

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті

С. Ә. Мәшеков
А.С. Мәшекова

ЫСТЫҚ КӨЛЕМДІК ҚАЛЫПТАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

2-бөлім

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2015

ӘОЖ 669.017 (075.8)

КБЖ 34.53 я 73

М 37

Пікір жазған:

Д. Ұ. Смағұлов, техн. ғыл. док., профессор, ҚазҰТУ

Б. Әбсадықов, техн. ғыл. док., профессор, ҚБТУ

С. Үсінов, техн. ғыл. док., профессор, ҚБТУ

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2015 жылғы жоспары бойынша басылды.

М 37 Ыстық көлемдік қалыптаудың технологиясы: Оқу құралы. 2-бөлім/ Мәшеков С. Ә., Мәшекова А. С. – Алматы: ҚазҰТУ, 2015. Сурет 74. Кесте 19. Библиогр. – 16 атау.

ISBN 978-601-228-738-7

2 бөлім. – 2015. – 163 б.

ISBN 978-601-228-740-0

Көптеген машинажасау зауытында қалыптау цехтары негізгі дайындаушы цехтар қатарына кіреді. Машинажасауды дамытудың негізгі міндетін шешкенде, ұсталық-қалыптау өндірісін ары қарай дамытуды металл шығынын, еңбек сыйымдылықты азайтумен және бұйым сапасын жоғарылатумен байланыстырады.

Ұсталық-қалыптау өндірісі, жоғары өнімділікті және жасайтын соғылманың жақсы сапасын қамтамасыз ететін дайындаманы және тетікті жасаудың негізгі бір әдістері болып есептеледі. Бұл жасалатын соғылманың, яғни тетіктің жоғары механикалық қасиетімен және дайындаманың дәлдігімен байланысты. Осы соғылмалар машинаның ең жауапты түзілімінде қолданылады (шінді білік, бұлғақ, тістегеріш, т.б.).

Оқу құралында айналмалы дене типті соғылмаларды айналмасоққышта ыстықтай қалыптағанда қолданылатын технологиялық үрдісті есептеудің әдістемесіне ерекше көңіл бөлінген. Жабық қалыптау қазіргі кезде ең үдемелі дамушы технология болып есептеледі, ал айналмалы дене типті соғылмалар қазіргі машинажасау кәсіпорнының көбісінің атауізімінде қалыптайтын соғылмалардың жалпы санының 30-40 %-ын құрайды.

«Материалдарды қысыммен өңдеу технологиясы», «Металлургия», «Машинажасау» және басқа техникалық мамандықтар бойынша оқитын жоғары оқу орындарының бакалаврларына арналған. Жоғары оқу орындарының магистранттарына, ғылыми-зерттеу институттарының ғылыми және инженер-техникалық қызметкерлеріне, металлургиялық және машинажасау өндірісі кәсіпорындарының инженерлеріне пайдалы болуы мүмкін.

ӘОЖ 669.017 (075.8)

КБЖ 34.53 я 73

ISBN 978-601-228-740-0 (2 б.)

ISBN 978-601-228-738-7 (орт.)

© Мәшеков С.Ә.,

Мәшекова А.С., 2015

© ҚазҰТУ, 2015

КІРІСПЕ

Машинажасау өндірісінің кәсіпорындарында ыстық көлемдік қалыптаудың үдемелі дамушы технологиялары қазіргі кезде көп таралып келеді. Бұл технологиялар металдарды үлкен тиімділікпен қолдану және механикалық өндегенде алынатын әдіптері аз соғылмаларды шығару мәселелерін шешеді.

Жаңа немесе әдеттегі белгісі бар қоспаланған болаттан соғылманы қалыптағанда қолданылатын технологияны есептегенде, жаңа қалыптың әбзелі мен құрылымын жобалағанда және меңгергенде, деформацияның жаңа технологиялық сұлбасын өндіріске енгізу мен зерттегенде күшті бағалау және анықтау керек. Жаңа белгісі бар қоспаланған болаттар, бұрын қолданылған дағдылы көміртекті болатқа қарағанда деформацияның жоғары термомеханикалық сипаттамасын иемденген. Тоқпақтың соққыш бөлшектерінің массасын, баспақтардың күшін анықтау, бастапқы дайындаманың түрін өзгертіп соғылманы алғанда өте қажет. Сондықтан оқу құралында, ашық және жабық қалыпта күрделі түрі бар соғылмаларды ыстықтай қалыптағанда пайда болатын тоқпақтардың соққыш бөлшектерінің массасын және баспақтың күшін анықтауға керек әдістемелік кеңестер берілген.

Күрделі құрама пішіні бар соғылмалар үшін технологиялық үрдістерді есептегенде, қалыптаудың күштік параметрін, бастапқы дайындаманың өлшемдерін, жылғаларды, қалыпты жалпы анықтау үшін студенттерге оқу құралы пайдалы болады.

Жабық қалыптау қазіргі кезде ең үдемелі дамушы технология болып есептеледі, ал айналмалы дене типті соғылмалар қазіргі машинажасау кәсіпорнының көбісінің атаутізімінде қалыптайтын соғылмалардың жалпы санының 30–40%-ын құрайды. Осы себептен, көлбеу соғу машинасын және айналмасоғу жабдығын қолданғанда пайдаланылатын технологиялық үрдісті есептеудің реті оқу құралында толық берілген.

Оқу құралы кіріспе және тараулардан тұрады.

Қазіргі уақытта отандық және шетелдік әдебиеттерде ыстық қалыптаудың технологиясы бойынша бірқатар таңдаулы оқулықтар, оқу құралдары жазылған. Осы оқулықтар мен оқу құралдары және біздің оқыған дәрістеріміз оқу құралының мазмұнын құруға үлкен әсерін тигізді. Негізгі әдебиет ретінде Е.И. Семенов, т.б. авторлар жазған IV томды «Соғу және қалыптау» анықтамасының I, II томы және т.б. оқулықтар, анықтамалар, сөздіктер қолданылды.

Материалдарды баяндау жоғары оқу орындарында оқылатын жалпы білім беру пәндерінің деңгейінде жүргізілді. Керек жағдайда қосымша мәліметтер қысқаша берілді. Соңында пайдаланылған және терең білім алу үшін ұсынылған әдебиеттер тізімі келтірілген.

1. ҚОСИІНДІ ЫСТЫҚ ҚАЛЫПТАЙТЫН БАСПАҚТА ҚАЛЫПТАУ

Қосиінді ыссы қалыптайтын баспақта (ҚЫҚБ), жабық болаттан жасалған тұғыр, қатаң қосиінді-бұлғақты механизм, сырғақтың қатаң бағыттауыштары, жоғарғы және төменгі итеріп шығарғыштар қолданылады. Осы баспақтың қалыптық кеңістігіндегі жабық биіктік реттеледі. Баспақтардың күші 6,3–63 МНтең. МЕСТ 6809-70 сәйкес баспақтың кейбір негізгі параметрлері 1.1-кестеде келтірілген.

1.1-кесте
ҚЫҚБ-тың негізгі параметрлері және өлшемдері

Параметрлер және өлшемдер	Номиналды күш, МН					
	6,3	10	16	25	40	63
Сырғақтың жүрісі, мм;	200	250	300	350	400	460
Минуттағы сырғақтың жүріс саны;	90	80	75	60	50	40
Үстел мен сырғақтың қалыбы астындағы тақтасы арасындағы арақашықтық (шеткі жайда), мм;	560	560	660	890	1000	1150
Үстелдің солдан оңға (B) және алдынан артына (L) қарай өлшемдері; $B \times L$, мм;	640×820	770×990	940×1200	1200×1400	1570×1620	1900×1950
Сырғақтың солдан оңға (B) және алдынан артына қарай өлшемдері; $B \times L$, мм.	600×600	720×720	860×910	1070×1120	1420×1420	1680×1680

ҚЫҚБ сырғағында жылдамдықтың қатаң графигі, белгіленген жоғарғы және төменгі тұратын орындар бар. ҚЫҚБ-ның жоғарғы қатаңдығы және соққы күштерінің жоқтығы (сырғақтың жылдамдығы тоқпақтың тоқпақшасының жылдамдығынан 10–15 рет кіші, бірақ минуттағы жүріс саны бірдей) бағыттаушы бағанашығы және төлкесі бар жиынтық қалыпты қолдануға мүмкіндік береді, автоматтауға және механикаландыруға зор мүмкіндіктер ашады.

1.1. ҚЫҚБ-да қалыптаудың ерекшеліктері

ҚЫҚБ-да қалыптау соғылманы жасаудың ең дамушы тәсілі. Ол өнімділікті жоғарылату, металдың шығынын азайту, сапаны жақсарту және соғылманың дәлдігін үлкейтуге мүмкіндік жасайды.

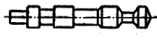
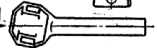
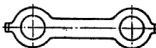
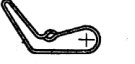
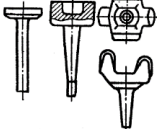
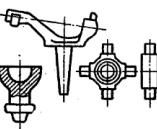
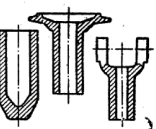
Жылғаның толтырылуы баспақтың бір жүрісінде жасалады. Кенерекке түсегін металл салқындауға үлгермейді және қалыптың бұрыштарын толтыруға керек тірек жасамайды. Сондықтан тоқпақта бір жылғада қалыптанатын көптеген соғылмалар қосымша әрекетті кіргізбей (сыртпішіндеуші) немесе ажыранды жазықтығының жайын өзгертпей баспақта қалыптауға болмайды.

Қалыптаудың технологиялық үрдісін жасаған кезде баспақтың жоғарғы қатандығына қарамай, қалыптағы металдың деформацияға кедергісіне байланысты болатын баспақтың серпімділік деформациясын ескеру қажет. Сондықтан жақсы қыздырмай қалыптаса немесе алдыңғы жылғаларда дайындаманы өте суытып алып қалыптаса, тағы да дайындама металдарының артықтығы (есептеп алынған көп болса) баспақтың серпімділік деформациясын үлкейтуге алып келеді. Демек осы соғылманың биіктігі бойынша қалыптау олқылығының пайда болуына немесе баспақтың сыналануына алып келеді.

Деформация жылдамдығының аздығы және итеріп шығарғыштың бар болуы қысып шығарумен қалыптауды қолдануға мүмкіндік береді.

ҚЫҚБ-да қалыптанатын барлық соғылмалар сыртпішіндерін өзгерту түріне байланысты мынадай 2 класқа бөлінген: *А* класы –соғылманы жасаған кезде шөктіру немесе жалпайту процестері басым болады; *Б* класы –соғылмалар негізінен сығымдаумен жасалады. *А* класы соғылмалары екі топқа, ал *Б* класы соғылмалары үш топқа бөлінген. Өз кезегінде топтар ішкі топтан тұрады.

Айтылған соғылмалар құрама пішіндеріне және жасау күрделігіне байланысты 5 негізгі топқа бөлінген (1.1-сурет).

Топ	Ішкі топ		
	A	б	в
I			
II			
III			
IV			
V			

1.1-сурет. ҚЫҚБ-да қалыптанатын соғылмаларды топтау

Сәйкес қалыптау әрекеті көрсетілген толық жіктеу анықтамаларда келтірілген.

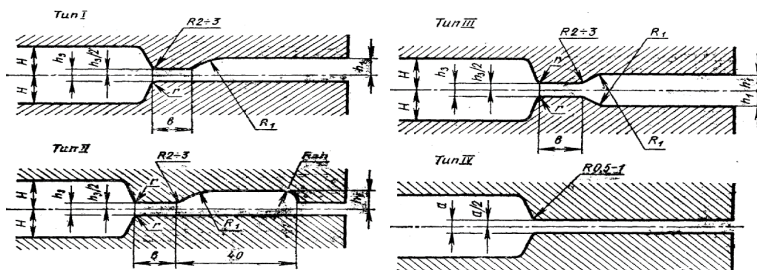
ҚЫҚБ-да қалыптаған кезде қалып кернегішке жұмыс істемеуі үшін қылау бунағының магазинін ашық етіп жасайды. Сонда жоғарғы және төменгі қалыптың арасындағы ең кіші саңылау кенеріктің биіктігіне тең.

Қылау бунағының пішіні мен өлшемін (1.2-сурет), баспақтың номиналды күшімен байланысты таңдайды (1.2-кесте).

I-ші тип қылау бунағы негізгі болып есептеледі (1.2,а-сурет); II-ші тип қылау бунағын, жылғаны қалыптың шетінен едәуір арақашықтықта орналастырып механикалық өндеуді азайту үшін қолданылады (1.2,б-сурет); III-ші тип қылау бунағын, кенерікке едәуір металл ағып шығатын бөлімдерде пайдаланады (1.2,в-сурет); IV-ші тип қылау бунағын соғылманы ыстықтай мөлшерленген кезде қолданады (1.2,г-сурет); V-ші тип қылау бунағын, сипатқұжатпен ескерілмеген және қарапайым пішінді, жоғарғы көрінісі дөңгелек соғылманы аз шығынмен қалыптағанда қолданған дұрыс саналады.

Қылау үшін бунақтың өлшемдері

Баспақтың номиналды күші, МН	Өлшемдері, мм						
	h_3	a	φ	h_1	R_1	H	r
6,3	1,0÷1,5	0,6÷1,0	4÷5	5	15	1÷3	0,5
10	1,5÷2,0	1,0÷1,5	4÷6	6	15	3÷8	1,0
16	2,0÷2,5	1,2÷1,6	5÷6	6	20	8÷20	1,5
20	2,5÷3,0	1,4÷1,8	6	6÷8	20	20÷30	2,0
25	2,5÷3,0	1,6÷2,0	6	6÷8	20	30÷60	3,0
40	3,5÷4,0	2,0÷2,5	6÷8	8	25	60÷80	3,5÷4,0
63	4,5÷5,0	3,0÷3,5	8÷12	8÷12	30	80	5÷6



1.2-сурет. Қылау бунағының типі (өлшемдер мм)

Тарамы және ұзартындысы бар күрделі пішінді соғылмаларды қалыптаған кезде, қалыптың қиын толтырылатын бөлімдерінде аралықша енін 50–70% үлкейтеді немесе оның биіктігін 40–50% азайтады. Бірінші тәсіл тым қарапайым және жиі қолданылады. Өйткені аралықшаның биіктігі баспақтың күшінен тәуелді.

Қылауға кететін металдың көлемін мынадай формуламен анықтайды:

$$V_3 = P(\varphi \cdot h_3 + 2h_3 \cdot B),$$

мұндағы P – соғылманың периметрі, мм; φ – қылау бунағы аралықшасының ені, мм; h_3 – қылау бунағы аралықшасының биіктігі, мм; B_3 – кенеріктің ені, мм: массасы 0,5 кг дейін соғылма үшін $B_3 = 10$ мм; 2 кг дейін соғылма үшін – 15 мм; 2 кг жоғары

соғылма үшін – 20 мм. Егер соғылмада күрделі пішін болса, онда B_3 -ны екі есе арттыру қажет.

1.2. Қалыптаудың технологиялық үрдісін жасау

ҚЫҚБ-да қалыптаудың технологиялық үрдісін жасау, әдіп, шақтама, жұмырлау радиусы, тесік алу үшін далдаша өлшемдерін белгілеу және соғылманың сызбасын құрастырған кезде ажыранды жазықтықты таңдау, тоқпақта қалыптаған кезде қолданылатын ереже бойынша жүргізіледі. Әдіп және шақтаманы белгілеген кезде тағыда МЕСТ пайдаланылады. Итеріп шығарғыштың көмегімен қалыптан алынатын баспақ соғылмаларының қалыптау еңістерін таңдағанда, тоқпақ соғылмаларына сәйкес келетін 3, 5, 7 және 10^0 еңістердің орнына 2, 3, 5 және 7^0 тең болатын еңістерді қолданады.

ҚЫҚБ-да қалыптаған кезде тоқпақта қалыптағанда қолданылатын жылғаларды қолдануға болады. Бірақта ұзындатушы және жылжытушы жылғаларды, тағы да шабушы пышақты қолданбайды. Әрекеттер саны соғылманың күрделілігінен және металдың ағу ерекшелігінен тәуелді болады. Әдетте соғылманы бір, екі және үш әрекетпен қалыптайды.

Әрекет бойынша дайындаманың пішіндері мен өлшемдерін және оларға сәйкес жылғаларды технологиялық үрдіске кері ретпен анықтайды. Ақырғы жылғаның пішінін және өлшемін қараған кезде, ақырғы жылғада бір жаншумен дайын соғылманы алуға мүмкіндік беретін дайындаманың өте жеңілдетілген алғашқы пішінін жобалайды. Содан кейін осы алғашқы пішінді алу үшін керек жылғаны, тағы да бастапқы дайындамадан соғылманы алудың мүмкіндігін немесе бір, екі және одан да көп аралық әрекеттің керектігін анықтайды. Осы жылғалардың өлшемі мен пішінін және оларға сәйкес дайындаманың өлшемдерін анықтаған кезде, тоқпақта қалыптағанда әрекеттерді жобалаған сияқты әдістемені қолданады.

ҚЫҚБ-да қалыпталатын соғылмаларды жіктеу негізінде және анықтамаларда келтірілген мәліметтерге сүйеніп, жылғаның құрылымдық параметрлерін және қалыптаудың керек әрекеттерін таңдап алады.

1.3. Бастапқы дайындаманың өлшемдерін анықтау

1.Тігінен шөктіріп немесе сығымдаумен қиыстырып жасалынатын соғылма үшін дайындаманың көлемі (см³) мынадай формуламен анықталады:

$$V_{\text{заг}} = (V_{\text{пок}} + V_{\text{пер}} + V_3) \frac{100 + \delta}{100},$$

мұндағы $V_{\text{пок}}$ – соғылма тұратын элементарлы геометриялық фигуралардың көлемінің қосындысымен анықталатын соғылманың көлемі, мм³; $V_{\text{пер}}$ – далдшаның көлемі, мм³; V_3 – қылаудың көлемі, мм³; δ – металдың отқабыршағы, %.

А класы соғылмалары үшін дайындаманың өлшемдерін анықтағанда тоқпақта қалыптағанда пайдаланған әдістемені қолданады. Бастапқы дайындаманың есептелген диаметрі немесе квадраттың қабырғасы (см) мынадай формуламен анықталады:

$$D'_{\text{заг}} = 1,08 \sqrt[3]{\frac{V_{\text{заг}}}{m_0}}; \quad A'_{\text{заг}} = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{заг}}}{m_0}},$$

мұндағы m_0 – дайындаманың ұзындығының диаметрге немесе квадраттың қабырғасына қатынасы, $m_0 = 1,6 \div 2,5$ тең етіп қабылдау ұсынылады (шөктіру процесінің орнықтылығын қамтамасыз ету үшін).

Алынған $D'_{\text{заг}}$ және $A'_{\text{заг}}$ өлшемдерін қолданып МЕСТ-те ескерілген илемнің түржиыны бойынша ең жақын, бірақ үлкенірек дайындаманың өлшемін таңдайды. Содан кейін табылған дайындаманың ұзындығын мынадай формуланы қолданып түзетеді (мм):

$$L_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{F_{\text{заг}}} = \frac{4V}{\pi D_{\text{заг}}^2},$$

мұндағы $D_{\text{заг}}$ – қабылданған ең жақын, бірақ үлкенірек дайындаманың диаметрі, мм.

2. Ұзын пішіні бар соғылманы жасаған кезде дайындаманың көлемін мынадай формула бойынша анықтайды (мм³):

$$V_{\text{заг}} = (V_{\text{пок}} + V_3) \cdot \frac{100 + \delta}{100}.$$

3. ҚЫҚБ-да қысып шығарумен қалыптау. Қысып шығарумен қалыптаған кезде дайындаманың қылауы:

а) бүйіржақ қылауының көлемі (мм³):

$$V_3 = \pi \cdot D_n \cdot h_3 \cdot \vartheta_3,$$

мұндағы D_n – соғылманың диаметрі, мм; h_3 – қылаудың қалыңдығы, мм; ϑ_3 – қылаудың ені, мм (әдетте $\vartheta_3 = 3 \div 5$ мм).

Төменде келтірілген диаметрі бар соғылмалар үшін қылаудың қалыңдығын былай анықтайды:

$$D_n, \text{ мм} \dots\dots < 40 \quad 40 \div 70 \quad 70 \div 100 \quad > 100$$

$$h_3, \text{ мм} \dots\dots 0 \quad 1,0 \quad 1,5 \quad > 1,5$$

б) Көлденең қылаудың көлемі, мм³:

$$V_3 = \frac{\pi}{4} (D_3^2 - D_n^2) h_3 = \frac{\pi}{4} [(D_n + 2\vartheta_3)^2 - D_n^2] h_3,$$

мұндағы D_3 – қылаудың сыртқы диаметрі, мм; ϑ_3 – қылаудың ені, мм.

Соғылманың қылаусыз сығымдаумен қалыптаған кезде отқабыршақты ескеріп дайындаманың көлемін мынадай формуламен анықтайды (мм³)

$$V_{\text{зар}} = V_n \cdot \frac{100 + \delta}{100}.$$

Жуандатуы бар сырық типті соғылманы сығымдаумен жасаған кезде қылау, тіліктеу және отқабыршақты ескеріп дайындаманың көлемін мынадай формуламен анықтайды:

$$V_{\text{зар}} = (V_{\text{yt}} + V_c + V_3 + V_p) \cdot \frac{100 + \delta}{100},$$

мұндағы V_{yt} – соғылманың жуандатылған бөлімінің көлемі, мм³; V_c – сырықтың көлемі, мм³; V_p – сырықты тіліктегенде шығын көлемі, мм³.

Жабық қалыпта сығымдаумен сырықты соғылманы жасаған кезде, сырықтың ұзаруына кететін металдың шығынын ескеру қажет. Өйткені сырықтың ұзындығы номиналдыдан 15÷25 мм үлкен болуы қажет (кейінірек кесу үшін).

Сығымдау процесінің параметрі.

1. Салыстырмалы жаншу, %

$$\delta_0 = \frac{F - f}{F} \cdot 100\% - \text{болаттың соғылма үшін} = 15 \div 95\%;$$

2. Ұяқалыптың көзінен металды сығымдаудың жылдамдығы, м/с,

$$\omega = \frac{F}{f} \cdot \sigma,$$

мұндағы ω — деформацияның бастапқы мерзімінде сотанның қозғалу жылдамдығы ($\omega=0,6\div0,8$ м/с);

3. Кермелеу коэффициенті:

$$K_b = F/f,$$

$K_b = 7,5\div7,8$ — бүйіржақ қылауынсыз сығымдау жүреді;

$K_b = 7,8\div15$ — сығымдаған кезде бүйіржақтық қылау алынады;

$K_b > 15$ болған кезде сығымдау ұсынылмайды.

1.4. Баспақты таңдау және деформация күшін анықтау

ҚЫҚБ сырғақтың жүрісінің аяғындағы ең үлкен рұқсат етілетін күшпен сипатталады. Қалыптаған кезде ең үлкен күш ақырғы жылғыда металды деформациялау процесінің аяққы кезеңінде пайда болады. Бұл кезеңде соғылма жоғарғы көрінісі бойынша ең үлкен өлшемді алады, ал артық металл кенерікті құрады. Ақырғы жылға соғылманың өлшемдері бойынша орындалатындықтан, А класы соғылмаларын ашық қалыпта қалыптаған кезде, баспақтың керекті күшін соғылманың өлшемдеріне сүйеніп мынадай формула бойынша анықтауға болады:

$$P = q \cdot F_n \cdot Y \cdot \sigma_T,$$

мұндағы P — баспақтың есептеу күші (МН); σ_T — қалыптау температурасында металдың ағым шегі, МПа.

Ашық қалыпта шөктірумен қалыптаған кезде күшті мынадай формуламен анықтайды:

- жоғары көрінісі бойынша дөңгелек және квадратты соғылмалар үшін және пішіні бойынша оларға жақын түрі бар соғылмалар үшін:

$$P = \sigma_T \left\{ \left(1,5 + \mu_0 \frac{\sigma}{h_0} \right) F_o + \left(\frac{2\mu_3\sigma}{h_0} - 0,375 + 1,25 \ln \frac{D_n}{h_0} \right) F_n \right\};$$

- көрінісі бойынша ұзын соғылмалар үшін, тағыда көрінісі бойынша тікбұрышты немесе тікбұрышқа жақын пішіндері бар соғылмалар үшін:

$$P = 1,155\sigma_T \left\{ (1 + \mu_0 \frac{e}{h_0}) F_0 + (\frac{2\mu_0 e}{h_0} - 0,25 + 1,25 \ln \frac{B_{cp}}{h_0}) F_n \right\},$$

мұндағы μ_0 – сыртқы үйкелістің коэффициенті (кенеріктің аралықшасында); есептеулерде жиі оның мәнін 0,5-тең үлкен етіп қабылдайды; e , h_0 – кенерік аралықшасының ені және қалыңдығы, мм; F_0 – кенерек аралықшасы проекциясының ауданы, мм²; D_n , B_{cp} – соғылманың диаметрі және соғылманың ені бойынша өлшемі, мм; F_n – ажыранды жазықтыққа соғылманың проекциясының ауданы.

Металдың ағу шегін, сәйкес температурада және деформация жылдамдығында анықталған уақытша кедергіге жуықты тең етіп қабылдайды.

Пішіні бойынша жоғарғы көрінісі дөңгелекке және квадратқа жақын соғылмалар үшін мынадай қатынасты қолданып, соғылма диаметрін анықтайды:

$$D_n = 1,13 \sqrt{F_n},$$

ал ұзын соғылмалардың орташа енін былай анықтайды:

$$B_{cp} = F_n / L_n,$$

мұндағы L_n – соғылманың жоғарғы көрінісіндегі ең үлкен габариттік өлшем (ұзындық бағытында), мм.

Жоғарыда келтірілген формулалар $B_{cp}/h_0 = 15 \div 65$ немесе $D_n/h_0 = 15 \div 65$ болған кезде жарамды.

Жабық қалыпта қалыптаған кезде мына формуланы қолдануға болады:

$$P = \sigma_T \left\{ 2,07 \left(1 - \frac{2r_2}{D_n} \right)^2 + 1,5 \ln \frac{1,5H_n}{2r_2} + 12 \frac{r_2}{D_n} \left(1 - \frac{r_2}{D_n} \right) - \right. \\ \left. - 4,5 \frac{H_n}{D_n} + 1,92 \frac{H_n^2}{D_n^2} + \frac{D_n}{6H_n} + \frac{2}{D_n} (H_n - r_1 - r_2) - 1,5 \right\} F_n,$$

мұндағы r_1 – сотанның жанында соғылманың жұмырлану радиусы, мм; r_2 – ұяқалып түбінің бұрыштарының жұмырлану радиусы, мм; H_n – соғылманың биіктігі, мм; D_n – соғылманың диаметрі, мм.

Сығымдау күшін құралдың негізгі геометриялық параметрлеріне байланысты, B класы соғылмаларына қолданылатын формула бойынша анықтайды.

Есептелген күштің мөлшері бойынша МЕСТ-ке сүйеніп, ең үлкен (20÷30 % үлкен) номиналды күшке күші жақын баспақты таңдайды. Өйткені осы баспақ тым дәлірек қалыптауды қамтамасыз етеді.

Токпақта қалыптаудан баспаққа қалыптауға өткенде, баспақты шамамен мынадай қатынас бойынша таңдайды: $P = G$, мұндағы P – баспақ күші, МН·10²; G – токпақтың соққыш бөлшектерінің массасы, кг.

Сығымдаумен қалыптаған кезде “деформациялау күші–жол” графигі, баспақтың рұқсат етілетін күші графигімен сәйкес келуі керек және тегершіктің біркелкі емес айналу коэффициенті, рұқсат етілетінінен үлкен болмауы тиіс. Итеріп шығарушыны алдын ала ескеру керек.

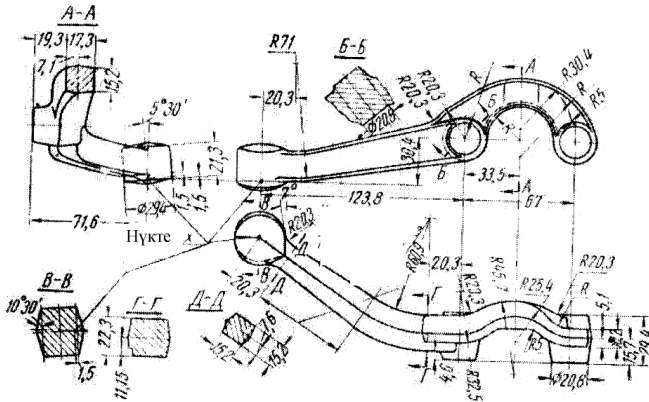
Мысал. Иінтірек соғылмасын қалыптау үшін баспақ күшін анықтау керек (1.3-сурет). Материалы болат 45.

Соғылманың сызбасы бойынша мыналарды анықтаймыз: соғылманың жоғарғы көрінісінің ауданы $F_n = 7780 \text{ мм}^2 = 0,00780 \text{ м}^2$; келтірілген диаметр (өйткені соғылма жоғарғы көрінісі бойынша дөңгелек емес) $D_{пр} = 1,13\sqrt{F_n} = 1,13\sqrt{7780} \approx 100 \text{ мм}$; кенерік аралықшасының ені $b = 5 \text{ мм}$; кенерік аралықшасының қалыңдығы $h_o = 1,5 \text{ мм}$; болат 45 үшін қалыптау температурасындағы ағым шегі $\sigma_T = 6,5 \text{ кг/мм}^2 = 65 \text{ МН/м}^2$.

Баспақтың күшін анықтаймыз:

$$P = 6,5 \left\{ \left(1,5 + 0,5 \frac{5}{1,5} \right) 875 + \left(\frac{2 \cdot 0,5 \cdot 5}{1,5} - 0,375 + 1,25 \ln \frac{100}{1,5} \right) \cdot 7780 \right\} \\ \approx 8,6 \text{ МН} (860 \text{ тс}).$$

Тізбеден күші бойынша ең жақын үлкен баспақты таңдаймыз (1.1-кесте). Баспақтың күші 10 МН.



1.3-сурет. Қалыпталған иінірек соғылмасы

1.5. ҚЫҚБ қалыбының негізгі элементтерін құрылымдау

ҚЫҚБ қалыптарының құрылымы жиынтықтан және онда бекітілген жылғалы ендірмеден (призмалық немесе цилиндрлік) тұрады. Қалыптаудың технологиялық үрдісін жасаған кезде жылғалы ендірмелердің кешені жобаланады. Оның өлшемі жиынтық өлшемімен, қалыптық кеңістіктің жабық биіктігімен және анықтамалардағы ұсыныстарға сәйкес үйлестіріледі. Жылғадан соғылманы кетіру үшін ендірмеде итерушіні жасайды. Олардың құрылымы мен өлшемін жиынтықтың итеріп шығарғышының құрылымымен және өлшемімен қиыстырады.

Ақырғы қалыптаушы жылғаны ыстық соғылманың сызбасы бойынша жасайды. Ажыранды жазықтық бойынша жылғаның жоғарғы және төменгі жартысы арасындағы саңылауды, кенеріктің қалыңдығына тең етіп жасайды. Аласа соғылмаларда диаметрі үлкен тесікті белгілеген кезде, қыспақтың және бұрменің пайда болуынан аман болу үшін, далдашадан соғылманың денесіне ауысатын жерде магазині бар белгілеуді жасайды. Оның биіктігі кенерік бунағы магазинінен 50 % үлкен болуы керек. Жылғаның қиын толтырылатын қуыстарында газ шығарғыш бунақты ескереді.

Жылғадан соғылманы кетіргенде, қобылағыш қабыршығына, соғылмаға және сыртқы немесе ішкі кенерікке итерушімен әсер етеді.

Алдыңғы қалыптаушы жылға, ыстық соғылманың сызбасы бойынша жасалынады. Ақырғы жылғаны шөктірумен толтыру үшін, алдыңғы жылғаны жуықты $4 \div 5$ % терең және ақырғы жылғадан бірнеше тар етіп жасайды. Ақырғы жылғаны дәл толтыру үшін, осы жылғамен салыстырғанда алдыңғы жылғаның тік көлденең қимасының ауданы $3,0 \div 3,5\%$, ал радиустары $2 \div 10$ мм үлкен болуы керек.

Егер ашық алдыңғы жылға шөктірумен жақсы толтырылатын болса, онда қылау бунағы оның айналасында жасалынбайды, ал барлық ажырама бойынша ақырғы жылға қылауы тереңдігінен $50 \div 70$ % үлкен болатын саңылау қарастырылады. Алдыңғы жылға айырықша сығымдаумен толтырылған жағдайда, ақырғы жылғамен салыстырғанда ені $1 \div 2$ мм-ге үлкен аралықшасы бар және тереңдігі $50 \div 70$ % үлкен болатын арнаны қылаудың орнына қолданады (сыналанды болдырмау үшін).

Итеріп шығарушылар жоқ болған кезде алдыңғы және ақырғы жылғада ұстатқыш ойығын қарастырған дұрыс.

Сығымдау жылғасын сәйкес әрекеттің сызбасы бойынша орындайды. Әрекет сызбасымен байланысты емес жылға элементтерін, анықтамаларда келтірілген формулалар бойынша есептейді.

ҚЫҚБ-тың дайындаушы жылғалары, тоқпақтық қалыптарда қолданылатын жылғалармен салыстырғанда, тек ұстатқыш ойығының жоқтығымен айырмашылықта болады және тоқпақтық қалыпқа қолданылатын ереже бойынша жобаланады. Жылғасы бар төменгі ендіріменің шөгу алаңшасының айнабеті, қалыптаушы жылғаның ажырама жазықтығында жатады. Бұл дайындаманы қалып беті бойынша жылжытуға ыңғайлылық жасайды.

1.6. Қалыптар

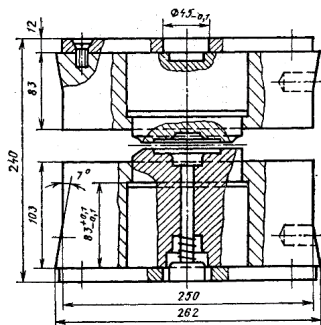
Қосиінді ыстықтай қалыптайтын баспақтардың қалыптарында құрама құрылым бар. Осының арқасында алмасушы құралды жасау жеңілдетіледі және бағасы қымбат аспапты болатты

үнемдеуге жағдай жасалынады. Қалыптар жылғалар жасалынған қалыптық ендірімеден және ендірімелер бекітілетін жиынтықтан (дестеден) немесе ұстағыштан тұрады.

Жиынтық. Призмалық және цилиндрлік ендірімелер үшін қолданылатын жиынтықтардеп жиынтық құрылымы екі негізгі типке бөлінеді.

Цилиндрлік ендірмелер үшін қолданылатын жиынтықтар, өздеріне тән кемшіліктерге бола (реттеу қиындығынан, бекіту сенімсіздігінен) сирек қолданылады. Жоғарғы көрінісі дөңгелек соғылмаларды қалыптағанда, призмалықұстағышқа жинақталатын цилиндрлік ендірмелер кеңінен қолданылады. Өз кезегінде призмалықұстағыштарды призмалық ендірмеге қолданылатын жиынтыққа бекітеді (1.4-сурет). Жиынтық бағыттауыш бағанашықтармен өзара байланысқан жоғарғы және төменгі жинақтау тақталарынан (табандардан, башмақтардан), қалыптық ендірмелерді бекітетін тетіктерден және шығарғыш механизмдерден тұрады. Бір немесе бірнеше біртекті соғылмаларға арналған эмбебап және арнайы жиынтықты айырып таниды. Арнайы жиынтықтар мамандырылған ұсталық-баспақтау өндірісінде кеңінен таралған.

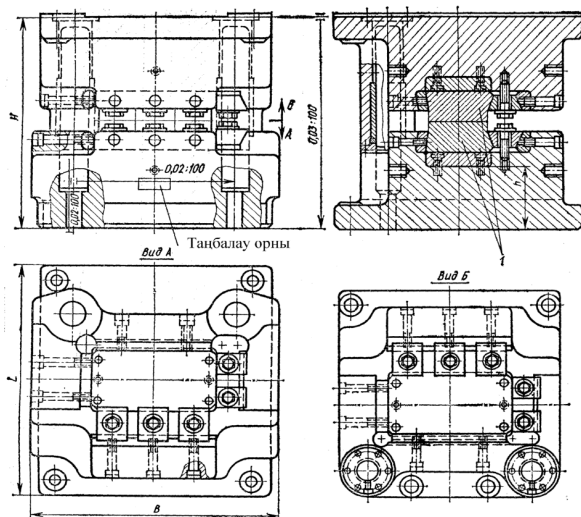
Жиынтықтың (десте) жоғарғы тақтасы баспақтың сырғағына, ал төменгісі баспақтың үстеліне бұрандамен бекітіледі. Баспакүстелінде жиынтықты жылжуту және бүйірлік ығысуға қарсы оны сынамен орнықтыру үшін, жиынтықтың төменгі тоқтасында екі қиякесілген жазықтықтар жасалады, ал жоғарғы тақтада баспақ сырғағының шығынқыллығына сәйкес келетін ойықорындалған. Күші $6,3 \div 63$ МН болатын баспакүшін қолданылатын әмбебап жиынтықтардың өлшемдері 1.3-кесте келтірілген.



1.4-сурет. Призмалы құстағыштармен бірге жиналған цилиндрлік ендірмелер

1.3-кесте

Баспақушін қолданылатын әмбебап жиынтықтардың өлшемдері (мм) (МН бойынша 4808 – 63)



1 — МН 4809 - 63 сипатқұжаты бойынша енгізілді

Баспақ күші, МН	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>H</i>	Баспақ күші, МН	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>H</i>
6,3	630	750	574	25	1120	1200	900
10	710	750	570	40	1600	1600	1010
16	900	1010	666	63	1800	2000	1160

Күші 1,6÷4 МН болатын қосиінді баспақтарда дәл көлемдік қалыптау үшін қолданылатын әмбебап қайтабапталатын қалыптар жиынтықтарының және ауыспалы тетіктерінің өлшемдері МЕСТ 19579-80÷МЕСТ 19584-80 бойынша белгіленеді.

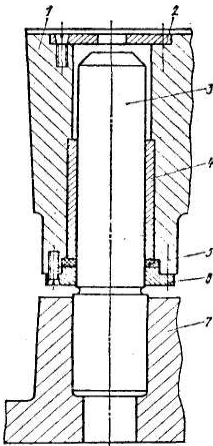
Баспақтың сыналы жастығы жиынтықтың жабық биіктігін реттеуге мүмкіндік береді. Ең жақсы пайдалану көрсеткіші бар жиынтықтың жабық биіктігі мынадай формула бойынша анықталады: $H = A + 0,75a$, мұндағы H – жиынтықтың номиналды жабық биіктігі; A – баспақтың қалыптық кеңістігінің ең аз жабық биіктігі; a – баспақ үстілінің сыналы жастығын реттеудің мөлшері.

Баспақ күшіне байланысты негізгі және төсемді тақталардың қалыңдығы 1.4-кестеде келтірілген (жоғарғы және төменгі тақтаның қалыңдығы бірдей).

1.4-кесте
Негізгі және төсемді тақталардың қалыңдығы (мм)

Баспақтың номиналды күші, МН	Тақтаның қалыңдығы		Баспақтың номиналды күші, МН	Тақтаның қалыңдығы	
	Негізгі	Төсемді		Негізгі	Төсемді
6,3	149	40	25	212	80
10	137	50	40	234	80
16	150	60	63	344	100

Жиынтықтың бағыттаушы түзілімі (1.5-сурет) бағыттаушы бағанашықтан 3, төлкеден 4, тығыздамадан 5, төменгі қаппактан 6, қорғау тығырығынан 2 тұрады. Жиынтықтың төменгі тақтасындағы 7 бағанашықты қондыру үшін қажетті ұяны, жоғарғы тақтамен 1 құрастырып теседі. Бұл бағанашықтың және төлкенің осьтестігін қамтамасыз етеді.



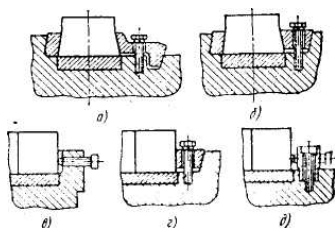
1.5-сурет. Жиынтықтың бағыттаушы түзілімі

Бағыттаушы бағанашықтарды қалыптаушыға кедергі жасамайтындай етіп жиынтықта орналастырады. Әдетте қалып

жиынтығында, оның артқы жағында орналасқан екі бағыттаушыны қарастырады. Бірақ кейбір жағдайда, соғылманың дәлдігіне жоғарғы талап қойылғанда, жиынтықты үш, ал кейбірде төрт бағанашықты етіп орындайды.

Күші 6,3÷63 МН болатын баспақ жиынтығы үшін бағыттаушы түзілім бағанышықтарының, төлкелерінің және басқа тетіктерінің өлшемдерін (МН) 4810-63 және МН 4811÷63 сипатқұжаттары бойынша анықтайды.

Жиынтықта призмалық ендірмені бекітетін тетіктердің құрылымы 1.6-суретте көрсетілген (цилиндрлі ендірмені 1.4-суреттен қараңыз). Призмалық ендірменің өлшемдерін МН 4809-63 сипатқұжаттары бойынша анықтайды.



1.6-сурет. Қалып ендірмесін бекіту
а – бойлы ұстатқышпен; б – бойлы қысатын қысқышпен; в – бүйірлік таяныш жасайтын бұрамамен; г – бүйірлік қысатын қысқышпен; д – тіреуіш арқылы таяныш жасайтын бұрамамен

Негізінен жиынтықты екі немесе үш жылғалы етіп жобалайды. Жиынтықта жылғалардың орналасуы қыздыру құрылғыларының орналасуынан тәуелді. Бірінші жылғаны қыздырылған дайындаманы беру жағынан, екінші жылғаны осы жылғаға қарама-қарсы жақта, ал ақырғы жылғаны жиынтықтың ортасына орналасады. Егер қалыптау үшін бір немесе екі жылға жеткілікті болса, онда жиынтыққа қарапайым құрылымдық болаттан жасалған жазық ендірмені жинақтау үшін қосады.

Әмбебап жиынтықтың итеріп шығарушы механизмдерін былай құрылымдайды:

- бір итеріп шығарушымен;
- қалыптың кезкелген жылғасынан соғылманы итеріп шығаруды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін маңдайшамен;
- соғылманың кезкелген элементіне әсер етіп, оны итеріп шығаруды іске асыруға мүмкіндік беретін маңдайшамен және бұрылу иінтірегімен;
- жұдырықшалы иінтірекпен.

Өртүрлі күші бар баспақ үшін жиынтықтың итеріп шығарушы механизмiнiң итеруге керектi жүрiсi 1.5-кестеде келтiрiлген.

1.5-кесте

Баспақ жиынтықтығының итеріп шығарушы механизмiнiң итеруге керектi жүрiсi(мм)

Баспақтың номиналдыкүші, МН	Итеріп шығарушының жүрісі*	Баспақтың номиналдыкүші, МН	Итеріп шығарушының жүрісі*
6,3	10-12	31,5-40	20-30
10	13-18	50-63	25-35
16	15-20	80	30-40
20-25	18-25		
Тек әмбебап жиынтық үшін			

Қысып шығарумен қалыптанып жасалынатын соғылмалар үшін үлкен жүрісі бар арнайы итеріп шығарушылар қолданылады.

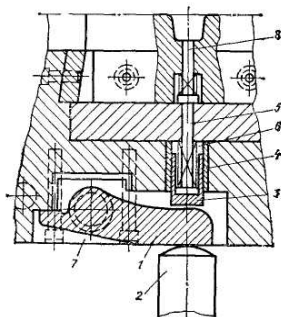
Тек қана ақырғы жылғадан соғылманы шығару үшін бір нүктеден итеріп шығаратын механизм қолданылады. Осы механизм құрылымы бойынша қарапайым болады. Бірақта оның қолдану аймағы тым шектелген. Маңдайшасы бар итеріп шығарушы механизм мойынтіректі ұстау және қисайту себебінен жиі апатқа алып келетіндіктен тағы да кеңінен тарала алмады.

Жұдырықшалы-иінтіректі итеріп шығарушы механизм әмбебапты, кез келген жағдайда тоқтаусыз жұмыс істейді. Жиынтықты алмай тікелей баспақта ендірмені жинақтауға және бөлектеуге кедергі жасамайды.

