

ӘОЖ 621.744:512.122

## Қалыптанған металл бұйымдардың қалыптау процесін зерттеу және зертханалық қондырғыны жасау

Күзембаев Серік Бапайұлы<sup>1</sup>, Альжанов Марат Қайдарұлы<sup>2</sup>,  
Түлеуова Гүлмаржан Қуатқызы<sup>3</sup>, Төлеу Бектұрсын Қуатұлы<sup>4</sup>

<sup>1</sup>техника ғылымдарының докторы, профессор  
Ш.Уәлиханов ат. Көкшетау мемлекеттік университеті

<sup>2</sup>техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

<sup>3</sup>магистр, Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық университеті

<sup>4</sup>инженер-металлург, Қарағанды құю зауыты

**Аңдатпа.** Мақалада қалыптанған металл бұйымдарын алу үшін арналған әр түрлі қондырғылардың жұмыс істеу принципі мен құрылысы туралы мағлұматтар келтірілген. Жаншу технологиясының ерекшеліктеріне көңіл бөлінген, сонымен қатар құрамында жалған цилиндрі бар престің жаңа құрылысы ұсынылған, оның ерекшелігі ұнтақтарды себу кеңістігі көбірек және бүйір үйкелісі төмен болуы. Нәтижесінде ұнтақ бөлшектерінің біркелкі орналасып тығыздалуы, матрица қабырғасына және жалған цилиндрдің қабырғасына үйкелістің төмендетілуі болып табылады.

**Кілт сөздер:** ұнтақ металлургиясы, жаншу технологиясы, қалыптанған металл бұйымдары, жалған цилиндр, пресс құрылысы.

**Аннотация.** В статье представлены конструкции и принципы работ различных устройств для получения формованного металлоизделия. Рассмотрены особенности технологии получения изделий методом прессования из измельченного материала, а также разработана конструкция прессы с использованием ложного цилиндра, что снижает трение между стенками матрицы и частицами порошка, а также дает равномерное распределение частиц порошка, в результате которого получаем одинаковую плотность во всех частях формованного металлоизделия.

**Ключевые слова:** порошковая металлургия, технология прессования, формованные металлоизделия, ложный цилиндр, конструкция прессы.

**Abstract.** The paper presents the design and operation of various devices for the molded metal. The features of the technology of manufacturing method of pressing of the crushed material, as well as developed press design using false cylinder, which reduces the friction between the die wall and the particles of the powder, as well as giving ravnovernoe distribution of the powder particles, whereby we obtain the same density in all parts of the molded metal.

**Key Words:** powder metallurgy, pressing technology, molded metal, false cylinder, press design.

Қазақстанда нарық қатынастардың дамуы кәсіп орындар үшін жұмыс істеу экономикалық жағдайларын өзгертті. Бұл жағдайлар жоғары тұрақсыздықпен, сыртқы ортаның белгісіз қатысуымен, ішкі және сыртқы нарықтардың бәсекелестігін күшейтумен сипатталады. Бұл байланыста шаруашылық субъектердің алдында өмірге қабілеттілігі мен экономикалық орнықтылығын қамтамасыз ететін мәселелер тұрады.

Глобализацияның маңызды элементі әлемдік ғылыми-технологиялық кеңістігінің қалыптасуы болып табылады. Алдымыздағы он жылдықта жаңа технологиялық реті дамуының негізгі бағыттарына өндірістің автоматтануы, космостық технологиясы, алдын ала берілген қасиеттерге ие конструкциялық материалдар өндірісі жатады. Әлем деңгейінде маңызды болып қарастырылатын технологиялары қалыптасады, олардың біреуі – алдын ала берілген қасиеттерге ие жаңа материалдарын алу.

Қазіргі кезде қазақстандық металлургия экономикалық көрсеткіштердің тұрақты оң динамикасын көрсетеді. Сонда да, қазақстандық металлургияның бәсекеге қабілеттілігін жоғарлатудың және дамытудың жаңа кезеңі қалыптастыру мәселесі өзекті болып қалады. Ғылыми техникалық қарқындылығының және біздің еліміздің экономика өсімталдылығының үдеулетуінде маңызды рөлді машинажасаумен металлургия атқарады.

