (мен «М-кодтар» мен «G-кодтар» бойынша 11-тарауда айтып өткенмін).

Шеңберден шеңберге

Бұрамалы үстелдер туралы аздап ойланып көріңіз, сонда сіз олардың да өңделетін бөлшектің тек бүйір тұстарына дейін жете алуымен шектелгенін түсінесіз. Ал білдекте бөлшектің беткі жағын өңдеу үшін оны көтергіңіз немесе бұрыштың астында жаншып қақтағыңыз келсе ше? Ол үшін сізге бұрамалы үстелді басқа үстелдің үстінде тік бұрышты етіп орнату қажет. Міне, енді бұл еңкеймелі бұрамалы үстел болды.

Дегенмен еңкеймелі бұрамалы үстелдер қолдан жасалған ебедейсіз білдектерге қарағанда анағұрлым тартымды. Тегінде, олар аса мықты бес координатты көп мақсатты білдек орталықтарының тұжырымдамалық баламасы болып табылады (нақтырақ 2-тараудан қараңыз). Егер сіздің тік бес координатты көп мақсатты білдекті (ТКБ) алуға мүмкіндігіңіз болмаса, онда еңкеймелі бұрамалы үстел басқа қалғандарының ішіндегі ең жақсысы болып табылады.



КЕҢЕС

Егер сізге индексатордағы, еңкеймелі бұрамалы үстелдердегі және бес координатты өңдеу орталықтарындағы бөлшектерді бекітудің барлық үйлесімді тәсілдерін еске түсіру қиынға соқса, аз уақытқа 6-тарауға қайтып барыңыз. Ол жерде құлпытастар, жоғары сыныпты атауыздар және нөлдік нүктесі бар жүйелер туралы барлығын оқи аласыз, олар сіздің айналмалы құралмен табысты өңдеуіңіз үшін пайдалана алатын бекіту әдістерінің тек кейбірі ғана болып табылады.

Шетмойынның кезі келді

Сіз бір кездері зерігіп жатқан кезде аспалы тормен тербеліп көрген бе едіңіз? Шетмойындар тура солай жұмыс істейді, ерекшелігі төсек металдан жасалған және сіз көп ұзамай өткеншектен де жылдам айналатын боласыз. Шетмойындар ұзын дайындамаларды, бөлшектері бар тұғырықтарды немесе басқа бұрамалы үстелді (мен қазір ғана айтып өткен тұтас еңкеймелі бұрамалы нәрсе) сүйемелдеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Сіз сондай-ақ

шетмойынның тірек жағын артқы қысқышпен алмастыра аласыз, содан соң патронды немесе шетмойынды жетекші сағаққа кигізіп, оны біліктерді өңдеу үшін пайдалана аласыз (бұл да – білдектермен және қондырғылармен істелетін тәсіл).



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Әлі де бес координатты өңдеуге көшіп кетуге дайын емессіз бе? Алаңдамаңыз, осы саңылауларды 34 градустық бұрышта сіз ақшасын белгілеп қойған жұмыстан қол үзбей бұрғылаудың қарапайым тәсілі бар. Ол «бұрыштық сүмбі қысқышы» деп аталады, ол көп мақсатты білдек орталықтарына да, сондай-ақ жону білдектеріне қолжетімді. Бұрыштың қажетті еңкіштігін орнатыңыз, оны айналғыш қалпақшаға немесе құралды алмастыру қондырғысына салыңыз да, құрал қозғалысының траекториясын анықтау үшін тригонометрия оқулығын шығарыңыз (немесе өзіңіздің өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйесін (ӨБАЖ) қолдансаңыз да болғаны). Сіз бұрыштық бөлшектерді лезде өңдеп тастайсыз. Ал 90 градустық бастиекті бекітіп, бәлкім, қосалқы операцияларды болдырмастан, бөлшектің бүйір тұстарына қол жеткізе аларсыз

Шыбықты беру қондырғысымен шыбықты көтеру

Мүмкін, шыбықты беру қондырғысы жону білдегінің өнімділігін арттырудың ең тиімді тәсілі шығар. Олар материал кесегін білдектің құйрық жағына бере отырып, жұмыс істейді. Әрбір бөлік аяқталған кезде төлке немесе патрон ашылып, материал алға жылжиды, патрон жабылып, қайталым қайта басталады. Бұдан әрі таспалы-кесу білдегіне ақша жаратудың, арамен тілу және материалдардың қылауларын алу үшін уақыт кетірудің қажеті жоқ, арнайы саңылауды немесе қысқыш төлкені бұрғылау не сол жерде тұрып механизмге дайындамаларды қолмен жүктейтін операторға ақша төлеу қажет болмайды. Жай ғана шикізат кесегін қондырғыға жүктеңіз де, бір немесе екі сағаттан соң бөлшектермен толған жәшікке оралыңыз.

Әрине, осы керемет көрініс шындыққа айналуы үшін сізге әлі бірнеше жәшікті тексеру қажет. Біріншіден, дайындамалар білдектің алдыңғы қысқышы арқылы өтуі тиіс. Көптеген СББ жону білдектерінде өңделетін шыбықтың диаметрі 1 дюймнан 5/8 дюймға дейін басталады және патронның өлшемі ұлғайған сайын ол да ұлғая береді – кейбір диаметрі үлкен жону білдектерінің диаметрі 6 дюймнан астам сүмбілері бар (алайда осындай үлкен шыбықты беру қондырғысын табу қиынға соғады).

Егер сіздің цехыңыздағы жұмыстың басым бөлігі СББ жону білдегіңіздегі өтпелі саңылаудан үлкенірек болса, онда кешірім өтінемін, дұрысы сіздің аралауды одан әрі жалғастырғаныңыз болады. Олай болмаса, құттықтаймын, алайда шыбықты беру қондырғысы үшін бір бума ақшаны тастай салудан бұрын әлі де назар аударуыңыз қажет бірнеше нәрсе бар:

» **Кескіш құралдар:** бұл ең қарапайым тұсы. Сіздің кескіш құралыңызды өндірушіге қоңырау шалып, оның қандай кескіш құралды ұсынатынын сұраңыз (ол оны кеспелі қалып деп айтуы мүмкін). Ол сізге сұрақты қарша боратқан соң оның жүзі бар құрал ұстағыштың жоғары жағына салынатын бір жақты кескіш пластинаны ұсынуының ықтималдығы зор. Ол немесе кун-фудың кіп-кішкентай лақтыратын жұлдызшасы секілді көрінетін екі жақты жоғары қысқышы бар қосымшаны ұсынуы мүмкін еді. Сіз нені таңдасаңыз да, оның жоңқа сындыру геометриясының, қосымша енінің және қатты қорытпа сұрыптарының кең таңдауын беретініне көз жеткізіңіз.

Олар бір кездері кескіш қалыптар жанұясындағы жалғызы болған, бірақ тез кесетін болат (ТКБ) және қатты қорытпалы кескіш жүздер заманы өткен көне де қымбат достар ретінде есте қалды. Олар терең кесіктерде шатасады, сынуға бейім және егер сіз жоңқа уақталуын бақылаудың қандай да бір мүмкіндігіне ие болғыңыз келсе, онда ол жоғары тұстағы жоңқа жырашығын қолмен ажарлауыңызды қажет етеді. Кескіш қалыптардың кеңінен қол

жетімдігін ескере отырып, осы ескі үлгідегі технологияны қолданудың негізі жоқ. Жалпы, Сізге ескерттік.



ЕСКЕРТУ

» **Орын-жайдың өлшемдері:** шыбықты беру қондырғылары үлкен. Егер сіз 12 футтық толық өлшемді шыбықтарды айналдырғыңыз келсе, сізге ені 3 фут, ал ұзындығы 16 фут немесе одан асатын жабдықты орнату үшін жеткілікті орын қажет болады. Егер сізге жартылай немесе төрттен бір ұзындықтағы шыбықтар жарайтын болса, онда «қортық» шыбық сіздің аздаған жылжымайтын мүлкіңізді үнемдейді, бірақ ол қосымша шыбық кесінділерінің есебінен болады (әрбір шыбықтың ұшынан алынған материал қалдықтарының кішкентай кесектері). Сіз нені таңдасаңыз да, жеткілікті орын бар екеніне көз жеткізіңіз.

» **Білдек интерфейсі:** егер сіз жаңа жону білдегіне көз тіге отырып, қолма-қол ақшадан аздап қысылсаңыз, онда сізге әрқашан да шыбықты беру қондырғысын кейінге қалдыра тұруыңызға болады; тек міндетті түрде тиісті интерфейс бар білдекке тапсырыс берсеңіз болғаны. Осы сымдардың және электрониканың шоғыры білдекті басқару қондырғысы мен шыбықты беру қондырғысының өзара түйіндесуіне мүмкіндік беретін нәрсе болып табылады. Онсыз жону білдегін сатып алу сіз келесі жылы тұрғын автофоургонымен саяхатқа шығатыныңызды біле тұра, пикапты сүйреткіш пакетінсіз алумен бірдей. Оны тұрған орнында да қосуға болады, бірақ оның қосымша ақша тұруы ықтимал.

» **Дайын бөлшектерді ұстап қалғыш:** мұны іс біткен соң айту оңай емес, себебі ол үшін білдектің табақ металлын модификациялау қажет болады. Дайын бөлшектерді ұстап қалғыштар бөлшекті суырып алып, оны кәрзіңкеде ұстап алатын, содан соң білдектің алдыңғы жағындағы есік арқылы лақтырып тастайтын бағдарламаланатын иінтіректер болып табылады. Ол болмаса машинаның ішіне үңіліп, спагеттиге арналған елеуішпен бөлшектерді іліп алған кезіңізде жауын өткізбейтін сулық киіп жүруіңізге тура келеді (осы кітапта ол үшін ешкім жауап бермейтін, есіктің қауіпсіздік модулін өшіру мүмкіндігі болған жағдайда).

» **Сүмбіге арналған ішпектер:** міне, тағы бір қарапайым тәсіл, алайда сізге оларды сатып алудан бұрын, бәлкім, шыбықты беру қондырғысын таңдағанға дейін қоя тұру қажет шығар (кейбіреулері үшін арнайы ішпектер қажет болады). Сүмбіге арналған ішпектер шыбық беруді теңестірудің ең маңызды бөлігі болып табылады. Әдеттегідей полиуретаннан немесе болаттан жасалған олар шыбықты діңгек пен сүмбі саңылауының диаметрі арасындағы саңылаудың арқасында болатын «шыбықты торламаны» барынша азайтады, сарапшылардың көбі 1/16 дюймнан аспайтынын ұсынады, алайда одан да кішісі (әдетте) тегі жақсы. Сүмбі дұрыс түзуленбесе, онда міндетті түрде шыбықты дайындама және тіпті білдек те зақымдалады және бөлшектер шақтамасы мен жоғары қабат сапасын ұстап тұру мүмкін болмай қалады.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Жону білдегінің сүмбісі мен шыбықты беру қондырғысының арасындағы ретке келтірудің маңызы зор. Сіз орнатуға дайын болған соң өзіңізге жақсылық жасап, ол келгенге дейін бірнеше күн бұрын жалға бұрғы алыңыз, сөйтіп өзіңіздің СББ білдегіңізді еденге бекітіп тастаңыз. Бір сәтке тоқтай тұрыңыз, сіз бұл нәрсе менің машинаман да ауыр болатын болса, онда оны мен не үшін еденге бекітуім керек деп ойлайсыз ба? Сенсеңіз де, сенбесеңіз де, «шыбық бергіштің итермелеушісі» тарапынан қысым көрген шыбықтардың шамалы мөлшері де ең ауыр деген жону білдектерінің өзін біртіндеп, бірақ міндетті түрде қозғалысқа түсіреді.

Шыбыққа кіріспе

Енді барлық дайындық жұмыстары жүргізіліп біткен соң сіздің конвейерден шыққандай жаңа жылтыраған шыбықты беру қондырғыңызды таңдайтын да кез келді. Әрі таңдау мүмкіндіктері жеткілікті. Сіз ойланамын дегенше бірнеше минутты ағымдағы және келешектегі өндірістік қажеттіліктерді анықтауға жұмсау дұрыс болады.

Егер бөлшектердің көлемі үлкен болмаса, ал шақтамалар айқын болмаса, онда қарапайым қымбат тұрмайтын беріліс механизмі қажет болуы мүмкін. Егер сіз өзіңіз үйде отырып, «*Сот Джудиді*» көріп, ал түні бойы қатқыл шақтамасы бар бөлшектерді өңдеуге қосқыңыз келсе, онда журналдан шыбықты беру қондырғысын зерттегеніңіз жөн, несиелік желіңіз де бұзылмаған болар еді. Сонымен, білуіңіз тиіс нәрсе: таңдалған шыбықты беру қондырғысының маркасына қарамастан итергіш технологиясының бірнеше түрлері мен өңдеу кезінде шыбықты сүйемелдеудің көптеген тәсілдері бар.

Жұмыс кезіндегі тарсыл туралы

Кейбір шыбықты беру қондырғылары мүлдем ешқандай да сүйемелдеу қондырғысын ұсынбайды. Егер сіз бәрін үнемдейтін болсаңыз және шыбықты беру қондырғысын қолдан жасағыңыз келсе, онда бір-екі тіреуді дәнекерлеп, еденге қалың қабырғалы құбырды бекіте аласыз. Шыбықты артқы бұрышқа жүктеңіз, оны патронға салыңыз, ал кеттік. Ол қатты шулы дыбыс шығарады және де сіздің түптеп келгенде шыбықты беру қондырғысына қарағанда есту аппаратына көбірек ақша жаратуыңыз мүмкін, алайда бәрі жұмыс істеп тұрған жоқ па?

Әрине, сізге әрбір бөлшекті әзірлеген соң материалды алға жылжыту тәсілі қажет болады (егер сіздің ол жерде аздап білікті берудің мәнін бұзатын, шыбықтың ұшын еден жуғышпен итермелеп, күні бойы тұрғыңыз келмесе). Сіздің жолыңыз болды, шыбықты беру қондырғысы айналғыш қалпақшаға қондырылған, шыбықтың ұшын қармап алып, цанга ашылған соң, оны алға қарай тартатын серіппелі қондырғы болып табылады.

Тура осылайша, пневматикалық және барабан тәрізді шыбықты беру қондырғысы (кейде «*гравитациялық беріліс*» деп аталатын) шыбықтың жай салбырап тұруы мен металл құбырдың ішінде салдырап жүруіне жол береді. Материалдың көп көлемін беру уақыты келген кезде, цанга ашылып, пневматикалық немесе механикалық итергіш оны білдектің ішінде орналасқан сүмбі арқылы айналғыш қалпақшаға итермелеп, өзекшенің ұшына қысымды береді. Біздің кезімізде олар сирек қолданылғанымен, бір кездері олар бұрандалы машиналар шығаратын цехтарда сәнге айналған болатын, алайда біз нашар еститін бола бастағандықтан, басшылық анағұрлым тыныштау, гидроберілісте жұмыс істейтін шыбықты беру қондырғысына инвестиция жасаған дұрыс деп шешті.

Бақытты гидравлика

Ричард Никсон «Watergate» қонақ үйінде бірнеше микрофонды бүркемелеп қою жаман болмас еді деп ойлаған кезде швейцариялық білдекші Филипп Шойрерге де өзекті майға бүктіре отырып, осылайша оны ұрылу мен тербелістен қорғай отырып, шыбықты беру қондырғысының түтігіне піспекті келтіру үшін гидравликалық майды пайдалану туралы тура сондай тың ой келді. Шойрер шын мәнінде гидродинамикалық шыбықты беру қондырғысын немесе «*Гидробарды*» ойлап тапты.

МЕНИҢ БАСЫМДЫ ҚАТЫРЫП ОТЫРСЫЗ БА?

Барлығы нашар есту туралы әзілдейді, мұнымен қоса шыбықты беру қондырғысы көптеген цехтар үшін қымбат тұратын жадбықтың төмен технологиялық баламасы болып табылады. Жону білдегінің сүмбісін өзіңіз іске қосатын кез келген өлшемдегі шыбықты дайындамаға туралаңыз, шыбықтарды сүмбінің ұзындығындай кесектерге кесіңіз (басқаша айтқанда, бұл сүмбіде толығымен жасақталған болуы мүмкін нәрсе) және әрбір жаңа бөлшекке арналған материалды алға жылжыту мақсатында қондырғыны шыбықты жылжыту үшін пайдаланыңыз. Сіз машинаны материал бітіп қалғанға дейін тоқтауға бағдарламалағыңыз келеді (әйтпесе сіз ауаны кесумен тынасыз), ал бұл тәсіл тарсылдаған

түтікке жалғасатын шу мен шыбықты торламаның мәселесін жояды және адам қатыспайтын өндірістің қысқа мерзімін алудың арзан тәсілі болып табылады.

Шыбықты берілістің кейбір өндірісушілері осы тұжырымдаманы басшылыққа алып, оны ары қарай дамытуда. Қысқа шыбықтарға арналған қорабы бар пневматикалық қоректендірушілер мұнараның жанында орнатылған шектеуішке ұзындығы сүмбідей болатын шыбықты береді (итергіш қажет болмайды). Оларға қаптамасы бар сүмбі қажет, алайда олар өзекшенің біткенін сезеді және автоматты түрде шыбықты беру қондырғысының тірегіндегі жаңа шыбықты материалды береді.

Содан бері көп нұсқалар болды. Нұсқалардың бірі шыбықтың ұзына бойымен қос қақпалы қысқыш құрал пішініндегі «бағыттауыш арналар» топтамасын пайдаланатын шыбықты берудің гидростатикалық тәсілі болып табылады. Жұмыс кезінде гидравликалық май қайрақтарды майлап және оны тура гидробар секілді амортизациялай отырып, осы арналарға айдалады.

Қысқа шыбықтар секілді «Менің басымды қатырып отырсыз ба» деген беттегі жеке қосымшада сипатталған шыбықты беру қондырғысы да адамның қатысуынсыз өндіріске арналған құралдарды автоматты түрде алмастыру қорабымен жабдықталған болуы мүмкін. Екі модель де түрлі ұзындықтарда, сондай-ақ қозғалмалы және қозғалмалы емес қысқышымен қолжетімді (қозғалмалы қысқыштың нені білдіретінін ұмытып қалған болсаңыз, 2-тарауды қараңыз). Кейбіреулеріне әрбір шыбықтың итергішінің ұшындағы кішкентай кесуге арналған жүз қажет, ал кейбіреулеріне итергіштің қанғасындағы қысқышқа арналған кішкентай шетмойынның айналуы қажет (бұл үшін арнайы білдектер бар). Олардың барлығы онсыз болмауы да мүмкін сүмбінің анағұрлым қаттырақ айналуын, беткі қабаттың жақсы сапасын және өнімділікті береді.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Міне, шыбықты беру туралы ойлардың соңғыларының бірі және ол аса маңызды. Араланған материалдың әзірлемесін қысқан кезде бөлшекті ұзына бойы айналдыру мүмкін емес, оның қайсыбір бөлігі міндетті түрде патронның ішінде қалуы тиіс. Ол жұмысты аяқтау үшін қосымша операция қажет болатынын білдіреді. Екінші жағынан, шыбықтарды беру материалды шыбықтан тыс қармап ұстауға мүмкіндік береді, бөлшектің ұзындығы түгелімен патронның сыртында қалып, бөлшекті бір операцияда оңай шығаруға мүмкіндік туғызады. Сонымен қатар, шыбықты берген кезде сіз барынша көбірек материалды қармап ұстайтындықтан, барынша терең кесуді және берудің анағұрлым жоғары жылдамдығын беретін араланған дайындамаларды пайдаланған кездегідей бөлшекті патроннан шығарып алудың ешқандай мүмкіндігі болмайды.

R2D2-мен ынтымақтастық

Шыбықты беру механизмдері жақсы, егер тек сіздің цехыңыз үнемі шыбықтармен қоректендірілген және бір операцияда орындалатын (көптеген швейцариялық цехтар солай істейді) майда бөлшектерді ғана өңдеумен айналыспаса, ерте ме, кеш пе сіз бөлшектерді қолмен жүктеуге тап боласыз. Құйындылар мен әзірлемелер, беруші қондырғы үшін тым үлкен бөлшектерге араланған кесек темірлер немесе аталып кеткен бөлшектердің шыбықпен қоректендірілген кері жағы, міне, осылардың барлығы жүктеу үшін ақша мен уақытты қажет етеді. Жону білдектері осындай көңіл бөлуді қажет ететін жалғыз білдектер емес. Ал көп мақсатты өңдеу орталықтарына келер болсақ ше? Егер сіздің механикалық өңдеу цехында тегін жұмыс істегісі келетін зейнеткер көкеңіз болмаса, онда сізге ең дұрысы жабдығыңызды күтіп қараудың бюджеттік нұсқасын тауып алу.

Бұл өрескел болып көрінуі мүмкін, бірақ сіз роботты қарастырып көрдіңіз бе? (8-2-суретті қараңыз). Сіз оны қалай деп атасаңыз да өз еркіңіз, «Эндрю Мартин», «WALL-E», «K-9» немесе «Bender Bending Rodriguez». Оған жуынатын бөлме немесе отбасылық демалыс қажет емес, сондай-ақ оған өткен демалыста қанша балық ұстағанын айтып, мақтану да қажет болмайды.

Оған сіз іш пыстырарлық жұмыс берген кезде ол қиналмайды немесе сіз жарықты сөндіріп, боулинг ойнауға кетіп бара жатқанда қорықпайды да. Ол түні бойы электромеханикалық үндемес секілді өз-өзіне Айзек Азимовтың әңгімелерін айтумен, СББ білдектерге бөлшектерді жүктеумен отырады. Тиісті мүмкіндіктер болған жағдайда, робот жаңадан пайда болған мәңгілік досыңыз болып қалуы мүмкін.

8-2-сурет: Роботтар дүние жүзі бойынша ірі көлемді автокөлік жұмыстарымен шектелместен, механикалық цехтардың да жарамды бөлшектерімен айналысуда



«FANUC America Corp» рұқсатымен

РОБОТТАРМЕН ТІЛ ТАБЫСУДЫҢ ТӨРТ ТӘСІЛІ

Көптеген роботтар «қуаттылық пен күшті шектеу» технологиясын жақын маңайдағы жүрген адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қолданылатын тұста (яғни, олар өндірістік роботтарға қарағанда баяуырақ қозғалады, ал онымен соқтығысып қалу сізге зақым келтірмейді), кейбірі жұмысшы алдын ала берілген шектен аттамай тұрғанда барынша жылдамдықпен жұмыс істей отырып, «жылдамдық пен бөлініс мониторингін» қолданады. Олардың екеуі де біздің қауіпсіздігімізге арналған, алайда соңғысы лазер немесе жарықты шымылдық секілді қандай да бір «аймақтандыру» түрін талап етеді.

Сондай ақ, оператордың тоқтатылған кезінде роботпен өзара әрекет етуге мүмкіндік беретін (құралды алмастыру үшін немесе бөлшекті шығару үшін), содан соң адам ол аймақтан кеткен кезде автоматты түрде жұмысын жалғастыратын «қауіпсіздік рейтингісімен» мониторинг бар. Ауыр жүктерді көтеруге көмектесетін немесе роботқа қосымша нұсқаулық қажет болатын тұстарда «қолмен басқарылатын» роботтар да бар

Алайда оларды бас салып сатып алмастан бұрын сіздің бір-екі нәрсені білуіңіз тиіс. Соңғы кездері роботтық техника әлемінде көп өзгерістер орын алды. Өкеңіздің ашық жасыл түсті 1975 жылы шығарылған «Chevy Vega» автокөлігінің қаңқасын дәнекерлеу үшін пайдаланған айбарлы автоматтардан өзгешелігі – заманауи роботтарды басқару жеңілірек, арзанырақ және олар анағұрлым жылышырайлы. Тексеріс үшін олар өте «*коллобаративті*».

Коллобаративті роботтар немесе ко-боттар (оларды тура солай атайды) адамдармен бірлесіп жұмыс істеуге арналған. Олар мен операторларды бөлек ұстау үшін қорғаныс дуалдарының немесе қауіпсіздік жарықты шымылдықтарының қажеті жоқ. Егер сіз оларға жақындай қалсаңыз ко-боттар қозғалысын баяулатып тоқтайды. Олар сіздің Джордж деген аңшы итіңіз секілді ақылды болмаса да, айтарлықтай жақсы есептей алады және шақырған кезде өздерін анағұрлым жақсы ұстайды.

Өлшемдерді орындау

Сіз кәсіптік-техникалық колледжде, ең алдымен, зерделейтін нәрсе құралды қалай өзгерту болып табылады. Бұған дайындаманың беткі қабатына жабысып қалған кесетін құралды бір жапырақ қағазбен жайлап түйістіруге әкелу, содан соң оның қалпын жазу арқылы қол жеткізуге болады. Осыдан соң сіз сүмбідегі «вигглер» деп аталатын қондырғы арқылы немесе жиек іздеуші арқылы шетін қалай қысуды білесіз (8-3-суретті қараңыз). Өз кезегінде, егер сіз тек осы бөлікті ғана қысып алғыңыз келген болса, оны барынша қатты басыңыз, сонда айналаңыз жиек іздеушінің кішкентай кесектерге толы болады

8-3-сурет:

Үш өлшемді әмбебап бергіш ескірген «вигглермен» сілесі қатқанша ұрады және жұмыс координаттарын жинау, бөлшек өлшемдерін өлшеу, жазықтықты әрі тік сызықтылықты тексеру мен тағы басқалар үшін қолданылуы мүмкін



«Haimer USA» рұқсатымен

СББ білдегінде бірінші әрекет құралдың ұзына бойына түзетуін анықтау (және әрбір құрал үшін қайталануы тиіс), ал екіншісі дайындаманың нөлдік координаттарын табу үшін қолданылады (үстелдегі әрбір бөлшек үшін бір реттен). Осыны сіз бір-екі жүз рет қайталаған соң осы қарапайым дағдыларды білгеніңіз үшін мақтануды қоясыз және де құралдың ұзындығы мен жұмыс координаттарын таңдаудың анағұрлым тезірек, анағұрлым автоматтандырылған тәсілдері бар екенін түсінесіз.

Эстафетаны беру

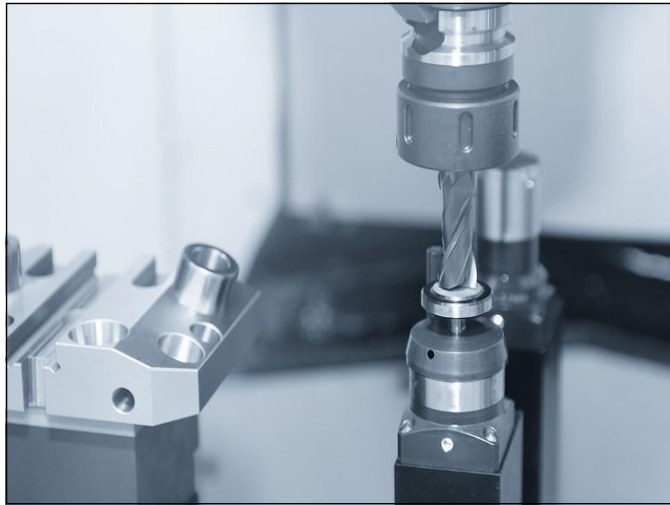
СББ білдектері пайда болған соң көп ұзамай-ақ құралды алдын ала баптау қондырғысының пайда болғанын ескере отырып, алғашқы білдек жүйелерін жобалаушылардың да құралдарды өзгертуден жалыққаны сөзсіз. Оған ие болған барлық бағы бар жону білдектерінің операторлары үшін (ал заманауи әлемде ол барлығы болып табылады) құралды өзгерту дегеніміз аралық манипуляторды (ол нәрсе бастиектің алдында тұрады) және содан кейін қолмен жұмыс істейтін импульстік генераторды (білдекті басқару қондырғысының алдыңғы панеліндегі күміс дөңгелек) дыбыс дабылы берілгенге дейін алдын ала баптау қондырғысына әрбір бөлшекті бұрау арқылы бөлшектеу болып табылады.

Сізге ол әрбір білікте және әрбір құрал үшін жасау қажет болады. Мұның мықтылығы, сіз құралды өзгерткен соң СББ білдектерінің көбі онымен бөлшектің беткі жағын ұруға, бастырманы басуға және сондай-ақ Z білігінің жұмыс координатын анықтауға мүмкіндік береді. Осы қолмен іске қосу, табақтардың жабысып қалуы және жапырылуы, шынын айтқанда, әлі де көп уақыт алады, алайда бірнәрсені дұрыс жазбау немесе машинаны сындырып алу мүмкін емес.

СББ көп мақсатты білдектерін өндірушілерге осыны түсіну үшін көбірек уақыт қажет болды, бірақ енді көбі білдек үстелінің бір шетінде орналасатын алдын ала қысудың ұқсас қондырғысын ұсынуда (8-4-суретті қараңыз). Құралды жақындатып алыңыз, оны алдын ала орнату қондырғысына ығыстырып қойыңыз, құралдың ұзындығын айқындап алу үшін оны бір рет ұрып қойыңыз және бұрыштық орнынан жылжуды айқындап алу үшін тағы бір рет ұрыңыз

(оның диаметрінің жартысымен) және үдерісті конвейердегі әрбір құрал үшін бір реттен 20 немесе 30 рет қайталаңыз. Оп-оңай.

8-4-сурет: Сіздің машинаңызда алдын ала баптау болмаса да, екінші нұсқасын орнату тым қиынға соқпайды



ЕСКЕ ТУСІРУ

Құралдарды өлшемге алдын ала баптау қондырғыларының көбін офф-лайн режимінде пайдалануға болады. Бұл операторларға құралдың тозуын және сынған құралдарды тікелей СББ-мен өңдеу бағдарламасы арқылы тексеруге мүмкіндік береді. Жону білдегі болмасын немесе көп мақсатты білдек болмасын, макробағдарламаны шақырыңыз (ол туралы мен 11-тарауда толығырақ айты беретін боламын), содан соң білдек құралдың тозуы берілген шектік аралығында екеніне көз жеткізіп, құралдың ұзындығы мен бұрыштық жылжуды ретке келтіреді.

Өзін-өзі бағыттау режимін іздеу

Алдын ала тексеріп көрудің тағы бір қиын тұсы – сүмбіде орнатылған бергішпен өлшеу (СББ көп мақсатты білдектерінде пайдаланылады) және айналғыш қалпақшаны алдын ала тексеріп көру (СББ жону білдектеріне арналған). Олардың екеуі де:

- » Білдек жұмыс істеп тұрғанда бөлшектің сипаттамаларын өлшеу;
- » Алғашқы өңделген білдекті тексеру және нәтижелерін жазу;
- » Құралдың тозуына негіздей отырып, жұмыс түзетімін және құралдың ұзындығын жаңалау;

» Бөлшектің дұрыс бекітілгенін тексеру;

» Сынған бөлшектердің бар-жоғын тексеріп, көмекке жүгіну үшін қолданылуы мүмкін.

Осы функциялардың барлығы (тіпті көбі) әдеттегідей саптаманы бұрау арқылы қол режимінде бірнеше батырманы басу арқылы офф-лайн түрінде немесе адамның қатысуынсыз технология режимінде бөлшекті өңдеуге арналған өңдеу бағдарламасының өзінде орындалуы мүмкін. Осының алдындағы құралды өлшемге алдын ала баптау кезіндегідей, макропәрмендерді қолданып біршама бағдарламалау (ол естіліп тұрғандай қорқынышты емес, уайымдамаңыз), сондай-ақ жоғары жылдамдықтағы қадам, макрос В секілді тиісті басқару өлшемдері, сонымен қатар қосымша жылжытулар мен айналмалылар қажет болады. Сіз жаңа өлшеу мүмкіндігіне ие білдекті сатып алған кезде алаңдайтын ешнәрсе болмайды, ал егер сіз қолданыстағы білдекке немесе жону білдегіне түйісу бергішін қосатын болсаңыз, онда сізге машинаңызда тиісті бағдарламалық жарақтама бар-жоғын анықтау қажет болады (қажет болса дилерге жүгініңіз).

Дербес режимде

Осы тексеру және алдын ала баптау керемет, алайда оның бәріне әлі де уақыт қажет болатынын ұмытпаңыз әрі СББ білдегіне қатысты «уақыт – ақша» деген мәтел бар. Әрине, автоматты түрде тексеру адамның қатысуынсыз өңдеу үшін бағасыз және қажетті құрал

болып табылады. Тіпті оператор болған күнде де сынған құралдардың немесе дұрыс бекітілмеген бөлшектердің бар-жоғын автоматты түрде тексеру цехта мәтелге айналған «оттан сүрсүбені алып шығудан» да маңыздырақ.

Не болса да, құралдарды және жұмыс координаттарының тапсырмалары және құралды инициациялау үшін құны 100 000 доллар тұратын (кейбір кездері одан да артық...) білдек жүйесін пайдалану туралы ой капитан Кирктың туған күн кешінде Бил Клинтонның болуы секілді ойдан аспауы тиіс. Өлшемге алдын ала бапталған құралдар үшін ең жақсы орын аспаптық қойма болып табылады, ал жұмыс координаттарын орнатудың ең жақсы тәсілі «CAD/ CAM» компаниялары растаған нөлдік нүктесі бар немесе ұқсас құрал ұстағыш жүйесі бар алдын ала берілген орналасқан жерді және траекторияны модельдеудің бағдарламалық жасақтамасын пайдалану болып табылады (ол туралы мен 9-тарауда айтып кететін боламын).

Алдын ала баптау элементтері

Құралды алдын ала баптау және өлшеудің офф-лайн жүйелері баптау уақытын азайтудың алғашқы қадамы болмауы да мүмкін, алайда олар ең қарапайымдардың және көбіне ең арзандардың бірі екені сөзсіз (8-5-суретті қараңыз). Бюджеттік модельді бір-екі мың долларға сатып алуға болады (ал кейбір цехтар тіпті соның жартысына өзінің моделін соғады), ал толығымен автоматтандырылған «бар болуы мүмкіннің барлығы» бар модель жаңа СББ білдегі қанша тұрса, сонша тұрады.

Шын мәнінде, кейбір жүйелердің жоғары бағасы бірнеше цех иеленушілерінің инвестициядан бас тартуына алып келді, егер кесте бойынша үлгере алмай жатсақ, онда бізге ақшаны басқа машинаға жұмсап, кез келген жаңа технологиялық бастамаға қатысты туындауы мүмкін тұрып қалуы болдырмаған дұрыс емес пе?

Қайта баптауға кететін уақытқа қарай отырып, сіз үдеріс барысында әрбір құралды алмастыру кезінде жоғалатын бес немесе сол шамалас минутты ескермейсіз бе, сіз құралды сағатына бір рет ауыстырасыз, ал бұл машинаның тиімділігін 8 пайызға төмендетеді. Ал жылжу мағынасының қате енгізілуі ше? Машина апаты уақытында жеткізбеудің салдарынан клиентті жоғалтып алуды былай қойғанда, бірнеше күн немесе апталап тұрып қалуға да алып келуі мүмкін.

8-5-сурет: Алдын ала баптаудың офф-лайн құралы тұрып қалу уақытын азайтудың және білдектегі апат тәуекелін азайтудың ең тиімді тәсілдерінің бірі болып табылады



«Haimeier USA»
рұқсатымен

Сенімдісіз бе? Телефонның тұтқасын көтермей тұрып, осы мәселелер туралы ойланып алыңыз:

» **Түйіспесіздерге қарсы түйісу ме?** Құралдың кесу жиегін табуға арналған циферблатты индикаторы бар құралды алдын ала баптау қондырғылардың шығыны азырақ, бірақ техникалық байқаудың дербес жүйелерімен жабдықталғандарға қарағанда олардың дәлдігі де төмендеу және шағын әрі осал құралдар үшін жарамсыз.

» **Құралды баптау үшін қандай дәлдік талап етіледі?** Құралды алдын ала баптау қондырғысы сіздің бөлшектеріңізге қарағанда он есе дәлірек болуы тиіс. Егер сізге +/- 0,002 дюйм шақтамасы бар дәлсіздікті күні бойы ұстап тұру қажет болса, онда сіз, бәлкім, визуалды бақылау мәліметтерін өңдеудің анағұрлым ілгерінді жүйесін қарап отырған шығарсыз.

» **Оны қайда орналастырмақшысыз?** Кейбір цехтар алдын ала баптау қондырғыларын аспаптық қоймада ұстайды және қызмет көрсетуші персоналға құралды баптауды тапсырады. Басқалар алдын ала баптау қондырғыларын бүкіл цех бойына орта кездеріне орналастырады және өз құралдарын өздері орнатуына рұқсат береді. Сіз үшін қай тәсіл тиімді болады?

» **Сіз білдекке құрал алу үшін ақпаратты қайдан аласыз?** Анағұрлым күштірек жүйелер СББ білдектеріне жылжу деңгейлерін автоматты түрде беруді қамтамасыз етеді, ал басқалары жылжу деңгейлерін жазып алуды және оларды қолмен енгізуді талап етеді, бірақ есіңізде болсын, бұрыс мәліметтерді енгізген бір күніңіз бір жыл бойы жасалған алдын ала баптаудың барлық артықшылықтарын оп-оңай жойып жіберуі мүмкін.

» **Сіз күніне қанша құралды орнатасыз?** Егер ол жүздеген болса, онда сіз, шынымен де, шарықтарды айналдырып, батырмаларды басып отырғыңыз келеді ме? Абзалы алдын ала баптаудың автоматтандырылған қондырғысын қарау болады.

» **Сіз нені баптап жатырсыз?** Фрезерлік-жону білдектері, 50 конусы бар көп мақсатты білдек орталықтары, 20 конустық бұрғылау білдектері ше? Сіз алдымыздағы бесжылдықта осы машиналардың бірін иеленгіңіз келеді ме? Әрбір адамға алдын ала баптаудың өзіндік бейімдегіші қажет болады.



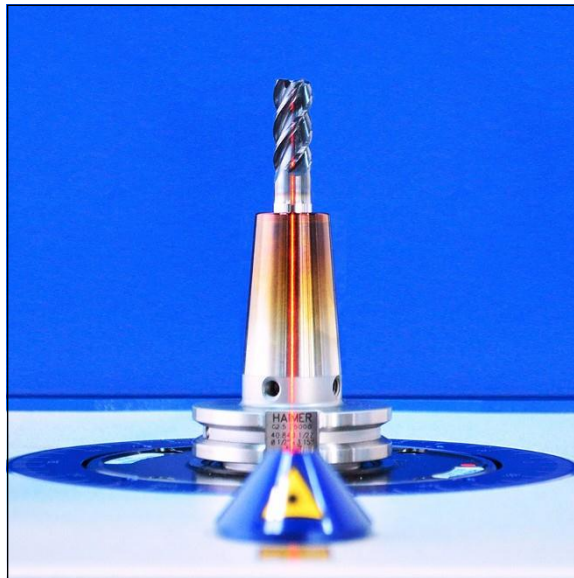
МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Көбіне офф-лайн режимінде алдын ала баптау жону білдегіне қарағанда көп мақсатты білдек орталығы үшін аса қымбатқа түспейді. Оның себебі неде? Фрезер құралын ұстағыштар өз алдына тез алмастырылатын болғандықтан, сіз оларды әткеншек тәрізді білдектің сүмбісіне немесе конвейерлік жүйесіне шамамен екі секундта сала аласыз, ал стандартты жону білдегін алмастыру үшін цанганың бірнеше бұрандасы мен бұрамаларын босату немесе қатайту қажет болады (ол туралы мен 7-тарауда айтамын).

Оңтайлы теңгерімге қол жеткізу

7-тарауда сіз тозу туралы көп білдіңіз және оның уәжді негізі бар. Кесетін құралдарды дұрыс айналдырмаған кезде ілгері қарай жылжыған жырашық көбірек жұмыс атқаруға мәжбүр. Сондықтан нөлге таяу соғу құралдың жарамдылық мерзімін арттыру және болжау үшін маңызды рөл атқарады, оған алдын ала баптау қондырғысы арқылы қол жеткізу (8-б-сурет), көп мақсатты білдекте индикаторлық циферблат пен жез балғаның көмегімен июге қарағанда анағұрлым оңай.

8-6-сурет: Құрал ұстағышты теңдестіру көпмақсатты білдектің тәжірибесіндегі маңызды, бірақ көбіне назардан тыс қалатын қыры болып табылады



«Haimer USA» рұқсатымен

Сіз өз нұсқаларыңызды қарастырып жатқан кезде келесіні ескеріңіз: құрал теңгермесінің бұзылуы соғу секілді салдарға ие және білдектің сүмбісіне қатты әсер етеді. Сіздің құралдың теңдестірілген ұстағыштары тек жоғары жылдамдықты сүмбілер үшін қажет деп ойлап қалуыңыз мүмкін, алайда өндіріс саласындағы көптеген сарапшылар теңгерме сүмбінің минутына 8000 және одан көп айналымы үшін қажет деп есептейді, ол механикалық өңдеу барысында демалыс күнгі таңертеңгілікте көліктің сағатына 45 миль қалыпты жылдамдықпен қозғалуына парапар. Мұның шешімі құралдың ұзындығы мен диаметрін офф-лайн режимінде баптай отырып, сондай-ақ теңгерімді де ұсынатын, екі жұмысты бірден атқаратын құралды алдын ала баптау қондырғысы болып табылады.



ЕСКЕРТУ

Егер сізде құралды теңестіру мүмкіндігі бар болса, онда сіздің құрал ұстағыштарыңыздың осы міндетті орындай алатыны ақиқат емес. Теориялық тұрғыдан алғанда, ұстағыш корпусының айналасындағы стратегиялық тұстарынан бірнеше саңылау жасап, кез келген ұстағышты теңестіруге болатын болғанымен, дұрысырақ шешім, бірқилы реттегіш сақиналары мен шеткі аймағында бұрамалары бар «теңестірілген» құрал ұстағыштарға инвестиция жасау болып табылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Егер сізге минутына 40000 айналым қажет болып, тек 10000 айналым қолжетімді болса, онда жағымсыз көңіл-күйіңіз үшін басқалардан өш алу қажет емес. Жылдамдық бастиектері құралдарды мүмкін болғаннан да анағұрлым жоғары жылдамдықпен айналдыру үшін ауаны немесе электр қуатын пайдаланады (немесе тіпті салқындататын сұйықтықтың қысымын да), кейбірі минутына 100 000 немесе одан да көпке қол жеткізе алады. Жылдамдық реттегіштің бастиегіне салынған инвестициямен қоса сізге, бәлкім, басқа арнайы цангалар (уайымдамаңыз, олар жаңа қаркешкішке қарағанда әлдеқайда арзан тұрады) сатып алу қажет болады және машинаның жетегіне бейімдегіш орнату да қажет болар, алайда ол екеуінің де маңызы зор. Егер сізге титаннан жасалған жүрек қалпақшасының кейбір бөлшектеріне өлшемі крикет таяқшасындай болатын саңылауларды жасау қажет болса, онда сізге бар болғаны жылдамдық реттегіштің бастиегі қажет болады.

Жұмсақтау болу

Егер сіз құралдарды алдын ала баптаудың дербес қондырғыларына және теңдестіру қондырғыларына қаражат салуды жопарлаған болсаңыз (немесе олар бар болған жағдайда), онда осы құралдарды басқару үшін қосымша бағдарламалық жасақтама туралы ойланыңыз.

Құралдарды басқару жүйесі немесе «TMS» сіздің цехыңыздағы құрал ұстағыштар мен кесетін құралдар туралы білгіңіз келгеннің барлығын сақтауға арналған орталықтандырылған орын болып табылады. Каталогтардан қосымша бөлшектерді іздеу немесе не нәрсеге тапсырыс берілгенін көру үшін жалпыұйымдық қорлардың жоспарлау жүйесіне (ERP) кірудің қажеті жоқ, сізде барлық өлшемдерді, орналасқан жерін, қорлар деңгейін және оларды тұтыну тарихын көретін, сондай-ақ жұмыс орнында қандай құжаттар және қашан қажет болатынын көретін жалғыз орын болады. Ал барлық дерлік құралдарды басқару жүйелері «CAD/ CAM» және «ERP» бағдарламалық жасақтамамен, құралдар мен білдектерді алдын ала баптау қондырғыларымен қамтамасыз етілгендіктен, осы бағдарламаланған жалғыз дұрыс нұсқасында ағын үздіксіз болып табылады. Басқаша айтқанда, «TMS» жүйесі осылардың барлығын бірге түйістіреді.

Үлестіргіш ЭЕМ

Біз аспаптық қойманың тақырыбын және «TMS» бағдарламалық жасақтамасын жайына қалдырудан бұрын олардың екеуінің де үлестіргіштерін қарастырып алайық: үлестіргіш ЭЕМ. Үлестіргіш ЭЕМ сіз түскі үзілісте шұжықты бутербродыңызға қосып жейтін майға қуырылған картопты шығарып беруден де көп нәрсе жасайды. Олар құралдың пайдаланылуын бақылайды, механикалық өңдеу орталықтары бойынша шығыс материалдарының шығынын үлестіреді, саймандарды басқарады және сізді ғимараттың екінші басына қолғап алу үшін барудан босатады.

Өлдекім қабылдау платформасындағы алғашқы ЭЕМ пайда болғанын көріп күрсінетін болар және корпоративтік үнемдеудің тағы бір көрінісі деп ойлап қалар, алайда олар біздің әрқайсысымыздың уақытымызды үнемдеуге септігін тигізеді және цехтардың барынша тиімді және табысты болуына жол ашады.

Машинаға карточкаңызды апарыңыз, пин-кодты енгізіңіз немесе басбармағыңызбен пернетақтадағы батырманы басыңыз, содан соң механизм сізге аспаптық қойманың операторынан тура соны тыңдау қажеттігінсіз керектінің барлығын береді. Ал ЭЕМ тікелей сіздің тапсырыс берушіңізбен немесе тіпті «TMS» бағдарламалық жасақтамаңызбен байланысты болғандықтан, сіз енді ешқашан бұрғылардың немесе төлкелердің қоры таусылып қалады деп уайымдамайтын боласыз (немесе сізде аспаптық жәшіктің астыңғы суырмасында жинауға қызығушылық пайда болуы мүмкін).



КЕҢЕС

Үнемді өндірістің тағы бір басты қағидасы баспақалыптарды жылдам алмастыру дегенді білдіретін «SMED» болып табылады. Оны жапондық инженер-технолог Шиего Синго ойлап тапқан, ол оны баспақалыптарды баптау уақытын сағаттардан минуттарға дейін қысқарту үшін пайдаланған. «SMED»-тің мақсаты машинаның жұмыс істеу кезінде одан тыс барынша көбірек қадамдар жасау және қалған басқаларын да жеңілдету болып табылады. СББ жону білдектері мен көп мақсатты білдектер қалыптамааларды пайдаланбағанымен, осы жерде де «SMED» өлшемдері (осы тұрғыда үнемді өндірістің де) баспақалыптарындағыдай бір дәрежеде қолданымды.

Дұрыс білдектер мен опцияларды таңдау

Жаңа білдекті сатып алу жаңа автокөлікті сатып алу болып көрінуі мүмкін. Әрине, сізге карамельді алма түсті қызыл немесе айдай аппақ түстің арасында таңдау жасау не алты динамикасы бар «Bose» стерео дыбысын жаңарту туралы уайымдау қажет болмайды. Дегенмен келесі бесжылдықта болжамды сұраныстар: жұмыс, азық-түлік, мектеп, сауда орталығы және, бәлкім, сіз кейінге қалдырып келген жағалауға саяхат секілді барынша айқын жаңа автокөліктен өзгешелігі – сіз бүгінгі таңда өңдеп жатқан бөлшектер бес жылдан кейін өңдейтін бөлшектеріңізге қандай да бір ұқсас болатыны күмәнді екенідігінде.

Осы жағдайды ескере отырып, механизм өлшемдерінің әдетте ұзын болып келетін тізіміне және оны басқаруға әділ қарау мен барынша болашақ қажеттіліктеріңізді нақтырақ болжау аса маңызды (8-7-суретті қараңыз). Төменде сіз қарастыруыңызға тиісті бірнеше өлшем келтірілген:

» **Қосымша М-функциялар:** мен осы тақырыпты 11-тарауда егжей-тегжейлі талқылаймын, бірақ М-кодтар жай ғана қосу және сөндіруге арналған ауыстырып-қосқыштар болып табылады.

Мысалы, М08 салқындататын сұйықтықты жібереді, ал М03 сүмбіні айналдырады. Олардың барынша көп болғаны сізге не үшін қажет? Қолыңызды сындырып алдыңыз және сізге машинаның есігін автоматты түрде ашу қажет делік. Бұл соленоид пен пневматикалық піспекті бұрап бекітетін зымыран соғу емес, алайда сіз оны қалай белсенді етпексіз? Егер сізде қосымша М-функциялары бар болса, онда сіз оларды тек осыған бағдарламалай аласыз.

» **Қақтығысулардың алын алу:** бағдарламалық жасақтамалардың бірқатар офф-лайн пакеттерінің жағдайындағыдай, кейбір жону білдектері мен СББ білдектерін жинаушылар сіз айналымды іске қосу батырмасын басқанға дейін құрал қозғалысының траекториясын имитациялайтын және болжамды қақтығыстардан сақтандыратын басқару нұсқаларын ұсынады, ал кейбіреулері тіпті бөлшектерді әзірлеу кезіндегі қақтығыстардан да қорғайды. Джордж Х.В. Буштың айтуынша, қақтығыстардан сақтандыратын технологияларды қабылдамау «ақылғы сыйымсыз» болады.

» **Құрал тозуын басқару:** кесетін құралдар арзан тұрмайды, ал провайдерлер анағұрлым жетілдірілген бұйымдарды ойлап тауып жатқандықтан, олардың бағасы жоғарылап бара жатыр. Ұштық фрезалардан, бұрғылардан және тіпті төлкелерден қайтарымдылықты барынша алу тәсілдерінің бірі құралдың тозуын бақылау болып табылады, ол құралдың пайдаланылуын қадағалай отырып, операторға жаңа құралдың кез келгенін хабарлайды (тіпті құрал бірнеше тапсырмада немесе бірнеше рет пайдаланылса да). Ол құралға шығатын шығын ғана емес, ол сондай-ақ тапсырыс берушіге қоңырау шалып, біреудің құралын ауыстыруды тым көп күткенін және оның бөлшектері енді қоқыс салатын жәшікте жатқанын айтуды болдырмайды.

» **«Ethernet» интерфейсі:** егер сіздің конвейерден жаңадан шыққандай СББ білдегіңізде «Ethernet» болмаса, онда Сізге 50 жылдық (және анағұрлым жай) қондырғыңызбен түйістіру үшін «RS-232» коммуникациялық хаттамасы қажет болады. Таңдау жасаңыз: осы ма әлде флешкадағы бағдарламаны шығарасыз ба. Кешіріңіз, дегенмен бүгінгі күнгі желілердің біріктірілгенін ескере отырып, ол сіз үшін онсыз өмір сүре алмайтын жалғыз жол болмақ.

» **Жадыны жаңарту:** егер сіздің СББ білдегіңіз корпоративтік желіге қосылған болса, бағдарламаларды дербес режимде сақтауға және қажет болған жағдайда оларды бақылау үшін жүктеуге әбден болады. Ал сіздің СББ білдегіңіздің жадысы үшін тым үлкен болатын бағдарламалар қажет болған жағдайда «алынып тасталуы» мүмкін. Тәсілдердің ешқайсысы да қолайлы емес, алайда алынып тасталған жағдайда өнімділікке қатысты мәселе туындауы мүмкін. Сіз көбірек фото мен музыка сақтау үшін смартфонныңызды жаңартқан жоқсыз ба? Тура соны СББ білдектерімен де жасаудың мәні бар.

» **Қашықтықтан басқару саптамасы:** әсіресе үлкен көп мақсатты білдектерде саптаманы үстелдің келесі басына өзіңізбен бірге алып жүру баптауды едәуір жеңілдетеді. Кейбір қашықтықтан басқару саптамалары құрал алмастыруды, сүмбінің бергіштерін белсенді етуді, жұмыс координаттарын орнатуды және тағы көптеген басқаларды басқару элементіне кері қайту қажеттігінсіз орындауға мүмкіндік береді.

» **Пайдаланушы анықтайтын макростар (В макростары да):** егер сіз білдекті тексеруге тапсырыс берген болсаңыз, онда пайдаланушылардың макростары қосылып қойылған болуы

Жақсы айтылған, алайда сізге тиісті кесетін құралдар мен аспаптық ұстағыштар қажет болады, ал сіздің салқындатқыш сұйықтықты сүзгілеу жүйесіне инвестиция жасағыңыз келетін болады (әрине, егер сіздің жоғары жылдамдықта есептегіш шығырыңыз әлі жабдықталмаған болса). Айтарлықтай инвестиция салуға қарамастан, «НРС» қатты қорытпалар үшін келесі жақсы таңдау болып табылады. Егер сіздің цехыңыз осы артықшылықты пайдаланбайтын болса, онда сіз мүмкіндікті жіберіп алып жатырсыз.

Жұмысты қалай оңайырақ (және қауіпсіздеу) орындауға болады

Біз бәріміз де осы уақытқа дейін бизнесте қалай келе жатқандығы туралы ойландыратын бастыққа жұмыс істедік. Қайырымдылық пен парасатты сананың жетіспеушілігіне қарамастан кейбір жұмыс берушілер сіздің жұмысыңызды жеңілдік және қауіпсіздеу ету үшін бес цент те жұмсамайды. Сіздің бақытыңызға қарай осы екі факторға да көңіл бөлетін көптеген жұмыс беруші бар. Сіздің арқаңыз бен өкпеңіз әділ бағасын беретін және «OSHA» (Еңбек қорғау мен техникалық қауіпсіздік басқармасы) инспекторларын сіздің компаниядан тыс жүруге көмектесетін бір-екі білдек саймандары төменде келтірілген.

Жоңқаны алып тастау жүйесі

Егер сіз қай уақытта болмасын күніңіздің айтарлықтай бөлігін фрезер білдегінен немесе СББ жону білдегінен жоңқаны алып тастауға жұмсаған бослаңыз, онда сіз, бәлкім, үйге барған соң өзіңізге көмекші іздеп хабарландыруларды қараған боларсыз (өткен жылдардағы Monster және Dice.com аналогы). Жоңқаны көтеріп, оны білдектен шығарып тастайтын болғандықтан, жоңқаны алып тастауға арналған тасымалдағыштар майлағыш-салқындатқыш сұйықтықтардың механизмге кері ағуына мүмкіндік береді, шығынды азайтып, металл қалдықтарының құнын арттырады. Жұмысшылар үшкір жоңқаларды қолымен тартып алмайтындықтан, жан-жағына майлы жоңқаны абайсызда шашып алып, орасан зор білдектің ішіне үңілмейтіндіктен, жоңқаны алып тастауға арналған тасымалдағыштар жұмыс орнын анағұрлым қауіпсіз етеді. Ал осы жұмысшылар жоғарыда аталған операциялар үшін аса алаңдамайтындықтан, жоңқаны алып тастауға арналған тасымалдағыштарды ұстап қалу үшін қажетті қадам болып табылады. Оларды кез келген білдекте болмауы жай сандырақ.



ЕСКЕРТУ

Оны керек-жарақ деп атау асырып жібергендік болғанымен, жиі назардан тыс қалып қоятын тағы бір қажеттілік бар. Еденнің резеңкеден жасалған төсеніші ҰФЛ галеркаға алынған бір-екі билеттен арзан тұрады. Олар арқа мен аяқтағы ауруды азайтады, микрометрлер мен бергіштердің зақымдануын болдырмайды және ұзақ жұмыс күнін қысқартады. Сіз тіпті ақшаға сатып алуға болатын металл тұмсығы бар бәтіңке киіп жүрсеңіз де, бетонның үстінде күні бойы тұрудың дәлелді себебі жоқ.

Ол бекерден түтін деп аталмайды

Сіздің құрғақ өңдемейтініңізді ескере отырып, бәлкім, майды немесе су негізді майлағыш-салқындатқыш сұйықтықты пайдаланатын шығарсыз. Осы сұйықтық минутына бірнеше мыңдаған айналыммен айналып жатқан кесетін құралға немесе жону патронына тиген кезде ол жуынатын бөлмедегі үсті кір иттің шашқан суынан да мол болып жан-жаққа шашылады. Сол кезде ол қып-қызыл болып қызған жоңқаның пайда болу аймағымен түйіседі, ол білдектің корпусын толтыра отырып, буға немесе сасық иісті булануға айналады. Сіз есікті ашқан кезде не болып жатады? Осы қалдықтардың барлығы сіздің өкпеңізге өтеді, достым. Мен үнемі механикалық өңдеу кәдімгі автокөлікті жүргізуге немесе кәсіби бобслейге қарағанда анағұрлым қауіпсіз керемет кәсіп деп айтатынымын, бірақ ол тек бір жағдайда, егер машина тиісті деңгейде жабдықталған болса жүзеге аспақ. Оны сіз «MistBuster», «Smog Hog» немесе «Filtermist» деп атасаңыз да осыған үнемдемеңіз.

3-БӨЛІМ

БӘРІН БІРІКТІРУ: БӨЛШЕКТЕРДІ ҚҰРАСТЫРУ

ОСЫ БӨЛІМДЕ . . .

- ✓ Білдекшілер мен бағдарламашыларға қолжетімді түрлі бағдарламалық құралдарды зерттеуге ынта танытыңыз.
- ✓ Бергіштер, таңбалаушы машиналар және бөлшектерді байқау туралы барлығын инспекторды келемеждемеуге бейім тұрмайтындай етіп біліп алыңыз.
- ✓ Роботтармен достасыңыз, содан соң прогрессивті өндірістік техниканың көмегімен жарықты сәндіріңіз.
- ✓ Кхе-кхе. Бағдарламалау. Қорқынышты түгі жоқ: компьютерлендірілген білдектерді бағдарламалауға арналған G-код, шын мәнінде, қызықты.
- ✓ Сіз жаңадан велосипед жасайтын цех ашып, Джейн есімді албырт жобалаушыны жұмысқа қабылдадыңыз делік.
- ✓ Енді Сізге барлық білдектерді қалай іске қосуды анықтау қажет

ОСЫ ТАРАУДА

1. Бағдарламалық қысқартуларды түсіндіру
2. Автоматтандырылған өндірістің түйінін шешу
3. Бөлшектеріңізді модельдеу
4. Бағдарламаларыңыздың еліктемесі
5. Өлшемдерді жеке таңдау
6. Файл форматтарын анықтау

9-ТАРАУ.

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАМЕН ТАБЫСҚА ЖЕТУ

*Мен баяу жүремін, бірақ ешқашан жолдан таймаймын.
АВРААМ ЛИНКОЛЬН*

Егер сіз маған ұқсас болсаңыз, онда сіз кез келген компьютерді немесе бағдарламалық жасақтаманы талқылауды жіберіп аласыз, ал оның орнына компьютерлік сандық бағдарламалық басқаруы бар (СББ) білдектері мен металды алып тастауға арналған құралдар туралы сұхбат құрасыз. Өкінішке орай, біз олай ете алмаймыз. Қалай қарасаң да, ақпараттық технологиялар (компьютер жанкүйерлері оны мақтанышпен, әрбір әрпін созып айтып, «I.T.» деп атайды) өндірістік бәліштің маңызды бөлігі болып табылады; Егер сіз майлы бөлігін тістеп алмасаңыз, онда сіздің механикалық өңдеудегі табысыңыз өзіңіз күткеннен азырақ болады.

