**3 дәріс. Өңдеу дәлдігі және қателіктері. Өңдеу дәлдігін зерттеу және жиынтық қателікті анықтау әдістемесі**

**3.1 Машина жасаудағы дәлдік және оған қол жеткізу тәсілдері**

Бөлшектің дәлдігі дегеніміз оның сызба талаптарына сәйкестігі: өлшемі, геометриялық пішіні бойынша, өңделетін беттердің өзара орналасуының дұрыстығы және олардың кедір-бұдырлық дәрежесі бойынша.

Дайындаманы өңдегенде берілген дәлдікті екі принципті тәсілдердің бірімен алуға болады: сынамалы жүрістер мен қағыстар, сонымен бірге өлшемдерді автоматты алу тәсілімен.

**Сынамалы жүрістер мен қағыстар тәсілі**

Тәсілдің мәні орнаққа бекітілген дайындаманың өңделетін бетіне кесуші құралды келтіреді және дайындаманың қысқа учаскесінен сынама жоңқа алады. Содан кейін білдекті тоқтатады, алынған өлшемнің сынама өлшеуін жасайды, оның сызбадан ауытқуын анықтайды және білдектің лимб бөлімдері бойынша есептеп, құралдың күйіне түзету енгізеді. Содан кейін дайындама учаскесіне қайтадан сынама өңдеу («жүріс») жүргізеді, алынған өлшемнің жаңа сынама өлшеуін және қажет болған жағдайда құралдың күйіне жаңа түзету енгізеді. Осылай, сынама жүрістер мен қағыстар жолымен дайындамаға қатысты құралдың күйін бекітеді, талап етілетін өлшем қамтамасыз етіледі. Осыдан кейін дайындаманың бүкіл ұзындығы бойынша өңдеуді орындайды. Келесі дайындаманы өңдеу барысында білдекті бекітудің барлық процедурасын сынамалы жүрістер мен қағыстар арқылы қайталайды.

Сынамалы жүрістер мен қағыстар тәсілін бұйымның жеке немесе ұсақ сериялы өндірісінде, тәжірибелі өндірісте, сонымен қоса жөндеу және құрал цехтарында қолданады.

**Баптап келтірілген білдектерде өлшемдерді автоматты алу тәсілі**

Өлшемдерді автоматты алу тәсілі бойынша дайындамаларды өңдеу кезінде дайындамаладан талап етілетін дәлдік автоматты алыну үшін білдекті алдын-ала баптап келтіреді, яғни жұмысшының квалификациясынан және назарынан тәуелсіз. Осылай талап етілетін өңдеудің дәлдігін қамтамасыз ету жұмыс операторынан арнайы айла бұйымдар жасайтын баптаушыға, және технологиялық базалар мен дайындаманың өлшемдерін тағайындайтын, сонымен қатар оны орнату мен бекітуді және қажетті айла бұйымның конструкциясын анықтайтын технологқа ауысады.

Берілген дәлдікке жетудің қарастырылған тәсілдерінің әрқайсысы өңдеу қателіктерімен қатар жүреді, олар жүйелік және кездейсоқ сипаттағы себептермен туындайды. Осы себептердің салдарынан пайда болатын қателіктер жүйелік және кездейсоқтық болып ажыратылады.

**3.1.1 Өңдеудің жүйелік қателіктері**

**Жүйелік қателік** – бұл қарастырылып отырған партияның барлық дайындамалары үшін тұрақты қателік болып қалады немесе әрбір өңделетін дайындамадан келесісіне заңдылықпен өзгереді.

Бірінші жағдайда қателікті тұрақты жүйелі қателік ∆жүйел деп, ал екінші жағдайда – айнымалы жүйелік ∆а.ж. (немесе функционалды) деп атау қабылданған.

Дайындамаларды өңдеу барысында жүйелік және айнымалы қателіктердің пайда болу себептері: дәл еместік, білдектердің, айла бұйымдардың және құралдардың тозуы және деформациясы; өңделіп жатқан дайындамалардың деформациясы; технологиялық жүйеде пайда болатын жылулық құбылыстар, сонымен қоса дайындаманы өңдеудің теориялық схемаларындағы қателіктер.

**Білдектердің дәл еместік, тозу және деформация салдарынан пайда болатын қателіктер**

Білдектерді жасау және құрастыру қателіктері білдектердің геометриялық дәлдігін тексеретін тәсілдер мен шақтамаларды анықтайтын, МЕСТ нормаларымен шектеледі.

