

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ УКРАЇНИ  
БЕРДЯНСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ КОЛЕДЖ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ ЛИВАРНИХ, КОВАЛЬСЬКО-  
ПРЕСОВИХ І ТЕРМІЧНИХ ЦЕХІВ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**Розділ 2**

**Технологічне устаткування ковальсько-пресових цехів**

Конспект лекцій  
рекомендований цикловою  
комісією «Професійних дисциплін  
спеціальності 5.05050201»  
Протокол № \_\_\_\_\_  
Від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 р.  
Голова комісії \_\_\_\_\_  
О.І. Головатий

Конспект лекцій розроблений на основі робочої навчальної програми дисципліни «Технологічне обладнання ливарних, ковальсько-пресових та термічних цехів» та робочого навчального плану для спеціальності 5.05050201 «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування».

Конспект лекцій розробив викладач вищої категорії, викладач-методист  
\_\_\_\_\_ Амонс А.В.

<b>Тема 2.1. Вступ</b>	1
Загальні відомості про пластичне деформування металу	4
Нагрівання металу	6
Нагрівальне обладнання	7
Класифікація ковальсько-пресового встаткування	7
<b>Тема 2.2. Молоти</b>	9
Основні поняття	9
Пароповітряні молоти	10
Розподільне обладнання пароповітряного молота	14
Пароповітряні молоти подвійної дії	12
Конструкція основних деталей пароповітряних молотів	20
Пневматичні молоти	30
Двоциліндрові пневматичні молоти	31
Періоди роботи молотів	34
Механічні молоти	35
Фрикційний молот з дошкою	36
Молоти з ременем	38
Важільні молоти	39
Ресорно-пружинні молоти	39
Молоти діючі вибухом	40
Молоти із двостороннім ударом	41
Гвинтові фрикційні молоти	42
Гідравлічні молоти	46
Гідрогвинтові молоти	47
Кувальний маніпулятор	47
Обслуговування й експлуатація молотів	48
Пуск і налагодження пароповітряного молота	48
Пуск і налагодження пневматичного молота	49
Пуск і налагодження гвинтового фрикційного молота	50
Техніка безпеки при роботі на молотах	51
<b>Тема 2.3. Гідравлічні преси</b>	54
Принцип дії	55
Схема гідропресової установки	56
Застосовувані рідини і тиск	57
Класифікація гідравлічних пресів	58
Основні вузли й деталі гідравлічних пресів. Станина	58
Циліндри й плунжери	60
Насоси	63
Наповнювальна система	66
Насосний безакумуляторний привід	67
Насосно-акумуляторний привід	68
Мультиплікатор	69
Трубопроводи	71

Конструкції гідравлічних пресів _____	72
Штампувальні преси _____	73
Пакетіровочні преси _____	73
Особливості експлуатації гідравлічних пресів _____	74
Техніка безпеки при роботі на гідравлічних пресах _____	75
<b>Тема 2.4. Кривошипні ковальсько-пресові машини _____</b>	<b>77</b>
Класифікація ковальсько-пресових машин _____	78
Типова схема кривошипного преса _____	80
Гарячештампувальні преси _____	82
Листоштампувальні преси _____	83
Обрізні преси _____	85
Правильні преси _____	86
Карбувальні преси _____	86
Основні вузли кривошипних машин. Станина _____	87
Запобіжні обладнання _____	88
Гальма пресів _____	91
Врівноважуючі системи _____	92
Виштовхувачі _____	93
Кривошипно-шатунний механізм _____	94
Передачі в приводі кривошипних машин _____	98
Проміжні вали _____	98
Маховики _____	98
Фундаменти кривошипних машин _____	99
Горизонтально-кувальні машини _____	99
Вертикально-кувальні машини _____	102
Згинальні машини _____	103
Ковальсько-штампувальні автомати _____	103
Ножиці _____	105
Рейкові преси _____	108
Гвинтові преси _____	108
Кувальні вальці _____	109
Ротаційно-згинальні машини _____	110
Радіально-обтискні машини _____	111

## Тема 2.1. Вступ

**Навчальна мета:** Вивчити основні положення другого розділу дисципліни.

**Виховна мета:** Викликати почуття інтересу до дисципліни.

**Зміст теми:**

1. Основні положення. З історії розвитку.
2. Основні поняття про пластичну деформацію металу.
3. Нагрів металу.
4. Нагрівні пристрої.
5. Класифікація ковальсько-пресового обладнання.