Жұдырықшалы-иінтіректі итеріп шығарушы механизм 1.7-суретте көрсетілген. Иінтірек өзінің табанымен сыналы жастыққа немесе баспақ сырғағының жұмысшы жазықтығына, ал стақан және сырық иінтірекке сүйенетіндіктен, барлық жүйе жеткілікті қатаңдыққа иемденеді және үлкен күшке шыдайды. Бұл тек қана қылауға немесе ішкі далдашаға әсер етуші емес, тағы да соғылманың денесіне тікелей әрекет етуші итерушісі бар жұдырықшалы-иінтіректі механизмді қолдануға мүмкіндік береді.

Егер итеріп шығаруды тек қана бір орталықта, яғни тек ақырғы жылғада, және осы жылғаның бір жерінде жүргізу керек болса, онда бір иіні бар иінтіректі қолданады. Алдыңғы және ақырғы жылғаларда итеріп шығаруды қолдану қажет болса, онда иінтіректі екі иінді етіп жасайды, ал үш жылғада итеріп шығару қажет болса, онда иінтіректі үш иінді етіп жасайды. Әдетте бірінші жылғада шөктіруді, июді және осыған ұқсас әрекетті іске асыратын болғандықтан (бұларға итеріп шығару керек етілмейді), онда әмбебап жиынтықты екі иінді иінтірекпен жабдықтайды.

Әмбебапты жиынтықтарда итерушіге әсер етуші сырықта белгілі бір орналасу тәртібі бар. Әрі бұл орналасу ендірімедегі итерушінің қажетті орналасуына әрқашанда сәйкес болмайды. Жиынтық атауының тізімін көбейтпеу үшін маңдайша арқылы ендіріменің тірек беті жағында орнатылған итерушіге күшті беру кеңінен қолданылады.



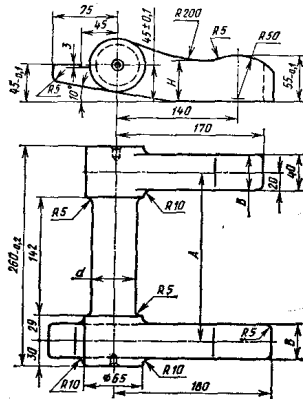
1.7-сурет. Жұдырықшалы-иінтіректі итеріп шығарушы механизм
1 – иінтіректер; 2 – баспақ итеріп шығарушысының сырығы; 3 – стақан;
4 – бағыттаушы төлке;
5 – жиынтықтың итеріп шығарушысының сырығы; 6 – серіппе;
7 – ажырама мойынтірек;
8 – қалыптық ендіріменің итерігіші

1.6-кестеде иінтіректің негізгі өлшемдері келтірілген. А өлшемін ендіріменің бас осьтері арасындағы арақашықтыққа байланысты бедгілейді.

Қалыптық ендірімедегі соғылманы итеріп шығару жүйесі, цилиндрлі сырық немесе сақина тәрізді пішіні бар соғылманы итеріп шығарушыдан (қалыптық ендіріменің итерушісінен) және оны бастапқы жайына қайтарушы серіппеден тұрады (1.7-сурет). Соғылманы итеріп шығару кенерік, далдаша, соғылманың денесі арқылы іске асырылады. Соғылмаға тікелей әсер ететін сырықтық түрі бар итеріп шығарушыны, соғылма

кептеліп қалатын бөлімдерге жақын жерлерге орналастырады. Мысалы, дөңесшеге, шығыңқылыққа, қырға жақын жерге. Оларды соғылманың орнығы бөліміне қарама-қарсы орналастыру қажет емес. Итеріп шығарушыны есептеу ұзындығынан $0,5 \div 1$ мм үлкен етіп жасау ұсынылады. Ендіріме жиналғаннан кейін итеріп шығарушының шетжағын жылғаның бетімен бір деңгейде тазалайды.

1.6-кесте
Иіктіректі итерушінің негізгі өлшемдері (мм)



Сызбадағы өлшемдер 16 МН күші бар баспаққа сәйкес келеді

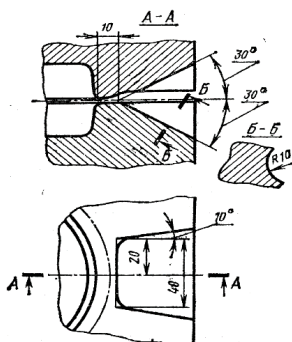
Баспақтың күші, МН	d	H	B
6,3	30	30	25
10	40	40	32 ÷ 35
16	50	50	40
20 ÷ 25	65	55	50
31,5 ÷ 40	90	80	65 ÷ 75
50 ÷ 63	100	90	70 ÷ 80
80	110	100	75 ÷ 90

Жылға қуысының қабырғасынан алысырақ жақта, итерушіге керекті тесікті бұрғылауға мүмкін болатын ені үлкен кенерік бар болған жағдайда ғана, кенерікке әсер ету арқылы

соғылмаларды итеріп шығарады. Далдашаға әсер етіп соғылманы итеріп шығару, магазині бар далдаша бар болған кезде ғана іске асырылады.

Соғылманың пішіні және оның кептелу мүмкіндігіне байланысты жоғарғы немесе төменгі ендірімеден, немесе екі ендірімеден бір мезгілде соғылманы итеріп шығаруды қарастырады. Кейбірде жиынтықтың төменгі тақтасының итеріп шығарушылар жетегін, жиынтықтың жоғарғы тақтасымен бұранда арқылы байланыстыратын маңдайша көмегімен іске асырады.

Соғылманы қысқашпен кенеріктен қарпығыштауды ыңғайлату үшін, итеріп шығарушының бар немесе жоқ болуына карамастан, барлық ендірімеде ойықша жасайды. Бұл ойықшалар тоқпақтық қалыпта қолданылатын ойықшаларға ұқсас болады. (1.8-сурет).



1.8-сурет. Соғылманы қысқашпен карпу үшін керек ойықшаның құрылымы

Жылғаларды құрылымдау. ҚЫҚБ қалыбында дайындаушы және қалыптаушы жылғаларды қарастырады. Кейбірде кенерікті кесу және тесікті тесу операцияларын орындауға керек жылғаларды қолданады.

ҚЫҚБ қалыбының дайындаушы жылғаларына жаншитын, сыртпіншіндейтін, иетін жылғалар және шөгу алаңшасын (кейбірде жылжытатын жылғаларды), ал қалыптау жылғаларына алдыңғы, ақырғы және дайындаушы-алдыңғы жылғаларды жатқызады. Дайындаушы-алдыңғы жылғаны ұзартылған соғылмаларға ғана емес, тағыда ось бойымен қалыптайтын осі симметриялы соғылмалар үшін қолданылады.

Баспақта ыстықтай қалыптаудың мынадай негізгі ерекшеліктерін ескеріп жылғаларды құрылымдайды:

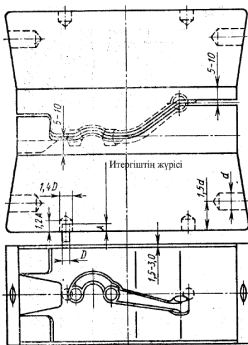
- ендіріменің ажырама беті қалыптаған кезде жанаспауы керек; жоғарғы және төменгі ендіріменің арасына саңылау болуы керек; құрылымдаған кезде осы саңылаудың мөлшерін қылаудың қалыңдығынан үлкен етіп қабылдайды; соғылманы ыстықтай мөлшерлеу үшін қолданылатын кейбір ендірімеге осы ережені қолданбау рұқсат етіледі;

- қағида бойынша ендірімеде тек бір жылғаны орналастырады;
- ақырғы жылғада деформация сығымдаумен емес мүмкіндігінше шөктірумен жүру үшін жылғалардың өлшемдерін өзара үйлестіру керек;

- қисық сызықты ажырама беті бар ендіріме үшін сыртқы бүйірлік бетте тереңдігі $1,5 \div 3$ мм, ең кіші ені $5 \div 10$ мм болатын қасқалды алдын ала қарастыру керек (1.9-сурет); бұл қалыпты көлбеу бағытта реттегенде қатар тұрған ендірімені шауып кеткізбес үшін керек;

- итергішсіз ендірімеде жиынтықтың итеріп шығарушысы еркін қозғалуы үшін ұя қарастыру керек; ұяның орналасуы және оның диаметрі ендірімені кез-келген реттеу кезінде сынуға алып келмеуі керек (1.9-сурет);

- әрбір ендіріменің жартысында екіден тасымалдаушы тесік болуы керек; осы тесіктер ендірімені күрделі жөндегенде фигураны жаңартуға кедергі жасамауы керек; сондықтан оларды тірек жазықтығына жақын орналастырады; барлық ендірімедегі тесіктің диаметрін бірдей жасау ұсынылады.



1.9-сурет. Қисық сызықты ажырандысы бар соғылма үшін ендіріме

Кейбір ендірімеде (әсіресе сығымдаумен қалыптауға арналған) арнайы арнада айналымдайтын сумен салқындату қарастырылады.

Ақырғы қалыптаушы жылғаны ыстық соғылманың сызбасы бойынша жасайды. Кенерікке металдың ағуын азайту және тоқтату керек болған кезде, аралықшаның қалыңдығын $40\div 50\%$ азайтады немесе оның енін $50\div 70\%$ үлкейтеді. Енін үлкейтудің артықшылығы бар. Өйткені баспақты кернегішке қауіпті жұмыс істеуін азайтады.

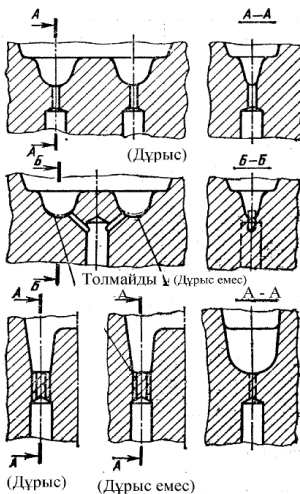
Ауаның және майдың жануынан шығатын заттардың топтануынан және жылға қуыстарында шыққан газдың орналасуынан терең және тар қуыстары бар жылғалар жаман толтырылады. Токпақта қалыптаған кезде мұндай болмайды. Өйткені қалыптауды бірнеше соғумен жүзеге асырады. Газды атмосфераға шығырып жіберу үшін, жылғаның терең қуыстарының түбінде газшығарғыш арнаны қарастыру керек. Осы арнаның диаметрі $1,2\div 1,5$ мм үлкен болмауы керек. Әйтпесе оларға металл құйылатын болады.

Егер қалыптың терең ойықшасының түбінде жартылай дөңгелекті пішін бар болса, онда ойықшаның түбінде бір тесікті бұрғылап тесу жеткілікті. Терең ойықшаның түбі жазық болған жағдайда, тесікті тік қабырғаға мүмкіндігінше жақындатып ойықшаның әрбір табанына бұрғылайды. Газшығаратын арнаны жасауды жеңілдету үшін $1,2\div 1,5$ мм диаметрі бар тесікті $15\div 20$ мм тереңдікке дейін ғана бұрғылап теседі, ал ендірменің қармақарсы жағынан диаметрі $8\div 15$ мм болатын тесікті бұрғылайды. 1.10-суретте газшығаратын арнаның дұрыс және дұрыс емес орналасуы көрсетілген. Газшығаратын тесікті атмосферамен байланыстыру үшін, ендірменің тірек беттерінде барлық тесіктерді басып өтетін тереңдігі $5\div 6$ мм бунақты жонғылайды.

Кейбірде тесікті бұрғылаудың орнына, радиусы 0,75 мм болатын бойлата жонғыланған арнасы бар төрт саңылаусыз тығынды қию орынды. Бұл газшығаратын арнаны жасауды жеңілдетеді және сонымен қатар тозған фигураны бұрынғы қалпына келтіру санын көбейтуге мүмкіндік береді. Газды шығару үшін тағыда жылғаның итерушісінде орындалған радиусы $0,8\div 1,2$ мм арнаны қолданады немесе ендірмелі

қобылағыш сотанда орындалған диаметрі 1,5 мм тесікті пайдаланады.

Дайындаманы алдыңғы жылғада деформациялағаннан кейін, ақырғы жылғаның қуысынсоғылманы шөктіру есебінен толтыратын етіп (сығымдаумен емес) алдыңғы жылғаны құрылымдаған дұрыс. Сондықтан алдыңғы жылғадан алынған дайындама, ақырғы жылға қуысының түбіне жақсы жатуы қажет. Көрсетілген шартты орындау үшін, алдыңғы жылғаның әрбір қимадағы қуысын қалыптың, ажырама жазықтығындағы көлбеу өлшемдері бойынша ақырғы жылғаныкімен салыстырғанда бірнеше тар етіп жасайды. Ақырғы жылғаны толтырған кезде керек артық металды жасау үшін, алдыңғы жылғаның қуысының тереңдігін ақырғы жылғамен салыстырғанда бірнеше үлкен етіп ($5 \div 6\%$) орындайды. Осы артық металл ақырғы жылғаның қуысын жақсы толтыруды қамтамасыз етеді және кенерікке сығымдалады. Көлденең қимасының ауданы азғантай болатын кішкентай соғылмалар үшін алдыңғы жылғаның фигурасының өлшемдерін ақырғы жылғаныкі сияқты орындайды.



1.10-сурет. Газшығаратын арнаның орналасуы

Егер алдыңғы жылғадағы қуысты толтыру, артық металдың мөлшері шамалы болып шөктірумен іске асырылатын болса,

онда магазині бар кенерлі бунақты жасау міндетті емес. Алдыңғы жылғада кенерлі бунақ бар болған кезде, ақырғы жылғамен салыстырғанда аралықшаның ені $30 \div 40$ %, ал қалыңдығы 1,5 ретке үлкен болуы қажет. Сығымдаумен соғылманы қалыптаған кезде жылғаны толтырудың кепілі бар болса да, баспақтың және қалыптың жұмыс істеу жағдайын жеңілдету үшін алдыңғы жылғаларда аралықша жасау міндетті.

Әдетте алдыңғы жылғаның әрекеттерінің радиустарын ақырғы жылғаның радиустарымен салыстырғанда 3 рет үлкейтеді, ал жіңішке жиектерді дөңгелектетеді. Жұпталған соғылмаларды қалыптаған кезде, ақырғы жылғада соғылмалар арасында қыспақтың пайда болуына алып келетін артық металл болмауы үшін, алдыңғы жылғадағы соғылмалардың арасындағы жұқа металдың қалыңдығын $30 \div 40$ % азайтады.

2. КӨЛДЕНЕҢ СОҒУ МАШИНАСЫНДА ҚАЛЫПТАУ

Көлденең соғу машинасында (КСМ) ыстықтай қалыптау, тоқпақта және баспақта қалыптанбайтын пішіні бар соғылмаларды алуға мүмкіндік беретін, кең таралған, өнімділігі жоғары және үнемді тәсіл болып есептеледі. КСМ-да ашық, жабық қалыптарда және сығымдау үшін қолданылатын қалыпта соғылмаларды қалыптайды.

КСМ-ның негізгі айырмашылығы болып екі өзара перпендикулярлы ажырама беттердің бар болуы саналады. Басты ажырама бет сотан жиынтығында бекітілген сотан мен ұяқалып жиынтығы арасымен өтеді. Екінші ажырама бет ұяқалып жиынтығындағы қозғалатын және қозғалмайтын ұяқалып арасында орналасады. Сонымен КСМ басты сырғағымен бірге, қысу (бүйірлік) сырғағы бар көлбеу соғу баспағы болып саналады. Екі өзара перпендикулярлы ажырама жазықтықтың КСМ қалыбында бар болуы, күрделі құрама пішіні бар соғылмаларды қалыптауға және ұзын соғылмалардың металын жергілікті деформациялауға мүмкіндік береді. КСМ-да массасы 0,1-ден 150 кг дейін соғылманы қалыптауға болады.

КСМ-да қалыптаудың мынадай артықшылығы бар: жабық қалыпта қалыптаудың мүмкіндігі (кенеріксіз); ұяқалыпта ажырама беттің бар болуы оның қуысындағы қабырғаларда қалыптау еңістерін қолданбауға мүмкіндік береді; жеткілікті қатаң әдіп және шақтамамен соғылманы қалыптаудың мүмкіндігі; өтпелі тесігі бар бөлігі шөктірілген дайындамаларды далдашаға шығынсыз алуға болады; кеңістіктік ажырама беттері бар қалыптарды қолдану бұрын қаралған қалыптау тәсілдерімен жасау мүмкін емес болатын соғылмалар пішінін жасауға мүмкіндік береді; макроқұрылым талшығының қолайлы бағытталуы; сағатына 400÷900 дана соғылманы қалыптайтын жоғарғы өнімділік; қалыптаудың технологиялық үрдісін толық автоматтандыру мүмкіндігі.

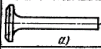
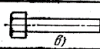
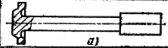
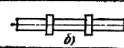
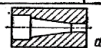
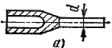
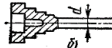
КСМ қалыптың жылғасы тік орналасқанда 31,5 МН күшпен және жылға көлбеу орналасқанда 12,5 МН күшпен шығарылады. Қысу сырғағының күші басты сырғақтың күшінің 0,4÷0,6 құрады. Ұяқалыптарының ажырамасы тік машиналардың

өлшемдік қатары, негізгі параметрлері және қалыптау кеңістігінің сипаттамасы стандартталған.

2.1. Соғылмаларды топтау. Қалып жылғаларының түрі

Соғылмаларды топтау. КСМ-да жасалынатын соғылмалар өздерінің құрылымдарына байланысты алты негізгі топқа бөлінеді (2.1-сурет).

I топ соғылмалары – қалыңдау жері бар сырық типті соғылмалар. Өз кезегінде осы топ соғылмаларын мынадай екі ішкі топқа бөлуге болады: 1-ішкі топ – сырық аяғында орналасқан бір қалың жері бар соғылмалар (*а, б, в*); 2-ішкі топ – сырықтың аяққы жақтарында орналасқан екі қалың жері бар (*а*) және сырықтың ұзындығы бойынша орналасқан екі немесе бірнеше қалың жерлері бар (*б*) соғылмалар.

Топ	Ішкі топ	Соғылманың жуықты құрама пішіні		
I	1			
	2			
II	1			
	2			
	3			
III				
IV				
V				
VI				

2.1-сурет. Көлденең соғу машинасында жасалынатын соғылмаларды топтау

II топ соғылмалары – өтпелі тесігі бар осы топтың соғылмалары үш ішкі топқа бөлінеді. 1-ішкі топ соғылмалары – балдақ типті: *а* – тегіс, қарапайым құрама пішінді; *б* – ішкі

карамы күрделі болып келетін; *в* – сыртқы карамы күрделі болып келетін. 2-ішкі топ соғылмалары – төлке типті: *а* – ішкі карамы күрделі болып келетін; *б* – ішкі және сыртқы карамы күрделі болып келетін; 3- ішкі топ соғылмалары – күрделі пішінді: бойлық шығыңқылығы және бүйіржағы күрделі пішінді болып келетін соғылмалар.

III топ соғылмалары – тұйық қуысы бар осы топтың соғылмаларын мынадай типтерге бөлуге болады: *а* – таяз қуысты немесе қуыссыз соғылмалар, бірақта бастапқы шыбық үшін $d_1 \neq d$; *б* – тұрақты қимасы бар тегіс соғылмалар; *в* – өзгермелі қимасы бар соғылмалар; *г* – екі жақты қуысы бар соғылмалар.

IV топ соғылмалары – аралас құрылымды: *а* – тұрақты қималы тесілген бөлімі бар соғылмалар; *б* – өзгермелі қималы тесілген бөлімі бар немесе симметриялы емес элементері бар соғылмалар.

V топ соғылмалары – құбырлы дайындамадан: *а* – сыртқы диаметрдің бір мезгілде үлкеюі есебінен пайда болатын жуандатылған бөлімі бар соғылмалар; *б* – сыртқы диаметрдің үлкеюі және ішкі диаметрдің кішіреюі бір мезгілде өту есебінен пайда болатын жуандатылған бөлімі бар соғылмалар.

VI топ соғылмалары – құрастырылған құрама пішінді. Осы соғылмаларды тоқпақта немесе баспақта қалыптағаннан кейін КСМ-да жуындатылған жерді шөктіруді, кейбір элементерді тесуді және басқа операцияларды жүргізеді.

Қалып жылғаларының түрі. Жоғарыда қаралған соғылмаларды қалыптау үшін әртүрлі жылғаларды қолданады. Орындалатын операцияларға байланысты жылғалар мынадай алты түрге бөлінеді (2.2-сурет):

I – жинау жылғалары. Осы жылғалар кейінгі қалыптауға дайындаманың диаметрін үлкейту үшін қажет. Дайындаманың бүйіржағында немесе бүйіржағынан кейбір арақашықтықта бір немесе бірнеше жуандатылған жерді алу үшін металды сотанда (*а*), ұяқалыпта (*в*), сотан мен ұяқалыпта бір мезгілде (*б*) және сырғанайтын ұяқалыптарда (*г*) жинайды;

II – сыртпішіндеу жылғалары (алдыңғы және ақырғы). Осы жылғаларды керекті пішіні мен өлшемі бар соғылмаларды алу үшін қолданады. Қалыптау сотанда (*а*), ұяқалыпта (*б*) және

ұяқалып пен сотанда (в) бір уақытта іске асырылады. Соғылманың ең жақсы дәлдігін сотанда қалыптау қамтамасыз етіледі, бірақта сотанда қалыптағанда қалыптау еңістерін қолдану талап етіледі. Соғылманың төмен дәлдігін ұяқалыпта қалыптаған кезде жетеді, бірақта мұнда қалыптау еңістерін қолданбауға болады;

III – тесу жылғасы. Осы жылға ұяқалыптағы тесік 3 арқылы сотан 2-мен тесікті тесу жолымен шыбық 4-тен қалыптанған соғылма 1-ді бөлектеу үшін қажет.

IV – кесіп алу жылғасы. Осы жылғаны пышақтар 5 мен соғылманы 1 және шыбықты 4 салыстармалы ығыстырған кезде соғылманы шыбықтан бөлектеу үшін қолданады;

V – қию жылғасы. Осы жылға сотан 2 мен соғылманы 1 қию ұяқалыбы 3 арқылы итеру жолымен қалыптаған кезде пайда болған қылауды соғылмадан бөлектеу үшін қажет;

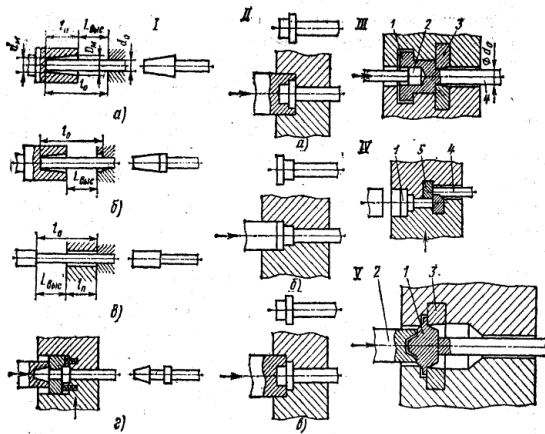
VI – арнайы жылғалар. Осы жылғалардың біреуін соғылманың қалыңдатылған бөлімін ұяқалыптың қозғалатын жүрісімен жалпайту немесе сыртпішіндеу үшін, ал басқаларын ию оперециясын орындау үшін, қозғалатын ұяқалыппен дайындаманың шеткі жағын ұзындату үшін, т.б. операцияларды орындау үшін қолданады.

2.2. К СМ-дақалыптаудың технологиялық үрдісін жасау

КСМ-да қалыптаудың технологиялық үрдісі, тоқпақта және баспақта іске асырылатын үрдістен елеулі айырмашылықта болады. КСМ-да көпжылғалы қалыптауды қолданған кезде жинаушы, сыртпішіндеуші, қобылаушы және тесуші әрекеттерді жиі қолданады.

Жинаушы әрекет дайындаушы операция болып саналады және ол сыртпішіндеу мен қобылау алдында дайындаманың деформацияланатын бөлімінің қалыңдығын үлкейтуге қолданылады. Жинаушы әрекет, соғылманың қалыңдатылған жағына керек түрді беруші сыртпішіндеу әрекеті сияқты, дайындаманың бөлігін шөктірумен іске асырылады. Әдетте сыртпішіндеуді және қобылауды бір мезгілде жүргізеді. Сонда соғылмадағы өтпелі тесікті тесуді, соғылманы шыбықтан бөлектеумен бірге істейді.

КСМ-да қалыптаған кезде кенерікті және қалыптауға жарамайтын шыбықтың аяққы жағын кесу, шыбықты кіші кимаға жаншу, ию, сығымдаумен қалыптау сияқты әрекеттерді және басқа арнайы әрекеттерді іске асырады (жоғырыда көрсетілген әрекеттермен бірге).



2.2-сурет. КСМ қалыптары жылғаларының түрі

I – жинау жылғалары; II – сытпіншіндеу жылғалары; III – тесу жылғасы; IV – кесіп алу жылғасы; V – қию жылғасы

Әдіп пен шақтаманы дайын тетіктің массасымен салыстырғанда соғылманың массасын жуықты үлкейту қажет екендігін ескеріп стандартқа сәйкес анықтайды. Егер дайын тетіктің барлық элементін қалыптаумен жасайтын болса, онда соғылманың массасын үлкейтін әдіп пен шақтаманы дайын тетіктің массасына қатысты белгілейді. Соғылманың түрінің салыстырмалы күрделігін ескеріп, дайын тетіктің массасымен салыстырғанда соғылманың массасын 20÷70 % көбейтеді. Аралықтың төменгі шегін тұтас соғылмаларға, ал жоғарғысын өтпелі және тұйық тесігі бар қуыс соғылмаларға, тағы да құбырдан қалыптанатын соғылмаларға қолданады. Әдіп, шақтаманы есептегеннен кейін және кенермені белгілегеннен кейін соғылманың массасын және күрделілік дәрежесін дәлдейді. Егер алынған мөлшерлер әдіптерді, шақтамаларды

және радиустарды есептеген кезде қабылданған мөлшерлер аралығының сыртында болып шықса, онда табылған массаға және күрделілік дәрежесіне сәйкес келетін жаңа аралық үшін қосымша есептеулер жүргізеді.

Соғылма массасына деформацияланбайтын бөлімнің және кенеріктің массасы кірмейді. Осы нұсқау артқы таяныштан қалыптанатын барлық соғылмаларға, тағы да алдыңғы таянышпен шыбықтан қалыптанатын өтпелі және тұйық тесігі бар соғылмаларға таралады.

Стандартқа сәйкес, соғылманың массасына қалыпен қысылатын сырықтың бөлімі кіруі керек. Бұл нұсқау КСМ-ның қозғалатын ұяқалыбының жүрісінде шыбықтан бөлініп алдыңғы таяныштан қалыптанатын сырықтық бөлімі бар I және IV топ соғылмаларына қатысты болады. Осы жағдайда ұяқалыппен қысылатын соғылманың сырықтың бөлігінің ұзындығы, бөлігін шөктіру процесінде деформацияланбайтын және соғылманың құрама пішініне сәйкес шыбықтан бөлінетін сырықтың ұзындығына тең болады. Жеке жағдайларда соғылманы қысатын ұяқалыпта ұстап қалуға керекті шыбықтың дұрыс ұзындығы, шыбықтан бөлетін соғылманың сырықтық ұзындығынан айырмашылықта болуы мүмкін.

I және IV топ соғылмаларын (екі жақтан бөлігін шөктіріп жасалынатын соғылмалар осылардың ішінде) немесе сырығы деформацияланбайтын соғылмаларды жасағанда, әдіпті қалыптың маңынан шығатын және деформацияланбайтын сырықтың ұзындығындағы шақтаманы ескеріп белгілейді.

Қалып еңістері. Қалып еңістерінің ең үлкен мөлшерлері, тетіктің түрін, өлшемдер қатынасын және қалыптау ерекшеліктерін ескеріп стандартта берілген.

Сырғудың қозғалысына параллельді және перпендикулярлы соғылманың беттеріне қалып еңістерін стандарттағы кесте бойынша белгілейді.

Қалып еңістеріне шақтамалар, қалып еңісінің ең үлкен мөлшерінің 0,25 шегінде қойылады және соғылманың сызбасына тұтынушының талабы бойынша кіргізіледі.

Соғылманың сыртқы және ішкі қарамындағы сыртқы және ішкі бұрыштардың жұмырлану радиустарын стандарттағы кесте бойынша анықтайды.

Соғылманың ішкі R және сыртқы r жұмырлану радиустарына шақтама өрісін стандарт бойынша қабылдайды. Сонда сыртқы радиустың төменгі ауытқуын, стандарт бойынша алынған ең кіші жұмырлану радиустарымен үйлестіру қажет. Сыртқы радиустың R жоғарғы ауытқуын, механикалық өндеуге керек әдеттегі орташа әдіпті қамтамасыз ету шартын орындай отырып қабылдайды.

Соғылма түріне рұқсат етілетін ауытқуды (сырықтың бүйірлік жағына, ажырама беті бойынша ығысу, сатылық, қисықтық, перпендикулярлы еместік, сопақтық, әртүрлі қалыңдық, беттік ақаулар) және қылаудың рұқсат етілетін мөлшерін стандарттағы кесте бойынша анықтайды.

Бастапқы дайындаманың диаметрін, шөктіретін бөліктің көлемін және ұзындығын анықтау. Бастапқы дайындаманың диаметрін d соғылмалардың тобына байланысты анықтайды. Дайындаманың есептелген диаметрін түржиында бар жақын үлкен мөлшерге дейін дөңгелектейді.

Шыбықтың шөктірілетін бөлімінің көлемін V_B , сыртқы өлшем үшін оң шекті ауытқудың 0,5 және ішкі өлшем және қуыс үшін теріс шекті ауытқудың 0,5, отқабыршыққа және қылауға шығынды ескеріп соғылманың номиналды өлшемдері бойынша мынадай формуламен анықтайды:

$$V_B = (V_n + V_3) \frac{100 + \delta}{100} = (V_n + V_3)(1 + 0,01\delta), \quad (2.1)$$

мұндағы V_n – соғылманың шөктіретін бөлімінің көлемі, мм³; V_3 – қылау (кенерік) көлемі, мм³; δ – металдың отқабыршағы, %.

Көлденең (сакиналы) қылаудың (кенеріктің) өлшемін стандарттағы кесте бойынша табады.

Егер қалыптау процесінде дайындаманы қыздыратын болса, онда есептеу кезінде бастапқы қабылданған мәнмен салыстырғанда отқабыршақты 50 % көбейтеді.

Шыбықтың шөктіретін бөлімінің ұзындығын мынадай формуламен табады:

$$l_B = \frac{(V_n + V_3)(100 + \delta)}{F \cdot 100} = \frac{V_B}{F}, \quad (2.2)$$

мұндағы V_B – (2.1) формуласы бойынша анықталады; F – шөгуді ескерген дайындаманың (шыбықтың) қимасының ауданы, мм².

Дайындаманың шөктіретін бөлігін орнықтылыққа есептеу. Көлденең соғу машинасында дайындаманың бөлігін шөктіруді, июсіз бөлігін шөктіру (еркін бөлігін шөктіру) және дайындаманың шөктіретін бөлімін шектелген июмен шөктіру (шектелген диаметрге бөлігін шөктіру) деп екі түрге бөледі.

Еркін бөлігінің шөктіру. Дайындаманың бөлігін еркін шөктірудің мүмкіндігін, бөлігін шөктіретін дайындаманың орнықтылығын есептеумен анықтайды. Егер дайындаманың шөктіретін бөлігінің ұзындығы $\psi = l_B/d$ мынадай шартты қанағаттандырса $\psi \leq \psi_D$, онда бөлігін шөктірген кезде дайындама иілмейді, мұндағы ψ_D – салыстырмалы бөлігін шөктіру ұзындығының рұқсат етілетін мәні. Осы мөлшерді мынадай формуламен анықтайды:

$$\psi_D = 4,84\sqrt{n} - 5,7\text{tg}\gamma \leq 2,7, d \geq 50 \text{ мм болған кезде}; \quad (2.3)$$

$\psi_D = (4,84\sqrt{n} - 5,7\text{tg}\gamma)(0,85 + 0,003d) \leq 2,7, d < 50 \text{ мм болған кезде},$

мұндағы n – берілген материалға беріктену қисық сызығынан және бөлігін шөктірудің сәйкес температура-жылдамдық режимінде анықталатын беріктену коэффициенті; γ – дайындаманың бүйіржағының қиякесік бұрышы.

Беріктену коэффициенті мынадай формуламен анықталады.

$$n = E_K \cdot \varepsilon \cdot \sigma^{-1} \quad (2.4)$$

мұндағы $E_K = d\sigma/d\varepsilon$ – жанама модуль; $\varepsilon = (l_B - l)/l_B$ орнықтылықты жоғалту уақытындағы деформация дәрежесі; σ – сәйкес ε үшін беріктену қисық сызығынан анықталатын кернеу.

Орнықтылықты жоғалту тек қана $\varepsilon \leq 0,25$ болған кезде мүмкін болатындықтан, есептеуде $\varepsilon = 0,25$ -ті қабылдауға болады. Жанама модулін жуықты түрде былай да анықтауға болады: $E_K \approx \Delta\sigma/\Delta\varepsilon$, мұндағы $\Delta\varepsilon$ және $\Delta\sigma$ – беріктену қисық сызығындағы координатасы $\varepsilon = 0,25$ болатын нүктенің айналасындағы деформацияның өсімшесі және оған сәйкес келетін кернеудің өсімшесі. Онда сараптамада қолдану үшін беріктену коэффициенттің мәнін мынадай формуламен табуға болады:

$$n = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \cdot \frac{0,25}{\sigma}. \quad (2.5)$$

Беріктену қисық сызығын тұрғызғанда қабылданған деформация жылдамдығы, дайындаманың бөлігін шөктірген кездегі деформация жылдамдығына сәйкес келуі қажет. Осы жылдамдық жуықты түрде мынаған тең: $\dot{\varepsilon} \approx \dot{\varepsilon}_{cp} = v_{cp} / l_{cp}$, мұндағы $\dot{\varepsilon}_{cp}$ – орташа деформация жылдамдығы; v_{cp} – сайманның орташа жылдамдығы; $v_{cp} = 0,5 (v_{нач} - v_{кон})$; $v_{нач}$ және $v_{кон}$ – деформациялау бөлімінде деформация дәрежесімен ε деформацияланғанда сайманның бастапқы және аяққы жылдамдығы; l_{cp} – деформациялау бөлімінде ε дәрежесімен деформацияланатын дайындаманың шөктіретін бөлігінің орташа ұзындығы; $l_{cp} = 0,5(l_{нач} - l_{кон})$; $l_{нач}$ және $l_{кон}$ – дайындаманың шөктіретін бөлігінің бастапқы және аяққы ұзындықтары.

КСМ-да қалыптаған кезде жуықты түрде мынаны қабылдауға болады: $\dot{\varepsilon}_{cp} = 1 \div 5 \text{ c}^{-1}$.

Беріктену қисық сызығын тұрғызған кезде қабылданған температура, дайындаманың бөлігін шөктірудің алдында оны қыздырғандағы ең үлкен температураға мүмкіндігінше жақын болуы керек. Өйткені орнықтылықты жоғалту бөлігін шөктірудің бірінші әрекетінің бастапқы кезеңіне тән.

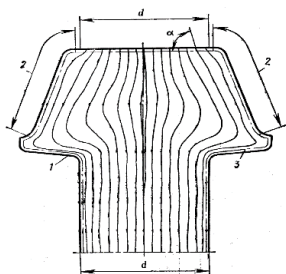
КСМ-да дайындаманың бөлігін шөктірудің температура-жылдамдық жағдайы үшін көп материалдың беріктену қисық сызығының жоқтығы, (2.3) байланысын тәжірибелік қолдануды қиындатады. Осындай жағдай үшін А.В. Робельский байланысын қолданады (анықтамалардан қараңыз).

Егер дайындаманың бөлігі шөктіріп алынған жуандатылған жерде талшық симметриялы орналасу қажет болса, онда ψ_d мәнін түзетеді (2.3-сурет).

Бүйіржағында шамалы қиякесегі бар ($\gamma < 2^0$) бастапқы дайындаманы (жону білдегінде шетжағы түзетілген немесе арамен кесілген дайындама) жазық сотанмен бөлігін шөктіргенде, талшықты симметриялы орналастыру талабын қанағаттандыру үшін $\psi_d \leq 2,3$ қолдану ұсынылады (2.3-суретінде

көрсетілген ψ_d шекті мөлшерімен салыстырғанда). $\gamma > 2^0$ болған кезде бөлігін шөктіру қажетсіз.

Соғылманы бөлігін шөктірумен алғанда талшықтық құрылым, сапаның бір көрсеткіші болып есептеледі. Талшықтың симметриялы орналасу талабымен бірге, қалыптанатын тетіктің жұмысшы қарамын соғылманың макроқұрылымның сызығы қайталау керек талабы қойылады. Әдетте тетіктің жұмысшы қарамы, бөлігін шөктірген соғылманың қарамына тек жарым-жартылай сәйкес келеді (2.3-сурет).



2.3-сурет. Қарам
1 – соғылманыкі; 2 – жұмысшы
тетіктікі; 3 – тетіктікі

Егер ұзындығы l_b және диаметрі d болатын дайындамауы шөктіргенде $\psi \leq \psi_d$ талабы орындалса, онда осы дайындаманы соғылманың сызбасында берілген диаметр қалыңдығы бойынша алып, сытпішіндеу жылғасында (ақырғы немесе алдыңғы) бөлігін шөктіруге болады.

Шектелген диаметрге бөлігін шөктіру. $\psi \geq \psi_d$ болған кезде КСМ-да дайындаманы жуандатуды июге шектеу жағдаймен жүргізеді. Осыған дайындаманың бөлігін шөктіріп жуандатуды алатын диаметрге шек қоюмен жетеді.

Пішіннің жетілмегендігі және шектелген диаметрде бөлігін шөктіріп алынатын жуандатудың талшықтық құрылымының ерекшеліктері пішін өзгерудің ерекшеліктерімен байланысты. КСМ-да шектелген диаметрге бөлігін шөктіруді жиі сотанның конустық қуысында жүргізеді (2.4-сурет).

Шектелген ию жағдайында дайындаманың бөлігін шөктіріп, жуандатылатын бөлімнің пішінін өзгерту, жалпы жағдайда үш кезеңмен дамиды: бірінші кезең – орнықты

шөктіру; екінші кезең – бір жазықтықта иілу; үшінші кезең – кеңістікте иілу.

Орнықты шөктіру процесінде дайындаманың бастапқы диаметрі үлкейеді және шөктірілетін бөліктің бастапқы ұзындығы $l_b > \psi_d \cdot d$ азаяды. Егер бөшке тәрізділікті елемесе, диаметрдің уақытпен өзгертін мөлшерін d_t және бөлігін шөктіретін ұзындықтың уақытпен өзгертін мәнін l -мен белгілесе, онда бүйір жағы тегіс дайындаманың орнықтылығын жоғалтатын салыстырмалы бөлігін шөктіру ұзындығын $\psi_T = l/d_t$ мынадай теңдеумен анықтайды:

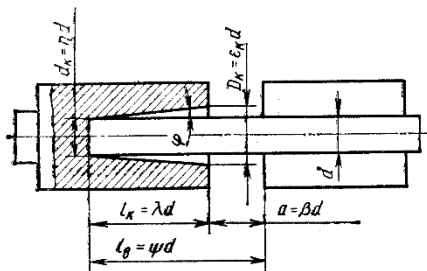
$$\psi_T = \frac{\pi}{4\nu} \sqrt{\frac{n}{\varepsilon}} = \frac{\pi}{4} \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{1-k^2}}, \quad (2.6)$$

мұндағы ν – дайындаманың бөлігін шөктіретін бөлімінің шеткі жақтарын бекіту жағдайымен байланысты келтірілген ұзындық коэффициенті (екі жақтан бекіткен кезде 0,5-ке тең); n – бөлігін шөктірудің температура-жылдамдық жағдайында материалдың беріктену көрсеткіші (беріктену қисық сызығы және (2.5) формуласы бойынша анықталады); $\varepsilon = (l_g - l)/l_g$ – орнықтылықты жоғалту уақытысындағы деформация дәрежесі; $k = d/d_T$ (анықтамалардан қараңыз).

Дайындаманың бөлігін шөктіретін бөлімінің бастапқы салыстырмалы ұзындығы ψ мөлшер мен ψ_T мөлшері мынадай теңдеумен байланысты:

$$\psi_T = \psi(1-\varepsilon)\sqrt{1-\varepsilon}. \quad (2.7)$$

(2.6) теңдеуі $\varepsilon = 0,25$ болғанда ең кіші мәнге ие болады. (2.6) және (2.7) формулаларынан, орнықтылықты жоғалтуға дейінгі деформация дәрежесі, n көрсеткіші үлкейген сайын үлкейетіндігі және ψ үлкейген сайын азайтындығы шығады. Егер $\varepsilon=0,25$ болған кезде дайындама орнықтылығын жоғалтпаса, онда ол $\varepsilon > 0,25$ болған кезде де июсіз деформацияланатыны түсінікті, яғни (2.3) формуласына сәйкес $\psi < \psi_d$ болған кезде. Бұл жағдайда бөлігін шөктіру орнықты шөктіру кезеңінде бітеді.



2.4-сурет. Сотанның конусты қуысында шектелген диаметрге дайындаманың бөлігін шөктірудің сұлбасы
 φ , ϵ_k , λ , η және β – салыстырмалы мөлшерлер;
 φ – конусты қуыстың жартылай бұрышы

$\psi > \psi_d$ болған кезде, және (2.6) теңдеуіне сәйкес ψ_T мәніне жеткен кезде дайындаманың пішін өзгертуінің екінші кезеңі басталады. Осы кезеңде иілу хоу еркін жазықтығында (бірінші орнықты жазықтық) мынадай синусоидалдық заң бойынша жүреді:

$$y = \frac{f}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi \cdot x}{l_x} \right),$$

мұндағы f – ең үлкен иіліс; l_x – иілген дайындаманың ұзындығының хосіне проекциясы (орнықтылықты жоғалту уақытысында кейбір конусты қуысты толтыру бөлімдеріндегі Δ елемейді).

Кординатасы $0,25l_x$ және $0,75l_x$ болатын нүктелер, сыртқы қарамның және талшықтың қисықтық бағытының таңбасын өзгертетін майыстыру нүктелері болып саналады. Кординатасы $0,5\pi/l_x \approx 0,63l_x$ болатын нүкте, дайындамадағы дөнес беттің конусты қуыстың қабырғасымен бірінші жанасатын нүктесі болып есептеледі.

Дайындама қалыптың бүйірлік бетімен жанасқаннан кейін, ол қалыптың қабырғасы жағынан әсер ететін бүйірлік тірекпен деформацияланады.

Егер дайындама кеңістіктік иілу басталатын межелік мөлшерден үлкен болмайтын болса, онда бөлігін шөктіріп алынатын жуандалатын бөлімнің пішін өзгеруі бір жазықтықта иілумен бітеді. Тірек күшінің көлбеу сыңарының әсерінен, дайындаманың шөктірілетін төменгі бөлімінің көлбеу қимасы оңға қарай ығысады. Осы, дайындаманың бастапқы қисықтығының үлкею бағытында дайындаманың төменгі бөлігінің орталық

талшығын қосымша майыстыруға алып келеді. Дайындаманың бөлігін шөктіріп алған конусты жуандатудың ақырғы пішіні, дайындаманың шөктіретін бөлігінің көлемі (V_B) және қалып қуысы көлемі ($V_{п.ш.}$) қатнасынан тәуелді болады. Ақырғы пішін, дайындаманың бастапқы майысуын f анықтайтын қалып қуысының өлшемінен және $H \approx l_k$ шарты орындалған кезде $l_B - l_k$ шөктіруге тең жүріспен байланысты болады.