Шын мәнінде, бұл мықты тақырып. Бағдарламалық жасақтама сізге бөлшектерді жобалауға, кесетін құралдың жылжу траекториясын жасауға және құралдың тозуға төзімділігі мен білдектегі өңдеу айналымын басқаруға көмектеседі. Ол сізге құны 250 000 доллар тұратын СББ жону білдегіңіздегі сүмбінің жақын арада сынатын-сынбайтынын және осы айда төлем жасау үшін ақшаңыздың жететін-жетпейтінін білуге көмектеседі (немесе оны жөндеу үшін ақша төлеуге). Қысқасын айтқанда, бағдарламалық жасақтама (және тиісінше ол тұрған компьютер) сіздің өңдеуге арналған құралдар топтамасында онсыз бәсекеге қабілетті болуыңыз қиынға соғатын маңызды құрал болып табылады.

Сол себептен сіз бүгін таңертең көрген «көгілдір экран» қатесі туралы уайымдамаңыз. Биттер мен байттар, беру жылдамдығы, жүктеу секторлары мен өткізу ені секілді ұнамсыз терминдерге қатысты уайымдауды да қойыңыз. Жұмыстарыңызды шетке ығыстырып қойыңыз, «жаңадан бастаушыларға арналған «Windows» кітабыңызды да шетке ығыстырып қойыңыз да, коммутациялық тақтадан шұғыл бағдарламалық жасақтамасын алыңыз. Бұл асау (бірақ жұмсақ) жүріс болады.

Бағдарламалық жасақтама қысқартуларын түсіндіру

Бағдарламалық жасақтама күрделі тақырып. Сіз алдыңызда не күтіп тұрғанын білместен, оған кірісіп кете алмайсыз. Бұл тарау аға буын оқырмандар бала кезінде ие болған декодердің құпия сақинасы секілді және сізге жақын арада еститін үш-төрт әріптен тұратын сөздерді түсіндіруге көмектеседі. Уайымдамаңыз, егер сіз оның кез келгенін қайталайтын босаңыз, ал механикалық цехта, бағдарламалау бөлімінде немесе инженерлік бөлімде жұмыс істейтін болсаңыз, міндетті түрде солай жасайсыз, анаңыз сол үшін аузыңызды сабынмен жумайды.

Мен осы тарауда олардың көбі туралы іш пыстырарлық нақтылықпен сәл кешірек тоқталып кетемін. Ал қазір сіз өндіруші компаниялардың көпшілігінде ести алатын терминдердің кейбіреулері төменде келтірілген:

- » **CAD**: автоматтандырылған жобалау жүйесі
- » **CAE**: автоматтандырылған жобалау жүйесінің техникасы (АЖЖТ)
- » **CAM**: өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйесі (ӨАБЖ)
- » **DFM**: жаппай өндірістегі жарамдылықты ескере отырып жобалау
- » **ERP**: кәсіпорын қорларын жоспарлау (КҚЖ)
- » **FEA**: аяққы элементтер әдісімен талдау
- » **FMEA**: бас тарту сипаты мен салдарларын талдау (БССТ)
- » **MES**: өндірістік үдерісті басқарудың автоматтандырылған жүйесі
- » **MRP**: өндірістік қорларды жоспарлау
- » **PLM**: өнімнің тіршілік кезеңін басқару
- » **SCM**: жеткізу тізбегінің орындалуын басқару
- » **TMS**: аспаптық жабдықты басқару жүйесі
- » **WMS**: қойманы басқару жүйесі.

Олар өте көп. Дұрыс қолданған жағдайда, өндіріске арналған бағдарламалық жасақтаманың осы және басқа да түрлері компаниялардың «КБМШ»-ді (Пәрменге бағдарланған мәселе шешу), ЖПЖ-ға (жалпы пайданы жақсарту), ДК (дер кезінде) бөлшектерді жеткізуге және бәлкім СЖБ-ға (сапаны жан-жақты басқару) жұмыс барысында пайдалануына көмектеседі, олардың барлығы ӘДӨ (әлемдік деңгейдегі өндіруші) компания болу үшін қажетті қадамдар болып табылады. Сізге қысқартулар шынымен де ұнамайды ма?



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Егер бұл кәсіпорын қорларын жоспарлауға (КҚЖ) арналған бағдарламалық жасақтама туралы кітап болғанда, ҰМЖ (Ұзақ мерзімді жоспарлау), КӨБ (Клиенттермен өзара әрекет етуді басқару), МЭИ (Мәліметтердің электронды интерфейсі), СОЖ (Сату мен операцияларды жоспарлау) және тағы да басқа көптеген қысқартулар болған болар еді. Заманауи өндірістік компанияда жұмыс істейтін білдектші немесе инженер ретінде сіз осы немесе басқа да қысқартулады кездестіруіңіз мүмкін, алайда сізден КҚЖ жобасына қатысуды өтінбесе, олардың күнделікті әрекетіңізге әсер етуі неғайбыл. Дегенмен де олардың нені білдіретінін біліп алғаныңыз артық болмас, ол Сіздің демалатын бөлмеде микротолқынды пештің босауын күтіп отырған кезде тілге тиек етуіңізге мүмкіндік береді.

МЕН ЕКІНШІ НӨМІРДІ АЛАМЫН

Осы тараудың бірінші бөліміндегі қысқартулардың атауларында аздаған қате бар. Техникалық тұрғыдан алғанда, КҚЖ 1964 жылы IBM инженері Джозефом Орлицкий, сатып алумен, сатып алынатын заттардың тізімімен айналысатын адамдарды қамтамасыз ете отырып, жоспарланған өндірістік тапсырмаларға арналған материалдар тізімдемесі МТ (спецификация) мен қоймадағы бар немесе тапсырыс берілген материалдармен алынған материалдардың тізімімен салыстыруды «жару» ретінде ойлап тапқан МҚЖ материалдарға деген қажеттілікті жоспарлаудың қысқартуы болып табылады. Арада шамамен жиырма жыл өткен соң бизнес-кеңесші Оливер Уайт (достары үшін Олли) сол мақсатта арнайы сатып алған машина үшін дер кезінде жеткізілген материал пайдалы еместігін мойындады және «*әлемдік өндірістік қорларды жоспарлауды*» немесе ӨҚЖ II ұсынды. Бүгінгі таңда ӨҚЖ жүйелерінің барлығы ӨҚЖ II жүйелері болып табылады және ӨҚЖ бойынша айырмашылығы туралы алаңдайтындар, жұрттың бәрін өздерінің техникалық жітілік туралы білімімен таңқалдырғанды ұнататын тек жоғары жалақысы бар кеңесшілер ғана.

Қалай болғанда да неге сіздер, білдекшілер, шу шығаруға тиістісіздер? Оған бірнеше себеп бар. Біріншіден, МҚЖ-сыз сіздердің материалдарыңыз уақытылы жеткізілмейді, ал менеджеріңізге сіздерді үйге уақытынан бұрын қайтаруға тура келеді (ал егер сіз менеджер болсаңыз, онда жақын арада сіздің креслоңызда басқа жаңа менеджер отыратын болады). Мүмкін, бұл тұрғыдан сіздерде бәрі орнында шығар, алайда мәселе МҚЖ бүкіл цехты алға жылжуға мәжбүрлейтіндігінде болып отыр. Екіншіден, МҚЖ көбіне ӨҚЖ атауымен кеңінен таралған бағдарламаның бір бөлігі болып табылады (яғни, ол да біздің тізімімізде бар), ол

үлкен жайлы кеңселерде адамдарға осы жылы компанияның қанша ақша тапқанын және бонустарға жететін-жетпейтінін есептеуге көмектеседі. ӨҚЖ жұмысты жоспарлауда, сату және маркетинг әрекетінің кестесін, қорларды жобалау мен басқаруды басқарады, сондай-ақ, шоттардың төленген-төленбегенін анықтайды (жалақы бойынша есеп айырысуды қоса алғанда). Сіздің компанияңыздың жолға қойылған МҚЖ немесе ӨҚЖ-сыз ұзаққа баруы неғайбыл.

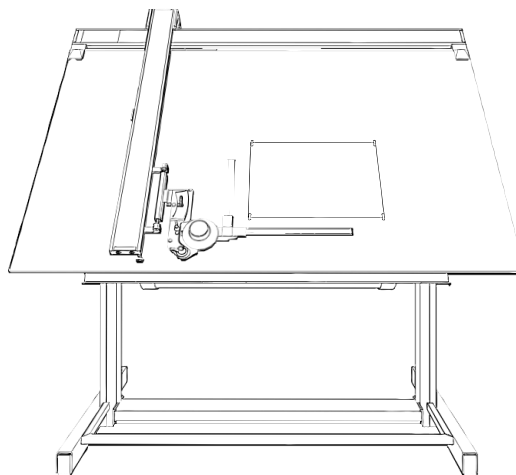
Міне, «CAD» нені білдіреді!

Сенсеңіз де, сенбесеңіз де, бір кездері адамдар бөлшектерді жобалау үшін, әрбір сызықты, нұсқарды және белгілеулерді бір парақ қағаз бетінде мұқият салумен, сызу тақтасында бел жазбай отырған (9-1-суретті қараңыз). Олар қате жіберіп алған кезде осы жайсыздықтан құтқаратын Ctrl + Z де, жою функциясы да болған жоқ, олардың кішкентай қателігін резина өшіргіш қана жоятын және сызу тақтасында бәрі басынан басталатын (шатпағым үшін кешірім өтінемін). Автоматтандырылған басқару жүйесі (АБЖ) осы әурешілікті жоққа шығарды.

Шынтуайтқа келгенде, білдекшілер АБЖ туралы бас қатырмас еді. Олар осы бөлімді жібере салып, кітаптың одан да өзектілеу бөліміне көшкен болар еді. Себебі АБЖ бөлшектерді жобалау мен бөлшектерді жинау үшін пайдаланылады, оның тіктеп келгенде, тікелей әзірлеуге ешқандай қатысы жоқ.

Алайда білдекшілерге саймандарды және жұмыс орындарын жиі жобалауға тура келеді. Бағдарламашылар клиент қазір ғана жіберген файлдың түсініксіз форматын Сіздің өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйеңіз түсінуі (ӨБАЖ) түрлендіруі тиіс. Инженер-технологтар өндірістік үдерістің әрбір кезеңіндегі дайындамадан тұратын нобайлар мен модельдерді жасауы тиіс (Егер сіз әлі жасамаған болсаңыз, бұл – өте қызықты іс). ӨБАЖ функционалдық мүмкіндіктерінсіз осы әрекеттердің ешқайсысы да мүмкін болмаған болар еді.

9-1-сурет: Өмбебап сызу құралы айтарлықтай деңгейде компьютерлермен және АЖЖ-мен алмастырылған



НЕЛІКТЕН ОЛАР «НІЛ» ДЕП АТАЛАДЫ

Не десек те олардың он жыл бұрынғы бөлшектер сына қалса қолданылады деп күтілетін, техникалық ғимараттағы файлдық жәшіктердің түбінде қалған бірнешеуі болады. Олар «нілдер» деп аталады және бір кездері қадағалап тұрып қолмен көшірмесін жасамай, суреттерді басып шығарудың жалғыз тәсілі болған, олар әдемі түс болғандықтан көк емес немесе көк түсті қағаздың ақ түстіге қарағанда арзанырақ болғаны үшін де емес, сол кезде «көшіргіш қағазға» жағымсыз химиялық заттар – калий феррицианиды мен темір аммонийінің нитраты (III) қосылғандықтан солай аталған. Олар сәуле әсерін тигізуден бұрын салынған негізгі суреттің үстінде жартылай айқын ақ сызықтарының бейнесін қалдыра отырып, ультракүлгін жарықтың әсерінен көгілдір тартады. Осы үдеріс «цианотипия» деп

аталады, оны 1842 жылы Джон Гершель (оның одан да атақты әкесі Уильям Гершелб уранды ашқан) жасаған. Осындай үдеріс – diazқағаз әлі де пайдаланылады, бірақ ол ірі көлемді лазерлік принтерлер мен көшіргіш машиналарға жол беріп, біртіндеп жоғалып бара жатыр.

Енді бұлардың бәрі қалай жұмыс істейді? АЖЖ қай жерде аяқталып, АБЖ қай жерде басталады? Маған екі түрлі бағдарламаны зерделеп, басқару қажет пе? Неліктен бізде тек біреуі, «барлығы кумбайды жырлайды» дегендей, әмбебап өндірістік бағдарламалық жасақтама бола алмайды? Осының бәрі орынды сұрақтар, алайда бұл бағдарламалық жасақтамалар туралы емес, механикалық өңдеу туралы кітап болғандықтан, бағдарламалық жасақтама жасаудың көп жылдық тарихына үңілмеймін (енді аздап шығар). Жақсы жаңалығымыз, жаңа технологияларды бағалағысы келетін цехтар үшін (өнімнің шектен тыс көлемін жасаумен айналысудан гөрі басқа адамдардың бөлшектерін өңдеумен айналысуды артық көретін) бірқатар кешенді шешімдер қолжетімді.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Компьютердің көмегімен жобалау немесе ККЖ, пайдаланушыларға бөлшектердің құрылымын талдауға, оларды шынайы өмірде пайдалануды модельдеуге және түптеп келгенде, оңтайландырылған, экономикалық тұрғыдан тиімді әрі сенімді өнімдерді жасауға алып келетін, ААЖ-ны бір қадам алға жылжытады. ККЖ әдеттегідей ӨТКЖ (өнімнің тіршілік кезеңін жобалау) атауымен танымал өнімдердің кең жинағының АЭӨТ (аяққы элементтер әдісімен талдау) және ГМ (гидродинамикалық модельдеу) қамтитын бір бөлігі болып табылады.

Модельдермен сынақ жасаймыз

Бала кезімізде әрқайсысымызда «сиқырлы экран» (Etch A Sketch) болды (кейбіріміз әлі де оны пайдаланамыз). Біздің шығармашылық талантымыз бен шыдамдылық деңгейімізге қарай біз оларды ұнамсыз адамдардың суреттерін, үй жануарларының сұлбасын немесе Миккеланджелоның «Қорқынышты сотына» еліктетіп салу үшін пайдаланатынбыз. Көбіне АЖЖТ пайдаланушылардың механикалық өнер туындыларын жасауы үшін нүктелерді, сызықтарды және доғаларды біріктіруге мүмкіндік бере отырып, тура осылайша жұмыс істейді. Екеуі де жұмыс кеңістігін мөлшерсіз екі өлшемді кеңістікті сипаттау үшін пайдаланғанымен, коммерциялық АЖЖТ жүйелері мөлшер тұрғысынан алғанда кез келген дерлік миға сыйымды нысанның аса күрделі де дәл үш өлшемді көрінісін жасай алады.

Ғажайып қаңқалар

Өз қиялыңызда мектеп цехында өзіңіз соққан каноэнің суретін салыңыз. Егер сіз осы жасөспірімдік жобаның қаңқалық моделін АЖЖТ жүйесінде жасаған болсаңыз, ол кенепті тартудан бұрын мұқият желімдеп, басын біріктіріп ширатқан ағаш жолақтарынан жасаған қаңқаға ұқсаған болар еді. Шын мәнінде, осыған ұқсас инженерия әлемінде «беткі қабат» ретінде танымал қабықты Сіздің АЖЖТ қаңқалық моделіңізге қолдануға әбден болады. Беткі қабатты модельдеу және қаңқалық модельдеу бұршақ пен сәбізге ұқсас, қаңқалық модельге беткі қабатты салған кезде сіз аяққы бөлшектің сырт пішінін жақсырақ сезінесіз. Әрі, керісінше, оның жеңілдігі соншалықты, осы беткі қабатты бір көз жүгірту үшін немесе күрделі бөлшектерді тезірек түсіндіру үшін қайыра салу жеткілікті.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

АЖЖ әлемінде цилиндрлерді, шарларды, жазықтықтарды және торларды (сіз бүгін таңертең жеген ұнтақ тәріздес тоқаш секілді көрінетін) қоса алғанда, нысандардың көптеген түрлері бар. АЖЖ жасаушылары осы және басқа да күрделі пішіндерді үш өлшемді кеңістікте сипаттаудың ерекше тәсілін біледі. Ол «NURBS» деп аталып, «әркелкі оңтайлы B-сплайнның» қысқартылған түрі болып табылады. Математика, одан кейін тұрған жаратылыстану сабақтарында ширақ болып көрінуге күрескендер, біздер, үшін коэффициенттер мен айнымалылар және түйісу функциялары секілді

В әрпіне басталатын зеріктіретерлік нәрселер көп. Бағымызға қарай, оны пайдалану үшін сізге осының бәрін білу қажет емес, себебі АЖЖ бағдарламаларының көпшілігі бүгінгі таңда барлық «NURBS» ауыр жұмыстарын өз мойнына алған.

Маған қызмет етіңізі

Көгілдір экранда шынайылық көрінісін білдіре отырып, толқынды сызықтар қолданылған жағдайда, заманауи АЖЖ жүйелері таңбалауға, кесуге және қуыс қаңқалардың суретін салу қажеттігінсіз үш өлшемді кеңістіктерде қатты кескіндерді салуға мүмкіндік беретін «Play-Doh» машиналарына көбірек ұқсас. Бұл «қатты денелі модельдеу» деп аталады және бұл қарындаштарға арналған электрлі ұштағыштардың заманынан бергі өндірістік қоғамдастықта болуы мүмкін ең жақсы нәрсе болып табылады.

Қатты денелі модельдер қаңқалыға қарағанда бөлшектер мен құрама бұйымдардың барынша шынайы кейпінің берілуін қамтамасыз етеді. Оларды көлем мен салмақты анықтау үшін пайдалануға болады. Қатты бөлшектерді қынамалылық пен соқтығысуға, сондай-ақ құрылыс шығырларының үлгісін құрастыруға оңай тексеруге болады. Ең маңызды қатты денелі модельдер «параметрлік» болып келеді, ол қаңқа жағдайындағыдай бұрынғы кезеңдерді қайталау қажеттілігінсіз бөлшектердің көлемі мен элементтерін бір дегеннен баптауды жеңілдетеді. Көпшілік мойындағандай, қатты модельдер сымды аналогтарына қарағанда аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуге көбірек талап қояды, алайда бұл бұлттық есептеулері мен арзан, бірақ қуатты станциялардың арқасында аса үлкен қиындық болмайды.

КАЖЖ / ӨАБЖ ЖӘНЕ ВИДЕООЙЫНДАР

Адамдар маңызды да пайдалы жұмысты оларға жүктемес бұрын компьютерлерді ойлап тапқанына көп уақыт өте қойған жоқ. Мысалы, Кембридж университетінің профессоры Александ Дуглас бірінші «айқаршықтар-нөлдіктер» компьютерлік ойынын 1952 жылы ойлап тапқан. Арада он жыл салып Гарвард университетінің қызметкері Стив Расселменнің немересінің ойындар білім алудан да маңыздырақ деген теориясын дәлелдей отырып, «Spaceman» ойынын жеткізу үшін құны 120 000 доллар тұратын (бүгінгі доллармен есептегенде шамамен 1 миллион доллар тұратын) «MIT PDP-1» шағын компьютерін пайдаланған.

Осы таң қалдыратын оқиғалардың аралығында бағдарламалық жасақтама тарихында Корея соғысының ардагері доктор Парик Ханратти білдектерді бағдарламалауға арналған әлемдегі алғашқы бағдарламалық жасақтама «General Electric»-те жұмыс істей отырып, «PRONTO»-ны (Сандық құралдармен жасалатын операцияларға арналған бағдарлама) жасаған. Дегенмен МТИ (Массачусет технологиялық институты) докторанты Иван Сазерленд «PRONTO»-ны толықтыратын «Sketchpad» деген атауымен алғашқы АЖЖ жүйесін ойлап тапқанға дейін тағы бірнеше жыл қажет болды. Осы екі бағдарламалық технологияның біреуге айналуына ондаған жылдар қажет болғанымен, екі бағдарлама да болашақ АЖЖ және ӨБАЖ әзірлемелері үшін негіз болды.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Егер сізге «бұлт» төбемізде ұшып жүрген кокер-спаниель мен Чарли Чаплиннің сұлбасына ұқсайтын ұлпа пішіндер болып көрінсе, тағы да ойланып көріңіз. Бұлттық есептеулер «орналастырылған қызметті Ғаламтор арқылы жеткізу» деп айтудың күрделі тәсілі болып табылады, ал бұлт осындай қызметтерді көрсету үшін пайдаланылатын барлық серверлер мен мәліметтерді өңдеудің жиынтығы болып табылады. Қорқып кеттіңіз бе? Қорқудың қажеті жоқ. Егер сіз Джорджина тәтеңіздің 78 жасын тойлағандағы фотосуреттерін туыстарыңызбен «Google Photos»-та бөліскен болсаңыз, онда сіз бұлтты пайдаландыңыз. Ағынды музыка? Netflix? Ия, осының бәрі – бұлттық серверлер. Егер көбірек білгіңіз келсе, бұлттар туралы бөлімді 15-тараудан оқыңыз.

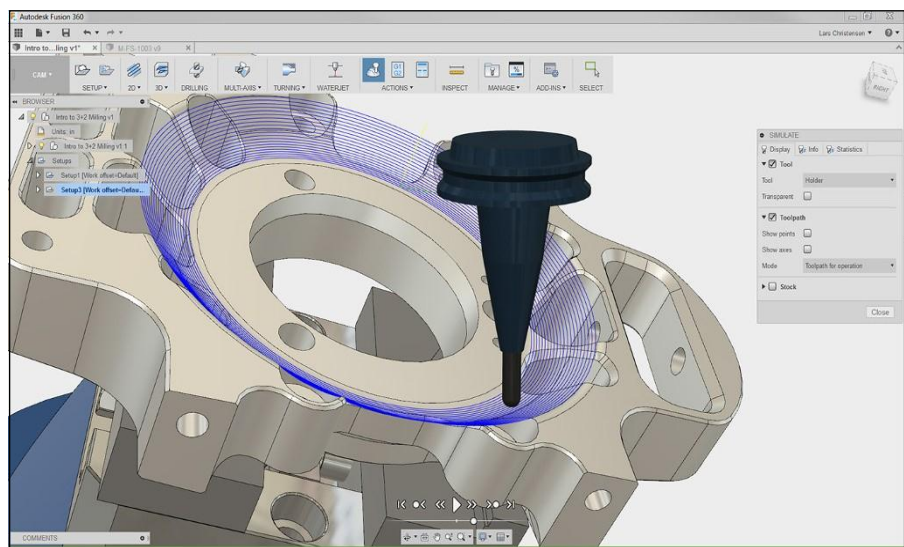
АӨБЖ-леу

Елестетіп көріңізші, бұрын адамдар телетайпта немесе білдек басқару пультінде тұрып, сандар мен белгілерді тере отырып, білдектерді қолмен бағдарламалайтын. Бұл әлі мүмкін болғанына қарамастан (телетайпты таба алған жағдайда, сіз eВау-де тексеріп көргіңіз келетін болар) бүгінгі таңда көптеген бағдарламалар автоматтандырылған өндірісті басқару жүйесі немесе АӨБЖ көмегімен түрлендіріледі.

АӨЖБ жүйелері қаңқалық немесе қатты модельді (АӨЖБ жүйесінің айнымас бөлігі болып табылатын) АЖЖ-нен алады және СББ білдегінің технолог-бағдарламашысына бөлшектің моделіне кесетін құралдарды виртуалды қолдануға мүмкіндік туғызады (9-2-суретті қараңыз). Осы құралдар өз алдына металды жазу барысында кесу үдерісіне визуализация жасау мүмкіндігін жеңілдететіндей болып, алдын ала модельденген. Осы әңгіме барысында және фондық режимде көрсету барысында машина оқитын G-кодқа немесе «артынан өңдеу» ретінде белгілі СББ үдерісінің көмегімен бағдарламалаудың ұқсас тілінде түрленетін құрал қозғалысының траекториясы қалыптасады.

Тоқтай тұрыңыз, G-код деген не? Ол туралы Сіз 11-тараудан білетін боласыз, алайда қысқаша айтқанда, G-код көптеген білдектердің не істеу қажеттігін айтатын тіл болып табылады. Әрине, кейбір СББ білдектері мүлдем басқа тілде сөйлейді (олардың бірі 1981 жылы «MAZATROL» басқару жүйесін ойлап тапқан «Mazak» компаниясы болып табылады (бірақ «EIA/ ISO» (Электронды өндіріс ассоциациясы/Стандарттау бойынша халықаралық ұйым) бағдарламалау тілі СББ білдектеріне арналған ағылшын тілінің баламасы болып табылады, ол мінсіз немесе үнемі жеңіл түсінікті емес, бірақ көбі сол тілде сөйлейді.

9-2-сурет: «Autodesk's Fusion 360» «SaaS» өніміне жазылым негізінде әмбебап «CAD / CAM / CAE» мысалдарының бірі болып табылады



АЖЖ жаңа автоматтандырылған жүйесін алу кезінде заманауи бөлшектерде дұрыс жұмыс істейтінін ғана таңдау емес, сондай-ақ сіз бес жылдан кейін өңдейтін бөлшектерде де жұмыс істей алатынын таңдау маңызды болып табылады. Екі координатты жону білдегін бағдарламалау қосалқы сүмбіге арналған G-кодын, беткі қабатты бес координатты өңдеудің күрделілігін былай қойғанда, көп тапсырмалы режимнің жетекші құралынан Y біліктерін жасауға қарағанда анағұрлым жеңілрек болып келеді. Ең бастысы, сіздің АЖЖ жүйеңіздің кез келген бөлшектермен және білдектермен жұмыс істей алатындығына көз жеткізу болып табылады.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Тіл мен бағдарламаланатын білдектерге қарамастан суағындыдан және лазерлік кесетін құралдардан бастап, жону немесе тоғыз білікті фрезер білдектерінің барлығын бағдарламалауға қабілетті ондаған коммерциялық АЖЖ жүйелері бар. Олардың көпшілігі

айтарлықтай тиімді және қолданыста қарапайым (сіз тиісті өзірліктен өткен соң), ал сіз өз білдегіңізге постпроцессор сатып алған жағдайда (немесе өзіңіздікін жасағанда) барлығы да жақсы болады.

«SaaS» алыңыз

Міне, тағы бір қысқарту. Ол «SaaS» деп аталады және «бағдарламалық жасақтама қызмет көрсету ретінде» дегенді білдіреді. Ол электр құралдарын сатып алудың орнына жалға беру бойынша дүкеннің баламасы болып табылады. «Бұл туралы ұмыт» деп айтудан бұрын маған өзімнің жеке жабдығымды (және бағдарламалық жасақтаманы) сатып алып әрі оған қызмет көрсетуді қалаған болар едім, одан да мынау туралы ойланып көріңіз: «SaaS» бұдан былай IT маманына қателерді жөндеу үшін немесе бағдарламалық жасақтаманы жаңарту үшін төлеу қажет болмайтынын білдіреді. «SaaS» сіздің кәсіпорныңызда барлық дерлік (немесе көп бөлігі) есептеулер IT мамандары басқаратын қашықтықтан сервистік орталықта орындалатындықтан, арзанырақ компьютерлерді пайдалануға болатынын білдіреді. Бағдарламалық жасақтама үнемі ағымдағы нұсқасында болады, вирус немесе зиянды БЖ қаупі жоқ (қандай жағдай болса да, «SaaS» хост-компьютерлерінде), ал иелену құны көбіне жергілікті бағдарламалық жасақтамаға қарағанда айтарлықтай төмен. Ең бастысы, өндірісті ұйымдастырудың және бүгінгі бизнестің бағдарламалық құралдар жүйесінің көпшілігі SaaS моделін қолдайды (ал кейбіреуі тек «SaaS»-ты ұсынады). Бар болғаны жазылымды сатып алыңыз да жұмысқа кірісіңіз. Электрлік құралдар да тура осындай жеңіл болса ғой.

Шынайылықты модельдеу

Құрал қозғалысының траекториясын модельдеу АЖЖ операторының жақын досы болып табылады (9-3-суретті қараңыз). Мұнсыз СББ білдегін бағдарламалау автокөлікті күннен қорғайтын пердесін түсіріп қойып айдағанмен бірдей (немесе солтүстік аймақ тұрғындарының алдыңғы терезенің қарын тазаламастан айдағанымен бірдей).

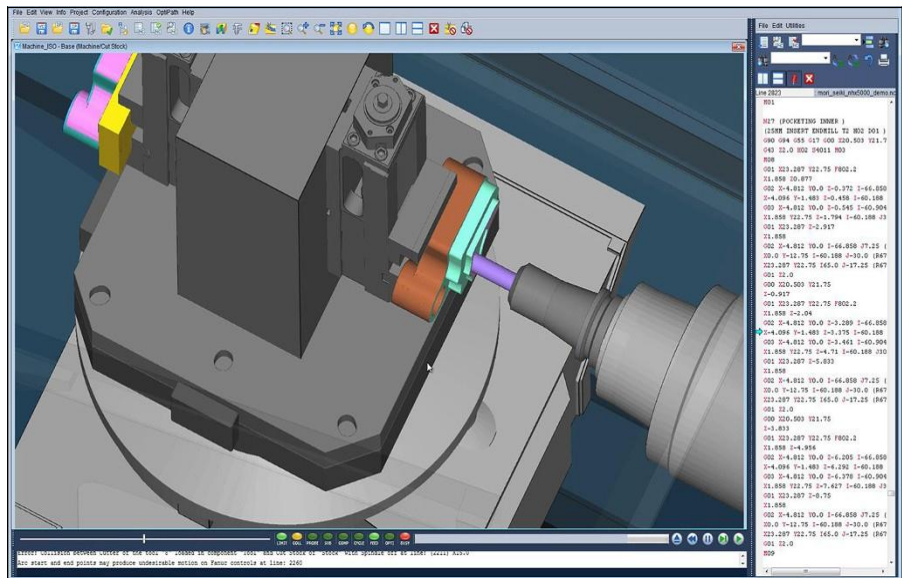
Құрал қозғалысының траекториясын модельдеуге арналған бірнеше бағдарламалар бар. Олар құрал қозғалысының траекториясын тексеріп қана қоймай, білдектің нақты G-кодын пайдалана отырып, білдектің эргономикалық ортасын тіпті сомындарға, бұрандаларға және бұрамаларға дейін модельдейді. Құрал ұстағыштардың, кесетін құралдардың, дайындаманың және машина бөлшектерінің арасындағы әлеуетті өзара кері әсер (іріліу үшін жақсы сөз) бағдарламалаушыға апат орын алғанға дейін бағдарламаны өзгертуге мүмкіндік бере отырып, айқын көрінеді. Кейбір құрал қозғалысының траекториясын тексеретін құралдар қажет емес қозғалысты болдырмай және мүмкін болған тұста траекторияларды жыламдатып, басқару бағдарламасының өзін оңтайландыруға мүмкіндік береді, ал осы орайда басқалары бөлшектің «болжамды» моделі мен «өңделген» виртуалды бөлшектің арасындағы айырмашылықты көздейді. Бұл жоңқаны және дайындаманың қалдығын, сондай-ақ, АЖЖ жасаудағы қателіктерді анықтауға мүмкіндік береді.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

АЖЖ жүйелерінің көпшілігі құрал қозғалысы траекториясының кейбір деңгейін модельдеуге мүмкіндік береді, себебі олар кесетін құралдың виртуалды дайындамамен өзара әрекетін көруге мүмкіндік туғызады, бірақ олар әдеттегідей білдектің түрлі бөліктерін назардан тыс қалдырады және сүмбі мен білдектің біліктерін іске қосу үшін пайдаланылатын нақты G-код басқаруын оқымайды. Күрделі пішіндегі бөлшектер мен қателерге жол берілмейтін жағдайларда бұл Сіз сатып алуды жоспарлаған, ұсталынған автокөлікті автосалонға сеніп тапсырғанмен бірдей.

9-3-сурет: Құрал қозғалысының траекториясына имитация жасау кедергілердің болуын тексереді, білдек сынуының алдын алады және «Toolpath» секілді бағдарламалаушылар мен операторларға қолайлы жағдай туғыза



Мағыналы сұхбаттар

АЖЖ және АӨЖБ жүйелерін талқылауды аяқтамас бұрын бұл әлемде олар болмағанда не болатынын елестетіп көрейікші. Атынан көрініп тұрғандай, «*басқарудың диалогтық элементтері*» оператордың бөлшектер туралы бірқатар сұрақтарына, алдымен, оның пішінін сипаттап, содан соң басқару элементіне оның қалай өңделу керектігін мәлімдей отырып жауап береді. АӨЖБ жүйесіндегідей, басқару элементі сандарды есептеу мен құрал қозғалысының траекториясын анықтай отырып, фондық режимдегі жұмыспен айналысады. Білдек жүйесіне немесе басқару элементін құрушыларға байланысты нәтижесінде алынған бағдарлама редакцияланатын G-код түрінде жеткізіледі немесе диалогтық режимде орындалған кез келген қажетті бағдарламалық баптаулар арқылы өздігінен сақталып қалуы мүмкін.

Диалог режимінде басқару жаңалық емес. Массачусетс технологиялық институтының кейбір профессорлары видеоойындарды жасаумен айналысып жатқан кезде басқалар білдектерді бағдарламалауды жеңілдететін бағдарламалық жасақтамаларды жасаумен айналысқан. Олардың бірі – 1956 жылы «АРТ» (Автоматты түрде бағдарламаланатын құрал) бағдарламалау тілін ойлап тапқан Дуглас Росс. Бүгінгі таңда «АРТ»-тың анағұрлым тиімді шөберелері бұрынғысынша қолданылып келеді, әрбір білдекші-оператор өзінің жұмысын тікелей білдекті басқару қондырғысында бағдарламалайтын цехтарда танымалдыққа ие.

Диалогтық бағдарламалауды қолдайтын және қарсы болатын дәлелдер келтіруге болады. Оның жақтастары диалогтық бағдарламалаумен (осындай жүйелердің іркілуге қарсы тұра алмайтынына қарамастан), сондай-ақ Ғаламторға қосылған компьютерлермен, бағдарламалық жасақтамаға жазылумен және ААЖ мен АӨЖБ жүйелерімен бірге жүретін ІТ ұсынатын басқа да айла-шарғылармен постпроцессорлардың немесе құрал қозғалысының траекториясына симуляция жасау қажеттігі болмайтынын алға тартады. Егер сіз өміріңізде ешқашан G-код зерттеуді қаламасаңыз, онда диалогтық бағдарламалау дәл сізге арналған.

Екінші жағынан, диалогтық режимде бағдарламалау, бәлкім, жоғары сапалы ААЖ жүйелеріне қарағанда соншалықты мықты емес шығар. Содықтан күрделі пішіндегі бөлшектерді диалогтық режимде өңдеу қиынға соғады, ал кейбір жағдайларда ол тіпті мүмкін де емес. Мұнымен қоса таза диалогтық цехта кез келген оператор өз білдегін бағдарламалауға үйренуі тиіс болатын шығар (немесе оны басқа біреу жасап жатқан кезде ары тұруы тиіс болатын шығар). Басқа жағынан алғанда, жақсы АЖЖ жүйесімен және тәжірибелі бағдарламашымен бірге жалғыз адамның өзі цехтағы барлық машиналарды бағдарламалай алады.

Көптеген цехтар диалогтық және ААЖ дербес компьютерлік бағдарламалаудың қосындысынан тұратын ортасын ұстанады. Шұғыл тапсырмалар мен прототиптерге

тапсырыстарды диалогтық бағдарламалау мүмкіндігі бар жерге оңай жасалуы мүмкін. Диалог жүктемесі шамадан тыс бағдарламалау бөліміне деген сұранысты жеңілдетеді. Ал көптеген басқарудың диалогтық элементтері құбылмалы талаптарға сәйкес икемділікті қамтамасыз ете отырып, G-кодты немесе ААЖ туындатқан бағдарламаларды оқи алады.

Көптеген цехтар диалогтық және ААЖ дербес компьютерлік бағдарламалаудың қосындысынан тұратын ортасын ұстанады. Шұғыл тапсырмалар мен прототиптерге тапсырыстарды диалогтық бағдарламалау мүмкіндігі бар жерге оңай жасалуы мүмкін. Диалог жүктемесі шамадан тыс бағдарламалау бөліміне деген сұранысты жеңілдетеді. Ал, көптеген басқарудың диалогтық элементтері құбылмалы талаптарға сәйкес икемділікті қамтамасыз ете отырып, G-кодты немесе ААЖ туындатқан бағдарламаларды оқи алады.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Бүгінгі таңда бірқатар білдек соғушылар өздерінің басқару қондырғыларында кірікпелі бағдарламалаудың функционалдық жүйелерін толығымен ұсыну мақсатында ААЖ провайдерлерімен серіктестік орнатты. Бұл диалогтық бағдарламалаудың қабылданатын шектеулеріне қатысты кез келген дау-дамайды, сондай-ақ ААЖ арнайы қалыптастырылған дербес ортасымен бірге жүретін ақпараттық технологиялардың инфрақұрылымына қатысты кейбір шағымдарды болдырмай, екі жаққа да тиімді шешімді қамтамасыз етеді.

Файлдық форматтарды зерделеу

Соңғы екі жүз жылдықта білдек соғушылар секілді құрал өндірушілер де өздерінің кесетін құралдарының конустарын, сүмбілердің артқы ілмектерін, құрал қысқыш механизмдерді және айналғыш қалпақшаның құрылымын жасап, ілгері жылжытты, бағдарламалы жасақтаманы жасаушы компаниялар солар арқылы өнімдері өзара әрекет ететін өз файлдарының форматтарын жасап шығарды. Мен АЖЖ мен АӨЖБ адамдарын кінәламаймын, себебі бағдарламалық жасақтама өндірісі саласындағылардың барлығы солай жасайды. «Microsoft»-та .xls, .doc және .bat форматтары бар; «Mac»-та .dmg және .pkg бар; ал «Adobe»-та .pdf. файлдары бар. Алайда бағдарламалық жасақтама жасаушылар осы алған бетінен қайтпаса, бізге жаңа әліппе қажет болады.

Төменде сізге кезігуі ықтимал кеңінен таралған файлдар кеңейткіштері берілген. Тағы басқалары да жеткілікті. Олардың кейбірі жеткізушіге байланысты емес, ол жержаңғақ майы және желесі бар бутербродқа тапсырыс беру секілді барлығы да оны қалай жасайтынын біледі. Жекеменшікті форматтарға келер болсақ, олар «Whoppers» пен «Big Mac»-қа ұқсас, алдымен, жөні түзу тез тамақтану мейрамханасына бару керек:

» **.dwg:** «DraWinG» қысқартылған түрі болып табылады. Dwg алғаш рет 1982 жылы жасап шығарылған «AutoCAD»-қа арналған жеке файл форматы болып табылады. Оның «.dwg» меншігі болғанына қарамастан, ол екі өлшемді және үш өлшемді форматтардың ішінде ең көп пайдаланылатыны және ӨҚАЖ басқа жүйелерінің бірқатары үшін «жақын» болып табылады. Егер көбірек білгіңіз келсе, «Autodesk» веб-сайтына кіріңіз.

» **.dxf:** бұл – ӨҚАЖ жүйелер мен басқа да бағдарламалық пакеттер арасында өзара әрекетті қамтамасыз етуге арналған «Autodesk» жасаған суреттермен алмасу форматы. Сол кезден бері ол екі өлшемді мәліметтер алмасу үшін де-факто стандартына айлады. Өзіңіздің ең жаңа бағдарламалық жасақтама дизанында «.dxf» пайдаланғыңыз келеді ме? «Autodesk»-тен дайындаманың стандартын тегін жүктеп алыңыз.

» **.iges** немесе **.igs:** кескінмен алмасудың бастапқы спецификациясының қысқартылған түрі болып табылатын «.igs»-ті «ICAM» (автоматтандырылған кіріктіру жүйесі) жобасында пайдалану үшін АҚШ-тың Әуе қарулы күштері жасаған. «.dwg» және «.dxf»-терді бірнеше жылға басып озып, «.igs» бейтарап стандарт болып табылады және үш өлшемді негізгі мәліметтерді қолдайды, бірақ ол 1996 жылдан бері жаңартылмаған. Мен барлығының атынан айта алмаймын, алайда «.igs»-тер ӨҚАЖ қауымдастығының аясындағы көптеген пайдаланушылар арасында ескірген болып есептеледі.

» **.prt:** .prt «PTC» компаниясының өнімдерін жасауға арналған бағдарламалық жасақтама пакеті «Pro/ ENGINEER» үшін жеке файлдар форматы болып табылады. Бүкіл салада «Pro/ E» ретінде танымал оның атауы жақын арада «Creo» компаниясы құралдар жиынтығының бір бөлігі ретінде «Creo Parametric» деп өзгертілді.

» **.sldprt:** ӨҚАЖ заманауи форматтарының көпшілігі секілді «.sldprt» үш өлшемді денелердің модельдерін сипаттайды, бірақ осы жағдайда бұл модельдер «Solidworks»-те құрылған. 1995 жылдан бастап бір аттас компания өзінің ӨҚАЖ жобалары үшін «.sldprt» форматын қолдана бастады. Содан бері «Solidworks»-ті басқа бағдарламалық жасақтама жасайтын компания «Dassault Systèmes» сатып алды, алайда файлдың форматы бұрынғысынша танымал күйінде қалып отыр.

» **.step:** коммерциялық тұрғыдан бейтарап, Халықаралық стандарттау бойынша ұйым (ISO) қолдайтын «.step» форматы үш өлшемді модельдермен және ААЖ жүйелерінің арасында құрастырулармен алмасу үшін кеңінен қолданылады. Ол «.iges»-тер қанша уақыттан бері бар болса, сонша уақыттан бері қызмет етеді, сондықтан да ол барынша пісіп-жетілген және «.iges» үшін арманға айналғанды да қолдай алады. О, «STEP» нені білдіреді? Бұл өнім моделінің мәліметтерімен алмасуға арналған стандарты болып табылады. Енді мұны білетін боласыз.

» **.stl:** «.stl» алғашқы үш өлшемді коммерциялық принтерлер шыққаннан бастап-ақ желіде пайдалануға енді. Шын мәнінде, осы файлдар форматын өзінің жаңа өнертабысы – стереолитография қондырғысын бағдарламалау құралы ретінде Чарльз Халл жасаған. «.stl» кеңейтуі – тесселяция стандарттау тілінің қысқартылған түрі (көбі ойлайтындай стереолитография емес).

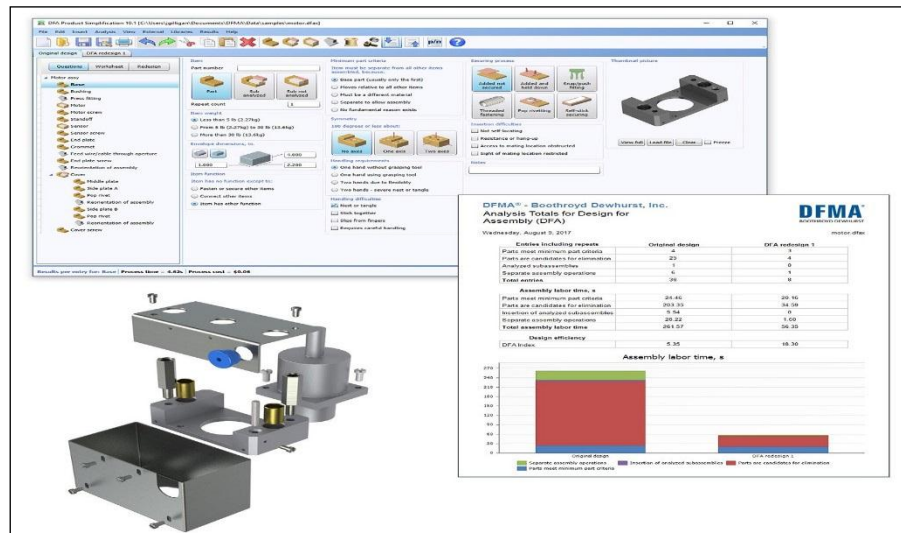
Өндіріске жарамды

Білдекші-операторларға әдеттегідей бұйымды құрастыруға азырақ үлес қосу ұсынылады, алайда нашар құрастырылған бөлшекті көрген кезде олардың жүрегі ауырады. Инженерлердің көңіліне келмесін, бірақ кез келген ардагер білдекші жылдар бойы жасауына тура келген мүмкін емес дерлік бөлшектер, көбіне бірнеше қарапайым баптаманың көмегімен жақсартуға болатын құрылымдар туралы кітап жаза алады.

«DFM» және «DFMA»

Жаппай өндіріс үшін жарамдылықты ескере отырып жобалау немесе «DFM» тең дәрежеде инженерлік тәжірибенің ең үздік тұжырымдамасы әрі бағдарламалық құралы болып табылады (9-4-суретті қараңыз). Біріншісіне келер болсақ, бөлшектерді әзірлеудің құнын төмендету үшін аздап дұрыс мағына мен іс жүзіндегі тәжірибенің маңызы зор екендігі түсінікті.

9-4-сурет: Егер сіздің цехыңыз жобалаумен және өнімді жинаумен айналысатын болса, онда «DFMA» бағдарламалық жасақтамасы өндірістік шығынды азайтуға және жинау үдерісін жеңілдетуге көмектеседі



«Boothroyd Dewhurst, Inc.» рұқсатымен

Осы білімге қоса (ал кейде оның орнына) инженерлер мен дизайнерлерге бөлшектердің құрылымын талдауға және төртбұрышты саңылаулар, тым қатты шақтамалар, шектен тыс терең саңылаулар мен қабырғалар мен білдекте жүзеге асыруға келмейтін, өндірістік шығынды арттыратын және дайындама уақытын ұлғайтатын басқа функциялар секілді нәрселерді іздеуге арналған «DFM» пакеттерінің жиынтығы жүреді. «DFM»-нің кейбір топтамалары тіпті біріктірілуі қиын тым күрделі құарстыру мен бөлшектерді «құрастыру» (үш әріптен тұратын қысқартуды мұқият «DFMA»-ға өзгерте отырып) құнының драйверлерін талдайды әрі бөлшектердің санын азайтуға болатын тұстарды анықтайды.

«FEA»

Аяққы элемент әдісімен (FEA) талдауға арналған бағдарламалық жасақтама өнімнің тіршілік кезеңін басқаруға (PLM) арналған шешімнің тек бір бөлігі ғана болып табылады. Сіздің барбекю гриліне арналған қалыбыңыздың қандай бөлігі түсіп қалатынын түсіну қажет пе? Сіздің тобыңыз жұмыс істеп жатқан жаңа жолаушылар ұшағының шассии ше? Қалай болғанда да «FEA» әлеуетті өнімділік пен шығарылатын өнімнің сенімділігі туралы құнды ақпарат береді.

Материалдардың қасиеті, кернеу нүктесі, құрылымдық жүктеме және кезеңділік, температура, ылғалдылық пен қысым – «FEA» осы айналмалыларды және тағы басқа көптеген нәрселерді модельдеу мен дизайнерлерге өз өнімдерін олар цехқа түскенге дейін жақсарту мүмкіндігін ұсынады. Нәтижесінде бөлшектерді әзірлеудің мықты, қауіпсіз және көптеген жағдайларда анағұрлым үнемді тәсілі алынады.

Өндірісті басқару

Бизнес иеленушілердің ең есте қалатын инвестициясы олардың ағымдағы жүйелерін ұнататынына немесе ұнатпайтынына қарамастан кәсіпорын қорларын жоспарлауға арналған бағдарламалық жасақтама болып табылады. Барлық бухгалтерлік есепке алу пакеттерінің анасы «ERP» кітаптарға қарағанда көбірек басқарады. Қорларды басқару, сатып алулар, өндірісті жоспарлау, сату мен маркетинг, жеткізу мен алу – «ERP» үнемі барлығының бел ортасында жүреді.

Көптеген компаниялар «ERP» цехты басқару үшін «айтарлықтай жақсы» деп есептейді. Кімде кім болмасын солай істеуге міндетті, жұмысқа келу және кету уақытын белгілеп жүретінге дейін шикізат қолдан беріледі, дайын дайындамалар ТМҚ-ға (тауар-материалдық қорлар) түседі және өндіріс кестесі сақталады, ал бұл кез келген жүйедегі болжамды нәрсе, солай емес пе?

Бәлкім, олай емес те шығар. Осылардың барлығы – кез келген «ERP» жүйесінің қажетті шаралары, олар болмаса «нені енгізгеніңізге қарай дәл сондай нәтиже аласың» деген есептеу ережесі компанияға корпоративтік залалын келтіруі ықтимал. Алайда ең жақсы жолға қойылған «ERP» жүйесінің өзінде бағдарламалық жасақтаманың қосымша функционалдығынсыз пайдалануға болмайтын цехтарды басқаруды үздіксіз жақсартудың шексіз мүмкіндіктері бар.

«MES»

Кейбір «ERP» жеткізушілері өз өнімінің өндірістік үдерісін басқару модулін өндірістік атқару жүйесі ретінде жарнамалайды, алайда бұл шындықтың тек жартысы ғана. Өндірістік үдерістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесі (MES) цехтың алдында тұрған мәселенің басты да соңғы шешімі болып табылады. Ол цехтардағы әрекеттерді үнемі қадағалап отырады, жұмыс құжаттамасын ұсынады, қорлар мен материалдарды және көптеген басқаларды жоспарлауға көмектеседі. Кейбір «MES» іркілу уақытын қадағалау мақсатында «OEE» (упс, тағы бір қысқарту) жабдықтарының жалпы тиімділігін жақсартуға көмектесе отырып, тіпті жабдықты бақылаушыға тікелей қосылады.

Мысалы, сіз шынайы режим уақытында қазіргі кезде әрбір машинаның не істеп жатқанын көргіңіз келді делік. Сүмбі айналып тұр ма? Соңғы рет профилактикалық қызмет көрсету қашан жүргізілді, ал келесісі қашан жүргізілмек? Бүгін таңғы 3:47-де болған өндіріс тоқтауының себебі не? Машинада қай қызметкер жұмыс істеп жатыр және қандай жұмыс орындалып жатыр? Бұл MES ұсынатын өндірістің кейбір тұстары ғана.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Желі айқын емес, бірақ сіз өндірісті басқару жүйесі «MES» туралы өндірістік операцияларды басқарудың қысқартылған түрі «MOM»-ның кішірейтілген нұсқасы деп ойлауыңыз мүмкін. Әлемдегі нағыз аналар секілді «MOM» да талаптарға сәйкес келуге және қадағалауға ерекше көңіл бөле отырып, өңдеудің толық үдерісін бақылайды. Өндірісті басқару жүйесі «MES» кем дегенде «SCADA» (мәліметтерді бақылау және жинау жүйесі) жүйелерімен де байланысты. Ірі өндірістік компанияларда, химиялық зауыттарда, электр станцияларында және сыни үдерістерге мониторинг жасалуы тиіс барлық тұстарда «SCADA» «ағамыз істегеніміздің бәрін қадағалап отыр дегеннің» мінсіз өндірісті басқару жүйесі болып табылады

«TMS»

8-тарауда мен құралдарды басқару жүйесі туралы сұраққа аздап тоқталып кетемін, алайда бұл тақырып тереңірек қарастыруға тұрмайды. «TMS» жүйесі кесетін құрал мен алдын ала баптау қондырғыларының мәліметтерін басқарады (9-5-суретті қараңыз). Ол құралдар мен білдектерді профилактикалық бақылау кестесін ұсынады, сондай-ақ қосалқы бөлшектерді, құралдардың пайдаланылуы мен құралдың тозуға төзімділігін қадағалайды. Осындай жабдықталу жағдайында ол сізге кез келген құралдың қай цехта екенін және қандай жұмысты орындап жатқанын (немесе оны аспаптық қойманың қай бұрышынан тауып алуға болатынын) айта алады. Ең бастысы, «TMS» жүйесі құралдар туралы ақпаратқа қатысты кез келген мәселеде компанияның басқа бағдарламалық жүйелеріне қарағанда басымдықпен шеше алады.

Көптеген құралды алдын ала баптау қондырғылары (сондай-ақ, 8-тарауда) құрал бөлшектерінің нөмірлері мен өлшемдерін қадағалау үшін пайдалануға болатын «TMS» бағдарламалық жасақтамасының қайсыбір түрін береді. Тек одан да жоғарылау деңгейге немесе дербес «TMS»-ке өткен соң ААЖ және «ERP» жүйелеріне бірлесу секілді осындай жоғары өнімділік функциялары мүмкін болады.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Бөлшектерді өлшеудің ақылды тәсілдерін зерттеу
2. Артығы мен кемін есептеу
3. Бұғаттау және тоқтату: өлшеу тақталары мен штифтер
4. Бұранданы калибрлеу
5. Өлшеу машинасын таңдау

10-ТАРАУ. ӨЛШЕМДЕРДІ ОРЫНДАУ

Егер сіз айтқаныңыздың бәрін санмен өлшеу және өрнектеу қабілетіне ие болсаңыз, онда бұл жайында бірдеңе білгеніңіз, алайда оны өлшей алмасаңыз және санмен өрнектей алмасаңыз, онда біліміңіздің таяз және қанағаттанарлықсыз болғаны.

УИЛЬЯМ ТОМПСОН (ЛОРД КЕЛВИН)

1-тарауда мен бөлшектердің өзара алмастырымдылығының маңыздылығы туралы айтып кеткен болатынмын. Онсыз автокөліктегі, жуу машинасындағы, ғарыштық қайықтағы немесе баланың арбасындағы әрбір бөлшек тек осы арнайы құрастыруға арналған бөлшектерге ғана сәйкес келген болар еді. Бағымызға орай асқан дәлдікпен білдектерді жасау, тағы басқа бір-екі ғасыр бұрын жасалған қайсыбір кемеңгер жобалармен қатар оларды қайда, қашан және кім жасағанынан қарамастан, адамзатқа үнемі бір-бірімен сәйкес келетін бөлшектерді беріп, осы төзгісіз жағдайды жойды.

Дегенмен де осы әңгімеге арқау болған білдектің дәлдігі де, мұқияттығы да емес (ол сөзсіз көмектескенімен), керісінше, соның көмегімен осы тұстары өлшенетін әдістері болып табылады. Білдек жүйелері жылжиды, ал кесетін құралдар тозады. Осы айнымалыларды бақылау мүмкіндігінсіз өнімнің дизайны қаншалықты сенімді болғаны немесе оның өндірісі үшін пайдаланылатын механизмнің қаншалықты дәлдігі маңызды болмайды, нысандар бір-біріне сәйкес келмейді.

Заттарды өлшеу туралы ғылым «метрология» деп аталады («metron» деген грек сөзінен алынып, «өлшеу» дегенді білдіреді, сондай-ақ поэтикалық метрдің этимологиясын, ұзындығы 39,3 дюйм болатын метрикалық «метрді» және «Метрон» комикстеріндегі қалауы бойынша уақыт кеңістігінде саяхат жасай алатын персонажды білдіреді). Metroлогияны зерттеушілер сәйкесінше метрологтар деп аталады, бірақ цехтардың көпшілігінде бөлшектердің сапасы үшін жауапты адамдар инспекторлар, сапаны бақылау бойынша мамандар немесе менің бөлшектерімді ақауға шығарған сол бір есер адам ретінде белгілі.

Келесі тарауда талқыланатын СББ білдектеріне арналған компьютерлік сандық басқару бағдарламасы секілді өлшемдік метрология терең және арнайы мамандандырылған тақырып болып табылады. Мұнымен қоса білдектерде өңделген бөлшектерді (кейбіреулері басқаларына қарағанда дәлірек) өлшеуге арналған көптеген түрлі әдістер мен тәсілдердің болуымен қатар жоларналану, калибрлеу, стандарттар, құжаттама және басқа да метрологиялық зерігулер көбіміздің басымызды ауыртпау үшін жеткілікті. Осы тарауда механиктер мен білдек операторларына арналған ең маңызды бөлшектер қарастырылады:

барлық сызудағы осы қызықты таңбалар нені білдіреді және біздің бөлшектерімізді тексеру үшін қандай құралдар пайдаланылуы тиіс.

ШАҒЫН «R&R» ӨЛШЕУІШ ҚҰРАЛЫ

«R&R» өлшеуіш құралдың қайталанғыштығы мен жаңғыртылуын білдіреді. Бұл сіз бөлшектердің бір партиясын тексеру үшін пайдаланатын құралдардың нақты сол талап етілетін бергіш, әдіс немесе үдеріс екенін тексеру болып табылады. Басқаша айтқанда, «R&R» өлшем жүйесінің өзін өлшеу, оның жолдан шығып кетуіне алып келуі мүмкін айнымалыларды айқындау және жою болып табылады. Осы айнымалылар адами айнымалыларды (сіз қасыңыздағы операторға қарағанда микрометрді қаттырақ қысуыңыз мүмкін), аспаптық айнымалыларды (бір іш өлшеуіш екіншісіне қарағанда азырақ дәл), қоршаған ортаның айнымалыларын (бақылаушы отырған орын жазда тым ыстық) және т.б. қамтуы мүмкін. Көптеген басқалары секілді өлшеу құралдарын пайдаланудың қайталануын метрологиялық бағалау «тізбектелген», «қиылысқан», сондай-ақ «еңкіштік», «желілік» секілді метрологтар клубының мүшесі болып табылмайтындардың басын қатыруға арналған құпия терминдерге толы. Жоғарыда айтылғанның әділетсіздігіне қарамастан, «R&R» өлшеуіш құралы кез келген метрологиялық бағдарламаның маңызды бөлігі болып табылады және егер сіз өзіңіздің өлшем жүйеңіз жалпы үдерістен 10 пайыздан кем ауытқу қателігін жіберетінін дәлелдей алмасаңыз, онда кіреберісте жинақы ілініп тұрған сапаны растау сертификаты жыл сайынғы аудиторлық тексеріс кезінде жаңартылмайтын болады.

Әдемі суреттерді саламыз

Метрологтардың пайымдауынша, торнадо кезіндегі ауаның жылдамдығы, мұхиттың көлемі, айға дейінгі қашықтық – міне, осылардың барлығы өлшенуі және ол үшін нақты анықталған әрі қайталанғыш тәсілдер әзірленуі тиіс. Осының бәрі асқан дәлдікпен өңделген бұйымдарды әзірлеуге мүдделі біздер үшін жақсы, алайда оны жасаудан бұрын бізге геометриямен, бөлшектердің алуан түрлі көлемдерімен және осы көлемдердің инженердің жасауға ниеттенгенінен қаншалықты ауытқитынымен танысу қажет.

Ол әдетте үш өлшемді АЖЖ (автоматтандырылған жобалау жүйесі) немесе 9-тарауда талқыланған екі өлшемді сызудың көмегімен жасалады. Олардың екеуі де аяққы өнім үшін жауапты тұлғалар – технологтарға, бағдарламашыларға, білдекші-операторларға және инспекторларға бөлшек, оның көлемдері және ұйғарынды ауытқулар туралы білуі тиістің барлығын ұсынады. Содан соң олар осы талаптарды орындаудың жолдарын өздері іздейді.

Ұйғарынды мәндер дегеніміз жақсы

Анам мен айтқан уақытында үйге келмесем соған төзетін. Менің орта мектепте жаратылыстану пәнінен сабақ берген мұғалімім Шеффилд мырза Майки Мерфи жейдесінің арқасына «Мені ұр» деген тақтайшаны жабыстырып қойғанымда төзімділік танытты (бірнеше рет). Мен бірде іске қосу кезінде тым көп нөлдерді енгізіп қойғандықтан, білдекті сындырып алғанымда менің бастығым шектен тыс төзімділік танытты. Біле білсек, төзімділік ең маңызды рақымды іс екен ғой.