**Література:**

1. Щеглов В.Ф. та інші. Ковальсько-пресові машини. . М., Машинобудування, 1979 (стор. 3...5).
2. Кузьмін Б.А. Технологія металів і конструкційних матеріалів.. М., Машинобудування, 1989 (стор. 312...316).
3. Долотов Г.П. та інші. Устаткування термічних цехів. М. Машинобудування, 1968.

**Методичне забезпечення:**

1. Плакати.
2. Альбом креслень і схем устаткування, що застосовується в ковальсько-пресових цехах.
3. Методичний посібник для самостійної роботи студентів над дисципліною.
4. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни.
5. Картки-завдання для проведення тестового контролю знань.
6. Екзаменаційні білети.

**У результаті вивчення матеріалу студент повинний знати:**

- роль ковальсько-пресового виробництва в сучасному машинобудування;
- класифікацію устаткування ковальсько-пресових цехів;
- основні відомості про пластичне деформування металу.

Ковальська справа - саме прадавнє ремесло, пов'язане з металом. Уперше людей почала кувати самородні й метеоритні метали ще в кам'яному віці. Ковальськими інструментами тих далеких часів були: невеликі круглі камені – молоти й овальні плоскі масивні камені – ковадла. При мікроскопічному дослідженні поверхонь цих «інструментів» були виявлені сліди самородного металу. Однак точного часу зародження ковальської майстерності на планеті вказати неможливо.

Задовго до нашої ери люди почали виготовляти вироби із самородної міді, срібла й золота, що володіли пластичністю. Прадавні ковалі, використовуючи кам'яні молоти й ковадла понад 5 тис. років тому кували з міді вироби для рибного лову й побуту: рибальські гачки, ножі, шила й інші дрібні предмети.

У районах Правобережної України по берегах рік Дніпра й Дністра перебуває один з найдавніших вогнищ металообробки міді епохи розвиненого Трипілля (IV – III тисячоріччя до нашої ери). У цей період майстри вже застосовували зміцнюючі наклепом робочі поверхні мідних знарядь, що значно підвищувало їхню твердість. Це дозволило поступово витиснути кам'яні знаряддя. Зазначений період характеризується різноманітністю кованих, литих і комбінованих виробів, таких як ковальські зубила, ножі, сокири, наконечники стріл, браслети, пряжки й т.п.

На початку I тисячоріччя до н.е. вироби із заліза починають виготовляти в районі сучасного м. Керчі (слово «керч» – давньоруська назва коваля). Багаті залізом руди в районі м. Керчі залягали практично на поверхні землі.

У ці часи ковальська майстерність досягає вже високого рівня. У ковалях горн оснащувався двокамерними повітродувними міхами, а в центрі розташовувалася більша залізна або бронзове ковадло. Ковалі застосовували при роботі важкі молоти, кліщі, зубила й сокири для рубання металу, а для затиску виробів лещата.

Починаючи з VII с. до н. е. центром металообробки стає Скіфія, ремісничим центром якої було Каменське городище. Видобуток залізної руди проводився на території сучасного Криворізького басейну, що відстоїть від Каменського городища на 60 км.

Поряд з литтям і куванням у скіфів було широко налагоджене виготовлення золотих і срібних прикрас і всілякого начиння за допомогою карбування, штампування й лиття по виплавлених моделях. Скіфські ковалі вміли кувати й «дамаські сталі», у яких «перемішувалися» шари заліза з високо вуглецевою сталлю, що створювало на бічній поверхні виробу візерунок з темних і світлих смуг.

Освоєння заліза спричинило більші зміни в культурному й господарському житті всіх народів – залізна сокира, плуг із залізним лемешем підвищили продуктивність землеробства.

До кінця IX с. поєднуються слов'янські племена й виникає Давньоруська держава. Утворюються великі військові та торгово-ремісничі центри, такі як Київ, Новгород-Великий, Смоленськ і ін. У цих містах створюються спеціалізовані центри по виробництві посуду й різних господарських предметів зі срібла й золота, впроваджується спеціалізація ковалів-зброярів.

Міські майстри мали високу техніку й створювали свої високомистецькі і якісні вироби. У цей період спостерігається постійне вдосконалювання засобів виробництва й пристосування майстерень до масового випуску продукції. Широко впроваджуються штампування й поопераційне виробництво, завершується поділ ковалів на ковалів-зброярів, златоковалів, карбувальників, гравірувальників і ювелірів.