Көлемнің келесі қатынастары орындалуы мүмкін:

$$1. V_B \geq V_{п.ш.} \quad (2.8)$$

Қатынастағы теңсіздіктің белгісі көлденең қылаумен қалыптауға сәйкес келеді. Дайындаманың бөлігін шөктіріп алған жуандатуда дұрыс геометриялық пішін бар болатын етіп қалып қуысының өлшемдері таңдалған. (2.8) қатынасын сыртпішіндеу (қалыптау) жылғасында бөлігін шөктірген кезде орындау қажет.

$$2. V_{п.ш.} = u \cdot V_B, \quad (2.9)$$

мұндағы $u \geq 1,02$ – қалып қуысының кеңістік қоры коэффициенті. Дайындама өлшемдері тұрақсыз болатындықтан, жылға лық толған кезде қылау пайда болмайтын етіп және отқабыршық еркін айырылатындай u коэффициентінің мәнін таңдайды.

Осы жағдай тәжірибедегі жинаушы (дайындаушы) жылғаларда дайындаманың бөлігін шөктіруге сәйкес келеді. Дайындаманың бөлігін шөктіріп жуандатылған жердіалғанда, ию жазықтығындағы орташа бөлім және конусты қуыстың үлкен диаметрі аймағындағы бұрыштар толмайтындықтан, қиылған конустың геометриялық дұрыс пішінін алу қиын болып кетеді.

Сотанның конусты қуысында дайындаманың бөлігін шөктірген кезде, $V_B = V_{п.ш.}$ теңдігі орындалатын жағдаймен салыстырғанда, қуыстың өлшемдерін үлкейту қажет. Ол үшін конусты қуыстың ұзындығын үлкейтеді. Осы ұзындықты былай анықтайды:

$$l_k = \frac{3,82 \cdot u \cdot V_{\theta}}{D_k^2 + d_k^2 + D_k \cdot d_k}, \quad (2.10)$$

мұндағы D_k және d_k 2.4-суретіндегі өлшемдерге сәйкес келеді.

(2.10) формуласынан ψ бірдей мәнінде, u үлкейген сайын l_k үлкейетіндігі және бөлігін шөктірудің жүрісі ($a \approx l_b - l_k$) азайтындығы шығады. Сонымен қатар дайындаманың ең үлкен майысымы да азаяды. Өйткені D_k және d_k тұрақты мәнге ие болғанда (2.4-сурет), l_k -ның үлкеюімен ϕ бұрышы азаяды. Бірақта коэффициентінің үлкеюімен және металды жинаудың үдемелілігінің азаюымен, сапалы соғылманы алуды қиындататын конусты жуандатудың пішіні жасалады.

3. Көлемдік қатынас (2.8) немесе (2.9) шарттарының біреуін қанағаттандырады.

Қиылған конустың геометриялық дұрыс пішіннен ауытқумен бірге, конустық жуандатуда біржақты көлденен қылау пайда болады. Оның пайда болуы, конустық әрекеттердің ε_k және β параметрлерін (2.4-сурет) тым арттырып қабылдаған жағдайда ғана жүреді. Дайындаманың бөлігін шөктіріп алынған сапалы емес жуандатуды сыртпішіндеу және жинау жылғаларында да жасауға болады. Мысалы, егер бөлігін шөктіруді сыртпішіндеу жылғасында ғана жүргізсе, онда алынған жуандату қалып оймасының қарамына сәйкес келмейді (соғылманың ақауы), ал егер бөлігін шөктіруді жинау жылғасында іске асырса, онда пайда болған қылауды кейінірек соғылмаға деформациялап тастауға болады (соғылманың ақауы). Кесу ұяқалыбында конустық әрекетті центрлеу қиын болатындықтан және қалыптаудың технологиялық үрдісі күрделі болып кететіндіктен, аралық жылғада қылауды кесу орынсыз болады.

Егер дайындаманың бөлігін шөктіру бір жазықтықта иілумен бітетін болса, онда осы жазықтықта талшықтың симметриялықтан ауытқуы Δ_1 және Δ_2 ығысуымен бейнеленеді. Осы ығысулар, бастапқы өлшемдері l_b және d болатын дайындама үшін, бастапқы майысым f және шөктіру жүрісі a (2.4-сурет) көп болған сайын үлкен болады. Бірінші орнықтылық жазықтығына перпендикулярлы, x осі арқылы өтетін жазықтықта (екінші орнықтылық жазықтығы), тағы да оған параллельді жазықтықтарда талшықтық құрылым симметриялы болып алынады.

Одан ары дайындаманың бөлігін шөктіріп, конусты бастиекті тікелей цилиндрлікке жуандатқанда немесе жинаушы әрекеттерді қайталап дайындаманың бөлігін шөктірген кезде, осьтік сызық жақтан сыртқы қарам бағыты бойынша металдың

радиалды ағуы пайда болады. Осындай металдың ағуы Δ_1 және Δ_2 ығысуларын ары қарай үлкейтуге алып келеді. Бірақта бірінші орнықтылық жазықтығында талшықтық құрылымның бұрмалануы бұрынғыдай болып қалады (2.5-сурет).

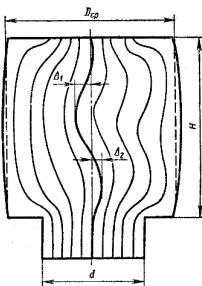
Дайындаушы әрекеттерде дайындаманың бөлігі шөктіріліп алынған цилиндрлі жуандатылған бөлімнің талшықтық құрылымының бұрмалануын мынадай салыстырмалы ығысу коэффициентімен сипаттауға болады:

$$\text{ең үлкен: } K_{\max} = \frac{\Delta_{\max} \cdot D_{cp}}{d \cdot H} \quad (2.11)$$

$$\text{және орташа } K_{cp} = \frac{\Delta_{cp} \cdot B_{cp}}{d \cdot H}, \quad (2.12)$$

мұндағы $\Delta_{\max}$ — $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots, \Delta_n$ ығысуларының ең үлкені; n — соғылманың орталық осіне қатысты орталық талшықтың ығысу саны; $\Delta_{cp} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n}$ — ығысудың орташа мөлшері; H —

жуандатылған жердің биіктігі (2.5-сурет); $D_{cp} = 1,13\sqrt{V_u/H}$ — жуандатылған жердің орташа диаметрі; d — дайындаманың бастапқы диаметрі.



2.5-сурет. $\psi_{кр} < \psi < \psi_{кр. II}$ болғанда дайындаманы алдын ала конусты сотанда бөлігін шөктіріп алып, содан кейін жасалған цилиндрлік жуандатудың талшықтық құрылымының бұрмалануы

Шектелген июмен дайындаманың бөлігін шөктіріп жуандатуды алғанда үшінші кезең, $\psi \geq \psi_{кр.прос.}$ шартын орындаған кезде байқалады, мұндағы $\psi_{кр.прос.}$ — кеңістіктік июге сәйкес келетін салыстырмалы межелік бөлігін шөктіру ұзындығы.

Жоғары көміртекті және қоспаланған болаттан жасалған дайындаманы конусты сотанда бөлігін шөктірген кезде $\psi_{\text{кр.прос.}} \leq 5,0 \div 5,1$. Төмен және орташа көміртекті болат үшін $\psi_{\text{кр.прос.}} \leq 6,0 \div 6,3$.

Кеңістіктік иілуден бұрын, дайындаманың бір жазықтықта иілуі пайда болады. Сонда $0,63l_x$ координатасы бар нүктеде, қалыптың бүйірлік бетімен дайындама жанасқаннан кейін, сотанның жұмысшы жүрісінің кейбір бөлімінде июдің жазық пішінін сақтап, ол ары қарай шөктіріледі. Осы бөлімнің мөлшері, бөлігін шөктірудің температура-жылдамдық жағдайындағы материалдың қасиетінен және $0,63l_x/d_T$ салыстырмалы ұзындығынан тәуелді болады. $0,63l_x/d_T$ салыстырмалы ұзындығының мөлшері өскен кезде, иілуі жазық пішінді болатын шөктірудің мөлшері азаяды.

Кеңістіктік иілу дайындаманың бастапқы иілу бағытына перпендикулярлы бағытта, оның $0,63l_x$ координатасына сәйкес келетін бөлімінде басталады. Дайындамадағы бастапқы және қосымша иілістер, осы дайындамада спираль тәрізді ойыстықтың пайда болуын қамтамасыз етеді. $\psi > 6 \div 7$ болған кезде (дайындама материалының қасиетімен байланысты) осындай ойыстық дайындаманың жоғарғы бөлімінде де дамиды. Қалыптың қабырғасымен жанасқаннан кейін ойыстық толық тегістелмейді. Қалыптың қуысын айқын толтыру қиындатылады. Ал $\psi > 6,8 \div 7,3$ болған кезде, көлденең қылаумен қалыптаған кездің өзінде қуысты толтыру мүмкін емес екен. Сондықтан, $\psi > 5$ болған кезде шектелген июмен бөлігін шөктіріп сыртпішіндеуді (қалыптауды) жүргізу ұсынылмайды.

Жинау жылғаларында бөлігін шөктірген кезде, спираль тәрізді ойыстық көлденең кеңеріктің пайда болу мүмкіндігін үлкейтеді және бөлігін шөктірудің келесі әрекеттерінде пішінді өзгерткенде, қыспақтың пайда болуымен қошталады. Осы себептен $\psi > 7$ болатын дайындамалардың бөлігін шөктірген кезде, сенімді ұсыныстар тек төмен және орташа көміртекті болаттардан жасалған материалдарға ғана берілуі мүмкін. Өйткені оларды ыстық күйде бөлігін шөктіріп пішінін өзгерткендегі металдың ағу заңдылықтары, қорғасыннан жасалған дайындаманы бөлме температурасында пішін өзгерткенде пайда болатын заңдылықтарға жуықты сәйкес келеді.

Сонымен, жалпы жағдайда шектелген июмен дайындаманың бөлігін шөктіріп пішінін өзгерткен кезде, макроқұрылым сызығының симметриялығы бұрмаланады және соғылманың орталық осіне қатысты талшықтың симметриялы орналасу талабы қанағаттандырылмайды. Бірақта бақыланатын талшықтық құрылыммен жуандатылған жерді шөктіріп алу мүмкін екендігі сақталады. Осы кезде талшықтың симметриялы орналасуының бұрмалануы $K_{\max}$, $K_{\text{ср}}$ коэффициентері бойынша анықталатын шектік мөлшерден артпайды ((2.11) және (2.12) формулалары).

Шектелген диаметрмен конусты сотанда дайындаманың бөлігін шөктірумен бірге, ажырама ұяқалыпта және ұяқалып пен сотанда бөлігін шөктіруді жүргізеді. Дайындамадағы жуандатылған жер диаметрінің шектелген өлшемін және қалыптың маңына шығатын шыбықтың ұзындығын 2.1-кестебойынша анықтайды.

(2.8) шартын ескеріп, сыртпішіндеу жылғасында шектелген диаметрге бөлігін шөктіруді, $\psi > \psi_d$ болған жағдайда, ал сытпішіндеу жылғасында дайындаманың бөлігін шөктіріп алынатын жуандатылған жердің диаметрі (D_n) 2.1-кесте бойынша анықталатын D диаметріне тең немесе одан кіші болғанда жүргізеді.

2.4-суреттегі сұлба бойынша, сотанда сыртпішіндеп дайындаманың бөлігін шөктірген кездегі шөктіру жүрісін a , цилиндрлі ұяқалыпта бөлігін шөктірген кезде сотанның маңына шығатын ұзындық l_1 үшін көрсетілген шекте қабылдайды, ал сотанның ең үлкен диаметрін цилиндрлі ұяқалыптың диаметрі D үшін қойылатын шекке сәйкес анықтайды (2.1-кесте).

(2.9) шартына сәйкес, жылжыту жылғасында алдын ала шөктіруді $\psi > \psi_d$ болған жағдайда, ал сытпішіндеу жылғасында дайындаманың бөлігін шөктіріп алынатын жуандатылған жердің диаметрі (D_n) 2.1 және 2.2-кестелері бойынша анықталатын D немесе D_k диаметрлерінен үлкен болса ғана жүргізеді.

Қалып қуысы кеңістігінің қор коэффициентін келесі ұсыныстарды ескеріп таңдайды: бөлігін шөктіруге түсетін шыбықтың көлденен қимасының өлшемі номиналдыдан 5...7,5 % ауытқығанда; отқабыршақтың пайда болуын, сотанның

жұмысшы қуысының тозуын, дайындаманың бөлігін шөктіруді бастайтын температураның тербелісін азайтуға қолданылатын шараны іске асырғанда; қатаң таяныш болған кезде; бірінші әрекет үшін алдыңғы шекті жайға шейін сотандардың әрекетін δ_2 сәйкес таңдағанда. Осы ұсыныстар орындалған кезде қор коэффициенті мынадай болады:

$$u = 1,04 \div 1,06. \quad (2.13)$$

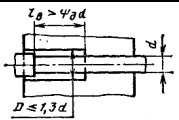
Ыстықтай илемделген илемнің көлденең қимасы өлшемдерінің дәлдігін жоғарылатқан кезде (мысалы, бастапқы илемнің қимасының өлшемі номиналдыдан 2%-ға дейінгі шекте ауытқыған кезде, оны шыбық түрінде қолданса) айтылған қор коэффициенті мынаған тең болады:

$$u = 1,02 \div 1,04. \quad (2.14)$$

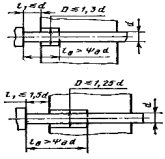
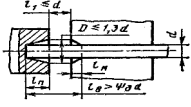
(2.13) және (2.14) ұсынысындағы u коэффициентінің кіші мөлшерін бастапқы дайындаманың диаметрі $d \leq 20 \div 30$ болған кезде қолданады.

2.1-кесте

Шектелген диаметрге ұяқалыпта және сотан мен ұяқалыпта шөктірген кезде жуандатылған жер диаметрінің шектелген мөлшері және қалыптың маңына шығатын шыбықтың ұзындығы

Жылға қуысының қалыпта орналасуы	Өлшемдердің шектелген мөлшері	Нобай
Ұяқалыпта	$\psi > \psi_d$ болып бөлігін шөктірген кезде цилиндрлік ұяқалыптың диаметріне D $l_b > \psi_d d$ болған кезде $D \leq 1,3d$ қабылдайды.	

2.1-кестенің жалғасы

	Цилиндрлік ұяқалыптың маңынан шығатын шыбықтың ұзындығына l_1 $l_1 > \psi_d d$ болған кезде: $l_1 \leq d$ егер $D \leq 1,3d$; $l_1 \leq 1,5d$ егер $D \leq 1,25d$.	
Ұяқалып және сотанда	Конусты сотанның және ұяқалыптың маңынан шығатын шыбықтың ұзындығына l_1 және ұяқалыптың тереңдігіне l_2 $l_1 > \psi_d d$ және $D \leq 1,3d$ болған кезде мынаны қабылдайды: $l_1 \leq d$ және $l_m \leq 1/3 \times (l_m + l_n)$.	
	4. Шыбықты ішкі қуысқа қарай бөлігін шөктіргенде жуандатудың диаметрін D шектемеуге болады егер мынандай шарт орындалса: $H \leq 3d$.	

Келесі жинау әрекеттерінде u коэффициентінің мөлшерін бірінші әрекетте бөлектейтін отқабыршықтың көлемін ескеріп азайтады немесе бөлігін шөктірудің алдында отқабыршықты бөлектейтін болса, онда көрсетілген шекте қалдырады (мысалы, қыздырылған дайындамаға гидротазалауды қолданған жағдайда).

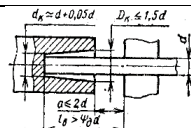
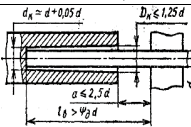
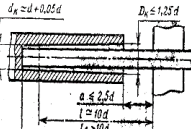
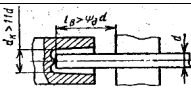
Көлденең кимасының өлшемі номиналдыдан 7,5 % және одан да көп ауытқитын бастапқы илемді қолданса және салыстырмалы бөлігін шөктіру ұзындығы $\psi > 7$ болатын дайындамаға бөлігін шөктіруді қолданса u коэффициентін кесте бойынша таңдайды (анықтамаларды қараңыз).

Жылғалардың жинаушы бөлімдері қуыстарының өлшемдерін анықтауды келесі әдістеме бойынша орындайды: соғылманың сызбасы бойынша әрекеттің жуықты пішінін және

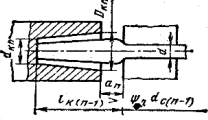
дайындаманың бастапқы диаметрін анықтайды; шектелген диаметрге бөлігін шөктіру есептеулерінде көрсетілген жайларды қолданып, жылғаның жинау бөліміндегі қуыстың өлшемдерін анықтайды (сотандағы конусты қуыстың, ажырамалы ұяқалыптағы цилиндрлі қуыстың, сотанда немесе ұяқалыпта, немесе сотан мен ұяқалыптарда бірдей орналасқан күрделі пішінді қуыстың өлшемдерін анықтайды).

2.2-кесте

Конусты жинау жылғаларда дайындаманың бөлігін шөктіргенде жүрістің және жуандатылған жер өлшемдерінің шектелген мөлшерлері

Бөлігін шөктіру	Шектелген мөлшерлер	Нобай
Бастапқы	1. Егер $l_b > \psi_d d$, $D_k \leq 1,5d$ және $d_k \approx d + 0,05d$ болса, онда $a \leq 2d$	
	2. Егер $l_b > \psi_d d$, $D_k \leq 1,25d$ және $d_k \approx d + 0,05d$ болса, онда $a \leq 2,5d$	
	3. Егер $l_b > 10d$, $D_k \leq 1,25d$ және $d_k \approx d + 0,05d$, онда $a \leq 2,5d$, ал сотанды цилиндрлік бөлімі бар етіп мынадай ұзындықта орындайды: $l_b > 10d$	
	4. Егер $l_b > \psi_d d$, ал жинау нүктебелгісі бар конусты сотанда жүрсе, онда $d_k > 1,1d$	

2.2-кестенің жалғасы

Қайталанатын	5. Егер алдыңғы әрекетте (n-1) бөлігі шөктіріліп алынған жуандатылған жердің ұзындығы $l_{\kappa(n-1)} > \psi d_{c(n-1)}$, ал $D_{\kappa n} \leq 1,5d_{c(n-1)}$ және $d_{\kappa n} = d_{\kappa(n-1)} \cdot [(1,03 \div 1,05) + (0,03 \div 0,05)(n-1)]$ болса, онда $a_n \leq 2d_{c(n-1)}$, мұндағы $n = 2, 3, \dots, (n-1)$; n – жинау әрекетінің нөмірі; $d_c = \frac{D_{\kappa(n-1)} + d_{\kappa(n-1)}}{2},$ формулада $d_{\kappa n}$ үшін көрсетілген коэффициенттердің кішкентай мөлшерлерін қолданса жақсырақ болады (1,03 және 0,03)	
--------------	---	---

Сотанның конусты қуысында металды жинау. Қуыстың өлшемдерін (2.4-сурет) келесі әдістемемен анықтайды:

1. Дайындаманың шөктірілетін бөлігінің салыстырмалы ұзындығы $\psi \leq 7,0$ және бүйірінің қиякесігінің бұрышы $\gamma < 2^\circ$ болған кезде, бақыланатын талшықтық құрылымы бар конусқа дайындаманың бөлігін шөктіруге мүмкіндік бар болады. Мұндай құрылымды сыртпішіндеу жылғасында жуандатқанда алады. Оқулықтарда келтірілген график бойынша $K_{\max}$ және K_{cp} коэффициенттерін, ψ байланысты табады. Егер алынған орташа диаметр (D_{cp}) H -ға тең болмаса, онда мөлшерлерді мынадай формула бойынша түзетеді:

$$K_{\max(D_{cp} \neq H)} = K_{\max(D_{cp} = H)} \cdot D_{cp} / H; \quad K_{cp(D_{cp} \neq H)} = K_{cp(D_{cp} = H)} \cdot D_{cp} / H,$$

мұндағы $D_{cp} = 1,13 \sqrt{V_g / H}$ және H – сыртпішіндеу жылғасында дайындаманың бөлігін шөктіріп алынатын жуандатылған жердің сызбасы бойынша анықталатын, дайындаманың орташа диаметрі және биіктігі.

Ең үлкен мен орташа ығысудың $\Delta_{\max}$ және Δ_{cp} жуықты мөлшерлерін (2.11), (2.12) формулалары және $K_{\max}$, K_{cp} , D_{cp} , d және H мөлшерлерінің белгілі мәні бойынша анықтайды.

Соғылманың центрлік осіне қатысты центрлік талшықтың ығысуының жуықты санын (n -ді) шөктіріліп жуандатылған жердің талшықтық құрылымының бұрмалану түрін сипаттайтын сұлба және кесте бойынша анықтайды (анықтамаларды қараңыз).

Бірінші жинау әрекетінің конусты қуысының өлшемдерін, табанының кіші диаметрі $d_p = d$, ал үлкен диаметрі $D_p = \varepsilon_p d$ болатын есептеу конусынан анықтайды, мұндағы:

$$\varepsilon_p = 1,81 - 0,0665\psi. \quad (2.15)$$

Конустың орындалушы өлшемдері мынаған тең: табанның кіші диаметрі $d_k = \eta \cdot d$, мұндағы $\eta = 1,0 \div 1,05$; табанның үлкен диаметрі $D_k = \varepsilon_k \cdot d$, мұндағы $\varepsilon_k = \sqrt{(\varepsilon_p^2 + \varepsilon_p + 1) - 0,75\eta^2 - 0,5\eta}$. Конусты қуыстың ұзындығын (2.10) формуласы бойынша, ал u коэффициентін мәнін (2.13), (2.14) ұсыныстары және кесте бойынша анықтайды.

Егер $\psi_n > \psi_d$ болса, онда 2,3..., n -ші әрекеттер керек, мұндағы $\psi_n = \frac{l_{k(n-1)}}{d_{c(n-1)}}$; $d_{c(n-1)} = \frac{D_{k(n-1)} + d_{k(n-1)}}{2}$ – орташа диаметр; ал $l_{k(n-1)}$ – алдыңғы әрекеттегі конусты қуыстың ұзындығы.

Келесі әрекеттерде бастапқы дайындама бүйірінің түзетілуін ескеріп, $\psi_d = 2,5 \div 2,6$ тең етіп қабылдайды.

Кіші табанның диаметрін былай анықтайды:

$d_{kp} = d_{k(n-1)} \cdot [(1,03 \div 1,05) + (0,03 \div 0,05)(n-1)]$, мұндағы 1,05 және 0,05 коэффициенттерінің мәндерін мынадай жағдайларда қолданады: кішкентай конустылығы бар шөктірілген бөлімді алу керек болған жағдайда; егер коэффициенттің осындай мөлшерінде қосымша жинау әрекеті керек жоқ болса. Үлкен табанның диаметрі $D_{kp} = \varepsilon_{kp} d_{c(n-1)}$, мұндағы $\varepsilon_{kp} = 1,81 - 0,0665\psi_n$.

Конусты қуыстың ұзындығы былай анықталады:

$$l_{kp} = \frac{3,82 \cdot u \cdot V_{\theta}}{D_{kp}^2 + d_{kp}^2 + D_{kp} d_{kp}}.$$

Мұндағы u коэффициентінің мөлшерін бірінші әрекетке ұсынылған ұсыныстар сияқты анықтайды.

2. Салыстырмалы ұзындық $\psi \leq 4,5$ және бүйір қиякесегінің бұрышы $\gamma = 2...6^\circ$ болған кезде, конустың өлшемдерін, есептеу конусы негізінде анықтайды. Осы есептеуде бірінші бөлімге сәйкес алынған мөлшерлермен бірге $\varepsilon_p = 1,5$ етіп қабылдайды.

3. Салыстырмалы ұзындық $4,5 < \psi \leq 7,0$ және бүйір қиякесегінің бұрышы $\gamma = 2...6^\circ$ болған кезде, конусты қуыстың өлшемдерін бірінші бөлімге сәйкес анықтайды.

Салыстырмалы ұзындық $\psi > 7,0$ болған кезде, жоғары көміртекті және қоспаланған болаттардың бөлігін шөктірмейді; шыбықтың диаметрін үлкейтеді. Төмен және орташа көміртекті болаттар үшін $\psi > 7,0$ болған кезде конуска дайындаманың бөлігін шөктіруге болады.

Бірінші жинау әрекетінің конусты қуысының өлшемдерін, есептеу конусы негізінде анықтайды. Осындайда кіші және үлкен табандардың диаметрлерін былай анықтайды: $d_p = d$; $D_p = \varepsilon_p d$, мұндағы

$$\varepsilon_p = 1,83 - 0,0626\psi \geq 1,25. \quad (2.16)$$

Конустың орындаушы өлшемдері мынаған тең: кіші табанның диаметрі $d_k = \eta d$, мұндағы $\eta = 1,0 \div 1,05$; үлкен табанның диаметрі $D_k = \varepsilon_k d$, мұндағы

$$\varepsilon_k = \sqrt{(\varepsilon_p^2 + \varepsilon_p + 1) - 0,75\eta^2 - 0,5\eta} \geq 1,25;$$

Конусты қуыстың ұзындығын (2.10) формуласы бойынша, ал u коэффициентінің мәнін кесте бойынша анықтайды (анықтамаларды қараңыз).

Егер $\psi_n > 2,6$ болса, онда 2,3..., n -ші әрекеттерді жүргізеді:

$$\psi_n = \frac{l_{k(n-1)}}{d_{c(n-1)}}, \text{ мұндағы } l_{k(n-1)} - \text{бұрынғы әрекеттегі конусты}$$

қуыстың ұзындығы; $d_{c(n-1)} = 0,5(D_{k(n-1)} + d_k)$ – орташа диаметр.

Келесі әрекеттегі табанның кіші диаметрін тұрақты және бірінші әрекеттікіне (яғни d_k) тең етіп қабылдайды. Егер ең кіші конустылығы бар шөктірілген бөлімді алу керек болса немесе $d_{kp} = \eta_n d_k$ (мұндағы $\eta_n \leq 1,05 + 0,05(n-1)$) формуласына сәйкес,

диаметрді үлкейткен жағдай қосымша жинау әрекетін қолданбауға әкелсе, онда сыртпішіндеудің алдындағы әрекеттің (n-ші) кіші диаметрін үлкейтуге рұқсат етіледі.

Үлкен табанның диаметрі мынаған тең: $D_{\text{кп}} = \varepsilon_{\text{кп}} d_{\text{с(n-1)}}$ ($\varepsilon_{\text{кп}} = 1,83 - 0,0626\psi_{\text{п}} \geq 1,25$ болған кезде).

Конусты қуыстың ұзындығы мынаған тең:

$$l_{\text{кп}} = \frac{3,82 \cdot u \cdot V_{\text{в}}}{D_{\text{кп}}^2 + d_{\text{к}}^2 + D_{\text{кп}} d_{\text{п}}},$$

мұндағы u коэффициентінің мөлшерін кесте бойынша анықтайды (анықтаманы қараңыз).

Егер кіші диаметрді соңғы жинау әрекетінде үлкейтетін болса, онда $l_{\text{кп}}$ ұзындығын бірінші бөлімде келтірілген формула бойынша анықтайды.

Ажыранды ұяқалыптағы цилиндрлік қуыста металды жинау. $\psi > \psi_{\text{д}}$ болған кезде ажыранды ұяқалыпта цилиндрге бөлігін шөктіруді 2.1-кестедегі нобайда келтірілген сұлба бойынша жүргізеді. Бірінші және келесі әрекеттер үшін цилиндрлі бөлігін шөктірудің диаметрі мынаған тең:

$$D_1 = \varepsilon_{\text{ц}} \cdot d; D_2 = \varepsilon_{\text{ц}} \cdot D_1; \dots \dots \dots D_n = \varepsilon_{\text{ц}} \cdot D_{n-1}.$$

Әрбір келесі цилиндрлі жинауды есептеген кезде, бастапқы болып бұрынғы жинаудың есептеулері қолданылады. Сонда

$$\varepsilon_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{р}}^2 + \varepsilon_{\text{р}} + 1}{3}} \leq 1,3,$$

мұндағы $\varepsilon_{\text{р}}$ мөлшерін (2.15) формуласы бойынша анықтайды. Төмен және орташа көміртекті болаттардың бөлігін шөктірген кезде $\varepsilon_{\text{р}}$ мәні (2.16) формуласы бойынша анықтайды. Сонда шыбық (немесе алдынала бөлігі шөктірілген дайындама) ұяқалыптың маңына $l_1 \leq d$ мөлшеріне (сәйкес $l_{\text{п}} \leq D_{n-1}$) шығады деп немесе ұяқалыптың маңына шықпайды деп (ішкі немесе артқы таянышты қолданса) қабылдайды.

Цилиндрлі бөлігін шөктірудің ұзындығын былай анықтайды:

$$l_{\text{цп}} = \frac{4u \cdot V_{\text{в}}}{\pi D_n} \quad (2.17)$$

мұндағы u коэффициентін (2.13), (2.14) формуласы және кесте бойынша анықтайды (анықтамаларды қараңыз). $\psi = l_{yn}/D_n \leq \psi_d$ болған кезде келесі $(n + 1)$ -ші жинаушы әрекет керек етілмейді және осы әрекетті (n) -ші сыртпішіндеу жылғасында іске асырып дайындаманың бөлігін шөктіруге болады. $\psi_d > l_{yn}/D_n$ болған кезде келесі $(n + 1)$ -ші әрекеттерінің өлшемдерін анықтайды, тағы да цилиндрлі жинауда диаметрі $D_{cp} = 1,13 \sqrt{V_a/H_n}$ болатын ақырғы пішінге дайындаманың бөлігін шөктіру мүмкін екендігін мынадай шарт бойынша анықтайды (мұндағы H_n – соғылманың биіктігі):

$$\frac{D_{cp}}{D_{(n+1)}} \leq (1 \div 1,05).$$

Егер осы шарт орындалмайтын болса, онда $(n + 1)$ -ші жинау әрекеті керек.

Сотанда, ұяқалыптарда немесе сотан және ұяқалыптарда орналасқан күрделі пішінді қуыста металды жинау. $\psi > \psi_d$ болған кезде күрделі пішінді жинау қуыстарының өлшемдерін, жинау конусы (2.6, *а*-сурет) немесе жинау цилиндрі (2.6, *б*-сурет) бойынша анықтайды. Сонда мынау керек: (2.10) формуласы бойынша конустың ұзындығын l_k немесе (2.17) формуласы бойынша цилиндрдің ұзындығын $l_{ц}$ анықтау; көлемі есептеу көлеміне $u \cdot V_v$ тең іздейтін фигураны осы ұзындықта тұрғызу; әдетте ең үлкен диаметрді D_k есептейтін теңдеуді құрастырады.

Орташа диаметрі D_{cp} болатын (2.6, *в*-сурет) осы жиынды (n) -ші, ақырғы сыртпішіндеу жылғасында бөлігін шөктіруге мүмкіндік бар шарты бойынша тексереді, яғни $D_{cp}/D_{u(n+1)} \leq (1 \div 1,05)$, мұндағы $D_{u(n+1)}$ – $(n + 1)$ әрекетінде бөлігін шөктіруге мүмкін болатын жиналған цилиндрдің диаметрі.

2.3. I–VI топ соғылмаларын қалыптаудың әрекеттерін таңдау

I топ соғылмаларын қалыптау. Қалыптау вариантын таңдаған кезде мыналарды анықтау қажет: соғылма сырығының диаметрін және техникалық шарт бойынша дайындаманың диаметрін; дайындаманың түрін (өлшемделіп кесілген немесе шыбықтан); қалыптау вариантын және ақырғы сыртпішіндеу жылғасының типін (жабық (кенеріксіз) немесе ашық (кенерігі бар)жылға).

Қалыптауды келесі варианттардың біреумен жүргізеді (2.7-сурет):

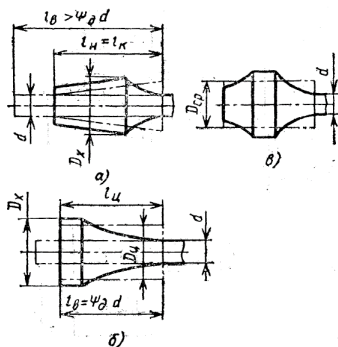
a – қозғалатын ұяқалыптың жүрісі кезінде соғылманы шыбықтан ығысуымен бөліп алып,алдыңғы таяныштан қалыптау ($d \leq 20$ мм және $l_c \leq 1,5d$ болған кезде);

б – шыбықты жаншығаннан кейін соғылманы шыбықтан ығысумен бөліп алып алдыңғы таяныштан қалыптау ($d > 20$ мм және $l_c \leq 1,5d$ болған кезде);

в – таяныш-қысқашты қолданып даналы (өлшемді) дайындамадан қалыптау ($l_c < L$ болған кезде);

г және *д* – соғылманың l_c және ұяқалыптың L сырықтарының ұзындығына байланысты, қалыпта (ұяқалыпта) орналасқан артқы таяныштан немесе машинаның тұғырына бекітілген артқы таяныштан даналы дайындаманы қалыптау;

е және *ж* – сәйкес бұдыр және тегіс қысу жылғаларын қолданып артқы таяныштан даналы дайындаманы қалыптау.

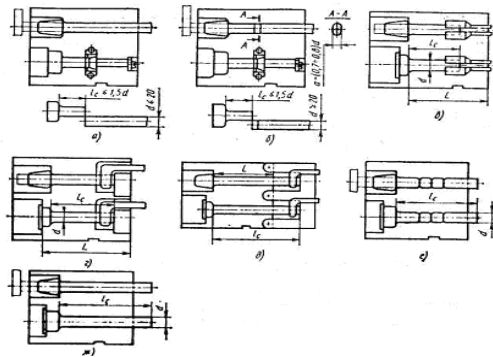


2.6-сурет. Күрделі пішіні бар қуыста металды жинау

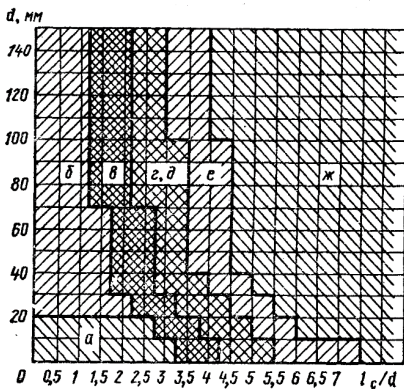
Даналы дайындамадан қалыптаған кезде δ – δ варианттарын қолданған жақсырақ. Өйткені осы варианттар ұзындығы бойынша қатаң шақтамасы бар сырықты алуды қамтамасыз етеді.

e және $ж$ – варианттары сырықтың дәл ұзындығын алуды қамтамасыз етпейді. Сонымен бірге e варианты бойынша қалыптаған кезде, сырықта қысу жылғасының бунағының ізі қалады. Сондықтан оларды кейінірек тоқпақта немесе баспақта қалыптауға арналған аралық дайындаманы жасау үшін басымырақ қолдану ұсынылады.

Қалыптау варианттарын қолданудың шегі диаграммадан табылады (2.8-сурет, мұндағы d – шыбық типті дайындаманың (сырықтың) диаметрі, мм; l_c – сырықтың ұзындығы, мм).



2.7-сурет. I топ соғылмаларын қалыптаудың варианттары



2.8-сурет. Жуандатылған жері бар сырық типті соғылмаларды қалыптаудың варианттарын қолдану шегі диаграммасы

Бөлігін шөктіріп қалыптаған кезде ақырғы сыртпішіндеу жылғасы былай ажыратылады: ашық және жабық; ұяқалыпта, сотанда, сотан мен ұяқалыпта қуысы орналасатын қалып жылғалары. Әдетте ұяқалыптағы жабық жылғаны (2.3-кесте, *А*) шыбықтан қалыптаған кезде алдыңғы таянышпен үйлестіріп қолданады. Мұндай қалыптау қалыңдығы s бүйірлік қылаудың пайда болуын жойып немесе мейлінше қысқартатындай етіп бөлігін шөктіретін ұзындықты реттеуге мүмкіндік береді. Кейбір жағдайда сырғитын немесе серіппеленген сотаны бар жабық сыртпішіндеу жылғасын қолдануға мүмкіндік бар (2.3-кесте, *Б*). Ашық сыртпішіндеу жылғасында қалыптаған кезде, ұяқалып және сотанның ажырама жазықтығында қалыңдығы s_1 болатын көлденең қылау пайда болады. Күрделі пішінді соғылманы жасаған кезде, ашық жылғаны сотанда орналастыру (2.3-кесте, *В*), соғылмада қиын кесілетін бойлық қылауды пайда болдырмайды. Осы бойлық қылау жылғаны ұяқалыпта орналастырған кезде пайда болады.

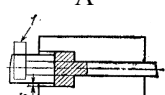
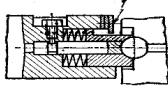
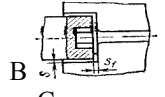
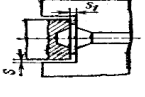
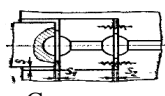
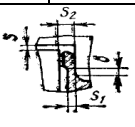
Ашық жылғаны сотанда және ұяқалыпта орналастыру (2.3-кесте, *Д*) соғылманың құрама пішіні ерекшелігімен және қылауды кескен кезде жуандатуды центрлеудің мүмкіндігімен анықталады. Сырғитын ұяқалыпты қолдану (2.3-кесте, *Е*) соғылманың орталық бөлімінде жуандатуды алуға мүмкіндік береді.

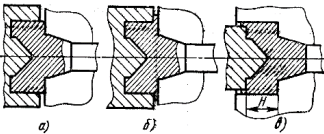
II топ соғылмаларын қалыптау. Балдақтың бөлігін шөктіру. Шартты балдақ деп $H/D \leq 0,7$ қатынасы және өтпелі тесігі бар соғылманы айтады. Балдақты қалыптауды сотанда немесе ұяқалыпта орналасқан жылғада жүргізеді (2.9-сурет).

Сотанда жасалған соғылмаларда, ұяқалыпта жасалған соғылмаларда сияқты ақаулар пайда болмайды (сыртқы диаметрдің эллипсті болуы, ығысу және басқа). Қылаусыз балдақты қалыптау үшін стандарт бойынша мөлшерленген шыбықтар қолданылады.

2.3-кесте

Бөлігін шөктіріп қалыптаған кезде қолданылатын ақырғы қалыптаушы жылғалар

Ажырама	Жылға қуысының орналасуы		
Жабық	А  Ұяқалыптарда: 1 – алдыңғы таяныш	Б  Сырғитын (серіппеленетін) сотанды қолданған кезде сотан және ұяқалыптарда немесе тек сотанда: 1 – ашық ажырамаға мүмкіндік беретін реттеу	
	В  Сотанда	Г  Ұяқалыпта 1 – артқы таяныш	Д  Ұяқалыпта және сотанда
Ашық	Е  Сырғитын ұяқалыппен	Е  Ашық сыртпішіндеу жылғасында, ҚЫҚБ қалыбындағыға ұқсас магазині бар кенерік бунағын қолдануға мүмкіндік береді	



2.9-сурет. Балдақты қалыптау
а – сотанда қылаусыз; б – сотанда қылаумен; в – ұяқалыптарда

Сыртпішіндеу әрекетінің көлемін V_{cp} мынадай формуламен анықтайды (2.10-сурет).

Кенеріксіз қалыптаған кезде:

$$V_{\phi} = (V_{\text{ц}} - V_{\text{нм}}) \frac{100 + \delta}{100}. \quad (2.18)$$

Кенерікпен қалыптаған кезде:

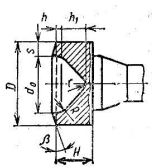
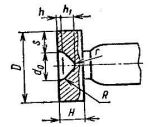
$$V_{\phi} = (V_{\alpha} - V_o - V_{\text{нм}}) \frac{100 + \delta}{100}, \quad (2.19)$$

мұндағы V_{α} – белгілеу көлемін ескеріп ($V_{\text{нм}}$) табылған балдақ соғылмасының көлемі; V_o – кенеріктің көлемі; δ – отқабыршық; α – қалыптау еңісі, $\alpha \leq 1^0$; β – соғылмада тесікті қобыланғанда мүмкін болатын сүйретілмені қайыратын еңіс (2.4-кесте).

ШХ15, ШХ9, ШХ6, ШХ5СГ болаттарынан қалыптанатын соғылмалар үшін қолданылатын белгілеулер 2.5-кестеде келтірілген.

2.4-кесте

Сотан мен ұяқалыпта сыртпішіндеген кезде β бұрышының және белгілеудің өлшемдері

Қолдану шарты		Нобай	Деформациялаған кезде есептеудің негізгі параметрлері	
s / d_0	H / D		сотанда	ұяқалыпта
0,3 дейін	0,4 дейін		$h = (0,15 \div 0,25) d_0$; $h_1 = (0,15 \div 0,25) d_0$; $\beta = (2 \div 4)^0$	$h = (0,40 \div 0,50) d_0$; $h_1 = (0,15 \div 0,18) d_0$
	0,4 жоғары 0,7 дейін		$h = (0,15 \div 0,25) d_0$; $h_1 = (0,45 \div 0,60) d_0$; $\beta = (2 \div 4)^0$	$h = (0,30 \div 0,40) d_0$; $h_1 = (0,18 \div 0,25) d_0$
0,3 жоғары 0,5 дейін	0,4 дейін		$h = (0,10 \div 0,15) d_0$; $h_1 = (0,45 \div 0,55) d_0$; $\beta < 2^0$	$h = (0,30 \div 0,40) d_0$; $h_1 = (0,18 \div 0,20) d_0$
	0,4 жоғары 0,7 дейін		$h = (0,08 \div 0,12) d_0$; $h_1 = (0,50 \div 0,60) d_0$; $\beta < 2^0$	$h = (0,25 \div 0,35) d_0$; $h_1 = (0,25 \div 0,50) d_0$
0,5 жоғары	0,4 дейін		$h = (0,05 \div 0,10) d_0$; $h_1 = (0,55 \div 0,60) d_0$	$h = (0,20 \div 0,30) d_0$; $h_1 = 0,45 d_0$
	0,5 жоғары 0,7 дейін		$h = (0,04 \div 0,08) d_0$; $h_1 = (0,60 \div 1,00) d_0$	$h = (0,15 \div 0,25) d_0$; $h_1 = (0,5 \div 0,8) d_0$

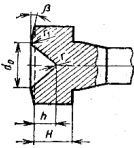
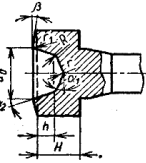
Алдынала бастапқы дайындаманың диаметрін мынадай формуламен есептейді:

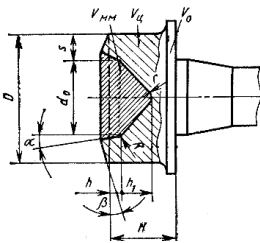
$$d \leq 0,98 d_0 \quad (2.20)$$

(d_0 – соғылма тесігінің диаметрі) және шыбық диаметрінің мөлшерін стандарт бойынша жақын және кішірек диаметрге дейін дөңгелектейді.

2.5-кесте

Мойынтірек балдағы соғылмасын сотанда сыртпішіндеген кезде белгілеудің негізгі параметрлері

Белгілеуі	Нобай	Негізгі есептеу параметрі
Сотанда сыртпішіндеген кезде әдетте қолданылатын		$h = (0,5 \div 1,0)H$; $r = 3 \text{ мм}; r_1 = 2 \text{ мм};$ $\beta \leq 4^\circ$
Биік және қалың қабырғалы соғылманы қобылаған кезде		$h = (0,5 \div 0,65)H$; $R = (0,8 \div 0,9)h$ α_1 және α_2 – құрылымды; r, r_1, β - сотанда сыртпішіндеген кездегі сияқты
ұякалыпта сыртпішіндеген кезде		$h = (0,4 \div 0,5)H$; $R = 0,4h$; $\alpha_1 = 6^\circ$; $\alpha_2 = (2 \div 3)^\circ$; $\beta \leq 4^\circ$



2.10-сурет. Сыртпішіндеу әрекетінің көлемін есептеу үшін

Одан әрі дайындаманың шөктіретін бөлімінің ұзындығын мынадай формуламен анықтайды:

$$l_B = \frac{4V_\phi}{3,14 d^2}, \quad (2.21)$$

мұндағы V_{ϕ} – (2.18) немесе (2.19) формуласы бойынша анықталатын сыртпішіндеу әрекетінің көлемі.