Тура соны бөлшектердің көлемдері туралы да айтуға болады. Шақтамаларсыз көлемдердің мәні болмаған болар еді, біз микрометрдің немесе бергіштің қаншалықты дәл болғанына қарамастан, бөлшектің жөнелту үшін немесе қоқыс жәшігіне тастау үшін дайын болған-болмағанын білмеген болар едік. Дегенмен де бөлшектің геометриясы мен оның түрлі сипаттамаларына, сондай-ақ анықтаумен кімнің айналысатынына байланысты әр түрлі болып келуі мүмкін шақтамаларды түрлі тәсілдермен анықтауға болады. Мысалы, төменде саңылаудың әдеттегі диаметрін анықтаудың бірнеше тәсілі келтірілген:

- » $\emptyset .500 \pm .005$ (ұйғарынды шектің плюс-минусы)
- » $\emptyset .495 - .505$ (ең жоғарғы шек)
- » $\emptyset .495 +.010/-0.000$ (ұйғарынды шектің плюс-минусы)
- » $\emptyset .497 +.008/-0.002$ (ұйғарынды шектің плюс-минусы)
- » $\emptyset 0.500$ (шектің блогы)



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Қызық көрінетін « \emptyset » таңбасы диаметрді білдіреді. Оны кім ойлап тапқаны маған беймәлім және ғаламторда да біз орынсыз нәрселерді басып шығару үшін пайдаланатын заттардың көптеген дәлелі туралы дау өршіп тұр әрі ол, шын, мәнінде гректің «фи» әрпі ме немесе норвегиялық «О» әрпі ме, не математикалық бос жиын таңбасы ма. Шынын айтқанда, бұл мені алаңдата қоймайды және мен пернелердің қандай үйлесімін пайдалану қажеттігін есте сақтауға да бас қатырмаймын, мен оны өзімдегі үнсіз таңбалардың негізгі тізімінен тек көшіріп алып қоя саламын.

Соңғы мысалда білдекші сызудың төменгі оң жақтағы бөлімінен шақтамалар егер басқаша анықталмаған болса, үнсіздік бойынша көрсетілетін шақтамалар блогын іздейді (бөлшектің нөмірінен және бөлшектің сипаттамасынан тұратын өрістің сол жағында болады). Блоктың шегі $\pm .005$ деп жобаласақ (блоктың ең көп таралған шегі), осы жағдайдың әрқайсысындағы жалпы шақтама 0,010 құрайды, ол екі шаштың қосқандағы еніндей болады. Ол соншалықты көп емес, алайда заманауи СББ білдектерімен таныс кез келген адам оның бөшкедегі алтын балықты атқанмен бірдей екенін біледі (ол, шын мәнінде, жеңілірек).

Бұл бөлшектердің көлеміне шақтамаларды қолданудың ең қарапайым, бірақ кеңінен таралған тәсілі болып табылады. Оны саңылаудың диаметрін анықтау үшін, осы мысалдағыдай, саңылаудан саңылауға дейінгі қашықтықты немесе бөлшектің шеткі жиегіне дейінгі саңылаудың білік сызығын анықтау үшін пайдалануға болады. Бөлшектің ұзындығы, ені мен қалыңдығы жіктің және қалташықтың ені, шетмойынның, жырашықтардың, кесілген жұмыр дайындамалардың, жалпы үш өлшемді кеңістікке байланатын (олардың барлығы да қайсыбір дәрежеде осындай болып табылады) бөлшектің кез келген элементінің ұзындығы мен диаметрі осылай өлшенуі ықтимал.

«GD&T»-ға кіру

Бөлшек өлшемдерін сақтау талаптарын сипаттаудың анағұрлым дәл және көпшілік мойындаған тәсілі Америкалық инженер-механиктер қоғамы (ASME) Y14.5-2009 стандартымен анықталған геометриялық өлшемдер мен шақтамаларды (GD & T) белгілеу болып табылады. Басқа да көптеген стандарттар секілді бұл стандарт оқу үшін тым ұзақ және іш пыстырарлық (бұған қоса ол 200 бакс тұрады), алайда егер сіздің цехыңыз жақсы бөлшектер жасауды жоспарлап отырса, онда сізге оның көшірмесіне тапсырыс беруге тура келеді.

Егер осы кітап «*Жаңадан бастаушыларға арналған метрология*» деп аталған болса (ол «ASME Y14.5-2009» қарағанда анағұрлым жеңілірек оқылған болар еді), онда мен «Геометриялық өлшемдер мен шақтамаларды белгілеу» (GD & T) секілді төмендегі келтірілген маңғаз анықтауыштарды талдауға көп уақыт жұмсаған болар едім.

- » Бастапқы сипаттамалар мен мақсаттар
- » Негізгі өлшемдер
- » MMC (материал максимумының шегі)
- » LMC (материал минимумының шегі)
- » RFS (элемент өлшеміне қатыссыз)
- » Еркін жағдай

. . . және тағы басқа ондаған ақылға қонбайтын сөздер. Ал қазір сізге төмендегі кестемен шектелуге тура келеді (10-1-суретті қараңыз). Мұнда «GD&T» ең кеңінен таралған сипаттамалары суреттеледі («ұйғарынды шақтама» үшін күрделі термин) әрі ол инспекция бөлмесінің қабырғасына компания президенті портретінің жанына іліп қоюға тұрарлық. Жоғарыда айтылған сипаттамалар мен модификаторлармен қатар сіздің басыңызды қасып, осы нәрселердің барлығы туралы оқыту курсың қайдан тапсам болады деп ойға шомуыңыз үшін осы да жеткілікті.

Алайда ұнжырғаңыз түспесін. Сізде кітаптан кестені қиып алу мүмкіндігі пайда бола салысымен оны қабырғаға іліп қойып, бірнеше минут бойы оның жұмбақ иероглифтік таңбаларын қызықтап тұруыңызға болады. Мен мұнда анағұрлым көбірек пайдаланылатын (GD & T) таңбаларына қарап, олардың нені білдіретінін талқылаймын.

Төзімділік түрі	Сипаттамасы	Таңба
Формасы	Тікелік	
	Ұшақ параллельді	
	Дөңгелек	
	Цилиндрлік	
Профиль	Төзімділік үлгісі	
	Берілген бет нысанының толеранттылығы	
Бағдарлау	Бұру / тегіс	
	Перпендикулярлық	
	Параллелизм	
Орналасуы	Позиция	
	Коаксиалдылық	
	Симметрия	
Соққы	Радиалды соққы	
	Толық ұрып-соғу	

10-1-сурет: «GD&T» таңбалары мен сипаттамалары

Сипаттайтын қасиеттері

Осы таңбалардың барлығы назарыңызды аудартады, бірақ олар нені білдіреді? Біріншіден, олардың бес элементтер түріне топталғандығына назар аударыңыз: пішін, кескін, бағдар, орналасқан жері және ауытқу. Олар әрқайсысы бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін өлшем түрін сипаттайды. Жазықтыққа көңіл бөліңіз – 0,005 сілтемесі аталған беткі қабаттың еш жерде осы шамадан аспауы тиістігін білдіреді. Тура осы жұмырлыққа (кейбіреулер оны дөңгелектік деп те атайды) және цилиндрлілікке де қатысты, осының екеуі де саңылаулар мен біліктерді анықтау үшін кеңінен таралған тәсілдер болып табылады.

Орналасқан жері анықтамалық мәліметтерді қажет ететін тағы бір ерекше сипаты болып табылады. Берілген элемент үшін әрбір бағыттағы +/- шақтамаларды анықтаудың орнына орналасқан жері «Сіз осы аяққы шақтамадан ауытқи аласыз» деп, баланың ұйқыға жататын бұлжымас уақытын белгілеген секілді мәлімдейді. «Қызыққұмар Джордж» туралы әңгімедегідей орнынан тұрмастан су ішу. Осы өсиет «MMC», «LMC» және «RFS» шарттары арқылы жақсартыла алады (олардың нені білдіретінін ұмытып қалған болсаңыз, бір-екі бетке артқа қайтыңыз) және осының бәрі «*кесімді орналасқан жерге*» қол жеткізудің күрделілігіне айтарлықтай ықпал ете алады.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Метрикалық жүйе ғасырлар бойы ғұмыр кешуде. Ол бүкіл әлемде «Халықаралық бірліктер жүйесі» немесе «SI» ретінде танымал әрі ғаламшардағы әрбір мемлекетте дерлік өлшеудің ресми стандарты болып табылады. Олардан ерекшелері – Либерия, Бирма және АҚШ (олар британдық империялық өлшеулер жүйесін пайдаланады). Оның саяси және техникалық та себептері бар, осының еш мағынасыз екендігі туралы айтудың мәні жоқ. Істің мәні өте қарапайым: Сіз білдекші-оператор ретінде метрикалық өлшеу жүйесінен британдық империялық өлшеулер жүйесіне өткен кезде үнемі сақ болуыңыз тиіс. Егер олай болмаса, аса жағымсыз нәрселер орын алуы мүмкін және солай болады да (метриканы түрлендіруде жіберілген қателік үшін Марстың беткі қабатында құны 125 миллион доллар тұратын ғарыш кемесін жарып алған НАСА-дан сұрасаңыз болғаны).

ШОТЛАНДЫҚ «TORPEDO» ЖАСАУШЫ СТЭНЛИ ҮШІН

Осы керемет «GD & T» белгілеріне қарай отырып және олардың қысқаша сипаттамасын оқи отырып, сіз оны заттарға берілген шақтаманы айтарлықтай жаңа тәсілі екен деп ойлап қалуыңыз мүмкін, түптеп келгенде ол заманауи болып көрінеді және заманауи өмірдің басқа да қырлары секілді есіңнен адастырады. Дегенмен «GD & T», шын мәнінде, сіздің әкеңізден де үлкенірек, бәлкім, тіпті атаңыздан да үлкенірек болар. Нақты мәліметтер тапшы болғанымен, өндірістік аңыздың айтуынша, шақтаманы бақылауды («GD & T» түбірі) Шотландиядағы «Royal Torpedo Factory» зауытында жұмыс істеп жүрген кезде инженер Стэнли Паркер алғаш рет ойлап тапқан ол 1938 жыл болатын және артынша жарыққа шығатын «Жаппай өндірістегі инженерлік жұмыстарды жобалау және тексеру бойынша ескертулер» кітабы Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде қару-жарақ өндірісіне айтарлықтай әсер етті және одақтастардың Германияны жеңіуіне көмектескен болуы да ықтимал. Соғыстан кейін оның идеялары «Техникалық сурет салу тәжірибесі» 308 британдық стандарттың бір бөлігі болып табылды, ал сода соң АҚШ, Канада және Еуропаның түрлі стандарттарына енгізілді.

Бұғаттау және қармап алу: қатты калибрлер

Енді өлшемдер мен шақтамалар туралы аздап болса да түсінігіміз болған соң оларды қалай өлшейтіндігі туралы талқылайық. Өзінің мәні бойынша метрология құралдар мен бергіштермен байланысты болып келеді. Тығындық және бұрамалық калибрлер, бұрыш өлшеуіштер, шарлы және өлшеуіш тақтайшалар – міне, осылар бөлшектерді тексеру үшін пайдаланылатын түрлі қатты бергіштердің бірнеше мысалы ғана.

Қатты бергіштердің қозғалмалы бөлшектері жоқ, бірақ ол басқа да бақылау құралдары секілді жүйелі түрде калибрленіп тұруы тиіс. Бұл оларды тозуға тексеретінін және әлі де әзірлеуші шақтамасының аралығында екеніне көз жеткізу үшін өлшейтінін білдіреді, сондай-ақ тексерілген күні, бергіштің нөмірі, сондай-ақ кім тексергені көрсетіліп, стикер желімделінеді. Шкафтың істікше құралдарына толы тартпалы суырмасы секілді, қолайлы болмаған жағдайда, барлық партия жиынтық ретінде калибрленуі, ал нәтижелері динамикалық электронды кестеге немесе арнайы бағдарламаға жазылуы тиіс. Тура осы хит-шерудің алғашқы қатысушысы: өлшеуіш тақтайларға, калибрлік жақтауларға және т.б. да қатысты (10-2-суретті қараңыз). Метрологиялық қызмет көрсетуді жеткізушілер бергіштердің калибрленуін ұсынса, ал бағдарламалық жасақтаманы жасаушылар бергіштерді басқаруға

арналған бағдарламалық жасақтаманы ұсынады. Ақыр аяғында уәжді дәлел – Білдек жабдығы бойынша нұсқаулықтың 30-басылымы «*gage*» сөзін пайдаланады. Сондықтан, өтінемін, осы тақырып төңірегінде бұдан әрі дауласпай-ақ қояйық.

10-2-сурет: Сыртқы микрометрлер, циферблатты индикаторлар, тақталы калибрлер – осының бәрі кез келген цехтан табуға болатын метрологиялық жабдықтың бір бөлігі ғана.



Калибрлермен жүргізілетін тәжірибелер

Өлшеуіш тақтайлары карбидтен, керамикадан немесе шындалған болаттан жасалған ұштары өткірленген және мінсіз параллельдік пен көпшілік мойындаған өлшем үшін ажарланған кесектерді құрайды, олар төртбұрышты немесе тік бұрышты пішінде болады және көбіне топтамада сатылады. Менің аспаптық жәшігім 81 заттан тұратын, 0,05 дюймнан 4,0 дюймға дейінгі өлшем диапазонын қамтитын және басқа білдекшілер оған қызығып қарайтын.

Өлшеуіш тақтайшалар «Webber», «Croblox», «Jo» немесе «Johansson» тақтайшалары ретінде танымал, соңғысы «Өлшемдер шебері» ретінде танымал Карл Эдвард Йогансонның құрметіне аталған. Аңыз бойынша, 1800 жылдардың аяғында шведтік инженер әйелінің тігін машинасын модификациялаған және өзінің ас үйінде оны өз өнертабыстарының прототипін әзірлеу үшін пайдаланған.

Өлшеу тақтайшалары таза және дұрыс жұмыс қалпында болған жағдайда, «бұралу» ретінде белгілі құбылыс арқылы бір-біріне жабысып қалатыны неліктен екенін ешкім нақты білмейді – бар болғаны ұштарын бірге қосыңыз және оларды айналдырыңыз, сонда олар мектеппен қоштасу кешіндегі ғашық жасөспірімдер секілді қаттырақ тақасатын болады.

Бұл үзіліс кезінде достарыңызды таңқалдыру үшін жасаған «арзан» фокус емес, бұралу дәл өлшеуді қамтамасыз ету үшін маңызды қадам болып табылады, себебі өлшеуіш тақтайшалар сізге кездейсоқ өлшеуге тура келген кез келген бөлшектің өлшеміне сәйкес келу үшін әдетте бірінің артынан бірі орналасады. Олар өлшеуіш тақтайшалардың ұстағышына орналастырылған болуы және дөңгелек өлшегішті калибрлеуге арналған құрал ретінде пайдаланылуы мүмкін немесе орынның индикаторын орнатуға арналған пластинаның үстіне орналастырылуы мүмкін. Олар сондай-ақ сыртқы микрометрлер мен іш өлшегіштерді калибрлеу үшін жекелеп пайдаланылуы да мүмкін.



ЕСКЕРТУ

Әркім де өзінің жеке заттары болғанын қалайды, бірақ өздерінің жеке өлшеу тақтайшаларын, калибрлерін және соған ұқсас өлшеу құралдарын иемденетін әрі пайдаланатын білдекші-операторлардың тәжірибесі жақсы идея болып табылмайды. Әрине, әрбір жұмысшының білдегінің жанында базалық метрологиялық жабдық болады: 6 дюймдық сандық штангенциркуль, 3 дюймдық микрометр, бір тесттік индикатор немесе екі магнитті тіреуіш пен

0-6 дюймдық микрометр-ішөлшегіш. СББ білдегін баптау үшін осы да жеткілікті, осыдан соң жауапты тұлға мақұлдаған бөлшек сараптамаға жеткізіледі, содан кейін калибрленген, бақылау үшін жарамды өз өндірісі өнімдерінің өлшеуіш құралдары пайдаланылады

Іш өлшегіштер (штихмассалар)

Өлшеуіш тақтайшалар секілді тығынды калибрлер де өздерінің көпшілік бауырлары сияқты мінсіз дөңгелек пен цилиндрлі нұсқалар күйінде келіп, саңылау диаметрлері мен жіктердің енін тексеру үшін өте қолайлы болады. Қарындаштан анағұрлым кішкентайлары көбіне өлшеуіш ұштағыштар деп аталады, ал көлемі қысқа шұжықтай немесе одан сәл үлкенду болатындары әдетте саптамаға бекітуге арналған «ұшжақты» немесе «конустық» бекіткіш қондырғылармен жабдықталған, ол осыдан кейін батпантас (гантель) секілді көрінеді. Осы үлкен тығынды калибрлер «GO», «NO-GO» деп аталады, олардың әрбір ұшы саңылаудың көрсетілген өлшемінің жоғарғы және төменгі шектеріне сәйкес келеді.

Бұндай «GO», «NO-GO» үлгісі бірнеше дюймнан де кішірек кез келген саңылауды тексерудің қолайлы тәсілі болып табылады (осыған қарағанда анағұрлым үлкенірек және оңай жасауға келмейді). Қарапайым (құрастырылмайтын) тығындар үшін штифті калибрлер, арнайы қызыл және жасыл саптамалар қарастырылған, бағдаршам түсіне тоқтағандай, жоғары шектегішті қызыл ұштыққа, ал төменгіні жасыл ұштыққа желімдесеңіз болғаны.



ЕСКЕРТУ

Қатты бергіштің қандай түрі болмасын, олардың барлығы да түрлі сыныптарға жатады. Жоқ, бұл ұшақтағы бизнес-класпен салыстырғандағы бірінші сынып емес, бергіш әзірленген дәлдік. Тығынды калибрлер, мысалы, «ZZ» сыныбы ретінде (0,0002 дюймға дейінгі дәлдік оларды жалпы мақсаттағы цехтарда пайдалану үшін жарамды етеді), «XX» сыныбы («ZZ» сыныбына қарағанда он есе дәлірек) және солардың арасындағы бірнеше сыныптар ретінде алынуы мүмкін. Өлшеуіш тақтайшалардың өлшемі 0,5; 1, 2 және 3 дюйм болады, ал метрикалық анықтау жүйесінде 00, 0, 1, 2 болады. Әрине, бергіш неғұрлым дәлірек болса, соғұрлым қымбатырақ тұратыны бесенеден белгілі, сол үшін өзіңіз алатын бергіш сыныбын ақылға салып таңдағаныңыз жөн.

ҚАТЕЛІК ДӘЛДІККЕ ҚАРАМА-ҚАРСЫ

Осы тақырып бойынша шатасу көп. Іс жүзінде көптеген халықаралық стандарттау ұйымы (ISO) оны анықтау үшін «ISO 5725-1» арнайы стандарт жасау қажет деп шешкенін түсіну қиын. Бұл неткен бұлыңғыр тақырып? Дәлдік. Немесе дәлірек айтсақ, қателік дәлдікке қарама-қарсы. Көптеген адамдар терминдерді өзара алмастырып қолданады, бірақ бұл дұрыс емес (немесе бейберекет?). Ғаламтор дариясында жүзіп жүрген барлық бадырақ көз кестелерге плагиат жасау тәуекелімен айтар болсақ, дәлдік тұрақтылыққа тең. Егер сіз нашар көздейтін мерген болсаңыз, әлі де болса дәл атқыш мерген бола аласыз, себебі сіз нысанадағы бір орынды бірнеше рет көздейсіз (тіпті атқандарыңыз дәл тимесе де). Екінші жағынан қарағанда, дәлдік нысана нүктесіне түсуді білдіреді, алайда сіз осыны үнемі қайталамайтын болсаңыз, ол түкке де аспайды. Сонымен, қайсысы маңыздырақ? Бөлшектер өндірісіне қатысты сізге асқан дәлдік пен мұқияттылық қажет; онсыз сізде нысаналарды көздеп ату үшін жеткілікті уақыт болады, себебі сіз жақын арада банкроттыққа ұшырайтын боласыз. Сізге ескерту ретінде айтарым, жеке нысана нүктесі қажет болса, гуглдан қарап көріңіз.

Айнала түгел калибрлер

Кез келген метрологиялық супермаркетті аралап шығыңыз, сонда сіз өлшеуіш құралдардың басқа да көптеген түрлерін көретін боласыз. Цилиндрлі өлшегіш сақиналар тығынды калибр үшін инь мен янь болып табылады, ол – сыртқы диаметр бойынша «жарамды-жарамсыздыққа» тез тексеріп шығудың үздік тәсілі. Олардың жеткілікті деңгейдегі

дәлдігін ескере отырып, сақиналы калибрлер ішкі диаметрлердің микрометрлерін, ішөлшегіштерін және ауа манометрлерін (осы тарауда сәл кейінірек талқыланатын өлшеуіш құралдар) анықтауға арналған бақылау өлшеуіш құралдары ретінде де пайдаланылуы мүмкін.

Ішкі де, сыртқы да бұранда өлшеуіштер көптеген бұрандалы кескіштерді тексерудің ең қолайлы (және көбіне жалғыз) тәсілі болып табылады. Басқа қатты манометрлерден өзгешелігі – бұранда өлшегіштер тозудың орнын толтыру үшін біршама ретке келтірілген болуы мүмкін. Калибрлік жақтау әсіресе жылдамдық басыңқылық болып табылатын өндірістік жағдайларда сыртқы диаметрлерді тексеру үшін пайдаланылатын «GO», «NO-GO» басқа түрі болып табылады. С-тәріздес болып келетін олардың екі жағында циферблаттың индикаторына бекітілген қозғалмайтын тіректік өзекшелері болады, бұл жарамдылық/жарамсыздықтың жай бағасын беруге қарағанда дәлірек көріністі ұсынады.

Бұл қатты бергіштердің басым бөлігін құрайды, алайда бұрыш өлшегіштер, қалыңдық өлшегіштер, шарлы бергіштер, конустық тығыны бар бергіштер және, мүмкін, мен есіме түсір алмай отырған басқа да түрлері бар шығар. Олардың қайсысын пайдалансаңыз да, жалпы манометрлердің басты шектеулерін мойындау маңызды: себебі, шын мәнінде, олар ешнәрсені өлшемейді (біз баяғы «GO», «NO-GO»-ге қайта оралып отырмыз), олар бөлшектің сипаттамасы қаншалықты шектік диапазон аралығында екені немесе шектік аралығынан тыс екені туралы шектеулі көрсеткіштерді береді. Бұл үшін өлшеуді түрлі тәсілдермен жүргізу қажет.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Микрометрлер мен олардың қаншалықты тамаша екенін айтудан бұрын білдекші оператордың ең қажетті құралы – нониусы бар штангециркуль туралы айтайық. Кез келген механикалық цехтардың дәліздерін жүріп шығыңыз, сонда сіз оларды сол жерден көресіз, олар бөлшектерді ыждаһаттықпен тексеріп жатады, білдекшінің артқы қалтасынан шығып тұрады, білдекті қалыпқа келтіріп жатады немесе орындықта шыдамдылықпен өз кезегін күтіп жатады. 6 дюймдық күрделендірілген шәкіл секілді штангециркульдер де сыртқы диаметрлерді, ішкі диаметрлерді, саңылаудың тереңдігін, жіктердің енін және тағы басқаларды өлшеу қабілетіне ие. Сонымен, «верньер» термині қайдан шықты? 1631 жылы француз математигі Пьер Верньер осы өнертабысты сипаттайтын, дәстүрлі шәкілге қарағанда заттарды өлшеудің дәл тәсілін беретін құжатты – бірі тіркелген, екіншісі қозғалмалы қос шәкілді жариялаған. Өкінішке орай, штангециркульдер мен заманауи электронды штангециркульдердің пайда болғалы оның өнертабысы айралықтай ескіріп алды. Кешір, Пьер

Қарсы алыңыз, Мик(рометр)

Ретке келтірілетін өлшеуіш құралдары қатарының ішіндегі ең бастысы «микрометрлер» болып табылады. Олардың түрлі пішіндері мен өлшемдері бар, микрометр түріне байланысты ішкі және сыртқы диаметрлерді, ойықтарды, шлицтерді, бұрандаларды және тереңдіктерді өлшеуге болады. Барлығы гильзаның ішінде домалайтын бұрандалық сүмбіге бекітіліп тұрады. Гильзаның сыртқы жағында және сүмбінің бір ұшына бекітілген, корпусың жеңіндегі тура сондай таңбаламаға сәйкес келетін белгіленген таңбаламасы бар ұштық орналасқан.

Ұштықтың айналуына орай білік төлкенің бойымен қарсыдағы ұшы бөлшекпен түйіскенге дейін жоғары не төмен жылжиды, содан соң микрометрді ұстаған жан таңбалауларды оқып шығып, іштей бірнеше қосынды жасаған соң алынған өлшемді маңғаздылықпен жария етеді. Әрине, бүгінгі таңда микрометрлердің көбі электронды – төлке мен оймақтың мәнін бірге қосындылау қажеттілігі алқызыл түсті спандексті киіп алып, «Breakfast Club» бағдарламасын көріп отырып, «Hi-C Ecto Cooler» сусынын ішіп отырған өткен шақ секілді (осы 1980-жылдарға қайта оралғаным үшін кешірім өтінемін).

Әңгіме бөлшектерді күнделікті өлшеу туралы болған кезде ескірмеген тек олардың маңыздылығы ғана, микрометрлер қол құралдары болып табылады. Сіз өндірісте кездестіруіңіз ықтимал кейбіреулері төменде көрсетілген:

➤ Сыртқы микрометрлер: егер сіздің гаражыңызда шеберүстелдің үстінде С-қысқыш ілініп тұрған болса, онда сіздің ішкі микрометрдің пішінімен таныс болғаныңыз, өзгешелігі – қысқыш бұрамасы енді ұштық деп аталады, ал тарту саптамасы белгіленген ұштықпен және төлкемен алмастырылған. Мен тіпті арнайы С-қысқыш ретінде пайдаланылатын 2-дюймдік сыртқы микрометрді көрдім (соны жасаған жігіт сол күні жұмыстан шығарылды).

➤ Ішкі микрометрлер: ішкі микрометрлердің бірнеше түрі бар. Бірі ішке еніп, саңылауды өлшеу үшін ілгекті тіректік өзектің сыңарын пайдаланады, бірақ тіректі өзектердің ұзындығы 1/4 дюйм немесе сол шамалас қана болғандықтан, олардың тереңдігі шектеулі. Тура сол жағдай, өлшеу үшін саңылаудың ішіне еніп, ұштықты айналдыру үшін адам қажет болатындықтан, түтікті ішкі микрометрлерге де қатысты (бұл жерде пианистың епті саусақтары пайдалы болар еді). Түптеп келгенде үштік микрометр бар, олар атауынан көрініп тұрғандай, бір-біріне 120°-тық бұрышпен орнатылған үш тіректік өзектен тұратын топтама болып табылады (10-3-суретті қараңыз). Бұл керемет.

➤ Тереңдік микрометрлері: төңкерілген Т әрпіне тым ұқсас тереңдік микрометрлері әдетте 1 дюймдық аралықпен 6 дюймға дейінгі өлшеу диапазонын қамтамасыз ететін алмастырылатын өлшеуіш ұштықтарымен бірге жүреді. Сондай-ақ бөлшектің ішкі немесе сыртқы бөлігіндегі жіктің орналасқан жері мен енін тексеруге арналған ұштарында дәл ажарлау шарықтар бар арнайы өлшеу ұштықтары немесе қарындаш секілді өлшеу ұштықтары да қолжетімді болады.

➤ Бұранда өлшеуге арналған микрометрлер: қадам микрометрлері ретінде де танымал бұранда микрометрлері жоғары бөлік пен V-пішінді түбінің арасындағы ішкі бұранда қадамының диаметрін өлшеу үшін аса қолайлы, бірақ олар бұранданың сапасын тексеру үшін өз бетінше пайдаланылмауы тиіс. Бұранда бөлшектерді үнемі тиісті істікшенің (ішкі бұранда үшін) немесе сақиналы калибрдің көмегімен (сыртқы бұранда үшін) тексеріңіз.

Бұл толық тізім емес. Микрометрлердің виртуалды флотилиясы ернемекті өлшеуіштер, қадалы өлшеуіштер, шарлы өлшеуіштер, нүктелік микрометрлер, тісті микрометрлерді қоса алғанда анағұрлым кеңірек, ал қайсысын таңдарын білмейтіндер үшін өзара аламастырылатын өзекшелерімен әмбебап микрометрлер бар.

10-3-сурет: Барлық ішкі микрометрлердің ішінде осы суретте көрсетілген үштік микрометр – ең икемдісі және пайдалануға қолайлысы



ЕСКЕРТУ

Көптеген микрометрлер бір-біріне қарама-қарсы орналасқан екі өлшеу нүктесін ғана құрайды (біздің С-қысқышымыз есіңізде ме?) Бұл әдетте өңдеу цехтарында жасалған ортогоналды бөлшектер үшін жақсы, бірақ олар үш шпиндельді гидравликалық токарь патронында материалды қысу кезінде

анықталатын, триангуляцияны және басқа да тура емес жағдайды анықтай алмайды». Осы өлшемді анықтай алатын немесе координатты-өлшеуіш машинасында (КӨМ) өлшей алатын үштік микрометрі немесе дөңгелек өлшегіші бар төңкерілген бөлшектерді үнемі тексеріп отырыңыз. Осы туралы төменде егжей-тегжейлі баяндалады.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Ішкі бұранда қадамының диаметрін өлшегіңіз келеді (оны сіз қай уақытта болмасын жасауыңыз әбден ықтимал), бірақ қадам микрометрі үшін бір бума ақшаңыз жоқ па? Аса көп емес ақшаға сіз бұрандалы сымдар жиынтығын сатып ала аласыз. Сіз кішкентай пластик корпустың ішінен әрқайсысы бұранданың қадамына сәйкес топтастырылған бірнеше үштік қатар қолданылатын сымдарды таба аласыз. Олармен жұмыс істеу аздап қиынға соғады (егер бір ұшын пенопластқа немесе сазға тығып қойса жеңілдеу болады), алайда бұранданың екі сымды бір ұшына, ал үшіншісіні оған қарама-қарсы орналастырып, сыртқы микрометрді бұранданың құрамдастырылған диаметрін және сымдарын өлшей аласыз, содан соң осы өлшемнің негізінде қадамның диаметрін есептей аласыз.

Сатып алған заттарды салатын арбаны толтырамыз

Сіз жаңадан ашылған жону жұмыстарымен айналысатын цехқа аға инспектор болып жұмысқа қабылдандыңыз делік. Сіз метрология туралы білгеніңіздің барлығын осы кітаптан алғаныңызды ескерсек, бұл үлкен жетістік болып табылады. Алайда уайымдамаңыз, сіз тез үйренесіз және бәрін де дұрыс жасайтыныңызға сенімдісіз.

Жаңа бастығыңыз сізге цехтың жұмысын жылдамдатуға арналаған керекті метрологиялық жабдықтың бәрін сатып алуды тапсырды. Басқаның ақшасын жарату әрдайым көңілді болғанымен, сіз әлі де қазір ғана айтылған микрометр мен қатты өлшеуден басқа не алу керектігін әзірге түсінбейсіз. Бір жақсысы, келесі бөлімдер сізге көмектесу мақсатында бірқатар нұсқаулық береді.

Үстіңгі қабаттық жанасу

Кез келген бақылаушы-қабылдаушы отырған орынға келген кезде бөлменің ортасынан граниттің үлкен кесегін көресіз. Жоқ, бұл цех иесінің болашақ құлпытасы емес, бұл – үстіңгі қабаттық тақта. Әйгілі құймақтан да жұқа үстіңгі қабаттық пластиналар биіктік бергіштері мен терім жиынтығымен (тізімдегі келесі заттар) өлшеуге арналған асқан жоғары дәлдік платформасы ретінде басқару жүйесінің шеберүстеліне ұқсайды. КӨМ-дер үстіңгі қабаттық пластиналардың маңыздылығын бұрынғыға қарағанда кеміткенімен, сіз бәрібір де жақсы көлемдегі осындай тақтаны және оны орналастыруға арналған ауыр тұғырықты алуыңыз тиіс. Осы арада сізге үстінен орнату үшін қайсыбір саймандар да қажет болады. Тізімде бірінші болып Cadillac немесе Trimos стиліндегі сенсоры ретінде белгілі жоғары сапалы биіктік өлшеуіш тұр. Бұған қоса сіз арбаға бөлшектің кез келген күмәнді өлшеуі кезінде «шешуші» осы бергіш болатын бақылау-өлшеу блоктарының жиынтығын да саласыз. Сіз сондай-ақ төмендегілерді де алуды қалайсыз:

- Өлшеу кезінде бөлшектерді қысуға арналған түрлі көлемдегі екі немесе үш бұрыштық пластиналар. Қысқыштар туралы ұмытып кетпеңіз.
- Кейбір бөлшектерді анықтауға арналған 1-2-3 блоктары (иә, оларда көлденеңінен 1x2x3 дюйм бар) және жұмыр бөлшектерге арналған V-блоктардың бірнеше жиынтығы.
- Бөлшектер арасындағы, саңылаулар диаметрлерінің арасындағы және т.б. арақашықтығын (10-4-суретті қараңыз) өлшеуге арналған сандық және электронды биіктік бергіші.
- Бұрыштық ауытқуды өлшеуге арналған синусоидалық пластина. Егер сізде КӨМ-дер бар болса да, бәлкім, оны ешқашан пайдаланбассыз, себебі ол барлық күрделі

математикалық теңестірулерді қамтиды, ал бұл клиенттер үшін керемет болып көрінеді. Дегенмен ол бақылау учаскенің бәрінде болуы тиіс.

- Оннан бір бөлігіндегі (0,0001 дюйм) немесе оннан бес бөлігі (0,0005 дюйм) циферблатты индикаторлар, кейбір жылжу индикаторлары, сондай-ақ оларды орнатуға арналған берік тұғырлар.

Осы құралдардың негізінде бір кездері бақылау учаскелері жұмыс істеген және пластинаның үстіңгі қабатында еңкейіп тұрып жұмыс істегендердің арқасы ауыратын. Ендігі жерде осы құралдардың көмегімен орындалатын функциялардың көбін анағұрлым тиімдірек орындауға болады, ал кейбір жағдайларда автоматтандырылған КӨМ-дерде, көру аппараттарында және ұқсас жоғары технологиялық өлшеу құралдарында дәлірек орындауға болады. Бұл сізге ескі үлгідегі бұл заттардың керек еместігін білдіреді ме? Түк те олай емес. Кез келген жақсы жабдықталған бақылау учаскесінде басқа жабдықтардың атқаратын функцияларына қарамастан, аталған және көптеген басқа да құралдар болуы тиіс.

10-4. Сандық манометрлер кез келген метрологиялық жабдықтың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.



«Mitutoyo Canada» ұсынған

Саңылауларды тексеру

Арбаны итергеніңіз жөн; сатып алуды әлі аяқтаған жоқсыз. Штепсель айырының бергіштері мен ішкі микрометрлердің болғаны жақсы, бірақ олардың тереңдіктері шектелген. Осы тұрғыдан алғанда үштік микрометрлер жақсырақ, бірақ бұрғылау, қашау, жонып өңдеу және жанғыштау санатына жататын өңдеу үдерістерінің барлығының көпшілігімен бірге білдекші-операторларға саңылауды дәл тексеру үшін көптеген нұсқалар қажет. Төменде кеңінен таралғандар келтірілген.

- **Ауа бергіші:** ауа бергіші механикалық дәл өңделген ұңғымалар мен күпшектерді өлшеудің түйісусіз әдісі болып табылады. Ол өлшеу бұрғысы мен көлемі өлшенетін бөлшектің арасынан өтетін сығымдалған ауаның шамалы көлемін пайдаланады. Олардың арасында түйісу болмағандықтан, жұқа үстіңгі қабаттарды зақымдау қаупі де жоқ. Өкінішке орай, өлшеу диапазоны 0,003 дюймға дейін шектелген, сондықтан оның қолданылуы да шектеулі.
- **Циферблатты ішөлшегіш:** циферблатты ішөлшегіш ішкі түтікті микрометр секілді жұмыс істейді, ерекшелігі – ортасында бір ұшында шәкілі бар индикатор бекітілген (осының бәрі төңкерілген Т секілді көрінеді). Ең кіші мәнін табу үшін саусақты саңылауға

тереңнен тығудың қажеті жоқ, жай ғана ішөлшегішті салып, оны ары-бері тербетіңіз (саңылаудың өлшемі осы болып табылады). Бір шағын ескерту: циферблатты ішөлшегіштер әсіресе құрал саңылау үшін тым үлкен болғанда жұқа өңделген үстіңгі қабатта шамалы жырашықтар қалдыруы мүмкін, егер осы қиындықты болдырмаймын десеңіз, оларды тиісінше ретке келтіріңіз.

- **Электронды ішөлшегіш:** электронды ішөлшегіштер бұрынырақ сөз болған ішкі үштік микрометрлер секілді нұсқасы болып табылады. Сыртқы пішіні мен функционалдығы жағынан олар ауа бергішке ұқсайды, бірақ сығымдалған ауаны емес, электронды бергішті пайдаланады. Олардың екеуі де калибр-сақинаның көмегімен орнатылуы тиіс және екеуі де өлшем диапазонында айтарлықтай шектелген, бірақ ерекше дәлдікті береді («оннан бір үлесіндегі» өлшем үшін).
- **Жылжымалы ішөлшегіш:** жылжымалы ішөлшегіштер циферблатты ішөлшегіш секілді әрекет ететін серіппелі қондырғылар болып табылады, бірақ олар сыртқы саңылаудан алып тастаған соң сыртқы микрометрдің көмегімен өлшенуі тиіс. Осылардан тұратын жиынтықты бір-екі жүз баксқа алуға болады (АҚШ доллары) және олар шынашағыңыздан бастап қолыңыздың еніндей болатын диаметрді қамту қабілетін ие.

Ойдан шығарылған қауіптен қорқу

Үлкен гуілдеп тұрған теңестіру тақтасы, проекциялық құралдар кез келген бақылау учаскесінің тағы бір көрнекті де қажетті резиденті болып табылады. Дұрыс атауы «*оптикалық компаратор*» болып табылады. Ол өлшенетін бөлшектерді үлкен экранда проекциялайды, осылайша жиектің, бұрыштардың, саңылаулардың және басқа элементтердің таңдалуы жеңілдетіледі. Қол оптикалық құралы бөлшекті ары-бері жылжыту үшін саптаманы бұрау арқылы, өлшемді кезекпен қабылдай отырып жұмыс істейді. Екінші жағынан, автоматтандырылған нұсқаларының моторландырылған деңгейлері бар және олар ең күрделі бөлшектердің өзін тез әрі тиімді өлшеуге мүмкіндік беретіндей, өз бетінше жиектерді қармап ұстай алады және тіпті оптиканы да бір нүктеге топтай алады.

Бәрін де тексереміз

Сіздің бюджетіңізге немесе цехыңызда қандай бөлшектер жасалатынына байланысты күте тұруы мүмкін бірнеше қымбат тұратын заттар төменде келтірілген. Сіздің кейбір метрологиялық қажеттіліктеріңізді (калибрлеуді, стартерлер үшін) осыған маманданған зертханаларға тапсыруға болады.

- **Үстелдік микрометр:** адамдардың көбі оларды жай «*супер микрометрлер*» деп атайды. Атауынан көрініп тұрғандай олар асқан дәл (миллионнан бір үлесі деп ойлаймын) және көбінде істекше бергіштер мен бергіштер блогын калибрлеу үшін пайдаланылады (дегенмен сізде егер шектеу мүмкіндігі болса, соның көмегімен бөлшектерді өлшеуге ешнәрсе кедергі келтірмейді).
- **Қаттылықты өлшеуіш:** кейбір цехтар қатты бөлшектерді жасайды. Қатты дегеніміз күрделілікті білдірмейді, ол тас секілді қатты дегенді білдіреді. Ол металды суб-балқытылған жағдайындағы температураға дейін ысытудан және оны майлы немесе сулы ваннаға тастаудан болады (бұл – тәсілдердің бір түрі). Аяққы қаттылықты тексеруге арналған ең кеңінен таралған шәкіл Роквелл бойынша қаттылық шәкілі болып табылады, алайда кейбір өндірушілер қаттылықты Бринелл, Виккерс және Кнуп бойынша көрсетеді.

- **Профилометр:** кейбір инженерлерге тегіс заттар ұнайды. Басқаларына кедір-бұдыр заттар ұнайды. Қалай болғанмен профилометрді кез келген бөлшектің ерекшелігі болып табылатын бұдырлы үстіңгі қабаттарды, әсіресе нығыздалуы немесе тозуы бар үстіңгі қабаттарды (ондайлар жеткілікті) өлшеу үшін пайдалануға болады. Ra (орташа бұдырлық), Rz (бұдырлықтың орташа тереңдігін), RMS (орташа квадратты мән) және басқа ұқсас стандарттарды, сондай-ақ толқындылықты өлшеу қабілетіне ие профилометрді сатып алыңыз.
- **Жұмырлықты анықтау құралы:** Нашар фрезер білдектерінің, кесудің тым қатты қысымының әсерінен, ал кейде ешбір себепсіз бөлшектердің жұмырлығы жиі біркелкі болмауы мүмкін. Шама кейде тым кішкентай болып, барынша сәйкестікпен «жұмырлықты анықтау құралы» деп аталатын арнайы құралсыз анықтау қиынға соғады. Олардың тек бір нәрсе үшін ғана жарамды екенін ескерсек, жұмырлықты анықтау құралдары айтарлықтай қымбат және фрезер білдектерін немесе ультракүлгін біліктерді шығаратын цех болмаса, басқалары үшін артық болады.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Егер сіз көлем жөніндегі табысты метролог боламын десеңіз (қарапайым тілмен айтқанда, механикалық цехтың СББ бақылаушысы ретінде белгілі), онда сізге үдерістерді статистикалық басқаруды немесе ҮСБ меңгеру қажет. Көбіне Уолтер Шухарттың (1920) еңбектеріне негізделген ҮСБ және оның заманауи атауы ССБ (статистикалық сапаны бақылау) үдеріс бақылауға көнбей бара жатқан кездері (немесе бақылаудан шығып кеткенде) үдерістің жалпы және арнайы түрлерін өлшеу әрі талдаумен байланысты. Көбі Шухартты заманауи сапаны бақылаудың негізін салушы деп есептейді.

Білдектердің көмегімен өлшеу

Міне, үлкен бастық. Металл кесетін білдекті таңдау ретінде КӨМ-ді (координатты өлшеу машинасы) таңдау (10-5-суретті қараңыз) үлкен инвестиция және сіз үшін ұзақ мерзімді шешім болады. Егер бұрысын таңдасаңыз, ол ақыр аяғында шаң басып тұратын болады, себебі а) бағдарламалық жасақтама қолдануға тым күрделі немесе ә) сіз оқуға жіберген адам компаниядан кетіп қалған, ал басқа ешкім оны басқару жолын білмейді.

10-5 сурет. Көптеген цехтар үшін КӨМ жалпы мақсаттағы өлшеу құралы болып табылады



« Mitutoyo Canada» ұсынған

Қалай десек те КӨМ белгілі және жақсы сүйемелденген бағдарламалау тілі қолданыста қарапайым болуы тиіс. КӨМ шешімінің осы бөлігі метрология әлеміндегі көптеген адамдар үшін дау-дамай туындататын және бүкіл цехтың ішінде ұшып жүретін КӨМ нұсқаулықтарымен көкейтесті мәселе болып табылады, сондықтан мен ол туралы өз пікірімді осы жерде білдіргім келмейді, сізге бар айтарым – біршама адамдармен сөйлесуді, үй тапсырмасын орындауды және келешекке көз жүгіртіп, механизмнің сіздің болашақ болжамдарыңыз бен бюджетіңізге сәйкес келетініне көз жеткізуді ұсыну (білдектен айырмашылығы – КӨМ-дердің көбі жыл сайынғы және қымбат техникалық қызмет көрсетудің бағдарламалық жасақтамасымен бірге жеткізіледі).



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

КӨМ-ге бөлшектерді өңдеу шолғылары қажет. Қол машинасында ол дәл бұрғылау патронында қысылған бергіштің істігі секілді қарапайым болуы мүмкін. Дегенмен әдетте лағылдық инемен жабдықталған жанасу бергіші пайдаланылады. Бөлшекпен түйіндесу кезінде ол дабылды - КӨМ-нің компьютеріне іске қосу дабылын құрап, аздап бір жағына қарай қисаяды. Үш өлшемді кеңістікте әрбір нүктені өлшеу барысында мәндер бөлшектің CAD-моделімен салыстырылады және оның кесімді көлемінен ауытқуларды анықтау жүргізіледі. Тікелей әрі жұлдыз тәрізді ұштықтар, сондай-ақ дискілер, шарлар, жартылай сфералар мен сілтеуіштер қолжетімді болады. Шолғының бастиегі КӨМ-ді сатып алу кезінде маңызды фактор болып табылады, себебі ол көп жағдайда машинаның жүрегі іспеттес.

Тік механикалық өңдеудің дәстүрлі дизайнынан басқа (кейбіреулерін тіпті құралды автоматты түрде өзгерту мүмкіндіктеріне де ие) КӨМ-нің бірнеше нұсқалары бар. Автокөліктің көлеміндей немесе одан да үлкен бөлшектерді өлшеу үшін бүкіл цехтың ішінде жылжытуға келетін ұзын, көп құрамды саптамалар секілді портативті КӨМ-дер болады. Бейнебақылауы бар механизмдер бөлшектерді «қол тигізбей» өлшеу үшін камераларды, ал кейде сканерлерді пайдаланады және көбіне түйіспелі өлшеудің өміршең баламасы болып табылады. Қол КӨМ-дері ақылды мылтыққа ұқсас, үш өлшемді кеңістікте өлшеу ұштығының орналасқан жерін анықтау үшін LED немесе лазер сәулесін пайдаланатын құралдар, осылайша қолмен басқарылатын кәдімгі білдектерге қарағанда механикалық көпірді қолданбай-ақ бөлшекті өлшеу мүмкіндігін ұсынады. Сондай-ақ, КӨМ-ді бақылау зертханасынан цехқа алып шығу қажет. Жағымсыз өндірістік жағдайлардан қорғалған, қолданыста қарапайым болып

табылатын бағдарламалау жүйесі бар, мәзір режимінде жұмыс істейтін, бұрынғысынша таңқалуға тұратын өлшем дәлдігі тән әмбебап өлшемдер жүргізуге арналған бірнеше модельдер бар.

Сапаға бастайтын жолды ұстанамыз

Енді сіздің метрологияға арналған арбаңызды толтырған соң мен ең маңызды заттардың бірін ұмытып кеттім десем де болғаны, ол бақылаушы-қабылдаушының қолайлы орналасқан орны болып табылады. Участке цех секілді өте таза күйде ұстауды, сондай-ақ участке ауаны жоғары сапалы фильтрлеу жүйесімен жабдықталуы, ылғалдылықты 55 пайыз деңгейінде ұстап тұруы және температурасы $68^{\circ}\text{F} + / -3^{\circ}\text{F}$ (оның метрикалық баламасы – 20°C) болуы талап етіледі. Егер маған сенбесеңіз, 4 ASME Y14.5-2009 парақшасын қараңыз.

Сіздің метрологиялық жабдықты жеткізушіңізде тағы басқа бірнеше ұсыныс болуы мүмкін, дегенмен бұл басты мәселе болып табылады. Сіз бәрін орнына жайғастырып болған соң осының бәрін сақтау үшін мықты, жақсы жабылатын жәшіктер қажет болады. Әрбір жеке бөлшек пайдаланудан бұрын калибрленуі (сіздің сапа ресімдеріңізге байланысты одан кейінгі бірнеше кезең ішінде де ұдайы калибрленуі тиіс), жапсырмамен белгіленуі тиіс, сондай-ақ цехқа кіргізілетін және одан шығарылатын заттарды белгілеуге арналған жүйе қажет. Осының бәрі қалай жұмыс істейтінін білу үшін сізге көптеген нұсқаулықтарды оқып шығу қажет болады.

Сізде қажетті заттың барлығы да бар шығар, бірақ сапа бөлімін басқару үздік жабдықты сатып алудан да маңыздырақ. Осы тараудың басында аталып кеткендей, жақсы метрология бақылаушы-қабылдауды отыратын орынды және жабдықты үнемі бақылауды былай қойғанда есепті дұрыс жүргізуді, өлшем стандарттарын жасау мен дыбыстың калибрленуін және бақылауды қолдауды білдіреді.

ОСЫ ТААРУДА:

1. G, M, S және T әріптерімен мәлімдеме жасау
2. Бағдарламамен танысу: ішкі бағдарламалар, макростар, кескіштің өтемі және тағы да басқалар
3. Қайталым: тиянақталған және көп рет қайталанған қайталымдар
4. Заттардың координаттардың декарттық жүйесі арқылы бейнеленуі

11-ТАРАУ. G-КОДТЫҢ ҚҰПИЯСЫН АШАМЫЗ

Менен: «Бэббидж мырза, айтыңызшы, егер сіз машинаға бұрыс сандарды енгізсеңіз бұрыс жауаптар шығады ма?» деп екі рет сұрады. Мен осындай сұраққа алып келетін ойлардың жаңылысуын дұрыс түсінетін жағдайда емеспін.

ЧАРЛЬЗ БЭББИДЖ

Қалай десеңіз де, білдекті қолмен айналдырған кез, мен осы кітапта бірнеше рет айтып кеткен саптаамалар мен иінтіректерді бұрау динозаврлар мен Додж де Сотодан да көнелеу. Әрине, мен 1 және 2-бөлімдерде айтып кеткен қол жону білдектері мен консоль жоңғылау білдектерінің көбі әлі де бар. Шын мәнінде, олардың біршама саны негізінен аспаптық цехтар мен әуесқой цехтарда пайдаланылып, жыл сайын жасалып сатылуда. Оларға сұраныстың азайғанын осы салада жүргендерден ешкім де жоққа шығара алмас әрі оларды кері қайтару мүмкіндігі тираннозавр Рексті клондаудан да (немесе жаңа жылтыраған Де Сотоның конвейерден шығып келе жатқанын көруден де) азырақ.

Мұның орнына сандық бағдарламалық басқаруы бар (СББ) білдек жабдығы (және олардың үйренуші інілері – жартылай СББ) барынша қолжетімді болды және пайдалануда қарапайым болғаны соншалықты, қол жабдығының анағұрлым төмен тиімділігіне келісудің еш себебі қалмай отыр. Осыны ескере отырып, СББ құралдарын жұмыс істететін нәрсені білген артық болмас еді, бұл оларды бағдарламалау тілі болып табылады.

СББ бағдарламалау тақырыбын бір тарауда қамту үшін ол тым терең және күрделі. Дегенмен мен кейбір G- мен M-кодтардың ең маңыздыларына, «режимдер» мен «жылжытулар» дегеніміздің не екеніне көбірек тоқталып кетемін және жалпы СББ бағдарламалау мәселесін қарастырамын. Әзірше сізге осы да жеткілікті болуы тиіс.

Сіз оқиян деп отырғаныңыздың бәрі «FANUC»-қа және тағы да «FANUC»-қа – үйлесімді басқару элементтеріне жатады (олардың көбі). Мұның себебі СББ басқаруға арналаған «FANUC» дербес компьютерлер үшін Майкрософт секілді (бұл растау болып табылмайды). «FANUC»-қа мүлдем бет түзмеген білдек өндірушілердің өзі («Mazak» және басқа да диалогтық режимде басқарылатындар) әдеттегідей G-кодты оқу үшін «ISO/EIA» нұсқасын ұсынады. Дегенмен білдек өндірушілердің және басқару жүйелерінің арасында G-code деп аталатын СББ әмбебап дерлік бағдарламалау тілін түсіндірудің көптеген нұсқалары бар. Осы орайда бәріне скептік көзімен қарау керек және үнемі соңғы пікір үшін операторға арналған Нұсқаулықты қараған жөн.



ЕСКЕРТУ

Сандық бағдарламалық басқару (СББ) негіздері

Келесі пәрмендер жиынтығын қарастырамыз: көшенің аяғына дейін бар. Оңға бұрыл. Бес секунд тоқта. Үйге қарай жүгір. Егер сіз СББ білдегі болғаныңызда, осы сөйлемдердің әрқайсысы бірқатар сөздерден тұратын «блок» болған болар еді. Алайда осы мысалдағыдай, түсінікті ағылшын тіліндегі сөздерден гөрі білдекті басқару әрқайсысының артында мекен-жай ретінде белгілі сан немесе сандар қатары жүретін G, M, X, Y, F, S, T және т.б. секілді тек бағдарламалық тілді түсінеді. Сонымен, мен машинаға «G01 X5.0 F2.0» деп айтар болсам, оған жаңа ғана көшенің аяғына дейін бару (G01) баламасын (орналасқан жері X5.0) және қаншалықты тез жүру қажеттігін (F2.0) ұсынғаным болады. Келесі тарауларда көбірек болады, алайда бұл СББ білдектерінің (көбінің) тілі – G-код бағдарламалауының мәні болып табылады.

Егер сіздің білдек бағдарламалаушысы боламын деген ниетіңіз жоқ болса (лайықты және жақсы төленетін жұмыс) немесе сіз диалогтық бағдарламалаудан басқа ешнәрсені пайдаланбайтын болсаңыз, онда бір-екі сағатты үнемдеп, кітаптың осы бөлігін оқымай тастап кеткіңіз келуі мүмкін. Мен олай етпеңіз деп кеңес берген болар едім. СББ бағдарламалау мықты және біздің бала күнімізден құлағымызға сіңіп қалған, бір жаққа қарай жылт еткен кішкентай сүйкімді жұлдызшасымен «Сіз неғұрлым көбірек білген сайын...» деген көпшілікке арналған мәлімдемедегідей, білім құнды құрал болып табылады.

Міне, өзіңіздің қысқаша бағдарламалау жолыңызды бастауға арналған СББ бағдарламалау кодының бір үзгі төменде келтірілген. Ол көп мақсатты білдекке арналған әрі материалдың 4 дюймдық төртбұрышты кесегінің жиектерін фрезерлеуге арналған. Бүкіл бағдарламаның әр жеріндегі G- және M-кодтарына әрі өзге X, Y, Z; D, F, H пен S сөздеріне мән беріңіз:

```
%
O0001
N1(ROUGH OUTSIDE)
T01 M06 (3/4 DIA. 2-FLUTE END MILL)
G90 G54 G00 X-2.5 Y2.5 S1600 M03
G43 H01 Z0.1 M08
G01 Z-0.75 F75.
G41 Y2.0 D01 F15.
X2.0
Y-2.0
X-2.0
Y2.5
G40 X-2.5 Y2.5 M09
G28 G91 Z0. M05
M30
%
```

Міне, тағы бір СББ білдегінде қаралтым өңдеудің кәдімгі қайталымын көрсететін үзінді; фрагмент төменде келтірілген. Жону білдегі диаметрі 4 дюйм оқты күптейді, содан соң ұзындығы 3,5 дюйм болатын 1 дюймдық күпшекті қатқыл жонып өңдейді. Мұқият қарасаңыз, көптеген кодтардың бірдей екенін көресіз:

```
%
O0001
N1(ROUGH OD)
G28 U0 W0
T0101
G50 S3000
G96 S400 M03
G00 X4.1 Z0.01 M08
G01 X-0.063 F0.005
G00 X4.0 W.05
G71 P100 Q101 U0.01 W0.005 D0.1 F0.01
N100 G00 X1.
G01 Z-3.5
N101 X4.0
G28 U0 W0 M09
M30
%
```

Осы кодтар нені білдіреді? Төменде координаттар жүйесін егжей-тегжей зерттеуден бұрын, солардың кейбіріне қысқаша анықтама келтірілген:

- **G-кодтар модальды немесе модальды емес бола алады.** Егер модальды болса, олар өзгертілгенге дейін солай болып қала беретін, білдекте нақты бір шарттарды орната алады (мысалы, [G20] дюймдер [G21]) миллиметрлерге қарсы). Модальды емес кодтар білдекке «G04» интервалды пәрменімен қозғалысты уақытша тоқтату секілді арнайы, біржолғы әрекетті орындауды білдіреді.
- **M-кодтар ауыстырып-қосқыштар ретінде.** Оларды Сіз күнде кешке қарай лампаны кітап оқу үшін қосатын қабырғалық ауыстырып-қосқыштардан немесе таңертеңгі жаңалықтарды көру үшін қосатын қашықтықтан басқару пультіндегіден еш айырмашылығы жоқ. Салқындатқыш сұйықтық қажет пе? «M08»-ді пайдаланыңыз. Білікті іске қосқыңыз келеді ме? Мұны «M03» жасайды. Бағдарламаны аяқтағыңыз келеді ме? Әдетте ол «M30»-дың көмегімен жасалады, солай емес пе? Әдеттегідей бағдарлама жолында тек бір M-кодты беруге болады, ал олай болмаған жағдайда қателік туралы мәлімдеме алатын боласыз.
- **S-кодтар білік жылдамдығын білдіреді.** Олар білікті іске қосу пәрменімен бірге пайдаланылуы тиіс: «M03 S4000» минутына 4000 айналыммен сағат тілімен айналатын көп мақсатты білдекті алады. Есіңізде болсын, біліктің жылдамдығы көптеген жону операциялары үшін үстіңгі қабаттың тұрақты жылдамдығын немесе бұрғылау және бұранда кесуге арналған үздіксіз айналу жылдамдығын пайдаланатын жону білдегі үшін басқа нәрсені білдіруі мүмкін.

Шиеленіскен болып көрінгеніне қарамастан, бағдарламалау, шын мәнінде, соншалықты күрделі нәрсе емес. Сіз ғаламтордан G- және M-кодының анықтамалық кескінінен (олар кез келген жерде бар) жүктеп алудан бастауыңызға болады. Дұрысы, сіздің СББ білдегіңізбен бірге жеткізілетін нұсқаулықтар, кодтарды жазуға барынша жақсы көмектеседі, ал қолмен бағдарламалауға құлшынысыңыз болмаса (ондайды ұсынбаған болар едім), онда сіздің ӨБАЖ бәрібір барлық кодтарды қамтиды. Көп жағдайларда сіздің жалғыз міндетіңіз білдектің нені және не үшін жасайтынын түсіну үшін, сондай-ақ егер туындаған мәселені жою қажет болса, нұсқаулықтың қайда жатқанын (немесе кімге қоңырау шалу қажеттігін) білу болып табылады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Кері қайтып, кодтың мысалдарына бір минут бойы қараңыз. Басында және аяғында берілген пайыз белгілерін көріп тұрсыз ба? Біріншісі басқару аппаратына: «Әй, біз сендерге қайсыбір ақпаратты жібергелі жатырмыз» дейді. Осыдан кейін бағдарлама аяқталған соң: «Дәп қазір біз істі аяқтадық, осылай жалғастыра беріңіз және аздап тынығып алыңыз» дейді. Екеуі де бізді басқару жүйесі қазіргіге қарағанда азырақ ақылды болған қағаз таспаның кезеңіне алып келеді, алайда олардан құтылу туралы ойланбай-ақ қойыңыз. Әйтпесе білдек жұмыс істемейтін болады. Ал бұл «00001» ме? Бұл – тағы бір білдекті басқарудың міндетті пәрмені болып табылатын бағдарламаның нөмірі.

G-код туралы жалғастырамыз

СББ білдегін орташа статистикалық басқару 100 G-кодтан астамды жеңіл таниды. Олардың көбі басқару элементтерінің сан алуан таңбалары мен түрлері үшін әмбебап болып келеді. Алайда жону білдектері мен көп мақсатты білдектердің арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар, бұл – СББ білдектерінің фрезерлікке және кері қарай ауысуына орай көбірек қолайсыздық туындататын жағдай. Қазіргі кезде кем дегенде барлығы да басқаруға жатады және сіздің бағдарламалау бойынша нұсқаулығыңызды тез тексеріп шығу кез келген

өзекті мәселені шешуі тиіс. Қозғалысты бақылайтындардан бастап маңызды деген G-кодтарды қарап шығайық.