Однак більшість ковалів виготовляли зброю й кольчуги.

Виготовлення кольчуги було справою кропітким і трудомісткою, адже для плетива треба було відкувати більш 40 тисяч кілець, а потім склепати їх спеціальними «гвоздиками». На початку відковували дріт, потім навивали на стрижень і рубали на окремі кільця. Кінці кожного кільця розплющували й на цих площадках пробивали отвору. Потім з тонкого дротика (0,8 мм) висаджували заклепки – «гвоздики» і після цього починали складання або «плетиво» кольчуги. На всю роботу йшло понад трьох місяці щоденної кропіткої праці.

Для захисту голови дружинники носили шоломи. За технологією виготовлення шоломи розділялися цільноковані й складові. Перші шоломи виковувалися з одного шматка металу й мали найбільшу міцність при найменшій масі.

Менш трудомісткими були шоломи, клепані із двох або чотирьох кованих частин, які збиралися в єдине ціле за допомогою смуг і заклепок.

Велика увага приділяли ковалі виготовленню бойової й нагородної зброї: мечів, сокир, пік і т.п. Майстри-зброярі в досконалому володіли секретами виготовлення мечів з високо вуглецевих сталей типу булату або харалуга.

Батьківщиною булату вважається Індія, у якій «варилися» кращі сорти «вутців» – заготовки з литої сталі у вигляді коржів діаметром приблизно 13 см і товщиною близько 1 см. Маса такого коржа становила ледве більше 1 кг. Для виготовлення меча було потрібно 2...2,5 вутца.

Булат – це високо вуглецева сталь, що містить більш двох відсотків вуглецю й мінімальна кількість шкідливих домішок і неметалічних включень. Сталь вариться при високій температурі в тиглях без доступу повітря й охолоджується разом з піччю.

Кування булатного злитка являє собою тривалий і трудомісткий процес: злиток витягають у смугу, потім її складають, зварюють ковальським зварюванням і знову проковують. Потім отриманий «шаровий пиріг» розрубують на частині, які потім сплітають або скручують і знову зварюють ковальським зварюванням, ретельно проковуючи. Виходить заготовка, що складається приблизно з 700 тис. шарів.

У результаті таких складних прийомів кування з'являються знамениті булатні «візерунки».

Термообробка булатних кувань полягає в загартуванні й наступній відпустці. Це дуже відповідальна операція, тому що від неї залежать твердість, пружність і гнучкість булатних клинків. Одні вивішували розпечені до червона клинки на сильний вітер, грузинські – передавали розпечений клинок вершникові, деякі гартували в ключовій або мінеральній воді, у росі, у салі і т.д.

Після кування й термообробки клинки обробляли на точильних каменях, потім шліфували й полірували.

Процес шліфування й полірування булатних клинків тривав з ранку до ночі, місяць за місяцем і навіть рік за роком.

Між булатом і дамаською сталлю є різниця. У дамаській сталі (куванню) іде зварювання смуг високо вуглецевої сталі зі смугами низьковуглецевими з наступної багаторазовим проковуванням. А одержання виробу аналогічно булатному.

Харалуг – російський булат (типу дамаської сталі).

В XVII с. залізне виробництво з кустарного стає промисловим. Будуються спеціалізовані заводи, на яких застосовуються механізовані молоти (водяні й важільні, які приводилися в дію кіньми).

У міру розвитку важкої промисловості, суднобудування й артилерії існуюче встаткування вже не задовольняє технологічні потреби. Необхідні були могутніші ковальські машини з новими видами приводу й нові технології. До цього часу була створена парова машина (1839 р.). Незабаром був сконструйований і побудований перший паровий молот, основні риси якого збереглися й у сучасних молотах. Були побудовані молоти з масою падаючих частин до 50 т.

В 1861 році був побудований перший гідравлічний прес.

Обробка тиском – досить прогресивний технологічний процес. Зміна форми заготовки при обробці тиском відбувається не в результаті видалення надлишку металу у вигляді стружки, а внаслідок перерозподілу обсягу заготовки.

Із введенням процесів штампування, калібрування, видавлювання припуски на механічну обробку зводяться до мінімуму.

З розвитком нових методів обробки металів тиском треба було спеціальне устаткування, конструкція якого забезпечувала би виконання тієї або іншої операції. З'явилися штампувальні молоти, штампувальні й гідравлічні преси, преси для видавлювання, ротаційні ковальсько-пресові машини й ін.