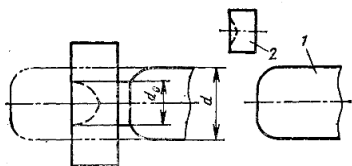
Есептелген d және l_b мөлшерге сәйкес қалыптау әрекетінің санын келесі шарттарға сүйеніп анықтайды:

1) сыртпішіндеу жылғасын сапалы толтырып бөлігін шөктіруді мынадай жағдайда бір әрекетпен орындауға болады: егер сотанда орналасқан жылғада кенеріксіз қалыптаған кезде мынадай шарт орындалса: $0,9 \leq l_g/d < 1,5$; егер сотанда орналасқан жылғада кенерікпен қалыптаған кезде мынадай шарт орындалса: $1,5 \leq l_g/d < 1,7$; егер ұяқалыпта орналасқан жабық жылғада кенеріксіз қалыптаған кезде мынадай шарт орындалса: $l_g/d < 1,4$; егер ұяқалыптарда орналасқан ашық жылғада көлденен кенерікпен қалыптаған кезде мынадай шарт орындалса: $1,4 \leq l_g/d \leq 1,6$, (ерекше жағдайда қолдану ұсынылады);

2) бөлігін шөктіруді екі әрекетпен мынадай жағдайда жүргізеді: егер сотанда орналасқан жылғаларда қалыптаған кезде мынадай шарттар орындалса: $1,7 \leq l_g/d \leq 3$; егер ұяқалыптарда орналасқан жылғаларда қалыптаған кезде мынадай шарттар орындалса: $1,5 \leq l_g/d \leq 3$.

l_g/d қатынасының есептелген мөлшері осы теңсіздіктерді қанағаттандырмайтын жағдайда, бірақта ең үлкен мөлшерге мөлшері бойынша жақын болса, онда шыбық диаметрін соғылманың тесетін тесігінен 5 мм-ге үлкен болмайтындай етіп үлкейтеді. Егер $d > d_0$ диаметрін көбірек үлкейту керек болса, онда қалыптауды шыбықты жаншумен жүргізеді. Қалыптаудың осы вариантының мынадай ерекшеліктері бар: тек жинау әрекеті бар болған кезде мүмкін болады; соғылмадағы қыспақтан құтылу үшін басқа варианттарымен салыстырғанда (жаншусыз қалыптау немесе шыбықтың диаметрін үлкейту) құралды ұзақ уақыт және ұқыпты баптау керек болады, ал $d/d_0 > 1,2$ болған кезде арнайы жылғада шыбықтан қалдықты бөлетін қосымша әрекет керек болады (2.11-сурет); қалдықты кесудің керектігі қалыптау процесін механизациялауды және автоматтандыруды

қиындатады; шыбықтың диаметрі d үлкейген сайын жаншу жақтарына керекті қалдықтың массасы үлкейеді және тесік диаметрі өлшемдеріне дейін (d_0) жаншу жағдайы нашарлайды: $d/d_0 < 1,8$ болған кезде жаншуды екі әрекетпен жүргізеді; $1,8 < d/d_0 < 2,2$ болған кезде жаншуды үш әрекетпен жүргізеді; $d/d_0 > 2,2$ болған кезде жаншуды жүргізуді ұсынбайды.



2.11-сурет. Жаншумен қалыптаған кезде кенермені бөлу
1 – шыбық; 2 – кенерме

Сотанда қалыптағанда және $l_e/d < 0,9$ болған кезде, сыртпішінді өзгертетін қуысты айқын толтыру және балдақта кенерікті пайда болғызбауқиын болады. Сондықтан шыбықтың диаметрін азайтады, ал қалыптауды соғылманың артқы шетжағындағы диаметрді үлкейтумен жүргізеді ($d < d_0$). Әдетте осы вариантпен қалыптаған кезде $d \leq 1,1d_0$ қатынасын қабылдайды.

Варианттың мынадай артықшылығы бар: қобылау жеңіл және ақаусыз жүреді; түржиын бойынша балдақтың тесігінің диаметріне жақын кіші диаметрі бар шыбықты жеңіл таңдап алуға болады. Осы вариантты тағы да ұяқалыпта орналасқан жылғада бөлігін шөктірген кезде шыбықтың диаметрін таңдап алуға қолданады. Бұл шыбықтың бөлігін шөктіретін ұзындығын l_b үлкейтіп, шыбық ұяқалыптың алдыңғы бетіне 5–10 мм шығып, алдыңғы таянышты қолдануды қамтамасыз етуге керек. Алдынала (2.20) формула бойынша есептелген шыбықтың диаметрін мынадай байланысты қолданып дәлдейді:

$$d = \sqrt{\frac{4V_\phi}{3,14l_e}}. \quad (2.22)$$

Егер түзетуді l_e/d қатынасының талап етілетін мәні бойынша жүргізсе, онда мынадай байланысты қолданады:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4V_{\phi}}{3,14 l_{\phi}/d}}. \quad (2.23)$$

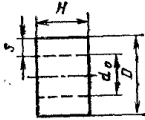
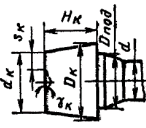
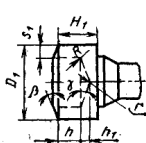
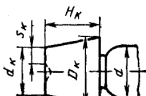
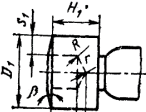
Шыбықтың дұрыс диаметрін МЕСТ-ке сәйкес анықтайды.

Ұяқалыпта балдақты және төлкені шөктірген кезде ішкі алдыңғы таянышты қолдануға мүмкіндік бар. Бұл кейбір жағдайда салыстырмалы диаметрі үлкен және ұзындығы кішкентай дайындаманы қолдану есебінен, технологиялық үрдісті жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Жинау әрекетінің көлемін (2.8) формула бойынша, ал оның өлшемдерін 2.6-кесте бойынша анықтайды. Жинауды көбінесе сотанда жүргізеді. Әдетте бір ғана жинау әрекетін қолданады. Бұл $l_{\phi}/d \leq 2,5$ қатынасына сәйкес келеді.

2.6-кесте

Балдақ соғылмасын қалыптаған кезде жинау және сыртпішіндеу әрекеттері

 Соғылма			
$\frac{S}{d_0}$	Жинау әрекеті		Сыртпішіндеу әрекеті*
	Нобай	Соғылманың өлшемдерін анықтау үшін керек формулалар	Нобай
0,3 дейін		$S_K \geq S_1;$ $D_K = D_1 - (2 \div 5) \text{ мм};$ $d_K = D_{\text{под}} + (1 \div 2) \text{ мм}; \gamma_K = \gamma$ мынадай шарттан $H_K:$ $V_n = UV_{\phi},$ бірақта H_1 көп емес	
0,3 жоғары 0,5 дейін		S_K және H_K -жоғарыда көрсетілгендей $D_K = D_1 - (1 \div 3) \text{ мм};$ $d_K = d + (1 \div 3) \text{ мм}$	

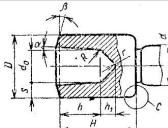
0,5 жоғары		S_k және H_k -жоғарыда көрсетілгендей $D_k = D_1$; $d_k = d - (1 \div 3)$ мм	
	*Әрекеттерді тұрғызуды 2.4-кестесіндегі мәліметтер бойынша орындайды. S_1 , H_1 және D_1 өлшемдері шөгуді ескерген S , H , D өлшемдеріне сәйкес келеді		

Төлкені шөктіру. Төлкеге соғылма биіктігінің сыртқы диаметрге қатынасы $H/D > 0,7$ болатын өтпелі тесігі бар соғылманы жатқызады. Сыртпішіндеу әрекеттерін ұяқалыпта орналасқан жылғада жүргізеді. Ақырғы сыртпішіндеу әрекетінің көлемін (2.18) формуласы бойынша анықтайды, ал (2.19) формуласын биіктігі H бойынша қатаң шақтамасы бар көлденең қылаулы соғылманы қалыптаған кезде қолданады. Қолданғанда ұяқалыптың биіктігі жылғаны орналастыруға жеткілікті болуы қажет.

Ақырғы сыртпішіндеу әрекетін құрылымдыған кезде, соғылманың тесілетін бөлігінің қалыңдығы, қобыланатын тесіктің диаметрінен артпауы керек. Төлке биіктігінің H тесік диаметріне d_0 қатынасына байланысты қобыланатын тесіктің ұсынылатын өлшемдері 2.7-кестеде келтірілген. Ақырғы сыртпішіндеу әрекетіндегі қобылаудың жалпы тереңдігі $h + h_1$ тең, мұндағы h – толық безендірілген тесігі бар қобыланған бөлімнің тереңдігі; h_1 – кейінірек тесуге керекті белгілеудің тереңдігі. Жинау әрекетіндегі белгілеуді сыртпішіндейтін операцияны ескермегенде, қобылау әрекетінің саны n ақырғы сыртпішіндеу әрекетіндегі жалпы салыстырмалы қобылау тереңдігінен $(h + h_1)/d_0$ тәуелді болады және 2.8-кесте бойынша анықталады.

Сыртқы беттердің пішіні сатылы болған кезде, әрбір бөлім өзінің ұзындығы және диаметріне байланысты жеке қаралады.

Қобыланатын белгілеудің өлшемдері

								
$\frac{H}{d_0}$	h	h_1	R	r	$\alpha, \dots^0$	$\beta, \dots^0$		
						$S > 0,5d_0$	$S = (0,3 \dots 0,5)d_0$	$S < 0,3 d_0$
1,5 дейін	$(0,5 \div 0,8)d_0$	$(0,2 \div 0,3)d_0$	$0,3d_0$	0,1d ₀	0°30'	0	1	2
1,5 жоғары 2 дейін	$(0,8 \div 1,2)d_0$	$(0,3 \div 0,4)d_0$	$(0,4 \div 0,5)d_0$		1		0	0
2 жоғары 3 дейін	$(1,2 \div 1,6)d_0$	$(0,4 \div 0,5)d_0$	$(0,5 \div 0,8)d_0$		1,0÷1,5			
3 жоғары	1,6d ₀ жоғары	0,5d ₀ жоғары	d ₀		1,5÷2,0			
Ескерту: 1. Егер жинау жылғасында c бұрышы жаман толатын болса, онда h, h_1 және R параметрлерінің кестелік мәндерін өзгерту керек. 2. h мөлшерін 1,3 кестелік мәнге дейін үлкейтуге, ал h_1 және R параметрлерін сәйкес кішірейтуге болады.								

Жинау немесе алдыңғы әрекеттерді жобалаған кезде, тағы да бастапқы дайындаманың диаметрін таңдаған кезде келесі жағдайларды ескеру керек:

- қобылауды металды радиалды кеңейту арқылы жүргізу;
- қуысты пайда болғызған кезде сотанның қозғалысына қарсы металдың сығымдалуы аз болуы;

- қобылау тек металдың радиалды кеңеюі есебінен іске асырылатын шартқа сүйеніп, ақырғы сыртпішіндеу әрекетін алу үшін пайдаланылатын қалыптаудың алғашқы әрекеттің анықтағанда, есептеу дайындамасын тұрғызады (2.12-сурет, үзінді сызық);

- кезкелген өзіне тән көлденең қимадағы есептеу дайындамасының диаметрін мынадай формуламен анықтайды:

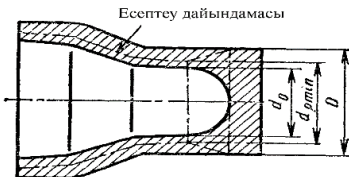
$d_p = 1,13 \sqrt{S_n}$, мұндағы S_n — ақырғы сыртпішіндеу әрекетінің қаралатын көлденең қимасының ауданы;

- соңғы жинау және сыртпішіндеу-қобылау әрекеттерінің құрама пішіндерін айқындау, есептеу дайындамасының сәйкес бөлімдерінің диаметрі және биіктігін түзетумен жүргізілуі мүмкін;

2.8-кесте

Қобыланатын әрекеттің ұсынылатын саны n және қобылау тереңдігі (А.В.Робельский бойынша)

$h + h_1 / d_0$	n	Әрекетте қобыланатын ақырғы тереңдіктің h бөлімі			
		I	II	III	IV
1 дейін	1	h	-	-	-
1 жоғары 2 дейін	2	$(0,1 \div 0,2) h$	h	-	-
2 жоғары 3 дейін	2	$(0,2 \div 0,4) h$	h	-	-
3 жоғары 4 дейін	3	$(0,1 \div 0,25) h$	$(0,5 \div 0,6) h$	h	-
4 жоғары 5 дейін	3	$(0,1 \div 0,25) h$	$(0,6 \div 0,7) h$	h	-
5 жоғары 6 дейін	4	$(0,1 \div 0,25) h$	$(0,4 \div 0,5) h$	$(0,7 \div 0,75) h$	h



2.12-сурет. Есептеу дайындамасы

- түзетудің мақсаты болып, қобылаудың бастапқы кезеңін қостайтын шөктіруді және терең қобылаудың соңғы кезеңінде сотанның қозғалысына қарсы шығатын металдың сығымдалуын азайту үшін орындалатын, есептеу дайындамасының құрама пішінін өзгерту есептеледі;

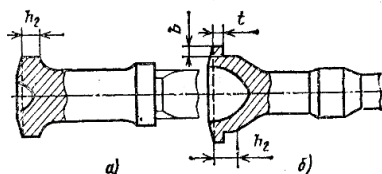
- жинау жылғасында салыстырмалы қалың қабырғалы соғылманы терең қобылау қажет болған кезде $((h + h_1) / d_0 > 1$, 2.8-кесте), шөктіруді азайту және осьтестікті қамтамасыз ету үшін цилиндрлік белдемені ескереді (2.13, а-сурет), ал жұқа қабырғалы соғылма үшін ернемегі бар белдемені қарастырады (2.13, б-сурет);

- ернемегі бар белдемені қолдану шарты, қобыланатын тесіктің d_0 өлшемі және D/d_0 қатнасының мөлшері бойынша анықталады, мұндағы D – қобылау аймағындағы соғылманың диаметрі:

d_0 , мм....	60 жоғары	60÷30	30 дейін
D	1,3÷1,1	1,4÷1,2	1,6÷1,3

Жоғарыда келтірілген жағдайларда: белдеменің ұзындығы $h_2 = 0,07(h + h_1) + 4$; ернемектің қалыңдығы $t = 0,2h_2 + 1,5$; ернемектің ені $b = (1,5 \div 2)t$.

- сыртпішіндеу әрекетінің көлемінде V_{ϕ} , ернемекті құру үшін қажетті металдың қосымша көлемін алдынала ескеру керек;
- c бұрыштарында соғылманы жақсы безендіру үшін (2.7-кесте) жинау әрекетінде белдемені шөктіруді алдынала ескереді;
- салыстырмалы қалың қабырғалы соғылманы қобылаған кезде, сотанның тұрақтылығын жоғарылату және металды жақсы кеңейту үшін сфералық бастиегі бар қобылағаш сотанды қолдану керек, ал қабырғасы қалың емес соғылманы қобылаған кезде өткір бастиегі бар сотанды қолданған дұрыс болады;



2.13-сурет. Дайындама
а – центрлейтін ернеумен;
б – белдеме және ернемекпен

Егер қалыптау бір қыздырумен және жалғыз КСМ-да іске асырылатын болса, онда соғылманың ең үлкен диаметріне $D_{\max}$ байланысты тесуді қосып санағанда келесі әрекеттер саны ұсынылады:

$D_{\max}$, мм	100 дейін	100 – 160	160 жоғары
Әрекеттер саны	5 және одан кіші	4 және одан кіші	3 және одан кіші

2.9-кестеде қабырғаның қалыңдығы s , тесіктің диаметрі d_0 , төлке биіктігі H және D диаметріне байланысты алдыңғы және жинау әрекеттерінің ұсынылатын пішіні және өлшемдері келтірілген. Жинау және алдыңғы әрекеттердің ақырғы пішінін жоғарыда келтірілген нұсқауға сәйкес және жинау әрекеттерінің жалпы саны тәуелді болатын бастапқы дайындаманың диаметріне байланысты түзету қажет.

Төлкенің бөлігін шөктірген кезде бастапқы дайындаманың диаметрі есептеу дайындамасының ең кіші диаметрінен $d_{p,\min}$

артпауы қажет. Ондай болмаса сотанның қозғалысына қарсы маталды сығымдап дайындаманың көлденең қимасының бастапқы артық ауданын азайту қажет болады.

d_0 және $d_{p.min}$ өлшемдерінің қатынастарына байланысты төлкені шөктірген кезде, және d_0 өлшемдерінің қатынасында келесі варианттар болуы мүмкін: $d_{p.min} = d_0$ болған кезде $d \leq d_0$; $d_{p.min} > d_0$ болған кезде $d > d_0$ (шыбықты жаншу қажет); $d_{p.min} < d_0$ болған кезде $d < d_0$ (соғылманың артқы жағында шыбықты көтермелеу қажет).

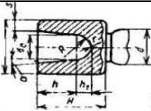
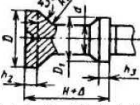
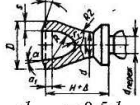
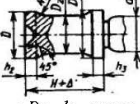
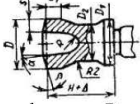
Кейбір жағдайда (әсіресе қобылағанда $d > d_0$ болып соғылманың шөгуіне шек қойатын ернемек бар болса) шыбықты жаншусыз қалыптауға мүмкіндік бар болады. $d \approx d_0$ болатын соғылманы қалыптаған кезде (2.14, а-сурет) жинау әрекетінің саны көп болуы қажет; 2.14, б-суретіндегі сұлба бойынша қалыптаған кезде жинау әрекеттері болмайды. Соғылманы біртіндеп кесуді бүйірлік пышақпен жүзеге асырады. Сонда соғылманы бүйірлік бұрыштарда және тесуге сәйкес диаметр бөлімінде айқын толтыру, қобылаудың тек соңғы кезеңінде металды соғылманың қозғалысына қарсы сығымдағанда мүмкін болады. Соғылманы біртіндеп кесіп қалыптау, қалыпты баптауды күрделендіреді.

Алдыңғы таянышпен қалыптағанда және шыбықты жаншуды немесе көтермелеуді қолданғанда, шыбықта қалыпталған бірінші соғылмаға шыбықтың ұзындығы бойынша металдың шығыны шыбықтың диаметрінен артып кетпеуі қажет.

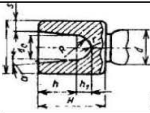
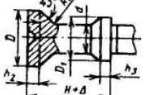
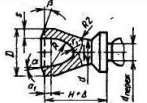
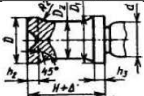
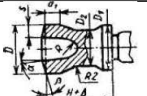
Ұзын жұқа қабырғалы төлкені қалыптаған кезде екі соғылмаға есептелген дайындаманы (шыбықты) қолданған ұтымды. Өйткені екінші соғылманы жасаған кезде оған ұстатқыш ретінде бірінші соғылманың кенермесі қолданады. Екі соғылмаға дайындаманы қолданудың шарттары мынадай: $d = \kappa \sqrt{D^2 - d_0^2}$, мұндағы d – шыбықтың диаметрі; $\kappa = 0,85 \div 0,95$ – шыбықтың диаметрінің жартысына тең ұзындыққа, осы шыбықты ұяқалыптың маңына шығаруды қамтамасыз ететін коэффициент. Бұл алдыңғы тіректі қолдануға мүмкіндік береді. D және d_0 – төлкенің сыртқы және тесігінің диаметрлері; шыбықтың қыспақталатын бөлімінің ұзындығы $1,7d$ -дан аз болмауы қажет.

2.9-кесте

Төлке соғылмасын қалыптаған кезде әрекеттердің негізгі өлшемдерін және пішінін таңдау

		Дайын дама	Сыртпініндеу әрекеті	
			Алғашқы әрекеттер	
			I	II
$\frac{s}{d_0}$ $\frac{H}{D}$			Әрекетті белгілеу	
			Артқы бүйірде жуандатуды (сығымдаумен) және центрлейтін белдеушені (шөктірумен) құру	Алғашқы қобылау және артқы бүйірдегі жуандатуды үлкейту
0,3 дейін	1,4 жоғары	Екі соғыл-маға	 $d_{перез} = 0,5d_1$, $D_1 < 1,2 d_1$, $h_2 = 0,2 d_1$, $h_3 = (0,15 \div 0,2)d_1$, Δ -и коэффициентін ескеріп көлемдердің тең болу шартынан анықтайды	 $d_{перез} = 0,5d_1$, $r_1 = (10 \div 15) \text{ мм}$, $a_1 = (0,2 \div 0,3)d_0$, $R = d_0$
	1,1 жоғары 1,4 дейін	Шыбық	 Жаншу; $d_{перез}$; D_1 ; h_2 және h_3 бұрынғы жағдайда сияқты анықталады; D_2 -соғылманың және әрекеттің қима аудандарының теңдік шартынан табады; $\Delta = (2 \div 5) \text{ мм}$	 $d_{перез}$; r_1 ; R $a_1 = (0,3 \div 0,4)d_0$ бұрынғы жағдайда сияқты анықталады D_2 -алғашқы және ақырғы әрекеттер көлемдерінің тең болу шартынан анықтайды
0,3 дейін	0,7 жоғары 1,1 дейін	-	Жинау әрекетінің өлшемдерін анықтау үшін пішін және қатнастар 2.6-кестесінде $s/d_0 < 0,3$ үшін берілген	-
	1,1 жоғары	-	Пішіні және алғашқы жылғалардың негізгі есептеу параметрлерін анықтау (жоғарыда көрсетілгендей $s/d_0 < 0,3$ және $H/D = 1,1 \div 1,4$ үшін)	

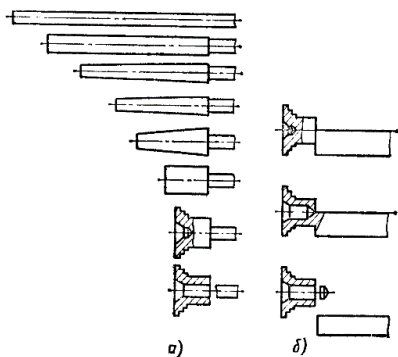
2.9-кестесінің жалғасы

				Сыртпішіндеу әрекеті	
Әрекетті қолданудың шарты		Дайын дама	Алғашқы әрекеттер		
			I		II
			Әрекетті белгілеу		
$\frac{s}{d_0}$	$\frac{H}{D}$		Артқы бүйірде жуандатуды (сығымдаумен) және центрлейтін белдеушені (шөктірумен) құру	Алғашқы қобылау және артқы бүйірдегі жуандатуды үлкейту	
0,3 дейін	1,4 жоғары	Екі соғылым аға	 $d_{\text{перез}} = 0,5d$, $D_1 < 1,2 d$; $h_2 = 0,2 d$; $h_3 = (0,15+0,2)d$, Δ-коэффициентін ескеріп көлемдердің тең болу шартынан анықтайды	 $d_{\text{перез}} = 0,5d$; $r_1 = (10+15) \text{ мм}$; $a_1 = (0,2+0,3)d_0$; $R = d_0$	
	1,1 жоғары 1,4 дейін	Шыбық	 Жаншу; $d_{\text{перез}}$; D_1; h_2 және h_3 бұрынғы жағдайда сияқтыанықталады; D_2-соғылымның жәнеәрекеттің қима аудандарының теңдікшартынантабады; $\Delta = (2+5) \text{ мм}$	 $d_{\text{перез}}$; r_1; R $a_1 = (0,3+0,4)d_0$ бұрынғы жағдайда сияқты анықталады D_2-алғашқы және ақырғы әрекеттер көлемдерінің тең болу шартынананықтайды	
0,3 дейін	0,7 жоғары 1,1 дейін	-	Жинау әрекетінің өлшемдерін анықтау үшін пішін және қатнастар 2.6-кестесінде $s/d_0 < 0,3$ үшін берілген	-	
	1,1 жоғары	-	Пішіні және алғашқы жылғалардың негізгі есептеу параметрлерін анықтау (жоғарыда көрсетілгендей $s/d_0 < 0,3$ және $H/D = 1,1+1,4$ үшін)		

Шыбықтың диаметрін таңдағаннан кейін, (2.21) формуласы бойынша оның шөктіретін бөлігінің ұзындығын l_b , тағы да $\psi_b = l_b/d$ қатынасын, жинау әрекетінің санын және олардың өлшемдерін анықтайды.

Егер бір КСМ-да қалыптаған кезде әрекеттердің саны рұқсат етілетіннен көп болса және шыбықтың диаметрін үлкейткен кезде осы әрекеттердің саны қысқармаса, онда әдетте әрекеттерді азайту мақсатында процесті қайта есептеп түзету

тым ұтымды болады екен (екі машинада қалыптағанға немесе дайындаманы қайталап қыздыруды қолданғанға қарағанда).



2.14-сурет. Төлке соғылмасын бастапқы диаметрлері әртүрлі дайындамадан бөлігін шөктіріп жасаудың варианттары

Қалыптау әрекеттерінің санын мынадай жағдайда азайтуға болады:

- әдеттегі рұқсат етілетінмен салыстырғанда әрбір әрекетте қобылаудың ұзындығын жуықты 1,5 рет үлкейткен кезде (2.8-кесте; әрбір жылғада қобылаудың тереңдігі $(3...4)d_0$ -дан және КСМ орталық сырғағының жұмысшы жүрісінің ұзындығынан көп болмауы қажет;

- қобылаудың жалпы тереңдігін, соғылманың тесілетін бөлігінің ұзындығын $H - (h + h_1)$ үлкейту есебінен азайтқан кезде (2.9-кесте); қобыланатын тесіктердің бір жарым диаметріне тең тесу тереңдігі рұқсат етіледі;

- тесуді қобылау операциясымен бірге қолданғанда; тесетін сотанда қобыланатын сотанның пішіні бар болады; соңғы жылғадағы (кенеруді кесуді есептемегенде) қобылау процесінде металдың кеңеюі, ал соңғы фазада шыбықты итерумен және одан соғылманың бөлуімен қошталатын артық металды итеріп шығару пайда болады; осы операцияда тесу қарамы бойынша артқы қылау пайда болуы мүмкін;

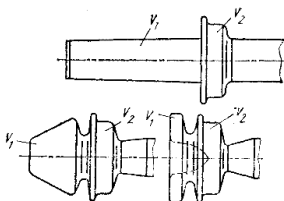
- шыбықтан соғылманы кесу операциясын, кесу – тесуді үйлестіретін жылғада тесумен бірге қолданғанда; нәтижесінде кенермені кесу үшін керек қосымша жылға алынып тасталынады; бастапқы кезде соғылма ұяқалыптың пышағымен

шыбықтан бөлінеді, содан кейін КСМ-ның басты сырғағының жүрісімен өтпелі тесікті тесу іске асырылады.

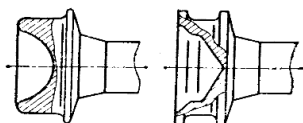
Күрделі пішіні бар балдақ және төлке соғылмаларын шөктіру. Әрекеттердің пішінін және санын таңдаған кезде, тегіс балдақ және төлке жасау үшін келтірілген әдістемені қолданады. Бірақта мынадай негізгі жағдайды ескереді:

- егер қандай болса да алғашқы әрекетте бөлігін шөктіруді сотан мен ұяқалыпта бір мезгілде жүргіссе, ал олардың арасындағы саңылауда қылаудың пайда болуы мүмкін болса, онда әрбір әрекетте қылаудың екі жағында болатын металдардың көлемі (V_1 және V_2) барлық әрекеттерде бірдей болуы қажет (2.15-сурет);

- осындай соғылмаларды қалыптаған кезде, жиі арнайы әрекеттерді қолданады (2.16, 2.17-суреттер); осы әрекеттердің құрама пішінін және өлшемін есептеу дайындамасы бойынша белгілейді.



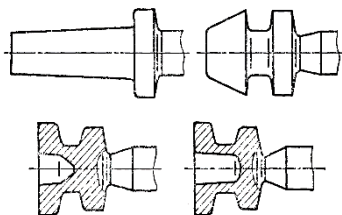
2.15-сурет. Әртүрлі әрекеттерде дайындама қылауының әртүрлі жақтарында металдың көлемінің тұрақтылығы ($V_1 = V_2$)



2.16-сурет. Белдемесі бар балдақ соғылмасын қалыптаған кезде әрекеттің арнайы құрама пішіні

III топ соғылмаларын қалыптау. III топ соғылмаларын қалыптауды I және II топ соғылмаларын қалыптағанда қолданылған әдістеме бойынша жүзеге асырады. Соғылманы жиі ұзын шыбықтан қалыптайды, ал бөлектеуді шыбықты алдын ала жаншып, содан кейін қозғалысы бар ұяқалыптың жүрісінде кесу жылғасында ығыстырумен орындайды (2.18-сурет). Дайындаманы $d_1 = (0,5...0,7)d$ диаметріне дейін жаншып жаншуды жүзеге асыру ұсынылады. Таза қиықты қамтамасыз

ету мақсатында және шыбықтың қисаюын болдырмас үшін қалыпта серіппелі немесе пневматикалық қыспақ қарастырады.



2.17-сурет. Белдемесі бар төлке соғылмасын қалыптаған кездегі әрекеттер

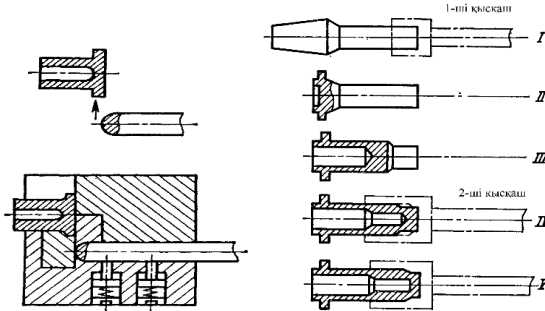
Соғылма ұзындығы үлкен болған кезде екі соғылма жасалынатын дайындаманы қолданады және шыбықты біртіндеп жаншып бұраумен қалыптайды. Жаншу операциясының арқасында $(1,0 \pm 0,5)d$ -ға тең ұзын қыспақ бөлімі бар жылғаны қолдану мүмкін болады. Қалыптағаннан кейін соғылмалар жеңіл кесілетін далдашамен қосылған.

Даналы дайындамадан қалыптаудың сұлбасы 2.19-суретінде көрсетілген. Көлденең ажырамасы бар КСМ-да осындай соғылманы қалыптау арнайы қысқашсыз жүргізілуі мүмкін, ал бастапқы дайындаманы сыртпішіндеу жылғасында тікелей орналастыруға болады.

IV топ соғылмаларын қалыптау. Осы топ соғылмаларын қалыптаған кезде сығымдау, жалпайту, жаншу, және ию операцияларын қолданады. Соғылманың типіне байланысты, осы операцияларды бөлігін шөктірумен үйлестіре жүргізуге болады. Осы операциялар КСМ-сы үшін ғана тән болмайды.

Сырықтық бөлімі бар қуыс соғылмаларды қалыптауды II топ соғылмаларын қалыптаумен ұқсас етіп жүргізеді. Осы тип соғылмаларының ерекшелігі болып сырықтық бөлімнің диаметрі соғылма сызбасымен берілетіндігі есептеледі. Сондықтан, $l_b < H$ және $d_p < d$ болатын жұқа қабырғалы соғылмаларды қалыптау мүмкін болады (2.20-сурет). Төлкені қалыптаған кезде қолданылатын технологиялық сұлба бойынша центрлеуші белдемесі және жуықты H тең ұзындығы бар жинау әрекеті талап етіледі. Бұл тек шыбықтың бастапқы диаметрін едәуір ұзындықта қысқан жағдайда мүмкін болады. Осы операцияларда КСМ-да орнындау қиын жүзеге асырылады.

Сондықтан қалыптауды аралық пішіні бар қуыс жуандатуды алумен жүргізеді. Осы жуандатудың қабырғасының қалыңдығы қажетті қалыңдықтан артып кетеді, яғни $t_1 > t$ (2.20, б-сурет). Жуандатудың ұзындығы l_v тең немесе бірнеше кіші болады. Аралық пішіні бар жуандатуды жинау әрекеттерінде жасауға болады (2.20, а немесе б сурет). Соңғы жағдайда КСМ-ның кесу жылғасында ернемекті кесу операциясын қарастырған жөн.



2.18-сурет. Қозғалысы бар ұяқалыптың жүрісінде кесу жылғасында жаншумен ығыстырғаннан кейін шыбықтан соғылманы бөлу

2.19-сурет. Даналы дайындамадан саңылаусыз тесігі бар соғылманы қалыптаудың сұлбасы: қалыптаудың I – V әрекеттері

Аралық пішінді қабырғаның жіңішкеруін t_1 (2.20, б-сурет) қуыс жуандатуды сақина арқылы итеріп сымдаумен (2.20, в-сурет) немесе түзу сығымдаумен (2.20, г-сурет) жүзеге асыруға болады. Сымдаумен қалыптаған кезде соғылмада кенерікті алады. Алынған кенерікті КСМ-ның кесу жылғасында кеседі.

V топ соғылмаларын қалыптау. Бөлігін шөктіру варианттары. Құбырлы дайындамадан соғылманы қалыптаған кезде негізгі технологиялық операциялардың сұлбалары 2.21, а – г-суреттерінде келтірілген.

Құбырлы дайындаманы кеңейтумен қалыптаған кезде, осы әрекетте құбыр қабырғасын шөктіру мүмкін емес болады. Сондықтан алдымен дайындаманың қабырғасын жуандатады, ал содан кейін кеңейтуді орындайды. Шет созылмасынан,

ажыраудан және эксцентриситеттен құтылу үшін кеңейтудің алдында құбырдың аяққы жағында ернемекті шөктіру ұсынылады (2.21, 2-сурет). Содан кейін жасалған ернемекті қалыптың кесу жылғасында кеседі. Ернемектің өлшемдерін (ені v және қалыңдығы t) төлкені шөктірген кездегі сияқты таңдайды. Сыртқы диаметрі бойынша құбырды жаншу айналу-жаншу машинасында жүргізу орынды. Құбырлы дайындаманың бөлігін шөктіру сұлбасы 2.22-суретте көрсетілген.

Бастапқы құбырлы дайындаманың қимасын F_o соғылманың бөлігі шөктірілмейтін бөлімінің көлденең қимасы өлшемдері бойынша таңдайды.

Соғылманың шөктірілетін бөлігінің көлемін V_ϕ отқабыршықты және өлшемдердегі оң шақтаманың жартысын ескеріп сызба бойынша анықтайды.

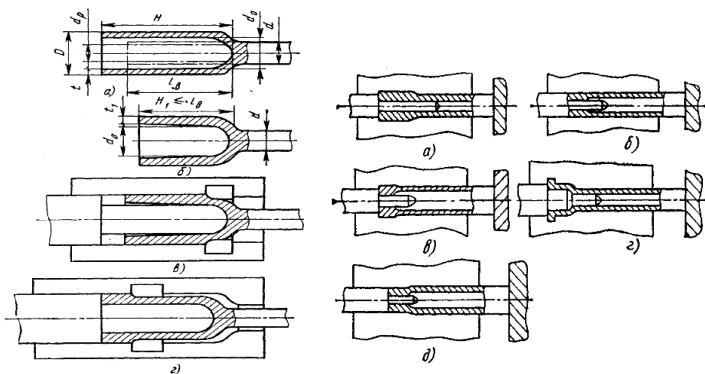
Соғылманың шөктірілетін бөлімінің ұзындығы мынаған тең: $l_e = V_\phi / F_o$.

Бөлігін шөктіру процесінде деформация аймағынан металл ағып шығады және деформацияланатын бөлімнің маңында қабырғаның жуандатылады. Сондықтан l_b ұзындығын

$$\frac{d_o - d}{2s_o} = \Delta \text{ қатынасының мөлшеріне байланысты үлкейтеді.}$$

$\Delta \leq 0$ болған кезде l_b -ны 10 % үлкейтеді; $\Delta > 0$ болған кезде және әрекеттер саны бірден көп болғанда 15÷20 % үлкейтеді.

Бір әрекетте қабырға қалыңдығын үлкейтудің мүмкіндігін бөлігін шөктірудің сәйкесті қисық сызығы бойынша (2.23-сурет) анықтайды: ішкі диаметрдің кішіреюімен – 1 қисық сызық; сыртқы диаметрдің үлкеюімен – 2 қисық сызық; сыртқы диаметрдің үлкеюімен және ішкі диаметрдің кішіреюімен – 3 қисық сызығы.



2.20-сурет. Аралық дайындамадан (б) сымдаумен (в) және сығымдаумен (г) қуыс жұқа қабырғалы жуандатуы бар

2.21-сурет. Құбырлы дайындамадан V топ соғылмасын жасау
 а – құбырдың сыртқы диаметрін үлкейту арқылы дайындаманың бөлігін шөктіріп; б – құбырдың ішкі диаметрін кішірейту арқылы дайындаманың бөлігін шөктіріп; в – құбырдың сыртқы диаметрін үлкейту арқылы, ал ішкі диаметрін кішірейту арқылы дайындаманың бөлігін шөктіріп; г – кеңейтумен; д – жасиумен

Сыртпішіндеу жылғасында бір әрекетпен құбыр дайындамасының бөлігін шөктіруді $l_b \leq 2,5s$ болған кезде жүргізеді.

Керекті өлшемі бар жуандатуды алудың мүмкіндігін 2.23-суреттегі қисық сызық бойынша анықтайды. Егер бөлігін шөктіруді сыртқы диаметрді үлкейтумен жүргізетін болса (2.21, а-сурет), онда қабырғаның жуандатылуы $1,25s$ дейін болуы мүмкін.

Алдыңғы жинау әрекеттерімен бөлігін шөктіруді, бір әрекетпен бөлігін шөктіру шарты орындалмайтын жағдайда ғана қолданады.

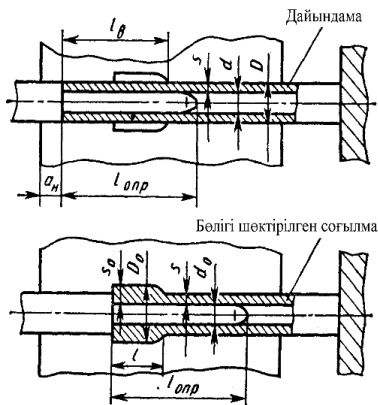
Жинау әрекеттерінің ұзындығы мынаған тең:

$$l_H = \frac{V_{\phi} u}{F_1}, \quad (2.24)$$

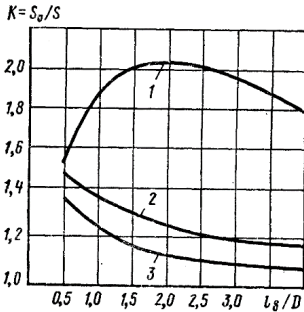
мұндағы $u = 1,07$ – коэффициент; $F_1 = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - d_1^2)$ – сыртқы D_1 және ішкі d_1 диаметрлері бар бірінші жинау әрекетінің көлденең кимасының рұқсат етілетін ауданы.

Бастапқы өлшемдер D мен d салыстырғанда жинау әрекеттерінің сыртқы және ішкі диаметрлерінің рұқсат етілетін өзгерулерін, графиктен s_0/s қатынасы бойынша анықтайды (2.23-сурет) (мұндағы бірінші жинау әрекеті үшін қалындықты былай табуға болады: $s_0 = s_1 = \frac{D_1 - d_1}{2}$).

Ұқсас етіп барлық келесі әрекеттерді есептейді. Бастапқы дайындаманың өлшемдері ретінде алдыңғы жинау әрекеттерінің өлшемдерін қабылдайды. Соңғы әрекеттің өлшемдері ақырғы соғылманың «ыстық» өлшемдеріне сәйкес болуы қажет.



2.22-сурет. Құбырлы дайындаманың бөлігін шөктірудің сұлбасы
 d және D – құбырлы дайындаманың сыртқы және ішкі диаметрлері;
 d_0 және D_0 – бөлігі шөктірілген соғылманың сыртқы және ішкі диаметрлері; s және s_0 – бөлігі шөктірілгенге дейін және кейін құбырдың қабырғасының қалыңдығы; l_0 – құбырдың бөлігі шөктірілетін бөлімінің ұзындығы; l – соғылманың бөлігі шөктірілген бөлімінің ұзындығы;
 $l_{опр}$ – түзеткіштің ұзындығы;
 a_n – ұяқалыптың бағыттаушы бөлімі ($a_n = 10 \div 15$)



2.23-сурет. Құбырдың бөлігін шөктірудің әртүрлі варианттарында s_0/s қатынасының l_0/D қатынасынан тәуелділігі

D_1 мен d_1 , D_2 мен d_2 және тағы басқа өлшемдерді, құбырдың ішкі беті жағындағы қуыстарды металл жақсы толтыру керек екендігін ескеріп қабылдау қажет.

Төменде V топ соғылмаларын жинау әрекеттерімен қалыптаудың ұсыныстары келтірілген:

1. *Құбырдың ішкі диаметрін кішірейтумен бөлігін шөктіру.* Егер бөлігін шөктіруді екі әрекетпен жүргізсе және сіртпішіндеу әрекеті екіншісі болса, онда бірінші әрекетте қабырға қалыңдығын қосынды жуандатудың 0,75-не үлкейту қажет, ал екінші әрекетте қосынды жуандатудың 0,25-не үлкейту керек. Процесті осылай жүргізу бойлық және бүйірлік қылауларды пайда болғызбайды, тағы да отқабыршақты жақсы қағуға мүмкіндік туғызады.

2. *Құбырдың сыртқы диаметрін үлкейтумен бөлігін шөктіру.* $l \leq 0,75D$ және $D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}$ болған кезде құбырдың қабырғасын екі әрекетпен жуандатуға болады. Әрі бірінші әрекетте, алғашқы ішкі диаметрді екі еседен көп етіп кішірейтіп бөлігін шөктіруді ішке қарай іске асырады, ал екінші әрекетте, құбырды бастапқы ішкі диаметрге дейін және керекті сыртқы диаметрге дейін кеңейтеді. $l > 0,75D$ және $D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}$ болған кезде бөлігін шөктіруді екі-үш қыздыруы бар үш әрекетпен орындау ұсынылады. Бөлігін шөктірудің сұлбасы 2.24-суретте келтірілген. Екі қыздырумен бөлігін шөктірген кезде қыздыруды бірінші және үшінші әрекеттердің алдында жасайды.

Қалыптау процесін жасаған кезде бастапқы дайындаманың ұзындығы (L) кішірейтілетін құбырдың бөлімінің ұзындығын l_1 (2.24-сурет) мынадай формула бойынша анықтайды:

$$l_1 = \frac{D_0^2 - D^2}{D^2 - d^2} l; \quad (2.25)$$

аяққы диаметр D_0 алуды қамтамасыз ететін құбырдың ішкі диаметрін мынадай формуламен анықтайды:

$$d_2 = \sqrt{(D^2 + d^2) - D_0^2}. \quad (2.26)$$

Егер ішкі диаметр d -ны азайтып құбырды жуандатуды екі әрекетпен жасайтын болса, онда $l_1 = l_2 + l_3$, әрі $l_2 \leq l_3$. l_2 және $d_1 \cong \frac{d + d_2}{2}$ мәндерін қолданып бірінші әрекеттен кейінгі ішкі жуандатудың ұзындығын l_4 мынадай формула бойынша табады:

$$l_4 = \frac{D_0^2 - d^2}{d^2 - d_1^2} l_2. \quad (2.27)$$

Жалпы ұзындықты былай анықтайды:

$$l_0 = (l + l_1) K \cdot m, \quad (2.28)$$

мұндағы K – қыздырған кезде металдың отқабыршығын ескеретін коэффициент, $K = 1,03 \div 1,05$; m – сыртқы жуандатудың пішінін ескеретін коэффициент, цилиндрлік жуандату үшін $m = 1$; жуандатудың басқа пішіні үшін $m \leq 1$.