Білдектердің геометриялық дәлділік қателіктері жүйелік қателіктер түрінде толығымен немесе жартылай өңделетін дайындамаға беріледі. Осы қателіктердің көлемі алдың-ала талдауға және есептеуге беріледі. Мысалы, токарлы білдектегі шпиндель осінің суппорт қозғалысына параллель болмауы, қысқыға бекітілген горизонталь жазықтықтағы дайындаманың цилиндрлік бетінің конустық бетке айналуына әкеледі.

Вертикаль-жоңғылайтын білдектегі шпиндель осінің көлденең бағытта оның үстел жазықтығына перпендикуляр болмауы өңделген жазықтықтың бекітілгенге қатысты параллель болмауына әкеледі.

Вертикаль-бұрғылайтын білдектегі шпиндель тесігі конусының шпиндельдің айналу осіне қатысты осьтік ауытқуы бұрғыланған тесіктің ауқымдалуына байланысты диаметрінің үлкеюіне әкеледі.

Білдектер дәлдігінің жоғалу себебінің бірі олардың бағыттаушыларының тозуы. Алдыңғы және артыңғы бағыттаушылардың бірқалыпты емес тозуы суппорттың көлбеулілігіне және горизонтальды жазықтықта кескіш ұшының ығысуына, ал ол өз кезегінде өңделетін бет радиусының үлкеюіне әкеледі. Бірқалыпты еместік өңделетін дайындамалар пішінде жүйелік қателіктердің пайда болуына әкеледі.

Дұрыс жинақтамау кесірінен болатын білдектердің деформациясы, сонымен қоса салмақтың әсерімен іргетасының отыруы (үстелдер мен тұғырлардың майысуы, бағыттаушылардың қисықтығы) дайындамаларды өңдеген кезде қосымша жүйелік қателіктерді тудырады.

**Кесуші құралдың дәл еместігімен және тозуымен байланысты қателіктері**

Кесуші құралдың дәл еместігі (әсіресе өлшегіш типті ұңғыламалар, үңгілер, тартажоңғыштар, саусақты ойықты фрезалар фасонды құралдың) көп жағдайда тікелей өңделіп жатқан дайындамаға ауысады. Кесуші құралдары арнайы құрал зауыттарында немесе құрал цехтарында жасалғандықтан оның дәлдігі жоғары болып келеді, құралдың жасалу дәл еместігі бұйымдар жасаудың дәлдігіне аз әсер етеді. Айтарлықтай үлкен қиындықты кесуші құралдың тозуымен байланысты кететін қателіктер тудырады.

Өлшемдерді автоматты алу тәсілі бойынша бапталған білдектерде кесу құралының жұмыс кезінде тозуы өңдеудің айнымалы жүйелік қателігінің пайда болуына әкеледі. Дайындамаларды таза өңдеу кезінде кескіштердің тозуы олардың артқы беттерінен басталады, ол тозу көлеміне, дайындаманың айналу центрінен ұштың қайырылуына және жону радиусының үлкеюіне (немесе кеулежону радиусының азаюына) әкеп соғады.

**Өңдеудің қателігіне дайындаманы қысу күшінің әсері.**

Дайындамаларды айла бұйымдарда қысу (бекіту) күші кесу күші сияқты, өңделген дайындамалар пішінінің қателіктерін тудыратын, дайындамалардың серпімді деформациясының пайда болуына әкеледі. Дайындамалар өлшемдері және қысу күші тұрақты болғанда олар тудыратын бөлшек пішінінің қателіктері жүйелік болып табылады, оларды сәйкес келетін формулалармен есептеуге болады.

Сонымен қатар белгілі жағдайларда өңделетін дайындамаларда қателіктердің пайда болуының себебі ауырлық күштер (өз массасының әсерімен дайындамалардың деформациясы), орталықтан тепкіш күштер (өңдеу кезіндегі дайындаманың жеке бөліктерінің теңестірілмеген массалар деформациясы) және дайындаманың қалдың кернеуі болуы мүмкін. Әдіпті бір жақты алғанда немесе бірқалыпты емес әдіпті алған кезде өңделіп жатқан дайындамада алғашқы дайындаманы құю, штамптау, термиялық өңдеу және т.с.с технологиялық операциялар кезінде түзілген, ішкі кернеулердің қайта орналасуы жүреді. Дайындамалардың серпімді деформациялары бөлшек пішінінде жүйелік қателіктердің пайда болу көзінің қызметін атқарады.