Досить висока продуктивність досягається при виготовленні виробів на автоматах. Продуктивність холодно-висаджувальних автоматів для виготовлення болтів в 5...6 раз вище продуктивності токарних автоматів при зменшенні відходів в 2... 4 рази.

Поряд з розвитком і вдосконалюванням основного встаткування ковальсько-штампувальних цехів проводиться широка механізація процесів кування й штампування. Ковальські цехи оснащуються мостовими кранами, кантователями, маніпуляторами й іншими механізмами, що полегшують праця коваля.

### **Загальні відомості про пластичне деформування металу**

Обробка тиском заснована на використанні пластичності матеріалів, тобто їхні здатності під дією зовнішніх сил незворотно змінювати без руйнування свою форму. Такі зміни форми називають пластичною деформацією.

Обсяг деформованого металу практично залишається незмінним і деформований метал маючи можливість переміщатися в різних напрямках, тече головним чином у ту сторону, де він зустрічає найменший опір.

Розрізняють наступні основні способи обробки металів на ковальсько-штампувальному встаткуванні: кування, штампування, пресування (видавлювання).

**Кування** використовується в основному для одержання складних за



формою кувань із підвищеними механічними властивостями в дрібносерійному виробництві. Кування є єдино можливим способом виготовлення важких кувань масою понад 2 т.

У якості заготовок для кування використовують злитки й прокат.

Кування ділять на ручне й машинне. Ручне ведуть на ковадлі. Удари наносить молотобоець кувалдою. Коваль маніпулює куванням, тримаючи її в кліщах, указуючи ручником молотобійцеві місце удару.

Машинне кування здійснюється на кувальних молотах і пресах. Заготовку укладають на нижній бойок. Її деформація проводиться або безпосередньо верхнім бойком, або за допомогою підкладного інструмента й найпростіших пристосувань.

Бойки бувають плоскими, фасонними (вирізними) і закругленими.

Підкладний інструмент: обтиску, розгонка, розкочування, пережими й т.п.

При осаді висота вихідної заготовки зменшується за рахунок збільшення площі її поперечного перерізу. Осаду, здійснювана не по всій довжині заготовки, а на її частині, називається висадженням.

Протягання – операція, за допомогою якої збільшується довжина вихідної заготовки за рахунок зменшення площі її поперечного перерізу. Вона застосовується для виготовлення різних валів і інших деталей подовженої форми.

При прошиванні в заготовці одержують ( за допомогою прошивня) отвору, а при рубанні заготовку розділяють на частині.

За допомогою згибання заготовці надають потрібну кривизну контуру. При ковальському зварюванні з'єднують воєдино частини майбутнього виробу. Кінці, що зварюються, підготовляють куванням, а потім нагрівають до температур зварювання, посипають флюсом, що сприяє очищенню шва від шлаків, і, з'єднавши їх проковують.

**Гаряче штампування й пресування.** При штампуванні плин металу примусово обмежується поверхнями порожнин і виступів, наявних в окремих місцях інструмента – штампа. Об'ємне штампування буває гарячим (з нагріванням) і холодним (без нагрівання). Широко поширене штампування з листа. Об'ємне штампування продуктивніше ковки.

Припуски й допуски в штампованих кувань в 2... 3 рази менше, чим у кованих. Завдяки цьому штампована заготовка за формою й розмірам набагато більше відповідає готовій деталі, чому кована.

Разом з тим інструмент штампування – штамп – через складність форми його порожнин і необхідної точності виготовлення порівняно доріг. Тому штампування вигідне головним чином у масовому й серійному виробництві.

Штампкування кувань на молотах роблять у підкладних і закріплених штампах.

Підкладні штампи складаються із двох частин – верхньої й нижньої, які встановлюються на нижньому бойку молота. У кожній частині зроблені робочі порожнини (струмки). Для правильного накладення верхньої частини штампа на нижню в останній іноді запресовують напрямні стовпчики. Штампують ударами верхнього бойка по верхній половині штампа.

Штампи частіше бувають закріпленими.

На пресах штампування виконується за один хід. Штампування простих за формою кувань відбувається в одному штампі. Складне кування штамнують у декількох штампах або декількох штампувальних струмках, щоб поступово наблизити форму заготовку до конфігурації готового кування.

**Пресування.** Застосовують інструмент: контейнер, матриця й пуансон. Пресування ведуть в холодну й з нагріванням злитка. Метал заготовки стиснутий пуансоном, стінками контейнера й матрицею.