Қозғалысты бақылайтындардан бастап, маңызды деген G-кодтарды қарап шығайық.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Жинақы болу қажеттігін сезініп тұрсыз ба? СББ бағдарламалау кезінде әдетте жетекші нөлдер қажет емес. «M5»-пен сүмбіні тоқтатудың «M05»-пен сүмбіні тоқтатудан еш айырмашылығы жоқ. «H07» құрал ұзындығының жылжу кодын пайдалану «H7» секілді әсер береді, ал сіз қолмен басқаратын болсаңыз, жону білдегіне «T202»-ні енгізу «T0202»-ні енгізуге қарағанда анағұрлым жеңіл болмақ. Тура осы соңғы нөлдерге де қатысты келеді: X2.0 тең X2.00 (немесе тіпті X20000, егер басқару элементінің ажыратымдылығы үтірден кейінгі төрт белгіде анықталған болса). Ең маңызды нәрсе бірізділік болып табылады, СББ бағдарламалау форматын цехтағы барлық механизмдерге үнемі бірдей етіп беріңіз. Егер олай етпесеңіз, қате жіберу ықтималдығы жоғары болады.

Кеттік!

Басқаша айтқанда, «G00» дегеніміз «GO» (кеттік) дегенді білдіреді. «G00» режиміндегі белағаштың барлық пәрмендері қозғалысты анықтайды және белағаштың жауапты қозғалтқыштары барынша қатты жылдамдыққа қарай ұлғаяды немесе беріліс жылдамдығын арттырады; кесетін құралдың дайындамадан бос екеніне көз жеткізген жөн не қатты шу шығып, үйге ертерек қайтуыңызға тура келеді. Тағы бір маңызды ескерту «G00» пәрмендерінің А нүктесінен В нүктесіне көбіне жылжымайтынында. Мен осы бөлімде айтып кететін шахмат тақтасының үлгісінде «X0 Y0»-ден «X2.0 Y1.»-ге өткен кезде ферзь, алдымен, «X1.0 Y1.0»-ге жеткенге дейін 45 градустық бұрышта жоғары оң жақ шетке шұғыл бұрылып, содан соң «X2.0» позициясына дейін тіке қозғалуды жалғастыруы мүмкін.

Теңестіру

«G00»-ге қарағанда «G01» қозғалысы үнемі желілік және пәрменді алған әрбір қозғалтқыштың жылдамдығы барлық белағаштардың дұрыс қалыпқа бір мезгілде келуін қамтамасыз ететіндей болып бақыланады. «G01» сондай-ақ жақында енгізілген (F сөзін пайдаланып) берілістің кез келген жылдамдығын бағдарламаланған жолмен қаншалықты жылдам қозғалып келе жатқанын анықтау үшін пайдаланады. Көп мақсатты білдек орталықтарында «F» сөзі басқару элементіндегі өлшемдердің мәнімен анықталатын минут ішіндегі дюймдермен немесе минут ішіндегі миллиметрлермен баяндалады. Жону білдектері де метрикалық немесе дюймдық мәндермен жұмыс істеуі мүмкін, бірақ мұндай жағдайларда беріліс жылдамдығының режимі «G98»-бен (минут ішіндегі дюймдер немесе миллиметрлер) не «G99»-бен (айналымдағы беріліс жылдамдығы) анықталады. Барлық жағдайда дерлік (жетекті құралы бар жону білдегінде фрезаны пайдаланудан басқа жағдайда) жонып өңдеу «G99» режимінде орындалады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Бөлшекті өңдеген кезде дайындама тарапынан, мысалы, жону білдегінде жырашықты фрезерлеуде немесе көп мақсатты білдекте тік бұрышты бастиегі бар саңылауларды бұрғылауда жазықтықты таңдаумен бағдарламалау анағұрлым жеңілірек болады. «X-Y» жазықтығын таңдау үшін «G17», «X-Z» үшін «G18» және «Y-Z» үшін «G19» пәрмендерін таңдаңыз, алайда нақты берілген операцияны аяқтау кезінде дұрыс жазықтықты таңдағаныңызға көз жеткізіңіз («X-Y» үнсіз келісім бойынша көп мақсатты білдектер үшін, ал «X-Z» жону білдектері үшін), болмаса жағымсыз тосын сыйға тап боласыз.

Сағат тілімен шеңбер жасау

«G02» және «G03» доға кесу үшін пайдаланылады. Бұл ішінара доғалар немесе 90 градус бұрышты жұмырлауға арналған доға, толық шеңбер және солардың ортасындағылардың

барлығы болуы мүмкін. «G02» сағат тілімен доға болып, ал «G03» сағат тіліне қарсы доға болып белгіленген, ал құрал белағаштың артқы жағында кесетін және көбіне төңкерілген болып келетін жону білдегінің операторлары үшін керісінше болуы да мүмкін. Екі пәрмен де модальды болып табылады, сондықтан егер сіз доңғалық режимнен тік сызық режиміне ауыстырған кезде машинаның қателік көрсеткенін қаламасаңыз, онда «G01»-ді желіде «G02» мен «G03»-тен кейін пайдаланғаныңыз жөн. Сондай-ақ, кесудің басында доғаның ортасына дейінгі қашықтықты анықтап алу қажет болады, ол I, J және/немесе K (X, Y және Z қашықтықтарна сәйкес келетін) мәндері деп аталады және көбіне тағайындау координаттарының мәндерімен бірге талап етіледі.

Міне, мысал:

```
G01 Y1.5 F10.(FEED TO SIDE OF PART)
X1.5 (MOVE TO X START POINT)
G02 X2.25 Y0.75 I0. J-0.75 (MACHINE 90-DEGREE ARC)
G01 Y0 (CONTINUE IN STRAIGHT LINE)
```

Жаңа жүйелердің көпшілігінде «I» мен «J» басқарылуын радиусқа тең келетін R-мәннің пайдасына жоюға болады, алайда кейбіреулер бұның дәл емес доғаларға алып келуі ықтимал дегенді айтуы мүмкін. Жиектің қарапайым ажырауы қажет болатын 90 градус бұрыштарда «G02» немесе «G03» төмендегі жону білдегінің мысалындағыдай қалдырып кетуге болады:

```
G00 X0.3 Z0.1 (POSITION TOOL IN FRONT OF PART)
G01 Z0 F0.01 (FEED TO ZERO)
X0.5 R-0.05 (FACE TO 1/2" DIAMETER WITH ROUNDING)
Z-0.5 (TURN OUTER DIAMETER)
```

Бұл «G01» жұмырландыруы деп аталады, сондай-ақ, 45 градустық жыраларды «R»-ді «I»-ға немесе «K»-ға алмастыру арқылы пайдаланылуы мүмкін. Қосымша ақпарат алу үшін қолдану туралы нұсқаулықты қараңыз.



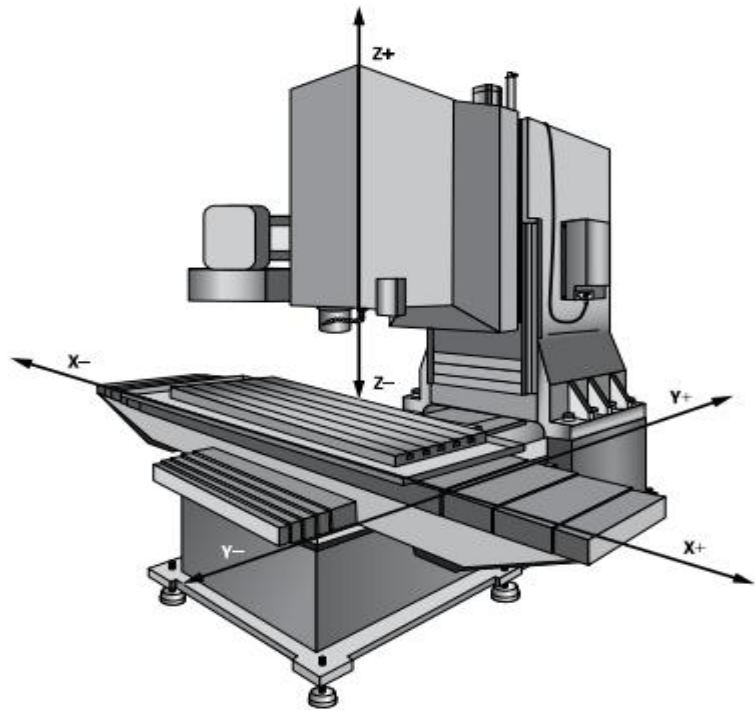
МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Егер сізге кодтың мысалдары ретінде мен келтірген жақшадағы түсіндірмелер ұнаған болса, өзіңіздің СББ бағдарламаңызға ұқсас мәтінді қосуға қысылмаңыз. Әдетте оның қажеті жоқ, себебі кез келген жақсы жолға қойылған цех баптау туралы кез келген қажетті ақпаратты ілестірмелі жұмыс нұсқаулығымен бірге жібереді. Дегенмен кейбір тұстардағы түсіндірмелер (мысалы, қандай құрал) әсіресе әлі де білім алып жатқан жаңадан бастаушылар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Координаттарды үйлестіру

Бәлкім, сізді қазір X, Y және Z туралы сұрақ мазалап отырған шығар. Бұл білдектің белағаштары және барлық СББ білдегінің құралдары білдекке қай бағытта, қаншалықты алысқа және, әрине, қаншалықты жылдам қозғалу қажеттігін айтатын құралдар болып табылады. Бұл Декарттық координаттар жүйесі (11-1-суретті қараңыз) барлық дерлік білдектер үшін стандартты координаттар жүйесі болып табылады (дегенмен көбі полярлық позициялауды пайдалануы мүмкін, ол бұрандалық саңылаулар жүйесі мен бөлшектердің цилиндрлік қасиеттері секілді дүниелер үшін өте қолайлы).

«Хаас Аутомэйшн, Инк. (Haas Automation Inc.)» рұқсатымен 400 жылдық декарттық координаттар жүйесін бейнелейтін, барлық дерлік СББ білдектерінде пайдаланылатын кәдімгі үш білікті көп мақсатты білдек.



Кем дегенде бірнеше машинист геометрия сабағында мызғып алғанымен, олардың көбі декарттық координаттар жүйесімен таныс. Оны ойлап тапқан Рене Декарт төрт ғасыр бұрын дерлік баламалы кеңістік болмысына көшкен, алайда бізді тастап кетуден бұрын үшөлшемді кеңістіктің кез келген нүктесі өзі X, Y және Z біліктері деп атаған үш перпендикулярлы жазықтық қиылысының қашықтығымен және бағытымен анықталуы мүмкін жүйені сипаттаған.

Француз ғалымы ұсынған «әріптер» сіңісіп кетті. Екі білікті жону білдегінің операторы бүгінгі таңда X бағдарлама білігінің мәнін өзгерте отырып немесе X білігінің құрал жылжытуына түзетулер жасай отырып, бөлшектің диаметріне өзгерістерді енгізеді (жылжытулар туралы мен осы тарауда кейінірек айтатын боламын). Бөлшекті қысқарту немесе созу мүмкін, не саңылаулардың тереңдігі Z білігінің жылжытуын өзгерту арқылы я болмаса оның бағдарламаланған мәндерін ретке келтіру арқылы мүмкін болады және үш білікті білдекпен жұмыс істейтін қайсыбір адам бөлшектің ұзындығы мен ені туралы оның X білігінің және Y білігінің мәндері тұрғысынан ойлауы мүмкін; оның қалыңдығы мен саңылаулар Z білігімен анықталады.

Бастапқы жайғасымға қайту

Координаттар декарттық жүйесінің және білдектердің тағы бір ерекшелігі – бастапқы жайғасым мен координаттар бастамасының болу қажеттілігі. Геометрия тілінде бұл тым анық әріп O («шығу тегі» дегенді білдіретін «origin» сөзінен) болып табылады. Бұл үш декарттық жазықтық қиылысатын кеңістік болып табылады. Бұл сондай-ақ бүкіл механизмнің қозғалысы үшін бастапқы нүкте болып табылады, барлық біліктерді нөлдік қалыпқа апарыңыз, сіз механизмді «бастапқы қалыпқа» апарғаныңыз болады. G-кодты асығыс енгізу қаупі кезінде СББ көптеген жону білдектерінде бұған келесі пәрменді қолданып қол жеткізіледі:

G28 U0 W0

Көптеген көп мақсатты білдектерде:

G91 G28 X0 Y0 Z0



ЕСКЕРТУ

«G28», шын мәнінде, екі нәрсені бірден жасайды, себебі ол басында бағдарламаланған қалыпта орналасады, ал содан соң бастапқы қалпына келеді. Сіз абсолютті және инкрементті режимдер туралы келесі тараудан білетін боласыз, бірақ қадамдық бағдарламалауды ұмытып кетсеңіз (жону білдегі үшін «U» және «W» пайдаланып, ал көп мақсатты білдек үшін «G91 X Y» қолданылады), білдек жылдам арада дайындаманың нөлдік жайғасымына түседі, сондай-ақ нөлдік жайғасымға түсуден бұрын оған тіреліп қалуы әбден ықтимал. Ох!

Нөлдік жайғасымды «G54-G59» (кейбір машиналарда одан да көп) координаттарының жұмыс жүйесі пәрмендерінің бірін пайдалана отырып, бөлшектеп орналастыруға болады. «G54» немесе «G55» пәрменін түнге қарай жиналып қонақ үйге барғандай етіп, бөлшек үшін уақытша бастапқы жайғасым ретінде елестетіңіз. Мысалы, сіз білдекке «G54 X0 Y0 Z0» пәрменінің көмегімен үстелдің үстіндегі бірінші бөлшектің жоғары оң жақ бұрышына баруды бұйыра аласыз, екінші бөлшек бірнеше дюймға ғана жоғары болып «G55 X0 Y0 Z0»-да орналасқан және тағы солай бола бермек. Сіз осы бөлшектерді өңдеуді аяқтаған кезде уақытша жұмыс координаттарын болдырмай, «G53 X0 Y0 Z0» пәрменінің көмегімен барлық біліктерді бастапқы жайғасымға қоя аласыз (білдектің бастапқы қалпы).

Бұрын көп мақсатты білдектер жұмыс координаттарын қажет ететін жалғыз СББ білдектері болған, себебі тек солар әрқайсысы өзінің нөлдік жайғасымын қажет ететін бірнеше бөлшекті бір қондырғыда жасау қабілетіне ие болатын. Адамдар жону білдектерінде қарсы сүмбіні, ал содан соң көп ұзамай-ақ фрезерлеу құралдарын бұрандалармен бекіте бастаған соң бәрі өзгерді. Осы секілді фрезерлік және көп мақсатты білдектерде де жұмыс координаттары фрезерлік білдектегідей қажет, мүмкін көлемі тура сондай болмас. Жағымды жаңалығымыз, басқаруды жасағандар екеуіне де (көбіне) бір G-кодтар жиынтығын пайдаланған.

Түбегейлі ойлаймыз

Айтар болсақ, декарттық координаттардың немесе кез келген позициялау жүйесінің тағы бір ерекшелігі мұндағы қозғалыстың қалай жасалатындығында. Көп мақсатты білдектерде осы қозғалыстар абсолюттік ретінде (G90) немесе кезеңдік ретінде (G91) анықталады. Көрнекілік үшін дәліздегі шкафтың сәресінен шахмат жиынтығын алыңыз. Ферзьді (ол – кез келген бағытта қозғалуына рұқсат берілген жалғыз фигура) тақтаның сол жақ төменгі бұрышына орналастырыңыз. Бұл – нөлдік орын. Енді жоғары мәртебеліні екі квадратқа оңға және бір квадрат жоғарыға жайғастырыңыз. СББ кодында «G90 G00 X2.0 Y1.0» пәрмені болады.

Код жолағында «G90» қамтылғандықтан, сіз қазір ғана абсолютті позициялауды орындадыңыз. Пәрменді қайталаңыз, ал патшайым орнынан қозғалмайды. «G90»-ды алып тастап, пәрменді қайталасаңыз да патшайым тағы да орнынан қозғалмайды. «G90» модальдық пәрмен болып табылады, сондықтан кері пәрмен алынғанға дейін білдек абсолютті позициялау режимінде қала береді.

Енді тура сол пәрменді қайтадан беріңіз, бірақ «G91» кезеңдік кодын пайдаланыңыз. Енді қалай ойлайсыз, осы бірбеткей ханшайым екі квадратқа оңға және бір квадрат жоғарыға жылжиды ма? Осыны тағы қайталаңыз, ал ол ойын алаңынан шығып кеткенше қайта-қайта жылжитын болады (білдектің тілінде бұл «анықталған жайғасымнан тыс өту» деп аталады. Бұл жағымсыз). Алайда «G91»-ді қайтадан «G90»-ға орнатыңыз, айналымның басына қосыңыз, сонда патшайым «X2.0 Y1.0.» бастапқы жайғасымына қайта оралады.

МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Декарттық координаттар жүйесі және сәйкесінше СББ білдектері білдектің координаттарын, басқаша көрсетілмеген жағдайда, болымды деп пайымдайды. Сондықтан егер тек білік пәрменінен кейін минус таңбасы жүрмесе, позициялауды кез келген кезеңдік және абсолютті орналастыру үнемі оң бағытта болады. Шын мәнінде, координаттың алдында плюс

таңбасын орналастырудың ешқандай тәсілі жоқ, сондықтан әуре болмай-ақ қойыңыз.

Жону білдектері анағұрлым қарпайым болып келеді. «FANUC»-пен үйлесімді «Т» басқару элементі («Т» дегеніміз ағылшын тіліндегі «turning» – өңдеу дегенді білдіреді) «Х», «У» немесе «Z» пәрменін көреді, ол оны абсолютті қозғалыс ретінде қабылдайды. Кезеңдік орналастырулар сәйкесінше «U», «V» және «W» басқару элементтерімен орындалады. Жону білдегіндегі «G90» пәрмені қаралтым жонып өңдеудің сирек қолданылатын қайталымы болып табылады, ал «G91» тіпті мүлде жоқ.

Осы тәсілдің қолайлылығы сіздің кезеңдік және абсолютті қозғалыстарды бір желіде араластыра алатыныңызда болып табылады, ол әсіресе ішкі бағдарламаларда өте қолайлы (ол туралы сіз осы Бөлімде сәл кейінірек білетін боласыз).

Көлемді (және орналасқан жерін) дұрыстау

Кесетін құралдар мен аспаптық патрон түрлі көлемдер мен үлгілерде болады. Олардың кескіш радиусының ұзындықтары, диаметрлері және ұштары әр түрлі болады. Олар сондай-ақ кескен кезде аздап тозатындықтан, бөлшектердің бір өлшемін және үстіңгі қабаттың бұдырлығын қолдау үшін ұдайы ретке келтіріп отыруды (ал содан соң алмастыруды) қажет етеді. Осы айнымалыларды СББ кодында тікелей өтеу іс жүзінде мүмкін болмағандықтан, басқару жүйесін әзірлеушілер клиенттеріне ыңғайлы және мықты шешім ұсынды, ол аспапты түзету болып табылады.

Түзетудің табысты болуы

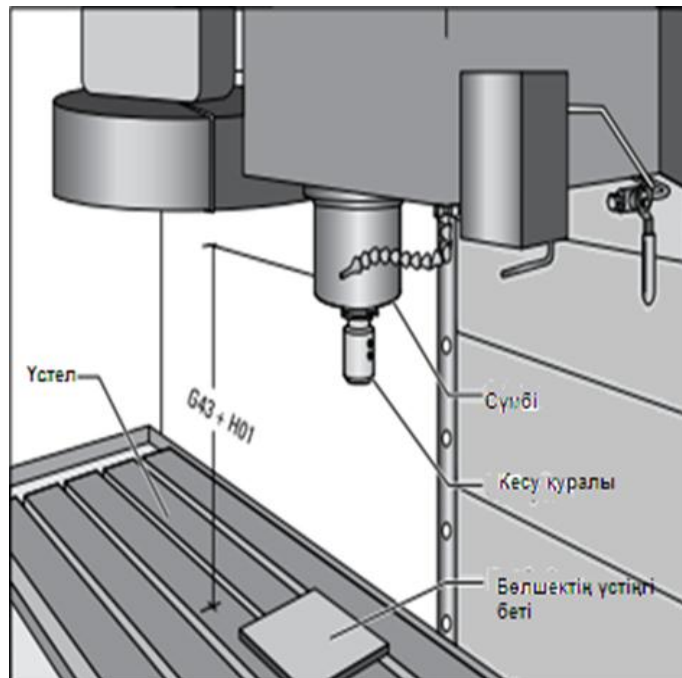
Қағаз таспа кезінде-ақ жону білдегінің операторлары құралдың ұзындығы мен бұрыштық жылжудың мәндерін құралдың ұштығын бөлшектің берілген қалпына келтіре отырып (мысалы, оның қыры мен белгілі диаметр) және білдектің «Х» пен «Z» салыстырмалы жайғасымдарын көрсету үшін «G92» мәндер жиынтығын қолдана отырып орнататын. Әлі де толып жатқан көп мақсатты білдектерде қол жетімді бола отырып, «G92» координаттық өлшемдер сол кезден бастап көптеген жону білдектерінде бір нүктелі бұранда кесуге арналған пәрмен ретінде пайдаланыла бастады, бір кездері басқарылатын перфотаспамен жону бағдарламасына кіріктірілген «G92» «Х» және «Z» мәндері енді құралды түзетудің бір бөлігі болып табылады және әдеттегідей алдын ала баптау қондырғысының білдегінде құрастырылған құралды инициациялау арқылы енгізіледі. Осының арқасында жону білдегінің өмірі бұрынғысына қарағанда анағұрлым жеңілдірек болды.

Бұл құралды түзетудің сенімділігін білдірмейді. Жону білдектері мен СББ фрезалар құралдың ұзындығы (Z білігі) мен радиалдық жылжуын (X білігі) орнату үшін геометриялық жылжытуға, сондай-ақ өзіңіз де түсінгендей, құралдың тозуын өтеу үшін тозуды кейіндетуге сүйенеді. Бірақ олардың осы кейіндетулерді үйренуі айтарлықтай өзгеше болып келеді. Мысалы, «T0303» жону білдегінің мұнарасын 3 станциясына индекстейді және әрі бір мезгілде 3 жылжыту тізілімінде тұрған кез келген геометриялық және тозуға төзімді мәндерді қолданады. «Төменде келтірілген себептерге байланысты осы пәрмен көпмақсатты білдекте (егер құралдың 303 позициясы болмаса) мағынасыз болады:»:

- Т-коды құрал алмастыруды белсенді етуге арналған «M06» пәрменімен ілесіп жүруі тиіс.
- Фрезерлік құрал ұзындығының жылжытуы құралдың нөміріне сәйкес келетін H-кодпен қолданылады.
- H-код өз кезегінде жылжыту бағытын анықтау үшін «G43» немесе «G44» пәрменін қажет етеді (11-2-суретті қараңыз).

- D-код радиалдық жылжыту шамасын белгілеу үшін пайдаланылады әрі кескішті солға және оңға өтеу үшін «G41» немесе «G42» бірге қолданылады (бұл туралы нақтырақ ары қарай айтылады).

G43 (дұрыс жылжыту) және G44 (бұрыс жылжыту) көп мақсатты білдекте құралдың ұзындығын өтеу үшін H-кодының пәрменімен бірге пайдаланылады.



«Корп. Хаас Аутомэйшн (Haas Automation, Inc.)» рұқсатымен

Солға ма әлде оңға ма?

Мен қарт білдекшімін, сондықтан фрезаға түзетудің табынушысы болған емеспін. Маған әрқашан тригонометрия туралы кітапты ашып, бағдарламаланған радиустар мен бұрыштарды бапқа келтіру, «G41» және «G42» ерекшеліктеріне қарағанда жеңілдеу болып көрінетін. «Егер осылай болмаса, онда менің жете түсінбегенім». Қалай болса да мен көп мақсатты білдектегі жырашықтардың, жамдардың, интерполяцияланған саңылаулардың және басқа бөлшектердің көлемін бақылау қажет болған тұстарда фрезаға түзету жасаудың маңыздылығы туралы дауласпаған болар едім.

Атауынан көрініп тұрғандай, «*фрезаға түзету*», шын мәнінде, құралдың радиусқа немесе фрезаның диаметріне негізделген қозғалыс траекториясын ретке келтіреді (құрал қозғалысының бағдарламаланған траекториясымен салыстырғанда). «G41» пәрмені «D» мәнімен бірге құралды осы шамаға оның бағдарламаланған жолынан солға қарай жылжытады (көрініп тұрғандай, егер фреза қозғалысы бағытында қарасақ), ал «G42» оны оңға қарай жылжытады. Көптеген машиналар «D» деп белгіленіп, қосқан кезде жалпы жылжуды құрайтын тозу жиынтығы мен геометриялық жылжуды пайдалануды қолдайды. Келесі берілген фрезерлеу коды болып табылады (11-3-суретті қараңыз):

⌘

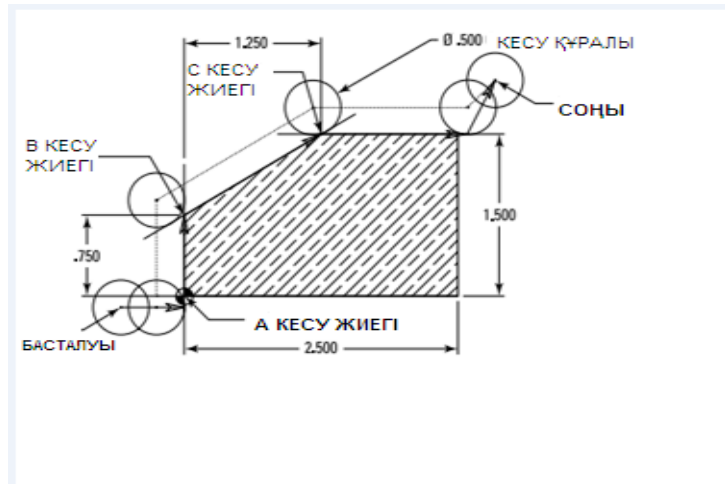
```

O10064 (PART PROGRAM USING CUTTER COMPENSATION)
N1 T1 M06(1/2 DIA. 4 FLT END MILL)
N2 G90 G54 G00 X-0.475 Y-0.1(POSITION TOOL AT EDGE)
N3 S1275 M03
N4 G43 H01 Z0.1 M08
N5 G01 Z-0.25 F50.
  
```

```

N6 G41 X0. D01 F12.(FEED TO EDGE, CUTTER COMP ON)
N7 Y0.75
N8 X1.25 Y1.5
N9 X2.6
N10 G40 X2.7 Y2.(CLEAR PART, CUTTER COMP OFF)
N11 G00 Z1. M09
N12 G53 G49 Y0. Z0. M05
M30
%
```

11-3-сурет. Көпмақсатты СББ білдегіндегі диаметрі 1/2 дюйм бүйірлік фрезаға түзетудің мысалы.



«Корп. Хаас Аутомэйшн (Haas Automation, Inc.)»
рұқсатымен

Фрезаға түзетуді пайдалану кезінде құралды бөлшектен «D» (№2 жол) мәніне қарағанда аздап үлкендеу қашықтықта орналастыру, бөлшекке оны қосқан кезде көрсетілгендей (№6 жол) бір бағытпен таяну және операция аяқталған соң «G40» пәрменінің (№10 жол) көмегімен фрезаға түзетуді тазарту маңызды болып табылады.

Кешірім өтінемін, жону білдектеріне қайтадан оралсақ. «G40», «G41» және «G42» көп мақсатты білдектердегідей жону білдектерінде де жақсы жұмыс істейді, бір ерекшелігі олар жасайтын жұмыс фрезаға түзетудің орнына «кескіш ұшының радиусына түзету» деп аталады. Ереже негізі бұрынғыдай. Құралды позициялау, өңдеуді бастау, әсем шығу – міне, осылар да қажет. Айырмашылығы, кескіш ұшының радиусы жону құралын және соған түйісетін жылжытуды шақырған кезде автоматты түрде іске қосылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Бағдарламаға берілген түсіндірмелердегідей, егер бұл сіздің міндетіңізді жеңілдететін болса, жолдардың нөмірлерін пайдаланыңыз. СББ білдектері оларға ішкі бағдарлама сілтеме жасаған кезде ғана қызықты (осы тараудың аяғына таман қарастырамыз). Алайда жолдардың нөмірлері – қағаз таспалар дәуірінің тағы бір сарқыншағы, ал көптеген цехтар құралды алмастырған сайын оларды барынша аз пайдалануға тырысады, мысалы, жаңа операцияны тағайындау үшін.

Қайталымдық: тұрақты және дүркін-дүркін қайталанатын қайталымдар

СББ білдектерінің функциясы металды алып тастау, осыған байланысты басқару конструкторлары оларды фрезерлеу мен қайрауды тиімді ету үшін көптеген бағдарламалау функцияларымен (немесе пәрмендермен) жабдықтаған. Саңылауды бұрғылап тесу, таңбалаушымен бұранда кесу, жырашықтарды егеу, бір жүзді құралмен бұранда кесу, аршу және таза жону үнемі жасалатын функциялардың үлкен саны бар G-кодты мұз шыңының көзге көрініп тұрған ұшы ғана. Өкінішке орай, әсіресе бақылаудан бақылауға дейінгі бірнеше ерекшеліктерді ескерсек, оларды зерттеуге осы жерде тереңдеу үшін «бекітілген» және «көп

рет қайталанатын» қайталымдардың тым көп екенін білдіреді. Осы қайталымдардың кейбірі не істейтінін және олардың қалай құрылғанын қарастырып өтейік.

Бір желі ме әлде екеу ме?

Төрт сатылы да, бес сатылы да беріліс қорабы сізді үйіңізге алып келеді, дегенмен екеуінің әрқайсысының жұмысында маңызды айырмашылықтар бар. Дәл осы бірнеше қайталанатын қайталымдарға да қатысты. Сіздің білдегіңізде орнатылған басқару элементінің түріне байланысты түрлі қайталымдар бір бұлтты немесе екі бұлтты пәрмендердің көмегімен жону білдегіне арналған бір жүзді құралмен «G76» бұранда кесудің төмендегі екі мысалда көрсетілгендей әр түрлі құрамдасы болады (әрі сөздерді құрудың әр түрлі тәсілдері):

```
G00 X1.2 Z0.3 (POSITION THE TOOL)
G76 X0.896 Z-1.5 I0 K.05 D0.02 A60 F0.0833 P1
```

Немесе

```
G00 X1.2 Z0.3 (POSITION THE TOOL)
G76P010060 Q100 R.01
G76 X0.896 Z-1.5 P500 Q200 F.0833 R0
```

Екі қайталым да бір нәрсені жасайды: өлшемі 1 дюйм x ішкі бұрандадан бір дюмға кішірек 13 айналым болатын бір жүзді құралмен бұранданы кеседі, бірақ оларға қол жеткізу үшін мүлдем әр түрлі тәсілдер қолданылады. Егер «P», «Q», «A» және «R» сөздері нені білдіретінін түсінгізіз келсе, бағдарламалау бойынша Нұсқаулықты ашыңыз, бірақ ең үлкен айырмашылық екінші мысалдың (FANUC 0-T – үйлесетін басқару элементтерінде қолданылады) кесудің ең аз тереңдігі мен кодқа тікелей серіппе өтуінің саны секілді мәндерді анықтайтынындығында, ал бірінші мысал («10-T» стиліндегі басқару элементтері) осындай баптаудың білдектік өлшемдеріне сүйенеді.

Бір оқпен екі қоянды ату

Қайталымдар санының артуы мен көбірек икемділікке қоса СББ білдектерін өндірушілер мен басқару жүйелерін жасаушылар пайдаланушыға қолайлы болуы үшін үнемі өз өнімдерін жақсартып отырады.

Осының бір мысалы жону білдектеріндегі фрезерлеу қайталымдарының қолжетімділігін арттыру болып табылады. Металл өңдеу бойынша барлық операциялардың ішіндегі ең жиі орындалатын саңылауларды бұрғылап тесуді қарастырайық. Бұрын жону білдектерінің операторлары аса сәтті шықпаған «G74» қайталымына сүйенуге тура келетін, бірақ жону білдектері мен көп мақсатты білдектер көбіне ұқсас бола бастағандықтан (басқару құралдарын жасаушы фирмалар да өз клиенттерінің қажеттіліктерін жақсырақ түсіне бастады), бағдарламалаудың қолжетімді құралдары «шектен тыс» болып кетті. Нәтижесінде, терең саңылауларды бұрғылап тесудің ұзақ қайталымы «G83» енді СББ жону білдектерінің көбінде қолжетімді. Бұл мынандай көрініс болып табылады, 1 дюймдық терең саңылауды орта тұсында 1/8 дюйммен және бір айналымға 0,01 дюйм беріліс жылдамдығымен соққылау:

```
G00 X0 Z0.1 (POSITION THE TOOL)
G83 Z-1. R0.1 Q0.125 F.01
G80 G28 U0 W0 (GO HOME)
```

Енді ол көп мақсатты білдекте пайдаланылатын болса, тура сол қайталымда бастапқы шақырудан соң фрезерлік бөлшектің үстіңгі қабатындағы осы төрт саңылауы бар үлгі секілді «X-Y» координаттар топтамасы болуы мүмкін:

```
G00 X1.0 Y1.0 Z0.1 (POSITION THE TOOL)
G83 Z-1. R0.1 Q0.125 F.01
Y-1.0
X-1.0
Y1.0
G91 G28 Z0 (GO HOME)
```



ЕСКЕ ТҮСІРУ

«G83» терең саңылаулар қайталымы бұрғыны «шұқу» үшін (бұрғыны әлсін-әлсін шығара отырып бұрғылау), жоңқаны ұсақтау үшін «G83» әрбір мәнінен соң «R» нүктесіне дейін пайдаланылады. Бір соққының шамасы «Q» мәнін «I», «J» және «K» мәндеріне алмастыру арқылы өзгертілуі мүмкін. Икемділігіне қарамастан саңылауларды бұрғылап тесудің ең жақсы тәсілі (көптеген жағдайда) қатты қысыммен майлағыш-салқындатқыш сұйықтықпен жабдықталған білдектегі салқындатқыш сұйықтық берілісі бар қатты карбидтен жасалған жоғары өнімділігі бар бұрғы болып табылады. Ол уақытты алатын шұқу қозғалысының қажеттілігін жойып, жүктеме үшін ең жақсы саңылауды қамтамасыз етеді.

«Болдырмауды» ұмытып кетпеңіз

Бұл көп рет қайталанатын қайталымдар (G70-G76) мен тіркелген қайталымдар (G80-G89) арасындағы тағы бір маңызды айырмашылық туралы мәселені көтереді. «G70» топтамасының қайталанатын қайталымдарын «болдырмау» қажет емес, жай оларды шақырыңыз, оларға өз шаруасын орындауға мүмкіндік беріңіз де келесі операцияға көшіңіз. Олар арнайы мамандандырылған, бұрғылау, нобайлап қайрау, жырашықтарды кесу немесе бір бөлшекте бұрандалар кесу қабілетіне ие. Екінші жағынан, «G80» топтамасындағы тұрақты қайталымдар бастапқы шақырудан соң кез келген координаттағы жайғасымда бұрғылауды, тықылдатуды немесе қашамен тегістеуді жалғастыра береді. Бірақ оларды «G80» пәрменімен «болдырмауды» ұмытып кетпеңіз, әйтпесе қиын болады.

ЖАУАПКЕРШІЛКТЕН БАС ТАРТУДЫҢ МАҢЫЗДЫСЫ

Осы кітапты оқып алып, білдекші-оператордың жеңілірек жұмысы туралы армандап отырған заңгерлер өкпелемесін, бірақ менің олардың назарына түскім келмес еді. Сондықтан біз M-кодтарға көшпес бұрын, осы жолдарды жазған автордың мәлімдемесін мұқият оқып шығуыңызды өтіне:

- Осы кітапта аталып кеткен кей не барлық қайталымдар компьютеріңізде болуы мүмкін, бірақ ол үшін ақы төлеуіңіз ықтимал. Бағдарламалау бойынша нұсқаулыққа жүгініңіз болмаса ең дұрысы – дистрибьютеріңізден топтамаға не кіретінін сұраңыз.
- Бұл қайталымдар (және басқа да қалған кодтар) сіздің компьютеріңізде әр түрлі жұмыс істеуі, түрлі әріптерді пайдалануы, ондық белгілерді қажет етуі немесе қажет етпеуі, не мүлдем жұмыс істемеуі мүмкін. Нұсқаулықты оқыңыз.
- Дұрыс пайдаланбаған жағдайда, бұл қайталымдар апаттық дабылды қосуы ықтимал, бірақ бұл білдектің сынуына алып келуі де мүмкін. Егер солай бола қалса, мені кінәламаңыз. Тағы да айтарым: нұсқаулықты оқып шығыңыз.

Ақыр аяғында, сіз басқару элементтерін құрастырушы ұсынатын тұрақты немесе қайталанатын қайталымдардан басқа (олардың кейбіреулері опциондық болуы мүмкін) көптеген білдек өндірушілер өздерінің бағдарламалық жасақтамалары мен бағдарламалау қайталымдарын қосатынын түсінуіңіз тиіс. Олар білдектің функционалдық мүмкіндіктерін арттыру үшін, күрделі жону білдектерін және бойлай жонудың көп тапсырмалы білдектердің

пайдаланылуын жеңілдету үшін немесе ажарлау, не бедер салу секілді арнайы функцияларды қамтамасыз ету үшін пайдаланылуы мүмкін. Жақсы жаңалығымыз, олардың өнімділікті арттыратын мықты құралдар болуы мүмкін. Жағымсыз жаңалықтар ше? Енді сізге екі нұсқаулықты оқуға тура келеді, оның бірі басқаруды жеткізушіден, екіншісі білдек өндірушісінен келген.

М-кодпен іске қосу

Мен осы бөлімнің басында айтып кеткендей, М-кодтарды сіз гараждың есігін ашу үшін басатын бастырмадан айырмашылығы жоқ ауыстырып-қосқыш ретінде қарастыруға болады. Шын мәнінде, көптеген білдектерде М-код тек осы үшін, роботтың немесе тұғырықты алмастырудың автоматты қондырғысының бар-жоғына қарамастан қажетті опциясы болып табылатын есікті ашу үшін бар болады. М-кодтар G-кодтарға қарағанда әлдеқайда көбірек білдектің бір маркасынан екінші маркасына өзгеріп отыратын үрдіске ие, бірақ көбі әмбебап болып табылады. Төменде кеңінен таралғанының бірнешеуі келтірілген.

Мына М-кодтар машинаны тоқтатудың түрлі тәсілдерін қамтыған:

- **M00:** бұл көше қиылысындағы бағдарламға тоқтаған секілді абсолютті үзіліс болып табылады. Әдетте ол бөлшекті сілкіп алғыңыз келсе, саңылауды өлшегіңіз келсе немесе бұранда кесуді бастамас бұрын бұрғының сынып қалмағанын тексергіңіз келсе пайдаланылады. Іске қосу қайталымын басыңыз, сонда білдек өзінің көңілді сапарын ары қарай жалғастырады.
- **M01:** бұл – шартты тоқтау. Сіздің білдегіңіздің басқару панеліндегі осы ауыстырып-қосқыш «OPT STOP» (OPT – опционалдық дегеннің қысқартылған түрі) деп аталады және ол «M01»-ді көрген кезде білдекке тоқтау туралы мәлімдейді. Бұл сізге тығындалып қалған жоңқаның бар-жоғын тексеруге немесе біртүрлі дыбыс көзінің қайда екенін зерттеуге мүмкіндік береді. «OPT STOP»-ты өшірілген күйінде қалдырыңыз, сонда білдек «M01»-дің жанынан, іске қосылмаған машинаның жанынан құйындай ұшып өтетін болады.
- **M02:** «M02» «бағдарламаның соңы» дегенді білдіреді. Бұрын перфотаспалар сәнді болған кезде «M02» бағдарламаның аяқталғанын көрсететін, осыдан соң білдек тамақ күтіп отырған ит секілді тыныш отыратын. Егер таспалардың ұшы үздіксіз ілмекті құрап, біріктірілген болса (ақылды цехтар таспаны орау барысында тозуды болдырмау үшін солай ететін), оператор тек қайталымды іске қосуда басатын, ал бағдарлама басынан басталатын. Кері жағдайда операторға таспаны қайталымның басында қолмен орауға тура келетін.
- **M30:** «M30» «соңы және қайтадан орау» дегенді білдіреді. Әр түрлі пікірлер болуы мүмкін, алайда көптеген цехтар осы пәрменді «M02»-нің орнына өздерінің СББ бағдарламасын аяқтау үшін пайдаланады. «M30» барлық ағымдағы режимдерді болдырмай тастап, үнсіз келісім бойынша олар үшін мәндерді анықтайды, барлық макроауыспалыларды тазартады, фрезаға түзетуді және белсенді құралды жылжытуды болдырмайды әрі әлі де қолданылатын болса, перфотаспаны жояды (мен сізде бірнешеуі қалды деп ойлаймын), автоматты түрде таспаны басына қайта орайды.

Мына М-кодтар сүмбіні басқарады:

- **M03:** сіздің сымсыз бұрғыңыздағы іске қосу батырмасынан еш өзгешелігі жоқ «M03» коды сүмбіні іске қосады. Сіз кез келген жылдамдық үшін «S-код»-ты пайдалануыңыз

тиіс, ал жону білдегінде үстіңгі қабаттың тұрақты жылдамдығы үшін «G96»-ны немесе минутына айналымдар үшін «G97»-ні көрсетуіңіз тиіс.

- **M04:** көптеген адамдар осыған сенсе, ал кейбіреулері оның маңызды еместігін айтады, бірақ жону білдегінде сол жақты кесу құралдарын пайдалану және сүмбіні артқы жүріспен іске қосу (M04) үлкен қаттылықты қамтамасыз етеді деп есептеледі, себебі кесу күші жүктемені көтеретін төмендегі жону білдегінің үстіңгі қабатына бағытталған.
- **M05:** M05 сүмбіні тоқтатады. «M05» -ке «G91 G28 Z0» пәрмені секілді сүмбіні сол жолда тоқтату туралы пәрмен бере отырып, осылайша көп мақсатты білдектегі құрал алмастыруды аздап жылдамдатады. Кері жағдайда «M05» сирек қолданылады, себебі «M00», «M01», «M02», «M06» және «M30» – барлығы (былайша айтқанда) дәл соны жасайды.
- **M41:** анағұрлым үлкенірек машиналарда көбіне жылдамдықтар қорапшасы бар айналдырғы қыспағы пайдаланылады және олардың көбі «M41»-ді төмен диапазонға арналған пәрмен ретінде таниды. Айқын нәрсені растай отырып, сүмбінің тоқтап қалуын болдырмау үшін оны үлкен және/немесе ауыр фрезалар, бөлшектер үшін пайдаланыңыз.
- **M42:** дәл осы жылдамдықтар қорапшасы бар айналдырғы қыспақтары бар білдектерге де қатысты, «M42» әдетте үлкен диапазонды білдіреді. Мүмкін мен қартайған шығармын, алайда мен сүмбіні «M05»-тің көмегімен тоқтатуды немесе кем дегенде берілімдерді ауыстырып қосудан бұрын оны айтарлықтай баяулатуды ұсынамын. Өзіңіздің өндіруші зауытыңыздан оның нені ұсынатынын біліңіз.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Сіздің басқару қондырғыңыздағы іске қосылып тұрған «BLOCK SKIP» батырмасы (ол әр түрлі оқуы мүмкін) бағдарламаға қисық сызықшадан (/) басталатын кез келген жолды ескермеуді хабарлайды. Бұл роботтармен жабдықталған, үздіксіз жұмыс істеуі тиіс жону білдектері мен көп мақсатты білдектер үшін пайдалы, «/» белгісін бағдарламаның соңында «M30» пәрменінің алдына орналастыра отырып, машина қайталымның басына қайта оралады және қайталымды іске қосу батырмасын баспастан бәрін қайтадан бастайды.

Мына M-кодтар басқа бағдарламаларды шақырады:

- **M98:** ішкі бағдарламалар бұл кітапқа енгізілмеген, бірақ одан әрі зерттеу үшін олар туралы айтып кетуге тұрарлық. Басқару элементі «M98» пәрменін көрген кезде бұл оның екінші ішкі бағдарламаға өтуіне арналған дабыл болып табылады. Басқа бағдарлама әдетте бағдарламаның нөмірі үшін «P» әрпімен және оның қанша рет орындалуы қажеттігі үшін «L» әрпімен белгіленеді. Ішкі бағдарламалар көп жағдайда қолданылады: өңдеу сұлбасын қайталау, мысалы, «Z» білігі бойынша әрбір бағдарлама шақырудың арасында немесе құралды алмастырудың алдында, не содан кейін «қауіпсіз іске қосу» жолында жиі аталып өтетін модальдық жағдайларды (G40 G90 G00 G17) баптау үшін.
- **M99:** барлық ішкі бағдарламалар «M99»-ға бітеді. Егер «L» мәні алдыңғы «M98» пәрменінде пайдаланылған 1-ге қарағанда үлкенірек болса, онда ішкі бағдарлама мән нөлге тең болғанға дейін қайталана береді. Кері жағдайда «M99» басқару элементіне негізгі бағдарламаны «M98» пәрменінен кейін бірден жаңарту қажеттігін хабарлайды.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Басқару элементтерінің көбі М-кодтарын пайдаланушы анықтаған жиынтықпен бірге жүреді. Егер сіз зерек болсаңыз (ал білдекші-операторлардың көбі сондай), оларды есіктерді ашудың қол қондырғысының релесін баптау үшін, ауа қысқышына немесе гидравликалық қысқышқа, қайталым аяқталған соң шарғылы шарға не қиялыңыздың жеткен жерінің барлығына пайдалануға болады.

Макростармен мақсаттарға қол жеткізу

Сіз, бәлкім, «G00 X8.5» секілді қатаң пәрмендерді енгізудің орнына «G00 X # 121»-дегі секілді «аралықты толтыруды» кейінірек орындауды қалауыңыз мүмкін. Бұл білдекке «121» «айнымалы» мекен-жай бойынша мәнге сілтеме жасау және «X» білігін осы орынға қайта қоюды айтады. Бұл өлшемдік бағдарламалау ретінде танымал СББ білдектерінде әдетте ол «пайдаланушының макросы немесе В макросы» деп аталады және ол сізге бұрандалық саңылаулардың, жырашықтардың, тісті сүргілеудің мен т.б. жүйелерін өңдеуге арналған пайдаланудағы икемді, қарапайым үдерісті жасау мүмкіндігін бере отырып, айнымалыларды мүлдем басқа ішкі бағдарламалар түріне «беруді» мүмкін етеді («M98» емес «G65» көмегімен шақырылатыны).

Макробағдарлама іске қосылған соң тәжірибесіз оператордың өзі де бірнеше сұраққа жауап бере алады (макрокеңістіктегі «айнымалыларды беру» деп аталатын), ал макрос қалғанның бәрін жасайды. Бұл бөлшектер тобы үшін бағдарламалау уақытын қысқарту мақсатында пайдалы, мысалы, өңделетін дайындама қалыптарының түрлі көлемдері немесе сіз қайта-қайта бағдарламалайтын бөлшектердің ұқсас функциялары үшін пайдалы. Сүмбінің бұрғысы бар немесе құралды алдын ала баптау қондырғысы бар кез келген білдекте қандай да бір макробағдарлама болады; егер жоқ болса, білдектің диллеріне жүгініп, оны қосуын өтініңіз. Содан соң нұсқаулықты оқып, жұмысты бастау үшін ғаламтордан макростың бірнеше мысалын жүктеп алыңыз. Бұл мықты «вуду» болып табылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Басқарудың аппараттық немесе бағдарламалық симуляторы (11-4-сурет) жабдықтың құнды бөлшегін сындырып алмастан бағдарламалауды және СББ жұмысын зерделеудің үздік тәсілі болып табылады. Олар басқарудың барлық түрлері мен модельдері үшін дерлік қолжетімді және жаңадан бастаушылардың жұмыс алаңына көтерілмес бұрын білдекті басқару мен бағдарламалауды меңгеріп алуына мүмкіндік береді.

11-4-сурет: Басқарудың
бағдарламалық
ынталандырулары.



«Хаас Аутомэйшн (Haas Automation, Inc.) Корп. » рұқсатымен

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Бұрғының тегіс және сындарлы бұрғылауына жетуге тырысамыз
2. Бұранда кесу әдісін таңдау
3. Шыр айналдыру және жырашықтарды кесу
4. Тереңінен фрезерлеу
5. Тегістеу

12-ТАРАУ.

БІЛДЕК ОПЕРАЦИЯЛАРЫНЫҢ ӘЛЕМІНЕ САЯХАТ

Ойыңыздың бәрін жұмысқа жұмылдырыңыз. Күн сәулелері бір жерге жұмылдырылмағанша отты тұтата алмайды.

-АЛЕКСАНДР ГРЭХЕМ БЕЛЛ

Мен осы тарауда талқылайтын өңдеу операцияларының көбі 50 жыл бұрын мүмкін болмаған. Мүмкін болғандарының өзі бүгінгіге қарағанда анағұрлым баяулау және қазіргідей дәл болған емес. Сіз жақын арада еститін бір қалыпқа келтіру операциялары трассалаушы білдектерде орындалып, олардың мектеп жасына дейінгі балаңыз қоңыздар мен гүлдерді қадағалау үшін пайдаланатын пластикалық трафареттерден аса бір айырмашылығы болмайтын. Ал қадағалауға келмейтіндері жылдамдығы жоғары болаттан (ЖЖБ) жасалған аспаптық ұштыққа ұшталған қалаулы пішіннің айнадай бейнесін беріп, жиі тіреліп қалып жататын.

Заманауи жабдықта мүмкін болатын түрлі операциялардың орасан зор саны да өзгерді. Бұрын бірнеше өңдеуден өтетінді енді бірден жасау мүмкін. Бұл өндірістік шығынды азайтады, тапсырысты орындау мерзімін қысқартады және ең бастысы – бөлшектің сапасын жақсартады. Осы озық технологиялардың барлығының кемшіліктері – швейцарлық әскери пышаққа қарағанда қабілеті жоғарылау машинаға жарты миллион немесе одан да көп доллар жұмсау – бүкіл дүние жүзінде көптеген цехтардың кездесетін шешімі. Бұл супермашиналарды бағдарламалайтын және пайдаланатын адамдарды табу одан да күрделірек, тек осы кітап қана ондаған мың жастардың өндірістегі жұмысқа кірісуге көндірмесе, бұл жағдай одан сайын нашарлай түсуі мүмкін.

Оператор-білдекшілердің жетіспеуімен қоса сіз детрейдер жұмысын тастап, тауда жүруге арналған жоғары сапалы велосипед өндірісімен айналысатын компания ашқыңыз келді делік. Сіз осы кітаптан көп нәрсені білгеніңіз соншалық, өзіңізді сенімді сезінесіз және анаңызды үйді екінші рет кепілге қоюға көндіресіз. Сіз СББ жону білдегін, жүк машинасын немесе екі жасақтаушыны сатып аласыз, ал содан соң Джейн есімді дизайнерді жалдайсыз. Ол сіз шығаратын велосипед бөлшектерінің сызуын сызумен айналысып жатқан кезде (12-1-сурет) қазір ғана барлық мұраңызды жаратқан бұл жабдықтың бәрін қалай басқару керектігін түсіне алмай дал боласыз.

12-1-сурет: Мынау секілді күрделі бөлшектерді жасау тауда жүретін велосипед болсын немесе медициналық құтқару құралдары болсын, бір күндік жұмыс болып табылады



«Thomson Bike Products» рұқсатымен

Сіз алдыңғы тарауларды оқыды деп есептесек, кесетін құралдар, қысқыштар мен патрондар, құрал ұстағыштар, СББ білдектері туралы және де олардың қалай бағдарламаланғаны туралы үстірт болса да түсінігіңіздің болғаны. Араларыңыздағы кітаптың ең жақсы бөлімдеріне секіріп кеткенді ұнататындар үшін де бұл күшті, егер бір нәрсе түсініксіз болса, жай ғана қолыңыз боста кітаптың соларды түсіндіретін басқа бөлімдерін қарап шығыңыз. Енді Джейн сізге жақын арада жіберетін кейбір бөлшектерге көз жүгіртейік. Мен сіз жасайтын кейбір операцияларды көрсетемін және оларды қалай жасайтынын сипаттаймын.

Саңылауларды сәтті бұрғылаңыз

Бұл велосипед бөлшегінің, пошта жәшігінің немесе өлген тотықұсты көмуге арналған жәшіктің саңылауы болсын, сіздердің көбіңіз саңылау жасаумен таныссыздар. Металл өңдеу әлемінде бұл ең жиі орындалатын операция болып табылады. Перфорацияланған, лазерлік немесе электронды сәуленің көмегімен электржелілену білдегінде (ЭЖБ) омырылу арқылы алынғандардан басқасы (бұрғы жұмысының нәтижесі көбінде ойдағыдай бола бермейді). Бұрғылардың барлық қолжетімді түрлерін жіті талдамастан (мен 5-тарауда қарастырған тақырып), бұрғының тегіс және сындарлы бұрғылауы үшін не істеу керектігінің бірнеше тәсілдерін қарастырайық:

➤ **Жақсы құралға инвестиция жасаңыз.** Менің атам әдетте былай деп айтатын: «Егер бұрғы басынан бастап қисық болса, онда ол тік тесікті қалай жасайды деп ойлайсыңдар», ал содан соң жасына тән алаңғасарлықты меңзеп басын шайқайтын. Басқа барлық нәрселер туралы айтқанындай, қарияның осы айтқаны да дұрыс, себебі сіз машинист ретінде бұрғының қозғалыстан шығуына аса қатты мән беруіңіз тиіс. Бұған сапасы жоғары құрал ұстағыштың көмегімен жол бермеуге болады әрі мен бәріне түсінікті болғанша «құралдар үшін ешқашан ақша үнемдемеңіз» деген мәтелді қайталай беремін. Жақсы құралға ақшаңызды салған соң оны тиісті жағдайда ұстаңыз.

➤ **Бұрғының ауып кетуін болдырмаңыз.** Көбіне ұзын бұрғыларға жұмысты бастау үшін қысқа, берік, дұрысы сәл үлкендеу (дюймның мыңнан бір бөлігі) және аздап

жазық бұрышты еңкіш бұрғы қажет. Бұл тек бір немесе екі диаметр тереңдікті бұрғылап, одан да ұзынырақ құралды енгізуден бұрын саңылау жасауды бастау үшін қажет. Осы қосалқы қолсыз бұрғы қалағанмыздан гөрі көбірек тентіреп жүреді, бұл – бұрғының «*ауыл кетуі*» ретінде танымал құбылыс, егер ол тым терең кіріп кетсе, бұрғы сынады, әрине егер басынан-ақ сынып қалмаған болса. Бұл бұрғының өндірушісіне байланысты, бірақ көпшілігі сізге қатты қорытпалы бұрғы қазір ғана сипатталған пилоттық саңылаусыз, бұрғының диаметрінен шамамен он есеге дейін (10xD) жете алады деп айтады, алайда бұл әсіресе тот баспайтын болат секілді анағұрлым күрделі материалдарда әсірелеу болуы мүмкін. Бұл қауырсынды ТКБ-дан жасалған бұрғылар үшін нақты әсірелеу болып табылады, бұл жерде сіз «5xD»-дан аспайтынға ұмтылуыңыз тиіс, егер тік сызықтылық маңызды болса, онда одан да кішірегі дұрыс.

➤ **Жоғары қысыммен майлағыш-салқындатқыш сұйықтықты (МСС) пайдаланыңыз.** 11-тарау бұрғыны бағдарламалауды және жоңқаны майдалайтын әрі салқындатқыш сұйықтықты саңылауға шығаратын шұқу қайталымының маңыздылығын нақты сипаттайды. Дегенмен егер сізде ақылды цех бар болса, осының бәрін ұмытсаңыз болады, себебі сіз жоғары қысыммен салқындатқыш сұйықтықты және өтпелі құралдарды немесе салқындатқыш сұйықтықты бергішті пайдаланасыз. Осы жағдайда ең терең деген ұңғыманы бұрғылаудың өзі ешқандай орынсыз шұқуды қажет етпейді. Қатты қорытпалы бұрғылар, әрине, ең жақсылары болып табылады, алайда ауыстырмалы ұштығы бар немесе тіпті ауыстырмалы кесетін пластиналары бар бұрғылар да жеткілікті, әсіресе саңылау артынан бұрғылау қайрағымен не кеңейткішпен өңделетін болғанда.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Саңылауды өте тік, жұмыр және тегіс етіп жасау керек пе? «Google» іздегішінде «менің ауданымдағы жанғыштауды» теріңіз. Егер сіз айтарлықтай үлкен қалада тұратын болсаңыз, онда тым болмағанда жанғыштау мүмкіндігі бар бір цех болуы тиіс. Жанғыштау қозғалтқыш блоктарындағы, тежегіш цилиндрлеріндегі, гидравликалық коллекторлардағы және басқа да көптеген қолданыс саласындағы нығыздау үстіңгі қабаты қажет болатын тұстардағы абразивті үдеріс болып табылады. Көптеген механикалық цехтар үдерісті арнайы ажарлаумен және жанғыштаумен айналысатын цехтарға сеніп тапсырады, алайда кейбірі қажетті жабдыққа қаражат салып, оны өздері жасағанды қалайды. Басқа да кез келген өндіріс жағдайындағыдай, осының өзіңіздің жасауыңызға тұратын-тұрмайтыны төрт факторға байланысты: саны, сапасы, жеткізу мерзімі және бағасы

Бұранда кесу

Ол бірдей дәрежеде СББ жону білдектерінде де, көп мақсатты білдектерде де орындалады және саңылау жасаудағы қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін құралдар мен әдіснамалардың кең шоғырын пайдаланады. Дәп сол бұдан да көп тәсілдерді ұсынатын бұранда кесуге де қатысты. Тәсілді таңдау кесудің көлеміне, операциялардың санына, дайындаманың материалына, ал кейде жеке қалауыңызға және тәжірибе деңгейіне байланысты болып келеді.

Джейн сізге жіберген тауда жүретін велосипедтің алғашқы бөлшегі амортизатордың бекіткіші болып табылады. Ол жерде қатқыш шектіктермен саңылаулар жеткілікті, бірақ сіз қазір ғана саңылауларды бұрғылау туралы алдыңғы тарауды оқып шыққандықтан, сізде бұрғылауға, өрістетуге және кейбір жағдайларда қажетті өлшемге дейін тегістеуге қатысты ешқандай қиындық туындамауы тиіс. Алайда амортизатордың бірнеше саңылауы «3 / 8-16 UNC 3B» бұрандасын қажет етеді. Оны қалай жасамақсыз?

Ішкі бұранда

Көптеген жағдайда бұранданы кесу үшін таңбалаушының ұстағышына тығынды орнату және жаңа жылтыраған көп мақсатты білдекте қатқыл бұранда кесу функциясын пайдалану түкке де тұрмайтын еді (толығырақ ақпарат алу үшін 5, 7 және 11-тарауларды қараңыз). Сіз кесуді күштірек ету үшін тіпті қалыптық таңбалаушыны пайдалана аласыз.

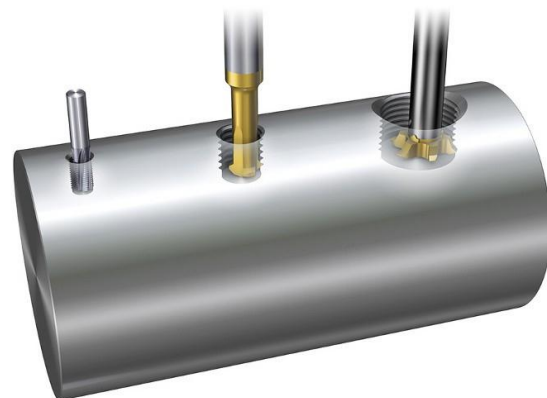
Алайда Джейн 3-сынып бұрандасын (қатқыл шақтамалар), бітеу саңылауды (жоңқаға азырақ орын) көрсеткен, ал ол бөлшектің берік кобальт хромынан жасалғанын талап ететіндіктен (Джейн өз велосипедтерінің мықты болғанын қалайды), сізде оларды таңбалаушымен сәтті кесу мүмкіндігі аз. Ал енді не болады?