**Қыздыру әсерінен технологиялық жүйенің серпімді деформацияларымен туындалған қателіктер.**

Білдектің үздіксіз жұмысы кезінде дайындаманы өңдеудің жүйелік қателігінің пайда болуына әкелетін, технологиялық жүйедегі барлық элементтерінің бірте-бірте қызуы жүреді.

**Білдектердің жылулық деформациялары.**

Білдектердің және олардың жеке бөліктерінің негізгі қызу себептері болып білдектердің қозғалмалы механиздеріндегі, гидрожетектеріндегі және электроқондырғыларындағы, қондырылған элекрмоторындағы үйкеліске кететін шығындар, сонымен қатар жылуды кесу аймағынан әкететін, салқындатушы сұйықтықтан бөлінетін жылуберілісі және сыртқы көздерден келетін қызу табылады.

Өңдеу дәлдігіне шпиндель басшасының жылып қызуы көп әсер етеді. Білдек жұмыс істеп тұрғанда бірте-бірте шпиндель басшасының қызуы және олардың вертикалды және горизонталды бағыттарда жылжуы жүреді.

Сонымен бірге басша тұрқысының әр түрлі нүктелерінде температура 10 нан 50 0С дейін өзгереді. Неғұрлым үлкен қызу температурасы шпиндель подшипниктерінің және жылдам жүрісті біліктер подшипниктерінің орналасқан жерлерінде байқалады, олардың температурасы өздері орналасқан, тұрқылы бөлшектердің орташа температурасынан 30-40% жоғары.

Білдек жұмысының бірінші кезеңінде оны қосқаннан кейін қызу шпиндельдің жұмыс жағына ығысуына әкеледі, ол өңделетін дайындамалар өлшемдері мен пішіндерінің өзгеруіне әкеп соғады, яғни айнымалы жүйелік қателіктің пайда болуына. Демек, айнымалы жүйелік қателік алдыңғы тұғыр осінің екі еселенген горизонтальды ығысуына тең болады. Центрлердегі жұмысқа қарағанда, қысқыда өңдеу кезінде горизонтальды ығысу үлкенірек және ол 17 мкм жетеді.

Білдектің жылулық деформацияларымен байланысты өңдеу қателіктерін жою үшін білдекті 2-3 сағат бойы бос жаттықтырып алдың-ала қыздырады. Дайындамаларды ары қарай өңдегенде білдекті тоқтатып демалтудың қажеті жоқ.

**Құралдың жылулық деформациялары.**

Кесу аймағында бөлінетін жылудың кейбір бөлігі кесуші құралдың өзіне ауысады, ол оның қызып кетуіне және өлшемдердің өзгеруіне әкеп соғады.

Токарлы өңдеу кезінде технологиялық жүйенің жылулық деформацияларымен байланысты қателіктердің көбі кескіштердің қызуы кезінде ұзаруымен түсіндіріледі.

Кесу жылдамдығын, кесу тереңдігін және берілісті көбейткен кезде қызу қарқындалады, демек, кескіштің ұзаруы көбейеді.

Ұзаруға кескіш шығарығы көп әсері етеді. Кескіштің ұзаруы оның өзегі көлденең қимасының ауданына шамамен кері пропорционалды. Қатты қорытпадағы пластинка қалыңдығының үлкеюімен кескіштің ұзаруы азаяды.

Кескіштердің қызуы және ұзаруы өңделетін материалдың қаттылығына тура пропорционалды. Суытусыз әдеттегі жұмыс жағдайларында кескіштің ұзаруы 30-50 мкм жетеді. Молымен салқындатып отырғанда кескіштердің ұзаруы 3-3,5 есе азаяды.

Қалыпты жұмыс барысында дайындамалардың жылулық деформациялары тұрақты. Қалыптылық болмаған жағдайда жеке дайындамалардың жылулық деформациялары әр түрлі, ол дайындамалар өлшемдерінің сейілуіне әкеледі.

Фрезерлеу, тістер салу барысында және салқындату арқылы жүргізілетін, үзікті механикалық өңдеудің басқа да операцияларында кесуші құралдардың қызуып кетуі, кескіштердің қызуып кетуіне қарағанда өңдеу дәлдігіне аз әсер етеді.

**Дайындамалардың жылулық негіздері.**

Кесу аймағында бөлінетін жылудың кейбір бөлігі өңделіп жатқан бұйымға өтеді, ол өз кезегінде оның өлшемдерінің өзгеруіне және өңдеу қателіктерінің пайда болуына әкеледі. Бұйымды бірқалыпты қыздыру кезінде өлшемдердің қателігі, ал өңделетін бұйымның жеке учаскелерін жергілікті қыздыру кезінде – пішін қателігінің қалыптасуны әкелетін, шалыстық пайда болады.