D_0 үлкен болған сайын d_2 кішкентай болады (2.26 формуласы) және $D^2 + d^2 = D_0^2$ болған кезде $d_2 = 0$, яғни екінші әрекет кезінде құбырдың аяққы жағы соқпаланады. Сондықтан көрсетілген есептеуді мынадай шарт орындалғанда қолданады: $d_2 \leq \sqrt{(D^2 + d^2) - D_0^2} \leq 0,5d$ немесе

$$D_0 \leq \sqrt{D^2 + 0,75d^2}. \quad (2.29)$$

Егер (2.29) формуласымен анықталатын құбырды жуандатуымен салыстырғанда үлкен жуандату талап етілсе, онда жинау әрекеттерінде ішкі диаметрдің кішіреюімен бірге сыртқы диаметрдің үлкеюін қарастыру керек. Осындай жағдайда бөлігін шөктіруді үш-төрт әрекеттермен келесі сұлба бойынша жүргізеді: бірінші әрекетте ішкі диаметрді d -ны 25% кішірейтіп, металды құбырдың ішіне қарай шөктіреді; екінші әрекетте d -ны 50 % азайтып металды құбырдың ішіне және сыртына қарай бір мезгілде шөктіреді; үшінші әрекетте құбырдың қабырғасының жуандатылуы тек сыртқа ғана жүреді, ал ішкі диаметр өзгермейді ($0,5d$ болып қалады). Соңғы әрекетте бастапқы диаметрге және берілген сыртқы диаметр D_0 -ге дейін металдың кеңеюін жүргізеді. Осы тәсілмен сыртқы диаметрі $D_0 = (1,5...2,0) D$ және ұзындығы $l = (1...2,5)D$ болатын жуандатуды шөктіруге болады.

Құбыр қабырғасының едәуір жуандатуын бірінші жинау әрекетінде құбырдың сыртқы диаметрін кішкене үлкейтіп, ал ішкісін едәуір кішірейтіп орындайтын технологиялық сұлба бойынша жасауға болады. Келесі әрекеттерде ішкі диаметрді құбыр диаметріне дейін біртіндеп және біркелкі үлкейтеді, ал қабырғаны жуандатуды сыртқы диаметрді үлкейту есебінен жүргізеді.

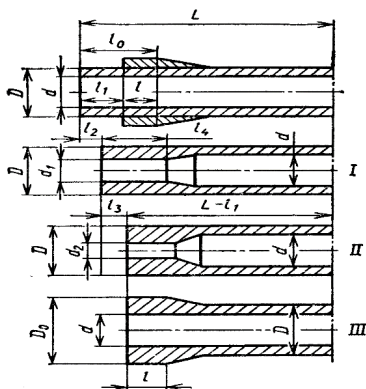
3. *Ішкі диаметрді кішірейтумен, ал сыртқы диаметрді үлкейтумен құбырдың бөлігін шөктіру.* Бірінші әрекетте құбырдың қабырғасын жуандатуды, оның ішкі диаметрін кішірейту арқылы жүргізу ұсынылады. Келесі әрекеттерді орындау үшін 1 және 2 бөлімде келтірілген ұсыныстарды қолданады.

4. *Ернемегі бар соғылмалар.* Қалыптаудың технологиялық үрдісі ернемектің құрама пішінінің ерекшелігімен анықталады және құбырлық дайындамада жуандатуды, оның бөлігін шөктіріпалу бойынша ұсыныстар негізінде жасайды. Сөйтіп диаметрі $D_0 = (2...2,5)D$ тең болатын ернемеке ұзындығы $l = (0,5...1)(D - a)$ тең болатын жуандатуды шөктіріп жасалуы мүмкін. Мұндай ернемекті соғылма 3...4 әрекетпен жасалынады.

КСМ-да құбырдың бөлігін шөктіру үшін қолданылатын қалыпты жобалаған кезде, мыналарды ескеру қажет: құбырды артқы таяныш бойынша белгілеп орналастыру керек;

құралбіліктің ұзындығы $l_{\text{опр}}$ құбырдың шөктіретін бөлігінің ұзындығынан $l_{\text{в}}$ үлкен болуы керек, сотанның центрлейтін бөлімі бөлігін шөктіруді бастауға дейін ұякалыптың бағыттаушысына 10...15 мм кіруі қажет ($a_{\text{н}} = 10...15$ мм, 2.22-сурет); құралбілік 1° еңістікпен жасалуы керек.

II топ соғылмаларын қалыптау. Осы топ соғылмаларын құрастырылған тәсілмен жасайды, яғни КСМ-да қалыптаудан бұрын басқа жабдықта қалыптауға болады (мысалы, тоқпақ, ҚЫҚБ, т.б) немесе керісінше. Дайындаманың өлшемдерін және қалыптаудың әрекеттерін соғылманың жеке элементтері бойынша белгілейді. Жеке элементтер осы немесе басқа технологиялық үрдіске сәйкес келеді.



2.24-сурет. Құбырдың аякқы жағын шөктіру: қалыптаудың I–III әрекеттері

Қалып жылғасын және тетіктерді құрылымдау. Жылғаның есептейтін параметрлерін анықтаған кезде мынадай белгілеулерді қолданады: $D_{\text{н}}$ – сотанның диаметрі; $D_{\text{м}}$ – ұякалыптың қуысының диаметрі; $l_{\text{н}}$ – сотанның ұзындығы; $l_{\text{м}}$ – ұякалыптың қуысының ұзындығы; $l_{\text{р}}$ – жылғаны қысу, қысу және жаншу немесе қысу және көтерілу бөлімдерінің ұзындығы; $l_{\text{з}}$ – қалыптың жабық биіктігі; $d_{\text{г}}$ – таяныштың диаметрі.

Қалып жылғасын және оның элементтерін құрылымдаған кезде, бастапқы мәлімет ретінде қалыптаудың әрекетін есептегенде алынған мәліметтерді қабылдайды, тағы да анықтамалық мәліметтерді қолданады.

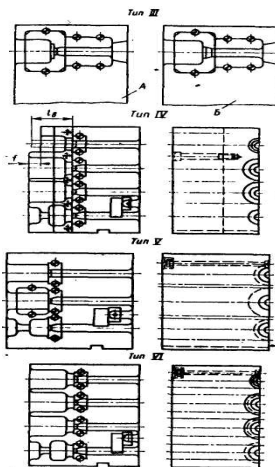
Ұяқалып жиынтығы және ендірмелер. Қалыпты жобалаған кезде I типті ұяқалып жиынтығы құрылымын қолдану мүмкіндігін тексереді (2.10-кесте). Егер барлық ендірмелерді бір жиынтыққа орналастыра алмайтын болса, онда жиынтықтың басқа құрылымын қолданады. II тип азырақ ұтымды болып есептеледі. Өйткені ендірмесі жоқ жылғаның қыспақ бөлімін қолдануды және көрші ендірмелерді жалпы бұрандамен бекітуді талап етеді. Осы қалыпты баптағанда ыңғайсыздықты тудырады. III–VI типтер жиынтықтарының құрылымдары 2.25-суретте көрсетілген.

Ендірмелердің жұмысшы қуыстары өлшемдерін D_M , D'_M , l_M , l'_M , т.б. жылғаларды жобалау ережесі бойынша анықтайды (анықтамаларды қараңыздар).

Ендірмелердің габаритті өлшемдерін мынадай формуламен анықтайды: $D_{BC} = D_M + 2t$, мұндағы t мынадай қабырғалардың рұқсат етілетін ең кіші қалыңдықтарына тең: t_1 – жинау ендірмесінің; t_2 – сыртпішіндеу ендірмесінің; t_3 – сүйемелдеуші ендірменің.

Жаншитын, көтермелейтін және тесетін ендірмелердің рұқсат етілетін ең кіші өлшемдерін анықтама бойынша анықтайды.

Қысатын ендірменің диаметрін жаншитын немесе көтермелейтін ендірмелердің диаметріне тең етіп қабылдау керек. Қысатын ендірменің ұзындығын $l_{3Ж}$ қысатын жылғаның керек ұзындығына байланысты анықтайды.



2.25-сурет. Ендірмесі бар ұяқалып құрылымының варианттары

Ұяқалып жиынтығының өлшемі. Ұяқалып жиынтығының қабырғасының рұқсат етілетін ең кіші қалыңдығы, осы ұяқалыптың ұзындығына L байланысты мынаған тең: $t = 10...15$ мм; $T \geq 15...20$ мм.

Жиынтық биіктігін (H) ендіріме диаметрі және қабырғаның ең кіші рұқсат етілетін қалыңдығының қосынды өлшемдері ретінде анықтайды. Сөйтіп алынған өлшемдерді КСМ-ның қалыптық кеңістік сипаттамасына сәйкес дәлдейді.

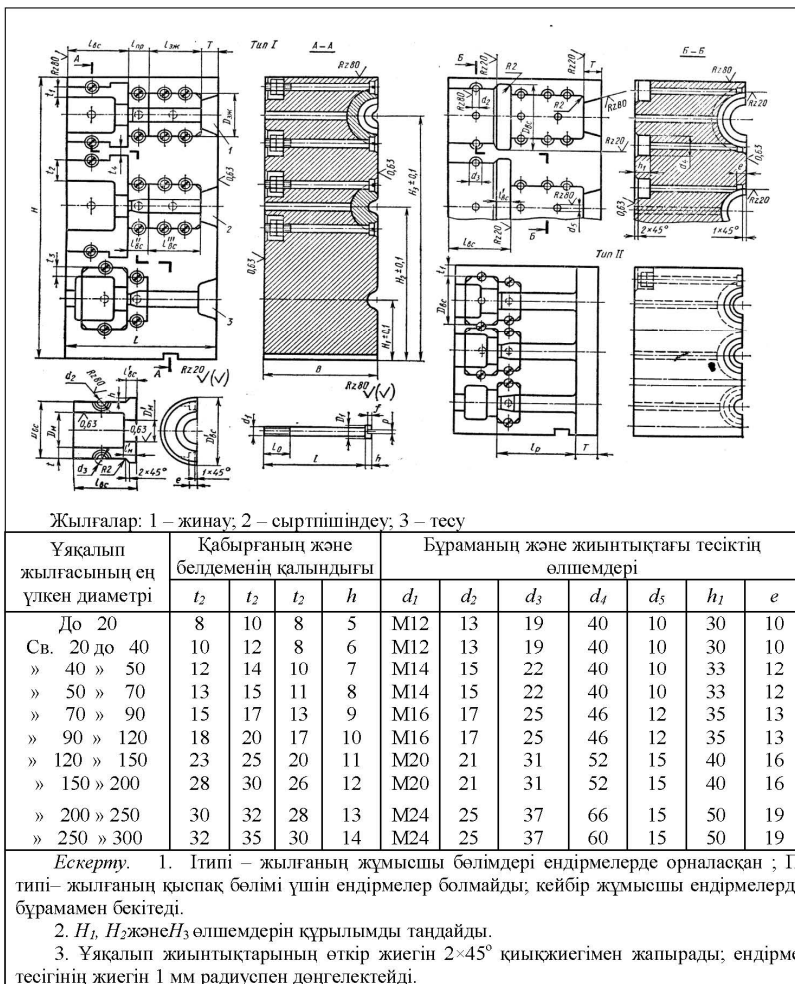
Ұзындық L бойынша жиынтық өлшемдерін, жиынтықтың ұзындық бағытындағы қабырға қалыңдығын ескеріп ендірімелердің қосынды ұзындығы ретінде былай табады: $L = l_{\text{вс}} + l_{\text{пр}} + l_{\text{зж}} + T$ және осыны КСМ-ның қалыптық кеңістігінің өлшемдеріне байланысты дәлдейді.

Қалыңдық B бойынша жиынтық өлшемін, осы қалып арналған КСМ-ның қалыптық кеңістігінің сипаттамасына байланысты анықтайды. Ұяқалып жиынтығындағы тесік өлшемдерін және ендіріменің бекіту бұрамасын кесте бойынша қабылдайды (анықтамаларды қараңыз). Сотан сағаларын анықтамада келтірілген мәліметтерге сәйкес құрылымдайды.

Құрастырылған сотандар. Сыртпішіндеу сотандары. Сотанның диаметрі (немесе соғылманың диаметрі), қобыланатын қуыстың диаметрі және ұзындығына байланысты құрастырылған сыртпішіндеу сотанның үш әртүрлі құрылымы ұсынылады (2.26-сурет).

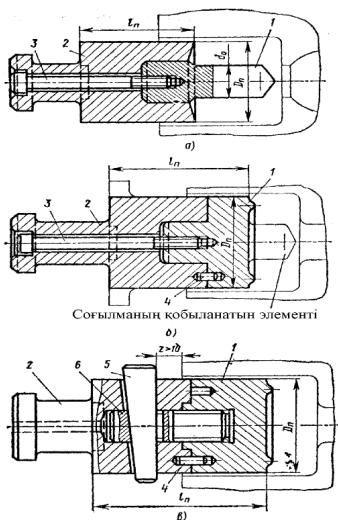
2.10-кесте

Ұяқалып жиынтығының және ендіріменің өлшемдері (мм)

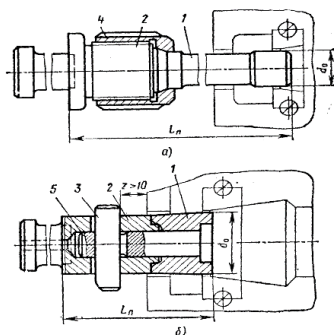


Тескіш сотандар. Сотанның диаметрі (немесе соғылманың диаметрі), қобыланатын қуыстың диаметрі және ұзындығына байланысты құрастырылған тесу сотанының екі әртүрлі құрылымы ұсынылады (2.27-сурет).

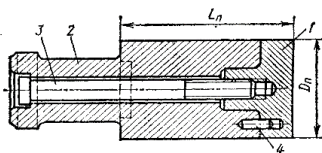
Кесу сотандары. Сотанның (соғылманың) диаметрі $D_n = 80 \dots 160$ мм болған кезде, оның және тетіктерінің өлшемдері, тағы да құрастырылған кесу сотанының құрылымы 2.28-суретте келтірілген.



2.26-сурет. Құрастырылған сыртпішіндейтін сотан
 а – $D_n < 80$ мм болған кезде;
 б – $D_n = 80 \dots 160$ мм болған кезде;
 в – $D_n > 160$ мм болған кезде;
 1 – сотан; 2 – ұстағыш;
 3 – бұрама; 4 – сұққыш; 5 – сына;
 6 – қадалық



2.27-сурет. Құрастырылған тесетін сотан
 а – $d_o \leq 80$ мм болған кезде;
 б – $d_o > 80$ мм болған кезде;
 1 – сотан; 2 – ұстағыш; 3 – сына; 4 – сомын; 5 – қадалақ



2.28-сурет. Құрастырылған қиятын сотан
 ($D_n = 80 \div 160$ мм)
 1 – сотан; 2 – ұстағыш;
 3 – бұрама; 4 – сұққыш

Артқы таяныш. Даналық дайындамадан (шыбықтан) соғылманы жасаған кезде артқы таянышты қолданады. Сырықтың ұзындығына l_c , диаметріне d , қатынас l/d және қалыптаудың әрекеттер санына байланысты мынадай жағдайда артқы таянышты қолданады:

- үштен көп емес жылғада қалыптанатын соғылманың массасы үлкен емес болған кезде қалыпта орналастырады (егер соғылманың немесе шыбықтың сырығы ұяқалып жиынтығының артқы шетіне шықпайтын болса); қатынас $l/d = 2...3$;

- соғылманың немесе шыбықтың сырығы ұяқалып жиынтығының артқы шетіне бірнеше шығатын болса қалыпқа бекітеді;

- машина тұғырына бекітеді (егер соғылманың немесе шыбықтың сырығы машинаның алдыңғы бетінен шығатын болса).

Қалыпты жобалаудың тізбегі. Жоғарыда келтірілген ережелерді және ұсыныстарды қолданып КСМ-ның қалыбын келесі ретпен жобалайды:

- тетік сызбасы және бағдарламалық тапсырма бойынша соғылманың сызбасын және ол қанағаттандыратын техникалық талаптарды жасайды;

- керекті қалыптау күшін анықтайды және қалыптаудың ең үлкен күші және қалыптау кеңістігінің габаритті өлшемдері бойынша КСМ таңдайды;

- орындалған есептеулерге сәйкес қалыптар жылғаларының өлшемдерін табады және оның жеке тетіктері мен элементтерінің құрылымын жасайды, жылғалардың өзара орналасуының ең ұтымдысын, сотанұстағыштардың өлшемдері мен құрылымын таңдайды;

- қалыптың жалпы көрінісін сызады, оның габаритті өлшемі мен биіктігін қояды, тағыда қалыпты бөлшектеу үшін керекті барлық өлшемдер мен талаптарды жазады;

- материалдың таңбасын, қаттылығын, жасауға шақтаманы, беттің кедір-бұдырлығын және қалыптың барлық тетіктері мен элементтерін жасау үшін керекті басқа мәліметтерді көрсетіп қалыпты бөлшектеуді жүргізеді.

Көлденең соғу машинасы қалыптарының жылғаларын қағида бойынша беттің кедір-бұдырлығы 2,5 және 1,25 болатын 4 класс дәлдігімен жасайды. Сыртпішіндеу, сыртпішіндеу-

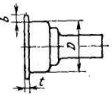
қобылау жылғалары және қобылау жылғаларының тетіктері (сотандар мен ұякалыптар) 1,25 беттік кедір-бұдырлықпен жасалуы қажет. Басқалардағы барлық түзілімдер және қалыптар тетіктері техникалық талаптарға сәйкес жасалуы керек.

2.4. Қалыптаудың керекті күшін анықтау және КСМ таңдау

Ашық қалыпта қалыптау үшін керек КСМ-ның күшін қосинді ыстықтай қалыптау баспағының күшін есептеген кезде қолданылатын формула бойынша анықтайды. Соғылманың шөктіретін бөлігінің диаметрі D -ға байланысты қылаудың енін және қалыңдығын 2.11-кестесінен анықтайды.

2.11-кесте

Көлденең (сакиналы) қылаудың (кенеріктің) өлшемі

	Қылау өлшемі	Соғылманың шөктіретін бөлімінің диаметрі D , мм				
		20 дейін	20 жоғары 50 дейін	50 жоғары 80 дейін	80 жоғары 120 дейін	120 жоғары 160 дейін
	Ені b	5	5...8	5...10	10...12	12...14
	Қалыңдығы	1	1,5	2,5	3	3,5

Жабық сыртпішіндеу және қобылау жылғаларында қалыптаған кезде күшті мынадай формуламен анықтайды:

$$P = \kappa \frac{\pi D^2}{4} \sigma, \quad (2.30)$$

мұндағы D – соғылманың диаметрі; сотанның конусты қуысында бөлігін шөктірген кезде соңғы формуладағы D – қуыстың үлкен диаметрі; σ – қалыптаудың аяғындағы температурадағы беріктік шегі; κ – КСМ-да қалыптаудың түріне байланысты анықталатын коэффициент; жинау әрекеттері үшін $\kappa = 1$.

Тесу және кесу жылғаларында қалыптауға керекті күшті, кесу баспағында күшті анықтағандай есептейді; кескендегі күшті баспақ-қайшыда кескенде күшті анықтау үшін қолданылатын формула бойынша да есептеуге болады. Күш P -ны анықтап тізбе бойынша КСМ-ды таңдайды. Егер қалып кеңістігінің биіктігі, қалыпта керекті жылғалар санын орналастыруға мүмкіндік бермесе, онда тізбеден жақын, бірақ үлкенірек машинаны таңдайды, ал кейбірде келесі машинаны, яғни бір дәрежеден кейін.

Қалыптың биіктігін, әрекеттердің өлшемін, санын және қалып жылғалары арасындағы қабырға қалыңдығын жуықты ескеретін мынадай формуламен анықтауға болады:

$$H = \sum D_{\kappa} + 0,3 \sum (D_{\kappa} + l_{\kappa}) + 10(\kappa + 1), \quad (2.31)$$

мұндағы D_{κ} – әрбір жылғаға сәйкес әрекеттің ең үлкен диаметрі; l_{κ} – әрбір жылғаға сәйкес әрекеттің ұзындығы; κ – әрекеттер саны (кесусіз және кенерусіз).

Алынған мөлшер H -ты рұқсат етілетін ең үлкен биіктікпен салыстырып, КСМ-ның техникалық сипаттамасы бойынша таңдалған машина жоғарыда көрсетілген шартты қанағаттандыратындығын анықтайды.

Пішіні дөңгелек емес соғылма үшін келтірілген диаметрді мынадай формуламен анықтап:

$$D_n = 1,13 \sqrt{F_n},$$

мұндағы F_n – соғылманың жоғары көрінісінің ауданы, қалыптауға керекті күшті осы диаметрді қолданып анықтамадан табады.

3. АЙНАЛМАСОҚҚЫШТА АЙНАЛМАСОҒУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСІ

3.1. Негізгі технологиялық параметрлерді және өткізу санын есептеу

Токпақта немесе қосинді ыстықтай қалыптатын баспақта (ҚЫҚБ) кейінірек қалыптанатын дайындаманы алдымен бойлай айналмасоққан кезде технологиялық үрдісті келесі ретпен жасайды: соғылманың сызбасын жасайды; есептеу дайындамасының қима және диаметрлер эпюрлерін салады; айналмасоғуды қолданудың керектігін анықтайды; айналмасоғып өңделетін дайындаманы жобалайды; бастапқы дайындаманың өлшемдерін анықтайды; өткізу санын анықтайды; айналмасоққыш қалыбының көлденең қимасы пішінін (жылға жүйесін) таңдайды; әрбір өткізуден кейін алынатын айналмасоғылған дайындаманың бойлық және көлденең қимасы өлшемдерін анықтайды; жабдықты таңдайды.

Соғылманың сызбасын жасауды, есептеу дайындамасының диаметрлер эпюрлері мен қима эпюрлерін салуды токпақ немесе баспақ соғылмасының сияқты жасайды. Бірақта, жылжытатын немесе ұзындататын жылғалармен салыстырғанда айналмасоққан кезде пішінделген дайындаманың тұрақты және өте дәл көлденең қимасының өлшемін алатын болғандықтан, қылауға ығыстырылып шығарылатын металдың көлемін азайтуға болады. Осы себептен қылаудың көлденең қимасының ауданын қылау аралықшасының ауданына F_n тең етіп алады. Аудандарды осылай теңеу көлденең қимасының пішіні күрделі емес болатын (тікбұрышты, сопақ) соғылманың бөлімдеріне дұрыс болады. Өйткені осы бөлімдерде қалып жылғасындағы қуыстарды толтыру көбнесе шөктірумен жүреді.

Дайындаманы айналмасоғуда өңдеудің керектігін анықтау үшін 3.1-суретте көрсетілген диаграмманы қолданады. Алынған диаметрлер эпюрі негізінде (3.2-сурет) соғылманың күрделілігін сипаттайтын мынадай параметрлерді есептейді: $\alpha = d_{\max}/d_{\text{ср}}$; $\beta = l_3/d_{\text{ср}}$ және соғылманың массасын G_n . 3.1-суретте көрсетілген диаграмманы және α, β, G_n мөлшерлерін қолданып, соғылманы

қалыптаған кезде сыртпішінді алу үшін айналмасоққышты қолдану керектігін табады. Мысалы, соғылманың массасы $G_n = 0,8$ кг; $\alpha = 1,37$; $\beta = 3,25$ болсын. Онда осы жағдай үшін пішінді дайындаманы алған кезде айналмасоғуды қолдану керектігін диаграммадан шығады (үзілген сызықпен салынған сұлбаны қараңыз).

Есептеу дайындамасының кима эпюрін негізге алып айналмасоғылған дайындаманың кима эпюрін салады (3.2, в-сурет). Осыдан кейін айналмасоққышта жасауға болатын дайындаманы құрылымдайды. Айналмасоққыш қалыптарының жылғасы құрылымын жеңілдету үшін есептеу дайындамасы кима эпюрі қарамының кисық сызықты бөлімдерін түзу сызықты бөліммен ауыстырады (3.2, в-суретіндегі үзілген сызықпен салынған қарам). Ауыстырған кезде есептеу дайындамасы көлемінің сақталу заңын орындайды. Есептеу дайындамасының шеткі бөлімдерін түзу сызықты жасап дайындаманың осіне перпендикулярлы етіп орындайды. Қылау аралығымен айналмасоғылған дайындаманы тістеуді болдырмауы және қалып жылғасына дайындаманы қою ыңғайлы болуы үшін айналмасоғу есептеу дайындамасының шеткі бөлімдерінің ұзындығын қысқартады, ал аралық бөлімдердің ұзындығын өзгертпейді. Айналмасоғылатын дайындаманың жеке бөлімдерінің аралықтарына бұрыштары $\alpha = 45 \dots 60^\circ$ және жұмырлану радиустары $R = 5 \dots 20$ мм болатын l_1 және l_2 өтпелі бөлімдерін қарастырады. Осы өтпелі бөлімдер бөлімдерде қыспақты болдырмас үшін қажет. Ылғида дайындаманың шеткі бөлімдерінің біреуінде айналмасоққан кезде дайындаманы қысқашпен қысып ұстау үшін керекті бөлімді қарастырады (ұзындығы диаметрдің жартысынан кіші емес бастиек). Осындай бөлім ретінде көп жағдайда соғылманың өзінде бар бастиектің біреуін қолдануға болады. Осындай мүмкіндік жоқ болса, дайындамада қыспақ-бастиекті қарастыру қажет. Бірақта қыспақ-бастиекту қолдану металдың шығынын көбейтеді.

тең болады). Ары қарай дөңгелек дайындама үшін диаметрді, ал квадратты дайындама үшін қабырғаны былай есептейді:
 $d = 1,13\sqrt{S'}$; $C = 1,13\sqrt{S'}$. Түржиын бойынша көлденең қимасы S_{32} болатын өлшемі есептелген дайындамаға жақын бастапқы дайындаманы таңдайды. Содан кейін қыздырылған күйдегі бастапқы дайындаманың көлемі мен ұзындығын есептейді. Бастапқы дайындаманың ұзындығын анықтау үшін айналмасоғылған дайындаманың қима эпюрі бойынша қылауы бар соғылма көлемін былай анықтайды: $V'_{32} = V_3$. Осыдан кейін отқабыршықты ескеретін дайындама көлемін былай есептейді:

$$V_{32} = V'_{32} (100 + \delta) / 100 ,$$

мұндағы δ – металдың отқабыршығы, %.

Осы есептеулерді орындағаннан кейін дайындама ұзындығын мынадай формуламен табады: $l_{32} = V_{32} / S_{32}$.

Бастапқы дайындаманың өлшемін анықтағаннан кейін айналмасоғылатын дайындаманы алу үшін керекті өткізу санын табады. Осы өткізу саны жалпы ең үлкен кермелеу коэффициентінен былай тәуелді болады (3.2, в-сурет):

$$\lambda_{обц. max} = S_3 / S_{min} . \quad (3.1)$$

Егер айналмасоғу бірнеше өткізумен жүргізілсе, онда $\lambda_{обц. max}$ жеке өткізудің кермелеу коэффициентінің көбейтіндісі түрінде анықталады, яғни $\lambda_{обц. max} = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_n$, мұндағы $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_n$ – бірінші, екінші, т.б. өткізулердің кермелеу коэффициенті. Сонымен, әрбір өткізуде кермелеу коэффициентін былай анықтайды:

$$\lambda_{обц. max} = S_3 / S_1 ; \lambda_{обц. max} = S_1 / S_2 ; \lambda_{обц. max} = S_{n-1} / S_n , \quad (3.2)$$

мұндағы $S_1, S_2, \dots, S_n$ – бірінші, екінші, т.б. өткізуден кейінгі дайындаманың көлденең қимасының ауданы.

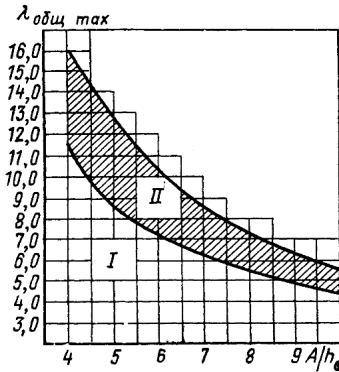
Әрбір өткізуден кейінгі кермелеу коэффициенті біліктердің центрлері арасындағы арақашықтықпен (А) бастапқы

дайындаманың биіктігі (h_o) арасындағы қатынастан ($h_o = d = 1,13\sqrt{S_{32}}$ – дөңгелек қима үшін және $h_o = C = \sqrt{S_{32}}$ – квадратты қима үшін) және тағы да айналмасоғуға дейінгі $a_o = b_o/h_o$ және кейінгі $a_l = b_l/h_l$ дайындаманың көлденең қимасының осьтері арасындағы қатынастан тәуелді болады, мұндағы h_o , h_l , b_o , b_l – айналмасоққанға дейінгі және кейінгі дайындаманың сәйкес биіктігі мен ені.

Егер бірінші өткізуден кейінгі a_l мөлшері берілген кермелеу коэффициентін $\lambda_{обц. max}$ алу үшін керек $[a]$ мөлшерінен кіші болса, яғни $a_l \leq [a]$, онда айналмасоғуды бір өткізумен іске асыруға болады. Шақтамалы мәнді ($[a]$) келесі формуламен анықтайды: $[a] = b_{ov}^2 \varphi / S_{n.ov}$, мұндағы b_{ov} – айналмасоққаннан кейінгі дайындаманың көлденең қимасының ені; $S_{n.ov}$ – айналмасоққаннан кейінгі дайындаманың көлденең қимасының ауданы; φ – айналмасоғылған дайындаманың көлденең қимасының сыртпішінін ескеретін коэффициент. Соңғы жазылған φ коэффициентін мынадай формуламен анықтауға болады:

$$\varphi = \frac{(b_{ov} + \sqrt{b_{ov}^2 - 0,215 \cdot S_{n.ov}})}{2b_{ov}}. \quad (3.3)$$

Егер $a_l > [a]$ болса, онда айналмасоғуды екі немесе үш жұмысшы жүріспен жүргізу қажет. Осындай жағдайда керекті өткізу санын 3.3-суретінде келтірілген график бойынша анықтайды. Осы графикте екі немесе үш жылғалы айналмасоғуды қолдану аймағы $\lambda_{обц. max}$ және A/h_o қатынастарына байланысты берілген.



3.3-сурет. Өткізу санын анықтайтын график

I – екі өткізумен айналасозатын аймақ; II – үш өткізумен айналасозатын аймақ

Жоғарыда келтірілген бір өткізумен айналасоғуға болатындығын дәлелдейтін формулаларды пайдалану үшін айналасоққаннан кейінгі дайындаманың енін b_{ov} және көлденең қимасының ауданын $S_{n.ov}$ білу қажет. Өз кезегінде осы мөлшерлер айналасоққыш жылғасының қолданылатын пішіннен тәуелді болады. Қағида бойынша, бір жылғалы айналасоғуды дөңгелек-жазық сопақ сұлбасы бойынша орындайды (3.4,а-сурет).

Осындай жағдайда айналасоққыш дайындаманың көлденең қимасының өлшемін (3.5,з-сурет) былай анықтайды:

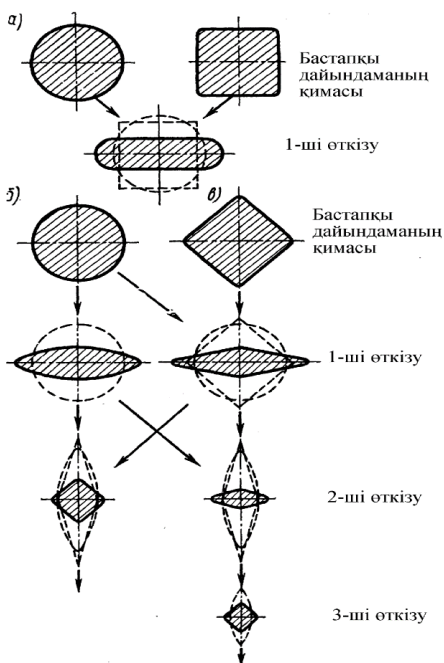
$$h_{ov} = \sqrt{S_{n.ov}/a_n - 0,215}; \quad b_{ov} = a_n h_{ov}; \quad r_{ov} = h_{ov}/2, \quad (3.4)$$

мұндағы $h_{n.ov}$, $b_{n.ov}$, $r_{n.ov}$ – жазық сопақ мөлшерлегіштің сәйкес биіктігі, ені және радиусы.

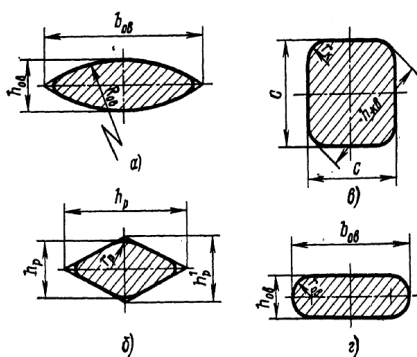
Айналасоққаннан кейінгі дайындаманың осьтер қатынасын (a_n) 3.6-суретінде келтірілген номограмма бойынша анықтайды. Осы a_n мөлшерін берілген кермелеу коэффициентін ($\lambda_{обц.max}$) пайдаланып A/h_o қатынасына байланысты анықтайды.

Екі жылғалы айналасоғуды бірінші өткізуде дөңгелек – сопақ немесе квадрат – ромб жүйесі бойынша орындайды (3.4,б-сурет).

Екінші өткізуде айналасоғуды сопақ (ромб) – квадрат жүйесі бойынша орындаған дұрыс болады. Өйткені айтылған жүйе сопақ (ромб) – дөңгелек жүйесімен салыстырғанда айналасоққан кездегі дайындаманың ең жақсы орнықтылығын және қалып жылғасына дайындаманы жақсы қоюды қамтамасыз етеді.



3.4-сурет. Бір (а), екі (б) және үш (в) өткізумен айналмасоққанан кейінгі бастапқы және сыртпішінделген дайындаманың көлденең қимасы



3.5-сурет. Айналмасоғылған дайындаманың көлденең қимасының негізгі өлшемдері

Үш жылғамен айналмасоққан жағдайда (3.4,в-сурет) бірінші өткізуде дайындаманы сыртпішіндеуді екі жылғалы айналмасоғуда қолданған жылға жүйесі сияқты жүйені

қолданып орындайды, яғни сопаққа немесе ромбыға. Екінші өткізуде айналмасоғуды сопақ (ромб) – ромб жүйесі бойынша жүргізеді. Сопақ қиманы осы өткізуде қолдану керек емес. Өйткені ол айналмасоққан кезде дайындаманың орнықтылығын қаматамасыз етпейді. Үшінші өткізуде айналмасоғуды квадратқа орындайды.

Сопақты және ромбылы қиманың сызықты өлшемдерін келесі формулалар бойынша анықтайды:

- сопақты қима болған кезде мынадай формулаларды қолданады (3.5,а-сурет):

$$h_{ov} = \sqrt{S_{ov}/ag}; R_{ov} = (a_{ov}^2 + 1)h_{ov} / 4; b_{ov} = a_{ov}h_{ov}; r_{kp} = 0,1b_{ov}, \quad (3.5)$$

мұндағы h_{ov} , b_{ov} , R_{ov} , r_{ov} – сопақ мөлшерлегіштің биіктігі, ені, радиусы және жиегінің дөңгелектену радиусы; S_{ov} – сопақ мөлшерлегіштің көлденең қимасының ауданы;

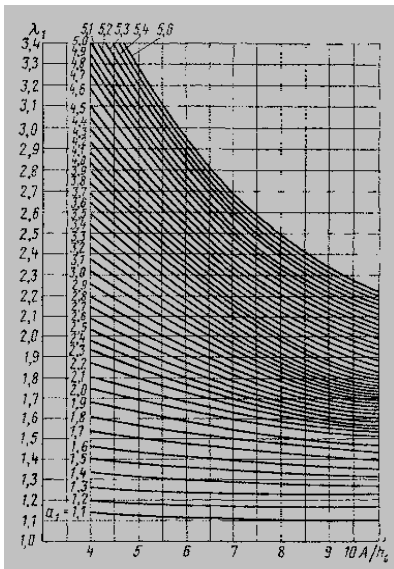
- ромбылы қима болған кезде мынадай формулаларды қолданады (3.5,б-сурет):

$$h'_p = \sqrt{2S/a_1}; h_p = h'_p [1 - 0,2(\sqrt{1 + a_1^2} - a)]; b_p = a_1 h'_p; r_p = 0,1a^2 h'_p, \quad (3.6)$$

мұндағы q – 3.7-суреттегі график бойынша a_1 байланысты анықтайтын коэффициент. Осы коэффициентті мынадай формула бойынша да табуға болады:

$$q = \sqrt{0,0315a_{ov}^2 - 0,06a_{ov} + 0,045} - 0,1278a_{ov} + 0,8325, \quad (3.7)$$

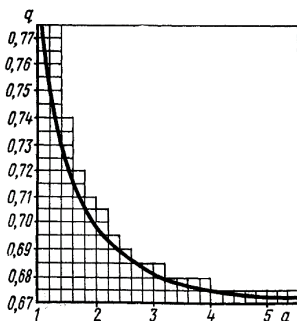
мұндағы a_{ov} – номограмма бойынша анықталатын сопақ мөлшерлегіш осьтерінің қатынасы (төмен жақты қараңыз).



3.6-сурет. Екі жылғамен айналмасоққан кезде бірінші өткізуде кермелеу коэффициентін анықтауға қолданылатын номограмма

Айналмасоққан кезде екінші өткізуде дайындаманың қимасын квадратты етіп алған дұрыс болады. Өйткені осындай қима айналмасоғу процесінде дайындаманың жеткілікті орнықтылығын қамтамасыз етеді, тағы да тоқпақ пен баспақ жылғасына айналмасоғылған дайындаманы жақсы қоюға мүмкіндік береді. Квадратты дайындаманың өлшемін (3.5-сурет), өзінің көлденең қимасының ауданына байланысты келесі формулалар бойынша анықтайды:

$$C = 1,02\sqrt{S}; r_k = 0,22C; h_{кв} = 1,414C - 0,828r_k. \quad (3.9)$$



3.7-сурет. q коэффициентін анықтау үшін қолданылатын график

Екі жылғалы айналмасоғудың екінші өткізуінде алынатын сопақ көлденең қиманың өлшемдерін есептеу келесі жолмен жүргізіледі. Бастапқы дайындаманың белгілі көлденең қимасының ауданы (S_3) және айналмасоғылған дайындаманың әр жердегі көлденең қимасының аудандары (S_k) бойынша (қаралып жатқан жағдай үшін квадрат) осы әр жер қималары үшін кермелеу коэффициентін $\lambda_{обш.} = S_3 / S_k$ есептейді. Номограмма бойынша (3.8-сурет) осы коэффициенттің және A/h_o қатынасының мөлшеріне байланысты аралық сопақ қиманың осьтер қатынасын a_1 табады. Ары қарай табылған a_1 мәні және A/h_o қатынасы бойынша номограмманы пайдаланып (3.6-сурет) бірінші өткізуде дайындаманы айналмасоққан кездегі λ_1 кермелеу коэффициентін анықтайды. Бастапқы дайындаманың белгілі көлденең қимасы (S_3) және кермелеу коэффициентінің мәні бойынша аралық сопақ көлденең қиманың әрбір жердегі қимасына ауданды (S_1 -ді) жеке анықтайды. Осы аудандар бірінші өткізуден кейін әр жердегі қималарда алынады, яғни $S_1 = S_3 / \lambda_1$. Екінші өткізуде айналмасоғылатын дайындаманың әрбір жердегі қимасында кермелеу коэффициенті мынаған тең:

$$\lambda_1 = S_1 / S_k \text{ немесе } \lambda_2 = \lambda_{обш.} / \lambda_1 . \quad (3.9)$$

Екінші өткізуден кейін дайындаманың көлденең қимасының ауданы мынаған тең болады:

$$S_2 = S_3 / \lambda_1 \cdot \lambda_2 . \quad (3.10)$$

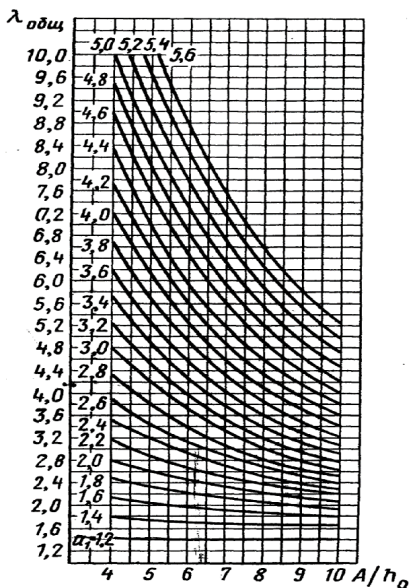
Айналмасоғылған дайындаманың жеке бөлімдерінің бойлық өлшемдерін айналмасоғылған дайындаманың қимасы эпюрінің сәйкес бөлімдеріне тең етіп қабылдайды, ал аралық өткізудің жеке бөлімдерінің бойлық өлшемдерін ($l_{yч}$) мынадай байланыспен табады:

$$l_{yч} = V_{yч} / S_{yч} , \quad (3.11)$$

мұндағы $V_{yч}$ – дайындаманың жеке бөлімдерінің көлемі (осы көлем айналмасоғылған дайындаманың қима эпюрі бойынша

саналады); $S_{уч}$ – дайындаманың осы бөлімдегі көлденең қималарының ауданы.

Егер айналмасоғылған дайындаманың қима эпюрінің жеке l_1, l_2, l_3 бөлімдерінің көлденең қимасының ауданы $S_{уч}$ өзгертін болса, онда оны бөлімнің ең үлкен және ең кіші көлденең қимасы ауданының жартылай қосындысы ретінде есептеу қажет.

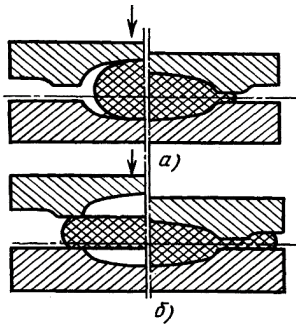


3.8-сурет. Екі жылғамен айналмасоққан кезде сопақ қиманың осьтер қатынасын анықтау үшін керекті номограмма

Айналмасоғудың технологиялық үрдісін санаған кезде мынадай талап қойылады: айналмасоғылған дайындаманың сыртпішіні, оны кейінірек ҚЫҚБ-да немесе тоқпақта қалыптағанда металдың деформациясы шөктіру жолымен (сығымдаумен емес) жүруі қажет. Ол үшін пішінделген дайындаманың көлденең қимасының ені b_3 қалып қуысының енінен b_{II} асып кетпеуі қажет, яғни $b_3 < b_{II}$. Ондай болмаса қылауға металдың шығыны үлкейеді, қалып төзімділігі азаяды және қалыптау күші үлкейеді (3.9-сурет).

Пішінделген дайындаманы алу үшін көлденең-сына айналмасоғуының (КСА) технологиялық үрдісін жасаудың реті алтыншы кезеңге дейін бойлық айналмасоғудың технологиялық үрдісін жасаудың кезеңдерімен дәл сәйкес келеді. Ары қарай айналмасоғудың күштік параметрлерін есептеуді жүргізеді, жабдықты таңдайды және құрал-сайманды жобалайды.

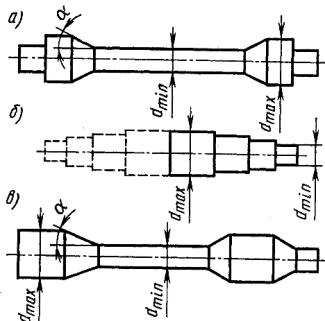
Соғылма сызбасын жасауды, есептеу дайындамасының диаметрлер эпюрлерін және қима эпюрлерін салуды, КСА-ны қолдану керектігін табуды жоғарыда жазылған бойлық айналмасоғудыкі сияқты жүргізеді. Тек, КСА-ны қолдану кейінірек айналмасоғылған дайындаманы жабық қалыпта қалыптауға мүмкіндік беретінін ескеру қажет. Осындай жағдайда, мақсатқа сәйкес келетін айналмасоғуды қолдануды арнайы техника-экономикалық есептеумен анықтайды.



3.9-сурет. Қалып қуысын толтырудың сұлбасы

Айналмасоғу дайындамасын құрылымдауды диаметрлер эпюрлері бойынша осы дайындама жататын топты анықтаудан бастайды (3.10-сурет). Ұзындығы бойынша симметриялы дайындамаларды даналап айналмасоғады. Баспалдағы монотонды орналасқан симметриялы емес дайындамаларды тек жұптап айналмасоғады (3.10,б-суретінде үзілген сызықпен көрсетілген). Ұзындығы бойынша симметриялы емес баспалдағы еркін орналасқан дайындамаларды мүмкіндігінше жұптап (егер ұзындығы мүмкіндік берсе) айналмасоғу қажет (3.10,в-сурет). 3.10,б-суретінде көрсетілген дайындамаларды айналмасоғу процесінде қисаю және бұралу себептерінен даналап айналмасоғу мүмкін емес. Осы топтың бұйымдарын,

сүйретілмеден пайда болатын шеткі шығындардан азайту мақсатымен баспалдақтары бойынша кіші диаметрмен түйістірген дұрыс. Бірақта осы сапалы құрал-сайманды жасауды күрделендірмеуі қажет. Ары қарай диаметр эпюріне сәйкес дөңгелек көлденең қимасы бар айналмасоғу дайындамасының пішінін сызады. Осылай алынған дайындаманың өлшемі номиналды болады. Ары қарай әдіп, шақтама және кенермені белгілейді және айналмасоғу дайындамасының сызбасын біржолата дайындайды. Осы сызба сына құрал-сайманының пішінін анықтайды.