Дәстүрлі қолданылатын қорытпалар белгілі бір мөлшерде өздерінің конструктивті беріктігінің шегіне жетті. Қазіргі техниканың дамуы күшті және температуралы өрістерінің күрделі үйлесімде, агрессиялы орталардың, сәулеленудің, терең вакуумның және жоғары қысымдардың әрекеті кезінде сенімді жұмыс істейтін материалдарды жасауын талап етеді. Бұл мәселені жаңа материалдарды құру жолымен жүзеге асыруға болады, яғни ұнтақты және құрама. Ұсақталған материалдардан жасалған бұйымдарды ұнтақты металлургия әдістерімен алған тиімді.

Бұл әдістер дәстүрлі тәсілдермен алынбайтын бұйымдарды алуға мүмкіндік береді. Мұндай бұйымдармен материалдарға көп құрама құрамалар, металл және металл емес құраушылардың әр түрлі құрамалар, бақыланатын кеуектіліктің кен аралығымен және иілімділікпен қаттылықты үйлестіретін кеуекті материалдар, қиын балқитын металдардан жасалған бұйымдар, сонымен қатар т.б. жатады. Ұнтақты металлургия металл ұнтақтарын жоңқаға келтіруге мүмкіндік береді,

бұйымды жасау технологиясын жеңілдетеді және олардың өндірісінің еңбек сыйымдылығын төмендетеді.

Ұнтақты металлургия металл бұйымдар өндіруінің басқа әдістерімен салыстырғанда бір қатар артықшылықтарына ие. Олардың негізгісі бірегей қасиеттері бар материалдарды; кеуекті құрылымға (иілімділікпен қаттылықтың үйлесімі) ие материалдарды; электр омырылуға жоғары кедергіге ие қорытпаларды алуға мүмкіндік береді. Қалыптанған металл бұйымдарын алу үшін пресстің жаңа құрылысы жасалған, құрамында жалған цилиндрді пайдаланамыз, оның ерекшелігі ұнтақтарды себу кеңістігі көбірек және бүйір үйкелісі төмен болады.

Жаншудың барлық түрлерінде тығыздаудың меншікті тығыздығы бар, әр түрлі зандылықтарға бағынышты, бірақ олардың барлығы үшін ең маңызды мәселесі ұнтақты дене тығыздығының қысымға тәуелділігін анықтауы болып табылады. Жабық жаншу-қалыбында ұнтақты материалдардың тығыздалуы барысында байқалатын физикалық процестердің күрделілігі әлі күнге дейін жаншудың жалпы физика математикалық теориясын құруға мүмкіндік берген жоқ.

Сондықтан, әлі әр келкі материалдарды жаншу үшін және қысымдардың кен аралығына әмбебап болатын аналитикалық формула жоқ. Жаншудың барлық тендеулерінің жалпы кемшілігі, олардың берілген ұнтақта жүзеге асатын нақты шекаралық тығыздығы есепке алынбағандығында.

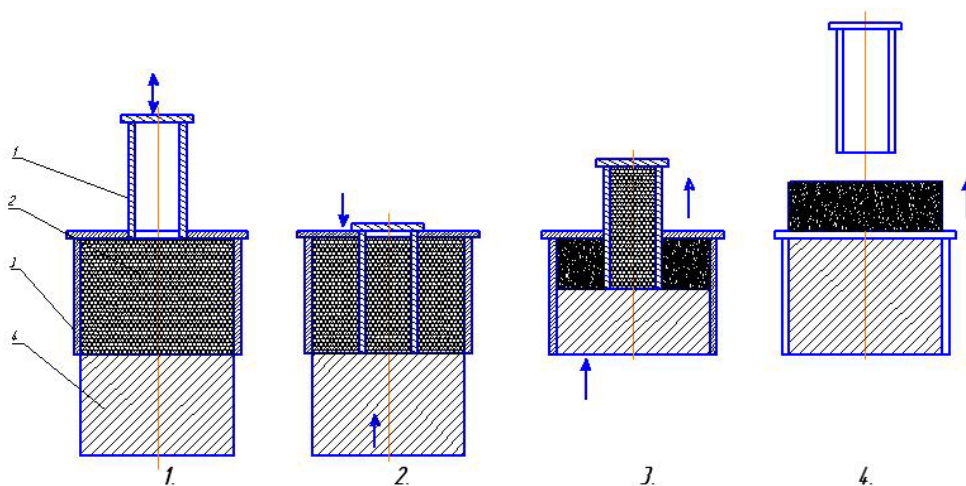
Жүргізген зерттеудің мақсаты, қалыптанған металл бұйымның біркелкі тығыздығын алу, бүйір үйкелісін төмендету нәтижесінде бұйымның қаттылығын жоғарлату. Осы қойылған сұрақты шешу үшін пресстің жаңа құрылысы жасалған (1 сурет). Ұнтақ бұйымдарды қалыптаған кезде пресс-қалыптар негізгі құрылғы болып есептеледі, ұнтақ салып оған қысым беру арқылы бұйым алынады.