## Нагрівання металу

Для зменшення зусиль, потрібних для обробки тиском, заготовки нагрівають.

При нагріванні збільшується пластичність металу, він робиться м'яким, а це дозволяє уникнути під час кування або штампування появи тріщин.

Для кожного сплаву існує свій інтервал температур пластичності. Стали, наприклад, найбільш пластичні при температурі 1050 ...1300°C.

Інтервал температур це різниця температур початку гарячої обробки металу тиском і температурою закінчення обробки металу тиском.

При нагріванні сталь окисляється. Її кристали починають рости. При надмірному нагріванні кристали можуть настільки укрупнитися, що зв'язок між ними слабшає й метал стає тендітним. Відбувається перегрів. Його можна виправити прокувавши заготовку, при цьому кристали роздрібнюються.

При тривалому нагріванні до дуже високої температури окиснення металу може відбутися не тільки на поверхні, але й усередині зерен. З'являються тріщини. Це явище називають перегрівом. Його виправити не можна.

Щоб уникнути утворення тріщин метал необхідно нагрівати з певною швидкістю.

Температурні інтервали кування:

Стали:

Вуглецеві конструкційні:

Ст.2., Ст.3,10,15	.....1280...7500С
20,25,30,35	.....1250...7500С
40,45,50	.....1220...8000С
60Г, 65Г	.....1180...8000С

Вуглецеві інструментальні:

В7, В8, В10	.....1180...8000С
-------------	-------------------

Кольорові сплави:

Латунь, бронза	.....800...6000С
Алюмінієві сплави	.....450...3900С

## Нагрівальне обладнання

У якості нагрівальних обладнань у ковальсько – штампувальних цехах використовують головним чином печі. Печі бувають полум'яні й електричні. У перших тепло виходить при спалюванні палива, у других – за рахунок витрати електроенергії.

По характеру розподілу температур у робочому просторі печі бувають камерні й методичні.

У камерних печах температура однакова по всьому просторі печі. У методичних печах температура підвищується в міру переміщення заготовок від місця завантаження до місця вивантаження.

Карусельні печі представляють ту ж методичну піч, але як би згорнуту в кільце.

Дуже ефективно індукційне нагрівання. Заготовка міститься в індуктор, по якому пропускається змінний струм. Метал нагрівається вихровими струмами, що виникають в електромагнітному полі соленоїда. Відсутність окалини. Поліпшуються умови праці.

Горни – найпростіше нагрівальне обладнання, яке використовують для нагрівання металу в дрібних кузнях при виконанні ремонтних робіт.

КПД різних нагрівальних обладнань:

Горни – 10%

Камерні печі без регенерації повітря 10...20%

Камерні печі з регенерацією повітря 20...30%

Методичні печі 25...40%

## Класифікація ковальсько-пресового встаткування

Ковальсько-пресові машини відрізняються один від одного не тільки по конструкції й розмірам, але й за принципом дії, а також технологічному призначенню.

Залежно від характеру впливу робочих органів (бойків або штампів) на заготовку й обладнання механізмів, що приводять у рух ці робочі органи, усі ковальсько-пресові машини ділять на п'ять основних груп:

Молоти

Гідравлічні преси

Кривошипні машини

Горизонтально-кувальні машини

Спеціальні машини

**Молотами** називаються ковальські машини, призначені для обробки металів ударами падаючих частин. Бувають: пароповітряні, пневматичні й з механічним приводом. Становлять близько половини всіх ковальсько-пресових машин.

**Гідравлічні преси** роблять роботу за рахунок тиску, створюваного в їхніх робочих циліндрах за допомогою рідини. Становлять приблизно одну третину парку.

**Кривошипні машини** деформують заготовку тиском робочих органів (повзуна із закріпленим на ньому інструментом), які приводяться в рух за допомогою різних механізмів, що перетворюють обертовий рух електродвигуна у зворотно-поступальний рух інструмента.

**Горизонтально-кувальні машини**, по суті є різновидом механічних пресів, але мають рядом особливостей, які забезпечують ним високу продуктивність.