3.10-сурет. Көлденең-сына айналмасоғуымен алынатын дайындамаларды ерекше түрлері
а – ұзындығы бойынша симметриялы; б – баспалдағы монотонды орналасқан, ұзындығы бойынша симметриялы емес; в – баспалдағы еркін орналасқан (монотонды емес), ұзындығы бойынша симметриялы емес

Кейінірек жонып өндеуге немесе ажарлауға КСА дайындамасының технологиялық үрдісін жасау тікелей айналмасоғу дайындамасын құрылымдаудан басталады. Сонда соғылманы даналап немесе жұптап айналмасоғып алудың мүмкіндігін тетіктің сызбасы бойынша анықтайды, ал әдіп, шақтама және кенермені номиналды өлшемге сәйкес белгілейді. Осындай жағдайда айналмасоғу дайындамасының сызбасын жобалағаннан кейін ыстық дайындаманың сызбасын құрастыру қажет. Ыстық дайындама сызбасын құрал-сайманның пішінін жобалағанда қолданады.

КСА-да алынған дайындаманың диаметрлі өлшемдеріне шақтаманы бастапқы дайындама диаметрінің 1,5 %, ал бойлық өлшем бойынша шақтаманы айналмасоғылатын баспалдақ ұзындығының 0,5 %-на тең етіп қабылдайды. Егер дайындама жонып өндеу үшін айналмасоғылатын болса, онда диаметрге әдіпті 1...3 мм тең етіп, ал егер кейін ажарлау орындалатын болса, әдіпті

0,5...0,8 мм-ге үлкен етіп қабылдайды. Бұйымның баспалдағының бойлық өлшемдеріне әдіп осы бұйымның ұзындығының 2...2,5 %-ын құрайды. Құрал-сайманның шыдамдылығын және дайындаманың сапасын жоғарылату үшін баспалдақтың бүйірлік беттерін тік оське 2...3° бұрышпен конусты етіп орындау қажет, ал ауысу орындарын 5 мм радиуспен дөңгелектеген дұрыс.

Бастапқы дайындаманың диаметрі айналмасоғылған дайындаманың ең үлкен диаметрмен анықталады. Түржиын бойынша көлденең қимасының ауданы S_3 болатын, ал өлшемі есептелген дайындамаға ең жақын бастапқы дайындаманы таңдайды. Осыдан соң бастапқы дайындаманың ұзындығын былай есептейді:

$$l_o = V_o / S_3 . \quad (3.12)$$

Мұндағы бастапқы дайындаманың көлемі V_o мынадай формуламен анықталады:

$$V_o = \delta \cdot V_{вз} + V_k .$$

Айналмасоғылған дайындаманың көлемі $V_{вз}$ сызба бойынша анықталады, ал дайындаманың шеткі жақ шығының көлемі былай есептеледі:

$$V_k = 0,6(d_{k1}^2 + d_{k2}^2) \quad (3.13)$$

мұндағы d_{k1} және d_{k2} — дайындаманың шеткі жақтарының диаметрі.

Технологиялық үрдісті жасаудың соңғы кезеңі болып айналмасоққан кезде металды деформациялау процесінің күштік параметрін есептеу және керекті өлшемі мен қуаты бар жабдықты таңдау саналады.

Айналма соғудың күші айналма соғудың дәлдігіне едәуір әсер етеді, өйткені күш үлкейген сайын біліктің серіппелі деформациясы үлкейеді. Демек, айналмасоққыш біліктерінің арасындағы арақашықтық және айналмасоғылатын дайындаманың көлденең қимасының биіктігі өзгереді. Айналмасоққыштың номиналды күшінің жоғарылауы оның тез тозуына және сынуына алып келеді.

Айналма соғудың күші мынадай формуламен анықталады:

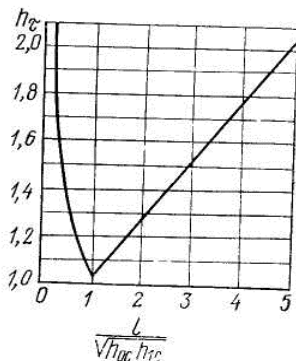
$$P = p \cdot b_{cp} \sqrt{R_p \Delta h}, \text{ МН} \quad (3.14)$$

мұндағы $b_{cp}, R_p, \Delta h$ – деформация ошағының (біліктегі жолақтың) орташа ені, біліктің жұмысшы радиусы, білікке кірген және шыққан дайындаманың биіктігінің айырмасы (сәйкес жазылған), м (мм); p – айналмасоғудың орташа меншікті күші, Н/мм².

Айналмасоғудың орташа меншікті күші мынадай формуламен анықталады:

$$p = n_{\sigma} \cdot n_v \cdot n_{\tau} \cdot \sigma_s,$$

мұндағы n_{σ} – айналмасоққан кезде еттің біркелкі емес болуын ескеретін коэффициент (анықтамада берілген мәліметтер бойынша n_{σ} -ны 1,08 тең етіп қабылдауға болады); n_v – деформация жылдамдығы әсерін ескеретін коэффициент (С. И. Губкин берген мәліметтер бойынша айналмасоғудың температуралары мен жылдамдықтары үшін осы коэффициент мынаған тең: $n_v=2,5 \dots 3,5$. Үлкен мәнді құрылымдық қоспаланған болаттар үшін, ал кіші мәнді көміртекті болаттар үшін қолдану қажет); n_{τ} – қалып-металл жанасу бетіндегі үйкелістің және қатты шет жақтардың әсерін ескеретін коэффициент (сәйкес жолақтың деформация ошағы өлшемдері қатынастарына байланысты 3.11-суреттегі график бойынша анықтауға болады); σ_s – айналмасоғу температурасында материалдың ағым шегі.



3.11-сурет. n_{τ} коэффициентін анықтауға қолданылатын график

Айналмасоққан кезде екі білікке берілетін бұрау моментін келесі формуламен табады:

$$M = Pu(1 + 1/\eta), \quad MN \cdot m, \quad (3.15)$$

мұндағы u – айналмасоққан кезде P күшінің иіні, м (мм). Осы иінді мынадай формуламен табуға болады:
 $u = (0,4 - 0,6) \sqrt{R_p \Delta h}; \eta$ – тісті берілістің пайдалы әсер коэффициенті.

3.2. Айналмасоққыштың қалыбы. Орындаушы өлшемдерді есептеу

Жиі бойлық қалыптау үшін жасалған қалыпты бабына жеткізу керек болады. Осы, бабына жеткізу кезінде пайда болатын шығынды азайту мақсатымен қалыпты жобалауға кірісер алдында, алдыңғы тарауда баяндалған әдістемені қолданып өлшемдері есептелген ақырғы дайындамаға сәйкес келетін дайындаманы металл кесетін білдекте жасап алу ұсынылады. Егер кейінірек ҚЫҚБ-да немесе тоқпақта дөңгелек қималы дайындаманы қалыптау мүмкін болса, онда айналмасоғылған дайындаманың квадратты және жазық сопақты қималарын дөңгелек қимамен ауыстыруға болады. Алынған дайындаманы тоқпақта немесе баспақта қалыптап көріп, оның өлшемдерін тексереді және айналмасоғылған дайындаманың өлшемдерін біржолата табады. Осыдан кейін айналмасоққыш қалыбын есептеуге және жобалауға кіріседі.

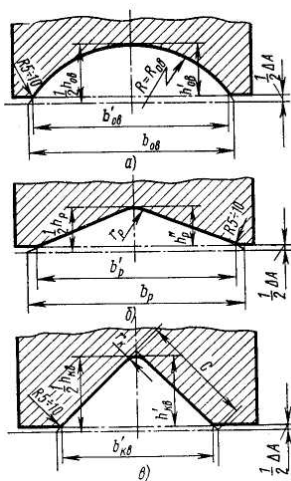
Қалыпты есептеген кезде мыналарды анықтайды: әрбір өткізу үшін жылғаның көлденең қимасының өлшемдерін; жылғаның жеке бөлімдерінің ұзындықтарын және жалпы ұзындықты; жылғаның жеке бөлімдерінің центрлік бұрыштарын; жылғаның жұмысшы бөлімінің қосынды бұрышын және айналмасоғу қалыбының жалпы бұрышын; жылғаның бойлық пішінін; қалыптың құрылымын және білікті бекіту тәсілін; технологиялық қарпығыш өлшемдерін; технологиялық әбзелдің құрылымын.

Айналмасоғу білігінің серіппелену себебінен жылға биіктігі өлшемдері үлкейеді. Осы себептен айналмасоғудың әрбір жылғасының биіктігін реттеу қиын болады. Сондықтан жылғаның биіктік бойынша өлшемдерін біліктің серіппелену мөлшеріне (яғни ΔA -ға) азайтып жасайды. Серіппелену мөлшерін (ΔA -ны) тәжірибе жолымен анықтайды.

Сопақ, ромбылық және квадратты жылғалардың ой тереңдігін (3.12-сурет) мынадай формуламен анықтауға болады:

$$h_p = 1/2(h - \Delta A), \quad (3.16)$$

мұндағы h_p – жылға ойының тереңдігі; h – айналмасоғылған дайындаманың сәйкес қимасының биіктігі. Жылғаның әрбір жерінің көлденең қимасын жеке есептейді.



3.12-сурет. Жылғалардың көлденең қималары
а – сопақ жылғаның; б – ромбылық жылғаның; в – квадратты жылғаның

Біліктің серіппеленуі ΔA , яғни айналмасоғудың ось аралық арақашықтығының үлкеюі, айналмасоққыш құрылымынан, кернегіш күштің мөлшерінен тәуелді болады. Ең үлкен серіппелену консольды айналмасоққыштың тірегінен ең үлкен арақашықтықта орналасқан жылғада байқалады. Әртүрлі құрылымы бар айналмасоққыштар үшін серіппелену мөлшерін тәжірибемен анықтауға болады. С-162 консольды айналмасоққышында дөңгелек-сопақ-квадрат жүйесін қолданып

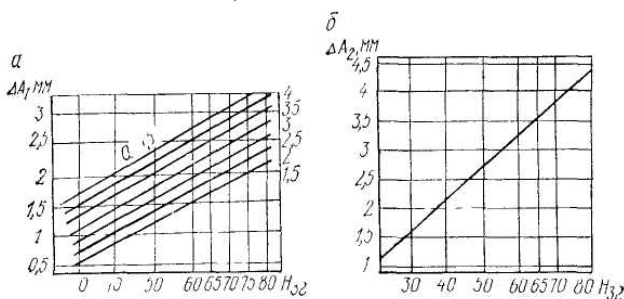
екі әрекетпен айналмасоққан кезде бастапқы дайындаманың қабырғасына байланысты пайда болатын серіппеленуді 3.13-суретте келтірілген номограммадан табуға болады. Осы мәліметтерді басқа консольды айналмасоққыштар үшін қолдануға болады. Өйткені айналмасоққыштардың қатандығы жуықты түрде бірдей.

3.13,*а*-суретінде квадратты қабырғасы бар (H_{32}) дайындаманы сопақ мөлшерлегіште сопақ қиманың әртүрлі осьтер қатынастарына ($a=b/h$) өндегенде серіппеленудің квадратты қабырғадан тәуелділігі келтірілген, ал 3.13,*б*-суретінде квадратты қабырғасы бар (H_{32}) бастапқы дайындаманы екінші (квадратты) мөлшерлегіште өндегенде серіппеленудің ΔA қабырғадан тәуелділігі келтірілген.

C162A және C133A айналмасоққышында дайындаманы айналмасоққан кезде серіппеленудің күштен тәуелділігін келесі формуланы қолданып анықтауға болады:

$$\Delta A = K(284 - x)P/100 + \psi, \quad (3.17)$$

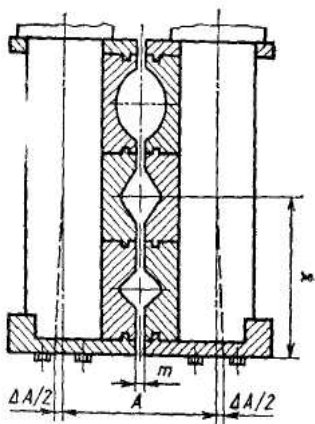
мұндағы x – біліктің бүйірінен металл деформацияланатын айналмасоққыш қалыбына дейінгі арақашықтық (3.14-сурет); P – айналмасоққан кезде пайда болатын күш; K – түзету коэффициенті (бірінші мөлшерлегіш үшін 0,4; екінші мөлшерлегіш үшін 0,35; үшінші мөлшерлегіш үшін 0,3); ψ – айналмасоққыштың қатандығын ескеретін коэффициент (тәжірибемен анықталады).



3.13-сурет. Айналмасоққан кезде серіппеленуді анықтауға керекті номограмма

a – сопақ жылғада; *б* – квадратты жылғада

3.12-суретіндегі жылғаның тереңдігін келесі формулалар бойынша анықтайды: сопақ жылғаның $h_p = h_{ов}$ немесе $h'_{ов,1,2,...,n} = (h_{1,2,...,n} - \Delta A_1) / 2$; ромбылық жылғаның $h_p = h'_p$; квадратты жылғаның $h_p = h'_{кв}$ немесе $h'_{к,1,2,...,n} = 1,41C_{1,2,...,n} - 0,82r_{1,2,...,n} - \Delta A_2 / 2$. Сопақ жылғаның енін $b'_{ов}$ белгілі жылға тереңдігін $h'_{ов}$ және радиусты R пайдаланып анықтайды. Радиусты R сопақ жылғаның сәйкес қимасы радиустарына ($R_{ов}$) тең етіп қабылдайды. Ромбылық (3.12,б-сурет) және квадратты (3.12,в-сурет) жылғалардың енін келесі сәйкес формулармен анықтайды: $b'_p = a(h'_p - \Delta A)$; $b'_{кв} = (C\sqrt{2} - \Delta A)$. Айналасокқан кезде металды қысып тастаудан сақтау үшін жылғаның жиегін $R = 5 \div 10$ мм радиусымен дөңгелектейді.



3.14-сурет. Айналасокқан кезде біліктің осьтері арасындағы арақашықтықтың өзгеруі

Айналасокқыш қалыбының жылғаларының ұзындығын және центрлік бұрыштарын анықтаған кезде озу құбылысын ескеру қажет. Озу құбылысының себебінен айналасоғылған дайындаманың ұзындығы сәйкес жылға ұзындығынан көп болады. Сондықтан айналасоғу дайындамасының ұзындығымен салыстырғанда озу мөлшерінің ұзындығына доға бойынша жылға ұзындығы кіші болуы қажет.

Озу мөлшері жылғадан шыққан жердегі дайындаманың жылдамдығымен v_3 біліктің шеңберлік жылдамдығы v_6 арасындағы айырмамен былай анықталады:

$$S_h = \frac{v_3 - v_6}{v_6} \cdot 100\% . \quad (3.18)$$

Сопақ және квадратты мөлшерлегіште айналмасоққан кезде озуды S_h анықтамаларда келтірілген формулалар бойынша немесе 3.15-суретіндегі номограмма бойынша табуға болады. Осы номограмманы қолданғанда әрбір қимадағы A/h_{3c} қатынасын және сопақ мөлшерлегіштің осьтер қатынастарын $a_{1,2,...,n}$ пайдаланып бірінші дөңгелек-сопақ мөлшерлегіші үшін 3.15, а-суретін, ал екінші сопақ-квадрат өтпесі үшін 3.15, б-суретін пайдаланады. Өзгермелі қимасы бар бөлімдерде (мысалы, конусты сырық) озуды анықтау үшін a қатынасының орташа мәнін (a_{cp}) пайдалану қажет. Осы a_{cp} қатынасын мынадай формуламен табады:

$$a_{cp} = \frac{1}{2} [b_{\max} - b_{\min}] : \frac{1}{2} [h_{\max} - h_{\min}] = \frac{b_{cp}}{h_{cp}} .$$

Өтпелі бөлімдерде (бас жақтан сырық жаққа және керісінше өтетін жерлерде) озу ескерілмейді.

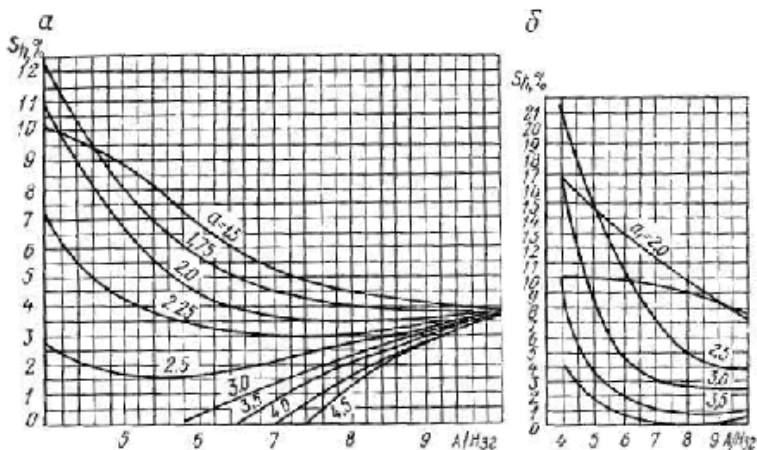
Озу дайындаманың сәйкес бөлімдері және қалып-сектордың жылғасы ұзындықтарында мынадай айырманы тудырады:

$$S_h = \frac{l_3 - l_p}{l_p}, \text{ осыдан } l_p = \frac{l_3}{1 + S_h} \text{ немесе}$$

$$l'_{k(yч)} = \frac{l'_{yч}}{100 + S_{h_1}} \cdot 100, \quad l'_{k(yч)} = \frac{l'_{yч}}{100 + S_{h_2}} \cdot 100, \quad (3.19)$$

мұндағы l_3 және $l'_{yч}$ – айналмасоғылған дайындаманың жылғадан шығатын бөлімдерінің ұзындығы; S_{h_1} және S_{h_2} –

бірінші және екінші мөлшерлегіштегі озу; l_p – сектор-қалып доғасы бойынша жылға бөлімдерінің ұзындығы.



3.15-сурет. Айналмасоққан кезде озуды анықтайтын номограмма

Сектор-қалып жылғасының жалпы ұзындығы мынаған тең:

$$L_p = \frac{l_1}{1 + S_{h1}} + \frac{l_2}{1 + S_{h2}} + \dots + \frac{l_n}{1 + S_{hn}}, \quad (3.20)$$

мұндағы $l_1, l_2, \dots, l_n$ – айналмасоғылатын дайындаманың сәйкес бөлімдерінің ұзындығы; $S_{h1}, S_{h2}, \dots, S_{hn}$ – $l_1, l_2, \dots, l_n$ бөлімдеріндегі озу.

Айналмасоғылған дайындаманың жеке бөлімдеріне $l_{yч}$ сәйкес келетін қалып-секторы жылғасының орталық бұрышы $\alpha_{yч}$ әрбір өткізуде мынадай формуламен анықталады:

$$\alpha_{yч} = \frac{l_{yч} \cdot 57,3^\circ}{0,5 \left(A - \sqrt{S_{yч} / a_{yч}} \right) (1 + S_h)}, \quad (3.21)$$

мұндағы $S_{yч}$ – қаралып отырған өткізуде осы бөлімдегі дайындаманың көлденең қимасы; $a_{yч}$ – қаралып отырған өткізуде осы бөлімдегі айналмасоғылған дайындаманың

көлденең қимасы осьтерінің қатынасы; $0,5(A - \sqrt{S_{yc} / a_{yc}}) = R_p$ – жылғаның жұмысшы радиусы.

Жұмысшы радиустарды және қалыптар секторының орталық бұрышын $l'_{k(yc)}$ немесе $l_{k(yc)}$ ұзындығы бар бөлімдерде келесі сәйкес формулалармен анықтау ұсынылған:

$$R'_p = (A - 2h'_k) / 2 \text{ – сопақ мөлшерлегіш;}$$

$$R_p = (A - 2h_k) / 2 \text{ – квадратты мөлшерлегіш;}$$

$$\alpha_{yc} = \frac{l'_{yc} \cdot 57,3^\circ}{0,5(A - 2h'_k)} \text{ – сопақ мөлшерлегіш;}$$

$$\alpha_{yc} = \frac{l'_{yc} \cdot 57,3^\circ}{0,5(A - 2h'_k)} \text{ – квадратты мөлшерлегіш.}$$

Егер айналмасоғылған дайындаманың осьтер қатнасы осы бөлімнің ұзындығы бойынша өзгертін болса, онда a_{yc} -ті келесі формула бойынша анықтаған дұрыс:

$$a_{yc} = \frac{1}{2} [b_{\max} - b_{\min}] : \frac{1}{2} [h_{\max} - h_{\min}] = \frac{b_{cp}}{h_{cp}}, \quad (3.22)$$

мұндағы $b_{\max}$ және $h_{\max}$ – осы бөлімдегі айналмасоғылған дайындаманың көлденең қимасы осьтерінің ең үлкен ұзындықтары; $b_{\min}$ және $h_{\min}$ – айтылған бөлімдегі айналмасоғылған дайындаманың көлденең қимасы осьтерінің ең кішкентай ұзындықтары.

Сөйтіп әрбір өткізуде жылғаның кез келген бойлық бөлімінің орталық бұрышын мынадай формуламен анықтайды:

$$\alpha_{yc} = \frac{l_{yc} \cdot 57,3^\circ}{R_p (1 + S_h)} \text{ немесе } \alpha_{yc} = \frac{l'_{yc} \cdot 57,3^\circ}{R_p (100 + S'_h)} 100 \text{ (сопақ мөлшерлегіш);}$$

$$\alpha_{yc} = \frac{l_{yc} \cdot 57,3^\circ}{R_p (100 + S_h)} 100 \text{ (квадратты мөлшерлегіш).} \quad (3.23)$$

Тұрақты көлденең қимасы бар жылғада дайындаманы айналмасоққан кезде озуды 0,04...0,06-ға тең етіп қабылдау дұрыс болады. Дайындаманың сына сияқты бөлімін айналмасоққан кезде, егер қозғалту қалың жақпен алға жүргізілсе, онда озуды 0,06...0,12 шегінде таңдау қажет, ал егер жұқа жақпен алға қозғатылса, онда озуды 0,02...0,04 шегінде таңдау дұрыс болады.

Айналмасоғылған қалыптың жұмысшы бөлімінің қосынды бұрышын жеке бөлімдердің орталық бұрыштарын қосумен анықтайды, яғни

$$\alpha_p = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n. \quad (3.24)$$

Айналмасоққыш қалыбының жалпы орталық бұрышы мынаған тең болады:

$$\alpha_{обц} = \alpha_p + (10^\circ + 15^\circ) \quad (3.25)$$

және 240 – 270° үлкен болмауы қажет (3.16-сурет).

Қалып секторының жұмысшы бөлімінің орталық бұрышын 10–15°-қа үлкейту дайындаманың шеткі бөлімін жаншу керектігімен байланысты. Дайындаманың шеткі бөлімін жаншу мынадай жағдайларда қажет: егер осы бөлім металының көлемі есептелгеннен үлкен болса; дайындаманы айналмасоққан кезде оны қарпу дәл орындалмаса.

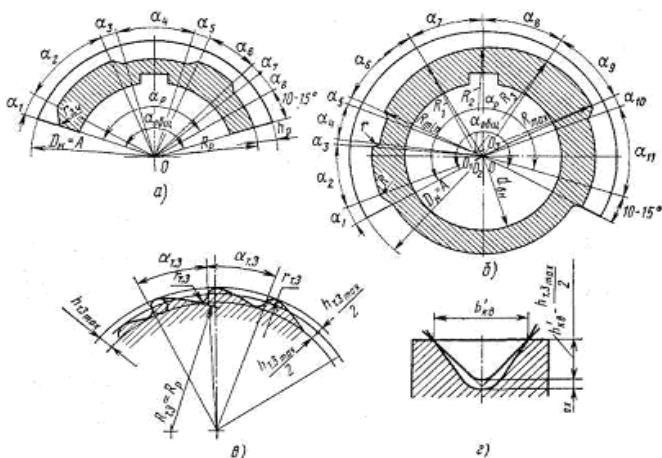
Дайындаманың жеке бөлімдерінде ұзындықты және орталық бұрышты анықтағаннан кейін жылғаның бойлық пішінін салуды жүргізеді.

Берілген бөлімдегі ойықтың түбі бойынша жылғаның тереңдігі h_p тұрақты болса, онда құрылымдауды центрі O болатын доға бойынша орындайды (6.16-сурет). Осы центр біліктің айналу центрімен сәйкес келеді. Шеңбер доғасының радиусы мынадай формуламен табылады:

$$R_p = (A - 2h_p) / 2. \quad (3.26)$$

Егер жылғаның тереңдігі h_p бөлімнің ұзындығы бойынша тұрақты болмаса (сына тәрізді бөлім) және осы бөлімге сәйкес келетін орталық бұрыш мынадай болса: $\alpha_{yч} \leq 90^\circ$, онда

жылғаның пішінін радиусы $R_p = R_{p.cr}$ болатын, ал центрі O_1 нүктесі арқылы өтетін шеңбер доғасы бойынша жүргізеді. Осы O_1 центрі біліктің айналу центрімен сәйкес келмейді. O_1 нүктесін осы бөлімнің аяғындағы нүктелерден жүргізген радиусы $R_{p.cr}$ болатын шеңберлер доғаларының қиылысу нүктесі ретінде табады. Жоғарыда айтылған орташа радиусты $R_{p.cr} = (R_{p.max} + R_{p.min})/2$ формуласымен табады, мұндағы $R_{p.max}$ және $R_{p.min}$ – бөлімнің шекаралық нүктелерінің радиусы.



3.16-сурет. Айналасоққыштың секторлы (а) және сақиналы (б) қалыптарының бойлық пішіні, технологиялық қарпығыштың құрылымы және олардың жылғалардың бойлық (в) және көлденең (г) қималарында орналасуы

Егер центрлік бұрыш $90^\circ < \alpha_{yч} < 180^\circ$ шегінде орын табатын болса, онда ол екі тең бөлімге бөлінеді және оның әрбіреуіне O_1 және O_2 центрлерінен жоғарыда жазылған сияқты тұрғызулар орындайды. Ал егер $\alpha_{yч} > 180^\circ$ болса, онда бұрышты үш бөлімге бөледі және O_1 , O_2 , O_3 центрлері үшін жоғарыдағы тұрғызуларға ұқсас тұрғызулар жасайды.

Ауысым бөлімдеріндегі жылғаның бойлық пішінін r және R жанасу радиустары және кірме бөлімінің радиусының $r_{3,ч}$ доғаларына жанасатын түзу сызық түрінде орындайды. Жанасу радиустарын R_c әрбір жеке бөлімге мынадай формуламен

анықтайды: $R_c = (0,25 \dots 0,3) l_{yq}^2 / (h_{pmax} - h_{pmin})$. Қалыптың кірме бөлімінің радиусы мынаған тең: $r_{3,ч.} = 5 \dots 10$ мм.

Кермелеу кішкентай болатын ($\lambda = 1\%$) жылғаның бөлімдерінде айналмасоққан кезде дайындаманың сырғанауын жоюға мүмкіндік беретін технологиялық қарпығыштарды алдын ала ескеру қажет. Бір қарпығыштың ұзындығына сәйкес келетін орталық бұрышты $\alpha_{m.з}$ бірінші әрекет үшін $15 \dots 17^\circ$, ал екінші әрекет үшін $20 \dots 23^\circ$ тең етіп қабылдайды. Берілген бөлім үшін қарпығыштың санын мынадай формуламен анықтайды: $m = \alpha_{yч.} / \alpha_{m.з.}$. Қарпығыштың орналасуы және пішіні 6.16, в-суретінде көрсетілген. Технологиялық қарпығыштардың ең үлкен тереңдігін $h_{m.з. max}$ мынадай формуламен анықтайды:

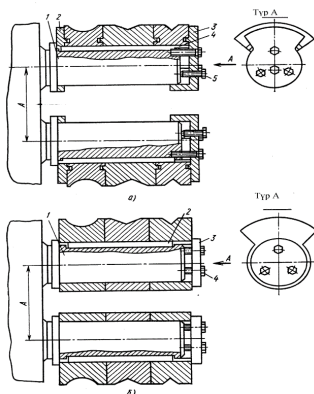
$$h_{m.з. max} = (0,1 \div 0,12)(h_o 2h_p).$$

Осы технологиялық қарпығыштарды орындау үшін керекті жанасу радиустарын $r_{m.з.}$ және $R_{m.з.}$ мынаған тең етіп қабылдайды:

$$r_{m.з.} = (0,6 \div 0,8)h_{т.з. max}; \quad R_{m.з.} = R_p.$$

Айналмасоғылатын дайындаманың ұзындығына байланысты айналмасоққыш қалыбын егер жұмысшы бөлімнің орталық бұрышы 180° үлкен болмаса секторлық, ал егер 180° үлкен болса, балдақты етіп орындайды. Бірақта жұмысшы бөлімнің бұрышы 270° аспауы қажет. Қағида бойынша әрбір жылға жеке секторда немесе балдақта орналасады.

Секторларды жасайтын балдақты дайындаманы кескен кезде қалдықтар қалмас үшін сектор-қалыптардың бұрышын 90 , 120 немесе 180° -қа тең етіп қабылдайды. Сектор-қалыптардың ең кіші енін жылғаның ең үлкен ені қосылған $4 \dots 5$ мм-ге тең етіп қабылдауға болады. Сектор-қалыптың сыртқы диаметрін D_n біліктердің центраралық арақашықтығына, ал ішкі диаметрін $d_{вн}$ айналмасоққыштың жұмысшы біліктері консолінің диаметріне тең қабылдайды. Секторлы және балдақты қалыптардың типтік бекіту түзілімі 3.17-суретінде көрсетілген.



3.17-сурет. Қалыпты бекітудің типтік түзілімі

а – секторлы; 1 – білік; 2 және

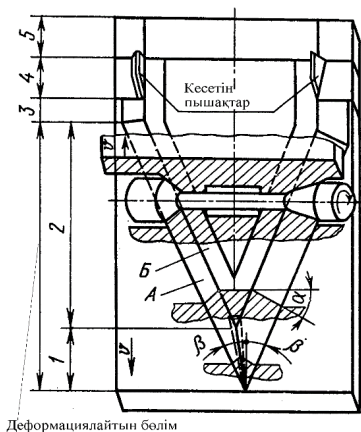
3 – қыспақтайтын балдақ;

4 – кілтөк; 5 – бұрама;

б – балдақты; 1 – білік;

2 – кілтөк; 3 – қыспақтайтын балдақ; 4 – бұрама

КСА үшін сыналы сайман келесі бөлімдерден тұрады (3.18-сурет): кіретін, сыртпішінді құратын (екеуі бірге деформациялайтынды құрады), мөлшерлейтін, кесетін, түзетін. Кіретін бөлім құрал-сайманның қиылысатын еңкіш екі қырларымен *А* жасалған өткір белдеме түрінде орындалған. Осындай типті кіретін бөлімде жаншу дәрежесі q 0,35 дейін болатын айналмасоғу үшін қолданады. Айтылған жаншу дәрежесін мынадай формуламен анықтайды: $q = (d_1 - d_2) / d_1$, мұндағы d_1 және d_2 – дайындаманың бастапқы диаметрі және айналмасоғудан кейінгі диаметр. Жаншу дәрежесі үлкен болған кезде өткір белдеменің орнына жазық белдемені қолданады, яғни әрбір көлденең қимадағы белдемеде трапециялық пішін бар болатын етіп қиықжиекті алып тастайды (3.18-суретінде үзінді сызықпен көрсетілген). Кіретін белдеменің өткір бұрышын мөлшері 4...8 мм-ге тең болатын радиустармен дөңгелектейді. Кіретін белдеменің деформациялайтын еңкіш қырында дайындаманы құрал-сайманмен қарпу жағдайын жақсарту үшін бұдырлауды (кертпені) жасайды. Сыртпішінді құратын бөлімде трапецияға ұқсайтын қима бар. Осы қиманың бүйірлік жақтары еңкіш деформациялайтын қырмен, ал жоғары табаны мөлшерлейтін бетпен *Б* жасалған. Жоғарғы табанның пішіні (жұмысшы пішін) алынатын бұйым пішінінің элементтерін қайталайды. Еңкіш деформациялайтын қырдың кеңістіктегі жайы сынаның үшкірлі бұрышымен β және осы қырлардың дайындаманың бойлық осіне еңкею бұрышымен α анықталады.



3.18-сурет. Көлденең-сына
айналмасоғуы үшін сыналы
құрал-сайманның сұлбасы
1 – кіретін; 2 – сыртпішінді
құратын; 3 – мөлшерлейтін;
4 – кесетін; 5 – түзететін

Айналмасоғу процесі келесі ретпен орындалады. Бойлық осі бойымен тұрақты дөңгелек көлденең қимасы бар бастапқы дайындаманы, өткір белдеменің бас жағы бір-біріне қарама-қарсы тұрған кезде екі сыналы құрал-сайманның арасына орналастырады. Сыналы құрал-сайман қарсы жүрген кезде (жазық-сыналы айналмасоққан кезде түзусызықты жүріс, білік-сыналы және білік-сегментті құрал-сайман болғанда айналмалы жүріс) айналып келе жатқан дайындамаға өткір белдеме еніп дайындамада балдақты бунақ пайда болады. Осыдан кейін, пайда болған бунақ сыртпішін құратын бөлімнің деформациялайтын еңкіш қырының әсерінен кеңейеді. Осылай соғылманың сыртпішіні жасалады. Деформацияланып жатқан металл еңкіш қырдан A шыққан кезде құрал-сайманның мөлшерлегіш бетінде бұйымның сыртпішінделген элементтерінің мөлшерленуі жүреді. Сөйтіп бұйымның барлық дерлік ұзындығында (оның шеткі бөлімдерін қоспағанда) деформациялау мен мөлшерлеуді бір уақытта жүргізеді. Бұйымның шеткі бөлімдерін мөлшерлеуді құрал-сайманның мөлшерлейтін бөлімінде орындайды. Дайындаманың шеткі жақтарындағы шығындарды кесетін бөлімде бөліп тастайды. Өйткені осы бөлімде арнайы кесетін пышақтар қарастырылған.

Сыналы құрал-сайманның α және β бұрыштары осы сайманның негізгі технологиялық параметрлері болып саналады. α бұрышы деформация ошағының ұзындығын анықтайды және

айналмасоғу күшіне үлкен әсерін тигізеді. Айналасоғу күші және деформация ошағының ұзындығы α үлкейген сайын азаяды. β бұрышы дайындаманың осі бойымен деформация ошағының таралу жылдамдығын және сыналы құрал-сайман жаймасының ұзындығын анықтайды. Сынаның үшкірлену бұрышы β үлкен болған сайын жұмысшы құрал-сайман ықшамды, арзан және жасауға қарапайым болады. Бірақта осындайда дайындаманы қарпу қиындатылады, бұйымды жаншудың немесе ширатудың қауіптілігі жоғарылайды және білікке қысымның түсуі үлкейеді. Құрал-сайманның β бұрышының шекті мөлшері $q < 37$ болған кезде 12° аспауы қажет және $q > 0,37$ болған кезде 10° үлкен болмауы керек. Жаншу дәрежесі $q \leq 0,37$ болған кезде α бұрышының мәні $30...40^\circ$ тең болуы қажет, ал $0,37 < q \leq 0,45$ болған кезде осы бұрыштың мәні $25...30^\circ$ аралығынан алынуы қажет. Соңында, егер жаншу дәрежесі мынадай аралықта болса: $0,45 < q \leq 0,5$, онда α бұрышы $20...25^\circ$ тең болуы қажет. α бұрышының мәнін 20° кіші және 40° жоғары етіп қабылдау ұсынылмайды. Өйткені бірінші жағдайда дайындамада осьтік қуыстар, ал екінші жағдайда бұйымның беті бойынша шиыршық тәрізді тарақтар пайда болуы мүмкін.

Ұзындығы бойынша әртүрлі жаншу дәрежесін талап ететін сатылы бұйымды алған кезде (әсіресе қимасында кенет құламалар бар бұйымдар), сыртпішін құратын бөлімдердің жеке элементтерінде әртүрлі α бұрыштарын белгілеу орынды. Сыртпішін құратын бөліммен осы бұйымды деформациялаған кезде сайман орнықты айналуы үшін сыртпішін беретін қырда тағы да кертпе қондырады.

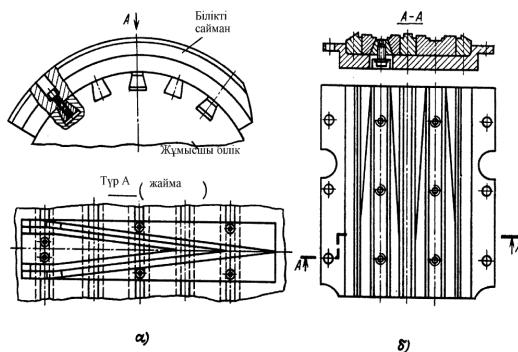
Сыналы құрал-сайманды бүтін немесе бөлікті орындайды. Бүтін құрал-сайманды балдақ немесе тілік түрінде орындайды. Бөлікті құрал-сайман жоғары бағаланады. Өйткені құрал-сайманды термиялық өндеген немесе қаптастырумен қалпына келтірген кезде пайда болатын қондырма бетінің қисаюы бар болса да жинақтауды жүргізуге мүмкіндік береді.

Сыналы құрал-сайманды бекіту тәсілі негізінен көлденең-айналмасоғу машинасының құрылымымен анықталады. Сөйтіп білікті-сыналы жанышпабілік білігіндегі қондырма бетте ойықтар қарастырады (Т немесе сағалы сияқты). Осы ойықтар секторларды радиалды орналасқан бұрамамен бекітуге

мүмкіндік береді (3.19, а-сурет). Осындай тәсілмен бекітсе әртүрлі ені бар сыналы құрал-сайманды қолданған кезде аралық балдақты қолдану қажет болмайды.

Айналмасоғу процесінде секторлардың бұрыштық ығысуын болдырмас үшін осы секторлардың біреуін (айналмасоғу жүрісі бойынша соңғысын) кілтепкеп бекітеді.

Жазық-сыналы құрал-сайманның бекіту сұлбасы 3.19,б-суретінде көрсетілген.



3.19-сурет. Білікті-сыналы (а) және жазық-сыналы (б) жанышпабілікте сайманды бекіту сұлбасы

3.3. Айналмасоққыш қалыптарын баптау

Бойлық айналмасоғудың технологиялық үрдісін санаған кезде айналмасоғылатын дайындама металының ағысына әсер ететін барлық факторларды ескеру мүмкін емес. Сондықтан есептелген дайындаманың өлшемдерімен айналмасоғылған дайындаманың өлшемдері арасында біраз ауытқулар болуы мүмкін. Осы ауытқулар баптау процесінде айналмасоғылған әбзелді бабына жеткізген кезде жойылады. Баптаған кезде айқындалған қалыптар жылғасындағы дәлсіздіктерді пісіру, жонғылау және тазартумен түзейді.

Екіжылғалы айналмасоғу қалыптарын баптауды келесі ретпен жүргізеді. Алдымен есептелген дайындамаға сәйкес айналмасоғылған дайындаманың көлденең қималарын алады. Жылғаның өлшемдерін өзгертуді соңғы өткізуден бастайды.

Егер аяққы айналмасоғылған дайындаманың көлденең қимасының биіктіктік өлшемдері есептелгеннен үлкен болатын болса, онда жылғаның тереңдігі мен енін азайтуға мүмкіндік беретін сектор-қалып арасындағы саңылауды азайту керек немесе жылға-қалып бетіне кейінірек өңделетін металл қабатын пісіру қажет. Керісінше, көлденең қиманың биіктіктік өлшемдері кіші болған кезде сектор-қалып арасындағы саңылауды үлкейту талап етіледі немесе кесумен өңдеуді қолданып жылғаның тереңдігі мен енін үлкейту қажет. Жылғаны түзету қимаулігі бойынша жүргізіледі.

Есептелгенге сәйкес келетін дайындаманың бойлық өлшемін алу үшін жылғаның бойлық өлшемін түзету тағы да соңғы жылғадан басталады. Сектор-қалыптар арасындағы саңылауда қылаудың пайда болуы өте қажетсіз. Өйткені қылаудың пайда болуы кейінірек дайындаманы 90° -қа аударудың мүмкіндігін жоқ қылады, айналмасоққышты асқын жүктеуге алып келеді, т.б. Сараптамада қылаудың пайда болуын жою үшін жылға қимасының биіктіктік өлшемін біраз үлкейтеді.

Ақырғы жылғаны баптап болғаннан кейін ұқсас амалдар көмегімен айналмасоғу қалыбының алдыңғы жылғасын баптауға кіріседі.

3.4. Алюминийлік және титандық қорытпалардан жасалған дайындамаларды пішіндеу үшін мөлшерлегіштерді есептеу

Жалпы кермелеу коэффициенті $\lambda \leq 2$ болған кезде дайындама дөңгелек-сопақ жүйесі бойынша бір әрекетпен айналмасоғылады, ал қалыптанатын тетіктің сыртпішіні және көлденең қимасына байланысты сопақ мөлшерлегіш жазық немесе бір радиусты болып қабылданады. Көлденең қиманың ауданына $S_{n.ог}$ және осьтер қатынасына a_n байланысты жазық сопақ мөлшерлегіштің өлшемдерін есептеу (3.4) формуласы бойынша жүргізіледі.

Айналмасоғудан кейінгі дайындаманың осьтері арасындағы қатынасты a_n берілген $\lambda_{обц. max}$ қолданып A/h_o қатынастарына байланысты 3.6-суретте келтірілген номограмма бойынша анықтайды.

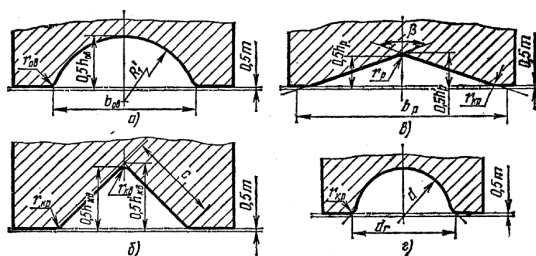
Жазық сопаққа жақын көлденең қиманы алу керек болған кезде дайындаманы жазық білікте айналмасоғуға болады. Осындай жағдайда кеңейуді Δb есептеуді келесі формуламен жүргізеді:

$$\Delta b / \Delta h = C_{\text{вн}} \left(2\sqrt{R/\Delta h} - 1/f \right) \left[5,64(\Delta h/h_o)^2 - 3,31(\Delta h/h_o) + 0,7 \right] \quad (3.27)$$

мұндағы $C_{\text{вн}} = 1,34 \left(\frac{b_o}{\sqrt{R\Delta h}} - 0,15 \right) l^{0,15 - \frac{b_o}{\sqrt{R\Delta h}}}$; Δh – абсолюттік

жаншу; R – білік радиусы; h_o және b_o – металл білікке кірер алдында дайындама қимасының биіктігі мен ені; l – қарпу доғасының ұзындығы; f – үйкеліс коэффициенті.

Бір радиусты сопақ мөлшерлегіштің (3.20, а-сурет) өлшемдерін есептеуді (3.5) формуласы бойынша жүргізеді.



3.20-сурет. Мөлшерлегіштердің көлденең қимасының пішіні және олардың негізгі өлшемдері
а – сопақ; б – квадратты; в – ромбылық; г – дөңгелек

Біліктегі сопақ мөлшерлегіш ойығының тереңдігін мынадай формуламен анықтайды:

$$h'_{ov} = 0,5(h_{ov} - m), \quad (3.28)$$

мұндағы m – біліктер арасындағы саңылау.