Өңделетін бұйымның қызуы кесу режимдеріне байланысты болады. Токарлы өңдеу кезінде кесу жылдамдығын және берілісті көбейтумен, яғни өңделетін бұйымға жылулық әрекеттің ұзақтылығын азайтумен, оның температурасы төмендейді. Кесу тереңдігін көбейткен жағдайда өңделетін дайындаманың температурасы өседі.

Жұққа қабырғалы бөлшектер жасағанда өңделетін дайындамаларды қыздырудың маңызы зор. Массалы дайындамаларды өңдеу кезінде олардың қыздырылуы өңдеу дәлдігіне көп әсер етпейді.

Молымен салқындатып отыру дайындамалардың қызып кету қаупін айтарлықтай азайтады және олардың өңделу қателігін қысқартады.

**3.1.2 Өңдеудің кездейсоқ қателіктері**

Бапталған білдектерде дайындамалар партияларын өңдеу процесінде олардың өлшемдері бір-бірінен және кездейсоқ қателік көлеміне реттелген өлшемнен ерекшеленіп, белгілі шекараларда үздіксіз тербеліп тұрады.

Кездейсоқ қателік – бұл қарастырылып отырған партияның әртүрлі дайындамалары үшін әр түрлі мәнде болатын қателік, сонымен бірге оның пайда болуы көрінетін заңдылықтарға бағынбайды.

Кездейсоқ қателіктердің пайда болу нәтижесінде, бір жағдайларда өңделген дайындамалар өлшемдерінің сейілуі жүреді. Өлшемдердің сейілуі кездейсоқ сипаттағы көптеген себептер жиынтығымен туындайды, олар нақты алдың-ала анықтауға келмейді және өз әрекеттерін бір уақытта және бір-бірінен тәуелсіз жүргізеді. Мұндай себептерге өңделетін материал қаттылығының және алынатын әдіп көлемінің тербелісі; дайындаманың айлабұйымдағы жағдайының өзгеруі; тіректер мен лимбалар бойынша суппорт жағдайын бекітудің дәл еместігі; кесу күштерінің әсерімен технологиялық жүйе элементтерін өңдегенде және серпімді қысқанда температуралық режимдерінің тербелісі жатады.

Дайындамалар өлшемдерінің үлестірім задылықтарын олардың сейілуі кезінде анықтау және талдау үшін матиматикалық статистиканың тәсілдері табысты қолданылуда.

**Өлшемдердің сейілу (үлестірілу) заңдары.**

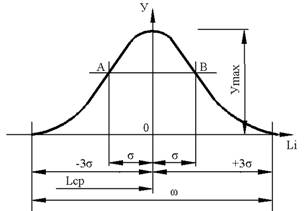
Бапталған білдекте дайындамалар партиясын өңдеу барысында кездейсоқ қателіктердің пайда болуынан әрбір дайындаманың нағыз өлшемі кездейсоқ көлем болып табылады және белгілі интервал шектерінде кез келген мәнге ие бола алады.

Дайындамаларды өңдеудің әр түрлі жағдайларында олардың нағыз өлшемдерінің сейілуі әр түрлі математикалық заңдарға бағынады. Машина жасау технологиясында келесі заңдар үлкен практикалық маңызға ие: қалыпты үлестірім (Гаусс заңы), тең бүйірлі үшбұрыш (Симпсон заңы), ықтималдылыққа тең және осы заңдардың композициясы болып табылатын, үлестірім функцияларының заңдары және эксцентристет заңы (Релей заңы).

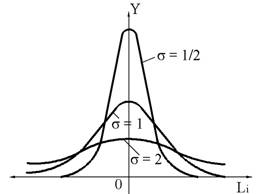
**Қалыпты үлестірім (Гаусс заңы) заңы.**

Көптеген зерттеулер көрсеткендей, бапталған білдектерде өңделетін дайындамалардың нақты өлшемдерінің үлестірімі көбінесе Гаусстың заңына бағынады.

Бұл саны үлкен өзара тәуелсіз кездейсоқ қосылатын көлемдер Гаусстың қалыпты үлестірім заңына бағынады деген ықтималдылық теориясының белгілі шартымен түсіндіріледі.