Спеціальні машини надзвичайно різноманітні як за принципом дії, так і по обладнанню. Призначені для спеціальних видів кування або штампування. До них ставляться ротаційні машини, обкатані, кувальні вальці й інші.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Значення ковальсько-пресового виробництва в розвитку сучасного машинобудування. Напрямки розвитку ковальсько-пресового виробництва.
2. Механізація і автоматизація виробничих процесів.
3. Класифікація ковальсько-пресового устаткування, його застосування.
4. Камерні печі для нагріву заготовок. Рекуператори, застосування.
5. Камерні печі з вихотним подом.
6. Штовхаючі нагрівальні печі. Конструкція, застосування. Механізм переміщення заготовок в печі.

## Тема 2.2. Молоти

**Навчальна мета:** Вивчити конструкцію, принцип роботи молотів для пластичної деформації металів.

**Виховна мета:** Викликати почуття інтересу до дисципліни.

**Зміст теми:**

1. Основні поняття про молоти.
2. Пароповітряні молоти.
3. Розподільні устрої пароповітряних молотів.
4. Конструкція пароповітряних молотів подвійної дії.
5. Пароповітряні штампувальні молоти.
6. Конструкція основних вузлів і деталей пароповітряних молотів.
7. Пневматичні молоти.
8. Механічні молоти.
9. Молоти з подвійним ударом.
10. Гвинтові молоти.
11. Гідравлічні молоти.
12. Обслуговування і наладка пароповітряних молотів.
13. Техніка безпеки при роботі на молотах.

**Література:**

1. Щеглов В.Ф. та інші. Ковальсько-пресові машини. . М., Машинобудування, 1979 (стор. 13...95).

**Методичне забезпечення:**

1. Плакати.
2. Альбом креслень і схем устаткування, що застосовується в ковальсько-пресових цехах.
3. Методичний посібник для самостійної роботи студентів над дисципліною.
4. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни.
5. Картки-завдання для проведення тестового контролю знань.
6. Екзаменаційні білети.

**У результаті вивчення матеріалу студент повинний знати:**

- конструкцію і принцип роботи пароповітряних молотів;
- конструкцію розподільних устроїв пароповітряних молотів;
- конструкцію і принцип роботи пароповітряних молотів подвійної дії;
- конструкцію і принцип роботи пневматичних молотів;
- конструкцію і принцип роботи механічних молотів;
- техніку безпеки при роботі на молотах.

## Основне поняття про молоти

Молоти застосовують для всіх операцій кування, гарячого й листового штампування, а також для карбування, калібрування й виправлення. У молотів деформація заготовки відбувається енергією, накопиченої до удару. Станини молотів навантажуються тільки бічними силами, що виникають при ексцентричних ударах, і тому можуть бути виконані більш легкими, чим станини пресів.

Властива молотам можливість кількарязового впливу на заготовку ударами високої частоти особливо цінна для кування швидкохолонучих кувань, а також для гарячого штампування великих кувань на невеликому молоті.

Поряд з позитивними особливостями молотів є й негативні. Ударна дія викликає шум і вібрації. Зниження вібрацій ґрунту, що оточує молот, досягається установкою його фундаменту на пружні опори або застосування молотів із двостороннім ударом.

Робочі частини, падаючи вільно або під додатковою дією енергоносія (пари, стисненого повітря, робочої рідини), розганяють до швидкості удару.

У звичайних молотах простого або подвійної дії удар сприймається масивною частиною – шаботом. Одержувана при цьому кінетична енергія

$$L_y = \frac{Mv_y^2}{2},$$

де  $M$  - маса падаючих частин

$v_y$  – швидкість удару

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

$h$  – висота підйому падаючих частин

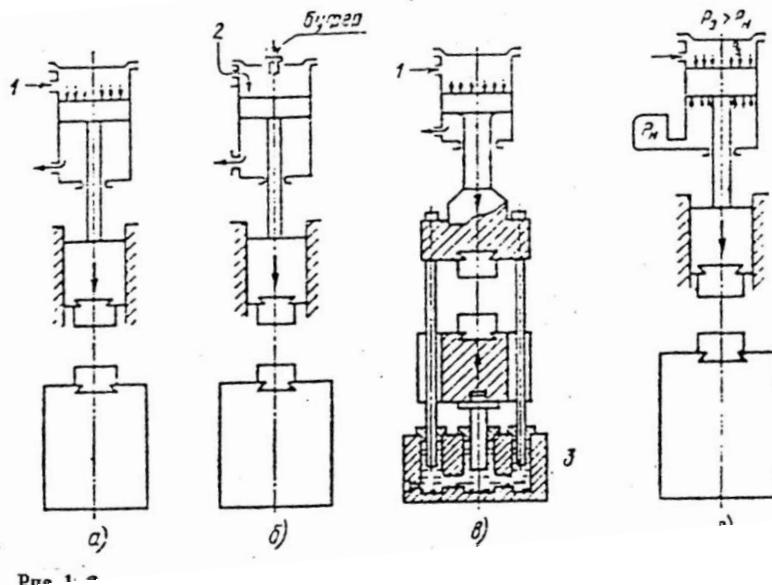
Для підвищення швидкості, а отже зусилля удару падаючі частини не просто піднімаються й опускаються, але крім того, ще примусово розганяють дією пари, стисненого повітря або іншим способом. Такі молоти називають молотами подвійної дії. Швидкість падаючих частин при цьому досягає 6...8 м/с.