Сопақ мөлшерлегіштің толтырылуын анықтау үшін және кенеріксіз дайындаманы алу үшін кеңейуді Δb анықтау қажет. Айтылған кеңейу келесі формуламен табылады:

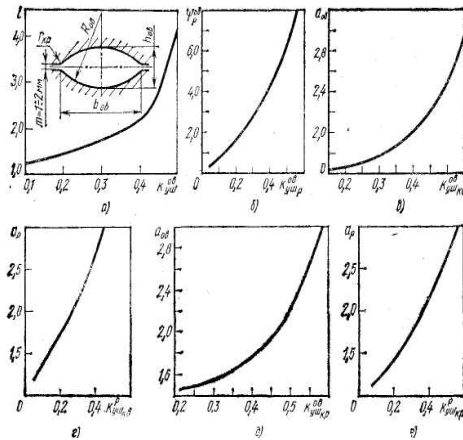
алюминийлік қорытпа

$$\Delta b = K_{\text{уш}}^{\text{ов}} \sqrt{(d - h_{\text{ов}}) 0,5 D_{\text{к}}^{\text{ов}}} \frac{d - h_{\text{ов}}}{d}, \quad (3.29)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b = K_{\text{уш.ов}} \sqrt{(d - h_{\text{ов}}) \frac{D_{\text{к}}^{\text{кв}}}{2}} \frac{d - h_{\text{ов}}}{d}, \quad (3.30)$$

мұндағы $h_{\text{ов}}$ – сопақ мөлшерлегіштің биіктігі, мм; d – деформациялатын дайындаманың диаметрі, мм; $K_{\text{уш}}^{\text{ов}}$ – сопақ мөлшерлегіштің қисықтығына байланысты дайындаманың ені және биіктігі бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңейтуге әсерін ескеретін коэффициент (3.21-сурет); $K_{\text{уш.ов}}$ – сопақ мөлшерлегіштің қисықтық радиусына байланысты дайындаманың ені және биіктігі бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (3.22-сурет).



3.21-сурет. Алюминийлік қорытпадан дайындаманы айналмасоққан кезде кеңейтуді анықтау үшін

$$K_{\text{уш}}^{\text{ов}} (a), K_{\text{уш.р}}^{\text{ов}} (б), K_{\text{уш.кв}}^{\text{ов}} (в), K_{\text{уш.кв}}^{\text{р}} (г), K_{\text{уш.кв}}^{\text{ов}} (д), K_{\text{уш.кв}}^{\text{р}} (е)$$

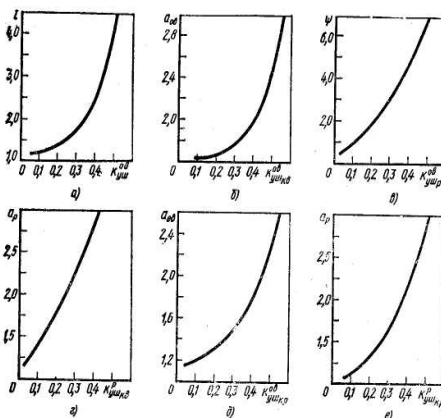
коэффициенттерінің мөлшерлегіштің және айналмасоғылатын дайындаманың геометриялық пішіндері катынастарынан тәуелділігі

Тәжірибелік мәліметтердің негізінде $K_{уш}^{ов}$ коэффициентін анықтау үшін келесі формула алынған:

$$K_{уш.ов} = -\sqrt{0,0582i^2 - 0,2123i + 0,2015 + 0,02265i - 0,049}, \quad (3.31)$$

мұндағы $D_{\kappa}^{ов} = A - (2/3)h_{ов}$ — сопақ мөлшерлегіштің аунақтайтын диаметрі, мм;

$i = R_{\kappa}/R_3$ — мөлшерлегіштің қисықтық радиусының дайындама радиусына қатынасы.



3.22-сурет. Титандық қорытпадан дайындаманы айналмасоққан кезде кеңеюді анықтау үшін

$$K_{уш}^{ов}(a), K_{уш.кв}^{ов}(б), K_{уш.р}^{ов}(в), K_{уш.кв}^P(г), K_{уш.кр}^{ов}(д), K_{уш.кр}^P(е)$$

коэффициенттерінің мөлшерлегіштің және айналмасоғылатын дайындаманың геометриялық пішіндері қатынастарынан тәуелділігі

Сопақ мөлшерлегіштің биіктігін, енін және радиусын анықтайтын намограмма 3.23-суретте келтірілген.

Номограмманың көмегімен сопақ мөлшерлегіштің өлшемдерін анықтаған кезде дайындаманың диаметріне d_o , сопақ жылғадағы кермелеу коэффициентіне, централық арақашықтық A мен дайындаманың келтірілген биіктігі $h_{oc} = \sqrt{F_u}$ арасындағы қатынасқа сүйену қажет.

Алюминийлік қорытпадан дайындамаларды айналмасоққан кезде ең жақсы кермелеу коэффициенті және қылау пайда болмайтын кеңейу сопақ мөлшерлегіштің осьтер қатынасы $a = 2,6...4,0$ болған кезде қамтамасыз етіледі.

Айналмасоғылған дайындаманың жұмысшы ұзындығын және айналмасоғатын қалып жылғасының центрлік бұрышын анықтаған кезде озуды S_h ескеру қажет. Айтылған озу мынадай формулалармен анықталады:

алюминийлік қорытпа

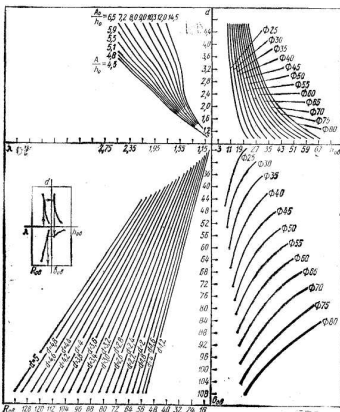
$$S_{h.OB} = i \cdot \frac{d - h_{OB}}{d} K_{s.ov} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{ov}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{ov}}; \quad (3.32)$$

титандық қорытпа

$$S_{h.OB} = i \cdot \frac{d - h_{OB}}{d} K_{s.ov} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{ov}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{ov}}, \quad (3.33)$$

мұндағы $K_{s.ov}$ – сопақ мөлшерлегіштің қисықтығына байланысты дайындаманың ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуға әсерін ескеретін коэффициент (3.24, 3.25-суреттер); R_p^{ov} және D_p^{ov} – жұмысшы радиус және сопақ мөлшерлегіштің диаметрі, мм. Жұмысшы радиус мынадай формуламен анықталады:

$$R_p^{ov} = 0,5(A - h_{OB}). \quad (3.34)$$



3.23-сурет. Сопақ мөлшерлегіштің өлшемдерін анықтау үшін қолданылатын номограмма

Тәжірибемен алынған және есептелген мәліметтерді математикалық өңдеу $K_{s.об}$ коэффициентін $i=R_k/R_z$ қатынасынан мынадай байланыспен көрсетуге мүмкіндік берді:

$$K_{s.об} = -\sqrt{270,569i^2 - 516,265i + 248,728} - 16,455i - 15,714. (3.35)$$

$$(3.32) \quad \text{және} \quad (3.33) \quad \text{формуласындағы} \quad i \frac{d-h_{об}}{d} K_{s.об}$$

мүшесімен деформация ошағының көлденең қимасы, ал $0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{об}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{об}}$ мүшесімен айтылған ошақтың бойлық қимасы (жабысу аймағы) бейнеленеді.

Бірінші әрекеттен кейін айналмасоғылған дайындаманың жұмысшы өлшемдері келесі жолмен анықталады.

Сырықтың көлемі (3.2-сурет) мынадай формуламен анықталады:

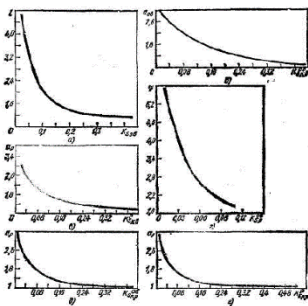
$$V = 0,5(F_{1-1} + F_{2-2})l_1, (3.36)$$

мұндағы F_{1-1} – 1-1 көлденең қимасының ауданы; F_{2-2} – 2-2 көлденең қимасының ауданы; l_1 – сырық ұзындығы.

Бірінші әрекеттен кейінгі сырықтың ұзындығы мынаған тең:

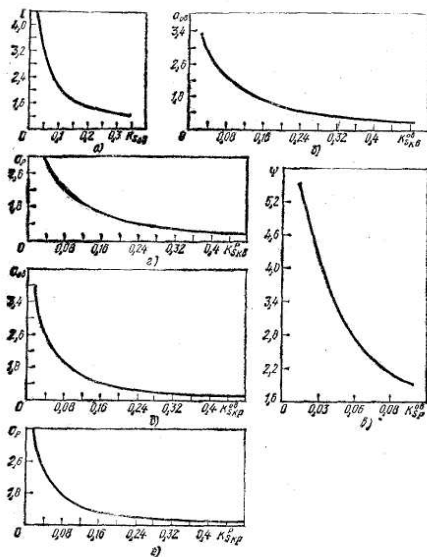
$$l_1 = V'_1 / F'_1, (3.37)$$

мұндағы $F'_1 = 0,5(F_{1-1} + F_{2-2})$ – бірінші әрекеттен кейінгі сырықтың көлденең қимасының орташа ауданы.



3.24-сурет. Алюминийлік қорытпадан дайындаманы айналмасоққан кезде озуды анықтау үшін

$K_{s.об}(a), K_{s.кө}^{об}(\delta), K_{s.кө}^p(\epsilon), K_{s.п}^{об}(\zeta), K_{s.кр}^{об}(\theta), K_{s.кр}^p(e)$ коэффициенттерінің мөлшерлегіштің және айналмасоғылатын дайындаманың геометриялық пішіндері қатынастарынан тәуелділігі



3.25-сурет. Титандық корытпадан дайындаманы айналмасоққан кезде озуды анықтау үшін

$$K_{s,ov}^0(a), K_{s,ov}^{ov}(b), K_{s,p}^{ov}(c), K_{s,ov}^p(d), K_{s,kr}^{ov}(e)$$

коэффициенттерінің мөлшерлегіштің және айналмасоғылатын дайындаманың геометриялық пішіндері қатынастарынан тәуелділігі

Озуды ескеріп анықталған сырықтың жұмысшы ұзындығы былай табылады:

$$l'_1 = l_1 / (1 + S_{h1}). \quad (3.38)$$

Көлденең қима тұрақты болып жалпы кермелеу коэффициенті $2,0 < \lambda \leq 3,3$ аралықтарында болса, ал сырық бойымен қима өзгермелі болып жалпы кермелеу коэффициенті $3,3 < \lambda \leq 4,5$ аралықтарында болса, онда айналмасоғуды дөңгелек – сопақ – квадрат жүйесімен жүргізеді.

Квадратты мөлшерлегіштің көлденең қимасы өлшемдерін (3.20, б-сурет) осы мөлшерлегіштің ауданына байланысты былай анықтайды:

- квадраттың қабырғасы $c = 1,01\sqrt{S_{кв}}$, мұндағы $S_{кв}$ – квадратты мөлшерлегіштің көлденең қимасы ауданы;

- квадраттың төбесіндегі бұрыштардың дөңгелектену радиустары $r_{кв} = 0,2c$;

- квадраттың биіктігі $h_{кв}^1 = 1,41c$;

бұрыштардың дөңгелектену радиустарын ескеріп анықталған квадраттың биіктігі $h_{кв} = 1,41c - 0,82 r_{кв}$;

білікке квадратты мөлшерлегішті кірекесіп жасағандағы ойықтың тереңдігі $h_{ке}^2 = 0,5h_{кв} - m$.

Сопақ дайындаманы квадратты мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді келесі формулалар бойынша анықтайды:

алюминийлік қорытпа

$$\Delta b = K_{уш.кв}^{ов} \sqrt{(b_{ов.3} - h_{кв})0,5D_K^{кв} \frac{b_{ов.3} - h_{кв}}{b_{ов.3}}}, \quad (3.39)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b = K_{уш.кв}^{ов} \sqrt{(b_{ов.3} - h_{кв}) \frac{D_K^{кв}}{2} \frac{b_{ов.3} - h_{кв}}{b_{ов.3}}}, \quad (3.40)$$

мұндағы $K_{уш.кв}^{ов}$ – мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа), (3.41) формуласы немесе 3.21,б-суреті бойынша анықталады; $h_{кв}$ – квадратты мөлшерлегіштің биіктігі; $K_{уш.кв}^{ов}$ – квадратты мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің сопақ дайындаманың кеңеюіне әсер етуін ескеретін коэффициент (3.22,б-сурет).

$$K_{уш.кв}^{ов} = \sqrt{0,751a_{ов}^2 - 2,627a_{ов} + 2,327 + 0,945a_{ов} - 1,187}; \quad (3.41)$$

$D_K^{ов} = A - (c^2 - 0,86r)/(1,41c - 0,83r)$ – сопақ мөлшерлегіштің аунақтаушы диаметрі, мм; r – төбедегі бұрыштың дөңгелектену радиусы, мм.

Озу S_h мынадай формуламен анықталады:
алюминийлік қорытпа

$$S_{h.OB} = a_{ov} \cdot \frac{b_{ov.3} - h_{KB}}{b_{ov.3}} K_{S.K.}^{OB} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{KB}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{KB}}; \quad (3.42)$$

титандық қорытпа

$$S_{h.KB}^{ov} = a_{ov.3} \cdot \frac{b_{ov.3} - h_{KB}}{b_{ov.3}} K_{S.K.}^{OB} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{KB}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{KB}}, \quad (3.43)$$

мұндағы $K_{S.K.}^{ov}$ – квадратты мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуға әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа) (3.24, б-сурет), осы коэффициентті мынадай формуламен есептеуге болады:

$$K_{S.K.}^{OB} = \sqrt{59,407a^2 - 117,505a + 59,184} - 7,732a + 7,688,$$

мұндағы $K_{S.K.}^{ov}$ – сопақ дайындаманың осьтері қатынасынан және қисықтық радиусымен байланысты айналмасоғылатын дайындаманың ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуға әсерін ескеретін коэффициенті (титандық қорытпа) (3.25-сурет); R_p^{KB} және D_p^{KB} – квадратты мөлшерлегіштің жұмысшы радиусы және диаметрі, мм. Жұмысшы радиус мынадай формуламен анықталады:

$$R_p^{KB} = 0,5(A - h_{KB}). \quad (3.44)$$

Ромбылық мөлшерлегіштің (3.20, в-сурет) өлшемдерін есептеу келесі жолмен жүргізіледі:

- төбесіндегі бұрыштың дөңгелектенуін ескермейтін ромбының биіктігі

$$h'_p = K \sqrt{F_p},$$

мұндағы $K = 1 / \sqrt{0,5a_p}$; $a_p = b_p / h'_p = \tan \beta / 2$; F_p – ромбылық мөлшерлегіштің көлденең қимасының ауданы,

$F_p = 0,5b_p h'_p$, мұндағы b_p – ромбылық мөлшерлегіштің ені; β – ромбының төбесіндегі бұрыш;

- ромбының төбесіндегі бұрыштардың дөңгелектену радиусы $r_p = 0,2h'_p$;

- ромбының төбесіндегі бұрыштардың дөңгелектенуін ескермейтін ромбылық мөлшерлегіштің биіктігі $h_p = h'_p \{1 - [0,4(1 - \sin \beta / 2) / \sin(\beta / 2)]\}$;

- ромбылық мөлшерлегіштің ені

$$b'_p = b_p + \frac{0,16(h'_p)^2 [ctg(\beta / 2) - 0,175(90 - \beta / 2)] tg \beta / 2}{b_p - 0,4h'_p \cdot \cos \beta / 2};$$

- білікке ромбылық мөлшерлегішті кірекесіп жасағандағы ойықтың тереңдігі $h_p^3 = 0,5(h_p - m)$.

Сопақ дайындаманы ромбылық мөлшерлегіште айналмасоққан кезде пайда болатын кеңеюді және озуды келесі формулалар бойынша анықтайды:

алюминийлік қорытпа

$$\Delta b = K_{yш.p}^{ов} \sqrt{(b_{ов.3} - h_p) \cdot 0,5 \cdot D_K^p} \frac{b_{ов.3} - h_p}{b_{ов.3}}; \quad (3.45)$$

$$S_{h.p}^{ов} = a_{ов} \cdot \frac{b_{ов.3} - h_p}{b_{ов.3}} K_{s.p}^{ов} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^p}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^p}; \quad (3.46)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b = K_{yш.p}^{ов} \sqrt{(b_{ов.3} - h_p) \cdot \frac{D_K^p}{2}} \frac{b_{ов.3} - h_p}{b_{ов.3}}, \quad (3.47)$$

$$S_{h.p}^{ов} = a_{ов.3} \cdot \frac{b_{ов.3} - h_p}{b_{ов.3}} K_{s.p}^{ов} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^p}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^p}, \quad (3.48)$$

мұндағы $K_{yш.p}^{ов}$ – ромбылық мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа, 3.21,б-сурет);

$K_{yш.p}^{ов}$ – ромбылық мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (титандық қорытпа, 3.22, в-сурет);

h_p – ромбылық мөлшерлегіштің биіктігі, мм;

D_k^p – ромбылық мөлшерлегіштің аунақтаушы диаметрі, мм; $D_k^p = A - 0,5h_p$;

$K_{s.p}^{ов}$ – ромбылық мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуга әсерін ескеретін коэффициент (3.24, г және 3.25, в-суреттер);

R_p^p және D_p^p – ромбылық мөлшерлегіштің жұмысшы радиусы және диаметрі, мм; жұмысшы радиус мынадай формуламен анықталады:

$$R_p^p = 0,5(A - h_p). \quad (3.49)$$

Тәжірибемен алынған және есептелген мәліметтерді математикалық өңдеу нәтижесінде $K_{yш.p}^{ов}$ және $K_{s.p}^{ов}$ коэффициенттерін анықтау үшін келесі формулалар табылған:

$$K_{yш.p}^{ов} = \sqrt{2 - 0,000633\psi^2 - 0,0026\psi - 0,00336} + 0,0553\psi + 0,0437; \quad (3.50)$$

$$K_{sp}^{ов} = \sqrt{0,057\psi^2 - 0,329\psi} + 0,489 - 0,246\psi - 0,780, \quad (3.51)$$

мұндағы $\psi = a_{ов.з} \cdot a_{p.з}$.

Ромбылық қимасы бар дайындаманы квадратты мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді және озуды келесі формулалар бойынша анықтайды:

алюминийлік қорытпа

$$\Delta b = K_{yш.кв}^p \sqrt{(b_{p.з} - h_{кв}) \cdot 0,5 \cdot D_k^{кв}} \frac{b_{p.з} - h_{кв}}{b_{p.з}}; \quad (3.52)$$

$$S_{h.кв}^p = a_p \cdot \frac{b_{p.з} - h_{кв}}{b_{p.з}} K_{s.кв}^p + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{кв}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{кв}} \quad (3.53)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b_{\kappa\theta}^p = K_{\text{уш.}\kappa\theta}^p \sqrt{(b_{p.3} - h_{\kappa\theta}) \cdot \frac{D_{\kappa}^{\kappa\theta}}{2} \frac{b_{p.3} - h_{\kappa\theta}}{b_{p.3}}}; \quad (3.54)$$

$$S_{h.\kappa\theta}^p = a_{p.3} \cdot \frac{b_{p.3} - h_{\kappa\theta}}{b_{p.3}} K_{s.\kappa}^p + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_{\kappa\theta}^{\kappa\theta}}} \right) \frac{\Delta h}{D_{\rho}^{\kappa\theta}}, \quad (3.55)$$

мұндағы $K_{\text{уш.}\kappa\theta}^{\circ\theta}$ – квадратты мөлшерлегіште ромбылы дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа, 3.21, 2-сурет), осы коэффициентті (3.56) формуласын қолданып табуға болады;

$K_{\text{уш.}\kappa\theta}^{\circ\theta}$ – квадратты мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің ромбылық дайындаманың кеңеюіне әсерін ескеретін коэффициент (титандық қорытпа, 3.22, 2-сурет);

$$K_{\text{уш.}\kappa\theta}^p = \sqrt{0,0000551a_p^2 - 0,000136a_{o\theta} + 0,000119} + 0,207a_p - 0,177; \quad (3.56)$$

$h_{\kappa\theta}$ – квадратты мөлшерлегіштің биіктігі;

$b_{p.3}$ – ромбылық дайындаманың ені, мм;

$K_{s.\kappa\theta}^p$ – квадратты мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуға әсерін ескеретін коэффициент (3.24, в және 3.25, 2-суреттер);

Мәліметтерді математикалық өңдеудің нәтижесінде $K_{s.\kappa\theta}^p$ есептеу үшін келесі формула шығарылған:

$$K_{s.\kappa\theta}^p = \sqrt{5,552a^2 - 4,814a + 0,716} - 2,390a + 1,242; \quad (3.57)$$

Көлденең қимасы тұрақты болатын дөңгелек пішінді жалпы кермелеу коэффициенті $1,8 < \lambda \leq 2,5$, $1,8 < \lambda \leq 3,8$ аралықтарында болған кезде алу керек болса, тағы да көлденең қимасы өзгермелі болатын дөңгелек пішінді жалпы кермелеу коэффициенті $2,5 < \lambda \leq 3,9$, $2,5 < \lambda \leq 4,3$ аралығында болған кезде алу қажет болса, онда

айналмасоғуды дөңгелек – сопақ – дөңгелек және дөңгелек – сопақ – ромб – дөңгелек жүйесімен жүргізеді (сәйкес жазылған).

Дөңгелек мөлшерлегіштің көлденең қимасы өлшемдерін (3.20,з-сурет) керекті көлденең қиманың ауданына және дөңгелек мөлшерлегіште сопақ және ромбылы дайындамаларды айналмасоққан кезде пайда болатын кеңеюге сүйеніп анықтайды.

Дөңгелек мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айнама соққан кезде кеңеюді және озуды келесі формулалар бойынша анықтайды:
алюминийлік қорытпа

$$\Delta b = K_{кр}^{ов} \sqrt{(b_{об.3} - d_o) \cdot 0,5 \cdot D_{кр}^{кр} \frac{b_{об.3} - d_o}{b_{об.3}}}; \quad (3.58)$$

$$S_{h.кр}^{ов} = a_{ов} \cdot \frac{b_{об.3} - d_o}{b_{об.3}} K_{с.к.}^{ов} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{кр}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{кр}}; \quad (3.59)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b_{кр}^{ов} = K_{уш.кр}^{ов} \sqrt{(b_{об.3} - d_o) \cdot \frac{D_{кр}^{кр}}{2} \frac{b_{об.3} - d_o}{b_{об.3}}}; \quad (3.60)$$

$$S_{h.кр}^{ов} = a_{ов.3} \cdot \frac{b_{об.3} - d_o}{b_{об.3}} K_{с.к.}^{ов} + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{кр}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{кр}} \quad (3.61)$$

мұндағы $K_{уш.кв}^{ов}$ – дөңгелек мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа, 3.21,д-суреті бойынша табылады);

$K_{уш.кв}^{ов}$ – дөңгелек мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (титандық қорытпа, 3.22, д-сурет);

d_o – калибр өлшемі;

$D_{кр}^{кр}$ – дөңгелек мөлшерлегіштің аунақтаушы диаметрі, мм, мынадай формуламен табылады:

$$D_{кр}^{кр} = A - 0,785d_o; \quad (3.62)$$

$K_{с.к.}^{ов}$ – дөңгелек мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша

деформацияның біркелкі еместігінің озуда әсерін ескеретін коэффициент (3.24,д және 3.25,д-суреттер);

R_p^{kp} және D_p^{kp} – дөңгелек мөлшерлегіштің жұмысшы радиусы және диаметрі, мм; жұмысшы радиус мынадай формуламен анықталады: $R_{kp} = 0,5(A - d_o)$.

Дөңгелек мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде кеңеюді және озуды келесі формулалар бойынша анықтайды:

алюминийлік қорытпа

$$\Delta b_{kp}^p = K_{kp}^p \sqrt{(b_{p.3} - d_o) \cdot 0,5 \cdot D_k^{kp}} \frac{b_{p.3} - d_o}{b_{p.3}}; \quad (3.63)$$

$$S_{h.kp}^p = a_p \cdot \frac{b_{p.3} - d_o}{b_{p.3}} K_{s.kp}^p + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_{kp}^p}} \right) \frac{\Delta h}{D_{kp}^p}; \quad (3.64)$$

титандық қорытпа

$$\Delta b_{kp}^p = K_{уш.кп}^p \sqrt{(b_{p.3} - d_o) \cdot \frac{D_k^{kp}}{2} \frac{b_{p.3} - d_o}{b_{p.3}}}; \quad (3.65)$$

$$S_{h.kp}^p = a_{p.3} \cdot \frac{b_{p.3} - d_o}{b_{p.3}} K_{s.kp}^p + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2\mu} \sqrt{\frac{\Delta h}{R_p^{kp}}} \right) \frac{\Delta h}{D_p^{kp}}; \quad (3.66)$$

мұндағы $K_{кв}^p$ – дөңгелек мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (алюминийлік қорытпа, 3.21,е-суреті бойынша табылады);

$K_{уш.кв}^p$ – дөңгелек мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің кеңеюге әсерін ескеретін коэффициент (титандық қорытпа, 3.22,е-суреті бойынша табылады);

$K_{s.kp}^p$ – дөңгелек мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде, осы мөлшерлегіштің ені бойынша деформацияның біркелкі еместігінің озуда әсерін ескеретін коэффициент (3.24,е және 3.25,е-суреттер);

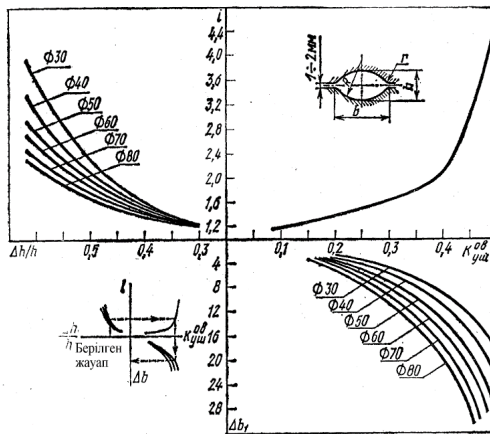
Сопақ мөлшерлегіште дөңгелек қимасы бар дайындаманы айналмасоққан кезде кеңейтуді анықтауды жеңілдету үшін номограмманы қолдану ұсынылады (3.26-сурет).

Білікке дөңгелек мөлшерлегішті кіркесіп жасағандағы ойықтың тереңдігі былай табылады:

$$h_{Rp}^4 = 0,5(h_{kp} - m). \quad (3.67)$$

Кеңеюді ескеріп анықталған дөңгелек мөлшерлегіштің көлденең диаметрі мынаған тең (6.20, 2-суретін қараңыз):

$$d_{\Gamma} = h'_{ov} + \Delta b \geq d_o; \quad d_{\Gamma} = h_p + \Delta b \geq d_o. \quad (3.68)$$



3.26-сурет. Дөңгелек қимасы бар титандық корытпадан жасалған дайындаманы сопақ мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді анықтауға болатын номограмма

Өтпелі бөлімдерде жылғаның бойлық пішінін түзу етіп орындайды және басқа бөлімдердің пішіндерімен құрылымды анықталатын $R = 10...40$ мм радиустарымен жанастырады. Айналмасоғылатын қалыптың кірме бөлімінің пішіні бастапқы дайындаманың пішініне сәйкес келеді. Жылғаның кірме бөлімінің жиегін дөңгелектету ұсынылады ($r = 3...5$ мм). Айналмасоғылатын қалыптарды жобалаған кезде қалыптар арасында саңылауды қалдыру ұсынылады ($m = 1...2$ мм) (6.20-

сурет). Жылғаның кезкелген бойлық бөліміндегі орталық бұрышты мынадай формуламен анықтаған дұрыс (градус):

$$\alpha_p = (L_p / R_p) 57,3, \quad (3.69)$$

мұндағы L_p – озуды ескеріп анықталған бойлық бөлімнің ұзындығы; R_p – біліктің жұмысшы радиусы.

Айналмасоғатын қалыптың жұмысшы бөлімінің орталық бұрышын жеке бөлімдердің бұрыштарын қосып былайанықтайды (градус):

$$\alpha_p = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n. \quad (3.70)$$

Қағида бойынша жалпы орталық бұрышты $5 - 10^\circ$ үлкейтеді. Бұл балдақты бөлім көлемінің есептелгенмен салыстырғанда үлкен болуымен байланысты.

3.5. Иіңтірек тетігіне мөлшерлегіштерді санаудың мысалы

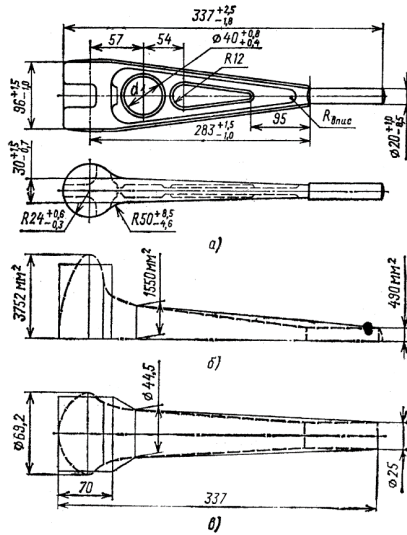
Айналмасоғудың технологиялық үрдісін жасауды және айналмасоғатын қалыптарды құрылымдауды келесі ретпен жүргізеді.

1. Кенерікті ескеріп қалыптанған дайындаманың диаметрлер эпюрін саламыз (3.27-сурет).

2. Диаметрлер эпюрлері бойынша айналмасоғылған дайындаманы құрылымдаймыз (3.28-сурет) және бастапқы дайындаманың диаметрін анықтаймыз.

3. Айналмасоғылатын дайындама бойынша мөлшерлегішті есептеуге керекті бастапқы мәліметтерді анықтаймыз.

Есептеуді номиналды күші 80 кН және центраралық арақашықтығы 320 мм болатын С1335 айналмасоққыш үшін жүргіземіз. Қорытпа ВТ22. Бастапқы дайындаманың диаметрі 65 мм. Көлденең қималардың ауданы мынаған тең: $S_o = F_o = 3318 \text{ мм}^2$, $S_l = F_l = 1550 \text{ мм}^2$, $S_2 = F_2 = 490 \text{ мм}^2$. Есептеу бөлімдерінің ұзындығы мынаған тең: $l_o = 70 \text{ мм}$, $l_l = 20 \text{ мм}$, $l_2 = 247 \text{ мм}$.



3.27-сурет. Иіктірек тетігі

а – қалыптанған тетік; б – көлденең қиманың эңірі; в – диаметрлер эңірі (-----); айналмасозылған дайындама (————)

4. Бастапқы дайындаманың өлшемдерін келесі жолмен анықтаймыз:

Айналмасозылған дайындаманың өлшемдері бойынша оның көлемін былай анықтаймыз:

$$V = V_o + V_1 + V_2 = F_o l_o + 0,5 (F_o + F_1) l_1 + 0,5 (F_1 + F_2) l_2 = 3318 \cdot 70 + 0,5 \cdot (3318 + 1550) \cdot 20 + 0,5 \cdot (1550 + 490) \cdot 247 = 232260 + 48680 + 251940 = 532880 \text{ мм}^3.$$

Бастапқы дайындаманың ұзындығы

$$L_{заг} = V/F_o = 532880/3318 = 161 \text{ мм.}$$

Бастапқы дайындаманың өлшемдері $\varnothing 65 \times 161^{+2}$ мм.

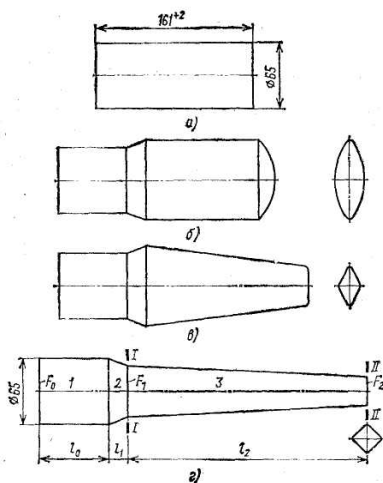
5. I – I және II – II қималары үшін жалпы кермелеу коэффициентін былай анықтаймыз:

$$\lambda_{обц,1} = 3318/1550 = 2,14; \lambda_{обц,2} = 3318/490 = 6,77.$$

Тетіктің құрама пішінін ескеріп жалпы кермелеу коэффициентін алу үшін дөңгелек – сопақ – ромб – квадрат мөлшерлеу жүйесін таңдаймыз.

Бастапқы дайындаманың өлшемдеріне және берілген тетікке дайындаманы айналмасоғу үшін қабылданған мөлшерлеу жүйесіне сүйеніп айналмасоғу қалыбының өлшемдерін мынадай қабылдаймыз: 92, 80, 92 мм.

Әрекеттер бойынша сәйкес кималардағы кермелеу коэффициентін келесі түрде қабылдаймыз: бірінші әрекетте (сопақ мөлшерлегіш) $\lambda_{1,ов} = 1,4$; $\lambda_{2,ов}=2,2$; екінші әрекетте (ромбылық мөлшерлегіш) $\lambda_{1,р} = 1,2$; $\lambda_{2,р}=1,7$; үшінші әрекетте (квадратты мөлшерлегіш) $\lambda_{1,кв} = 1,29$; $\lambda_{2,кв}=1,84$.



3.28-сурет. Иітірек тетігі үшін айналмасоғылған дайындама
а – есептелген бастапқы дайындама; б, в, г – бірінші, екінші, үшінші әрекеттерден кейінгі айналмасоғылған дайындама (сәйкес жазылған)

Сопақ мөлшерлегіштердің F_1 және F_2 кималары үшін ауданды былай табамыз:

$$F_{ов.1} = 3318/1,4 = 2370 \text{ мм}^2; \quad F_{ов.2} = 3318/2,2 = 1508,18 \text{ мм}^2.$$

Сәйкес жолақ тәсілі бойынша анықталған біліктердің центральлық арақашықтығы А мен бастапқы дайындаманың биіктігі h_{oc} арасындағы қатынасты келесі түрде анықтаймыз:

$$A/h_{oc} = 320/57,6 = 5,55,$$

мұндағы $h_{oc} = \sqrt{F_o} = \sqrt{3318} = 57,6$.

Сопақ мөлшерлегіштердің осьтері қатынастарын номограмма бойынша анықтап мынаны аламыз (3.23-сурет): $a_{o61} = 1,8$; $a_{o62} = 3$. Графиктен (3.7-сурет) q коэффициентін тапқанда мынадай мәндерді аламыз: $q = 0,705$; $q = 0,682$.

Сопақ мөлшерлегіштің $I - I$ және $II - II$ қималарындағы көлденең өлшемдерді анықтасақ мынаны аламыз:

$$- \text{биіктігі } h_{o61} = \sqrt{2370 / (1,8 \cdot 0,705)} = 43,2 \text{ мм}, \quad h_{o62} = \sqrt{1508,18 / (3 \cdot 0,682)} = 43,2 \text{ мм};$$

$$- \text{ені } b_{o61} = 1,8 \cdot 43,2 = 77,8 \text{ мм}, \quad b_{o62} = 3 \cdot 27,1 = 81,3 \text{ мм};$$

$$- \text{радиусы } R_{o61} = 0,25(1,8^2 + 1)43,2 = 45,79 \text{ мм}, R_{o62} = 0,25(3^2 + 1)27,1 = 67,75 \text{ мм};$$

$$- \text{жиіктің дөңгелектену радиусы } r_{kp1} = 0,1 \cdot 77,8 = 7,78 \text{ мм}; \\ r_{kp2} = 0,1 \cdot 81,8 = 8,18 \text{ мм. Табылған мәндер бойынша мынаны қабылдаймыз: } r_{kp1} = 8 \text{ мм}, \quad r_{kp2} = 8 \text{ мм};$$

Дөңгелек дайындаманы сопақ мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді (3.30) формуласы бойынша анықтасақ мынаны аламыз:

$$\Delta b_1 = 0,21 \sqrt{(65 - 43,2)0,5 \cdot 291,2} \cdot (65 - 43,2) / 65 = 3,96 \text{ мм};$$

$$\Delta b_2 = 0,35 \sqrt{(65 - 27,1)0,5 \cdot 302,0} \cdot (65 - 27,1) / 65 = 15,3 \text{ мм}.$$

Сопақ мөлшерлегіш біліктерінің жұмысшы радиустарын анықтаймыз: $R_{p.o61} = 0,5(320 - 43,2) = 138,4 \text{ мм}$; $R_{p.o62} = 0,5(320 - 27,1) = 146,45 \text{ мм}$.

Бірінші әрекеттен кейін айналмасоғылған дайындаманың бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз: $l_1 = 48680 / 2844 = 17,1 \text{ мм}$; $l_2 = 251940 / 1939,05 = 129,9 \text{ мм}$.

Сопақ мөлшерлегіштегі озуды (3.33) формуласы бойынша былай анықтаймыз:

$I - I$ қимасындағы озу

$$S_{h.o61} = 1,4 \frac{65 - 43,2}{65} 0,17 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35 \sqrt{138,4}} \right) \frac{21,8}{276,8} = 0,096;$$

$II - II$ қимасындағы озу

$$S_{h.ов.2} = 1,8 \frac{65 - 27,1}{65} 0,12 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{37,9}{146,45}} \right) \frac{37,9}{292,9} = 0,144.$$

Ауыспалы бөлімдегі айналмасоғу процесінің технологиялық параметрлерін орташалап алады.

Айналмасоғу кезінде пайда болатын l_1 бөлімдегі озу мынаған тең:

$$S_{h1} = 0,5 \cdot 0,096 = 0,048.$$

Айналмасоғу кезінде пайда болатын l_2 бөлімдегі озу мынаған тең:

$$S_{h2} = 0,5(0,096 + 0,14) = 0,118.$$

Озуды ескеріп бірінші әрекеттен кейін айналмасоғылған дайындаманың бойлық өлшемдерін мынадай формуламен анықтаймыз: $L = l / (1 + S_h)$.

$$l_1 \text{ бөлімінің ұзындығы } L_1 = 17,1 / 1,048 = 16,3 \text{ мм.}$$

$$l_2 \text{ бөлімінің ұзындығы } L_2 = 129,9 / 1,118 = 116,2 \text{ мм.}$$

Бірінші әрекет үшін айналмасоғу қалыбының l_1 және l_2 бөлімдерінің орталық бұрыштарын былай анықтаймыз:

$$\alpha_1 = 16,3 \cdot 57,3 / 132,9 = 7^\circ 12';$$

$$\alpha_2 = 116,2 \cdot 57,3 / 142,4 = 46^\circ 48';$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 = 7^\circ 12' + 46^\circ 48' = 54^\circ.$$

Технологиялық оймен жалпы орталық бұрышты 90° үлкейтеміз (3.29-сурет).

Айналмасокқан кезде $I - I$ және $II - II$ қималарында пайда болатын күшті (3.14) формуласы бойынша табамыз. Тапқан кезде мынаны аламыз:

$$P_{ов.1} = 10,8 \cdot 10^7 \cdot 3054,2 = 329853,6 \text{ Н;}$$

$$P_{ов.2} = 10,8 \cdot 10^7 \cdot 4440,1 = 479530,8 \text{ Н.}$$

Екінші әрекетте айналмасокқан кезде ромбылық мөлшергіштің көлденең қимасы өлшемдерін анықтаймыз.

Ромбылық мөлшергіштің $I - I$ және $II - II$ қималарында қима аудандарын былай табамыз: $F_{p1} = 2370 / 1,2 = 1975 \text{ мм}^2$; $F_{p2} = 1508,1 / 1,7 = 887,1 \text{ мм}^2$.

Ромбының биіктігін былай анықтаймыз ($K = 0,895$ қабылдаймыз):

$$h'_{p1} = 0,895 \sqrt{1975} = 39,77 \text{ мм}; h_{p1} = 0,9 \cdot 39,77 = 35,79 \text{ мм};$$

$$h'_{p2} = 0,895 \sqrt{887,1} = 26,7 \text{ мм}; h_{p2} = 0,9 \cdot 26,7 = 24 \text{ мм}.$$

Дөңгелектету радиусын былай анықтаймыз:

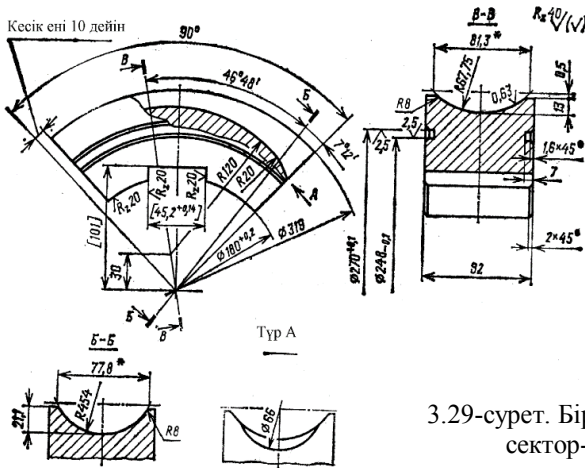
$$r_1 = 0,2 \cdot 39,77 = 7,94 \text{ мм}; r_2 = 0,2 \cdot 26,7 = 5,34 \text{ мм}.$$

Анықталған мөлшерлерді қолданып мынаны қабылдаймыз:

$$r_1 = 8 \text{ мм}, r_2 = 5 \text{ мм}.$$

Ромбының ауданына сүйеніп ромбының енін былай анықтаймыз

$$b_{p1} = 2 \cdot 1975 / 39,77 = 99,5 \text{ мм}; b_{p2} = 2 \cdot 887,1 / 26,7 = 66,5 \text{ мм}.$$



3.29-сурет. Бірінші әрекеттің сектор-қалыбы

Ромбылық мөлшерлегіштің ені айналмасоққыш қалыбының енінен (80 мм) үлкен болып кететін жеке жағдайларда айналмасоққыш қалыбының еніне сүйеніп мөлшерлегіш өлшемдерін төмендегідей түрде қайта санау қажет:

$$h'_{p1} = 2 \cdot 1975 / 80 = 49,375 \text{ мм}; h_{p1} = 0,9 \cdot 49,375 = 44,43 \text{ мм}.$$

Ромбы осьтерінің қатынасын былай санаймыз:

$$a_{p1} = 80 / 44,43 = 1,8; a_{p2} = 66,5 / 24 = 2,77.$$

Ромбылық мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде кеңеюді (3.47) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$\Delta b_1 = 0,41 \sqrt{(77,8 - 44,43)0,5 \cdot 297,8} \frac{77,8 - 44,43}{77,8} = 12,4 \text{ мм};$$

$$\Delta b_2 = 0,45 \sqrt{(81,3 - 24,0)0,5 \cdot 308} \frac{81,3 - 24,0}{81,3} = 29,759 \text{ мм}.$$

Ромбылық мөлшерлегіштің жұмысшы радиусын былай анықтаймыз:

$$R_{p1} = 0,5(320 - 44,43) = 137,8 \text{ мм}; R_{p2} = 0,5(320 - 24,0) = 148 \text{ мм}.$$

Екінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

$$l_1 = 48680/2646,5 = 18,39 \text{ мм}; l_2 = 251940/1431 = 176 \text{ мм}.$$

Ромбылық мөлшерлегіште айналмасоққан кезде озуды (3.48) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$S_{h.p1} = 1,8 \frac{77,8 - 44,43}{77,8} 0,045 + 0,5$$

$$\left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{33,37}{137,8}} \right) \frac{33,37}{275,6} = 0,052;$$

$$S_{h.p2} = 3,0 \frac{81,3 - 24,0}{81,3} 0,02 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{57,3}{148,0}} \right) \frac{57,3}{296} = 0,053.$$

Айналмасоққан кезде l_1 бөліміндегі озу мынаған тең:

$$S_{h1} = 0,5 \cdot 0,052 = 0,026.$$

Айналмасоққан кезде l_2 бөліміндегі озу мынаған тең:

$$S_{h2} = 0,5 \cdot (0,052 + 0,053) = 0,0525.$$

Озуды ескеріп екінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

$$L_1 = 18,39/0,026 = 17,9 \text{ мм}; L_2 = 176/0,0525 = 167,22 \text{ мм}.$$

Екінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының l_1 және l_2 бөлімдеріне орталық бұрышты былай анықтаймыз:

$$\alpha_1 = 17,9 \cdot 57,3 / 132,9 = 7^\circ 42'; \alpha_2 = 167,22 \cdot 57,3 / 142,9 = 67^\circ;$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 = 7^\circ 42' + 67^\circ = 74^\circ 42'.$$

Технологиялық оймен жалпы орталық бұрышты 90° -қа дейін үлкейтеміз ($\alpha_{\text{общ.}} = 90^\circ$) (3.30-сурет).