ӘДЕМІ БҰРАНДА

Негізгі және қосалқы шақтамалар, бұранда қадамының шақтамасы мен оның көлемі секілді оның ішкі және сыртқы түрлер сыныбымен анықталады. Мысалы, қазір ғана сөз болған «3 / 8-16 UNC 3B» 3/8 болатын негізгі диаметрді, бір дюймға 16 айналымды, бұранданың пішінін «United National Coarse (UNC)», 3-сыныпты, ішкі бұранданы көрсетеді. Тұрмыстық техника дүкеніне кіріңіз, онда сіз қоқыс бактары 1А-сыныбының бұрандалармен және 1В-сыныбының сомындармен толып тұрғанын көресіз. 2-сынып бекіткіші – әрірек кішкентай пластик жәшіктерде жатқандар, олар анағұрлым дәлірек (анағұрлым қымбаттау) әрі сондықтан да көптеген коммерциялық және автокөлік қолданыстары үшін қолайлы. Егер сіз ұшақ немесе тауда жүретін жоғары технологиялық велосипедтерді жасайтын болсаңыз, онда сіз, бәлкім, 3-сынып жіптеріне көз салатын шығарсыз, себебі олар ең қатты шақтамаларға ие. Өз алдына «4h», «8g», «5H» және т.б. жеке жүйесі бар метрикалық бекіткіш элементтер туралы да ұмытып кетпейік (егер сізге шын қажет болса, «Әлемдегі кесу бойынша нұсқаулықтың» көшірмесін алыңыз). Не болса да, міндетті түрде сәйкес келетін бұрандалық калибрлерді пайдаланыңыз, әйтпесе сәл кешірек ауытқуларға тап боласыз.

Бір жақсысы, қатты қорытпалы кескіштің көмегімен бұрандалық фрезерлеу осы мәселелердің барлығын жеңіл шешеді (12-2-суретті қараңыз). Бұрандалық фреза да басқа кез келген фреза секілді жұмыс істейді, ерекшелігі ол саңылау диаметрін интерполяциялайтындықтан бір немесе екі рет жүріп өткенде бұранданы аяқтай отырып, «Z» білігінің бойымен орнын ауыстырады. Мен көптеген жаңа терминологияның барын білемін, ол соншалықты көрінгендей қорқынышты емес және сіз жақсы өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйесін (ӨБАЖ) немесе диалогты басқару машинасын алдыңыз деп үміттенемін, олардың қайсысы болмасын бұранданың фрезерлеу траекториясын жасау қабілетіне ие. Егер олай болмаса, сіздің кесетін құралды жеткізушіңізде түсінуіңізге көмектесетін (ол, мен 11-тарауда талқылағандай, кіші бағдарлама үшін жақсы орын болып табылар еді) калькулятор болуы әбден ықтимал.

12-2-сурет: Бұранданы фрезерлеу СББ білдегінде дәл бұранданы алудың үздік тәсілі болып табылады



« Sandvik Coromant» рұқсатымен

Сыртқы бұранда

Джейн әлі бітірген жоқ. Оған велосипед басқысының сол және оң жақтағы титан бекіткіштері – бір ұшында «1 / 2-20 UNF 2B» (0,500 дюйм, United National Fine, 2-сынып, бір дюймға 20 айналым), сол немесе оң бұрандасы бар көлемі мен пішіні сіздің саусағыңыздай болатын біліктер қажет. Енді сіз фрезерлеуді пайдаланған соң өзіңізді жайлы сезінгендіктен, ал көп мақсатты білдек бәрібір кірлеп қалғандықтан, сізде оларды фрезерлеуге деген қызығу пайда болуы мүмкін (бұранданы фрезерлеу, сондай-ақ

сыртқы бұрандада жақсы жұмыс істейді), алайда бөлшектер жұмыр келеді және оларды қалай болғанда да үшкірлеу қажет.

Егер сізге бірнеше миллиард басқы жасау керек болса, онда ол сіз үшін күрделі дүние болар еді:

» **Сіз бұранданы тазалай алған болар едіңіз.** Оны кеңейтілетін бастиектің көмегімен («Көлеңкелі рентгенография және винтті бұранда» жақтауын қараңыз) немесе жуандатылған кескіштің көмегімен жасай аласыз. Олардың екеуі де механикалық бұрандалы білдекте бұранда жасау үшін пайдаланылады, алайда СББ білдектерінің арқасында олардың дәуірі өтіп кетті.

» **Сіз бұранданы бүрмелей алған болар едіңіз.** Джейн қуанып қалған болар еді, себебі бұранданы бүрмелеу металды сығымдайды, осылайша өте берік орамдар жасайды (тура қалыпты тықылдатқандай). Өкінішке орай, сізде бұранданы орауға арналған арнайы аспалы жабдық жоқ, ал Джейнге бөлшектер ертең керек болатындықтан, сізде оны зерттеуге уақыт та жоқ.

» **Сіз бұранданы босата алған болар едіңіз.** Бұрандалы фрезерлеу секілді үдеріс дайындама орталық арқылы берілген кезде дәл бұранда жасай отырып, айналып тұратын домалақ кесетін бастиекті пайдаланады. Өкінішке орай, бұл үшін айналмалы аспалы жабдық қажет және сіз велосипед жасайтын компанияны анаңыздың отбасылық үйі көмегімен қаржыландырғандықтан, жетекті құралдары бар СББ жону білдегі сатып алатын заттардың тізімінде болған жоқ.

Шамасы, сіз де көптеген СББ білдектерінің операторлары жасап жүргенді жасайсыз, ол – бір нүктелі бұранда. Бұл дұрыс, алайда бір нүктелі бұранда сондай жылдам емес, бірақ ол бұранда кесу үдерісінің ең дәлдерінің бірі болып табылады және сіз қазіргі кезде бәрібір шағын партияларды өндіріп жатырсыз (шын мәнінде, сіз әлі бірінші велосипедіңізді сатқан да жоқсыз, мүмкін Джейннен қоя тұруын сұрайсыз).

Сізге бұранда кесу құралына арналған ұстағыш және бірнеше индекстелетін қатты қорытпалы пластина қажет болады. Содан соң сіздің бағдарламалық жасақтаманы түсініп алуыңыз қажет болады (11-тарау G-кодатар бойынша қысқаша оқулықты ұсынады). Мұнда да бірнеше нұсқалар бар:

» G32: көп тасқынды пәрмендердің ең күрделісі «G32» әрбір жүріп өту үшін кодтың төрт жолын талап етеді. Титандағы «1 / 2-13» айналымдарда бұл 50-ден 60-қа дейінгі жолды оңай білдіре алады.

КӨЛЕҢКЕЛІ РЕНТГЕНОГРАФИЯ ЖӘНЕ ВИНТТИ БҰРАНДА

Мен 10-тарауда оптикалық компараторларды талқылаймын, бірақ осы маңызды өлшеу құралдарының бірлескен авторларының бірі Джеймс Хартнестің механикалық цехтың басқа да бірқатар қондырғыларын, оның ішінде домалақ дайындамаға арналған қоректендіргіштерді, жайпақ жону-револьверлі білдекті және өздігінен ашылатын бұранда жасайтын бастиектерді, шанақты білдектерге арналған ұзын бұранда кескіш ойлап тапқаны туралы дерек айтылған жоқ. Сондай-ақ, Хартнесс «Джоунз, Лэмсон және Ко» компаниясын басқарды (қазір «Дж және Л Метрология»), бұл бай тарихы бар өндіруші, оны бұрын «ИДж. Лэмсон және Ко.», ал одан бұрынырақ «Роббинс пен Лоуренс Ко.» болған кезінен бастап көруге болады. Соңғы аталған өндіруші АҚШ-та азамат соғысы басталғанға дейін көп уақыт бұрын винтовканың жаппай өндірісінің технологиясы үшін жауапты болған.

» **G92:** бұл бір жүріп өткенге бір жолы бар анағұрлым қысқа пәрмен болып табылады. Мұнымен қоса қанша рет жүріп өту қажеттігін немесе олардың бір-бірінен қаншалықты қашық орналасуы тиістігін кейбір кездері анықтау мүмкін болмайды.

»**G76:** бір нүктелі бұранда – кесу пәрмендерінің ең мықтысы «G76»-ға кез келген түйдек үшін оның көлеміне, пішініне және қадамына қарамастан бар-жоғы бір немесе екі жол қажет болады. Күрделілігіне қарамастан ол бір нүктелі операциялардың барлығы үшін артықшылықты әдіс болып табылады. Егер сіз жону білдектерінің табысты бағдарламалаушысы болғыңыз келсе, оны меңгеріп алудың кезі келді.

Қажетті бұрылыс

Сіз қайрап болмай басқының бекіткіштерін бекіте алмайсыз. Ол үшін сізге материалдың көбірек бөлігін алып тастайтын өңдеуге арналған қатты құрал қажет болады, әдетте бұл – 80 градустық алмас, одан да жақсысы, осындай пішіндегі таза өңделімге арналған құралы бар, бөлшекті оның аяққы көлеміне дейін жеткізетін және үстіңгі қабатты әрлейтін үш қырлы кесетін пластина. Жону айналдырғыш қалпақшасында орнатуыңыз тиіс болатын бірнеше құрал төменде келтірілген:

» **Жырашықтарды кесуге арналған құрал:** басқа да көптеген кесу бөлшектеріндегідей, кесу бөлігінің артында «бұрандалы бедер» бар. Бұл түйісетін бөліктің (осы жағдайда, қос иіннің) орамның иығына берік жанасуына мүмкіндік беретін тар жырашық болып табылады.

» **Пішіндік құрал:** барлық суперқорытпалардың ішінде титанның ең жеңілі болуына қарамастан, Джейн қосымша салмақты болдырмау үшін біліктің ортасында жам жасауды өтінді. Оны 35 градустық пішіндік құрал көмегімен немесе айналмалы жырашығы бар пластина көмегімен оңай қайрауға болады. Осы функцияны операцияның ең соңында жасап жатқаныңызға көз жеткізіңіз, әйтпесе бөлшек тым осал болады (мүмкін артқы ұшын сүйемелдеу үшін артқы қысқыш қажет болар).

» **Мәре құралы:** мойынтіректің екі мойынын өңдеуді басқа бөліктерімен бірге аяқтауға да болады, бірақ шақтама бар-жоғы + 0,0000 / -0,0002 дюймды құрайтындықтан, тура осы бөлікті қайрау үшін сізге, бәлкім, екінші құрал қажет болатын шығар. Бұл үрдісті болжалды етіп, таза өңделім құралдарының екеуінің де жарамдылық мерзімін ұзартады.

» **Кесетін құрал:** бөлшекті тұтас шыбық түрінде беру немесе оны жонып өңдеу үшін бірнеше операциялық дайындамаға бөлу туралы ой бөлшектің ұзындығын, геометриясын қоса алғандағы бірнеше факторлар мен бастапқы материалдың сүмбіден өтетін-өтпейтініне байланысты болады. Біздің басқыға арналған бекіткіш жағдайымызда оларды толығымен тастау жақсы нұсқа болып табылады, сондықтан сізге кесетін индекстелетін құрал немесе «кеспелі қалып» қажет болады. Жарамдылық мерзімі мен құралдың өнімділігін арттыру үшін MCC құрал арқылы берілетінін сатып алыңыз (12-3-сурет).

12-3-сурет: МСС (қатты қысыммен болғаны дұрыс) мүмкін болған жерде құрал арқылы берілетін құралдарды таңдаңыз



«Sandvik Coromant» ұсынған

Бәрі немен тынады

Басқы бекіткішінің басым бөлігін бір операциямен орындағаныңызға қарамастан, Джейн артқы жағында 5/8 дюйм болатын ойдымдауыштың болуын, сондай-ақ 1/4 дюймдық алты қырлы кілт үшін бүйірлік ұяшықтың болуын өтінді. Ешнәрсе етпейді, кеспелі құрал сізге бәрібір алып тастауға тура келетін артқы жағында қалдық материалдың кішкентай кесегін қалдырып кетті ғой (әдетте дайындаманы жону білдегіне берген кезде болатындай).

Сіз берілген қашықтықта ұзындығы бойынша бүйірін жонудан бастай аласыз. Қаралтым сыдыру қажет емес, бірақ кеспелі ұштық «жылдамдық бәсеңдеткіш» (қала көшелерінің кейбір жерлерінде жолға қойылатын дөңес) секілді әрекет етеді, сондықтан сізге ортаға қарай жақындаған кезде құралдың кетігін болдырмау үшін баяулату қажет болады. Жонып өңдеу аймағын «трепанға» арналған «бүйірлік бунақтарды жонатын кескіш» ретінде көбірек танымал құралдың көмегімен өңдеуге болады. Оның өңделетін бөлшектің үстіңгі қабатына тікелей кіріктіруге болатындай жеткілікті радиалдық саңылауы бар және ол әдетте нығыздау сақиналарының астындағы гидравликалық бөлшектердің жырашықтарын кесу үшін пайдаланылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Қол астыңызда бүйірлік саңылауларды жонуға арналған кескіш жоқ па? Ешнәрсе етпейді, жай ғана аспаптық қоймаға барып, қатты қорытпалы ұштық «ортадан кескіш фрезаны» алыңыз (бұл оның бұрғы секілді әрекет ететінін білдіреді). Басқының бекіткіші қатты материалдан – титаннан жасалғанына қарамастан, беріліс жылдамдығын аздап бәсеңдетіңіз, сонда жонып өңделген саңылауда сыдыру үшін барлығы да үздік жұмыс істейтін болады. Әрине, сізге кеулей жону құралбілігін пайдаланып, бөлшекті тазалап өңдеуге тура келеді. Сізге бәрібір алты қырлы созылымды саңылау үшін саңылау жасау қажет болатындықтан, кеулей жону құралбілігімен мінсіз тегістеуге немесе ұштық фрезаның ортадан кесу қабілетіне алаңдамай-ақ қойыңыз. Бар болғаны созылымдық үшін саңылау жасауға қатты қорытпалы бұрғыны пайдаланыңыз, содан соң кеулей жону құралбілігінің көмегімен кеулей жонылған саңылаудың дәлсіздіктерін және саңылауды бақылаңыз.

Осы уақытқа таман сізді «созылымдық дегеніміз не?» деген сұрақ мазалауы мүмкін. Мен осы сұрақты 3-тарауда қозғағанмын, алайда созылымдықтың бұл түрі аздап өзгешелеу. Жону білдегінің операторы үшін «созылымдық» – алтыбұрыш пішініндегі үшкір құралды алдын ала бұрғыланған немесе кеулей жонылған саңылауға саңылауды қалдыру үшін алты қырлы (шаршы немесе жұлдызша пішінінде де болуы мүмкін) сомын кілтине үйлесетін жеткілікті материалды кесе отырып енгізу үдерісі. Оны құрал дайындамаға батырылған кезде айналатын немесе созылымдықты бастапқы қалпына келтіріп, күштеп айналдыратын «дірілді созылымдық қондырғысы» деп аталатын арнайы құрылғы көмегімен жұмсақ тәсілмен

жасауға болады. Түсінікті себептерге бола бірінші әдіс тиімдірек болып келеді, созылымды (немесе кез келген басқа құралды) тым жылдам басқара отырып оны бүлдіріп алу мүмкін.

Фрезерлік ақылсыздық

Джейн жаңа ғана өзінің ең соңғы және ең жақсы дизайнын берді. Бұл – рөлдің діңгегі, Джейннің шығармашылық қабілеті болғандықтан, ол кез келген жерде қалайда тауда жүретін велосипедті қалаушылардың назарын аударатындай етіп, оның үстіңгі қабатын иірімдермен көмкерген. Ортасында әр түрлі электроникаға арналған қалта, бірнеше асқан дәлдікпен өңделген саңылаулар мен ұзына бойына астауша, сондай-ақ тұрған жерінде қысуға арналған бастиегі бар бұрамаларға арналған бірнеше бұрандалы саңылау бар. Көп мақсатты білдектерге қайта оралайық.

Бүйірлік фрезерлеу

Көптеген фрезерлеу білдектерінде алғышқы орындалатын операциялардың бірі фрезаның көмегімен қалыңдықты анықтау болып табылады. Ол дайындамаларды немесе құймаларды пайдаланған кезде туындатын, одан әрі бұрғылау операциялары үшін қиякесіксіз бүйіржақтарды анықтайды.

Фрезалар көбіне дұрыс бұрышының бұрылысы бар шаршы немесе сегізбұрыштық пластинаны пайдаланады, бұл пластинаның алдыңғы шеті 45 градустық бұрышқа қарсы немесе соның айналасында иіледі. Ол құралдың жарамдылық мерзімін ұзартады және кесу күшін онсыз да сол жерде болуы тиіс көп мақсатты білдектің сүмбісіне бағыттайды.

Үстіңгі қабаттың таза өңделуін жүргізу қажет болған жағдайларда, бүйірлік фрезаларды бекітуге арналған кейбір жақтаулар бір немесе бірнеше ендірмені «қырумен» – басқа жанындағы ендірмелерге қарағанда аздап төмендеу орнатылатын, айтарлықтай үлкен қимасы бар арнайы ендірмені алмастыру опцияларын ұсынады, бұл металдың басым бөлігі алынып тасталған соң оның үстіңгі қабатты сүртуіне мүмкіндік туғызады. Үстіңгі қабаттың тым тегіс өңделуінен басқа қырулар берілістің анағұрлым жоғары жылдамдығын да түзеді.

Терең қуыстарды фрезерлеу

Дж. Р.Р. Толкиеннің «Хоббит» деген классикалық қиял-ғажайып романында Бильбо Бэггинс билік сақинасын өзінің қалтасында сақтаған. Алайда сіз Джейннің рөл діңгегінің ортасында өңдейін деп жатқан қалтаңызға ондай күш қажет болмайды. Бұл қалтаның қаралтым сыдыру үшін сіздің сыдырғыш ұштық фрезаны және трохоидалды траекториялар топтамасын пайдаланып, ал содан соң қалтаны жоғары өнімді ұштық фрезерлеу білдегінің көмегімен өңдейін деп жатқаныңызға байланысты.

«Трохоидалды кесу» – жоғары жылдамдықпен өңдеудің (ЖЖӨ) бірнеше стратегияларының бірі, ол дәстүрлі фрезерлік өңдеу тәсілдеріне қарағанда кесудің азырақ күшімен материалды жылдам алып тастайды, құрал қозғалысының сақиналы траекториясының орнына трохоидалды траектория спирографпен сызылғандай болып көрінетін қисық ілмектерді пайдаланады. Осындай кесу шамалы радиалдық тереңдікті және мүмкін болған тұстарда толық біліктік іліністі (кескіштің ұзына бойымен) пайдаланады және жоңқаны жұқарту кезінде бірқалыпты жүктемені ұстап тұруға тырысады. Бұл құралдың жарамдылық мерзімін арттырады, кесу кезіндегі тербелісті азайтады әрі металды алып тастауды барынша арттырады.

Егер біздің жағдайымызда қалта аздап үлкендеу болса, онда оны өңдеу үшін Сіз индекстелетін қаралтымдық фрезаны немесе таспалы фрезаны таңдауыңызға болатын еді, себебі олар әдеттегідей қатты қорытпалы құралдарға қарағанда үнемдірек (қалай болғанда да, диаметрі 1 дюймнен аспайтын). Олардың кейбірінде ұзына бойы өте алатын ендірмелер бар және терең жіктерді өңдеу үшін немесе жоғары дайындаманың сырт жақтарын қаралтым фрезерлеу үшін пайдаланылуы мүмкін (12-4-суретті қараңыз). Біздің рөл қарнағы үшін екі

жырашықты фрезаның көмегімен кертпелерді өңдеу үшін сырт жағынан зырылдану ғана керек, себебі Джейн жобалаған бөлшектегі жатық үстіңгі қабатқа фрезаның мүлдем басқа түрі – ұштық фреза қажет.

Үстіңгі қабатты өңдеу

Егер сізге сүйікті тарихи тұлғаңыздың, бәлкім, Эйб Линкольнның немесе Альберт Эйнштейннің дене мүсінін өңдеу қажет болған болса, сіз үстіңгі қабаттарды қалыптастыру ретінде танымал фрезерлік тәсілді таңдаған болар едіңіз. «Үстіңгі қабаттарды қалыптастыру» әдетте құралдарды, қалыптамаларды және құю қалыптарын жасау үшін пайдаланылады, шар тәріздес кескішті немесе көбіне «XYZ» біліктері бойынша қысқа өтпелі сызықты жылжытудан тұратын жоғары жылдамдықты траекториялар топтамасы арқылы жұмырланған қыры бар кескішті қозғалысқа келтіру арқылы әрекет етеді.

2-4-сурет: Бос орын бар болған жағдайда фрезерлеу білдегі материалдың үлкен көлемін алып тастаудың үнемді тәсілі болып табылады.



«Кеннаметл» рұқсатымен

Үстіңгі қабаттық өңдеу көп уақытты алады, егер үлкен күрделі үстіңгі қабат қашан болмасын көп топтамалы өндірістік бөлшектерде орындалатын болса, ол бірнеше сағатты немесе кей жағдайда тіпті бірнеше күнді алуы мүмкін. Бұл сондай-ақ, сенімді ӨБАЖ, қарапайым деген үстіңгі қабаттың өзін өңдеу үшін кодтың сан мыңдаған жолдарын тиімді туындатуды талап етеді. Сіз күндердің бір күнінде тауда жүруге арналған мыңдаған велосипедті сатамын деп үміттенгендіктен, бәлкім, Джейнмен рөлдіңегін қайта жасау туралы сөйлескіңіз келер, әйтпесе шығыныңыз компанияңыздың табысын төмендетуге алып келеді.

Жіктерді кесіп шығару

Алаңдауды қажет етпейтін тағы бір ерекшелік өзекшенің бойымен өтетін кесік болып табылады. Ол бөлшекті рөлге берік бекітіп қою үшін оның екі жағынан екі бұранданы тартып, барынша икемді етуге арналған. Кейбір кесіктер меңгерікте бекіту үшін жеткілікті деңгейде кең және ұсақ болып келеді, бірақ 4:1 диаметрге тереңдіктің қатынасынан айтарлықтай асып түседі, сондықтан сізге арнайы ойық жонғышты пайдалану қажет.

Тағы да нарықта алуан түрлі тез кесетін болаттан да және қатты қорытпалы да ойық жонғыштар мен оймакілтекті жонғыштар, сондай-ақ индекстелетін ойықты, дискілі фрезалар қолжетімді. Сізге олар бекітілетін, жақтау деп аталатын, фрезаның ортасынан өтетін және қозғалысқа келтіру үшін шаршы кілті бар құрал ұстағыш қажет болады.

Фрезалардың диаметрі әдетте бірнеше дюйм болатындықтан, сүмбінің айналатын сәтіне қойылатын талаптар айтарлықтай жоғары болуы мүмкін, машинаңызды қойылған талаптарға сәйкес келетініне көз жеткізіңіз. Мұнымен қоса кесікте кем дегенде бір тісті ұстап отырыңыз, жоңқаның аса терең немесе тар ойықтарда тұрып қалмауын бақылаңыз және баптауды барынша қатты етіңіз (әдеттегіше).



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Сіздің өңдеу операцияларын орындау тәртібіңіз маңызды болып табылады. Сәл бұрынырақ басқының білігіндегі жонылған жырашықпен келтірілген мысалдағыдай, бөлшектің ұзына бойына жікті кесудің оны осалдатып жіберетіні сөзсіз. Егер бұл соңғы операция болса, онда қаттылық туралы алаңдамасаңыз да болады, ол аса маңызды бола қоймайды; егер олай болмаған жағдайда, оны аяқтағанға дейін бөлшекті қалай тұрақтандыратыныңыз туралы ойлану керек болады. Бұл жағдайда сіз білдекті тоқтату үшін «M00» пәрменін бағдарламалап (мұның не білдіретінін білмесеңіз 11-тарауды қараңыз), беріктік үшін аздаған аддитивті материалды слотта бекіте аласыз. Алайда сіз барлық қуаттылықты қосқан кезде бұл тәсіл автоматты түрде өңдеу мүмкіндігін жоққа шығарады.

Жонып өңдеуді жақсарту

Жону білдегінде жонып өңдеу мүлдем өзгеше және кейбір жағдайларда көп мақсатты білдектерге қарағанда анағұрлым тиімді болып келеді. Бар керегі берік кеулей жону құралбілігінің топтамасы болып табылады, олардың біреуі қаралтым өңдеуге арналса, екіншісі таза өңдеуге арналған. Егер саңылаудың төрт диаметрден астам тереңдігі болса (материалға байланысты), онда сізге қатты қорытпалы ұштығы бар бұрғылау құралы немесе тербелісті жою үшін тербеліссіздендіргіш анық қажет болады. Егер сіз өзіңіздің білдегіңіздегі «G71» жонып өңдеу қайталымын меңгерген болсаңыз, онда жолыңыздың болғаны, себебі ол тура жону білдегіндегі кеулей жону кезіндегідей жұмыс істейді. Жону білдегі үшін жалғыз күрделі сәт саңылаудан жоңқаны алып тастау болып табылады. Басқа да көптеген жону және фрезерлеу операцияларындағыдай, құрал арқылы берілетін салқындатқыш сұйықтық жақсы геометриясы бар жоңқа майдалағыш ендімесі секілді «құтқару шеңбері» болып табылады.

Көп мақсатты білдектер өз алдына бөлек әңгіме болып табылады. Қаралтым өңдеу кезінде әдетте жұмыс істеуі үшін екі тәсілдің бірімен баптауға болатын, екі жақты ретке келтірілетін кеулей жону құралы пайдаланылады. Қадамдық созу кезінде бір ендіріме тікелей екіншісінің алдына, бірақ кішірек диаметрмен орнатылады, ал екінші ендіріме аздап артынан жүреді және қосымша материалды алып тастайды (12-5-суретті қараңыз). Тағы бір нұсқасы бірдей диаметрі бар екі пластинаны да орналастырып, бір жүріп өткенде азырақ материалды алып тастап, бірақ берілістің анағұрлым жоғары жылдамдығын қамтамасыз ету болып табылады.

Таза өңделім үшін ретке келтірілетін бастиекте орнатылған бір ендіріме пайдаланылатын дәл кеулей жонуға арналған деп аталатын құралдар пайдаланылады. Екі бастиегі бар құралдардың жағдайындағыдай, олар әдетте дербес режимде орнатылады, бірақ құралдың тозуына икемделу үшін оларды өндіріс барысында қолмен ретке келтіруге болады (кейбір кеулей жону құрал біліктерінің жаңа маркаларын сіздің смартфоныңыздағы қосымшаның көмегімен бақылауға болады). Бір құралмен бірнеше диаметрді мен пішінді кесуге болатын жону білдегінде бұрғылаудан өзгешелігі, кеулей жону бастиектері бекітіледі, сіз қандай көлемді орнатпасаңыз да, ол өңделетін диаметр болып табылады. Егер бірнеше диаметр қажет болса немесе материалдың үлкен көлемін алып тастау керек болса, екі немесе одан да көп кеулей жону бастиектері қажет болады.

Тауда жүретін велосипедтің мысалына қайта орала отырып, рөл діңгегінің арнасы бөлшектің ұзына бойына өтетіні есіңізде ме? Бар-жоғы 0,10 дюйм аралығында оны бұрғылау және кеулей жону құралының көмегімен бір жүріп өту қажет. Өкінішке орай, бір бөлігі сізді ұштыққа қолжетімді етпейтіндей болып бағдарланған. Осы жағдайда рөлге арналған дайындаманы еңкейме айналмалы үстелге бекітіп қойған және оны айналдыра отырып, кез келген үстіңгі қабатты өңдеген дұрыс болады. Әйтпесе сізге бірнеше операция орындауға тура келеді.

12-5-сурет: Екі бастиегі бар ретке келтірілетін құрал көмегімен қадамдық кеулей жону. Бір ендірімемен алып тастауға жататын материалдың жалпы көлемі шамамен жартылай қысқаратынына назар аударыңыз



Авторы: BIG KAISER

Интерполяциялауды басу

Көптеген цехтар кеулей жонуды мүлдем қолданбай, тесіктерді интерполяциялауды қалайды. Бұл – СББ-ға дейін мүмкін болмаған операциялардың бірі, бірақ заманауи білдектер аса дәл интерполяцияны мүмкін етеді (шын мәнінде, СББ білдектерінің барлық істейтіні интерполяциялау болып табылады).

Интерполяциялау дегеніміз не? Техникалық тұрғыдан айтқанда, «*интерполяциялау*» білдектің бірнеше білігін бір мезгілде басқару әрекеті болып табылады. Бөлшектің бұрыштық элементін сызықтық интерполяциялау құралды бөлшектің бір ұшында позициялау, ал содан соң беріліс жылдамдығының пәрменімен бірге «X-Y» аяққы координаттарының пәрмені (немесе жону білдегіндегі «X-Z») секілді қарапайым болып келеді. Жұмырланған бөлшектердің элементтерін бағдарламалау осыған ұқсас жұмыс істейді, ерекшелігі «G02» немесе «G03» пәрмені кез келген радиуспен бірге пайдаланылады («R» бағдарламалау тілі).

Бір ескерту бар, айналмалы интерполяциялау ұштық фрезаның көмегімен жасалатындықтан, өте ұзын саңылаулар жасау (бірнеше диаметрден астам тереңдігі бар) құралдың ауытқуының салдарынан қиынға түседі. Әрі машина ескі немесе ретке келтірілмеген болса, саңылаудың жұмырлығы ойдағыдай болмайды. Дегенмен 0,005 дюймға дейінгі дәлдікпен интерполяциялау көптеген кәсіпорындар үшін соншалықты бір «қытай әліппесі» емес



ЕСКЕРТУ

Егер сіз СББ немесе көп мақсатты білдектің орнына көп мәселелі жону/фрезерлеу білдегін пайдалансаңыз, тауда жүруге арналған велосипедтің көптеген бөлшектері (немесе көлемі мен күрделілігі дәл соған ұқсас медициналық немесе аэроғарыштық құрауыштар) бір операциямен-ақ жеңіл өңделуі мүмкін.

Көп мәселелі білдек келесі операцияны күтетін, ішінара біткен бөлшектердің топталып тұрып қалуын болдырмауға көмектеседі, сізге қажетті қондырғылардың санын азайтады және клиенттердің құбылмалы талаптарына (Джейннің талаптарын былай қойғанда) жақсырақ бейімделуге мүмкіндік туғызады. Дегенмен көп мәселелі білдектер олардың анағұрлым қарапайым екі және үш білікті аналогтарына қарағанда бөлшектерді соншалықты тез өндімейді, ол өндірістің көлемі ұлғайған кезде аса маңызды болып табылады.

Қылауларды алып тастаймыз

Фрезерлеу мен қайраудың арасындағы тағы бір маңызды айырмашылық. Жону білдегі бөлшек пішінін тұтасымен жеңіл тарта алатындықтан, осындай өңдеу кезіндегі қылаулар мен өткір жиектер мәселе тудырмайды. Бұл әрбір жиегі қалай болмасын қорғалуы тиіс фрезерлеу білдегіндегідей емес. Көптеген цехтар үшін ең қарапайым шешім – әрбір жиекті тіректе орнатылған қажқты шарғымен белдеулей отырып немесе тескіштің көмегімен қиықжиекті ала отырып, білдек бөлшектерді дайындап жатқан кезде операторға оны қолмен жасауға мүмкіндік беру.

Әрине, адамдардың қолын босатпаған жақсы. Сондай-ақ, оператордың өз бөлшегі үшін жауап бергені дұрыс, бұл көбіне жөнелтуге дайын өнім өндірісін білдіреді. Дегенмен қылауларды қолмен алып тастау бірнеше себептерге байланысты дәстүрлі техника болып табылады. Оның ішіндегі ең бастысы болжамсыз үдеріс болып табылады, дәл осылайша дөңгелекке қатты басып жіберген тым ыждаһатты оператордың арқасында бөлшектер партиясы үйілген металл сынығына айналған жағдайлар аз емес. Осындай зеріктіретін жұмысқа роботты жалдаған дұрыс, ал машинист одан да анағұрлым өнімді басқа нәрсемен айналыссын, мысалы, келесі жұмысқа дайындалсын немесе өндірістік үдерістерді жақсарту тәсілдерін тапсын.

Егер сіз әлі де қылауларды алып тастауды «Си-три-пи-о»-ға тапсыруға дайын болмасаңыз («Жұлдызды соғыстар» атты ойдан шығарылған ғаламның роботтары), бәлкім, жиектерді жұмырлау немесе бөлшек әлі білдекте болған кезде оны тегістеп алу үшін қиықжиектерді алып тастауға арналған арнайы құралды бағдарламалағыңыз келетін болар, алайда бұл құралдың жүзі өтпей қалған кезде өз алдына қылаулардың пайда болуына алып келуі мүмкін. Бұл сонымен қатар көп уақыт алады, бағдарламалау мен баптаудың қосымша уақытын талап етеді. Көбіне олар соншалықты маңызды емес, бірақ қылауларды алып тастаудың басқа кейбір баламаларына көз салған жөн шығар.

Таңдау кезіндегі күмән

Қылауларды алып тастаудың тербелісті және ортадан тепкіш көптеген түрлері болады. Ең қарапайымы қылауларды алып тастау ортасымен (шағын үшкірленген тастар) толтырылған табаққа бөлшекті салу, аздаған сабынды су қосу, содан соң ол жарты сағат бойы немесе сол шамада осылай барлық өткір ұштарын қағып, сапырылыса берсін. Бөлшектерді қажқты ортасы бар резина жабынымен контейнерге салып тастап айналдыруға болады, бұл ұсақ тастармен толтырылған консерва құтысын бүкіл цехты айналдырып тепкенмен бірдей.

Айналып жатқан атанақта өңдеудің анағұрлым жемір тәсілі (бірақ тиімді) «Харперизациялау» деп аталады, оның мәні бір үлкен атанақтың ішінде бірнеше қарама-қарсы бағытта айналып жатқан атанақтардың қатарын пайдалануда. Таңғаларлық жайт, алайда осы секірістердің барлығы ең жұқа деген дайындаманың өзіне зақым келтірмейді және қылауларды алып тастаудың осы екі тәсілі де осы салада кеңінен қолданылады.

Зарядпен

Қылауларды алып тастаудың тағы бір кеңінен таралған әдісі электрхимиялық өңдеу немесе «ЭХӨ» болып табылады. Бұл үшін бұрыс зарядталған құралды дұрыс зарядталған дайындамаға тікелей жақын жерге орналастыру қажет, осы орайда олардың екеуі де электролитті ерітіндіге батырылады. Аздаған үздіксіз тоқ берген кезде дайындама металлы үстіңгі қабатының диссоциациясы орын алады (оның еріп жатқанын елестетіңіз), электролитке түсіп, ол аяғында сүзгіленеді. Дәрекі естілгенімен, бұл күрделі бөлшектерден қылауларды алудың, шын мәнінде, жылдам (бір секунд ішінде) және бірізді тәсілі болып табылады. Бір ғана қойылатын талап – дайындаманың материалы электр өткізгіш болуы тиіс (яғни, ешқандай пластик болмасын).

Қылауларды алып тастаудың басқа да көптеген әдістері бар, оның ішінде қажақты түйдек, термиялық шок, су ағыны, ультрадыбыс және тағы да басқалар. Осындай көп нұсқалар жағдайында кейбір кезде берілетін жақсы кеңес, мамандандырылған цехпен қылауларды алып тастау туралы келісімшартқа тұру және өзіңіз жақсы жасай алатын нәрсеге, СББ білдектеріне күш жұмылдыру болып табылады.

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Клиенттердің қажеттіліктерін дер кезінде қанағаттандыру
2. Аз күш жұмсап, көбірек ақша табу
3. Бір орнында отырып басқарушы
4. Желі қауіпсіздігін қамтамасыз ету
5. Зиятты құралдарды ұсыну
6. Өнімділікті талдау

13-ТАРАУ. КЕЛЕШЕККЕ ҰМТЫЛУ

Егер мен басқаларға қарағанда көбірек көрген болсам, ол тек солардың иығында тұрғанымның арқасы.

ИСААК НЬЮТОН

Мен осы кітапта көптеген қызықты нәрселерді талқылаймын. Кесетін құрал мен шойын, компьютерлендірілген білдектер, адамдармен бірге жұмыс істейтін жылы шырайлы роботтар және күнелту үшін бөлшектерді өңдеу дегеніміз нені білдерді деген секілді заттар. Қалай болғанда да осы тақырыптардың кейбірінің металл кесудің шынайы механикасына қатысы да жоқ, дегенмен өңдеу үдерістерін барынша тиімді (және тартымды) етуді талқылаған дұрыс болады.

Мен сізді осы пікірлердің кейбірін ұстап алып, жібермей, олармен жұмыс істейді деп сенемін. Егер сіздің цехыңыз (немесе болашақ жұмыс берушінің цехы) қалған басқа да көптеген цехтарға ұқсас болса, яғни жеңіл нысаналар көп болса және өндірістік компаниялардың қорытынды нәтижесін барынша жақсарту үшін сізге тез өзгеріп жатқан құралдар мен цехты басқаруға арналған бағдарламалық жасақтамаға қыруар қаражат салуыңыз қажет болмас. Аздап жоспарлау, цехты біршама ұйымдастыру және үнемді өндірістің бірнеше қағидаларын қолдану – міне, осылар көбіне үздіксіз жетілдіру үшін қажеттінің бәрі болып табылады.

Ең жаңа және ең жетілдірілген өңдеу, бөлшектерді бекіту, құралдарды бекіту технологиялары мен бағдарламалауды енгізу мақсатында қаржылық мүмкіндіктері барлар үшін және осыны саналы әрі тиімді түрде жасай алатындар үшін марапаттар шексіз. Сіз бизнесте салмақты болу және көп уақытқа қалу үшін үлкен қадам бастыңыз. Енді сіздің табысыңызға басқалар да кенелуі үшін білгеніңізбен бөлісіңіз. Біз сізбен біргеміз.

Осы тарауда сіз «цехымызды барынша жақсы етейік» тұжырымдамасында одан әрі не күтіп тұрғанын білетін боласыз. Цехтағы әрбір білдекті пайдалану коэффициенті бас тартпай жұмыс істеудің 95 пайыздық межесінен асқан кезде сіздің клиенттердің қажеттіліктерін қанағаттандыру және уақтылы жеткізу көрсеткіштеріңіз осыған қарағанда бірнеше деңгей жоғары болар деп және компаниядағылардың барлығы сіздің істеп жатқаныңызды мақтан тұтар үміттенемін, жаңа аймақтарға өту уақыты келді. Әрине, сіз оқын деп жатқандардың кейбірі, мысалы, сымсыз желілер мүмкін бар да шығар, алайда олар одан әрі жұмыс істеу үшін жеткілікті деңгейде қауіпсіз әрі сенімді ме? Осыны қарастырайық.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Оны өлшеудің бірнеше тәсілі бар, бірақ ең бастапқы деңгейде жабдықтың жалпы тиімділігі (overall equipment effectiveness, OEE) білдек сол аралықта,

шын мәнінде, бірдеңе өндіретін уақыттың пайызы болып табылады. Кейбіреулер мұны білдектің пайдалану жарамдылығы, белгілі бір уақыт ішінде өндірілген жарамды бөлшектердің өлшенген тиімділігі мен пайызы ретінде сипаттайды. Басқалар мұны өндірістің жоспарланған уақытына бөлінген, қайталымның мінсіз уақытына көбейтілген бөлшектердің саны деп айтады. Өзіңіздің «ОЕЕ» кеңесшіңізбен немесе бағдарламалық жасақтама жеткізушіңізбен пікір таластырудан қысылмаңыз, бірақ оны бағалау және ол үшін сапалы әрі келісілген әдісті пайдалану аса маңызды.

Жарықты сөндіріңіз

Сіз кәдімгі цехтың басқарушысымын немесе иесімін деп елестетіп көріңіз. Өндірістік цехтың қабырғасында тік көп мақсатты СББ білдектерінің қатары тұр. Оған қарама-қарсы СББ жону білдектері орналасқан, олардың кейбіріне шыбықты беру қондырғылары қосылған. Мүмкін, бойлай жону автоматы, сымды электр желіленумен өңдеу немесе бұрғы, сондай-ақ түрлі ажарлағыш жабдықтар да бар шығар. Егер сіздікі өркендеуші компания болса (және сізге тапсырыстар келіп жатса), цехтың бір бұрышында бір-екі бес білікті білдектер немесе көп мәселелі білдектер де бар болуы мүмкін. Сіз нені болса да өңдей аласыз.

Егер сіздің цехыңыз басқа да көптеген цехтарға ұқсас болса, онда оператор әрбір білдектің немесе бір-екі білдектің алдында тұрып, бөлшектерді сабырлықпен жүктеп және алып, жол-жөнекей олардың жиектерін тексеріп тұратын болады (13-1-сурет). Оператор құралды тексеріп немесе алмастырып жатқан кезде, түскі үзіліске шыққан кезде, бөлшекті оптикалық компараторда қарау үшін техникалық байқау бөлмесіне кеткен кезде немесе досынан келесі балық аулауға баруы туралы сұрауға кетіп бара жатқан кезде, машиналардың жұмыс істемей тұруы тым жиі болады.

13-1-сурет: Таныс көрініс пе? Бәлкім, осындай тәсілмен механикалық өңдеуде тұрған ешнәрсе жоқ та шығар, алайда кейбіреулер жақсарту жасау орынды деп айтқан болар еді



Әрбір тапсырма орындалған соң тапсырмалардың санына қарай күніне бір рет немесе аптасына бірнеше рет, қайсыбіреу келесі тапсырманы баптаумен бір сағат, жұмыс күнінің жартысын немесе одан да көп уақыт жоғалтып жатқан кезде аппарат қолжетімсіз болады. Осы уақыт ішінде баптау жөніндегі маман (бәлкім, ол сіз боларсыз) машинаға кесетін құралды орнатады және оны инициациялайды, қысқыштарды немесе қысқыш жұдырықшаларды алмастырады, бағдарламаларды жүктеп, оларды сынап көреді, сондай-ақ бірінші бөлшекті сынақ үшін шығарып көреді, содан соң сіз қабылдауды күтесіз (сол арада пайдалы бір нәрсені жол-жөнекей істе жүріп) немесе саусақтарыңызды айқастырып, бірінші бөлшекті қабылдаусыз бүкіл тапсырысты шығарасыз.

«FMS»-ті қамтимыз

Тағы да стероидтардағы дәл сол цехты елестетіп көріңіз. Әрбір дербес тік көп

мақсатты білдек олардың көлденең баламасымен алмастырылған (оның не екенін білмесеңіз, олар туралы 2-тарауда талқыланады). Өрбір білдектің алдында (немесе білдек жеткізушісіне қарай оның артында, не оның бойында) темір жолдікіне ұқсас, бөлшектерге толы тұғырықтарды іліп алып, оларды жанында тұрған қоймалардың сәресіне жинайтын, ал бөлшектерге немесе шикізатқа толмаған тұғырықтарды келесі қолжетімді білдекке орналастыра отырып, білдектен білдекке шапқылайтын қондырғыларды автоматты түрде алмастыру қондырғысы қозғалатын рельстер бар.

Осындай жүйе икемді өндірістік жүйе немесе икемді өндірістік модуль (ИӨЖ немесе ИӨМ) деп аталады, ол қатты қорытпалы кесетін құралдар заманынан бергі білдек цехтарының ең жақсы өнертабысы болып табылады. Жүк тұғырықтары мен ол қызмет көрсететін бірқатар сәрелерге арналған робот-реттеп салғышпен қоса ИӨМ білдек операторы (немесе робот) жылжымалы тұғырықтарға бөлшектерді тиейтін немесе алатын орын, кез келген ИӨМ-нің өзегі болып табылатын бір немесе бірнеше жүктеу станцияларымен жабдықталған. Нақ осы жерде күрделі бағдарламалау орын алады және «ненің қайда баратыны» туралы шешімдер қабылданады, олар өз кезегінде ИӨМ операторлары бекітетін алдын ала анықталған ережелерге негізделген.

ИӨМ кескіндемелердің таңғалдыралық алуан түрлілігімен қолжетімді. Көлденең көп мақсатты білдектердің дәстүрлі қатары. Өрқайсысы өзінің төртеуден тұратын (немесе одан көп) тіреуіштік үстіңгі қабатымен және айналмалы үстелімен жабдықтың басқа түрімен оңай жабдықтала алады. Оларға электржелілік білдектер, ажарлауыш білдектер, тісті фрезерлі білдектер, бөлшектерді жуу немесе бақылау станциялары, СББ жону білдектері және тіпті біздің мысалымызға кірмеген тік көп мақсатты білдектер де жатуы мүмкін (алайда бірнеше себептерге байланысты көлденеңдері автоматтандыру үшін көбірек қолайлы). Осы әр түрлі білдектердің әрқайсысына бөлшектерді ауыстырумен қатар заманауи ИӨМ технологиялары ИӨМ-ге біріктірілген СББ білдектері мен аспаптық қоймалардың арасында кесетін құралдар мен ұстағыштарды бірлесіп пайдалануға да мүмкіндік береді (қажет болған жағдайда). Егер жүйе шартты №254 құралдың жүзі өтпей қалғанын таныса, онда ол аспаптық қоймаға баламалы құралды алмастыру немесе көрші білдектен ала тұру туралы дабылды бере алады (13-2-сурет).

13-2-сурет.
«Окума Америка
(Okuma America)»
рұқсатымен



Егер сіз бұл автокөлік техникасын өндірушілерге немесе сантехниканың миллиондаған бірліктерін шығаратын цехтарға арналған үздік жүйе деп ойласаңыз, онда сіздің қателеспегеніңіз (алайда ірі топтамалы өндіріс кәсіпорындары көбіне автоматтық желілер және икемді автоматтандырылған өндіріс секілді білдектік өңдеудің басқа технологияларына жүгінеді, келесі тарауларды қараңыз). Дегенмен ИӨМ көп бөлшектерді жылдам беру мен оңтайлы шығыннан басқа да анағұрлым көп нәрсені жасай алады. Түрлі дерлік жүздеген бөлшектерді бір мезгілде жасау мүмкін болғандықтан, сондай-ақ қойма сәрелерінде болашақта пайдалану үшін жабдықталған тұғырықтардың арқасында ИӨМ клиенттеріне баржоғы бір немесе екі бөлшекті жиі әрі уақтылы жеткізіп отыру қажет болатын шағын көлемді

кәсіпорындар үшін де үздік нұсқа болып табылады. Бұл сонымен қатар цехтардың арнайы тапсырыстар бойынша топтамалық өндіріс көлеміне шығуына немесе білдекті операцияға баптауға және бөлшек сынақты күтіп тұрған кезде басқа нәрсені өңдеу үшін орауға мүмкіндік береді.

Осындай жүйелердің енгізілуі біраз күш жұмсауды, жоғары деңгейде ұйымдастыруды, сондай-ақ миллионнан асатын баға көрсеткіштерді ескере отырып, қалың әмияныңыздың болғанын қажет етеді. Құралды дербес алдын ала баптау, құралдың жарамдылық мерзімін басқару, сүмбіні бергішпен өлшеу, құрал қозғалысының траекториясын модельдеуге арналған бағдарламалық жасақтама және ұқсас технологиялар секілді (цехқа бәрібір керек болатын) қосымша жүйелер де болуы тиіс. Дегенмен осындай технологияларды пайдалану білдек жұмыстарының Қасиетті граальге қол жеткізу үшін қажетті шарт болып табылады, ол адамның қатысуын қажет етпейтін толығымен автоматтандырылған өндіріс.

Икемділікке сапар

ИӨМ артықшылықтарының бірі – оның аз қозғалыспен көбірек операциялар жасау қабілетінде. Оған ұқсас, бірақ көбіне анағұрлым арзандау баламасы икемді автоматтандырылған өндіріс болып табылады. Бір-екі көп мақсатты білдекті, жону білдегін және бірнеше қиықжиек түсіргішті шеңбер етіп бірге жинаңыз, операторды немесе роботты ортасына орналастырыңыз және «кірісте шикізат, шығыста дайын өнім» делінетін білдек жұмыстарының парадигмасына сәйкес бөлшектерді бір мезгілде бірнеше операциялардан өткізіңіз.

Бір модуль бір дегенде бір бөлшекті айлап немесе жылдап жасайтын осы тәсілді ірі топтамалы өндіріс кәсіпорындары ұзақ уақыт ұстанып келді. Осы жағдайда бір сүмбі екіншісінің босауын күтіп тұрып қалған кезде уақыт көлемін барынша азайтып, барлық модуль бойынша операцияларды теңестіру маңызды (әрбір операцияның шамамен бірдей ұзақтығы болуына қол жеткізе отырып). Дегенмен тез әрекет ететін немесе кем дегенде ойластырылып бекітілген өнімнің дұрыс түржинағымен қоса көлемі шағын және операциялар арасындағы ауыстырудың уақыты аз болатындай етіп бір шөкім бөлшекті өндіру үшін бір модуль пайдаланылады.

Егер сізге, шынында да, миллиондаған бөлшектер өндіру қажет болса және сізді баптау үшін қажет болатын ұзақ уақыт (әңгіме күндер немесе апталар туралы болып жатыр) пен арнайы құрал алаңдатпаса, онда сіз үшін дұрыс шешім автоматты білдек желісі немесе бөлгіш-айналмалы үстелі бар агрегатты білдек болып табылады. Автокөлік конвейері секілді қағидаларға сүйене отырып, бөлшектер автоматты түрде білдектен білдекке берілген жылдамдықпен ауысады (көбіне бөлгіш-айналмалы үстелі бар агрегатты білдек ретінде белгілі айналма тәсілмен). Мұндай модульдер арзан тұрмайды және шығынды өтеу үшін сөзсіз өндірістің үлкен көлемін (миллиондаған) қажет етеді, алайда сіз қаламсап шығаратын фабрика ашып жатсаңыз немесе гидравликалы фитинг сатумен айналысқыңыз келсе, онда білдектің осы түрі ең қажеті болып табылады.

Білдектерді қашықтықтан бақылау

Ұзаққа созылған жұмыс күнінің аяғында жарықты сөндіріп, есікті жауып, отбасыңыз бен достарыңызға барғанға не жетсін? Ал егер сіз келесі күні немесе дүйсенбі күні таңертең көлдегі демалыстан соң қайтып келгеніңізде дайын бөлшектердің дестесі дайын тұрса, одан да жақсы болған болар еді.

Осындай толығымен автоматтандырылған өндіріс ИӨМ-нің арқасында мүмкін болды, дегенмен тіпті ең функционалды автоматтандырылған жүйенің өзі құралдың оқыс сынуына бейім немесе көп миллионды техниканың мүмкіндігін тауысатын мөлшерлес емес шикізат кесегі түсіп қалады. Әзірше ИӨМ-нің біреуге түн ішінде қоңырау шалып, ол адамға «Әй, бір мәселе туындап тұр, шалбарыңызды кие салып, осында келгеніңіз дұрыс» деп айту мүмкіндігі

болғанға дейін толығымен автоматтандырылған өндірістің келешегі саусақтарыңызды аяқастырып, бәрінің жақсы аяқталатынын үміттенуге саяды. Мұндай жария ету түрі білдек жабдығын қашықтықтан бақылау жүйесі деп аталады. Бұл зымыран құрастыру емес және өтелуі үшін қымбат тұратын көп операциялық білдектерді немесе парктерді, не роботтарды қажет етпейді. Шын мәнінде, ары кетсе бір-екі мың долларға (немесе одан да азға) және ғаламторға қосылу бағасына іс жүзінде кез келген цехты түнгі ауысымда әрі операторсыз білдектер жасаудың сойқанына айналдыруға болады.

Әрине, қайталым уақыты тым көп болмас (кейбір баспа-пішіндерді қысыммен құю үшін дайындауға бірнеше күн кетеді) немесе сізде шыбықты беріліспен жабдықталған жону білдегі бар болса (көптеген цехтарда анағұрлым кеңінен таралған және көбіне білдектің жұмысын оператордың қатысуынсыз бірнеше сағат бойы ұстап тұра алатын), онда сіз, бәлкім, материалдарды алып-салудың автоматтандырылған қондырғысының бір түрін – қызметкерлер үйіне кеткен кезде жұмыс істеп тұрған білдекке шикізаттың үздіксіз берілуін қамтамасыз ету үшін тұғырықтарды ауыстыруға арналған роботты немесе қондырғыны қажет етерсіз. Сізге сонымен қатар жоңқаны алып тастауға арналған тасымалдағыш, тамаша жоңқа бұрмасы, құралдың тозуға төзімділігін бақылау қондырғысы, сүмбіні бергішпен өлшеу және болжамды үдерістер қажет болады (қажет болуы ықтимал). Осы және басқа да маңызды білдек саймандары үшін 8-тарауды қараңыз.

Скотти, мені сәулеңмен қағып алшы

«Жұлдызды сапар» телесериалында «Энтерпрайз» жаужүрек кемесінің экипажы өзге планеталық түрлермен қарым-қатынасқа түсу үшін әмбебап аудармашыларды қолданған. «ТАРДИС» ғарыш кемесі өзінің тұрғындарын кеңістік пен уақыттан алып өтіп қоймастан адамдардың Сиоракстермен, Селахиамилармен және басқа да өмір түрлерімен сөйлесуіне мүмкіндік берген доктор Кей де тура солай жасаған. Ғылыми-фантастикалық салаға ауысқаным үшін кешірім өтінемін, бірақ бұл жердегі ойдың мәні жақын уақытқа дейін білдектер және роботтар мен шыбықты беру қондырғылары секілді қосалқы қондырғылардың ортақ тілі болған жоқ және олар Клингондар мен шотланттықтар секілді қарым-қатынасқа түсуден артыққа қабілетті болған емес. «MTConnect»-ті іске қосыңыз. Бұл әмбебап аудармашы емес, тіпті тіл де болып табылмайды, керісінше, ол өндірістік жабдықтар мәліметтермен бөлісе алатын өнеркәсіптік жабдық болып табылады. IT-ға қатысты басқалар секілді «MTConnect» сипаттайтын техникалық ақпарат «HTTP», «LDAP» және «XML» сияқты әр түрлі айлакер қысқартуларға тола. Сізге машинист ретінде (а) әрбір білдектің «MTConnect»-ті пайдаланғанға дейін бағдарламалық интерфейсті қажет ететінін және (ә) байланыстың тек біржақты екенін білу қажет: сіз өз жабдығыңызға не істеу қажеттігін мәлімдеу үшін «MTConnect»-ті пайдалана алмайсыз, тек одан мәлімдеме қабылдай аласыз. Дегенмен де осындай аудармашылар өндірісті қашықтықтан басқару мен Заттардың өнеркәсіптік ғаламторы (IIoT) жасайтынның маңызды бөлігі болып табылады.

Сымсыз технологияларға «иә» дейміз

Сымдарда тұрған көңілді ештеңе жоқ. Сіз оларға сүрінесіз, олар үнемі қажет өлшемге қарағанда бірнеше дюймға қысқалау болып келеді әрі олар ең бір қолайсыз сәтте ажырап кетеді. Егер сіз Эрик Клэптон* болсаңыз, онда тоқсызданған жақсы, бірақ сіз желілік қондырғы болсаңыз ол тек бірнәрсені – сіздің тұйыққа тірелгеніңізді білдіруі мүмкін. Өкінішке орай, электр қуаты ең кемі жақын болашақта жез сымдар арқылы ғана берілуі мүмкін, алайда сіздің цехыңыз неліктен сымсыз бола алмайтынына себеп аз.

Мен 15-тарауда атап өткендей, сымсыз желі кез келген мекеменің баға жетпес бос орнын алып жатқан қағаз құжаттардың бір вагоны мен кішкентай арбасын жоюдың алғашқы қадамы болып табылады. Одан да маңыздырағы, сымсыз желі компьютерлер мен білдектердің жергілікті желі мен «RS-232» кабельдерін қайта бағыттау қажеттілігінсіз еркін қозғалуын қамтамасыз етеді. Көптеген заманауи СББ білдектері сымсыз қосылу мүмкіндігімен стандартты құрамдаумен жеткізіледі немесе оны қосымша опция ретінде

ұсынады. Егер сіздің білдегіңіз Билл Гейтс «Windows»-ты ойлап тапқанға дейін (оған көмектескенін айта кетейін) жасалғаны болса да, қосалқы бөлшектер нарығында сіздің СББ білдегіңізді ноутбугыңыз секілді «Wi-Fi» үйлесімді ететін, СББ білдегінің байланыс портына қосуға болатын қондырғылардың бірқатары бар.

«RS-232» мәліметтер интерфейсі 1962 жылы Құрама штаттардың президенті Джон Кеннеди Кубадағы бірнеше баллистикалық зымыраны бар бірнеше алаңқайлар үшін кеңестік бірінші хатшы Никита Хрущевпен күш сынасып жатқан кезде енгізілген. Екі көшбасшы да баяғыда аспандағы саяси мінберге көтеріліп кеткен, «RS-232» қалып отыр және бүгінгі таңда сатылып жатқан кез келген дерлік СББ жабдықтарында қолжетімді. Оларды қолдану үшін сізге өткізгіштер орналасуының сызбасын, сондай-ақ «DTE» мен «DCE» арасындағы айырмашылықты зерттеу қажет, бірақ мұның бәрі «Ethernet» пен сымсыз желілердің қымбат емес, баяу және анағұрлым болжалсыз баламалары болып табылады.

Ақаусыз жүйе

Сымсыз болу-болмауына қарамастан барлық компьютер желілері қорғалуы тиіс. Егер мен танымал жылжымайтын мүлік алпауытынан таптаурынды қарызға ала алатын болсам, ең қажетті нәрсе ата-анасының үйіндегі жертөледе тұратын, сіздің үйіңізге, жұмысыңызға немесе зауытыңызға зиян келтіру үшін бос уақыты жеткілікті есерсоқтау адамның болғаны. Ол бір қарағанда еш зияны жоқ, салымында вирусы бар хат жіберу, компьютерді немесе серверді түнделетіп бұзу немесе нашар қызмет көрсетілетін брандмауэрді орағытып өту арқылы ғаламторлы үйлесімді білдекке шабуыл жасау мақсатындағы дүние. Төменде бірнеше кеңінен таралған нашар жігіттің (немесе нашар бойжеткеннің) зиянкес компьютерлік бағдарламалар түрі келтірілген:

»» **Жарнамалық БЖ:** сіздің төмен пайыздық мөлшерлемені немесе Дисней Лэндке тегін бару жолдамасын ұтып алуды жарнамалайтын ығырынды шығаратын қалқымалы терезелерді көргеніңіз бар ма? Кейбір сайттар осы пайдасыз назар аудартуды өз бетінше түрлендіреді, бірақ бұл өткен аптада ДК тазалауға арналған тегін бағдарламамен бірге орнатып алған кездейсоқ ЖБ жарнамасы болуы да мүмкін.

»» **Бопсалаушы-вирус:** сіз кешкі жаңалықтардағы болған жайттарды көрдіңіз. Сіз бен мен секілді қарапайым адамдардың (сіз қарапайым адамсыз ғой, иә?) компьютерлерін бұзып, олардың барлық жеке ақпараттары арғы жақтағы оңбаған бұзақы төрт жүз долларын алғанға дейін кепілдікке түседі. Осы ренішті жағдайлар копанияларға да қатысты.

»» **Тыңшылық БЖ:** жоғарыда сипатталған кейітетін жарнамалық БЖ көбіне анағұрлым пасық мақсатқа арналған бағдарламаны ілестіріп жүреді. Тыңшылық БЖ, атауынан көрініп тұрғандай, несие карталарының нөмірі мен құпиясөздерін жинап, оларды екінші басындағы зұлым адамға жөнелтіп, жарнамалық БЖ-ның артында тыныш отыра береді.

»» **«Троян аты»:** өзінің атауын Троя қаласын жаулап алу үшін грек жауынгерлері пайдаланған шомбал ағаш аттан алған «троян аттары» жүйеңіздің ішіне енген соң достық вирусқа қарсы бағдарламаларды бүркеніп, банктік ақпараттарды ұрлайды, вирусқа қарсы бағдарламаларды бұғаттайды және басқа да әр түрлі осыған ұқсас былықтар жасайды.