Міндетіне қарай және жұмыс ортасына қарай пресс-қалыптар берілген өлшемді бұйымдарды престоуді, бірқалыпты тығыздықты, жарғышақтардың болмауын, жақсы толтырылуын, бұйымды итеріп шығаруды қамтамасыз етуі қажет [1].

Пресс-қалып құрылымы қолданыста берік болуы қажет. Оның бөлшектері жоғары беріктікке, төзімділікке, үйкеліске және кернеуге тұрақтылыққа ие болады. Сонымен қоса, ол дайындалуда жеңіл, бағасы төмен және жұмыс істеу уақыты ұзақ болуы қажет.

Ұнтақты өндірісте қолданылатын негізгі пресс-қалыптар компрессионды, олар преспен жалғасуы бойынша алынып салынбалы және тұрақты болады. Ал

матрицаны ұнтақпен толтыру әдісіне қарай массалы және көлемдік болып бөлінеді. Технологиялық міндетіне қарай қалыптаушы және калибрлеуші, ал қысым беру сипатына қарай бір жақты және екі жақты болады. Ұнтақ материалына қарай пресс-қалыптар қарапайым және күрделі конструкциялық болып бөлінеді. Престелу қуаттылығы бұйым ауданына қарай пресс-қалып бір ұялы немесе көп ұялы болады. Пресс қондырғысына қарай олар арнайы немесе арнайы емес, қолдық, автоматты, жартылай автоматты болып бөлінеді.



1 сурет: Құрамында жалған цилиндрі бар пресс-қалыптың сұлбасы

1-жалған цилиндр; 2-ұнтақ зат; 3-матрица; 4-пуансон

Тұрақты пресс-қалыптар көп көлемді өндірісте қолданылады, ол жоғары өнімділікті береді. Жинамалы пресс-қалыптарды қолдану қиын престелетін бұйымдар үшін қолданылады. Пресс-қалып құрылымы және құрайтын бұйымдар саны дайындаманың қалпымен өлшемдеріне тәуелді. Арнайы престоуде пресс құрылғылары қарапайым құрылымды болады. Ал егер дәстүрлі пресс қондырғысын автоматтандырылған түрде қолданғанда, оның құрылымы күрделене түседі.

Пресс-қалыптар басты және көмекші бөлшектерден тұрады. Басты бөлшектері:

- матрица сыртқы жақтық беттерді қалыптауға арналған;
- өзекпен төменгі пуансон төменгі жақтық және ішкі жақтық беттіктерді қалыптауға арналған;
- үстінгі пуансон, ұнтаққа үстінен қысым береді, үстінгі беттікті қалыптайды.

Көмекші бөлшектерге:

- шектегіштер,

- бекіткіштер,
- пресс плунжер адымы,
- ауыстырылатын қосындылар,
- серіппелер,
- қосымша бұйымдар.

Пресс-қалыпты жобалағанда бастапқы берілгендер престеу бағытын, престін техникалық сипаттамасын, ұнтақ қоспаның технологиялық сипаттамаларын, престеудің максималды қысымын, қоспаның матрицада тығыздалу дәрежесін, бұйымның өлшемдері және дайын бұйым тығыздығы ескеріледі. Сонымен қатар, пресс-қалыптарды дайындағанда жымдасудан кейінгі барлық үрдістер ескеріледі. Күрделі қалыпты бұйымдарды престегенде маңызды ролді престеу бағыты ойнайды. Мұнда тек пуансон саны емес сонымен қатар, бұйымды матрицадан итеріп шығару маңызды. Егер бұйым айналу осіне ие болса онда бұл бұйымды осы бағытта болуы тиіс, ал айналу осі жоқ бұйымдар қалындық ауысу саны төмен бағытта престеледі. Бұйымдардың өлшемдерінің өзгеруі барлық бағыттарда бірдей жүрмейді, ол өлшемдер қатынастарына тәуелді.