Айналмасоққан кезде пайда болатын күшті (3.14) формула бойынша анықтап мынаны аламыз:

$$P_{p,1} = 10,8 \cdot 10^7 \cdot 2195,08 = 237068,64 \text{ Н};$$

$$P_{p,2} = 10,8 \cdot 10^7 \cdot 3246,14 = 350583,12 \text{ Н}.$$

Үшінші әрекетте айналмасоққан кезде квадратты мөлшерлегіштің $I - I$ және $II - II$ қимасындағы көлденең өлшемдерді анықтаймыз.

Квадраттың ауданы мынаған тең: $F_{кв.1} = 1550 \text{ мм}^2$; $F_{кв.2} = 490 \text{ мм}^2$.

Квадраттың қабырғасын былай анықтаймыз: $c_1 = 1,01$.

$$\sqrt{1550} = 39,76 \text{ мм}; \quad c_2 = 1,01 \sqrt{490} = 22,36 \text{ мм}.$$

Квадрат бұрыштарының дөңгелектету радиусы мынаған: $r_{кр1} = 0,2 \cdot 39,76 = 7,95 \text{ мм}$; $r_{кр2} = 0,2 \cdot 22,36 = 4,47 \text{ мм}$. Анықталған мөлшерлерді қолданып мынаны қабылдаймыз: $r_{кр1} = 8 \text{ мм}$; $r_{кр2} = 5 \text{ мм}$.

Квадраттың биіктігін былай анықтаймыз: $h_{кв1} = b_{кв1} = 1,41 \cdot 39,76 - 0,828 \cdot 8 = 49,44 \text{ мм}$; $h_{кв2} = b_{кв2} = 1,41 \cdot 22,36 - 0,828 \cdot 5 = 27,4 \text{ мм}$.

Ромбылық дайындаманы квадратты мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді былай анықтаймыз:

$$\Delta b_1 = 0,35 \sqrt{(80,0 - 49,44)0,5 \cdot 288,1} \frac{80,0 - 49,44}{80,0} = 8,87 \text{ мм};$$

$$\Delta b_2 = 0,18 \sqrt{(66,5 - 27,4)0,5 \cdot 301,88} \frac{66,5 - 27,4}{66,5} = 8,1 \text{ мм}.$$

Квадратты мөлшерлегіштің жұмысшы радиусын былай анықтаймыз:

$$R_{p1} = 0,5 \cdot (320 - 49,44) = 135,3 \text{ мм};$$

$$R_{p2} = 0,5 \cdot (320 - 27,4) = 146,3 \text{ мм}.$$

Айналмасоғылғаннан кейінгі дайындама бойынша бөлімдер ұзындығы былай алынады: $l_1 = 20$ мм; $l_2 = 247$ мм.

Ромбылық дайындаманы квадратты мөлшерлегіште айналмасоққан кезде пайда болатын озуды былай табамыз:

$$S_{h.кв1} = 1,8 \frac{80 - 49,44}{80} 0,12 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{30,56}{135,3}} \right) \frac{30,56}{270,6} = 0,10;$$

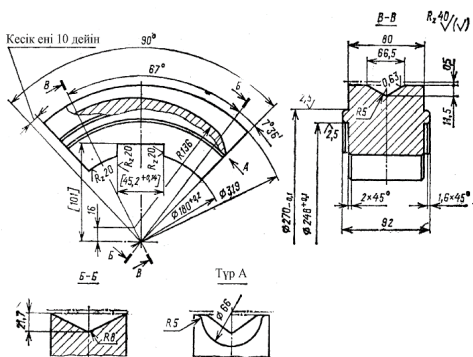
$$S_{h.кв2} = 2,77 \frac{66,5 - 27,4}{66,5} 0,03 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{39,1}{146,3}} \right) \frac{39,1}{292,6} = 0,066.$$

Айналмасоққан кезде l_1 бөліміндегі озу мынаған тең:

$$S_{h1} = 0,5 \cdot 0,10 = 0,05.$$

Айналмасоққан кезде l_2 бөліміндегі озу мынаған тең:

$$S_{h2} = 0,5 \cdot (0,10 + 0,066) = 0,083.$$



3.30-сурет. Екінші әрекеттің сектор-қалыбы

Озуды ескеріп үшінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

$$L_1 = 20/1,05 = 19,04 \text{ мм}; \quad L_2 = 247/1,083 = 228,07 \text{ мм}.$$

Үшінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының l_1 және l_2 бөлімдерінің орталық бұрышын былай табамыз:

$$\alpha_1 = 19,04 \cdot 57,3/131,4 = 8^\circ 18'; \quad \alpha_2 = 228,07 \cdot 57,3/140,8 = 92^\circ 48';$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 = 8^\circ 18' + 92^\circ 48' = 101^\circ 6'.$$

4. Бастапқы дайындаманың өлшемдерін келесі жолмен анықтаймыз.

Айналмасоғылған дайындаманың өлшемдері бойынша оның көлемін былай анықтаймыз: $V = 462540 \text{ мм}^3$.

Бастапқы дайындаманың ұзындығы

$$L_{заг} = V/F_o = 139,4 \text{ мм.}$$

Бастапқы дайындаманың мынадай өлшемдерін қабылдаймыз $65 \times 145^{+2} \text{ мм}$.

5. Жалпы кермелеу коэффициентін былай анықтаймыз:

$$\lambda_{общ.1} = 3318/830 = 4,00.$$

Централық арақашықтығы A мен бастапқы дайындаманың биіктігі h_{oc} арасындағы қатынасты келесі түрде анықтаймыз:

$$A/h_{oc} = 320/57,6 = 5,55,$$

мұндағы $h_{oc} = \sqrt{F_o} = \sqrt{3318} = 57,6 \text{ мм}$.

Тетіктің құрама пішінін ескеріп жалпы кермелеу коэффициентіне сүйеніп дөңгелек – сопақ – ромб – квадрат мөлшерлеу жүйесін таңдаймыз.

Бірінші әрекетте мынадай кермелеу коэффициентін қабылдаймыз: $\lambda_{1.ов} = 1,7$.

Сопақ мөлшерлегіштің ауданын былай табамыз: $F_{ов.1} = 3318/1,7 = 1951,76 \text{ мм}^2$.

Сопақ мөлшерлегіштердің осьтер қатынастарын номограмма (3.23-сурет) бойынша анықтап мынаны аламыз: $a_{ов1} = 2,3$. Графиктен (3.7-сурет) q коэффициентін тапқанда мынадай мәнді аламыз: $q = 0,69$.

Сопақ мөлшерлегіштің көлденең қимасы өлшемдерін анықтаймыз.

$$\text{Биіктігі } h_{ов} = \sqrt{1951,76/(2,3 \cdot 0,69)} = 35,1 \text{ мм.}$$

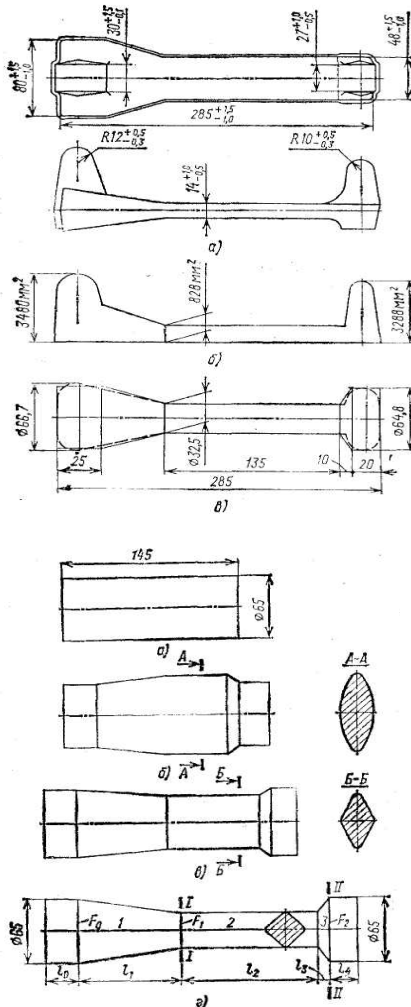
$$\text{Ені } b_{ов} = 2,3 \cdot 35,1 = 80,73 \text{ мм.}$$

$$\text{Радиусы } R_{ов} = 0,25(5,29 + 1)35,1 = 55,19 \text{ мм.}$$

Жиектің дөңгелектету радиусы $r_{кр1} = 0,1 \cdot 80,73 = 8,07$ мм. Саналған мөлшерді пайдаланып мынаны қабылдаймыз: $r_{кр} = 8$ мм.

Айналмасоққан кезде пайда болатын күшті (3.14) формуласы бойынша табамыз. Тапқан кезде мынаны аламыз:

$$P_{ов.} = 8,0 \cdot 10^7 \cdot 4033,343 = 322667,44 \text{ Н.}$$



3.32-сурет. Кулис тетігі
а – қалыптанған тетік; б –
көлденең қиманың эңюрі; в –
диаметрлер эңюрі (----);
айналмасоғылған
дайындама (—)

3.33-сурет. Кулис тетігі үшін
айналмасоғылған дайындама
а – есептелген бастықы
дайындама; б, в, г – бірінші,
екінші, үшінші әрекеттерден
кейінгі айналмасоғылған
дайындама (сәйкес жазылған)

Дөңгелек дайындаманы сопақ мөлшерлегіште айналмасоққан кезде кеңеюді былай анықтаймыз:

$$\Delta b_1 = 0,13\sqrt{(65 - 35,1)0,5 \cdot 296,6 \cdot (65 - 35,1)/65} = 3,98 \text{ мм.}$$

Сопақ мөлшерлегіш білігінің жұмысшы радиусын былай анықтаймыз:

$$R_{p.ов1} = 0,5(320 - 35,1) = 142,45 \text{ мм.}$$

Бірінші әрекеттен кейін айналмасоғылған дайындаманың бойлық өлшемдерін анықтаймыз.

Бірінші бөлімнің ұзындығы: $l_1 = 197030/2634,87 = 74,8 \text{ мм.}$

Екінші бөлімнің ұзындығы: $l_2 = 112050/1951,75 = 57,41 \text{ мм.}$

Үшінші бөлімнің ұзындығы: $l_3 = 20740/2634,87 = 7,87 \text{ мм.}$

Сопақ мөлшерлегіштегі озуды (3.33) формуласы бойынша анықтаймыз.

I – Іқимасындағы озу

$$S_{h.ов.1} = 1,69 \frac{65 - 35,1}{65} 0,13 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{29,9}{142,45}} \right) \frac{29,9}{284,9} = 0,12.$$

Айналмасоғу процесінің технологиялық параметрлері ауысымды аймақтарда орташаланып алынады.

Бірінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең: $S_{h1} = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06.$

Екінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең: $S_{h2} = 0,12.$

Үшінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең: $S_{h3} = 0,06.$

Озуды ескеріп бірінші әрекеттен кейін айналмасоғылған дайындаманың бойлық өлшемдерін анықтаймыз, $L = l(1 + S_h).$

Бірінші бөлімнің ұзындығы $L_1 = 74,8/1,06 = 70,6 \text{ мм.}$

Екінші бөлімнің ұзындығы $L_2 = 57,41/1,12 = 51,25 \text{ мм.}$

Үшінші бөлімнің ұзындығы $L_3 = 7,87/1,06 = 7,42 \text{ мм.}$

Бірінші әрекет үшін айналмасоғылған қалыптың 1, 2 және 3 бөлімдерінің орталық бұрышын былай анықтаймыз:

$$\alpha_1 = 70,6 \cdot 57,3/135,00 = 29^\circ 54'; \alpha_2 = 51,25 \cdot 57,3/142,45 = 20^\circ 36';$$

$$\alpha_1 = 7,42 \cdot 57,3/135,00 = 3^\circ 9';$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 29^\circ 54' + 20^\circ 36' + 3^\circ 9' = 53^\circ 39'.$$

Технологиялық оймен жалпы орталық бұрышты үлкейтіміз және мынаған тең етіп қабылдаймыз (3.34-сурет): ($\alpha_{\text{общ}} = 90^\circ$).

Екінші әрекетте айналмасоққан кезде ромбылық мөлшергіштің көлденең қимасы өлшемдерін анықтаймыз.

Мынадай кермелеу коэффициентін таңдаймыз: $\lambda_2 = 1,55$.

Ромбының ауданын былай табамыз:

$$F_{pI} = 1951/1,55 = 1259,2 \text{ мм}^2.$$

Ромбының биіктігін былай анықтаймыз ($K=0,895$ қабылдаймыз):

$$h'_p = 0,895 \sqrt{1259,2} = 31,7 \text{ мм}; h_p = 0,9 \cdot 31,7 = 28,6 \text{ мм}.$$

Дөңгелектену радиусын былай анықтаймыз: $r_I = 0,2 \cdot 31,7 = 6,34 \text{ мм}$. Алынған мөлшер бойынша мынаны қабылдаймыз: $r_I = 6 \text{ мм}$.

Айналмасоққан кезде пайда болатын күшті (3.14) формуласы бойынша анықтап мынаны аламыз: $P_{p,1} = 8 \cdot 10^7 \cdot 2992,01 = 239360,8 \text{ Н}$.

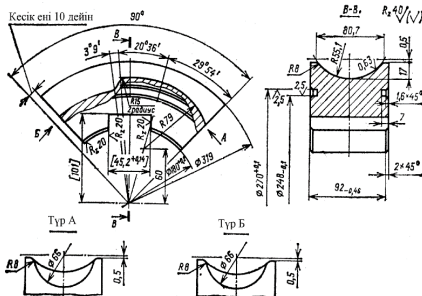
Ромбылық мөлшерлегіште сопақ дайындаманы айналмасоққан кезде кеңеюді (3.45) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$\Delta b_I = 0,4 \sqrt{(80,7 - 28,6)0,5 \cdot 305,7} \frac{80,7 - 28,6}{80,7} = 23,0 \text{ мм}.$$

Сопақ дайындаманы ромбылық мөлшерлегіште айналмасоққан кезде пайда болатын кеңеюді ескере отырып ромбының енін мынадай қабылдаймыз: $b_p = 80 \text{ мм}$.

Ромбылық мөлшерлегіштің жұмысшы радиусын былай анықтаймыз:

$$R_{pp} = 0,5(320 - 28,6) = 145,7 \text{ мм}.$$



3.34-сурет. Бірінші әрекеттің сектор-қалыбы

Екінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

бірінші бөлімнің ұзындығы $l_1 = 197030/2288,6 = 86,1$ мм;

екінші бөлімнің ұзындығы $l_2 = 112050/1259,2 = 88,98$ мм;

үшінші бөлімнің ұзындығы $l_3 = 20740/2288,6 = 9,1$ мм.

Ромбылық мөлшерлегіште айналмасоққан кезде пайда болатын озуды (3.46) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$S_{h,p1} = 2,3 \frac{80,7 - 28,6}{80,7} 0,03 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35} \sqrt{\frac{52,1}{145,7}} \right) \frac{52,12}{291,4} = 0,057;$$

Бірінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h1} = 0,5 \cdot 0,057 = 0,0287.$$

Екінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h2} = 0,057.$$

Үшінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h3} = 0,0287.$$

Озуды ескеріп екінші әрекет үшін айналмасоғылған қалыптың бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

$$L_1 = 86,1/1,0287 = 83,7 \text{ мм}; L_2 = 88,98/1,057 = 84,18 \text{ мм};$$

$$L_3 = 9,1/1,0287 = 8,85 \text{ мм}.$$

Екінші әрекет үшін айналмасоғылған қалыптың 1, 2 және 3 бөлімдерінің орталық бұрышын былай анықтаймыз:

$$\alpha_1 = 83,7 \cdot 57,3/136,6 = 35^\circ 6'; \alpha_2 = 84,18 \cdot 57,3/145,7 = 33^\circ 6';$$

$$\alpha_1 = 8,85 \cdot 57,3/136,6 = 3^\circ 42'$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 35^\circ 6' + 33^\circ 6' + 3^\circ 42' = 71^\circ 54'.$$

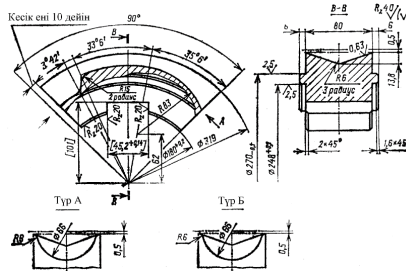
Технологиялық оймен жалпы орталық бұрышты үлкейтеміз және мынаған тең етіп қабылдаймыз (3.35-сурет): ($\alpha_{\text{общ}} = 90^\circ$).

Үшінші әрекетте айналмасоққан кезде квадратты мөлшергіштің көлденең қимасы өлшемдерін анықтаймыз.

$$\text{Квадраттың ауданы } F_{\text{кв.}} = 830 \text{ мм}^2.$$

$$\text{Квадраттың қабырғасы } c = 1,01 \sqrt{830} = 29,09 \text{ мм}.$$

Квадрат бұрыштарының дөңгелектену радиусы $r_{\text{кр}} = 0,2 \cdot 29,09 = 5,82$ мм. Анықталған мөлшер бойынша мынаны қабылдаймыз $r_{\text{кр}} = 6$ мм.



3.35-сурет. Екінші әрекеттің сектор-қалыбы

Квадраттың биіктігін былай анықтаймыз:

$$h_{KB} = b_{KB} = 1,41 \cdot 29,09 - 0,828 \cdot 6 = 36,05 \text{ mm.}$$

Квадратты мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасокқан кезде кеңейуді (3.52) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$\Delta b = 0,21 \sqrt{(80,0 - 36,05)0,5 \cdot 296,6} \frac{80,0 - 36,05}{80,0} = 9,30 \text{ мм.}$$

Айналмасоққан кезде пайда болатын күшті (3.14) формуласы бойынша табамыз. Тапқан кезде мынаны аламыз:

$$P_{p.l} = 8 \cdot 10^7 \cdot 2459,27 = 196741,6 \text{ H.}$$

Квадратты мөлшерлегіштің жұмысшы радиусын былай анықтаймыз:

$$R_{p.k6} = 0,5 \cdot (320 - 36,05) = 142,0 \text{ мм.}$$

Үшінші әрекет үшін айналмасоққыш қалыбының бойлық өлшемдерін анықтаймыз.

Бөлімдер ұзындығын айналмасоққаннан кейін алынған дайындама бойынша былай аламыз:

$$l_1 = 95 \text{ mm}; l_2 = 135 \text{ mm}; l_3 = 10 \text{ mm}.$$

Квадратты мөлшерлегіште ромбылық дайындаманы айналмасоққан кезде пайда болатын озуды (3.53) формуласын қолданып былай анықтаймыз:

$$S_{h, \text{кв1}} = 1,8 \frac{80 - 36,05}{80} 0,11 + 0,5 \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 0,35 \sqrt{\frac{43,95}{142,0}}} \right) \frac{43,95}{284,0} = 0,128;$$

Бірінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h1} = 0,5 \cdot 0,128 = 0,064.$$

Екінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h2} = 0,128.$$

Үшінші бөлімде айналмасоққан кезде озу мынаған тең:

$$S_{h3} = 0,064.$$

Озуды ескеріп үшінші әрекет үшін айналмасоғылған қалыптың бойлық өлшемдерін былай анықтаймыз:

$$L_1 = 95/1,064 = 89,3 \text{ мм}; \quad L_2 = 135/1,128 = 119,7 \text{ мм};$$

$$L_3 = 10/1,064 = 9,4 \text{ мм}.$$

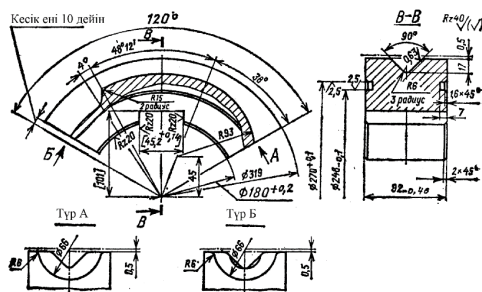
Үшінші әрекет үшін айналмасоғылған қалыптың 1, 2 және 3 бөлімдерінің орталық бұрышын былай анықтаймыз:

$$\alpha_1 = 89,3 \cdot 57,3/134,75 = 38^\circ; \quad \alpha_2 = 119,7 \cdot 57,3/142,0 = 48^\circ 18';$$

$$\alpha_3 = 9,4 \cdot 57,3/134,75 = 4^\circ$$

$$\alpha_{\text{общ.}} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 38^\circ + 48^\circ 18' + 4^\circ = 90^\circ 18'.$$

Технологиялық оймен жалпы орталық бұрышты үлкейтеміз және мынаған тең етіп қабылдаймыз (3.36-сурет): $\alpha_{\text{общ}} = 120^\circ$.



3.36-сурет. Үшінші әрекеттің сектор-қалыбы

4. АЯҚҚЫ ЖӘНЕ ТАЗА ӨНДЕУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ

Соғылмалар механикалық өңдеуге кенеріксіз және майысусыз, дәл өлшемдері бар болып және тегіс бетпен түсуі қажет. Сондықтан көлемдік қалыптаудың жалпы циклінде аяққы операциялар болып мыналар есептеледі: кенерікті кесу және тесікті тесу, еңістікті алу, термиялық өңдеу және соғылманы отқабыршақтан тазалау, қылауды тазарту, түзету және мөлшерлеу.

4.1. Кенерікті кесу және тесікті тесу

Токпақта және баспақта қалыптау басымырақ ашық қалыпта жүргізіледі және қылаудың (кенеріктің) пайда болуымен қошталады. Сонымен бірге өтпелі тесігі бар соғылманы жасаған кезде қабық немесе далдаша түрінде ішкі кенерік пайда болады. Сондықтан ең маңызды аяққы операциялардың біреулері болып ұсталық-қалыптау өндірісінде кенерікті кесу және тесікті тесу есептеледі. Осы операциялар кесу баспағында арнайы қалыпта ыстық және суық күйде іске асырылады.

Суық кесуді және тесуді көміртекті (көміртегінің мөлшері 0,45 % дейін) және төмен қоспаланған (көміртегісінің мөлшері 0,25 % дейін) болаттан жасалған соғылмалар үшін қолданады. Осы соғылмалар соққыш бөлшектердің массасы 1500 кг дейін болатын токпақта және күші 16 МН дейін болатын баспақта жасалынады.

Әдетте ыстық кесу жұмыстары соғу жылуын қолданып ыстықтай қалыптаудан кейін жылдам орындалады.

Суықтай кесу жұмыстарына күші 250...2500 кН болатын жалпыға белгіленетін қосиінді баспақтар қолданылады, ал ыстықтай кесу жұмыстарына күші 1600...16000 кН болатын кесетін қосиінді баспақтар қолданылады (кейбіреуінің негізгі параметрі 4.1-кестеде келтірілген). Ең ірі соғылмалар гидравликалық баспақта кесіледі.

Кенерікті кесу немесе тесікті тесу үшін керекті күш соғылма металының механикалық қасиетінен, кесу температурасынан, кенеріктің немесе далдашаның кесетін жеріндегі қалыңдықтан және кесінді периметрінен тәуелді болады.

Кесудің (тесудің) есептеу күші мынадай формуламен анықталады:

$$P = k \cdot \beta \cdot \sigma_{cp} \cdot F_{cp} = (1,5 \div 1,8) \cdot \sigma_B \cdot F_{cp},$$

мұндағы $k=1,1...1,3$ – кесу баспағының күш қоры коэффициенті; $\beta=1,7$ – кесу жиегінің мұқалуын және басқа кемшіліктерді ескеретін коэффициент; $\sigma_{cp}=0,8 \sigma_B$ – кесу температурасында қиыққа кедергі (әдетте $750...800^\circ\text{C}$); $F_{cp} = S \cdot L_{cp}$ – қиық ауданы; S – қиық қалыңдығы; L_{cp} – қиық периметрі.

Кесу күшін сыртқы және ішке кенерікке жеке табады, ал қосарластырған қалыпта бір мезгілде кесуді және тесуді жүргізгенде қосылады.

Ыстықтай кесу температурасында ($750...800^\circ\text{C}$) көміртегінің мөлшері әртүрлі болаттарды созған кезде пайда болатын беріктік шегі мынаған тең:

Болат	σ_B , МПа
0,25 %C (Ст2, 10, 20)	100
0,25 %C немесе көміртегінің мөлшері	
0,25 % болатын төмен қоспаланған (45, Ст5, 20Х)	120
0,25 % көміртегі бар төмен қоспаланған (60, 40Х, 45ХН)	150
Қоспаланған ШХ15, 45ХНМА, 38ХМЮА	200
Қоспаланған аспаптық	250

4.1-кесте

Кейбір кесу қосиінді баспақтарының негізгі параметрлері және өлшемдері

Параметрлер және өлшемдер	Номиналды күш, кН				
	2500	4000	6300	10000	16000
Сырғақ жүрісі, мм	320	400	400	500	630
Бір минуттағы сырғақ жүрісінің саны	32	25	20	16	10
Сырғақтың төменгі жайында онымен үстелдің ең үлкен арақашықтығы, мм	530	630	750	900	1060
Үстел иен сырғақтың арасындағы реттелетін қашықтық, мм	140	160	180	200	220
Үстелөлшемдері (ені, ұзындығы), мм	850×850	1000×1000	1250×1250	1500×1500	1800×1800
Электрқозғалтқышының қуаты, кВт	28	40	55	100	125
Көріністің габаритті өлшемдері, мм	2690×2870	3000×3120	3200×3470	4180×3800	5050×4620
Еден деңгейінен биіктік, мм	4950	5800	6100	6950	8780

Суықтай кесу температурасында көміртекті болатты созған кезде пайда болатын беріктік шегі мынаған тең:

Әдеттегі сапалы болат	σ_b , МПа
Ст2	340...420
Ст3	380...470
Ст5	420...520
Ст6	500...620
Сапалы көміртегілі болат	
20	420
30	500
40	580
50	610

Тандалған баспақтың номиналды күші қалыңдығы көбірек кенерігі немесе далдашасы бар соғылма түскен жағдайда, тағы да салқындатылған соғылманы кескен жағдайда сынудан сақтау мақсатында есепелген күштен асуы керек. Сонымен бірге қабылданған қалыптың құрылымын орналастыру үшін қалыптық кеңістік өлшемінің жеткілікті екендігін бағалау керек.

Сараптамада кесу баспағының есептеу күшін анықтағаннан кейін, оның жетекші қалыптаушы агрегатпен жинақталуы шарты орындалатындығын тексеріп, содан кейін айтылған жабдықты таңдайды. Кесу (тесу) қалыптарының негізгі жұмысшы сайманы болып ұяқалып және сотан есептеледі. Қалыптың құрылымын (жай, бірізді, қосарластырған), сотан типін (кесуші, қысушы, итеруші), ұяқалып құрылымын және сотан мен ұяқалып арасындағы саңылауды дұрыс таңдауға байланысты операцияны орындаудың сапасы тәуелді болады. Осы сұрақтарды шешкен кезде, жақсы саңылауды есептеу әдістемесін және қалыпты құрылымдаудың мәліметтерін басшылыққа алу қажет.

4.2. Соғылманы термиялық өңдеу

Соғылмаларды термиялық өңдеу ыстықтай қалыптаудың аяққы операциясы болып есептеледі. Кенерікті кескеннен кейін соғылмалар термиялық өңдеуге түседі.

Жаппай өндірісте термиялық өңделетін соғылмалар мынандай 2 түрге бөлінеді:

1. Беріксіздендіру термиялық өңдеуіне (алғашқы) тартылатын соғылмалар;

2. Беріктену термиялық өңдеуіне (ақырғы) тартылатын соғылмалар.

Алғашқы термиялық өңдеу кейінгі механикалық өңдеуге қаттылықты азайтады және ақырғы термиялық өңдеуге құрылымды дайындайды. Мұндай термиялық өңдеуді көміртекті және қоспаланған болаттардан жасалған соғылмалар өтеді. Осындай жағдайда әдеттегі операциялар болып босандату, жоғарғы босандатумен қалыптандыру немесе жай қалыптандыру есептеледі.

Ақырғы термиялық өңдеу орташа қаттылықта керекті беріктік қасиетін қамтамасыз етеді. Осы топтағы соғылмалар жақсартуға тартылады және жақсартылатын орташа көміртекті және қоспаланған болаттан жасалады.

Соғылмаларды термиялық өңдеу бірнеше типті агрегаттарда жүргізіледі (пеш түбінде соғылмаларды итеру немесе ілгішпен итеру, конвейрлі пеште). Термиялық өңдеудің түрі және қолданылатын пештің типі соғылманың материалынан, оны белгілеуден, өндірістің масштабынан, т.б. байланысты болады. Осы термиялық өңдеу түрлері әрбір нақтылы жағдай үшін техникалық шарттарға байланысты анықталады.

Соғылмаларды термиялық өңдеуден кейін әртүрлі тәсілдермен тазартады (бытыратазартқыш, химиялық өңдеу, т.б.). Тазартқанда отқабыршағын алады және беттік қауаларды табады. Тазарту тәсілдері анықтамаларда келтірілген.

4.3. Соғылмаларды түзету

Соғылмалар жасау процесінде (жылғадан алған кезде) және тасымалдау кезінде қисаюу мүмкін. Қылауды кесіп және тесікті тескен кезде соғылмалар әсіресе жиі қисаяды. Сондықтан соғылмаларды түзету керек.

Егер соғылмалар механикалық өңделмейтін болса, онда соғылма сызбасында рұқсат етілетін қисықтықты, иілісті, ширату бұрышын ерекше ескерту керек. Егер соғылма механикалық өңделетін болса, онда соғылманы түзету керек (үлкен иіліс). Егер иілу аз болса және әдіп барлық жерде әдеттегідей болса, онда түзетуді жасамайды.

Соғылманы суық және ыстық күйде түзетеді. Ыстық түзетуді кенерікті кесіп және тесікті тескеннен кейін жүргізеді. Термиялық өңдеуден және соғылманы отқабыршақтан тазалағаннан кейін жиі суық түзетуді қолданады.

Соғылманы түзетудің мынандай 4 негізгі тәсілі бар:

- 1) қалыптайтын жабдықтың түзету қалыбында суықтай түзету;
- 2) түзету баспағында суықтай түзету;
- 3) қалыптайтын жабдықтың түзету қалыбында ыстықтай түзету;
- 4) негізгі қалыптың ақырғы жылғасында ыстықтай түзету.

Үйкетүзілім тоқпағының немесе кесу баспағының түзету қалыбында суықтай түзету ең жай, үнемді және өнімді тәсіл болып саналады.

Түзету кезіндегі күшті есептеу едәуір күрделі болып саналады. Сондықтан суықтай түзетудің күші осы соғылманы ыстықтай қалыптағанда керек баспақтың күшінің немесе тоқпақтың соқыш бөлшектерінің массасының 0,25–0,5 тең етіп қабылдайды. Егер түзету күші жоғары болса, онда өнімділігі төмен түзетін гидробаспақ процесін қолданады.

Суықтай түзетуге күрделі, массасасы бойынша кіші және орташа соғылмалар, ал ыстықтай түзетуге білік, тістегеріш типті жай соғылмалар тартылатынын ұмытпау керек.

Түзеткіш қалыптардың құрылымы және жобалау ерекшеліктері анықтамаларда келтірілген.

4.4. Соғылманы мөлшерлеу

Мөлшерлеудің мақсаты барлық соғылманың немесе оның жеке бөлімдері өлшемдерінің дәлдігін жоғарылату болып есептеледі. Мөлшерлеуді жазықтықтық (тік өлшемдерді дәл алу) және көлемдік (үш бағыттағы өлшемдерді дәл алу) деп екіге бөледі. Мөлшерлеуден кейін соғылманың өлшемдерінің дәлдігі келесі негізгі факторлардан тәуелді болады: мөлшерлеудің алдындағы дәлдік; соғылманың өлшемі және түрі; металдың ағым шегі; жанасу үйкелісі; қалып құрылымының қатандығы; деформация дәрежесі; баспақ күші және оның құрылымынан.

Алынатын өлшемдердің дәлдігі бойынша мөлшерлеуді былай ажыратады:

1) шақтаманы $\pm 0,1...0,25$ мм шегінде алуға болатын әдеттегі дәлдікті мөлшерлегіш;

2) шақтамасы $\pm 0,05...0,15$ мм шегінде болатын жоғарғы дәлдікті мөлшерлегіш.

Мөлшерленген кезде әдіп және шақтаманың мөлшері мөлшерлеуді орындаудың өлшемі мен дәлдігінен тәуелді болады. Әдіптің мөлшері 0,1-ден 1мм дейін, ал шақтаманыкі 0,4-тен 1,2 мм дейін дәлдікпен орындалады. Әдіп және шақтаманы белгілеудің ретіанықтамаларда келтірілген.

Жазықтық мөлшерлеуді қолданғанда деформация дәрежесін 1...5 % шегінде қабылдайды, бірақта 10 % аспауы керек. Мөлшерлеуден кейін кедір-бұдырлық $R_a 1,25...R_a 0,63$ шегінде ауытқиды. Мөлшерленген соғылманың бөлімдері деформация дәрежесі үлкейгенде жақсарады, бірақта осындайда дәлдік азаяды.

Әдетте мөлшерлеуді суық күйде жүргізеді, бірақта ыстықтай қалыптаудың технологиялық үрдісіне кіреді.

Жазықтық мөлшерлеудің күшін жуықты мынадай формулалармен анықтауға болады.

Көрінісі дөңгелек соғылманың жанасатын беті үшін

$$P = \sigma_s \left(1 + \frac{1}{3} \cdot \mu \cdot \frac{d}{h} \right) \frac{\pi d^2}{4};$$

түрі тік бұрышты жанасатын бет үшін

$$P = \sigma_s \left(1 + \frac{3b-a}{6b} \cdot \mu \cdot \frac{a}{h} \right) a \cdot b,$$

мұндағы σ_s – соғылма материалының ағым шегі; d – жанасатын беттің диаметрі немесе дұрыс көп бұрыш үшін жазылған шеңбердің диаметрі; h – мөлшерлеу аймағындағы соғылманың биіктігі; b – көп бұрыштың үлкен қабырғасы; a – көп бұрыштың кіші қабырғасы; μ – жанасу үйкелісінің коэффициенті, майланбаған болат үшін 0,12...0,18, майланған болаттар үшін 0,06...0,10.

Көлемдік мөлшерлеудің меншікті күші жазықтықпен салыстырғанда 1,5...2 есе көп. Сондықтан оны кішкентай соғылмалар үшін қолданады.

Жоғарыда келтірілген формулаларменен бірге жазықтық және көлемдік мөлшерлеу үшін баспақ күшін мынадай формуламен анықтауға болады;

$$P=q \cdot F,$$

мұндағы q – мөлшерлеудің меншікті күші (кейбір болаттар үшін q -дің мәні 4.2-кестеде келтірілген); F – мөлшерлеу бетінің бастапқы ауданы.

4.2-кесте

Мөлшерлеудің меншікті күші

Соғылма материалы	Меншікті күш, МПа	
	Жазықтықтық	Көлемдік
Болат: 10,15 20, 25 35, 40, 45	1300-1600	1800-2200
	1800-2200	2000-2500
	2000-2500	2500-3000

Тетіктерді суықтай мөлшерлеу үшін суықтай қалыптайтын қосиінді баспақ қолданады (безеулейтін және суықтай сығымдайтын). Осы баспақтардың негізгі параметрі және өлшемдері анықтамаларда келтірілген.

Безеулейтін баспақтың сипаттамасы: номиналды күші 1000, 1600, 2500, 4000, 6300, 10000, 16000, 25000, 40000 кН. Сырғақтың жүрісі 95 мм-ден (1000 кН) 200 мм дейін (40000 кН); сырғақтың бір минуттағы үздіксіз жүрісінің саны ≥ 80 (1000кН) және 16 (40000 кН).

Суықтай сығымдайтын баспақтардың сипаттамасы: номиналды күші 1000; 1600; 2500; 4000; 63000; 10000 кН; сырықтың жүрісі 130 мм-ден (1000 кН) 360 мм дейін (10000 кН); сырғақтың бір минуттағы үздіксіз жүрісінің саны ≥ 50 (1000кН) және 16 (10000кН).

Мөлшерлеу үшін жылғаны және қалыпты құрылымдау ережесі анықтамаларда келтірілген.

4.5. Соғылмаларға техникалық талаптар

Соғылмалардың сапасы геометриялық түрдің және өлшемнің дәлдігімен, механикалық қасиеттермен, құрылыммен,

тағы да беттік және іштік ақаулардың жоқтығымен анықталады. Сапалы соғылмаларды алу соғылманың сызбасын жасаудың, қалыптаудың технологиялық үрдісін жобалаудың және орындаудың дұрыстығынан, тағы да техникалық бақылауды ұйымдастырудан байланысты болады.

Техникалық талаптар және соғылманың сызбасы осы соғылманың өлшемі мен түрін, материалын және сапасын реттейді.

Қажетті пішінді, өлшемді және осы өлшемнен рұқсат етілетін ауытқуды соғылма сызбасында толық көрсетеді. Керек болғанда осы жерде қажетті пішіннен рұқсат етілетін ауытқудың мөлшерін ескереді. Атап айтқанда мынаны ескереді: қалып ажырамасы бойынша ығысуды; фигураның жеке элементтерінің параллельді және перпендикулярлы еместігі; оның дөңгелек қимасының және тесігінің сопақтығы; қабырға қалыңдығының әртүрлілігі; эксцентрлік; қисықтық, майысым және т.б. Қылауды кескеннен кейін оның рұқсат етілетін қалдығын ерекше ескереді (шекті мөлшерін).

Техникалық талаптар келесіні көрсетеді: соғылманың бетін отқабыршақтан тазалау тәсілі, отқабыршақтың рұқсат етілетін қабат қалыңдығы немесе рұқсат етілмейтіндігі; беттік ақаудың жататын жерінің рұқсат етілетін тереңдігі (сызақіз, жаншық, соқпадақ, қыспақ және т.б.); ақауларды тазалаудың тәсілі; отқабыршықты тазалағаннан кейін бетте қалатын ойықшалардың керекті пішіні және рұқсат етілетін тереңдігі. Мөлшерлеуге тартылатын беттің кедір-бұдырлығын сәйкес кедір-бұдырлық класымен белгілейді.

Соғылма техникалық талаптарға сәйкес жасалынады және берілген қаттылыққа термиялық өңделеді. Сондықтан техникалық талаптар мыналарды көрсетеді: соғылма материалының таңбасы; термиялық өңдеу (механикалық сынауға қолданылатын үлгінің термиялық өңдеуін ерекше ескертеді); қаттылықты сынайтын орын; кесілетін үлгінің орны мен орналасуы және механикалық қасиеттің керекті көрсеткіштері. Жеке жағдайда микроқұрылымды және макроқұрылымды тексеру үшін техникалық талаппен ысылманың эталонды үлгісін немесе оның суретін қоса жібереді.

Жауапты емес тетіктерді қалыптаған кезде олардың техникалық талаптары едәуір жеңілдетіледі.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах / Ред. совет Е.И.Семенов (председ.) и др. – М.: Машиностроение, 1985.Т.1 (Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка).– 568с.
2. Теория и технологияковки / Л.Н.Соколов, Н.К. Госубатников, В.И. Ефимов и др. – Киев: Вища школа, 1989. –317с.
3. *Немзер Г.Г., Щомов А.Н.* Нагрев металла под ковку и штамповку. – Л.: Машиностроение, 1981. – 104с.
4. *Сатановский Л.Г., Мирский Ю.А.* Нагревательные и термические печи в машиностроении. – М.: Металлургия, 1971. – 383 с.
5. Ковка и штамповка. Справочник в 4- х томах / Ред. совет Е.И.Семенов (председ.) и др. – М.: Машиностроение, 1986. Т.2 (Горячая объемная штамповка). – 560с.
6. *Охрименко Я.М.* Технология кузнечно-штамповочного производства. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
7. Государственный стандарт 7505-89. Поковки стальные штамповочные (допуски, припуски и кузнечные напуски). – М.: Издательство стандартов, 1990. –52с.
8. *Семенов Е.И.* Ковка и штамповка. – М.:Машиностроение, 1977. – 256 с.
9. *Скрябин С.А., Колпашиников А.И.* Профилирование заготовок на ковочных вальцах. – М.: Машиностроение,1988. – 238 с.
10. *Сторожев М.В.*Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2-х томах.– М.: Машиностроение, 1968. – 243 с.
11. *Шестаков Н.А., Шевченко А.А.*Технология ротационнойковки и вальцовки.– М.: Высшая школа, 1988. – 249 с.
12. *Вербицкий Е.И., Добровольский И.Г.*Курсовое проектирование по горячей штамповке. – Минск: «Вышэйшая школа», 1978.
13. *Бабенко В.А., Бойцов В.В., Волик Ю.П.*Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. – М.: Машиностроение, 1982. – 342 с.
14. *Смирнов В.К., Машеков С.А., Омаров А.Д.* Технология производства транспортных изделий. – Алматы: Бастау, 2002. – 408 с.

15. *Килов А.С.* Обработка материалов давлением в промышленности: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 266 с.

16. ГОСТ 3.1126-88. ЕСТД. Правила выполнения графических документов на поковки. – Введ. 01.01.89 – М.: Издательство стандартов, 1988. – 4 с.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
1. ҚОСИНДІ ЫССЫ ҚАЛЫПТАЙТЫН БАСПАҚТА ҚАЛЫПТАУ.....	5
1.1. ҚЫҚБ-да қалыптаудың ерекшеліктері.....	6
1.2. Қалыптаудың технологиялық үрдісін жасау.....	9
1.3. Бастапқы дайындаманың өлшемдерін анықтау.....	10
1.4. Баспақты таңдау және деформация күшін анықтау.....	12
1.5. ҚЫҚБ-ы қалыбының негізгі элементтерін құрылымдау...	15
1.6. Қалыптар.....	16
2. КӨЛДЕНЕҢ СОҒУ МАШИНАСЫНДА ҚАЛЫПТАУ.....	29
2.1. Соғылмаларды топтау. Қалып жылғаларының түрі.....	30
2.2. КСМ-да қалыптаудың технологиялық үрдісін жасау.....	32
2.3. I топ соғылмаларын қалыптаудың әрекеттерін таңдау.....	54
2.4. Қалыптаудың керекті күшін анықтау және ксм таңдау.....	86
3. АЙНАЛМАСОҚҚЫШТА АЙНАЛМАСОҒУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСІ.....	88
3.1. Негізгі технологиялық параметрлерді және өткізу санын есептеу.....	88
3.2. Айналмасоққыштың қалыбы. Орындаушы өлшемдерді есептеу.....	103
3.3. Айналмасоққыш қалыптарын баптау.....	116
3.4. Алюминийлік және титандық қорытпалардан жасалған дайындамаларды пішіндеу үшін мөлшерлегіштерді есептеу.....	117
3.5. Иіңтірек тетігіне мөлшерлегіштерді санаудың мысалы....	132
3.6. Кулис тетігіне мөлшерлегіштерді есептеудің мысалы.....	141
4. АЯҚҚЫ ЖӘНЕ ТАЗА ӨҢДЕУ ОПЕРАЦИЯЛАРЫ.....	149
4.1. Кенерікті кесу және тесікті тесу.....	149
4.2. Соғылманы термиялық өңдеу.....	151
4.3. Соғылмаларды түзету.....	152
4.4. Соғылманы мөлшерлеу.....	153
4.5. Соғылмаларға техникалық талаптар.....	155
Библиографиялық тізім.....	157

Оқулық басылым

Серік Әкімұлы Мәшеков
Әйгерім Серікқызы Мәшекова

ЫСТЫҚ КӨЛЕМДІК ҚАЛЫПТАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

2-бөлім

РБ бастығы

З.А. Ғұбайдулина

Редакторы

Т. С. Жақсыбаева

Компьютерде беттеген

А. Б. Аришова

Басуға қол қойылды 30.04.2015 ж.

Таралымы 300 дана. Пішімі 60х84х 1/16. № 1 баспаханалық
қағаз. Көлемі 10,2 есепті б.т. 9,5 шартты б.т. Тапсырыс № 322.

Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы

Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы

Оқу-баспа орталығы,

Алматы, Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-740-0



9

7 8 6 0 1 2 2 8 7 4 0 0