»» **Вирус:** адамдардың вирусы секілді бұл вирустар да жолындағының барлығының астанкестенің шығарып, тасымалдаушыдан тасымалдаушыға беріледі. Тасымалдаудың ең кеңінен таралған түрлерінің бірі – вирустың «Microsoft Word» құжатына немесе «Excel» файлына қосылуы, ол содан соң ашқан кезде алушының компьютерін немесе файлдық серверін зақымдайды.

»» **Құрт:** бүгінгі таңда желі аздап баяу секілді ме? Файлдарды жүктеу тым ұзақ секілді, ал веб-парақшалар бұрынғыдай тез ашылмайды ма? Бұл өзін-өзі бірнеше рет көшірмелеу арқылы болатын және өткізгіштік қабілетті тұтына отырып, тасымалдаушы компьютерді қайта жүктей отырып, желі бойынша таралатын бағдарлама – құрт болып табылады.

«Sirefef», «Petya», «CryptoLocker», «Locky, Zeus» – зиянкес бағдарламалар тізімін жалғастыра беруге болады. Осыған қарамастан біздің көпшілігіміз мұның бізге ешқашан қатысы болмайтындай көріп, күнделікті тіршілігімізді жалғастыра береміз...бір күні біздің басымызға түскенге дейін. Осы кезде сыни мәліметтердің ұрланып кетуі, жойылуы немесе құн талап ету үшін ұсталып тұруы мүмкін. Жай ғана бүгін жолыңыздың болмағаны.

Қаншалықты қызығарлықтай болғанымен, сыртқы әлемнен қол үзу баяғы өткен заманның белгісі (егер, әрине, олар болған болса). Оларсыз қандай бизнестің жұмыс істеуі мүмкін екені белгісіз әрекет болып табылатын электронды пошта мен веб-парақшаларды қарамай-ақ өмір сүруді ескермегенде, дүркін-дүркін тескіштің жаңартылуын қажет ететін білдектер секілді бағдарламалық жүйелер әлі де жүйелі түрде түзетуді қажет етеді. Бұл әдетте осындай сандық активтерді ғаламтордан жүктеу арқылы жасалады. Тіпті осындай түзетулерсіз-ақ, БЖ, ғаламтор клиенттермен және жеткізушілермен ынтымақтастық үшін және т.б. үшін бөлшектердің үш өлшемді модельдері мен құралдар туралы, кесетін құралдардың мәліметтері туралы анықтама алудың барынша қалаулы әрі басым әдісіне айналуға.

Көптеген кәсіпорындардың IT қажеттіліктерін маман-бағдарламашылар, иеленушінің баласы немесе толық емес жұмыс күніне жалданған, барлығы тым нашарлап кеткен кезде ғана келетін кеңесші қанағаттандырады. Өндірістің кез келген жерінде компьютерлерге, бағдарламалық жасақтамаларға және желілік технологияларға тәуелділіктің артуына байланысты бірнешедең астам компьютерлері (оның ішінде СББ білдектерінде) бар цехтардың барлығында жүйелі түрде жаңарту мен компания жүйелерін бақылайтын нақты айқындалған IT стратегиясы болуы тиіс.

Егер сіздің білікті маманды толық жұмыс күніне алуға мүмкіндігіңіз болмаса, осындай қызмет көрсетумен айналысатын IT фирмасымен ынтымақтастық орнатыңыз.

Арам пайғалды осындай зұлым адамдардан аулақ болу үшін сіз жасай алатын бірнеше қадамдар бар. Ең дұрысы барлық білдектерге адамдарды сілтемелерді баспауға немесе стикерлерге құпиясөздерді жазып, оны мониторға іліп қоймауға үйрететін жақсы вирусқа қарсы бағдарламаны орнатып, содан кейін пайдаланушыларды оқыту болып табылады. Екі әдіс те вирустар мен зиянкес бағдарламалардың желі бойынша таралуының алдын алады.

Екіншіден, ғаламторға шығатын кәсіпорындардың барлығында компьютермен басқарылатын жабдықты басқа компьютерлерден оқшаулайтын аппараттық брендмауэр болуы тиіс. Олардың кейбіреуін желілік қауіпсіздікке арналған жабдықты өндірушілермен бірлесе отырып, білдек жасаушылар қолжетімді еткен және олар бірлесіп, білдектерді «IoT» қолдауы бар ғаламторға сенімді қосатын қуатты әрі қолданысы қарапайым қондырғыларды ұсынады. Егер сіздің цехыңыз ғаламторда қауіпсіз серфингті жоспарлап отырса, онда сізге осы немесе осыған ұқсас қорғану түрлерін қарастырған жөн.

Құралдарды ақылдырақ етеміз

Ақылды телефондар, ақылды автокөліктер, ақылды үй жануарлары мен балалар. Осы пайдалы заттардың барлығы біздің өмірімізді жеңілдететі, ал кейбір жағдайларда қолайлы да етеді. Білдектік кәсіпорын үшін ақылды білдектер мен кесетін құралдар көбірек өнімділікті және соған сәйкес көбірек пайданы білдіреді. Алайда, шын мәнінде, бұрғыны немесе карбидтің кесегін қалай *ақылды* етуге болады?

Кейбір салалық сарапшылар жақын арада құрал ұстағыштар бергіштермен жабдықталатын болады деп пайымдайды, мысалы, хладагент деңгейін бақылау немесе оның азаюын белгілеу, не кесу күшін өлшеу, не болмаса көрші ретке келтіргішке я тіпті білдектің өзінде туындауы ықтимал қиындық туралы мәлімдеме жасау. Осы тұста, бүйірлік бергіштері бар СББ білдектерінің бірқатары мен роботтар қолжетімді, олар сүмбіге түскен жүктемені, мойынтіректің температурасын, қозғалтқыштың жылдамдығын және білдектің жұмысы туралы басқа да мәліметтерді бақылайды, содан соң өзінің бақылағандарын ақпарат жинау

қондырғысына немесе талдауды БЖ-мен жабдықталған компьютерлік серверге жолдайды (13-3-суретті қараңыз), не мәліметтерді баламалы бұлттық жүйелерге береді.

Автоөндірушілер осы сандық сәнге ден қойып, өздеріне және өздерінің жеткізушілеріне техникалық бақылаудың және жабдық жұмысындағы әлеуетті тұрып қалудың тиімдірек бақылауын қамтамасыз етеді. Алайда басқалардың ойлағанынан да бұрын мезгілі жетіп, білдек операциялары жүйелі және автоматты түрде құралдардың жүзі өтпей қалғанынан бастап, СББ-нің қандай бағдарламасы өңдеудің төмен тиімділігін беретіні мен Бобтың кеше білдекті неше рет әрі не үшін тоқтатқынын толығымен бақылайтын болады.

13-3-сурет: Білдектің автоматтандырылған жүйелеріне мониторинг жасау қондырғысы құралдың тозуын, сынуын және қақтығысуын анықтаудың көмегімен білдекті тоқтатып, одан әрі залалды болдырмай, қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.



«Sandvik Coromant» рұқсатымен

Тербелісті басу

Ақылды құралдарды жасаудың тағы бір мысалы тербеліс пен шуды басу саласына қатысты. Жұқа қабырғалы алюминийден жасалған үлкен құрауышты өңдеу кезіндегі шиқылды естіген кез келген адамнан сұрасаңыз болады, тербеліс ешкімге де жағымды әсер бермейді. Ол өңделетін үстіңгі қабаттарында толқынды дірілді туындатып, кесетін құралдарды зақымдайды және цехтағылардың барлығын құлақ тығынын іздеп жүгіріп кетуге мәжбүр етеді.

Кесетін құралдарды өндірушілер жонғыш шыбықтарды және басқа да ұзын өлшемді кесетін құралдардағы тербелісті басу үшін көп күш жұмсады. Құралдың ең ұшындағы тербеліске қарсы күрделі механизмдермен қатар кейбір өндірушілер ішіне кесу жағдайын бақылау мен мобильді қондырғыдағы тиісті басқару қосымшаларына сымсыз байланыс арқылы ақпарат жолдау қабілетіне ие электронды құралдарды орнатады. Кейбір жағдайларда тура сол құралдар бөлшекті өлшеу және ретке келтіру бұрандасын ширек айналымға бұрау үшін машинаны тоқтатпай-ақ дәл сол қосымшамен қашықтықтан бапталуы мүмкін. Егер тербелісті туындататын бүкпелер оларды іске қосқанға дейін қалдырылатын болса ше? Шешімдерді жеткізушілердің кем дегенде біреуі білдектің, құрал ұстағыштың және кесетін құралдың жиілігін бірге біртұтас жүйе ретінде талдайтын, ал содан соң осы құралдар біртұтастық ретінде ең оңтайлы көрсеткіштер беретін «қақ ортаны» көрсететін технологияны жасау арқылы осы мәселені шешіп қойған (13-4-суретті қараңыз). Осы тәсіл жүйкеге тиетін тербелісті басып қана қоймай, сондай-ақ құралдың жарамдылық мерзімін арттырады және бұрын қолжетімсіз болған беріліс жылдамдығы мен сүмбінің жылдамдығын қамтамасыз етеді.

13-4-сурет: Білдекті, құрал ұстағышты және кесетін құралды «тықылдатып тексеру» тербелістің азаюына және құралдың жарамдылық мерзімін арттыратын сүмбінің тербелістің ең аз деңгейін туындататын жылдамдығын анықтайды.



«BlueSwarf» рұқсатымен

Таңбалау

Келешегі бұлыңғырлау ең соңғы технологиялардың бірі құрал ұстағыштарға арналған радиожилік сәйкестендіру таңбасын (RFID) пайдалану болып табылады. Алғаш рет ветеринарға барған кезде өзіңіздің үйіңіздегі чихуахуаның мойнына тағып қойған (ол, шын мәнінде, ауыртады) сәйкестендіру чипі секілді «RFID» таңбасына да кез келген ақпаратты кодтауға болады. Лулумен болған жағдайда ол сіздің атыңыз, мекен-жайыңыз және телефоныңыздың нөмірі болатын, бірақ көп мақсатты білдекке қатысты құрал ұстағышқа бекітілген құрылғы туралы сөз болған кезде құралдың нөмірі, ұзындығы және диаметрге түзетілуі, соңғы рет қашан пайдаланылғаны және әлі пайдалану үшін қанша уақыт қалғаны, беріліс жылдамдығы туралы ақпарат, аспаптық жәшікте оның қай жерде тұрғаны, тағы қай жерден сатып алуға болатыны... шын мәнінде, не қаласаңыз соны жазатыныңыз сөзсіз.

«RFID» үйлесімді СББ (және қуаты азырақ білдектерге қосылған қосалқы оқып алғыштар) кейін құралды білдекке қосқан кезде басқару элементін жаңа мәліметтерге жаңарта отырып, осы мәндерді оқи алады. Бұл білдектерді баптау кезінде маңызды және бұрын сөзсіз болған сыни нүктелерді алып тастайды: оператордың байқамай қораптың бұрыс ұяшығына немесе айналмалы атанаққа құралды орнатып қойғаны білдекті апаттық жағдайға әкеп соғады. Ал құрал білдектен алынған соң оны пайдалану туралы мәліметтер мен басқа да ақпарат одан кейінгі әлеуетті бас тарту нүктелерін жоя отырып, автоматты түрде жаңартыла алады.



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

«RFID» белсенді емес немесе белсенді кескіндемесінде қолжетімді. Соңғысы батареядан қоректенетін «RFID»-чиптерінің болуын, оған қоса «RFID»-чипінің әрқайсысының орналасқан жерін бақылап отыру үшін барлық цех бойынша стратегиялық тұрғыда орналастырылған толқынжымалардың болуын талап етеді және әдеттегідей құнды жылжымалы активтерді, мысалы, шанышқылы көтергіштерді немесе координатарды өлшеудің ықшам жүйелерін (СММ) бақылау үшін қолданылады. Екінші жағынан, белсенді емес «RFID»-ті жүзеге асыру – таңбаны бекіту, ақпаратты енгізу, оқу және тағы аздап жазба енгізу жеңілдеу әрі арзанырақ түседі.

«RFID»

«RFID» соншалықты кең таралмаған. Стартерлер үшін дербес құралды алдын ала баптау міндетті шарт болып табылады. «RFID» таңбаларына сәйкес келу үшін барлық құрал ұстағыштар өзгертілуі тиіс немесе қосымша инвестицияны қажет ететін, оларды жеткізетін компанияға жаңаларына тапсырыс беру қажет (саны тез өсуде). Әлі «RFID»-пен ілгірілетілмеген әрбір білдекте оқығыш орнатылуы, басқарудың тиісті опциялары (құралмен қаматамасыз ету және макростардың мүмкіншіліктері, оның не екенін білмесеңіз, абзалы 8-тарауда қараған жөн) қосылуы тиіс, сондай-ақ оқығыш пен «RFID» ЖБ құралдары бар жәшікте орналтылуы тиіс. Одан әрі тесттілеу жүргізу, операторларды оқыту және құралдарды баптаудың жаңа парадигмасын танытын қалыптасқан үдеріске келу қажет. Қалай дегенмен де, «RFID» үздіксіз жетілдірудің нәтижесін көргісі келген кәсіпорындар үшін лайықты жоба болып табылады.

4-БӨЛІМ

ОНДЫҚТАР БӨЛІМІ

ОСЫ БӨЛІМДЕ...

- ✓ Достарыңызды өндіріс технологиясы саласындағы біліміңізбен таңғалдырыңыз.
- ✓ Толық мәніндегі машина құраушы болыңыз, бәлкім, соның нәтижесінде жалақыңызға жақсы үстеме аларсыз.
- ✓ «Big Data, Industry 4.0 және IoT»-ге терең бойлаңыз. Ол естіліп тұрғанындай қорқынышты емес.
- ✓ Құмырсқаның үлкендігіндей машиналарға зер салып қараңыз, сөйтіп МЭМЖ-нің (микроэлектрлі-механикалық жүйе) нені білдіретінін біліңіз.
- ✓ Салмақты азайты отырып, заттарды тезірек жасаңыз.
- ✓ Қағазсыз өндіріске көшіңіз, оны автоматтандырыңыз және өзгерістерді құшақ жая қарсы алыңыз.
- ✓ Тезірек ұсыныңыз, ақылмен жылдамдай түсіңіз.
- ✓ Көбірек табысқа қарай үлкен қадамдар жасаңыз

ОСЫ ТАРАУДА:

1. Қателерді болдырмау
2. Дұрыс сауда жасау
3. Берілістер мен жылдамдықтар
4. Өнімнің біртектілігін сақтау
5. Сұйықтық шығынын реттеу
6. Білдекке техникалық қызмет көрсету

14-ТАРАУ. ҮДЕРІСТЕРДІ БОЛЖАЛДЫ ЕТУДІҢ ОН ТӘСІЛІ

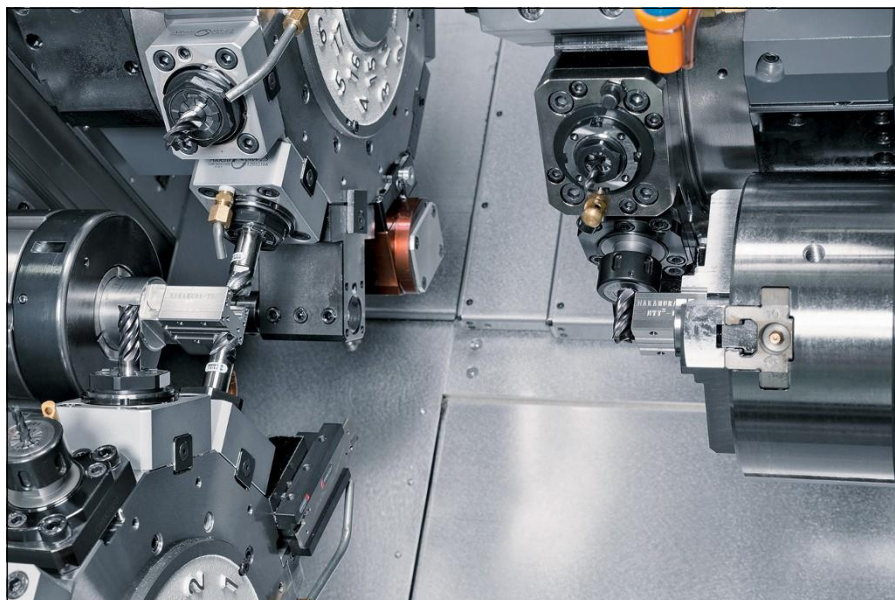
«Біз бір нәрсе туралы білу керектінің барлығын біле алмайтынықтан, барлығы туралы аздап болса да білуіміз тиіс»

БЛЭЙЗ ПАСКАЛЬ

Сіз соңында не болатынын білгіңіз келеді ме. Тура Нью-Йорктағы биржа қорындағы хеджирлеу қорының менеджерлерін осы аптада қандай компаниялар белсенді түрде алға шығады деген сұрақтың толғандыратыны сияқты, «Алдыңғы қатарлы журналистика» бойынша курсқа ілігуге үміттеніп, келесі семестрге дайындалып жатқан білімгерлер секілді. Адамдар өмірінің болжалды болғанын қалайды.

Оператор үшін болжалсыздық шудың қатты деңгейі мен сынған құралдарды, сондай-ақ сатып алу жөніндегі менеджерге қазір ғана бүлдіріп тастаған жұмыс үшін материалдың неліктен көбірек қажет екендігін түсіндіру не себепті қажет болатыны білдіреді. Бұл кеш жеткізулер мен бейсенбі күнгі таңертеңгілікте ешқандай тоқаштың болмасын білдіреді, себебі бастығыңыз әлі де сізге ашулы. Бұл осы күзде қызметтің жоғарыламауын немесе цех сіздің кесіріңізден мықты клиентін жоғалтып алғандықтан, мүлде басқа жұмыс іздеу қажеттігін білдіреді. Механикалық өңдеу үшін болжалдық зеріктіретін нәрсе емес, ол ізгілік пен қажеттілік болып табылады. Осы тарауда сіз жасаған нәрсеңіздің бәрінде келісушілік пен сенімділікке қол жеткізудің он тәсілін табасыз.

14-1-сурет: Көп мақсатты және жону-фрезерлеу білдектері өнімнің сапасын және біркелкілігін көбіне барлығын бір үдеріске біріктіре отырып, екінші операцияны болдырмау арқылы жақсартады



Ғылыми тұрғыдан ойлау

«Егер сіз оны үнемі бір тәсілмен жасайтын болсаңыз, онда оны қалай жасайтыныңыз маңызды емес». Бұл менің тәлімгерім Джоннан цехта бірінші күні жұмыс істеуді бастаған кезде естігенім. Ол маған қол бұрандасының алдында қалай тұруым, саптамаларды қай жерінен ұстауым және қандай күшпен тартуым қажеттігін және білдекті қолмен басқарудың негізгі тәртіптерін түсіндірді. Оның мақсаты, айтуынша, біркелкілік болып табылады, ал онсыз бөлшектердің өлшемі өзгереді, ал құралдар сынады немесе тозады.

Оның айтқаны шындық болып шықты. СББ (сандық бағдарламалық басқару) көмегімен саптамаларды тарту қажеттілігі және күні бойы бір орында тұру жойылғанымен, жоғарыда келтірілген біркелкілікті сақтау туралы цитатада күшінде қалады. Онда айырмашалық неде? Мысалы, СББ білдектеріндегі болжалды үдерістерге келесі жолмен қол жеткізіледі:

- » Механикалық өңдеудің нақты анықталған стратегиялары
- » Бағдарламалаудың бірізді әдістері
- » Білдекке техникалық қызмет көрсету
- » Өңдеу операцияларын жіті түсіну
- » Ғылыми тұрғыдан ойлау

Бұдан басқа тәсілдер де бар, олардың кейбірін мен келесі тарауларда нақты сипайттайтын боламын, алайда осындағы соңғы жол – ғылыми тұрғыдан ойлау – ерекше мән беруге тұрарлықтай, ол сондай-ақ Джонның маған төрт онжылдық бұрын дерлік берген кеңесіне де қатысты: бір тәсілді ұстану, ал сізге бірнәрсені өзгерту қажет болған жағдайда, бір жолы бір нәрсені ғана өзгертуге тырысыңыз.

Мен өзім олай істей алмаймын. Мен қандай да бір механикалық мәселе туындаған кезде, менің ойымша, мәселені шешуге көмектесуі мүмкін барлық тәсілдерді іске қосып, осы сайтан алғыр мәселе шешілгенге дейін кеңінен қамту тактикасына сүйенемін. Кімнің тұрақтылыққа қол жеткізгенге дейін бірінің артынан бірін орындаумен беріліс жылдамдығын шыдамдылықпен арттырып тұратын, кесудің тереңдігін баптайтын, жаңа ендірмені сынақтан өткізетін немесе үдеріс барысында ондаған түзетулерді қолданатын уақыты бар? Алайда табысқа қол жеткізгіңіз келсе, онда сіздің Джонға көбірек ұқсап, маған азырақ ұқсағаныңыз жөн. Кеңінен қамтудың мәжбүрлі тактикасы су кетіп жатқан шүмегі үшін немесе қаркешкіш қозғалтқышының қатты бос

жүрісі үшін жақсы болуы мүмкін, бірақ қымбат тұратын білдек үшін ол апаттың көзі болып табылады.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Егер сіздің ғылыми әдіске қызығушылығыңыз болса, астрономия, оптика және математика саласындағы зерттеулері Ренессансқа дейінгі жүз жыл бұрын ғылыми болжамдар мен сынақтардың негізін салған парсылық ғалым Абу Райхан әл-Бирунидің жұмыстарын қараңыз. Ол геоцентризм теориясын ұстанғанымен (Жердің ғаламның кіндігі болып табылатындығы туралы), қайсыбіреулер ол күндік жылдың ұзақтығын шынайы мәнінен 15 минуттік ауытқумен ғана және ғаламшарымыздың диаметрін 200 мильдік ауытқумен ғана есептей алды деп пайымдайды. Телескоптың тағы да 600 жыл бойы ойлап табылмайтынын ескерсек, айтарлықтай көңілге қонымды болып табылады.

Берілістер мен жылдамдықтарды зерттейміз

16-тарауда мен механикалық өңдеу шекарасын кеңейту туралы сөз қозғаймын. Мен оны «тұрақты үдеріс әзірленіп болғанға дейін» деп пайымдаймын. Оған қол жеткізудің көп бөлігі берілістер мен жылдамдықтарды меңгеру болып табылады.

1-тарауда сіз, бәлкім, басында қарап алғыңыз келетін таңғаларлық ұқсастық бар («Берілістер мен жылдамдықтар: кеттік!» қыстырмасын қараңыз), алайда келесі тарауларда берілістің жылдамдығына, жылдамдыққа және кесудің тереңдігіне қатысты толығырақ техникалық түсіндірме келтіріледі. Олардың көпшілігі дюймдар мен футтарда келтірілген (осы үшін кешірім өтінемін, бірақ мен Құрама Штаттардың тумасымын), алайда сіз метрикалық өлшемдер жүйесін қалайтын болсаңыз, онда аударма кестелері мен баламалы формулалар кесетін құралды өндірушілердің кез келгенінің веб-парақшасында болады немесе құралдар каталогының соңында көрсетілген. Сіз осында айтылғанды растау үшін ол жерден міндетті түрде қажетті ақпаратты табасыз.

Кесу жылдамдығы

Барлық кесетін құралдардың кез келген материалды кесуінің ұсынылған жылдамдығы болады. Алюминий немесе азкөміртекті болат секілді анағұрлым жұмсақ металдарды кесудің, титан немесе инконель секілді қарама-қарсы металдарға қарағанда анағұрлым жоғары жылдамдығы болады. Тура осылайша, қатты қорытпалы және керамикалық кесетін құралдар дайындаманың материалына қарамастан өздерінің анағұрлым қатты, анағұрлым тозуға төзімді бауырларымен салыстырғанда тасбақа іспетті тез кесетін болаттан (ТКБ) жасалған құралдарға қарағанда анағұрлым жоғары жылдамдыққа қол жеткізе алады (Егер қазір басыңызды қасып отырсаңыз, 5-тарауды қараңыз).

Кесу жылдамдығы минутына футтармен (империялық өлшемдер жүйесі) немесе минутына метрлермен (метрикалық өлшемдер жүйесі) көрсетіледі. Бұрғы немесе ұштық фреза секілді айналмалы құрал үшін оның шеткері бөлігі үстелге бекітілген дайындамаға қатысты қаншалықты тез айналатынының өлшемі болып табылады. Ол жону білдектерінде пайдаланылатын құралдардың да сипаттамасы болып келеді, бір ерекшелігі оларды кесу жылдамдығы айналмалы дайындама (тұрақты) жону құралының жиегіне қатысты қаншалықты тез қозғалатынымен өлшенетіндігінде.

Мұны ұғу қиынға түсуі мүмкін, алайда көшеде домалап келе жатқан дөң туралы ойланып көріңізші. Егер осы резіңкенің бөлігі 60 секундта жүріп өтетін болса, оның баламалы «кесу жылдамдығы» минутына 1,320 футты құрайтын болады (ол сағатына 15 мильге тең болады), бұл алюминийден жасалған дайындаманы өңдейтін қатты қорытпалы құрал үшін әдеттегі мән болып табылады. Ал енді автокөлігіңіздің белағашы «Мишлен» өлшемді дөңгелекке бекітілген ұштық фрезасы бар көп мақсатты білдек орталығының сүмбісі деп елестетіп көріңіз. Оны дөңгелектер ауада ілініп тұратынды етіп көтеріңіз, секіріп, спидометр сағатына 15 мильге жеткенге дейін газды жылдамдықпен басыңыз. Міне! Ұштық

фрезаның/дөңгелектің сыртқы жағы сіздің табаныңыздың астындағы үстіңгі қабатта минутына 1,320 фут жылдамдықпен ұшып өтеді (SFM – үстіңгі қабатты өңдеудің минут ішінде футпен алғандағы жылдамдығы).

Жақсы, дегенмен бөлшек пен оның минут ішіндегі айналымдары қалай тез айналады? Көп мақсатты білдектің газ басқысы (ағымдағы кесу жылдамдығын көрсететін бергіші де) болмағандықтан, сүмбінің айналымы біз СББ бағдарламасына енгізуіміз тиіс мән болып табылады. Осыны анықтау үшін (сізге калькулятор қажет болуы мүмкін) кесудің ұсынылған жылдамдығын 3,82 мәніне көбейтіңіз (мен 4-ке дейін жуықтаймын), содан соң құралдың диаметріне бөліңіз. Мысалы, менің жұбайымның «Хендэ Санта-Фе»-сі үшін күлкілі бағамен барлық маусымға арналған «235/55R19» дөңгелектерінің диаметрі 29 дюймнан сәл асады, сонда мәні $(3,82 \times 1320 \text{ SFM (минутына футпен берілген жылдамдық)}) / 29,2 = 173$ айналым/мин.



ЕСКЕРТУ

Біз СББ бағдарламалау аймағына барынша жақындап келеміз. Бұл үшін кешірім өтінемін, алайда көп мақсатты және жону білдектерінің (әрі кесетін құралдардың) жұмыс істеуіне орай төмендегідей беріліс пен жылдамдықтың мағынасын түсіну үшін G-кодтар туралы бастапқы білім қажет. Егер сіз үшін талқыланып жатқандар түсініксіз болса, онда 11-тарауға көшіңіз.

Жону білдектері аздап ақылдылау, бірақ анағұрлым күрделі болып келеді. Олар сүмбінің тұрақты айналым санымен көп мақсатты білдектер қолданған тәсілді (жону білдектерін іске қосу үшін «G97» пәрмені қажет) немесе «G96» пәрменімен шақырылатын кесудің тұрақты жылдамдығын (КТЖ) қолдануы мүмкін. Біз «Санта-Фе»-мен келтірген мысалда «G96 S1320» сүмбі айналымының 173 айналым/мин жылдамдығын іске қосады, ал өңделетін дайындаманың диаметрі 29,2 дюйм болады. Дегенмен де сіз құралды ортасына таман орналастырған кезде сүмбінің жылдамдығы артады, бірақ тура сол кесу жылдамдығын ұстанады (бұл КТЖ қысқартуындағы Т «тұрақты» болып табылады):

10 дюйм = 504 айналым/мин
 5 дюйм = 1,008 айналым /мин
 2 дюймо = 2,521 айналым /мин

1 дюймда сүмбі тоқтаусыз 5042 айналым/мин жұмыс істейтін болады, бұл – үлкен бөлшек үшін қауіпті жылдамдық. Сенбесеңіз, өзіңіз есептеп көріңіз: $(3,82 \times 1320) / 1 = 5042$. Бұл маңызды тұсты меңзейді, өңделетін диаметр немесе айналмалы құралдың диаметрі неғұрлым кіші болса, минут ішіндегі айналым саны соғұрлым көбірек болады (тым кішкентай айналмалы кесетін құралдардағы кесу жылдамдығы бойынша нұсқаулықтар үшін 14-2-суретті қараңыз.

14-2-сурет: 500 фут/мин, (COP) 500 айналым/мин (көбіне анағұрлым жоғары) өңдеу жылдамдығымен үстіңгі қабатты өңдеген кезде 1/8-дюймдық кескіш үшін шамамен 16 000 айналым/мин қажет болады, ал 1/16 дюймдық құрал үшін екі есе көп керек, бұл көп мақсатты білдектердің мүмкіндіктерінен едәуір асып кетеді. Мұның шешімі маркасы мен моделіне байланысты сүмбінің жылдамдығына оңай жете алатын жылдамдатқыш бастиек болып табылады



«БИГ КАЙЗЕР» рұқсатымен

Беріліс режимдері

Мұны түсіну оңайырақ. Фреза айналым/мин ұсынылған жылдамдығымен айналып жатқан кезде (немесе дайындама тұрақты жону құралына қатысты айналғанда) олардың

әрқайсысы да айналады, ортасын жарып өтеді немесе берілістің берілген жылдамдығымен дайындамаға кептеледі.

Мұнда көп мақсатты білдектер қарапайымдылығының арқасында тағы да марапатқа ие болады, оларға қалаулы жылдамдықпен минутына қанша дюймға дейін немесе миллиметрге дейін қозғалу туралы пәрмен берсеңіз болғаны, машина берілістің сол жылдамдығына қол жеткізу үшін тіпті тар бұрыштар арқылы өткен кезде де мүмкін нәрсенің бәрін жасайды.

Әрине, бұл мән басқа да есептеу арқылы анықталады, тістегі ұсынылған кесу күші x тістердің саны x сүмбі айналуының жиілігі. 0,005 дюмдық төрт саңылаулы ұштық фрезада «кесу күшінің» мәні 2000 айналым/мин, беріліс жылдамдығы бірқалыпты және минутына 40 дюймды құрайды. Айналым санын 4000-ға дейін көтеріңіз, егер сіз кесудің осы күшін сақтап тұрғыңыз келсе, онда беріліс жылдамдығын екі есе арттыру қажет болады.

Дәл солай, жону білдектері «G98» (бір реттік беріліс жылдамдығы) немесе «G99» режимінде (бір айналымдағы беріліс жылдамдығы) жұмыс істей алады. Соңғы режим әдетте үнсіз келісім бойынша тұрады және сіз «G98»-ді тек шыбықтарды беру кезінде ғана қолданасыз (себебі сүмбі немесе жону құралы тым баяу қозғалады). Қаралтым жону құралын 0,012 дюмдық айналымға жүктегіңіз келеді ме? Ол оңай, білдекті «F.012» және «G99» пәрмендерімен беріліс режиміне (G01) ауыстырыңыз (бұл – модальдық режим, сондықтан оны бір рет қана беруіңіз қажет). Жону құралдарында бір ғана кесетін жиек болғандықтан, әрбір тіске жоңқаның көп саны келе бермейді.

Кесу тереңдігі

Кесу тереңдігі (қысқартылған түрі КТ) кесу өлшемдерінің үшінші қасиеті болып табылады. Оны құрал «қандай ең көп қармап алуды» ала алатыны ретінде қабылдаңыз. Жону білдегінде кесу тереңдігі (depth of cut, DOC) радиалды тұрғыдан өлшенеді, 0,125 дюмдік қаралтым өңдеумен жүріп өту толығымен құрал қозғалысының бағдарламаланған траекториясымен анықталатын материалдың әр жағынан сіздің 1/8 дюймнан алатыңызды білдіреді (немесе егер қаралтым өңдеу қайталымы пайдаланылатын болса, «G71» және оның «D» немесе «U» сөздері).

Көп мақсатты білдекте өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйесі (ӨБАЖ) (және оның операторы) кесудің тереңдігін, кезеңін анықтайды. Алайда кесудің тереңдігі бұл тұста қос мағынаға ие, себебі ол біліктік (ұштық фрезаның ұзына бойымен) және радиалдық (оның диаметрі бойынша) бағытымен өлшенеді. Мысалы, 3/8 дюймдық қатты қорытпалы ұштық фрезаны пайдалана отырып, сіз 1 дюйм болатын кесетін құралды ұзына бойына «батырып», шамалы радиалды кесу тереңдігін аласыз (олар айналмалы әдіспен орындалған болса, құрал қозғалысының трохоидалды траекториясы ретінде белгілі) немесе сіз кесудің үлкен радиалды тереңдігін пайдаланып, біршама жеңіл біліктік КТ пайдаланып, «төмен кеткен» болар едіңіз (бағдарламашылардың көбі осы әдіснаманы ескірген деп есептейді).



ЕСКЕ ТУСЫРУ

Кесу тереңдігі – жекелеген өлшем, себебі сіз бағдарламашы ретінде қандай мән беруді шешкеніңізбен (немесе қолмен басқарылатын білдек операторы ретінде), оның беріліс жылдамдығының және минут ішіндегі айналымдардың арасында математикалық байланыс болмайды. Осылайша, кесу тереңдігінің үлкен мәндері берілістің анағұрлым төмен жылдамдығын және аздап баяулау айналымын талап етуі мүмкін екенін, ал осы орайда кесудің шамалы тереңдігі кесу қуатының төмендеуіне қарай қатқылдау өлшемдерге рұқсат беретінін мойындаған маңызды.

Құралдардың тозуын бақылау

Енді сіздің беріліс пен жылдамдық туралы белгілі бір пікіріңіз қалыптасқан соң (мен бұның үлкен қиындық екенін білемін), кесетін құралдың дұрыс орнатылғанын, беріліс, жылдамдық және кесу тереңдігі қаншалықты дұрыс екендігін қалай анықтауға болады деп

сұрауыңыз мүмкін. Сіз жабдықтың дыбысын тыңдаудан бастауыңызға болады. Егер ол қатты шу шығаратын болса, бірдеменің дұрыс болмағаны. Егер бөлшек қазір ғана патроннан ұшып кеткен болса, оның жеткілікті деңгейде берік қысылмағанын немесе тым терең кесудің, не беріліс жылдамдығының пайдаланылғанын білдіреді. Ол сонымен қатар құралдардың сынуына да қатысты болуы мүмкін.

Осындай көзге түсіп тұрған кесудің «нашар» өлшемдерінің белгілерінен басқа мұнда қандай да бір ауытқу да меңзеледі (құралға сырт жағынан қарап көріңіз). (Тағы да егер құралдар тиісінше пайдаланылмаса, олардың жарамдылық мерзімі болжамсыз болады).

» **Кесу жиегіндегі шор:** кескіштегі шор – аустенитті тот баспайтын болат және суперқорытпалар үшін кеңінен таралған құралдың жиегіне жағылып қалатын материалдың шоғырланып қалуынан болатын құбылыс. Ол сынған кезде өзімен бірге тіректің бір бөлігін ала кетеді (оны жиі қателесіп, кетікпен шатастырады). Құралдың жабынына майлағышты (сырғанау үшін) көбірек пайдаланып көріңіз (мысалы TiN), кесу жылдамдығын арттырып немесе құралдың анағұрлым дәлірек геометриясын таңдап көріңіз.

» **Кетіктер:** кетіктер мен керттіктер қатты орнатудан, жиектің әлсіз геометриясынан немесе қолдану үшін тым қатты қатты қорытпалы материалдан болуы мүмкін.

» **Қуыстар:** құрал қуыстарды жасаған кезде қатты қорытпалы пластинадан шыққан жоңқа тікелей кесу жиегінен сыдырылып түседі. Әдетте бұл берілістің және/немесе кесудің шектен тыс жылдамдығынан, сондай-ақ өңделетін материал қорытпасының осалдығынан да болады.

» **Уатылу:** кесу кезіндегі қысудың күші құралдың үстіңгі қабатында шағын жамдарды қалдырып, материалдың (сондай-ақ, бөлшектену деп аталатын уатылуына алып келуі мүмкін. Егер материалдың біріктірілген жапсары жұлынып кетсе, уатылу сонымен бірге кескіштегі шормен де бірге жүруі мүмкін. Нақты себебіне байланысты жылдамдату, баяулату немесе үдерістің басына қайта оралу туралы шешім қабылдануы мүмкін.

» **Артқы жағындағы үстіңгі қабатының тозуы:** барлық ақау ішінде артқы жағындағы үстіңгі қабатының тозуы тәуірлеу деп есептелінеді, себебі ол болжамды және басқаларына қарағанда құралдың жарамдылық мерзімін барынша арттырады. Дегенмен де егер құралдар тым тез тозып жатса, анағұрлым берік түріне алмастырып көріңіз, кесудің жылдамдығын азайтыңыз және суытқыш сұйықтықтың көлемі жеткілікті екеніне көз жеткізіңіз (ол кесу аймағына бағытталуы тиіс).

» **Керттіктер:** анағұрлым дәлірек атауы – «кесу сызығының түбіндегі керттік», оларды сәйкестендіру оңай, кесу тереңдігі 1/4 дюйм болғанда кесу жиегінен шамамен 1/4 дюйм жерде шамалы керттік болады. Автокөлікті жанармай бекетіне қарай итергенде оның артқы тірегінде болатын еңкіштікпен бірдей құрал еңкіштігінің бұрышын ұлғайту тиімді шешім болып табылады.

» **Пластикалық пішінсіздену:** кейбір материалдар кесуге тым қатты болып келеді. Егер себеп осы болса, құрал майысады және тым қатты қызып кетудің салдарынан пішіні өзгертеді. Беріктеу түрін таңдап көріңіз немесе кесу және/немесе беріліс жылдамдығын азайтыңыз.

» **Термиялық шытынау:** әдетте фрезерлік операция кезінде термиялық шытынау жамдар кесу аймағына енгенде немесе кесу аймағынан шыққанда олардың тым қатты қызуынан не салқындауынан болады, бұл жаздың ыстық күнінде себезгінің астында жүргенмен бірдей. Майлағыш-салқындатқыш сұйықтықтың көлемін ұлғайтып (құю саңылауын батырыңыз) немесе оны толығымен өшіріп көріңіз.

Тоқтап қалудың түрлі режимдерін көрсететін суреттерді қоюға менде орын болмады, бірақ сз көптеген мысалдарды ғаламтордан немесе құралдар каталогынан көре аласыз. Сіздің құралдарыңыздың не туралы «айтып жатқанын» түсіну үшін оларды мұқият зерттеңіз, бұл сіздің цехыңыздың өнімділігі мен табыстылығына ықпал етеді.

Сондай-ақ, бөлшектің өзін де бақылаңыз, кірленген, тегіс емес немесе бұдырлы үстіңгі қабаттар бірдеменің дұрыс еместігін көрсетеді. Қатты қылаулар құралды алмастыру қажеттігін көрсететін белгі болып табылады. Былқылдақтық бекітудің берік еместігін немесе құралдың және/немесе бөлшектің тым қатты ауып кетуін көрсетеді.

Ақырында, алынған жоңқаларға қараңыз. Олар қысқа және дұрыс қалыптасқан болуы тиіс, дұрысы – С және 9 пішінінде болғаны. Жыртылған жиектер құрал жүзінің өтпей қалғанын немесе жоңқа сындырғыштың берілістің берілген жылдамдығы үшін «тым өтпейтінін» білдіреді. Ұзын талшықты жоңқалар беріліс жылдамдығын арттыру арқылы жақсы алынады, бірақ бұл өз алдына кертiкті немесе артқы жағының үстіңгі қабатының тозуын туындатуы мүмкін. Бұл тұста аса епті теңгерім қажет, алайда сіз табысты оператор боламын десеңіз оны меңгеруіңіз тиіс.

Жазба жүргізу

Бұл туралы қысқа да нұсқа. Сіз кесу өлшемдерін баптаудың және жаңа құралдар мен құрал ұстағыштарды сынақтан өткізудің қайталанбалы үдерісін жиі өтетін болғандықтан, не істеп жатқаныңызды құжатқа тіркеп отырғаныңыз дұрыс. Сіздің жадыңыз пілдікіндей болуы мүмкін, алайда сізді үйге бара жатқаныңызды бүгін автобус қағып кетуі де мүмкін (немесе екі есе көп төлейтін жұмыс табуыңыз мүмкін), осылайша еңбекпен келген біліміңізді қалай болғанда да өзіңізбен бірге алып кетуіңіз ықтимал. Осы кеңес жұмыс нұсқаулықтарына, құралдардың тізіміне, бағдарламаның баптауларына және сондай-ақ өңдеу үдерісіне қатыстының барлығына қолданымды, оларды жазып отырыңыз. Егер алынған білімді өзіңіз ғана пайдалансаңыз, одан ешкімге де пайда келмейді, бірақ жұмыс берушіге зияны тиеді.

Салқындату

Барлығы да мұны салқындатқыш сұйықтық деп атайды (мен де), бірақ, шын мәнінде, бұл – майлағыш-салқындатқыш сұйықтық, бізге оның бірнеше түрі қолжетімді (және жүздеген брендтері). Олардың қайсысын пайдаланатынызды білу әсіресе Астралой (Astralloy) болаты, никель 200 немесе молибден секілді тым күрделі материалдарды өңдеу кезінде, не алюминийдің айнадай беткі қабатын алу кезінде сізді, шын мәнінде, құтқарады.

» **Майлы айданды:** бұрын СББ болмаған кезде «таза» майлар деп аталатындар немесе майлы айдандылар қалыпты үрдіс болатын. Әдеттегідей олардың құрамында өзінің мақсатын жақсы орындап, құралдың жарамдылық мерзімін арттыратын, сондай-ақ бөлшектің үстіңгі қабатының тазалығын қамтамасыз ететін, бірақ сіздің денсаулығыңыз бен қоршаған ортаға қолайсыз (жейдеңіздің иісі сонымен мұңкіп тұратын) күкірт пен хлор болатын. Бүгінгі таңда көптеген швейцарлық СББ білдектері мен көп сүмбілі автоматтар бұрынғы жылдардың жағымсыз иісі бар майларының анағұрлым жұмсағырақ сұрыптарын пайдаланады, алайда оларды жоғары айналымдарда пайдаланудан сақтаныңыз, олар сіздің цехыңызды таңғы Лондоннан да қою тұманмен толтыруы мүмкін.

» **Ерігіш майлар:** бүгінгі таңда көбіне кесу үшін пайдаланылатын суда ерігіш майлар судағы минералды майдың эмульсиясын береді. Олар үнемді, жақсы майлағыш қабілетті (әсіресе, қажамаға қарсы құрамы бар [extreme pressure, EP] қосындылар), тамаша жылу берілуді қамтамасыз етеді және жаңадан араластырған қалпында хош иісті болады.

» **Синтетика:** тұтастай органикалық және органикалық емес қосындылардан тұратын синтетикалар өздерінің көбірек май құрамды бауырларына қарағанда жылуды анағұрлым тиімдірек бөледі. Олар қымбатырақ (егер олар өңдеудің тиімдірек мүмкіндіктерін қамтамасыз етіп жатса, онда бұл маңызды да емес).

» **Жартылай синтетика:** «Екі дүниенің де ең жақсысы» тәсілі болып табылатын жартылай синтетика құны мен өнімділігі солардың ортасы болып келетін ішінара суда ерігіш, ішінара синтетикалық май.

Дұрыс майлағыш-салқындатқыш сұйықтықты таңдау маңызды шешім болып табылады және көптеген факторларға байланысты болып келеді. Кесуге арналған әр түрлі материалдар мен металл орамының көлемі түрлі болатыны секілді СББ білдегінің, жону білдегінің, көп мақсатты білдектің, тіс кесетін бұрамдық жонғыштың және бұрандалы білдектің ажарлағыш қажеттіліктері әр түрлі болып келеді. Алайда бұл үдерістің болжамдылығын жақсартудың ең тиімді тәсілі болып табылады.

Тұндырмаларды тазалау кезіндегі бұрыс таңдау жұмсалған сұйықтығы бар бөшекелерді жою кезінде болатын басқа қиындықтарды былай қойғанда, сағаттап немесе бірнеше күндер бойы тұрып қалдыруды білдіруі мүмкін. Білдек өндірушісінен немесе дистрибьютерден ақпаратты үнемі анықтап отырыңыз. Кейбір білдектер тек маймен жұмыс істейді, басқалар суда ерігіш майдың белгілі бір маркасын ұсынуы мүмкін, бірнеше жылда мен жап-жаңа жалтырап тұрған сыры жебір сілтілік майлағыш-салқындатқыш сұйықтықтардың әсерінен тез кетіп қалған көптеген білдектерді көрдім. Абайлап әрекет етіңіз.

Қандай жолды таңдасаңыз да, қызмет көрсетудің сенімді ресімін орнатқаныңызға көз жеткізіңіз. Салқындатқыш сұйықтықтың шоғырлануы мен «рН» деңгейін апта сайын тексеріп тұрыңыз. Егер салқындатқыш сұйықтық жоғары қысыммен жұмыс істейтін болса, әрбір білдекте, сондай-ақ сүзгіш секторда май жинағыштар орнатылуы тиіс (табанды түрде ұсынылады). Тұндырғыштарды жүйелі түрде тазалаңыз («тазалағыш – sump doc» және оның баламасы – үздік салым). Әрі үнемі пайдаланылған майлағыш-салқындатқыш сұйықтықты тиісті түрде жойыңыз, қолданыстағы ережелер мен заңмен танысу үшін жергілікті атқару органына немесе оршаған ортаны қорғау агенттігіне (Environmental Protection Agency, EPA) жүгініңіз. Сіздің немерелеріңіз алғыс айтатын болады.

Білдектерге күтім жасау

Біз техникалық қызмет көрсету туралы айтып жатқан кезде металл кесетін білдектер туралы ұмытып кетпеңіз. Мен таза мінбеде тұрып, көп уақытымды дұрыс ұйымдастырылған механикалық цехтар туралы ғана емес, сондай-ақ технологиялық сенімділікпен қатар жарамдылық мерзімін де ұзартатын, құны 100, 000 \$ + тұратын көп мақсатты және СББ жону білдектерін техникалық бақылаудың бірізді жоспары туралы айтумен өткіздім. Сүзгіштерді тазалаңыз, майды (майлағышты) толықтырыңыз және гидравликалық сұйықтықты өндірушінің нұсқаулықтарына сәйкес ауыстырыңыз (14-3-суретті қараңыз). Жыл сайын шарлы өлшеу ұштығының (білдектің дәлдігін тексеру) немесе лазерлік өлшеу құралының көмегімен тексеру үшін дистрибьютерді не қызмет көрсету орталығының өзге уәкілетті тұлғасын шақырып тұрыңыз. Үйіңізге кешкі ас ішу үшін қайтпастан бұрын тозған нығыздауыштар мен сырғанақ қақпақтарды үнемі тексеріп, ауыстырып отырыңыз. Әрі, өтінемін, күн сайын білдектерді сүртіңіз, жоңқа жинағышты тазалаңыз (сізде болуы тиіс жоңқаны алып тастауға арналған конвейер болмаған жағдайда).

14-3-сурет: Заманауи білдектер өте күрделі, бірақ өте дәл әрі қымбат келеді. Оларға тиісті күтім көрсетсеңіз, ұзақ қызмет етумен және бөлшектерді жасау кезіндегі болжалдықпен марапатталасыз.



Америка Корп. (-Okita America Corp.)» рұқсатымен

Айналмалы сәт

Сіз көлігіңіздің дөңгелектерін сәйкестеу үшін оны ТҚС-ға кіргізген кезде механик сомындарды құрал өндірушінің спецификацияларына сәйкес тартады. Дәл сол тәртіп бастиектің төсемесін, майлы тұғырықты және су сорғысын алмастыру кезінде де сақталады. Осындай ерекшеліктердің сақталуы автодаңғылда жылдамдықтың бекітілген шектеуімен келе жатқаныңызда кездейсоқ тұрып қалудың алдын алады. Білдекті пайдалану ережелерінің де ешқандай айырмашылығы жоқ.

Егер сіздің цехыңызда дайындамаларды бекітудің пневматикалық немесе гидравликалық жүйелері пайдаланылмайтын болса (пайдалануға табанды түрде ұсынылатын тағы бір нәрсе), барлық қолданылатын атауыздарды, саймандар мен қысқыштарды бастапқы баптауда пайдаланылған мәніне дейін динамометрлік кілтпен тарту қажет. Бұл бөлшектердің үйлесімділігін арттырады, оператордың шаршауын азайтады және бөлшектер ойламаған жерден атауыздан шығып кетіп, бастығыңыздың басының жанынан ұшып өткендегі болатын масқараны (ондай да болып тұрады) болдырмауға көмектеседі.

Дайындамаларды бекітумен тоқтамаңыз. Құрал ұстағыштар да сәйкесінше бекітілуі тиіс. Фреза ұстағыштардың, фрезерлік және цангалық патрондардың, бекіткіш саптамалардың барлығының бұрандасы бар болса, онда оларды динамометрикалық кілтпен тартқан жөн. Айналмалы өндірістерді ұстап тұратын кішкентай бұрамалардың өзі (әсіресе солар) өндірушінің нұсқаулықтарына сәйкес тартылған болуы тиіс. Осы бір ұсақ-түйек қайталанбалы үдерістер тұрғысынан алғанда әлемді өзгертпек (қауіпсіздікті былай қойғанда).

Нөлдік қате қағидасы

Бұл – тамырын үнемді өндірісте жайған жапондық термин. Қағида қателер қайталануының алдын алады. Өкінішке орай, ол әзірше сүтті қайтадан тоңазытқышқа қою немесе жылдамдықты сағатына 10 мильге арттыру және сол үшін айыппұл төлеу секілді (кешірім өтінемін, бірақ бұл солай) күнделікті қателерді жоймайды. Алайда цехтың ішіндегі қателердің алдын алу тәсілдері көп. Бекіткіштер бөлшектерді бір тәсілмен ғана бекіту мүмкін болатындай етіп ойластырылуы тиіс. Егер атауыздар тартылмаған немесе тұғырық орнатылмаған болса, онда білдек іске қосылмауы үшін релені орнатуға болады. Түстік кодталуы бар сомын кілттері және олармен түйісетін бекіткіштер кездейсоқ түсіп кетуден сақтайды. Жадбықтың айналасындағы және өтудің төменгі жағындағы сары таспаның өзі апаттық жағдайдың алдын алуы мүмкін осы қағиданың пішіні болып табылады. Үнемді өндірістен қосымша нұсқаулық алу үшін 16-тарауды қараңыз.

Сауданы дұрыс жасаймыз

Адамдар саудаласқанды ұнатады, әсіресе олардың келесі бонусы немесе пайдасы олардың компания үшін қанша ақша үнемдегіне келіп тірелетін болғанда, бұл әдетте механикалық цехтарда жұмыс істейтін сатып алушылармен болатын жағдай (сіз кім туралы айтып отырғанымды білесіз). Мәселенің мәні сапасына қарап емес, бағасына қарап сауда жасаудың (сәйкессіздік) өндірістік үдерістерге кері әсерін тигізуі мүмкіндігінде. Кәдімгі ұзындығымен ½ дюймдық, 2 жырашықты, қатты қорытпалы ұштық фрезалардың ең арзанын іздемеңіз, өткен жолы сатып алғаныңызды алыңыз (олар жақсы жұмыс істеген жағдайда). Егер олай етпесеңіз, осы анағұрлым арзан кескіш компанияның бірнеше мыңын жоғалттыруы мүмкін.

Бұл «металдың құндылығы» халықаралық стандарттарға сәйкес келетін, алайда былтыр сатып алынған премиум-кластық материалдармен салыстырғанда залал шектіруі әбден мүмкін металдарға да қатысты. Арзан металл ақаулы қосылуларға бейім келеді («кірлеу»), ішкі қатты қысымға, нашар өңдеу қабілетіне және материал кесуге көп уақыт жұмсайтын басқа да жағымсыз қасиеттерге ие. Әрине, әркім мүмкіндігінше үнемдеуге тырысуы тиіс (әсіресе, жұмысы күні бойы ақша жарату болып табылатындар), бірақ осы орайда мәселені тұтасынан алып қарау маңызды.

Бір стандартпен

Осы соңғы бөлім «сатып алу құқығына» арналған ескертулерді сипаттайды (мысал үшін 14-4-суретті қараңыз). Механикалық цехтардың біразына барып көріңіз, сонда сіз құрал ұстағыштардың бес маркасын, алмастырғыш пластиналардың тоғыз маркасын, қатты қорытпалы фрезаның үш маркасын және білдектің төрт маркасын көретін боласыз. Осылардың кейбірінің болуы сөзсіз, ал көптеген жағдайларда бұл жай нашар жоспарлау немесе өзінің тауарын тыққылап қоймайтын тым ыждаһатты сатушыларға «жоқ» деп айта алмаудан болатын нәрсе. Нәтижесінде, бізде ұлғайтылған аспаптық қойма, цехтағы шатастыру, өндіудің бірізділігі жоқ үдерістері мен ақаулар қалады.

14-4-сурет: Бірізді және жақсы жоспарланған аспаптық қойма стратегиясы цехқа үлкен табыс әкеледі.



Цехтарда құралдарға арналған аспаптық қойма болу қажеттілігінің тағы бір себебі бар және бір адам оны басқаруға жауапты болуы тиіс. Ол алынатын құралдардың түрлері мен маркаларының үйлесімді болуына септігін тигізеді. Ол компанияның ақшасын тек жақсы ұйымдастыру мен қалдықтарды қысқарту арқылы ғана үнемдеп қоймай, өндіріс тиімділігінің арқасында да үнемдейді. Ал менеджер тағайындалып қойғандықтан (білдектердің тиімді жүктелуін қамтамасыз ете отырып, құралдарды алдын ала баптай да алатын біреу), ол цехтағы құралдарға инвестиция жасаумен дұрыстап айналысады, олар тиісті күтімде болып, міндеттерге сәйкес келеді.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Бөлшектердің мөрі
2. Үлкен мәліметтерді жүктеу, «Big Data»
3. Толығымен автоматтандыру
4. Функцияларды құрамдастыру
5. Жеңілірек және азырақ

15-ТАРАУ.

ТАҢ ҚАЛДЫРАТЫН ОН ҚҰРАЛ, ОЙҒА САЛУ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Мен алынған нәтиже соған тұрарлықтай деп нақты шешкен соң тек алға қарай жүремін және соған қол жеткізгенге дейін тырыса беруімді тоқтатпаймын.

ТОМАС А. ЭДИСОН

Заманауи өмірдің басқа да қырлары секілді өндіріс айтарлықтай жоғары технологиялық болып кетті. Өткен жүзжылдықтағы көгалшапқыштан да қарапайым қолмен басқарылатын білдектер

(есіңізде ме?) өзіңіздің жұмыс өлшемдеріңізді баптау үшін, ескісі өтпей қалған кезде жаңа құрал алу үшін немесе олар бір мәселе туындап қалды деп ойлағанда сізді түнгі ұйқыдан оятып алу үшін енді жеткілікті деңгейде ақылды болып алған.

Роботтар, олардың жағдайы мен жұмыс жағдайлары туралы мыңдаған километр қашықтықта орналасқан қондырғыға ақпарат жіберіп жатқан кезімізде жұмысын баяулатып немесе тоқтатып, біздің жанымызда жұмыс істейді. Бұған өңдеудің қалаусыз жағдайларын танып, автоматты түрде түзету қабілетіне ие кесетін құралдар да кіреді, бұл өз кезегінде адам-операторлардың қажеттілігін азайтып, бір мезгілде

өнімділік пен цехтың табыстылығын арттырады. Осы тарауда өндірістік технологиялардың кейбір ең маңыздылары және олардың өндірістік сегментті қалай өзгертетіні (немесе өзгертейін деп жатқаны) қарастырылады.



КЕҢЕС

Осы сандық бағдарламалық басқаруды (СББ) тиісті нәрсе ретінде қабылдау керек пе? Осы туралы ойланып көріңіз, небары елу жыл бұрын адамның аяғы айды баспай тұрып, «Биттлз» тобы «Сержант Пеппердің жеке бастылар клубының оркестрі» атты альбомын жазып жатқанда (Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band), ал Құрама Штаттар Вьетнам соғысына белсенді қатысып жатқанда, жону білдектерінің көбі механикалық жұдырықшалар мен гидравликалық қақпақша пайдаланумен «бағдарламаланған» болатын. Құрал ауыстыру қондырғысымен жабдықталған көп мақсатты білдектер аз болатын, ал фрезерлеу операцияларының басым пайызы әлі де консоль-жоңғылау білдектерінде орындалатын. Бүгінгі таңда бізде бір кездері ойлауға келмейтін шақтамалары бар, бөлшектерді тезірек және қағаз таспасының кезінде елестетуге мүмкін болғанға қарағанда азырақ шығынмен өңдеуге және жасауға арналған толығымен автоматтандырылған жабдық бар. Ал енді ойланып көріңізші, 50 жылдан соң тағы не нәрсеге қол жеткізер екенбіз?

Бұған аддитивті өндірісті қосамыз

3D-баспа ретінде анағұрлым белгілі аддитивті өндірістен бастайық. Кейбір салалық сарапшылар оны ғасырдың өндірістік қаруы деп есептейді. Түптеп келгенде бұл технология, алғашқы пайдаланушылардың көпшілігі болжағандай, 30 жылдан астам уақыт бойы бөлшектерді әзірлеу үдерісіндегі бастысы бола қойған жоқ. Олардың сөзінше, көп уәде жоққа шықты және үш өлшемді баспа сіз немесе мен өмір сүріп жатқан кезде өндіріске үлкен әсер ете қояы неғайбыл. Дәлелдеме ретінде келтірсек:

» Бүкіл дүние жүзінде үй шаруашылығында ас үйде «саге Стар Трек» (Star Trek) репликаторы секілді бластерді немесе бір шыны эспрессоны басып шығаруға дайын тұрған үш өлшемді принтерлер жоқ (алайда көптеген үй қожайындарының гараждары мен шеберханаларында үш өлшемді принтерлер баршылық).

» Автоқызмет көрсету тұрағына кірген кезіңізде олар қосалқы бөлшектерді, ал әмбебап дүкендер тапсырыс бойынша тенниске арналған аяқкиімді және төсек жанында тұратын тумбочканы басып шығармайды (әзірше).

» Мұнымен бірге механикалық цехтар көпшілік ойлағандай бөлшектердің үш өлшемді баспасына лайықты бағасын бермеді, оның орнына олар бөлшектерді ескі «тәсілмен» жасай беруді артық көрді (алайда көпшілігі қабаттасу тәсілін пайдаланып жалғастыруда).

Мен біраз уақыт осы скептиктермен бір пікірде болғанмын. Дегенмен кез келген кәсіби басылымды алыңыз немесе Ғаламтордан өндіріс туралы соңғы жаңалықтарды іздеп көріңіз, сонда Сіз соңғы бірнеше жыл аралығында көп нәрсенің өзгергенін көресіз. Өндіріс технологиясының басқаларының кез келгеніне қарағанда үш өлшемді баспа оны жасаған кезден бастап-ақ, әсіресе соңғы онжылдықта немесе соның айналасында барынша екпіндеп дамыды. Бұрын үш өлшемді принтерлер «көрсет және айтып бер» прототиптеріне немесе инвестицияларды көрсетуге арналған өзектерге (өз заманындағы басты функциялардың бірі) қарағанда көп нәрсеге қабілетті бола бермеген тұстарда қазіргі кезде осы машиналар жасай алмайтын нәрсе аз және олар оны анағұрлым оңтайлы әрі тиімді түрде жасайды.