Мысалы, цилиндр биіктігі бойынша отырады ал диаметрі бойынша өте аз болады;  $h = d$  болғанда отыру биіктік және диаметр бойынша бірдей. Үлкен емес саңылаулардың диаметрі өзгеріссіз немесе аз болады. Матрицаның ішкі диаметрі және өзектің диаметрі престелетін дайындама өлшемдерімен анықталады. Сонымен дайын бұйым мүмкін өлшемдері матрица, өзектер және пуансондар ұзақ уақыт жұмысқа жарамды болатындай алынады. Бұйымның сыртқы диаметрі рұқсат өлшемнің минималды мөлшері алынады, ал саңылау максималды өлшемдермен алынады.

Пресс-қалыптарды жобалағанда тура өлшемді бұйымдар алу күрделі болғандықтан ұнтақ қоспасынан дайын бұйым өлшемдерін өзгертпейтіндей таңдайды (1 кесте).

Пресс-қалыптардың барлық бөлшектерін шынықтыруға және отырғызуға шалдықтырады, сонынан жанасатын беттіктерді тегістейді. Бөлшектерін тегістеу бұйым беттігінің кедір бұдырлығын азайтады. Сапалы тегістеу және сырғитын беттіктердің қаттылығы пресс-қалыптардың тозуын азайтады да жұмыс уақытын созады. Сырғитын бөлшектер арасындағы саңылау  $0,013$  тен  $0,012$  мм ден аспауы қажет. Егер ұнтақ бөлшектері ірі болса саңылау үлкен болуы мүмкін.

**Кесте 1: Пресс-қалыптарды дайындауға ұсынылатын болаттар**

Бөлшектің атауы	Болаттар		Қаттылығы, НРС
	Негізгі	Алмастырушы	
Темір және мыс негізді бұйымдарды престоуге арналған орта және аз күрделілікті матрицалар мен пуансондар.	ХВГ, ХГ, 9ХС	У8А, 9Х, Х	59 – 64
Жоғары жүктеуде жұмыс істейтін күрделі қалыпты матрицалар және пуансондар.	Х12Ф, Х12М	У10А, ХТ, 8Х, Ф	59 - 64
Қатты металдар және балқымаларды престоитін матрицалар және пуансондар.	ВК6 (қаты балқыма), Х12Ф	Х05, 9ХС, ХВ5	G2 - 64
Төлкелер, бекіткіштер және тіреуіштерді бағыттайтын шектеуші және сақтаушы сакиналар.	У7А	Болат 45, 40Х	42 - 48

Ұнтақ металлургиясының тәжірибесінде суық престоуден басқа ыстық престоу бар. Ыстық престоуге арналған пресс-қалыптарды дайындауда ерекшеліктерді ескеру қажет. Осы жағдайда пресс-қалыптың материалын таңдау маңызды. Ыстық престоу кезінде пресс-қалыптар төмен төзімділікке ие болады. Сондықтан жоғары температурада (900°С жоғары) пресс-қалыптарды графиттен жасайды.

Ұнтақ бұйымдардың калибрлеуін тура өлшемдер алу үшін қолданады. Сонымен қатар, кей жағдайда бұйымның тығыздығын жоғарлату үшін қайта престоуді жүргізеді. Калибрлеуге жұмсалған күш, бұйым материалына тәуелді [2].

Зерттеудің ғылыми жаңалығы құрамында жалған цилиндрі бар престоің жаңа құрылысы ұсынылған, оның ерекшелігі ұнтақтарды себу кеңістігі көбірек және бүйір үйкелісі төмен болады. Нәтижесінде ұнтақ бөлшектерінің біркелкі орналасып тығыздалуы, матрица қабырғасына және жалған цилиндрдің қабырғасына үйкелістің төмендетілуі болады.