По своїй конструкції молоти досить різноманітні. По характеру приводу їх можна розділити на шість груп: пароповітряні, пневматичні, механічні, гідравлічні, газові, високого тиски.

КПД молота звичайно рівний 0,9...0,95 і залежить від того в скільки раз маса шабота більше маси падаючих частин.

## Пароповітряні молоти

Розгін робочих частин пароповітряних молотів здійснюється за рахунок сили ваги цих частин і тиску енергоносія (пари або повітря) на робочу площу поршня. Тому такі молоти називаються пароповітряними молотами подвійної дії (мал. 1,а). Застосовують також молоти, у яких для одержання удару



Мал. 1. Схеми дії сил при розігнання робочих частин пароповітряних молотів різних типів

використаний який-небудь один із зазначених силових факторів. На мал.1,б дана схема молота простої дії, у якому для прискорення робочих частин використана тільки сила ваги падаючих частин.

Прикладом молота, у якого прискорення при робочому ході створюється тільки за рахунок тиску пари або повітря, що діє на поршень, може служити безшаботний молот із взаємно врівноваженими робочими частинами (мал.1,в). Є молоти, проміжні між молотами подвійної й простої дії. У цих молотах пар (повітря) з нижньої порожнини циліндра не випускається у зворотний трубопровід, а витісняється в спеціальні кишені, відлиті в циліндрі (мал.1,г), де підтримується постійний тиск рн.

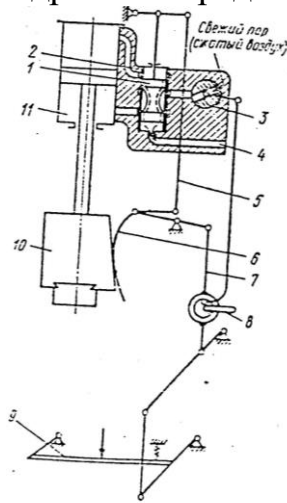
Молоти простої дії можна розглядати як окремих випадок молотів подвійної дії. Тому надалі робочий процес у циліндрі пароповітряних молотів будемо одержувати на прикладі молота подвійної дії. Той або інший режим роботи молота визначається характером розподілу робочих процесів, що протікають у циліндрі, який, у свою чергу, залежить від розподільних обладнань і приймань керування цими обладнаннями.

### Розподільне обладнання пароповітряних молотів

Впуск і випуск пари в робочий циліндр регулюється розподільними обладнаннями, а саме клапанами - у випадку клапанного обладнання й золотниками - у випадку золотникового обладнання.

Моменти припинення впуску або випуску називають відсіченнями. На мал.2 представлена схема найпоширенішого золотникового паророзподільного обладнання штампувального молота. Золотник 1 має дві порожнини, внутрішні краї яких забезпечують відсічення пари (повітря), що надходить через середній ряд вікон золотникової втулки 2. Залежно від

положення золотника пара надходить у верхню або нижню порожнину циліндра 11. Відпрацьована пара з нижньої порожнини циліндра виходить прямо у вихлопний канал 4, сполучений з вихлопним трубопроводом, а з верхньої порожнини циліндра – попередньо пройшовши усередині золотника 1.