Жақын арада сіз көгалдарды безендіруге арналған әшекейлерді үш өлшемді форматта басып шығармайсыз делік. Әрі автокөліктер мен ұшақтарға арналған бөлшектердің басым бөлігі бұрынғысынша кәдімгі технологияларды пайдаланумен жасалатын болады, кем дегенде тасымалдаудың осы түрлерін басқа бір артығырақ нәрсемен (бөлкім, телепортациямен) алмастырғанға дейін. Бекіткіштер, жиналмалы орындықтар, «Фрисби» және ауыл шаруашылық саймандары – міне, осылардың барлығы өндірісте өте үлкен, өте көлемді немесе өте арзан болып, кем дегенде жақын арада дәстүрлі өндірісте қала бермек.

Өзгеретін нәрсе – субтрактивті өндірістік үдерістердің көмегімен (механикалық жолмен өңдеумен) өңдеу қиынға түсетін немесе мүлдем мүмкін емес болып табылатын бөлшектердің өндірісі. Мұның себебі – аддитивті өндіріс қиындықтарға күле қарайды. Өрмекшінің торын, ара ұяшықтарын, теңіз айғұлақтарын және басқа да көптеген «органикалық» пішіндерді еске түсіретін бөлшектерді басып шығару алаяқтармен оймақ ойынын ойнап ұтып алғандай қиын болып табылады.

Осындай пішіндер кімге керек? Неліктен бөлшектерді анағұрлым берік, жеңіл және қарапайым жиналатын етіп жасағысы келген кез келген адам солай жасайды да. Авиациялық қозғалтқыштарды өндірушілер отынды бүріккішті жинаудағы бөлшектердің санын азайту үшін үш өлшемді баспаны пайдаланады (мен бөлшектер мен дизайн санын азайтудың технологиялық тұрғыдан және жинау үшін маңыздылығы туралы 9-тарауда айтамын). Оташы-ортопедтер жамбас буыны мен бас сүйек пластиналарын жасау үшін үш өлшемді принтерлерді пайдаланады. Зергерлер кіндікке арналған жеке сақиналарды жасайды, ал автокөлік өндірушілер корпустың азородинамикалық прототиптерін жасайды. Ал жақын арада менің өмір сүріп жатқан кезімде-ақ адамдар монтаждау тақшасынан бастап күн

батареяларына дейін, тұрғын үйлер мен адам денесінің мүшелеріне дейін тапсырыс бойынша басып шығара беретін болады. Сіз әлі де мұны ғажайып деп ойлайсыз ба?



ТЕХНИКАЛЫҚ
АҚПАРАТ

Әдеттегідей үш өлшемді принтерлер бөлшектерді біртіндеп, әдетте жоғарыдан төменге сапқа тұрғызып қойып жұмыс істейді. Бұған ӨҮАЖ (computer-aided design, CAD) үш өлшемді модельдерін жұқа қағаз қабаттарына кесу, содан соң осы пішіндердің координаттарын лазерге немесе жылжымалы межелеуші қондырғыға беру арқылы қол жеткізіледі. Егер бірінші қабат қатқылданса немесе лазердің, не ультракүлгін жарықтың көмегімен балқытылса, онда жаңа материал үдеп келе жатқан дайындаманың үстінде бөлінеді, содан соң үдеріс жалғастырылады. Әрбір қабат материалды түсуіне қарай бөліп отыратын ыстық желімді пистолеттің жоғары технологиялық нұсқасы арқасында бір-бірден салынады. Ультракүлгін сәулелендірумен қатаятын шайырлар, сондай-ақ ұнтақ тәріздес алюминий немесе 17-4 тот баспайтын болат және акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС), нейлон мен полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) секілді инженерлік сынып пластмассалары пайдаланылуы мүмкін (осы және басқа да материалдар туралы қосымша ақпарат алу үшін 4-тарауды қараңыз).

Заттардың ғаламторын кеземіз

Сіз жоғары сыныптарда оқып жүрген кезде өндірістік төңкеріс туралы қанша рет естідіңіз? Ешнәрсе етпейді, мен де сол сабақты ұйықтап қалып жіберіп алғанмын. Бәрін өзгертуге уәде еткен жаңа төңкеріс жүріп жатқан көрінеді. Адамдардың көпшілігі оны төртінші өндірістік төңкеріс (Industry 4.0) деп атайды және алдыңғы төңкерістерден өзгешелігі – оны біз көре алмаймыз немесе ұстай алмаймыз, бұл мәлімет болып табылады. Бұл мағлұматтардың («кейбір адамдар оны «Үлкен мәліметтер» деп атайды, себебі олар айналамызда өте көп) «IoT» ретінде белгілі «Заттардың ғаламторын» анықтайтын драйвер болып табылатынына байланысты.

Заттардың ғаламторы қазірдің өзінде адамдардың өмірін күн сайын өзгертіп жатқан көптеген зиятты қондырғыларға бастап алып келді. Осы қондырғылар мәліметтерді жинап, оларды өздерінің иеленушілеріне көмек беру үшін пайдаланады. Мысалы, енді сіздің тоңазтқышыңыз сүттің таусылып жатқанын айта алады. Ауа баптағыштар сіздің жұмыс кестеңізді зерттеп, сіз келгенге дейін үйіңізді салқындатып қояды. Алекса сізге қандай дәртеханаға арналған қағаздың ұнайтынын біледі, «Гугл Хоум» (Google Home) балаларды футбол жаттығуынан қашан алып кету керектігін еске салады, Сири бізге мағынасыз қалжыңдарды айтады. Әр түрлі автопилоттандырылған автокөліктер туралы әңгіме бастауымды тіптен өтінбей-ақ қойыңыз.

Бұлардың барлығының механикалық өңдеуге қандай қатысы бар? Қарапайым. Осы озық технологиялардың барлығы ақылды автокөліктердің, смартфондардың, ақылды тоңазтқыштардың және сауда орталықтарындағы ақылды дүңгіршіктердің осы қондырғыларды жасайтын адамдарға, яғни өндірушілерге қоятын жоғары талаптарын айтпағанда, біздің заттарды қалай жасайтынымызға әсер етеді.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Заттар ғаламторын (IoT) өндірушілер үшін қосымша әріп бар – «IIoT». Бұл «Индустриялық заттардың ғаламторы» дегенді білдіреді. Оладың арасында қандай айырмашылық бар? Шын мәнінде, сондай көп емес. Олардың екеуі де барлық жердегі желілік қондырғыларға кіріктірілген бергіштерге сүйенеді. Олардың екеуі де үрдісті және аналитиканы анықтау үшін пайдалы үлкен мәліметтер көлемін ұсынады. Оладың екеуі де осы туралы зұлым компьютерлік желіге мәлімдейді, не, кешірім өтінемін, қалжыңдағаным ғой. Шын мәнінде, «IoT» пен «IIoT» негізінен бір нәрсе, тура сол тиімділікті арттыру, шығынды азайту және өнімнің жоғары беріктігі туралы берілген уәде, ерекшелігі – екіншісі тек өндірістік үдерістерге қатысты. Автопилотты

машиналар туралы емес, өзін-өзі басқарудың шанышқылы жүк тиегіштері туралы ойланып көріңіз.

Мысалы, білдек құралдарының көбі сіз өткен аптада фойеде орнатқан ғаламторға шығатын қауіпсіздік камерасына қарағанда анағұрлым ақылды. Олар білдектің қызмет етуіне әсер ететін сүмбінің температурасын, тербелісті, кесу қуатын, қозғалтқышқа түсетін күшті және басқа да көптеген электромеханикалық әрі физикалық сипаттамаларды бақылау қабілетіне ие, ал содан соң осы туралы бірнеше миль қашықтықтағы қара техноәміршісіне мәлімдейді.

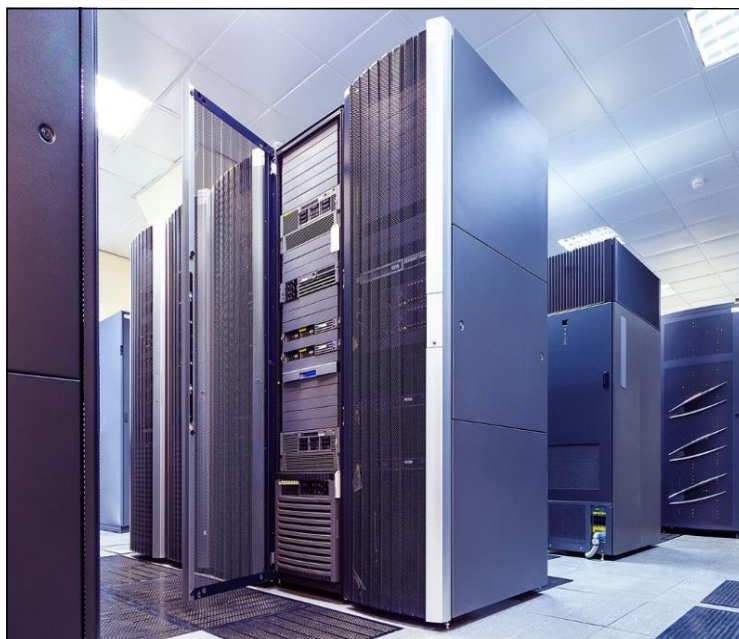
Мүлдем олай емес, бірақ олар дегенмен де бағдарламалық жасақтаманың қашықтықтағы жүйесіне маңызды ақпаратты бере алады, ол өз кезегінде оны талдап, соны білгісі келген адамға бір жерде не болып жатқанын көрсетеді. Бұл анағұрлым тиімді өңдеу үшін траекторияларды баптай алатын СББ бағдарламашысы болуы мүмкін. Бұл мойынтірекпен немесе жылжыма бөлшектермен туындаған мәселені білуі тиіс техникалық қызмет көрсету бойынша маман болуы мүмкін. Бұл қандай жұмыстың жасалғанын және оның неліктен залал тудырғанын білгісі келетін компанияның есепшісі болуы мүмкін немесе бұл жабдық тұрып қалған кезде анау адамның жұмыс орнына қайтып оралуы үшін ескерту жасауы тиіс цехтың менеджері болуы да мүмкін.

Бұлтты көзқарас

Заттар ғаламторының көптеген ғажайыптары (IoT) Өндірістік төңкеріс 4.0 (Industry 4.0) тіректерінің бірі бұлттық есептеулерсіз болмаған болар еді. Егер соңғы бірнеше жылды Австралияның шөлді мекендерінде шатырмен көшіп жүріп өткізген болсаңыз, онда қазір осы терминді естіп, басыңыз қатып отырған шығар, бірақ смартфонсы немесе компьютері бар кез келген адам «бұлтты» күн сайын пайдалануы мүмкін.

Бұл не? Егер сіз «Фейсбук» (Facebook) желісінде Мауида отбасыңыздың бас қосқан суреттерін жүктеген болсаңыз, онда есептеулерді пайдаланғаныңыз. Тура сол «Офис 365» (Office 365), «Дропбокс» (Dropbox), «Гугл Мэйл» (Google Mail) жазылушыларына және сіз жақын арада жұмыста пайдалана алатын Өндірісті басқарудың автоматтандырылған жүйелеріне (ӨБАЖ) арналған бағдарламалық жасақтамаға да қатысты. Шын мәнінде, мұнда тұрған ешнәрсе де жоқ, жай ғана Детройтта немесе Батон-Руждағы бірнеше мәліметтерді өңдеу серверлеріне қосылыңыз (оның түрі қандай екенін көргіңіз келсе, 15-1-суретті қараңыз), оларға қауіпсіз қолжетімдікті баптаңыз, содан соң «Уоркрафт әлемі» (World of Warcraft) ойынын ойнау үшін оларды бақылаған болғансып, бір топ компьютер жанкүйерін тартыңыз, міне, осының бәрі компьютерлік есептеулер (жанкүйерлер туралы қалжыңдаймын).

15-1-сурет: «Бұлт» орталығында осындай мыңдаған мәліметтерді өңдеу орталықтары бар. Олар жұмыс күшінің артықтығы мен қауіпсіздікті, қоршаған ортаны бақылауды қамтамасыз етеді және қайсыбір деңгейде дүлей апаттан қорғалған әрі тәулік бойы жаңа құралдармен және технологиялармен қаруланған білікті IT-мамандарын тартуға септігін тигізеді



ЕСКЕРТУ

4.0. Өндірістік төңкеріс орындығының үшінші тіреуі бар. Ол киберфизикалық жүйе КФЖ (cyber-physical system, CPS) деп аталады. Егер сіз «Терминатор» туралы фильмдердің бірін көрген болсаңыз, онда қазір басыңызды изеп отырған боларсыз. «CPS» дегеніміз – «IoT» арқасында мүмкін болған орасан зор мәліметтердің негізінде шешім қабылдау мүмкіндігіне ие «ақылды машиналар». Бұл Сара Коннор мен оның ұлы үшін жарамды, алайда ол баржоғы фильм, зауыттарымыздан шыққан роботтар бізге қарсы тұрып, адамзатты жоюға жиналып жатпағанын бәріміз де білеміз. Солай емес пе?

Бұлтты есептеулер өндірісте үлкен рөл атқара бастады. Оған мысалдың бірі – «Өңдеу бұлты» (www.machiningcloud.com), өздерінің пайдаланушыларына өнімдер туралы электронды мәліметтер ұсыну үшін кесетін құралдарды, бекіткіштер мен құрал ұстағыштардың жетекші өндірушілерін біріктірген компания болып табылады. Енді қағаз каталогтардан өлшемдерді іздеу қажет емес. Енді «CAD» жүйесінде көшіріп салу мен модельдеу қажет болмайды. Сіз пайдаланатын өнімдер қолжетімді деп болжай отырып (немесе олардың көпшілігі) веб-парақшаға немесе планшетке арналған қосымшаға кіріңіз және сәйкес файлдарды жүктеуді бастаңыз.

Бұл үшін «Өңдеу бұлты» жалғыз платформа емес. Кем дегенде оның бірнеше серіктесі (сондай-ақ «Өңдеу бұлтына» кіруден бас тартқан бір немесе екі серіктес) өз шешімдерін жасап шығарған. Алайда сіздің таңдаған жолыңыз қандай болса да, осы платформалардың барлығы біраз уақытыңызды үнемдеуге көмектеседі. Одан да маңыздысы, өңдеу құрауыштарының жүктелетін электронды модельдері кескіштің өлшемін кездейсоқ қате таңдауды немесе жағымсыз салдары болуы мүмкін құрал ұстағыштың дұрыс жиналмауын болдырмайды.

Алайда мұнымен іс әлі біткен жоқ. Сіз құралдардың осы модельдерін пайдаланатын Автоматтандырылған жобалау және өндірісті технологиялық дайындау жүйесі АЖӨ-ТДЖ (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, CAD/CAM) де осы бұлтта болуы мүмкін. Бағдарламалық жасақтама жеткізушілердің көпшілігі клиенттеріне аса көп инвестициясыз пайдалану икемділігі мен қарапайымдылығын ұсына отырып, жақын араға дейін қандай да бір басқа бағдарламалық жүйеге байланған өз өнімдерін «бұлтта» орналастыруда.

Осы провайдерлердің көпшілігі үшін бұл шынайы жағдайда төлеу (яғни, жазылу бойынша) жергілікті серверлердің қажеттілігін, бағдарламалық жасақтаманың жаңартылуын немесе машинаны «асырау» үшін IT мамандары тобының қажеттілігін алып тастайтын шешім болып табылады. Тек қана тіркеліңіз әрі содан соң алға. Бәлкім, дұрысы күндізгі бастаған жұмысты үйге (о, Құдайым) немесе іссапардағы персонал туралы айтар болсақ, онда қонақ үйге алып кету болар. Керек болатын нәрсе, бар болғаны Ғаламторға және компьютерге немесе зияткерлік қондырғыға қосылу. Міне, бұлт осыны ұсынады.

Барлығын автоматтандыру

Мен роботтар туралы 8-тарауда айтқан болатынмын, алайда автоматтандыру пайдалануға дайын дроидтар паркінің шегінен асып кетеді. Сондай-ақ көп мақсатты білдектердің бірнеше сағат немесе бірнеше күн бойы қадағалаусыз жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін тұғырықтарды ауыстырудың автоматтандырылған қондырғылары мен икемді өндірістік модульдары (ИӨМ) да бар; жону білдектерінде таспалық қоректендіргіштер осыған ұқсас функцияны орындайды.

Шын мәнінде, автоматтандыру бір нәрсеге келіп тіреледі, ол -залалды жою (нақтырақ 16-тарауда). Тиеу-түсіру жұмыстарының жүйелері жағдайында залалдар мен қалдықтар жабдықтың тоқтап тұру уақыты ретінде бағаланады, алайда осындай залалдар мен қалдықтардың алуан түрін жою үшін пайдалануға болатын төмендегідей құралдар көп:

» **Бағалау үдерісіндегі қалдықтар:** автоматты түрде талдауға арналған бағдарламалық жасақтама өңдеу уақыты мен өндірістік шығындарды анықтау үшін қажетті шаршататын есептеулерді болырмауы мүмкін.

» **Бағдарламалау кезіндегі қалдықтар:** жартылай автоматты ӨБАЗ, құралдардың бұлттық модельдері мен құрал қозғалысының траекториясын модельдеу бағдарлама цехтағы жұмыс істей бастаған соң тоқтап тұруды болдырмауға көмектеседі.

» **Білдекті баптау кезіндегі қалдықтар:** автоматтандырылған өлшеу жүйелері мен құралдарға арналған жәшік алдын ала баптау мәліметтерін білдекті басқару қондырғысына тікелей (және автоматты түрде) бере алады.

» **Цехтағы қалдықтар:** операторлардың біршама долларларды жоңқаларға арналған конвейерлер мен салқындатқыш сұйықтықты басқару жүйесіне жұмсап, жоңқаларды қоқыс шелегіне сыпыра салуының немесе білдектің МСС сұйыққоймасынан алынатын салқындатқыш сұйықтықты төге салуының салдарынан болатын қалдықтарды болдырмауға болады.

Сонымен қатар цех деңгейінде мәліметтерді қолмен жинау қалдықтары (компьютерлік оқығыштар мен штрих-кодтарды оқығыштардың көмегімен жойылады), кесетін құралдардың ойламаған жерден сынуынан туындайтын қалдықтар (құралдың тіршілік кезеңін басқарудың бағдарламалық жасақтамасы мен үдерістерді басқарудың көмегімен жойылады), бөлшектерді өлшеуге кететін уақыт шығыны (визуалды және координатты өлшеу жүйелері секілді автоматтандырылған жүйелердің көмегімен жойылады), бөлшектерге арналған орамалардың қалдықтар бар... Сіз айтылатын ойды түсінген боларсыз.

Әрине, роботтар мен басқа да тиеу-түсіру жұмыстарының жүйелері кез келген автоматтандырылған өндірістік ортада айтарлықтай қиындық туғызады, бірақ осы әңгімеде электромеханикалық роботтарға қарағанда көбірек нәрсе барын мойындау қажет. Автоматтандыру түрлерінің қолдауынсыз автоматтандырылған білдектерге салынған инвестицияларды қайтару шектеулі болады. Мұның мәні мынада, кез келген автоматтандыру түрі уақытты үнемдейді (осылайша, залалды да азайтады). Бұл - автоматика.

Виртуалды америкалық төбешіктерде сырғанау

Осының бәрі әлі де таңғажайыптар әлемінен келген, бірақ аздап қана. Былтыр мен виртуалдық шындықтың (virtual reality, VR) Гугл Кардборд (Google Cardboard) қондырғыларының бірін – смартфонның алдыңғы бөлігіне бекітіліп, заманауи «View-Master» (виртуалдық шындық көзілдірігі, брэнд) секілді ішіне үңілуге мүмкіндік беретін және айға қонуды қадағалай отырып, виртуалды америкалық төбешіктерде сырғанауға мүмкіндік беретін голографиялық нәрсені сатып алдым. Өкінішке орай, мен сайтан алғыр нәрсені жұмыс істете алмадым. Менің көзім белдік сынып қалғанға дейін Солтүстік Атлантиканың тереңіне батып бара жатқан виртуалды «*Титаникті*» шалып қалды, содан соң «Гугл Кардборд» жерге түсіп кетіп, линзасы сынып қалды.

Алайда бұл тәжірибем маған керемет ой тастады. Егер білдек операторлары өз білдектерін үңіліп көру үшін, «VR» виртуалды шындық дулығаларын пайдалана алса ше? Мүмкін олар жұмыс нұсқаулықтарын және ӨБАЖ үш өлшемді модельдерін қарай алған болар еді, кесетін құралдың жағдайын тексеріп, бағдарламаны редакциялап немесе үдерісті тоқтата алған болар еді, осының бәрін ол басына киілген және виртуалды қолғаптармен басқарылатын қашықтық дисплейі арқылы жасаған болса ше?

Мен соншалықты есуас емес екенмін. «Аутодеск» (Autodesk) және «Майкрософт» (Microsoft) секілді бағдарламалық жасақтамаларды жеткізушілер «VR» виртуалды шындықты қолдауы бар инженерлік жүйелерді жасау мүмкіндігін қарастырып жатқан көрінеді. Автокөлік концерні «Форд» (Ford Automotive) «VR»-ды өз автокөліктерінің құрылымын талдау үшін, ал «BAE Systems» қорғаныс жүйелерін өндіруші оны өнім жасау үдерісін қарқындету үшін пайдаланады. Соңғы бірнеше жылда кейбір университеттер виртуалды шындық негізінде машиналарды модельдеу жобаларының басталғаны туралы жария етті, олардың бірі СББ бағдарламалары бір күні виртуалды шындық әлемінде қол қимылының көмегімен жасалуы мүмкін деп пайымдайды. Ең соңында, материалдар өндірісімен айналысатын жетекші компаниялардың бірі жақын арада виртуалды шындықты қалыптамада пайдалану туралы шешімін жариялайды. Технологиялардың осы саласындағы қарқындетуді көздің астымен бақылап отырған жаман болмас еді.

Экологиялық өндіріске көшу

Қоршаған ортаға барлығы да қамқор болады. Түптеп келгенде мен осыны жазған кезде көлемі «Делавердей» болатын мұз текшесі мұхитқа құласа, мен өмір сүретін ғаламшарда үшінші жыл қатарынан ең ыстық маусым болып жатыр. Сіздің жаһандық жылуға сенетін-сенбейтініңізге қарамастан ластау мен шашып-төгудің жаман екеніне, ал көміртекті азайту біздің абыройлы мақсатымыз екендігіне ешкім дауласпас.

Көптеген білдек соғушылар осылай деп есептейді. Олардың өнімдері анағұрлым қуат үнемдегіш бола бастауымен қатар зауыттарына келсек, олардың кейбірі соңғы кезде басынан бастап қоршаған ортаны ескерумен жасалған. Бекітілген аймақтан тыс жерде бөлшек шығаруға ден қойған цехтар үшін олардың СББ білдектері тұтынатын қуат, бәлкім, ең айтулы мәселе емес шығар; оларды әзірлеуге қанша киловатт-сағаттың кеткені кімді толғандырмақ?

Дегенмен де электр қуатының шығыны артуда, әсіресе күні-түні жұмыс істейтін ондаған білдектері бар цехтар үшін. Егер цехта ауаның тұрақты температурасы және ылғалдылық деңгейі ұсталатын болса (барлық механикалық цехтар ұстануы тиіс нәрсе), онда ай сайынғы есеп айырысу, бәлкім, осындай цехтың ең жомарт деген иесінің өзін қынжылтатын болар. Мүмкін, тап қазір ескі қуат блоктарын анағұрлым тиімділеріне алмастыру үшін сізде ақша жоқ шығар, алайда күн батареяларын пайдалануды ойланып көруіңізге болады, ғимараттың шатырында орын көп. Кем дегенде жабдықты жақсы жұмыс қалпында ұстаңыз.

Алайда экологиялық өндіріске көшу электр қуатын есепке алу қондырғысын назардан тыс қалдыру дегенді білдіреді. Кесуге арналған майлағыш-салқындатқыш сұйықтық оны қайта

өңдеу немесе дренаждау қажеттілігін жоққа шығарып, ұдайы алмастырылып тұруы тиіс (иә, көптеген жергілікті атқару органдары бұрынғысынша металл өңдеуге арналған рН-бейтарап және суда ерігіш сұйықтықтарды осындай тәсілмен жоюға рұқсат етеді). Алюминий жоңқаларының болатқа және болат жоңқалардың титанға түсуіне жол берместен, жоңқа өңдеу үдерістерінің арасында бөлінген күйінде қалуы тиіс, ал содан соң өңдеу алдында құрғақ сығымдалуы мен нығыздалуы тиіс. Ең аяғында, майлағыш-салқындатқыш майы қажет болған тұстарда күкірт немесе хлоры бар майдың орнына өсімдік негізді майды пайдаланыңыз (мысалы, швейцарлық білдектер мен кеулей жону білдектеріне). Немерелеріңіз сізге алғысын бідіретін болады.

Әлемді жеңілдете отырып

Мен осы тарауда табиғатты сақтайтын технологиялар туралы айтқан болатынмын. Үдерістерді жеңілдету оның ажырамас бөлігі болып табылады. Соңғы екі жылда жағармайдың бағасы айтарлықтай төмен болды, дегенмен бәрі де оның бір сәттерде бұрынғы деңгейіне қайта оралатынын, бәлкім, өзінікін қуып жететінін біледі. Бұған ғаламдық жылуға, ауаның ластануына және гидравликалық жолмен қойнауқаттауды ұзу мен суасты бұрғылау арқылы тақтатас газын алу технологиясының қоршаған ортаға тигізетін әсеріне байланысты алаңдаушылықты қосыңыз, ал бұл бір нәрсені білдіреді, ұшақтар, пойыздар мен автокөліктер жеңілірек болуы тиіс және жағармай шығынына қатысты оңтайландырылуы тиіс.

Механикалық цехтар әдеттегідей бәрін жеңілдету бойынша қозғалысқа тікелей үлес қоспайды, алайда олар өздерінің ықпалы барын айқын сезеді әрі көбіне осы ықпал жақсы жағынан емес. Рас, жеңілірек автокөліктер өңдеуге жеңіл (иә!) алюминийден жасалған көбірек бөлшектерді пайдаланады, бірақ олар сондай-ақ болат пен темірден де жасалған көптеген бөлшектерді пайдаланады.

Тоқтай тұрыңыз! Айтарлықтай қатты металдар, екі фазалық болат немесе тығыз темірграфитті материал автокөлікті қалайша жеңіл етеді? Олар өздерінің дәстүрлі аналогтарына қарағанда көлемі жағынан беріктеу болғандықтан, азырақ материалды пайдалануға болады. Тура соған ұқсас нәтижені көміртекті талшықтар негізінде қажатты композициялық материалдар қолданатын тұстардағы аэроғарыштық өндірісте, сондай-ақ кәдімгі аэроғарыштық құраушылар – титан мен инконельден сезінуге болады. Барлық аталғандарды өңдеу қиынға соғады. Осыған үш өлшемді баспасы бар күн сайын артып келе жатқан, көбі механикалық өңдеудің қосымша операцияларын талап ететін, бірақ әдеттегідей күрделі пішіндері мен кейде осал құрылымына байланысты ұстап тұру қиынға соғатын металдан жасалған аэроғарыштық бөлшектерді қосыңыз. Нәтижесі қалай болмақ? Механикалық өңдеу тек қиындай түседі, ал осы орайда машиналар мен ұшақтар жеңілдей түспек.



ЕСКЕРТУ

Егер сіз қашан болмасын қайынатаңыздың туған күнінде оны таңғалдырмақ болып, балық аулайтын қайығының планширіне әмбебап шыны талшықтан жасалынған «Биг Джон» (Big Jon) қармақ ұстағышты орнатып көруге тырысқан болсаңыз, онда бұрғыланған саңылаулардың көп ұзамай шытынағанын және жарылып кеткенін әрі осыған бола қайынатаңыздың ұнжырғасы әжептеуір түскенін көре алсаңыз, ал сіз алдағы болатын алабұға аулау маусымында көлге шақыру туралы уайымдай бастасаңыз, онда сізге қабаттарға бөлінудің не екені белгілі. Бұл – аэроғарыштық өндіріс жұмыскерлері өзінің құрамы бойынша шыныталшыққа ұқсас, көміртекті талшықпен арқауланған пластикті (carbon fiber reinforced plastic, CFRP) өңдеу барысында тап болатын бас тартудың негізгі режимдерінің бірі. Осы екіншіше толы әңгімеден туындайтыны, балық аулау қайығында немесе коммерциялық ұшақтарда саңылау жасайтын кез келген адам осы үшін арнайы жасалған қажатты, бірақ жеңіл салмағына қарай барынша танымал болып келе жатқан құралдың арнайы түрін пайдалануы тиіс.

Қағаздан құтыламыз

Әсем ормандар мен демалу үшін қажетті таза ауаны сақтау секілді көзге ұрып тұрған себептерден басқа да қағазсыз күнелтуге болатын себептер жеткілікті. Бұл осылайша механикалық цехтарға және өндірушілерге, көшенің арғы бетіндегі тез тамақтану мейрамханасына да бірдей қатысты. Қағаз әшейін бос әуре («Жаңадан бастаушыларға арналған» кітаптан басқасы). Оның себебі:

» **Бақылау тексерісі:** өндірістік ортаға, өнімге қарамастан техникалық сипаттамалар жиі өзгереді. Сондай-ақ жұмыс нұсқаулықтары, сапа ресімдері, жөнелту күні және т.б. да өзгереді. Егер сізге цехтың ішінде бір бума қағазды көтеріп жүру қажет болмаса, осы ақпаратты жаңарту жеңілге түседі.

» **Құжаттардың қауіпсіздігі:** көптеген цехтар сызбалар мен суреттер секілді ішкі құжаттарды құпия ретінде қарастырады. Олар солай етпесе де, тапсырыс берушілердің солай етуі ықтимал. Риза болмаған қызметкердің немесе корпоративтік тыңшының бір топ құнды ақпаратпен кетіп қалуына не кедергі болмақ?

» **Апаттық қалпына келтіру:** түнде ғимарат өртеніп кетті ме? Жағымсыз жағдай. Сіз тек құрылысты ғана жаңадан бастап қоймайсыз, сондай-ақ жұмыс үдерісін қалпына келтіру үшін сапа бойынша құжаттарды, технологиялық бағдар бойынша қолжазбаларды, орама тізбелерін де қалпына келтіресіз, олардың барлығы жоғалып кетті емес пе. Осы мәліметтердің барлығын сандандырып, ақпараттың эфемерлік түріне айналдыру және бірдеме жанып кеткенге дейін оларды резервтік серверде сақтаған дұрыс емес пе? Бұл қалпына келтіруге жұмсалатын файлдарды үнемдеуге септігін тигізеді.

» **Іздеу және алмастыру:** сізге қазір ғана клиент қоңырау шалды делік. Ол В тексерісінен С тексерісіне дейінгі жинау бойынша әрбір нұсқаулықтағы спецификацияны жаңартқысы келеді. Құжатта әрбір сызба мен зауыт нұсқаулықтарына сілтеме келтірілген. Қағазды іздеу сіздің бір аптаңызды алады және бәрін таппадым ба деген қобалжуыңызды үдете түседі. Ал қағазсыз өндірісте ше? Бар-жоғы жарты сағаттық жұмыс.

» **Орынды үнемдеу:** жолда жүру чектерін, жөнелту туралы түбіртекті, төлемшот көшірмелерін және т.б. сақтайтын кез келген адам олардың көп орын алатынын біледі. Ал осы қорапшалардың ішінен бірнәрсені тауып алу керек болса ше? Сәттілік тілеймін. Сіз құпиясөзді білетіндер үшін ғана қолжетімді қатты дискіде (немесе бұлтта) сақталатын барлық маңызды құжаттарыңыздың сканерленген көшірмелеріне ие болғыңыз келмейді ме?

» **Шығынды үнемдеу:** бұл – маңызды сәт. Қағаз ақша тұрады. Бұл тек акрлармен өлшенетін кесілген ағаштың төленген құны ғана емес, сондай-ақ қалдықтарды жою мен парақтарды кесуге шығатын шығынды былай қойғанда, принтерлерге, тонері бар картридждерге және осылардың барлығын басқаратын IT-мамандарға төленетін де ақша. Электронды сақтағыш тегін емес делік, алайда ол қағаз баламасына қарағанда анағұрлым арзан.

Егер сіз қазір қағазсыз өндірістің артықшылықтарына бас иген болсаңыз, бірақ, шын мәнінде, оған қалай қол жеткізуге болатынын білмесеңіз, онда бұл сіз ойлағанға қарағанда жеңілірек (алайда бастапқы бір шығындар болуы мүмкін). Көзге көрініп тұрған нәрсені растаудан бастайық, барлығына да компьютер, ноутбук және планшет қажет болады. Мүмкін өзіңіздің жекешеңіз емес шығар, алайда әркімнің оған қолжетімдігі болуы сөзсіз.

Компьютерден басқа сізге сымсыз ғаламтор да қажет болады. Жергілікті дүкеннен бір-екі роутерді 50 доллардан сатып алып – оған үнемдеудің қажеті жоқ, егер сіз нашар «Wi-Fi» дабылын пайдаланатын болсаңыз, сіздің жаңа қағазсыз өндіріс жобаңызды жоққа шығарудың бұдан асқан жылдам тәсілі болмайды – сенімді сымсыз желіні орнату үшін өз ісінің маманына жүгініңіз.

Сізге құжаттардың сканері қажет болады, әсіресе материалдарды жеткізу мен қабылдау аймағында. Сізге құжаттардың тасымалданатын форматын (PDF) немесе баламалы файлдарды жасау үшін қандай да бір жаңа бағдарламалық жасақтама қажет болуы мүмкін. Сізге, бәлкім, желі үшін, мүмкін кәсіпорынның қорларын жоспарлау жүйеңіз (КҚЖ) үшін немесе өнімдер туралы мәліметтерді басқару (PDM) үшін пайдаланушыларға арналған, олардың барлығын қай жерде сақтайтыныңызға байланысты жаңа есептік жазбалар қажет болар.

Сізге машықтанудың қажет болары да анық. Екіншісі сіз бен мен секілді компьютер мамандары емес, сіздің персоналыңызды «иә, мен түсіндім, енді жұмысыма оралуға рұқсат етіңіз» деген қолхатымен қарқынды түрде оқытпаған жағдайда, топтың ішіндегі кейбіреулер техниканы қатардан шығарудың тәсілін табады.

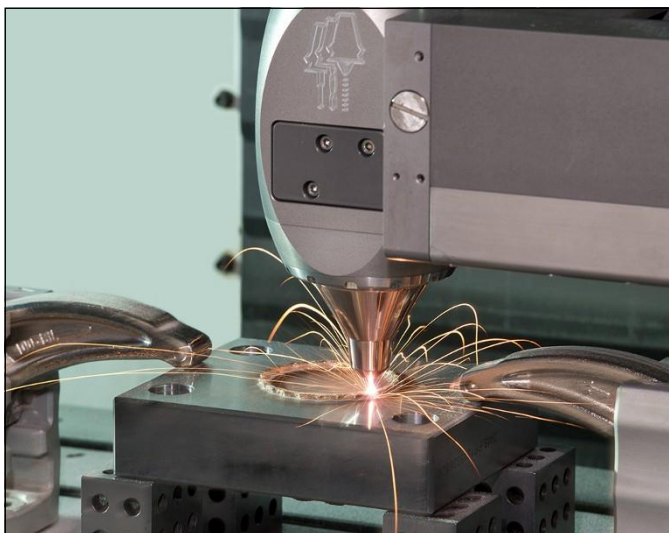
Осының бәрін тындырған соң принтерлерден құтылыңыз, себебі қағазсыз өмір сүре алмайтын қандай да бір дөңмойындар табылуы мүмкін. Принтерлерді алып тастау кез келген азғыруды болдырмайды. Бұл сондай-ақ IT бюджеттің шығынын азайтады (IT-менеджердің келіспеуі мүмкін, бірақ бұл – шындық). Қорқынышты болып естіледі ме? Мүмкін солай да болар, алайда барлығы СББ алғашқы білдегі де қорқынышты болған деседі.

Гибридті көңіл көтеру

Әдетте жону білдектері өңдейді, фрезерлеу білдектері фрезерлейді, принтерлер басып шығарады және осының бәрі солардың жасайтындары. Алайда екі онжылдықтай уақыт бұрын ақылды білдек конструкторлары фрезерлік қосымшаларды және қосалқы сүмбілерді СББ жону білдектеріне қоса бастаған соң бұл жағдай өзгере бастады, осыдан соң ізінше орталықтандырылған өңдеуі бар сүмбілер мен фрезерлік біліктер ерді. Кенеттен өңделген бөлшектерді аяқтау үшін қажетті операциялардың саны бірден қысқара бастады.

Білдектерді гибридтеу қарқынды жалғасты. Жақын арадағы мысалдар үш өлшемді баспаға немесе балқымаға арналған бастиектермен жабдықталған механикаландырылған орталықтарды, ажарлау мен фрезерлеу мүмкіндіктерімен жону білдектерін және швейцарлық типтегі жону білдектеріндегі лазерлік бастиектерді қамтиды. Осы білдектердің операциялардың ықтимал аз санымен бөлшектерді өңдеу мақсаты (15-2-суретті қараңыз), тіпті өңдеу операцияларының жалпы санының қазір айтарлықтай артқанына қарамастан, фрезерлік жону орталықтарының алғашқы күнінен бастап әлі өзгере қойған жоқ.

15-2-сурет: «Hybrid Manufacturing Technologies» ұсынған «АМБИТ™» қабыршақты жағу бастиегі секілді лазерлік жабындауға арналған қондырғылар көбіне бөлшектерді «арқаулау» үшін пайдаланылады, оларға әрбір қабатты немесе қабаттарды бекемдеудің алдында біріктірілген лазермен өңделетін металл ұнтағының жұқа қабаты кезекпен жағылады



«Хайбрид өндірістік технологиялары (Hybrid Manufacturing Technologies)» рұқсатымен

Бұл бірнеше себепке байланысты маңызды болып табылады. Алдымен, операциялардың азырақ саны азырақ өңдеуді, жұмыс шығынын азайтуды бідіреді. Сондай-ақ жинау үшін азырақ қондырғылар қажет болады, ол өндірістің құнын төмендетеді және тапсырысты орындау уақытын азайтады. Ол үдерістегі азырақ жұмысты немесе аяқталмаған

өндірістің азырақ қайталымын білдіреді АӨ (work-in-progress, WIP), бұл кез келген цехтың иесі мен есепшісі көргенде қуанатын нәрселер болып табылады. Бұл аяқталмаған өндірістің төмен деңгейі (WIP) анағұрлым жоғары өткізу қабілетін, көбірек икемділікті және бөлшектердің аяқталуын күтіп тұрғанда зақымдануының немесе ескіруінің азырақ қаупін білдіреді. Түптеп келгенде бұл да маңызды, бөлшектердің бір немесе екі операцияда орындалуы бөлшектің сапасын арттырады, себебі дайындама ұстағыштарға бөлшекті әрбір салған сайын туындайтын шарасыз дәлсіздікті жояды.

Дегенмен де бірнеше кемшілігі де бар. Гибридтегі металды алып тастау жылдамдығы мамандандырылған жабдықтағыға қарағанда үнемі дерлік төмендеу; фрезерлеудің өнімділігі айналмалы құралмен жабдықталған ең жақсы деген жону білдегінің өзінде баламалы сапасы бар осындай көп мақсатты білдекпен бәсекеге түсе алмайды (мысалы, негізгі сүмбіде). Гибридтік білдектердің бірнеше мүмкіндіктері болғандықтан, операция орындалып жатқан кезде олардың кейбірі қарап тұрғанын жиі көруге болады (бәлкім, сүмбіден болар). Осындай тұрып қалуды барынша азайту теңестіру деп аталады және бұл білдектердің тиімді көп тапсырмалы жұмыстарының маңызды қыры болып табылады.

Гибридті білдектер сондай-ақ (айтарлықтай) қымбат тұрады. Бір супер білдек соншалықты күрделі емес білдекке қарағанда екі-үш есе қымбат тұруы мүмкін. Дегенмен азырақ сан мен күрделі бөлшектер үшін дайындамаларға арналған бекіткіштердің бірдей саны қажет болуы мүмкін, гибридті және көп мақсатты білдектер қандай бір қиындықтарды тудырмайды. Гибридті білдектер бөлшектердің сапасы мен икемділігін арттырып қана қоймай, сондай -ақ қандай да бөлшектерді бір ұзақ мерзімге апармай, тез жеткізуін қажет ететін клиенттердің сұраныстарын қанағаттандыруға немесе дәстүрлі білдектермен түйіндесетін құралдарға шығатын шығынды азайтуға да септігін тигізеді. Осындай жабдықты алу үшін сабыр сақтап отырған кейбір оқырмандар үшін (оларда бір нәрсемен айналысуды бастау үшін сәйкесінше жұмыс болған жағдайда) батыл қадам жасайтын кез келді.

Азаюға деген үрдіс: МЭМЖ және басқа да кішкентай элементтер

Қосалқы бөлшектер барынша кішірейіп барады. Мысалы, артериалды стендтер, гипотубтар, катетерлік өзекшелер және бағыттауыш сымдар, кішкентай бұрандалар мен шифтер секілді медициналық құрауыштар күн сайын жасалатын, көбі кобальттан, хромнан және титаннан және әдетте СББ кеулей жону бұрандалы білдектерінде жасалаған микробөлшектердің кейбірі ғана. Электронды құрауыштар да микроағыншалы автоматикада қолданылатын бөлшектер секілді «кішірейтуге» үміткерлер болып табылады.

Дәстүрлі кесетін құралдар (тым кішкентай болғанымен) диаметрі 0,001 дюймға дейін (0,025 мм) немесе одан да кішірек етіп әзірлене алады. Дегенмен өнім неғұрлым кіші болса, ол соғұрлым қымбат және сынуға да анағұрлым бейімдеу келеді. Міне, сондықтан ЭЖӨ (электржелілік өңдеу) және әсіресе лазерлер тым кішкентай бөлшектерді өңдеу үшін жиі қолданылады. Тағы да бөлшекті бір операциямен жасау қабілетіне ие гибридті білдектер осы микросалада барынша танымал, себебі күріш дәнінен де кішкентай бөлшектерді өңдеу үшін екінші өңдеу қондырғыларын жасау тиімді емес.



ЕСКЕРТУ

Микроөңдеудің ең үлкен кедергілерінің бірі сүмбі айналуының жиілігі болып табылады. Мен осы кітапта айтып кеткендей, үстіңгі қабаттың дұрыс жылдамдығына қол жеткізу кез келген материал үшін кесетін құралдың жарамдылық мерзімін ұзарту және бөлшектің сапасын арттыру үшін қажетті шарт болып табылады. Құралдар тігін инесінен кішкентай болған кезде аса күрделі. Мысалы, диаметрі 1 дюйм болатын ұштық фрезаның «300 SFM» кесудің орташа жылдамдығымын айналуы (минут ішіндегі үстіңгі қабаттың футы) минутына 120 000 айналымды қажет етеді. Ал кесудің тура сондай жылдамдығына 0,01000 дюймдық ұштық фрезамен қол жеткізу үшін минутына 120 000 айналым қажет, ол көп білдектердегі қолжетімдіге қарағанда анағұрлым көбірек. Егер сізде жылдамдықты ретке келтіру бастиегі болмаса (электрлі жетегі бар пневматикалық немесе қосалқы сүмбі, ол туралы мен 8-

тарауда айтқан болатынмын) кесетін құралды сындырудан басқа ешнәрсе жасау мүмкін болмайды.

Микробөлшектердің артып жатқан пайызы мүлдем өңделмейді. Олар нақыштама мен тұндырудың жартылай өткізгіштерді жасау үшін пайдаланылатын тура сол үдерістерін пайдаланумен әзірленеді. Осы ультра кішкентай нанотехнологиялық қондырғылар МЭМЖ ретінде танымал (микроэлектрлі механикалық жүйелер) және оларсыз «IoT» болмаған да болар еді. МЭМЖ қондырғылары гироскоптарда, қысым бергіштерде және микрофондарда, түрлі өнімдерде пайдаланылады. Олардың дабылдардың әсерімен орнын ауыстыратын және осы ақпаратты кіріктірілген бағдарламалық жасақтамаларға және біріктірілген микросызбалардың басқа түрлеріне беретін, олар өз кезегінде ақпаратты бұлтқа жолдайтын кішкентай бөлшектері бар. МЭМЖ бергіштері кардиостимуляторлардағы жүрек жиырылу жиілігін бақылайды, сіздің автокөлігіңізге қауіпсіздік жастықшаларын қай уақытта белсенді ету қажеттігін мәлімдейді немесе Сіздің «Гоу Про» (GoPro) камерасымен жабдықталған пилотсыз ұшу аппаратыңызды көршінің бассейніне құлап кетуден сақтайды.

ОСЫ ТАРАУДА

1. Оператордың қызметі
2. Сертификат алу
3. Бүтін күйінде сақтау
4. Тік нарықтар
5. Барлық ережелерді бұзу
6. Кәсіби маманның орнатуы
7. Статус кво-дан бас тарту

16-ТАРАУ.

ТАБЫСТЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН ОН КЕҢЕС

«Бір білдек қатардағы елу жұмысшының жұмысын істей алады. Ал бірде бір білдек жалғыз бірегей адамның істегенін жасай алмайды».

ЭЛБЕРТ ХАББАРД

Мен осы кітап кем дегенде бірнеше адамның медициналық жұмыс жоспарларынан немесе Голливудта табысқа жету армандарынан бас тартып, өндірісте жұмыс істеуге көзін жеткізді деп үміттенемін. Бұл күшті, себебі Оскар марапаттауынан кейінгі кештерді есептемегенде, актер болғаннан гөрі машинист болған анағұрлым жағымды, тіпті сіз келесі Ди Каприо немесе Ума Турман болып, прокатта миллиардтаған долларды жинайтын блокбастерге түссеңіз де. Осы танымалдық, психикалық тұрғыдан тұрақсыз сталкерлер және таблоидтардың алабажақ мұқабалары кімге керек? Доктор дәрежесін алумен салыстырғанда да, механикалық білдекпен жұмыс істеуді үйрену оңай әрі бұл оқу анағұрлым арзан тұрады.

Біздің кәсібімізбен айналысып жүргендер үшін, бәлкім, сіздің механикалық өңдеу рухыңыз осы кітаптан оқып отырған барлық мықты технологиялар туралы ойдан туындаған болар. Мүмкін, сіз өз цехыңызды ашу туралы ойланып отырған боларсыз немесе кем дегенде өз бастығыңызды қандай да бір жаңа жабдықты, құралдарды немесе бағдарламалық жасақтаманы алуға көндіруді ойлап отырған боларсыз. Не болса да осы тарауда, олар оған күнде тап болатындықтан, әсіресе олар осындай механикаландырылған қоғамдастықтың жақсы азаматы болғысы келсе, операторлар (және олардың жұмыс берушілері) ескеруі тиіс бірнеше сұрақ талқыланатын болады.

Өңдеу балағаттау емес

Кез келген цехтың иеленушісінен компанияның өсуіне келетін ең үлкен кедергіні баяндап беруін өтініңіз, сонда оннан тоғызы білікті адамдарды іздеу деп бір-ақ нәрсені айтады. Бір себептерге байланысты механикалық өңдеудің соңғы онжылдықтарда артып келе жатқан сұранысқа, озық технологиялардың пайда болуына және жоғары жалақыға қарамастан мамандық таңдау ретінде сұранысы азайды.

2017 жылғы операторлардың жалақысы туралы Гуглдан ақпарат іздеу оның Құрама Штаттардағы орташа көлемі жылына 50 000 \$ шамасында болғанын көрсетеді, бұл фотографтардың, медицина мамандарының, фитнес жаттықтырушыларының және

бальзамдаушылардың жалақысына қарағанда айтарлықтай көбірек. Сіз спандекс кие алмайсыз немесе аза тұтқан туыстары үшін марқұмды гримдей алмайсыз делік, алайда механикалық өңдеу жақсы төленетін, мықты бөлшектер өндіре алатын және роботтармен жұмыс істей алатын пайдалы мамандық болып табылады.

Жұмылғыштыққа талпынатындар үшін механикалық өңдеу, білдектерді бағдарламалау, қосымшаларды немесе өндіріс технологияларын әзірлеу, құралдар мен қалыптамаларды жасау, жабдық сату немесе бизнесті өз бетінше жүргізу секілді одан да күрделі мансапқа айқара ашылған қақпа болып табылады. БАҚ-тарда айтылғандарға қарамастан барлық өндірістік жұмыстар Қытайға кетіп қалған жоқ. Иә, жұмыс күшіне шығатын шығын аз елде бөлшектерді шығару арзанға түседі, алайда тек бағасына қарап бөлшектерді сатып алып көрген компаниялар жиі (және азаппен) «сен не алсаң, сол үшін төлейсің» деген көне мәтелдің растығына көз жеткізеді.

Нәтижесінде соңғы жылдар бойы елден тыс жерлерде өндіріліп келген өнімдер қазіргі кезде өз елімізде өндіріле бастады. Жеткізудің ұзаққа созылған мерзімінен және құрғақ уәдеден шаршаған сатып алу жөніндегі мамандар бөлшектерді барған сайын мұхиттың бергі жағынан сатып алуда. Бөлшектер мыңдаған миль қашықтықта әзірленіп жатқан кезде сапаны бақылау қиын, ал түн ішіндегі немесе таң атпастан шағымды қарастыру үшін кездесулер өткізу қалыпты жағдайға айналууда. Ал тұтынушылар өздері мен көршілері үшін «жергілікті өнімді сатып алу» дұрыс екендігін мойындайды. Қысқасын айтқанда, сіз Милоукиде немесе Миннеаполисте, Аламедте немесе Сан-Антониода тұрсаңыз да, өндіріс кері оралуда.

Сонымен, не естігеніңізді ұмытыңыз. Механикалық өңдеу – жоғары технологиялық, таза және табысты мамандық. Егер сізді механикалық өңдеу қызықтырса (егер сіз осы кітапты оқып отырған болсаңыз, ол сөзсіз солай болғаны) және аздап болса да механика саласында қабілетіңіз болса, онда сізді қуана жұмысқа қабылдайтын цехты табу мүмкіндігіңіз мол. Егер сіз колледж туралы ойланған болсаңыз, бірақ өскен кезде кім болатыныңызды білмесеңіз, негізгі философияны өткізіп жіберіп, ауыртпалықты білімгерлік несие туралы ойланбаңыз және де ең жақын орналасқан техникалық колледжге қарай тартыңыз. Егер сіздің тәжірибеңіз бар болса және жақсы жұмыс іздеп жүрген болсаңыз, есіктерді қағуды бастаңыз. Мәселе судың жылы боп тұрғанында. Суға сүңгіңіз.

Қайтадан мектепке: сертификаттау

Алдыңғы тарауда айтылған білікті мамандардың бірі болудың ең жақсы тәсілі – кәсіби-техникалық оқу орнында жұмыс істеу. Мысалы, мен мектеппен ешқашан жақсы қарым-қатынаста болған емеспін және орта мектепті бітірген соң механикалық цехтан жұмыс табу мақсатында механикалық өңдеудің жергілікті бағдарламасы бойынша жеткілікті оқу санын өттім. Алайда соңғы 40 жылда қол жеткізген даналықпен әділдігін айта алатыным, менің әкемдікі дұрыс болған екен және мен мектепте оқуды жалғастырғаным дұрыс болған болар еді. Ол менің жұмысқа орналасуым үшін, соның арқасында мен бойыма әр түнде күкірттің негізінде жасалған майлағыш майдың иісін сіңіріп алатын және қолымды белгісіз бөртпе басып кететін «көтергіштің операторы» болуға қарағанда көбірек мүмкіндік берген болар еді. Дегенмен жаман айтпай, жақсы жоқ, саптамаларды тынымсыз тартудың арқасында менің бұлшық еттерім, шын мәнінде, шынығып, зайыбымның оң бағасын алды.

Не болса да, жақсы біткен істің бәрі де жақсы (әкемнің таңы бір сүйікті мәтелі). Баспалдақпен жоғары көтерілу мамандықты меңгерудің ең жаман тәсілі емес, алайда ол үшін аңғарғыш ақыл, жеткілікті төзім және менің біліктілігім менен де асып түсіп, менің білдегімдегі бөлшекті ұшырып жіберген кезде фрезерлеу бөліміндегі әріптестердің айқайына және наразылығына көну қажет.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Инженер-технологтардың қоғамы (Society of Manufacturing Engineers, SME) АҚШ-тағы орташа жұмысшы жылына 77 000 \$ табады деп айтады, алайда мектеп алды жасындағы балалары бар ата-аналардың 40%-ы өндірістің жақсы төленетін мамандық екенін айтады. Ал Өндірушілердің ұлттық

палатасы (National Association of Manufacturers, NAM) келесі онжылдықтың ішінде өндірісте 3,5 миллион жұмыс орны ашылатынын, бірақ 2 миллион жұмысшылардың жетіспеуінен сұраныссыз қалатынын айтады. Өлі де сіз өзіңіз көздеген өнер бакалаврының дәрежесін жақсы ой деп ойлайсыз ба?

Сіздердің араларыңыздағы оқу азабынан құтылғысы келгендер үшін басқа да көптеген жолдар жеткілікті. Аталып кеткен кәсіби-техникалық оқу орындарынан басқа (олардың көбі үздік біржылдық бағдарламаларды ұсынады) бірқатар онлайн курстар да бар:

» **«Tooling-U SME» инженер-технологтар қоғамы** оқу материалдарының топтамасын ұсынады. Оларға нұсқаушының көмегімен сабақтар және өз бетінше дайындық, электронды кітап пен сұрау бойынша бейнематериал, сондай-ақ жетістіктерді көрсету үшін осы салада мойындалған сертификаттар жатады.

» **Металл өңдеу дағдыларының ұлттық институты (National Institute for Metalworking Skills, NIMS)** жоғары оқу орындарымен, кәсіптік-техникалық орталықтармен, жергілікті колледждермен, білдек соққыштармен және басқалармен аккредитация ұсыну үшін жұмыс жасайды, оқушылардың жетістіктері бағаланатын стандарттарды және өкілеттіліктерді анықтайды әрі оқытуға көмектеседі.

» **«HTEC Haas Automation» желісі (Техникалық білім беру орталығы «Haas»)** оларға жабдықты, бағдарламалық жасақтамалар мен материалдарды қамтамасыз ете отырып, мектептер мен жұмыс берушілермен ынтымақтастық жасайды. Ал Джин Хаастың қоры түрлі салалық білім беру бағдарламаларына миллиондаған шәкіртақылар мен гранттарды инвестициялайды.

» **Джин Хаас қоры бенефициарларының бірі (сондай-ақ басқа да салалық серіктестердің)** Сан-Диегода орналасқан, коммерциялық емес мектеп Әскери қызметкерлерге арналған семинарлар ((Workshops for Warriors, WFW) болып табылады. Мектеп механикалық өңдеу мен дәнекерлеу бойынша әскери қызметкерлерді қайта дайындауға арналған 16-апталық курстарды ұсынады. Оның мақсаты неде? «Бір жолы бір оқыған ардагерді шығара отырып, америкалық өндірісті қалпына келтіру».

Бұл мұз шыңның көрінетін тұсы ғана. Өндіріс білікті мамандарсыз табысты бола алмайтынын мойындай отырып, Солтүстік Америка бойынша мектептердің барлығы білдек өндірушілермен, бағдарламалық жасақтама және құрал жеткізушілермен әрі көптеген өндірістік компаниялармен бірлесе отырып, болашақ таланттарды дамыту бойынша күш салуға ақша мен білімді ұсына отырып жоспар жасады. Бұл, шынымен де, өндіріске кіру үшін жақсы уақыт.



ЕСКЕ ТҮСІРУ

Сіз өз цехыңыздағы жағдайдың қожайыны бола аласыз, алайда есіңізде болсын, әрқашан да үйренуге тұрарлық нәрсе болады (және басқа мамандар да өкшеңізді басып келеді). Өндіріс дегеніміз – терең, үнемі құбылып отыратын тақырып және ешкім оны бір дегеннен меңгере алмайды. Егер сіз онлайн сабақтарға, семинарларға қатыспайтын болсаңыз немесе тым болмағанда кітаптарды және өндірістік жарияланымдарды оқымайтын болсаңыз, онда артта қалып қойғаныңыз. Компанияңыз ақшасын төлемейді дегеніңіз сізді ақтап ала алмайды. Егер сіз шағымданып қойып, қол қусырып отыра беретін болсаңыз, онда жұмыс табуыңыз екіталай екендігінен бастайық. Екіншіден, көптеген тегін немесе тегін дерлік ақпарат та бар, журналдарға жазылыңыз, жаңадан бастаушыларға арналған кітапты сатып алыңыз немесе 10 центке бірнеше сырттай оқитын курстарды сатып алыңыз. Жай ғана оқыңыз. Оған өкінбейтін боласыз.

Үнемді болып қалу

Қалай болғанда да, адамдар Эли Уитнидың заманынан бері өздерінің өндірістік үдерістерінің тиімділігін арттыруға талпынып келеді, егер сіз механикалық цехтың баға жетпес маманына айналғыңыз келсе, тура солай жасауға талпынуыңыз керек. Ол «Lean» үнемді өндірістің терминологиясында «ысырап» деп аталатын қалдықтар мен залалды жоюдан басталады. Оларға келесі жатады:

» **Тасымалдау** (жүкті қажетінсіз тасымалдау оның зақымдану немесе жоғалу тәуекелін туындатады).

» **Инвентаризациялау** (материалдың тым көп болуы, материалдың тым аз болуы немесе тым кеш жеткізілген материал – осының бәрі компанияның шығыны болып табылады).

» **Қозғалыс** (адамдар мен машиналардың қажеттіліксіз қозғалысы, мысалы, құралдарға барып келу үшін тым алыс жол және сандық бағдарламалық басқарудың тиімсіз бағдарламалары).

» **Күту** (аяқталмаған өндіріс ретінде де танымал, АӨ механикалық цехта келесі операцияны күтіп тұрған ішінара аяқталған бөлшектерді білдіреді).

» **Қайталама өндіріс** (клиентке ұсыну үшін қолда тым ерте болатын бөлшектердің тым көп санын дайындау).

» **Өндірісті арттыру** (сызбада талап етілгенге қарағанда көбірек дәлдікпен механикалық өңдеу).

» **Ақаулар** (бұл күрделі емес; сынық немесе ақаулы бөлшектер – барлық жұмыскерлер үшін нашар көрсеткіш).

Егер сіз осының бәрін есте сақтаудың қарапайым тәсілін іздейтін болсаңыз, онда әрбір сөздің бірінші әрпіне қараңыз. Олар КМҚКААА (КМҚКААА – Көлік, Мүкаммал, Қозғалыс, Күту, Артық өндіру, Артық өңдеу, Ақаулар (ағыл.«TIMWOOD – Transport, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Over processing, Defects») деп айтылады. Әрине, «TPS» (толық өнімді алу) бірінші күндерінен бастап басқа да «ысырап» сәйкестендірілген, әсіресе дағдылар (яғни, біздің әрқайсысымыз күнделікті жұмысқа алып келетін дағдыларымызды қолданбау), осылайша «КМҚКААА» қысқартуы «КМҚКАААД» болып кеңейтілген (Д – дағдылар (аудар.:ағыл. «S»- Skills, сәйкесінше «TIMWOODS»). Қалай болғанда да бұл – өндіріс қалдықтарының «аса ауыр күнеларын» есте сақтаудың оңтайлы тәсілі.