2.1-сурет - Қалыпты үлестірімнің (Гаусс заңының) қисығы



2.2-сурет – Орташа квадраттық ауытқудың қисық қалыпты үлестірім формасына әсері

Қисық қалыпты үлестірім теңдігі келесі түрде болады:

http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/TM/Mashinazhasau%20tehnologiyasynyn%20negizder/teory/ch_1_6.files/image006.jpg

мұндағы: σ – келесі формуламен анықталатын, орташа квадраттық ауытқу

http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/TM/Mashinazhasau%20tehnologiyasynyn%20negizder/teory/ch_1_6.files/image007.jpg

мұндағы: Li – ағымдағы нақты өлшем;

Lорт – берілген партиядағы дайындамалардың нақты өлшемдерінің орташа өлшенген арифметикалық мәні;

Lорт –  мәнін келесі формуладан анықтауға болады:

http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/TM/Mashinazhasau%20tehnologiyasynyn%20negizder/teory/ch_1_6.files/image008.jpg

мұндағы: mi – жиілік (берілген интервал өлшемдеріндегі дайындамалардың саны);

n – партиядағы дайындамалардың саны.

Қалыпты үлестірімнің дифференциалды заңын сипаттайтын қисық 2.1-суретте көрсетілген.

Берілген партиядағы дайындамалар нақты өлшемдерінің орташа арифметикалылығы Lорт өлшемдердің топтану центрінің жағдайын сипаттайды.

Li = Lорт болғанда қисық максимумға ие:

http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/TM/Mashinazhasau%20tehnologiyasynyn%20negizder/teory/ch_1_6.files/image009.jpg

Ұштан ±σ ара қашытықта қисықтың екі иілу нүктесі болады (А және В нүктесі). Иілу нүктелерінің ординатасы:

http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2014/TM/Mashinazhasau%20tehnologiyasynyn%20negizder/teory/ch_1_6.files/image010.jpg

Қисық асимптотикалық абсцисса осіне жуықтайды. Қисық ұшынан ±3σ ара қашықтықта оның тармақтары 99,73% аудан қалатын, абцисс осіне тым қатты жақындайды. Сонымен 0,27% құрайтын қателіктің практикалық маңызы жоқ.

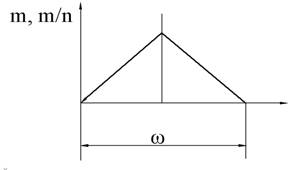
σ мәнін көбейткенде Уmax ординатасының мәні азаяды, ал сейілу өрісі ω = 6σ өседі; осының нәтижесінде қисық көлбеулеу және төмендеу болады, ол өлшемдердің көп сейілгендігінің, демек аз дәлдіктің куәсі. Осы мағынада орташа квадраттық ауытқу σ сейілу өлшемі немесе дәлдік өлшемі болып табылады. Қалыпты үлестірімнің қисық формасына σ әсері сурет 2-де көрсетілген.

Дайындамалар өлшемдерінің фактіге негізделген сейілу өрісі ω = 6σ.

Қалыпты үлестірім (Гаусс заңы) заңы көбінесе дайындамаларды механикалық өңдеу кезінде 8, 9 және 10-шы квалитет дәлдігіне сәйкес келеді.

**Тең бүйірлі үшбұрыш заңы (Симпсон заңы)**

Дайындамаларды 7-ші; 8-ші, ал кей жағдайларда 6-шы квалитеттердің дәлдігімен өңдеу кезінде олардың өлшемдерінің үлестірімі көп жағдайда Симпсонның заңына бағынады, ол графикалық түрде сейілу өрісі бар тең бүйірлі үшбұрышпен (2.3- сурет) көрсетіледі.

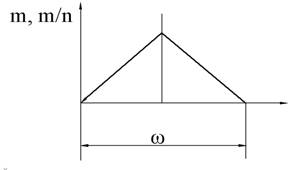


2.3-сурет - Симпсонның заңы бойынша өңделген дайындамалар өлшемдерінің үлестірімі

Бұл жағдайда да орташа квадраттық ауытқудың көлемі σ формула бойынша анықталады.

**Тең ықтималдылық заңы**

Егер өлшемдердің сейілуі айнымалы жүйелік қателіктерге ғана (мысалы, кесуші құралдың тозуына) байланысты болса, онда өңделген дайындамалар партиясы нақты өлшемдерінің үлестірімі тең ықтималдылық заңына бағынады (2.4- сурет).



2.4-сурет - Тең ықтималдылық заңы бойынша дайындамалар өлшемдерінің үлестірімі

Тең ықтималдылық заңы бойынша а-дан b-ға дейінгі интервалда дайындамалар өлшемдерінің үлестірімі негізі 2*l* және биіктігі ½ *l* (ординатасымен) тік бұрышпен беріледі.