Пресс-қалып өлшемдерінің есептеуі.

Пресс-қалыптарын құрастыру кезінде келесі бес шарт сақталу керек:

- 1) престоелетін бұйымның барлық бөліктерінде біркелкі тығыздығы;
- 2) бұйымның берілген өлшемдерімен пішінінің дәлдігі;
- 3) брикеттің онай шығуы;
- 4) пресс-қалыптың сенімді құрылысы және ұзақ қызмет етуі;
- 5) пресс-қалыптың максималды арзандылығы.

Жобалау кезінде біріншіден пресс-қалыптың матрица ұзындығының есептеулерін мына формула бойынша жүргізеді:

$$L = \frac{d_{np}}{d_n} h_{\max} + l, \text{ мм} \quad (1)$$

мұндағы:

$\frac{d_{np}}{d_n} h_{\max}$  - ұнтақ қабатының максималды биіктігіне сәйкес қуыстың тереңдігі;

$l$  - матрицаның жұмыс істемейтін бөлігінің ұзындығы.

Матрица қуысының өлшемдері келесі тәуелділігі бойынша анықталады:

$$D = D_n + \frac{A_{\partial n}}{2} - l_{\partial} + n_{\partial} + K_{\partial}, \text{ мм} \quad (2)$$

мұндағы:

$D_n$  – матрица қуысының берілген жерінде қалыптасатын престелетін бөлшектің сәйкес өлшемі, мм;

$A_{\partial n}$  - бұйымның сәйкес өлшеміне әдіп, мм;

$l_{\partial}$  - кейінгі серпімді әрекетінің шамасы, мм;

$n_{\partial}$  - жымдасу кезіндегі шөгудің шамасы, мм;

$K_{\partial}$  - бөлшекті калибрлеуге әдіп, мм.

Домалақ матрицаның қабырғасының қалыңдығын есептеу:

$$D_2 = D_1 \sqrt{\frac{[\sigma] + P\mu}{[\sigma] + P\mu}}, \text{ мм} \quad (3)$$

мұндағы:

$D_2$  - матрицаның сыртқы диаметрі, мм;

$D_1$  - престелетін бұйымның диаметрі, мм;

$[\sigma]$  - матрица материалының созылуына жіберілетін кернеу;

$P$  - престоу кезіндегі максималды қысым,  $\text{кг}/\text{мм}^2$ ;

$\mu$  – Пуансон коэффициенті.

Матрица қабырғасының  $\delta$  қалыңдығын мына формула бойынша анықтайды:

$$\delta = \frac{a-1}{2} D_1, \text{ мм} \quad a = \frac{D_2}{D_1} \quad (4)$$

Созатын күш келесі формула бойынша анықталады:

$$P_c = P_\sigma \cdot h_\sigma \cdot l_\sigma, \text{ кг} \quad (5)$$

мұндағы:

$P_\sigma$  – бүйір қысымы,  $\text{кг}/\text{см}^2$ ;  $P_\sigma = 0,25 P$ ;

$h_\sigma$  – престелген бұйымның биіктігі,  $\text{см}$ ;

$l_\sigma$  – престелген бұйымның ұзындығы,  $\text{см}$ .

Қорыта айтқанда, бұл жұмыста қалыптанған металл бұйымдарын алу үшін арналған әр түрлі қондырғылардың жұмыс істеу принципі мен құрылысы туралы мағлұматтар келтірілген. Жаншу технологиясының ерекшеліктеріне көңіл бөлінген, сонымен қатар, құрамында жалған цилиндрі бар престің жаңа құрылысы ұсынылған, оның ерекшелігі ұнтақтарды себу кеңістігі көбірек және бүйір үйкелісі төмен болуы. Нәтижесінде ұнтақ бөлшектерінің біркелкі орналасып тығыздалуы, матрица қабырғасына және жалған цилиндрдің қабырғасына үйкелістің төмендетілуі болып табылады.

## Пайдаланған әдебиеттер

- [1] Либенсон Г. А. Специальность, порошковая металлургия. –М.: Радио связь, 1990. - 229 с.
- [2] Ермаков С.С., Вязников Н.Ф. Порошковые стали и изделия. 4-е изд., перераб. и доп. –Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1990. – 319 с.