Үнемділіктің негізін қалаушылар көптен бері аспандағы үлкен зауыт алаңқайында, алайда басқа көптеген адамдар оның эстафетасын алып, онымен бірге алға жылжуда, ал бүгінгі таңда үнемді өндіріс әдісі (Lean manufacturing) цехтарды жетілдірудің баршаны қамтитын жүйесін құрайды. Ол өнімді дер кезінде жеткізуді (just-in-time, JIT), құралды бір минутта ауыстыруды (single-minute exchange of die, SMED), икемді түрді жоспарлауды (Kanban), үдерістің жақсаруына алып келетін ақауларды қысқартуды, (Six Sigma), мен 9-тарауда айтып кеткен өндірісті жобалауды (design for manufacture, DFM) және басқа да көптеген нәрселерді қамтиды.

Үнемді өндірісті жүргізгіңіз келгенімен неден бастарыңызды білмей отырсыз ба? Бірінші қадам-осы тақырыптағы кітапты таңдап алу. «Гугл іздеуден аса көп кеңесшілерді беретін «үнемді өндіріс – Lean» іздеп көріңіз, алайда «Lean»-ды енгізу үшін олардың бірін жалдау міндетті шарт болып табылмайды (олардың кейбіреулері мұнымен келісе қоймас). Үнемділік туралы семинарлар, клиенттер мен цехтардың беретін кеңестері және Ғаламтордың өзінде үнемді өндіріс туралы ақпарат жеткілікті – енді нені күтіп отырсыз? «Lean»-ге айналыңыз.

Тік нарықтарды дамыту

Цехтағы өмір бір кездері анағұрлым қарапайым болған. Механикалық цехтар бөлшектерді өндеумен айналысатын, ал өндірістік цехтар олады иетін, қалыпқа келтіретін және дәнекерлейтін. Алайда кешенді жабдық өндірушілердің көбі (original equipment manufacturers, OEM) әрі олардың жеткізушілері «Tier I» және «Tier II» әр түрлі көздерден сатып алғанды алмайды. Оларға өз бөлшектерін сатып алуға болатындай тек бір көз (шын мәнінде, бір-екі жекелеген көз) қажет.

Мәселе бір жеткізушіден тауарларды немесе біріктірілген қызмет көрсетуді алуда емес (алайда, сөзсіз соның бір бөлігі). Бір көзден өзінің өндірістік қажеттіліктерін қанағаттандыру ақылға сыйымды нәрсе. Егер бәрі дұрыс жасалған болса, ол сатып алу үдерісін жеңілдетеді және өнімді жеткізу уақытын қысқартады. Клиент пен жеткізушінің арақатынасын нығайта түседі. Инженерлік персонал өнімнің жақсару ықтималдығын арттырып және соған байланысты шығынды азайтып, бір-бірімен барлық жағынан ынтымақтастық орнатады.

Алайда мәселе көптен бері мүмкіндіктер мен дағдыларға тіреліп отыр. Механикалық цехтар әдеттегідей табақты материалды қабылдамайды және де өндірістік цехтарында пресс-тежегіш пен пуансон жоқ (көбінен мамандар гидроабразивті білдектер мен электр эрозиялық өңдеуіге (ЭЭӨ) жүгінеді). Барлық дерлік өндірістік цехтарда тым болмағанда құрал мен қалыптаманың жұмысы үшін қажетті кейбір өңдеу мүмкіндіктері бар, арнайы бұрамаларды немесе фрезерлік корпустарды бұра тарқату күрделі жұмыс болып табылмайды. Кәдімгі СББ жону цехына келсек ше? Осындай цехтың табақты металдан жасалатын қандай да бір бөлшекті көрші өндірістік цехқа жүгінбестен, өз бетінше жасауы неғайбыл.

Осы әңгіменің түп төркіні айқын, металл өңдеудің барлық түрлерін қамтитын цехтар (сондай-ақ, гальваникалық жабын, сырлау, ұнтақты жабын және құрастыру секілді қосалқы үдерістерді де) ең табысты болып табылады (немесе жуық арада солай болады). Олар клиенттерді өздеріне тартып алуды үйренді және аяққы пайдалануға арналған бөлшектерді өндіру технологиясы ретінде жылдам таралуын жалғастыра беретін үш өлшемді баспаны қоса алғанда жоңқалы әрі онсыз өндірістің екі түрін де жақсы меңгеріп алды. Бұл металл құрастырылым өндіріс бойынша болашақ компаниялар табысты өндіріс пен кез келген қажет еткен сатып алушыға сапалы өнімдердің уақытылы жеткізілуіне кепілдік бере отырып, ию, пішіндеу, қалыптау, сондай-ақ механикалық өңдеу мүмкіндіктерін беретінін білдіреді.

Құралдарды жылдамырақ және ұзағырақ пайдалану

Егер сіздің соңғы жылда сатып алған кесетін құралды (немесе құрал ұстағышты, не дайындаманы) жеткізушіңіз жабдықтың барлық бірліктерін пайдалану бойынша қандай да бір нұсқаулықтарды ұсынбаған болса, онда, бәлкім, жаңа жеткізушіні іздейтін кез келген шығар (немесе тым болмағанда жаңа сатушыны). Өз жеткізушілеріңізбен табысты ынтымақтастықта болу көрші немесе шетелдік болмасын, бәсекестерден озып кету үшін қолданылатын көп тәсілдердің бірі ғана.

Машинист кесу туралы кез келген қажетті ақпаратты механикалық өңдеуге қатысы бар кез келген адам өзінің құралдарға арналған жәшігінде немесе төсек жанындағы шкафтың үстіңгі тартпасында ұстауы тиіс жалғыз кітап («Механикалық өңдеу. Қарапайым деңгейден» басқа) «Механикалық өңдеу бойынша анықтамадан» таба алатын кез де болған.

Мені дұрыс түсініңіз; анықтамада басқа да көптеген пайдалы ақпарат, кесудің жылдамдығы мен тереңдігі туралы мәліметтер бар, бірақ соңғы жылдары кесетін құралдар өндірісіндегі өзгерістер қарқыны арта түсті, ал көп жағдайларда осындай ақпараттың ең жақсы көзі жеткізушілердің өзінен алынатын ақпарат болмақ. Жердің астындағы тереңдікте құпия камераларда жаңа маркаларды, геометриялар мен жабындарды жасап, сынақтан өткізе отырып, жұмыс істеп жатқан эльфтер әскерін ұстап отырған солар. Әрі өздеріне қолайлы сәтте білдектік өңдеу саласындағы соңғы туындысын жабдықтан барынша көп өнімділікті қалай алуға болатындығы туралы кеңеспен бірге жарыққа шығара салуы мүмкін.

Әрине, егер кімде кім оған сатушының берген нұсқаулықтарын ұстанатын болса немесе оған алуды ұсынған нәрсені сатып алған болса, онда барлық цехтар бірдей болған болар еді. Бәсекелестік артықшылықтар қайда болады? Міне, сондықтан да сіз тұрақты үдеріс қалыптасқанға дейін кесетін құралды жеткізушінің ұсыныстарын ұстануыңыз тиіс, ал содан соң сізге берілген ұсыныстарды сыдырып тастап, өндірісті жетілдіре отырып, тәжірибе жасауды бастауыңызға болады.

Ешкім де өкпелемейді. Сатушының терісі қалың, әйтпесе олар сол жұмыста ұзаққа қалмаған болар еді. Сіз «есінен ауысқан ғалым» секілді металды алып тастау үдерісін әлі де зерделеп жатқан кезде оларды қалуға шақырсаңыз да болады. Мұның мәні – құрал дәлдігінің шегін сынуға дейін апарумен анықтау, содан соң кері шегіну.

Оны қалай болса солай жасамаңыз. Кез келген жаңа технологияны сынақтан өткізу ғылыми тұрғыдан жүргізілуі тиіс. Өлшемнің шамалы өзгерістерін де құжаттап отырыңыз және нәтижелерін жазып отырыңыз. Құралдың жарамдылық мерзімі мен үстіңгі қабаттың тазалығын, қандай құрал ұстағыштарды пайдаланғаныңызды, дайындаманы қалай ұстағаныңызды, білдектің дауысы қалай шыққанын және басқа да оператордың жұмыс үшін қалыпты ұсақ-түйектерді жіті қадағалаңыз.

Егер бәрі кері кетіп жатса (көбіне солай болып тұрады), онда сіз ең дұрысы құралдың жұмысын баяулату екенін білгеніңіз жөн. Кейбір кездері тербелісті тоқтатудың немесе жиектегі шорды азайтудың ең дұрыс тәсілі – құралды қайтадан іске қосу. Беріліс жылдамдығын тағы да 10 пайызға көтеріңіз. Аздап қаттырақ айналымды қосып көріңіз. Осы бірізділіктің орнын ауыстырып, бәрін басынан бастаңыз. Әрине, осындай сынақтан өткізу оператордың алтын уақытын алады. Алайда осының бәрі ақылмен істелінуі тиіс. Егер қосалқы бөлшектер жұмыс күні келетін болса, онда жаңа көп фазалы жабында сынақтан өткізудің уақыты әлі келген жоқ. Дегенмен алға жылжуыңыз үшін жасауыңыз керектің бәрін жасаңыз. Әрі есіңізде болсын, жазып отырыңыз, жазып отырыңыз, жазып отырыңыз.



ЕСКЕРТУ

«Бола алатыныңның бәрі бол» деген постулат металл өңдеуде тура мағынасында қабылданбауы тиіс. Өңдеу үдерісіне бар-жоғы екі сағат қана керек болатын болса, оны баптау үшін бір сағат уақыт кетірудің қажеті қанша? Егер тапсырыс қайталанбайтын болса, инконель қорытпасынан жасалған, 10 пайызға артық жарамдылық мерзімін қамтамасыз ететін құрал іздеудің (немесе оған қосымша ақша жұмсаудың) не қажеті бар? Сіздің құралдарыңыздың жарамдылық мерзімі айтарлықтай ұзақ, бөлшектердің сапасы жақсы болып тұрған кезде және сіз құралдың қашан істен шығатынын болжай алғанда супер-құралды іздеуге ешқандай негіз жоқ, әрине, қысқа мерзімді келшекте, көптеген цехтардағы жұмыстар алуан түрлі болып келеді. Осылайша, сапасы жақсы әмбебап құрал жақсы таңдау болып табылады (егер цех тоқтап тұрған болса, ал сізге кесетін құралдарды сынақтан өткізуден басқа ешнәрсе қалмаса). Инновация дегеніміз қажеттілік, логика және үдерістерді анағұрлым тиімді етудің арасындағы теңгерім болып табылады. Өз таңдауыңызды ақылмен жасаңыз.

Бөлшектер мен құралдарды сақтау

Алдыңғы тарауларда «өздігінен бұғатталатын» құрал ұстағыштар мен дайындамаларды ұстағыштар бойынша кеңестер туралы материал көп болды. Олар, шын мәнінде, де жақсы, түптеп келгенде ешкім де цехтың ішінде бөлшектер мен кесетін құралдардың шашылып жатқанын қаламайды. Дегенмен жұмыстың тиімділігін қамтамасыз ету үшін кез келген механикалық жүйе секілді құралдардың дұрыс сақталуы және пайдаланылуы тиіс.

Оператордың кәдімгі атауыздарын қарастырамыз. Мен әдетте жұмысқа байланысты ең қарапайым қажеттілік жағдайында болмаса, оларды ұсына бермеймін және тек олар тез алмастырылатын төсемге бекітілгенде ғана. Егер сіз оларды пайдаланғыңыз келсе, онда

оларды тазалықта, аздап майланған және дұрыс ретке келтірілген қалпында ұстаңыз. Қатар қолданылатын қондырғылардан құтылыңыз (бөлшектерді өңдеудің қажетті биіктігіне көтеру үшін пайдаланылатын шындалған болаттан жасалатын шағын жолақтар), текшелі сорғыштарды немесе қосымша операциялар жағдайында жұмсақ металдан жасалған жұдырықшаны пайдаланыңыз. Егер сіз гидравликалық немесе пневматикалық атауыздарды ала алмасаңыз, онда барлық жағдайларда динамометрикалық кілтті қолданыңыз және бөлшектерді орнында ұстап тұру үшін тұрақты, жеткілікті қысымды қосыңыз (атауыздарды тартқан кезде жұдырықшаның көтерілуін бақылау үшін мәнді анықтау үшін циферблатты индикаторды пайдаланыңыз).

Дәл осы фрезерлік ұстағыштарға, жону білдектеріне арналған ұстағыштарға, құралбіліктерге және цангалық патрондарға да қатысты. Оларды тазалықта ұстаңыз және кетіктердің бар-жоғы мен тозуын жылтырақ үстіңгі қабатта тексеріңіз. Жүзіне және басқа да қозғалмалы қабаттарында аздаған май жағып қойған дұрыс (құрал өндіруші олай жасауды ұсныбағаннан басқа жағдайларда). Бұрынырақ айтылып кеткендей, бөлшектерді тарту үшін үнемі динамометрикалық кілтті пайдаланыңыз (жақсы калибрленген иініректегі емес).

Тағы бір ескеретін нәрсе, сіздің жону білдегіңіздегі немесе көп мақсатты білдегіңіздегі сүмбіні елемеуге болмайды. Конус пен құрал ұстағыштар сіздің ас ішетін үстеліңізден де таза болуы тиіс және тозу мен зақымдануға үнемі тексеріліп отыруы тиіс. Бұл әсіресе СББ білдектерінің көпшілігі үшін кеңінен таралған «тік конустылығы» бар білдектер үшін қажет, сондай-ақ осы ұсыныс «HSK» (Hohl Schaft Kegel) және әлі толығымен дерлік стандартты сүмбілі емес басқаларына да қолданымды. Кез келген жағдайда құралды ұстау үшін тұрған орнында тіркеу немесе серіппелі пакет пайдаланылады. Оларды ай сайын «қысқыштық бақылау» қондырғысының көмегімен тексеріп отырыңыз, әйтпесе сіз бір күні ақаулы бөлшектердің кезекті партиясын көріп жағымсыз таңғалатын боласыз.

Ең соңында, мен алдыңғы азатжолда пайдаланған «осы білдекке арналған құрал ұстағыштар» терминіне назар аударыңыз. Егер мүмкін болса, құрал ұстағыштардың нақты бір білдекке бекітілгені абзал. Бұл үнемі орындала бермейді, бірақ түлектердің мектеппен қоштасу кезінде шапқылап жүргеніндей, бүкіл цехты аралап ұшып жүрген құрал ұстағыштардың анағұрлым тұрақты нәтижелерін қамтамасыз ете отырып, сүмбі конусының және құрал ұстағыштың тозу бірлестігін сақтайды.

Не болса да, құрал ұстағыштың белгілі бір жарамдылық мерзімі бар екені есіңізде болсын. Сарапшылардың көпшілігі сізге құралдардың қанша әрекетті орындайтынына байланысты бір-екі жыл өткенде алмастырылып тұруы қажеттігін айтады. Осы орайда олар барынша көбірек зат сатуға тырыспайды. Уақыт өте металл шаршайды, ол дәлдікке және құралдың жарамдылық мерзіміне қатысты қиындық туындатады. Егер сізде жасы онға таяған (ал жиі пайдаланған жағдайда тіпті бірнеше-ақ жыл болған) құрал ұстағыштар бар болса, оларды ескі-құсқыға жіберу керек.

Білдектер (және адамдар) үшін жағдай жасау: температуралық режим, тазалық және қауіпсіздік

Шындыққа тура қарайықшы. Кейбір механикалық цехтар шошқа сарайы секілді көрінеді. Ауада салқындатқыш сұйықтықтан немесе майлы түтіннен тұман тұрады. Металл жоңқасы мен майланған ескі-құсқы нәрселер білдектің түбінде жатады, бірнеше ай бойы жиналмаған. Құралдар каталогының бумалары сөрелерге қауіпті болып тіреліп тұр, үстелдің үстінде қол құралдары мен микрометрлер, тәрелкеде кешегі ішіліп тауыспаған кофенің шынысы тұр (16-1-сурет мысалдардың бірі).

16-1-сурет: Мүмкін сізге осындай жағдайда жұмыс істеген жайлы да болар, алайда сізге әлеуетті клиенттер жиі келіп тұрады деп ойламайсыз ба?



«Үнемді өндіріс жөніндегі кеңесшілер» рұқсатымен

Ешкімнің де таңертең төсекті жинағысы немесе түскі астан соң ыдысты жуғысы келмейді делік, алайда біздің көпшілігіміз кеш өткізу үшін қонақтарды шақырмас бұрын осыларды жасаймыз. Цехта да тура осындай ұстаным болуы тиіс, әрбір күн өткізілетін кеш және кез келген уақытта сізге келе салуы мүмкін қонақтар (клиенттеріңіз) бар.

Бұл сырт көріністен де көп. Білдектер өте қымбат және тиісті деңгейде сақталуы тиіс. Мен күнделікті қызмет көрсетуді 14-тарауда талқыладым, алайда шаруашылықты жақсы ұстау сүзгілердің тазалығын сақтау мен белағаштар тозуын тексеруден де көбірек нәрсе. Бұл - әркім өзінің жұмыс орнын мақтан тұтатын және оны күтіп-қарауға белсенді түрде атсалысатын мәдениет. «Еден одан тамақ жейтіндей таза» деген термин артық айтылған, бірақ қолданымды (16-2-суретті қараңыз).

16-2-сурет: Көптеген механикалық және өндірістік цехтар осы ойды ұғынып, таза күйінде, жақсы ұйымдастырылған және көрегендік танытады.



«Прото Лабс (Proto Labs)» рұқсатымен

Тазалық қауіпсіздік те болып табылады. Цехтардың иеленушілері мен менеджерлерінің басым көпшілігі өз қызметкерлеріне қамқорлық жасайды, ал ауаны және түтін-тұманды

сүзгіден өткізу жүйесіне инвестиция жасау әрбір СББ білдегі үшін тым артық болуы мүмкін, бірақ бұл бір күндері Уэйннің өкпенің қатерлі ісігіне ұшырағанын немесе Джимге эфизем диагнозы қойылғанын естігеннен әрі осыған цехтағы нашар ауа кінәлі емес пе деген сұрақ мазалағаннан гөрі анағұрлым жақсы.

Ешкім де сырғанақ еден немесе ауыр заттарды көтеру қаупі туралы ойланбайды, олар шүбәсіз болады және кім де болмасын олардан аулақ болуға тырысады. Алайда олар сондай-ақ шілде айында цехтағы ауаның температурасының Фраенгейт бойынша 90 градусқа дейін көтерілуінен де аулақ болуы тиіс. Мұнымен қоса ауаны жеткілікті баптамау бөлшектердің сапасына нұқсан келтіреді және қызметкерлерді де тоқтата алмайды. Тура осы қыстықүнгі тым қатты температураға да қатысты. Цехта жыл бойы бірқалыпты температураны сақтап тұру СББ білдектеріне арналған артықшылықтарды былай қойғанда сүйменді қайта жасау немесе жаңа қызметкерлерді оқытуға қарағанда арзанға түседі.

Табысты өндірістік компаниялар қауіпсіздікті, тазалықты, ауаның сапасын және жұмысты жағымды ететіннің бәрін ескереді. Қызметкерлердің моральдық рухы «шошқа сарайындай лас» жұмыс орындарына қарағанда жақсырақ болады. Клиенттер бір-біріне «Мен соншалықты таза цехты өмірімде көрген емеспін; оларда бәрі де дұрыс болуы тиіс» дегенді тез таратады (иә, кейбір адамдар шынында да солай айтады), ол бизнесті кеңейту ықтималдығын арттырады. Лас, ыстық, қауіпті цехтар ма? Не үшін? Тазалауды бастаңыз.



ЕСКЕ ТУСІРУ

Үнемді өндіріс қағидалары механикалық цехтардың таза, жақсы ұйымдастырылған болуын талап етеді. Ол «5S» деп аталады және «seiri», «seiton», «seiso», «seiketsu» және «shitsuke» ретінде белгіленеді. Мен де жапонша оқи алмаймын, дегенмен 5 сөздің жалпы мағынасы: Sort (сұрыптау), Set (орнату), Shine (жарқырау), Standardize (стандарттау) және Sustain (қолдау(күтіп қарау)) (алғашқы үшеуі таныс болуы тиіс) түсінікті. Егер сіз өз цехыңызды мақтан тұтқыңыз келсе (жұмыс істеу үшін жағымды), оны өз клиенттеріңізге көрсетіңіз.

Баптаудың табысты болуы

Мен осы кітаптың екінші бөлімінде тек кейбір құралдарды талқылаймын. Тез алмастырылатын, уақытты қысқартатын құрал ұстағыштар кесетін құралды алмастыру үшін қажетті уақытты минуттан секундқа дейін қысқартады. Дайындамаға немесе атауыздарға батырманы бір басу арқылы екпінді әрекеттер жасауға мүмкіндік туғызатын тез алмастырылатын бекіткіштер. Алдын ала баптаудың дербес қондырғылары, сүмбілерді тексеру жүйелері, тұғырықтарды автоматты түрде алмастыру қондырғылары- цехты анағұрлым бәсекеге қабілетті және клиенттердің жылдам ауысатын талаптарын қанағаттандыратындай ететін саймандардың кең түржинағы бар. Сондай-ақ, сіздің бір тиын да жұмсамастан осындай баптау уақытын қысқартып, өткізу қабілетін анағұрлым болжалды ету үшін жасауыңызға болатын бірнеше қадам бар.

Құралдардан бастайық. Америкалық өнертапқыш Бенджамин Франклин бірде былай деп айтқан болатын: «Бәріне де орын бар және барлығы да өз орнында». Пенсильванияның президенті СББ-мен механикалық цех туралы айтқан жоқ, алайда оның сөздері Бен бифокалды көзілдіріктер мен жайтартқышты ойлап тапқан зертханаға да қолданымды.

Өзіңіздің құралдарыңызға қараңыз. Олар жақсы ұйымдастырылған ба? Тек қоймада емес (сізде құралдарға арналған қойма бар емес пе?), сондай-ақ білдектегілер де. Мысалы, кейбір цехтар осы орайда стандартталған құралдар топтамасының жиынтықтарын пайдалана отырып, ал содан соң білдектерді белағаш жүрісі бойынша немесе сүмбінің жылдамдығы емес, керісінше, оларда қамтылған құрал топтамаларына қарай сұрыптай отырып, жөндеу уақытын, құралға шығатын шығынды және тоқтап тұру уақытын бірден қысқартты. Кейбір батылдауларының тым алысқа кеткені соншалықты, олар осы құралдар топтамасына кірмейтін жұмыстардан бас тартты.

Жаңа тапсырма туындаған кезде ол тұрған орнындағы қажетті құралдар болуы тұрғысынан ойластырылады. Қоймаға барудың немесе аспаптар салынған жәшікті ақтарудың қажеті жоқ, кесетін құралдарды ұстап көрудің немесе ауыстыру туралы ақпаратты енгізудің қажеті жоқ. Өндірісті автоматтандарылған басқару жүйесінде (ӨАБЖ) стандартты құрал ұстағыштар, кесетін құралдардың өндірмелері мен корпустары әрбір топтама үшін алдын ала анықталған, ол бағдарламалау үдерісін анағұрлым жеңілдетеді. Осындай жағдайларда баптау үшін көбіне шикізатты жүктеу, қажетті бағдарламаны анықтау және (сіз модельдеуге арналған бағдарламалық жасақтаманың көмегімен құралдың траекториясын тексерген жағдайда) қайталымды іске қосу талап етіледі.

Тура сол жұмыс орнына да қатысты. Жүйені санау тұрғысынан және тез алмастыратын патрондар тұрғысынан талқылау есіңізде ме? (6-тарауда келтірілген). Сіздің шарлы бекіткіші бар немесе нөлдік нүктесі бар кіріктірілетін жұдырықшалары немесе сүмбілі бекіткіші бар жүйені артық көруіңізге қарамастан, сіздің цехыңызға бекіткішті тез алмастыру стратегиясын зерделеу және қабылдау, ал содан соң өлшеу (немесе оның өлшемдерін жүктеп алу), өзіңіздің өндірісті басқару жүйеңізде модельдеу және цехтағы барлық білдектерге осы стратегияны қолдану қажет. Ол шамалы уақыт пен күшіңізді алады, алайда механикалық өңдеудегі бәсекеге қабілеттілікті арттырудың ең тиімді тәсілі болып табылады.

Қолғаптарымызды шешеміз (және қорғаныс көзілдірігін киеміз)

Білдектер қауіпті болуы мүмкін. Иә, мен 1-тарауда механикалық өңдеудің басқа салаларға қарағанда қаншалықта қауіпсіз болатындығын атап өткенмін, білемін, дегенмен тәуекелдер баршылық. Сүмбі минутына бірнеше мың айналым жылдамдықпен айналып жатқан кезде қатты жылдамдықпен қозғалатын өткір кесетін құралдар мен металл бұйымдар жазатайым оқиға қауіпін тудырады. Металл жоңқасының көзге түсуі, кесілген саусақтар, аяқтағы жарақаттанған саусақтар – осының бәрі соңғы жылдардағы менің тәжірибемде болған, мен және менің бірнеше әріптесім жедел жәрдемге барған (көбіне ол менің басымда болған жағдайлар) бірнеше жазатайым оқиғалар болып табылады. Артқа көз тастай отырып, осы жарақаттардың барлығын бірнеше қарапайым қауіпсіздік шараларын сақтай отырып, болдырмауға болатынын растауға болады:

» Наркозбен көздің үстіңгі қабатынан металдың кішкентай бөліктерін алу... оны ұмыту мүмкін емес. Оны болдырмаудың жолы айқын. Үнемі қорғаныс көзілдірігін киіңіз, күңгірт, жандарында қалқаншасы барын пайдаланыңыз. Егер ажарлаумен айналысатын болсаңыз, қорғаныс маскасын киіңіз. Осы ережелердің сақталмауы сіздің Брайл әрпін үйренуіңізге бірегей мүмкіндік беруі мүмкін.

» Бұл құрылыс жұмыстары емес, дегенмен білдек операторларының атауыздар мен патрондар секілді ауыр заттарды жиі көтеруіне тура келеді. Егер оларды аяғыңызға түсіріп алсаңыз, онда софтбол немесе боулинг ойнай алмауыңыз әбден ықтимал. Егер сіз болат тұмсықты бәтіңке кимейтін болсаңыз, онда жағымсыз жағдайларға тап боласыз.

» Егер сіз айналмалы механизмдермен жұмыс істеу барысында қолғапты пайдаланатын болсаңыз, онда бұл бұрғылау білдегіндегі бөлшектің қылауын қолындағы ауыр дәнекерлеу қолғабымен шешуге тырысқан менің досым Эдпен болған жағдайдай аяқталуы мүмкін. Алынған жарақат тағдырдың тәлкегімен «жалаңаштану» деп аталады, яғни дененің үлкен кесегін жұлып алу, Эдтың жағдайында ол саусақтың бөлігі болған. Жеткілікті ме?

» Не? Қайталайсыз ба? Естуден айрылу айтарлықтай маңызды мәселе. 9-тарауда мен шыбық берілісіне арналған шулы қондырғылар туралы айтқан болатыным, алайда олар қазіргі кезде анағұрлым тынышырақ. Дегенмен ең шусыз білдектердің өзі қоғамдық кітапханадағы тыныштықпен салыстыруға келмейді. Егер сіз кәрі және ақ шашты (бәлкім, олай емес) болған кезде қашан да болмасын немерелеріңіздің күлкісін және жаздығүні желдің үйеңкі ағашының жапырақтарын сыбдырлатқанын немесе сіздің жұбайыңыздың арнаны ауыстырғаныңыз үшін күңкілдегенін естігіңіз келсе, жаныңызда механикалық қондырғы жұмыс істеп тұрған кезде құлаққап киіңіз.

Басқа да бірқатар қауіп түрлері бар. Мысалы, тығыздалған ауа қызықты болуы мүмкін және кейбір тым ақылды механиктер өздерінің пневматикалық пистолеттерінен «снарядтармен» цехта атудың немесе оларды кесіктерді тазалау үшін пайдаланудың тәсілдерін тауып алады. Екеуі де – еш мағынасыз ой. Тығыздалған ауа сондай-ақ қатты шу шығарады, сондықтан өз пистолетіңізді шуды бәсеңдететін шүмектермен жабдықтаңыз.



МАҢЫЗДЫ
БӨЛШЕКТЕР

Тағы бір ой жабдықтың қорғаныс жақтауларын шешіп тастау немесе профилактикалық бақылауды өткізудің алдында элетрлік панельді бұғаттамау, бәрі дұрыс болған жағдайда ол сізге «пысық» (Sparky) деген лақап атты беруі мүмкін, бірақ өлімге де алып келуі мүмкін. Біз қауіпсіздік тақырыбын толығымен жаппай тұрып, бір-екі парақ бұрын болған ауаның сапасы туралы бөлімді оқыңыз. Егер сіздің цехыңызда тұман жинағыш болмаса, осы туралы бастығыңызбен сөйлесіп көріңіз. Егер ол әсер етпесе, онда жаңа жұмыс орнын табыңыз

Кәсіби қауіпсіздік пен денсаулық әкімшілігі (КҚДӨ) Құрама Штаттардағы жұмыскерлердің қауіпсіздігі үшін жауап береді. Осы жылдар ішінде ол өзінің қауіпсіздік техникасы бойынша күтпеген тексерістер жүргізгені үшін жағымсыз беделге ие болды. Осыдан кейін цехтарда барлығы механизмдердің қорғаныш қоршауын ауыстырып, қорғаныш көзілдірігін кие бастады. Оларға ұқсамаңыз. Мен осы мақаланы жазу кезінде КҚДӨ веб-парақшасында осы жылғы өлімге алып келген жағдайлардың тізімі пайда болды, орташа санын шығарғанда жыл сайын 45000 адам болды.

Бұл - көптеген қажетсіз азап шегу мен адам шығыны. Мен механикалық жабдықпен байланысты болған ешбір қайғылы жағдайдың куәгері болған жоқпын, алайда олардың болатынына сенімдімін. Егер сіз қауіпсіздікке байыппен қарайтын болсаңыз, КҚДӨ-ге жүгініңіз, жұмыскерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қандай шара қолдану қажеттігін сұраңыз және қауіпсіздік пен денсаулық саласындағы жетістіктерді мойындау бойынша бағдарлама туралы біліңіз (Safety and Health Achievement Recognition Program, SHARP). Бұл өзіңізді және басқаларды қатерден сақтаудың қарапайым тәсілі болып табылады.

Өзгерістерді ескеру

«Менің ірімшігіме кім тиді?» немесе «Біздің мұзшоқымыз еріп жатыр» тәрізді кітаптардың табыстылығы келесіні растайды: адамдардың көбіне өзгерістер ұнамайды. Ең табысты компаниялар, оның ішінде механикалық цехтар өзгерістерді құшақ жая қарсы алатындар екені күлкілі емес пе? Өкінішке орай, бәріміз де кейбір адамдардың үдерістері мен тәжірибелеріне күмәнмен қарағанда «себебі біз үнемі осылай жасайтынбыз» дейтінін білеміз. Осындай көзқарастың ең жаманы олардың залалды табиғаты болып табылады. Статус-квоны мойындау мұндай жағдайларда ауру секілді тез тарайды.

Өзгерістерден қорқатын жұмыс күшінің алдында «Алға жылжиық» деген санасы бар шығармашылық компанияға немесе қызметкерлер тобына не істеуге болады? Ең өжеттер қатал жауап беруі мүмкін, алайда бірнеше басты жара отырып, компанияның жұмыссыздық бойынша рейтингін көтеру ақылға сыймайтын, пайдасыз (аса жақсы емес) шешім болып табылады. Одан да мәдени жолмен болатын өзгерістерді жасаған дұрыс. Олардың бойында жаңа технологияларға деген тәнтілікті оятыңыз. Оларға «біздің компаниямыз гүлденуі үшін осылай жаса» атты керемет клубқа кіруден бастап, оның қаржылық, кәсіби және әлеуметтік артықшылықтарын көрсетіңіз. Қызметкерлерді ұдайы жетілдіруге тартыңыз. Содан соң оларға әрекет еркіндігін беріңіз.

Үнемді өндіріс сарапшылары Кайзеннің ұдайы жетілдіруін атайды. Басқалар оны дұрыс мағына деп атайды. Солардың көмегімен өзгерістердің тиімділігін өлшей алатын шағын қадамдар, қызметкерлердің қатысуын ынталандыру және көрсеткіштерді арттыру қағидасы –

міне, осылардың бәрі өзгерістерді басқару бойынша кез келген жобаның қырлары болып табылады.

Тура соны АӨТЖБ әдісі ретінде келесі құралдар туралы да айтуға болады – анықтау, өлшеу, талдау, жақсарту, бақылау (Define, Measure, Analyze, Improve, Control, DMAIC), «5» неліктен (негізгі себеп анықталғанға дейін «неліктен» сұрағын қоя беру), сондай-ақ Деминг қайталымы ретінде танымал ЖЖТӨ-жоспарлау, жасау, тексеру, әрекет ету әдісі (Plan, Do, Check, Act, PDCA) және басқалары. Оны қалай атасаңыз да өзіңіз біліңіз және қажетті құралдардың барлығын пайдаланыңыз, алайда үнемді өндіріс компания мен қызметкерлердің өсуі үшін қажетті аспект болып табылады. Әдеттегідей әрекет етуден шаршадыңыз ба? Мүмкін, өзгерістердің уақыты келген болар.

ӘЛІППЕЛІК КӨРСЕТКІШ

3D-баспа, 229
7/24 конусы, 41, 115, 117
«40S Machinist Vise», 23
ANSI стандарты, 88
«ASTM A600 тез кесетін аспаптық құралдардың техникалық сипаттамаларының», 83
B макрос, 143
«CAT40» құрал ұстағыш, 121
Croblox, 166
D-коды, 184
«Ethernet» интерфейсі, 14, 184, 210
FANUC, 176
(FEA), 158
G-код, 153-156, 176-179, 181-182, 185
H-код, 143
Haas Automation, 181, 243
ISO (метрикалық) кестелері, 88
Jacobs Chuck Manufacturing Company, 23
Jobbers бұрғылары, 92
Kennametal, 23, 117, 125
M-код, 176-177
"M-функциялар", 143
Morse Twist Drill and Machine, 23
MTConnect, 209
(NURBS), 151-152
(PRONTO), 152
«RS-232» мәліметтер интерфейсі, 210
RS-274, 35
S-код, 178
Sketchpad, 152
«.step» форматы, 157
«.stl» кеңейтуі, 157
T-код, 183
(TPS), 244
Trimos, 170
V-тәрізді фланец, 41, 115
VDI, 125-126
Wilton Vise Company, 23
(ZPS), 38

А

автоматтандыру, 10, 37, 207, 233
автоматтандырылған, 33, 37

аддитивті өндіріс. 3D-баспа қар., 229
ажарлау, 90, 194, 207
ажарлаумен айналысатын, 194, 251
ажарлауыш шарықтары, 54
ажыратылмалы құралбілік, 106
айналдырғы қыспағы, 30
айналмалы құралдар 24, 87, 95, 123, 126
айналмалы орталық, 44
айналмалы үстелдер, 39-40, 110-111
айналу, 57, 130, 222
акрил, 79
акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС), 78, 231
ақпарат, 240-250
ақ шойын, 70
алдын ала баптау қондырғысы, 140-141
алмазды жону, 96
алюминий, 69, 76-77
Америкалық темір және болат институты (AISI), 67
аралау, 55-56
арнайы ажарлау, 194
арнайы жасақтамалық бағдарлама, 48
артқы жағының үстіңгі қабатының тозуы, 224
асқан дәлдікпен механикалық өңдеу, 58
аспаптық болат, 74
аспаптық жону білдегі, 44
аспаптық жону білдегі бұрама, 44
аспаптық сайман, 128
астауша, 88, 199
атауыздар, 108-111, 118, 247-250
аунақшалы мойынтірек, 31
ауыстырмалы кесетін пластиналары бар бұрғылар, 194
ауыстырмалы ұштығы бар бұрғылар, 194
ауыстыру қондырғысы, 229
ацеталь, 78

Ә

әмбебап білдек, 36
әмбебап патрон, 102-103

әңгіме, 65, 99

Б

бағдарламалық басқаруы бар (СББ) білдек жабдығы, 176
бағдарламалық жасақтама, 141, 243
бағдарламалық жасақтама қызмет көрсету ретінде (SaaS), 154
бағыттауыштар, 27, 128
бағыттауыш төлке, 18, 47
бағыттауыш төлкелер, 58
бақылау-өлшеу блоктары, 170
бақылау учаскесі, 171-172
баспақалыптарды жылдам алмастыру, 142
бас тарту, 214, 236
бекіту, 205, 214
берік жанасу, 197
беріліс пен жылдамдық, 67, 220-221, 223
бес координатты өңдеу орталықтары, 131
бес координатты құрал ұстағыштар, 122
Бессемердің үдерісі, 71
бойлай жону білдектері, 41, 43
болат, 18, 28
болатты қосындылау, 67
болжалдық, 214, 226
бөлгіш-айналмалы, 208
Браун және Шарп конусы, 114
Бриджпорт консольды-фрезерлік білдегі, 22, 23
бұлттық есептеулер, 152
бұрамалар, 31
бұрамалы фрезалар, 95
бұранда жасайтын бастиек, 196
бұранда жасау, 196
бұранда кескіш бастиек, 93
бұранда кесу, 194-196
бұранда кесуге арналған пәрмен, 183
бұрандалы қысқыш, 35
бұранданы бір жүзді құралмен кесу, 98
бұранданы қатқыл кесу, 93, 122
бұранданы орау, 196

бұранданы оюға арналған таңбалаушы, 92
 бұранда өлшегіштер, 168
 бұранда тарту, 125
 бұрғы құйыры, 114
 бұрғылайтын бұранда кескіш білдек, 42
 бұрғылар, 88-90
 бұрғылардың ұзындығы, 89
 бұрғылау, 194-196
 бұрғылау білдегі, 23, 251
 бұрғылау патрондары, 114, 121
 бұрғының ауып кетуі, 194
 бұрышты беткі қабаттарды өңдеуге арналған саусақты жонғыштар, 94
 бүйірлік фрезалар, 199
 бүйірлік фрезерлеу, 122, 199
 білдек, 247-251
 білдекке арналған, 247
 білдек құралдары 22, 232, сондай-ақ мамандандырылған құралдарды қар. білдектің автоматтандырылған жүйелеріне мониторинг жасау, 212
 біліктер, 106-107
 білдектердегі айналмалы құралдар, 95
 бірліктер жүйесі бойынша өлшем бірліктері, 89

В

вакуум, 112
 вакуумдық патрондар, 101, 111-112
 ванадий, 65
 винтті бұранда, 196
 виртуалды шындық (ВШ), 234-235
 Вирустардан қорғаныс, 144
 вольфрам, 85
 вольфрам карбиді, 24, 85
 вольфрам карбидіне, 84

Г

газдық вольфрамды дәнекерлеу, 63

газ-металдық доғалық дәнекерлеу, 62
 «гангстер», 46
 геометриялық өлшемдер мен шақтамаларды белгілеу, 163
 гидравлика, 134
 гидравликалық жону патроны, 170
 гистерезис, 103
 гравитациялық беріліс, 134
 графиті бар шойын, 70

Ғ

ғылыми тұрғыдан ойлау, 218

Д

дайындаманы берік ұстау, 109
 дәлдік, 202
 дәл көшірме, 111
 дәнекерлеу, 63
 дәнекерлеуге арналған арнайы аппарат, 255
 дәстүрлі механизмі, 26
 Деминг қайталымы, 252
 деформация, 82, 103-104
 диалогтық бағдарламалау, 155-156
 дисбаланс, 158-159
 доғалық дәнекерлеу (SMAW), 63
 доңғалық режим, 180
 дөңгелек өлшегіш, 166

Е

екі білікті, 96, 101
 екі білікті СББ, 96
 екі білікті СББ жону білдегі, 96
 екі бұрышты патрондар, 119
 екі дискілі ажарлау, 55
 екі түйіспелі ұстағыштар, 117
 еңкіштігінің бұрышы, 224
 ерігіш майлар, 225
 еске түсіру, 229
 естуден айрылу, 251

Ж

жабдықтар, 82, 89
 жабдықтың бәрін сатып алу, 170

жабдықтың жалпы тиімділігі, 206
 жабындар, 83, 86
 жадыны жаңарту, 143
 жақсы майлағыш, 225
 жақтаулар, 166
 жалаңаштану, 251
 жалғастырғыш, 89, 114
 жаппай өндірістегі инженерлік жұмыстарды жобалау және тексеру, 165
 жарамдылықты ескере отырып жобалау, 149
 жарнамалық БЖ, 210
 жартылай автоматты ӨБАЖ, 234
 жартылай синтетика, 225
 желілі қозғалтқыштар, 26
 желімдемелі пластик, 28
 ЖЖТӨ-жоспарлау, жасау, тексеру, әрекет ету әдісі, 252
 жобалау жүйесі, 149, 162
 Жоғары қысыммен майлағыш-салқындатқыш сұйықтықты (МСС) пайдаланыңыз, 194
 жонатын кескіш, 198
 жону, 229
 жону-бұрама кескіш білдек, 23, 44, 102
 жону білдегі, 189
 жону білдегімен жұмыс, 99
 жону білдектері, 220
 жону білдектеріне арналған ұстағыштар, 247
 жонып өңдеу, 201
 жону-револьверлі, 45-46, 105, 196
 жоңқаны алып тастау, 100
 жұдырықшалы жетегі бар білдектер, 33
 жұдырықшалы патрон, 104
 жұмсақ жұдырықшалар, 104
 жұмырлау, 101, 203
 жұмыстарды жобалау және тексеру бойынша ескертулер (Паркер), 165
 жүріс винттері, 25
 жылдамдық, 198, 223
 жылжымай тұрған қалпы, 199
 жылтырату, 55, 57

жылтыратуға арналған
коллектор, 57
жылулық көлемі, 26
жырашықтар, 197
жырашықтарға арналған
кескіш, 98
жырашықтарға арналған
кескіштер, 98
жырашықтарды кесу, 187
жырашықтарды кесуге
арналған кескіш, 97

З

заттардың ғаламторы, 231
зауыттар, 12, 13, 233, 235,
159

И

икемді өндірістік модуль,
207, 233
индексатор немесе
айналмалы үстел, 42
инженер-технологтар
қоғамы (SME), 243
интерполяциялау, 202
(ИӨЖ), 208-209
ию, 60

К

калибрлік жақтау, 166, 168
калибрлік қалыптама, 51
кәсіби қауіпсіздік пен
денсаулық әкімшілігі
(КҚДӘ), 251
кермет, 68
кері қарай айналу, 103
кесетін құралдар 245-246,
250
кескішті орналастыру, 37
кеспелі қалып, 132
кесу, 56, сондай-ақ
Кесу бойынша берілетін
кеңестерді қар.
кесудің тұрақты
жылдамдығы, 220-221
кесу жиегіндегі шор, 223
кесу жылдамдығы, 219-
223
кесу құралдары, 48, 189
кесу тереңдігі, 222-224
кеулей жону құралбілігі,
198
кеулей жону құралы, 201
киберфизикалық жүйе
КФЖ, 233
кобальт, 66
ко-боттар (көмекші-
роботтар), 136

кодтар, 131
Коллобаративті роботтар
(ко-боттар), 136
компаратор, 196, 206
компьютерлер, 210-211
компьютерлік сандық
басқару(КСББ), 127
консольді-фрезерлік
білдек, 116
конус сипатты ұстағыш,
24
конустар, 113-117, 119
конустарды өңдеуге
арналған саусақты
жонғыш, 94
«конустық» бекіткіш, 167
конустық саңылау, 106,
126
координаттарының жұмыс
жүйесі, 182
координатты бұрғылайтын
білдек, 43
координаттарды
үйлестіру, 180-181
көлденең көп мақсатты
білдек, 110-111, 128-129
КӨМ, 175
көміртек, 65
көміртекті болат, 72-73
көпкескішті, 46, 58
көп қырлы кесетін
пластиналар, 91
көп қырлы кесетін
пластиналары бар
бұрғылар, 91
көп мақсатты білдек, 109-
111, 122-123, 127-129
көп мақсатты білдектер,
125
көп орынды қысқыш тіреу,
110, 111
көп сүмбілі әбігер, 34
көптеген нәрселерді
модельдеу, 158
көшірмелеу, 211
көшірмелі, 51
көшірмелі-тескіш білдек,
51
кремний, 86-87
кремний карбиді (SiC), 86
кубтық бор нитридi (КБН),
85, 87
күйіктас (керамика), 28
күкірт, 66
кілтсіз бұрғылау 116, 121

Қ

қабаттасу, 124, 230
қағаздан құтыламыз, 236
қадамдық кеулей жону,
202
қайталанбалы үдеріс, 224,
2267
қайшы, 61
қақталатын шойын, 70
қақталған, 70
қақтығыстардан
сақтандыратын, 143
қалайы, 76-77
қалыңдық өлшегіштер,
168
қалыптама, 60-62, 71
қаңқалық модель, 151
қаттылықты өлшеуіш, 173
қаттылық өлшегіш, 68
қатты қорытпалы ұштық
фрезалар, 227
қатты қорытпалы кесетін
құрал, 68, 85, 207
қатып қалған су, 112
қауіпсіздік пен денсаулық
саласындағы жетістіктерді
мойындау бойынша
бағдарлама (SHARP),
251-252
қозғалмалы бөлшектер
білдектің «біліктері», 25
қозғалтқыштар, 30-31
қола, 76
қолғаптар, 250
қорғану түрлері, 212
қорғаныс көзілдірігі, 250-
251
қорғаныш қоршауы, 251
қосалқы қондырғылар,
209, сондай-ақ арнайы
қосалқы құрылғыларды
қар.
қосымша саңылау, 91
қосындылау элементтері,
75
қуыстың пішінін келтіру,
260
құжаттардың сканері, 237
құйынды секілді, 108
құйыры бар конус, 117
құм, 77
құралдар, 249-250, 252
құралдарға арналған
жәшік, 234
құралдарды жасау, 50,
213
құралдардың
жарамдылық мерзімі, 83

құралдың жүзі, 207
 құралдың тозуы, 138, 201
 құралдың траекториясы, 37
 құралды суыту және сүмбі мен ішкі түтікше арқылы жоңқаларды алып тастау жүйесі, 90
 құрал қозғалысының трохоидалды траекториясы, 223
 құрал қозғалысының траекториясын модельдеу, 124, 129, 208
 құрал ұстағыштар, 227-228, 246-250
 құрамдастырылған диаметр, 170
 қылауларды алу, 255
 қылауларды алып тастау, 203-204
 қысқыштар, 23, 193

Л

лазерлік бастиек, 238
 лазерлік кесу, 61
 лауазым, 260
 луддиттер, 21
 люфт, 104

М

магний, 77
 магниттер, 26, 66
 май жинағыштар, 225
 майлағыш-салқындатқыш сұйықтық, 144, 225
 макробағдарлама, 190
 макрос, 9, 143, 190
 мамандық таңдау, 241
 манаконит, 76
 манометр, 168
 манометрлер, 171
 марганец, 66
 маска, 66, 251
 материалдар, 149, 235
 машиналық өңдеу, 60, 97
 машиналық өңдеу үдерісі, 97
 мән, 9, 27
 металдар, 67-68
 металл кесетін білдек, 44, 173, 226
 металл кесу, 125
 металл құрастырылым өндіріс, 245

металл өңдеу дағдыларының ұлттық институты (NIMS), 243
 металл тұмсығы бар бәтіңке, 145
 метрология, 161
 механикалық өңдеу негіздері, 25
 механикалық өңдеу орталықтары, 142
 механикалық патрон, 102
 микробөлшек, 239
 микрометрлер, 145
 микроөңдеу, 239
 модальды емес, 178
 модельдер, 152, 157
 модельдеу, 250
 модельдеудің бағдарламалық жасақтамасы, 139
 мойынтіректер, 31, 109
 молибден, 66
 Морзе конустары, 114
 Морзе конусы, 114
 мылтық бұрғылары, 58
 мылтық бұрғылары бар, 58
 мыс, 20, 765

Н

негіздер, 25
 нейлон, 77
 никель, 64, 66, 73
 нөлдік нүкте, 39

О

ойып алу, 124
 оқыту, 214
 онлайн курстар, 243
 оң жақты кесетін, 91
 Оң жақты кесетін салымдар, 91
 оңтайландыру, 154
 операторлар, 48, 66, 90
 операциялар, 47, 208, 247
 оптикалық құрал, 172
 орнату, 27, 237
 ортадан кескіш фреза, 198
 орталық бұрғы, 88, 90
 орталықсыз ажарлау, 54
 оффлайн-құралдар, 139

Ө

ӨБАЖ, 178, 200
 өлшегіш, 168
 өлшегіштер, 166

өлшемдік бағдарламалау, 190
 өлшеу ұштықтары, 169
 өлшеуіш, 162
 өлшеуіш құралдың қайталанғыштығы мен жаңғыртылуы, 162
 өндірушілердің ұлттық палатасы (NAM), 242
 өндірушінің нұсқаулықтары, 119, 226-227

өндірістік үдерістерді басқарудың автоматтандырылған жүйесі (MES), 159
 өнертабыс, 22-23, 71
 өңделген бөлшектер, 12
 өңделген бөлшектердің өндірісі, 33
 өңделетін диаметр, 201, 220
 өңделімдік, 73
 өңдеу, 235, 245-246

П

пайдаланушы анықтайтын макрос, 142, сондай-ақ ерекше/нақты металдарды қар. паллеттер, 143-145
 патрондар, 101, 250
 патрондары, 121
 пластиктер, 77
 плексиглас, 79
 профилометр, 173
 поливинилхлорид (ПВХ), 78
 поликарбонат, 78
 поликристалды алмас, 86
 поликристалды кубтық бор нитриті (ПКБН), 87
 полимерлер, 79
 полиоксиметиленол (ПОМ), 78
 политетрафторэтилен (ПТФЭ), 78
 полиэтилен, 65
 полиэтиленгликоль (ПЭГ), 7, 85
 полиэфирэфиркетон (ПЭЭК), 78, 231
 пневматикалық патрон, 101-102
 піспек, 51, 57, 90

Р

радиожилік сәйкестендіру таңбасын (RFID), 213
 радиусының ұзындықтары, 183
 револьверлік, 74
 резеңке тығыздағыш, 97
 робот, 205, 207, 209

С

саңылаулар, 180-181
 саңылауларды бұрғылау, 88-89, 180, 195
 саңылауларды тесу, 88, 96
 саңылаулардың тереңдігі, 59
 салқындатқыш, 225, 235
 салмақты төмендететін, 77
 саптамаларды тарту, 218
 СББ-мен, 37-38, 250
 секторлық жұдырықшалар, 104
 сертификаттау, 242
 синтетикалық май, 225
 Солтүстік алтын, 76
 суағынды кесу, 62
 суық кесу аралары, 56
 сұр шойын, 68, 70
 сүмбіде орнатылған бергішпен өлшеу, 138
 сүмбі саңылауы, 133
 сфералық саусақты жонғыш, 94
 сымды беру, 63
 сымсыз желі, 205, 237
 сынақтан өткізу, 246

Т

табыстың кілті, 247
 «таза» майлар, 225
 талшықпен құрсауланған полимер (көміртекті пластик), 86
 таспалы-кесу білдегі, 132
 тегершіктер, 57
 теңестіру тақтасы, 101, 172
 тербелісті азайту, 25,, сондай-ақ,
 стандарттаудың ерекше/нақты түрлерін қар.
 терең бұрғылау, 57
 тереңдік микрометрлері, 169

терможелім, 28
 титан карбиді (TiC), 86,
 сондай-ақ Вольфрам карбидін қараңыз
 тиіс техникалық қызмет көрсету, 232
 толығымен автоматтандырылған, 139
 толығымен автоматтандырылған өндіріс, 208-209
 тұндырғыш, 225
 тығынды калибр, 168
 тігінен револьверлі жону білдектері, 46
 тік бұрышты бағыттауыш, 27
 тік сызық, 180

Ұ

ұзын бұрғылар, 7
 ұнтақ болат, 94
 ұстағыштан шығып кету, 114
 ұштық, 201
 ұштық түрлері, 90
 ұштық фрезалар, 118-121, 227

Ү

үздіксіз айнала алатын айналмалы үстел, 40
 үйлесімді тәсілдерін еске түсіру, 131
 үнемді өндіріс, 283-284, 290
 үңгі, 90
 үштік микрометр, 169-172

Ф

физикалық қос фазалы тұндыру, 86
 фрезаға түзету, 184-185

Х

хат, 210
 химиялық қосфазалы тұндыру, 86
 хром нитриті (CrN), 86

Ц

цангалық патрон, 105-106

Ш

шағын қысқыштар, 109
 шарлы-бұрандалы беріліс, 26

швейцарлық СББ білдектері, 225
 шыбықты беру қондырғылары, 134
 шыбықты жону автоматтары, 89
 шығын, 48, 242
 шығырлар, 95, 152
 шыңдалған болат, 53, 90-91, 144

Ә

электрдоғалы дәнекерлеу, 63
 электржелілік көшірмелі-тескіш білдек, 51
 электролитті ерітінді, 203

Автордың ризашылық білдіруі

Менің жанымда соңғы 39 жыл бойы болған, маған үнемі жақсы кеңестер берген, мен оны тыңдамаған кездерде де маған қолдау көрсеткен және менің мінез-құлқым қаншалықты нашар болса да, ешқашан диванда ұйықтауға мәжбүрлемеген әйеліме алғыс білдіруді неден бастасам болады? Күлкі, көз жасы, пікір таластыру мен құшақтасу арқылы, бірде менің үстелімнің тартпасына жыланды салып қойып, мені кішкентай қызша шырылдатқанына да қарамастан ол – менің өмірімде болған ең жақсы дүние, мен оны өмір бойы сүйіп өтемін. Жарым, менімен бірге болғаның үшін рахмет.

Мұғалімдерім, бастықтарым, әріптестерім мен достарым, Сіздер де менің қалыптасуым үшін көп рөл атқардыңыздар. Шамамен төрт онжылдық өтті, алайда мен біріншісінен бастаймын. Мен жону-бұрама кескіш білдегін сындырып алған кезде тым қатты айқайламағаның үшін рахмет саған, Рэнди, және тригонометрия сабағында менімен барынша сабырлы болған Алуға рахмет. Маған жұмыс керек болған кезде оны ұсынған Ларри, Верн, Терри, Ллойд, Рид, Крейг, Дон, Терри, Роджер және басқалардың қолдауын ерекше бағалаймын, алайда мұнымды айқынырақ көрсеткенім жөн болар еді. Джимге, Уэйнге, Лорға, Бойдқа, Бобқа, Куртқа, Ларриға, Майкқа, Чадқа, Редке және (біздің жұдырықтасқанымызға қарамастан) тіпті Джонға да бірнеше жыл қатарынан қолдау көрсеткендерің, достық қатынастарың және жетекшілік еткендерің үшін рахмет. Мен сендердің бәріңнен көп нәрсені үйрендім. Сөзімнің соңында, мен бірге тұрып және жұмыс істеген ағам Кирбиге ерекше алғысымды білдіремін. Жуынатын бөлме есігінің астынан сен жіберген петардалар, сенің білдектерді автоматтандыруға кездейсоқ тырысқаның, сенің әзілің және анда-санда ашуланатының..; мен сені сағынамын, аға.

Ақырында, Билл, менің жұмысымды тексергеніңіз үшін рахмет. Сіздің мейірбан сөздеріңіз мен үшін аса маңызды. Уайли баспа үйінің екі Кетиіне – Сіздердің біреуіңіз маған есікті ашсаңыз, екіншіңіз сол есіктен өтуге көмектестіңіз. Мен ұсынылған мүмкіндікті, тәлімгерлікті және шексіз шыдамдылықты бағалаймын.

Автор туралы

1979 жылы Кип Хэнсон жылдам тамақтану мейрамханасындағы ең төмен жалақысы бар жұмыстан кетіп, Миннеаполисте табақ металды өңдеу бойынша цехта көмекші ретінде жұмыс тауып алды. Ол 16 жаста болған. Три-Майл Айленд АЭС-сы өртке оранып, дискотека сәнге айналған, ал КСРО Ауғанстанға басып кіруге дайындалып жатқан кез. Бірде «Newsweek» оны әлемді өзгерткен жыл деп атаған болатын. Кипке бәрібір болды. Ол сол кездері машинаға жанармай құю, сыра сатып алу және болашақ қалыңдығын «Жұлдызды соғыстардың» көрсетіліміне апару үшін ғана көбірек ақша табу туралы алаңдайтын.

Кип көп төленетін жұмыс тауып алғанына қарамастан көп ұзамай-ақ өзінің цехтағы әріптестерінің көпшілігі фрезамен және басқымен жұмыс істеу кезінде бір немесе екі саусағын жоғалтып үлгергенін түсінді, сондықтан өзінің сүйікті қызы Киптың қолдауымен механикалық өңдеу саласындағы анағұрлым қауіпсіздеу жұмысқа ауысты. Сол кезден бастап ол бұрандалы қысқыш операторынан СББ бағдарламашысына дейін, инженер-технологтан білдек соғу саласындағы қолданбалы жүйелерге дейін және, ең соңында, басқаруға дейінгі жолды жүріп өтті.

1998 жылға барайық. Етігіндегі жоңқалар мен тырнақ астындағы кірден шаршаған Кип уақытын түні бойы оқумен өткізіп, 2000 жылы (Y2K) компьютердің тұрып қалуы бүкіл өркениетті жойып жібере алған кезде кәсіпорын қорларын жоспарлау жөніндегі (ERP) кеңесшінің шаңсыз лауазымын алып қалу үшін «Microsoft»-тың жеткілікті сертификаттарын алған болатын. Оның әйелі мен үш жасөспірім баласының үлкен өкінішіне орай, ол екі 24 футтық U-Haul трейлеріне жүкті тиеп, елдің оңтүстік-батысындағы шөлейт бөлігіне көшумен байланысты болды және олар, содан бастап, әйелінің айтуынша, Кип үнемі «саяхаттап» жүргенде сол жерде тұрып келген.

Дегенмен ол әлі де көп уақытын цехта өткізетін және баланы механикалық өңдеу цехынан алып тастау мүмкін болғанымен, баладан механикалық цехты алып тастау мүмкін болмағандықтан, 2010 жылы өндіріс туралы жаза бастады. Бүгінгі таңда ол тек осымен айналысады. Ол өзінің пижамасын киіп алып жұмыс істеуден ләззат алады және ол тақырыптардың кең көлемін қамтып, 600-ге жуық мақала жариялап үлгерді. Ол – әрине, механикалық өңдеу және металқұрылымдық өндіріс, сондай-ақ метрология, бағдарламалық және аппараттық жүйелер мен үш өлшемді баспа.

Кип цехты, тағы да Миннесотадағы жаңадан жауған қарды және жиектастың бойындағы түсіп жатқан жапырақтардың сыбдырын сағынады. Дегенмен де уақыт алға жылжиды, ал адамдар өзгереді және ол жаңадан әзірленген майлағыш-салқындатқыш сұйықтықтың иісі мен шынының бетіндегі пулемет соққыларының дыбысына бөленген жабдықты басқару жүйесіне бағдарламаларды енгізген күндер артта қалды. Оның қазір бар айналысқысы келетіні көптеген жылдар бойы үйрегенімен бөлісу және жастарды өңдеу өнеркәсібі деп аталатын осы маңызды да пайдалы мамандықты ары қарай жалғастыруға баулу болып табылады.

Арнау

Дианаға арналады, сен менің барымсың. Сенсіз мен бұны істей алмаған болар едім.

УАЙЛИ лицензиялық келісімі

Уайли баспа үйінің электронды кітаптарына деген лицензиялық келісімге қолжетімдік алу үшін www.wiley.com/go/eula сілтемесіне кіріңіз.