Тең ықтималдылық заңы дәлділігі жоғарылатылған (5-6 және одан жоғары квалитеттер) дайындамалардың өлшемдерін үлестіруге, оларды сынамалы жүрістердің тәсілі бойынша өңдеген кезде тиесілі.

**3.2 Механикалық өңдеудің дәлділігін қамтамасыз ету**

Өңдеудің жүйелік және кездейсоқ қателіктерін теориялық есептеу мен эксперементалды зерттеу және өңдеудің әр түрлі тәсілдерінің дәлділігі бойынша үлкен фактіге негізделген материал технологиялық процестердің әр түрлі нұсқалары кезінде күтілетін дәлділік пен мүмкін болатын ақау санын алдың-ала есептеуге, жобаланатын технологиялық процестердің дәлділігін басқару міндеттерін шешуге және сызбаның талаптарымен күнбұрын белгіленген, өңдеу кезінде пайда болатын қателіктерді төмендетуге мүмкіндік береді.

Өңдеу дәлділігін басқару және оның қателіктерін төмендету міндеті бірнеше бағыттар бойынша шешіледі:

1) Баптап келтірумен байланысты, минималды жүйелік қателіктерін қамтамасыз ететін, дәлділік есептеулері және білдектерді алғашқы баптап келтіруді іске асыру, сонымен қоса білдектерді баптап келтірусіз ең үлкен жұмыс кезенің жүзеге асыру;

2) Өңдеу процесінде дайындамалардың талап етілетін дәлділенуі қамтамасыз етілетін, технологиялық жүйенің фактіге негізделген қатаңдығын ескерумен жүргізілетін кесу режимдерінің есептеулері;

3) Өңдеу процесін дұрыс басқару (қолмен және автоматты) және білдектерді уақытында дәл баптап келтіру.

**3.2.1 Білдектерді баптап келтіру тәсілдері және баптап келтіргіш өлшемдердің, баптап келтіру қателіктерінің және кесу режимдерінің есептері**

Технологиялық операцияларды іске асыру үшін білдекті алдың-ала жөндеуді (баптап келтіруді) жүргізу қажет. Жөндеу (баптап келтіру) дегеніміз технологиялық жабдықты және технологиялық әбзелді белгілі технологиялық операцияларды орындауға дайындау процесі (МЕСТ 3.1109 - 82).

Жеке және шағын-сериялы өндіріс жағдайларында, бұйымның талап етілетін дәлділігіне сынамалы жүрістер мен қағыстар тәсілімен қол жеткізгенде, баптап келтіру міндеттеріне жатады:

1) Ең тиімді кесу жағдайын, жоңқа қалыптасуының жақсы жағдайын, өңдеудің жоғары өнімділігін, кесу құралының тұрақтылығын және талап етілетін өңдеу бетінің сапасын қамтамасыз ететін жағдайда айлабұйымды және кесуші құралдарды орнату;

2) Білдек жұмысының режимдерін орнату.

Ірі-сериялы және жаппай өндірісте, талап етілетін дәлділік бапталған білдектерде өлшемдерді автоматты алу тәсілімен алынғанда, баптап келтірудің көрсетілген екі міндеттеріне үшіншісі – өңделетін бұйымға қатысты құралдардың орын ауыстыру көлемін және траекториясын анықтайтын, кесуші құралдардың айлабұйымның, жұдырықшалардың, тіректердің, көшіргіштердің және басқа да құрылғылардың өзара дәл орналасуын қамтамасыз ету қосылады.

Үшінші міндетті шешу белгілі дәрежеде өңдеу дәлділігін анықтайды, арнайы есептеулер жүргізуді талап ететін, неғұрлым күрделі және жауапты болып табылады.

Қазіргі уақытта білдектерді баптап келтірудің келесі тәсілдері қолданылады: статикалық баптап келтіру; жұмыс калибрінің көмегімен сынама дайындамалар бойынша баптап келтіру және сынама дайындамалар бойынша әмбебап өлшегіш құралдың көмегімен баптап келтіру.

**3.2.2 Статикалық баптап келтіру**

Статикалық баптап келтірудің мәні қозғалмайтын білдекте әр түрлі калибрлер мен эталондар бойынша кесуші құралдарды орнатуда.

Құралды орнату білдектегі өңделетін дайындаманың орнында орналасқан, бөлшек-эталоны немесе арнайы калибр бойынша жүргізіледі. Құрал калибр бетімен жанасқанға дейін келтіріледі және бекітіледі. Бірмезгілде сәйкес келетін тіректер орнатылады. Нақты өлшемдері бар дайындамалардың жазықтықтарын өңдеу үшін білдекті баптап келтіру барысында өлшеуіш тақташа жиыны қолданылады. Бірқатар жағдайларда құралдарды орнату үшін индикаторлы құрылғылары бар арнайы орнату айлабұйымдары қолданылады.

Білдекті статикалық баптап келтіру барысында кесу күштерінің әрекетіне, жүйенің температуралық режиміне және басқа да факторларға тәуелді болатын, серпімді технологиялық жүйеде деформациялармен байланысты болатын өңделген бұйымның өлшемі талап етілетіннен үлкен (тесіктер үшін) немесе кішкентай (біліктер үшін) болады.

Өңделетін дайындамалардың фактіге негізделген өлшемдерінің өзгерісін компенсациялау үшін, статикалық баптау кезінде орнату калибрлерін немесе эталонды бөлшектерді дайындама сызбасынан кішкене ∆түзет көлеміне шегіндірумен жасайды. Бұл жағдайда орнату калибрінің есептеу бапқа келтіргіш өлшемі LБесепт келесі формуламен анықталады:

LБесепт = LБдай ±∆түзет                                                                                  (3.1)

Мұнда LБдай - білдектің бапқа келтірілуі дайындама шақтамасы өрісінің ортасынан жүргізілгенде, өңдеуден кейін алынуы тиіс, дайындама өлшемі, LБдай = (Lmin + Lmax) /2 (Lmin және Lmax– сәйкесінше сызба бойынша дайындамалардың ең аз және ең үлкен шекті өлшемдері); ∆түзет – серпімді технологиялық процесте деформацияны және баптап келтіру жүргізілетін, эталонды бөлшек бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін түзету,

∆попр = ∆1,. + ∆2 + ∆3,                                                                              (3.2)

мұнда ∆1,. + ∆2 + ∆3– кесу күшінің әрекетін, өңделетін дайындамалардың кедір-бұдырлығын және шпиндель подшипниктарындағы саңылаудың көлемін ескеретін, түзетулердің құраушылары.

Түзету көлемінің таңбасы әрқашан оң, тек бірқатар жағдайларда қосымша жүктеу кезінде ғана құралдың жүзі керіқысылмайды, ол металды кіре кеседі.  (3.1) формуласында минус таңбасы білікті өңдеуге, ал плюс – тесіктер үшін қабылданады.

Эталондар бойынша құралдарды орнату кезінде білдектерді баптап келтіру ұзақтылығының айтарлықтай қысқаруы, әсіресе көпкескішті өңдеу кезінде, осы тәсілдің ірі-сериялы және жаппай өндірістерінде кең қолдануын айқындады.

Осы тәсілдің үлкен артықшылықтарына сонымен қоса білдектен тыс арнайыландырылған оптикалық құрылғыларда инструментальды блоктарды баптап келтірудің мүмкіндігін жатқызуға болады, ол баптап келтіру дәлдігін айтарлықтай жоғарылатады және баптап келтіру кезінде білдектердің тұрып қалуын қысқартады. Баптап келтірудің бұл тәсілі көбіне көп-құралды өңдеу кезінде қолданылады және өңдеуші центрлер мен басқа да СББ білдектерін баптап келтірудің негізгі тәсілі болып табылады.

**3.2.3 Жұмыс калибрінің көмегімен сынама дайындамалар бойынша өңдеу**

Қазіргі таңда көптеген машина жасау өндірістерінде бұйымды өңдеу барысында жұмысшы қолданатын, сол жұмыс калибрі бойынша баптап келтіру тәсілі кең қолданыс тауып отыр. Баптап келтіруден кейін жұмысшы бір немесе (көбінде) бірнеше дайындамалар дайындауға міндетті. Егер де өлшемдер жұмысшы калибрмен қарастырылған шақтамалар шектерінде болатын болса, баптап келтіру дұрыс деп саналады және дайындамалардың бүкіл партияларын өңдеу рұқсат етіледі.

Баптап келтірудің мұндай тәсілін қанағаттандырарлық деп санауға болмайды, себебі өңдеуге жіберілетін шақтама сейілу өрісінен айтарлықтай асатындай, неғұрлым қолайлы жағдайдың өзінде, дайындамалар партиясының айтарлықтай бөлігі бекітілген шақтама шегінің сыртында қалмайды деген, яғни ақау болмайды деген кепілдік жоқ. Сынама дайындаманың өлшемі тиесілі үлестірім қисығы, шақтама өрісінің ішінде әр түрлі жағдайды иемдене алады және бір сынама дайындаманы жасаған кезде оның сейілу өрісінің қандай учаскесіне сәйкес келетінін анықтау мүмкін емес. Сынама дайындамалар саны көбейген жағдайда ақаудың пайда болу ықтималдылығы төмендейді, бірақ ақаудың пайда болу қаупі жойылмайды.

Берілісті басқаруды жұмысшы қолмен немесе автоматтандырылған басқару жүйесінің (АБЖ) көмегімен іске асыра алады. Беріліс дискретті немесе одан жақсы үздіксіз автоматты өзгертіле алады.

Берілісті қолмен өзгерту кезінде жұмысшы аспаптар тілінің ауытқуын бақылайды, тілдің орнына қайтып келгенінше беріліс көлеміне талап етілетін өзгерістерді енгізеді. Берілісті автоматты басқару кезінде бұл функцияларды АБЖ орындайды. Қаттылығы мен әдіп көлемі үлкен бөлшектерді өңдеу барысында жұмысшы немесе АБЖ сәйкесінше беріліс көлемін азайтады, ал өңдеуге жіберілетін әдіп көлемі аз бөлшектер кезінде берілісті көбейтеді және т.с.с.

Дайындамаларды өңдеу процесінде берілісті реттеп отыру өлшемдердің сейілу өрісін азайтуға ғана емес, сонымен бірге дайындамалардың геометриялық пішінінің дәлділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Ажарлау және токарлы білдектерде дайындамаларды өңдеу процесінде технологиялық жүйенің қатаңдығы өңделіп жатқан дайындаманың өзіне оның ұзындығы бойынша әр түрлі икемділігіне байланысты тұрақты болмайды. Өңделген дайындаманың дұрыс геометриялық пішінін алу үшін, НВ, Zmin тұрақсыздылығынан туындалған, кесу күшінің тербелісін ғана емес, сонымен қоса технологиялық жүйенің серпімді сығылымын компенсациялау қажет. Яғни дайындаманың геометриялық пішінінің дәлділігін оның ұзындығы бойынша қамтамасыз ететін, қосымша құрылғы құру керек. СББ білдектерінде өңделіп жатқан дайындаманың ұзындығы бойынша бойлық берілістің мұндай өзгерістері басқарушы бағдарламаға алдың-ала енгізілуі тиіс.

МЖТ кафедрасының Станкина (проф Б.С. Балакшин жетекшілігімен) мәліметтері бойынша шойын бөлшектерінің партиясын өңдеу нәтижелері келесідей көрсеткіштер берді: әдеттегі өңдеу барысында сейілу өрісінің көлемі ωт=0,061, АБЖ қолданған кезде ωт=0,027 дейін қысқарды.

Бөлшек пішіні қателігінің сейілу өрісі ωт=0,042/300 бойлық қимада АБЖ қолданғанда ωт=0,012/300 дейін қысқарды.

Яғни бойлық берілістің серпімді орын ауыстыруларын басқару мүмкіндік береді:

1) сейілу өрісін азайту арқылы өңделетін дайындамалардың дәлділігін және басқа да сапаларды айтаолықтай жоғарылатуға;

2) технологиялық жүйелердің басым көпшілігінің даналық өнімділігін көбейтуге (тапсырылған дәлділікте берілген технологиялық жүйемен рұқсат етілетін, ең жоғары кесу режимдерін қолдану арқылы өңдеу өнімділігінің өсуіне қол жеткізіледі);

3) тұрақты өлшемді Ас сақтай отырып, секіріссіз жұмыс істейтін, технологиялық жүйені реттеудің арнайы нәзік және сезімтал механизмін қолдануға;

4) жабдықты және кесуші құралды неғұрлым үнемді пайдалануға мүмкіндік беретін, дайындамаларды өңдеуді технологиялық жүйенің бірқалыпты жүктемесімен қамтамасыз етуге.

Кемшілігі: S өзгерісі өңделетін беттің кедір-бұдырлығын көбейтеді, яғни S тербелуі салдарынан, кедір-бұдырлық біртекті болмайды. Көптеген жағдайларда бұл кемшілік аса маңызды болмайды, себебі әдеттегі операциялардан кейін неғұрлым нәзік жетілдіріп өңдеу жүргізеді.

АБЖ білдектердің бірқатар конструкцияларында қолданыс тапты (микро ЭЕМ және микропроцессорлармен басқарылатын, СББ). Кемшілігі – қымбаттылығы.