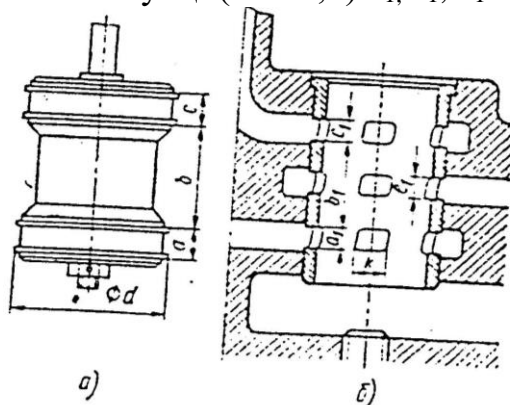
Мал. 2. Схема золотникового розподільника

Дросельне обладнання штампувальних молотів призначене для регулювання холостих ходів робочих частин і для повного відключення молота від магістралі. Дросель 3, через який пара надходить у молот, зв'язаний тягою з педаллю 9. При натиснутій педалі дросель відкритий повністю, а при вільній педалі частково перекриває доступ гострої пари в циліндр. Положення дроселя регулюють рукояткою 8.

Педаль пов'язана з механізмом управління золотника тягою 7.

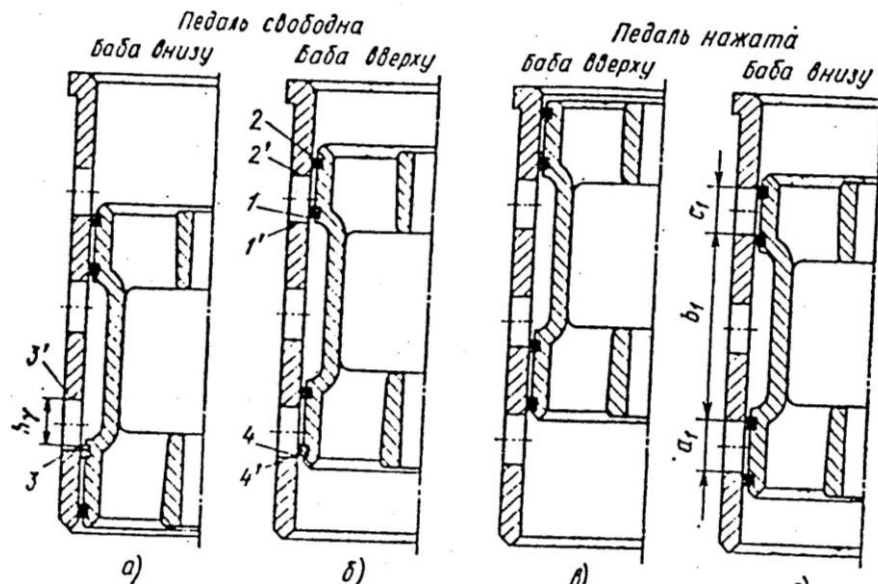
Для зміни положення золотника передбачені нарізні сполучення на тягах. Переміщення золотника відбувається не тільки від педалі, але й автоматично, за допомогою саблевидного важеля 6, що контактує з бабоєю 10 і зв'язаною тягою 5 із золотником.

На розподіл робочих періодів у циліндрі й характер відкриття золотникових вікон впливають наступні розміри золотника й золотникової втулки: по краях ущільнювальних кілець золотника (мал.3,а)  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ; по золотниковій втулці (мал.3,б)  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ .



Мал. 3. Основні розрахункові розміри золотника з кільцями для ущільнення і золотниковою втулкою





Мал. 4. Основні положення золотника при роботі пароповітряного штампувального молота

**Основні положення золотника щодо втулки при роботі молота.** При звільненні педалі після удару (баба на штампах) золотник займає нижнє (вихідне) положення (мал.4,а). Дросель при цьому частково відкритий, відбувається підйом робочих частин. Якщо в процесі підйому педаль залишається вільної, то переміщення золотника здійснюється автоматично за рахунок повороту саблевидного важеля. Переміщення золотника до перекриття нижнього впуску пари визначається розміром  $h_{\gamma}$ . У момент досягнення бабою верхньої точки ходу золотник займе положення, показане на мал.4,б. Край 1 верхньої полиці золотника встановлюється вище краю 11 золотникових вікон, що забезпечує впуск пари у верхню порожнину циліндра. Якщо у верхньому положенні баби крайка 4 виявиться вище краю 41 (мал.4,б), то нижня порожнина циліндра буде сполучена з вихлопним трубопроводом. Отже, у штампувальних молотів баба у верхньому положенні не залишається в спокої, а рухається вниз під дією власної ваги й тиску пари. У тому ж напрямку зміщається й золотник. Як тільки край 2 верхньої полиці золотника буде перебувати нижче країв 21 верхніх вікон втулки, почнеться випуск пари, що відробив, з верхньої порожнини циліндра.

У нижній порожнині циліндра послідовно здійснюється випуск і стиск пари. Коли золотниковий край 3 розташується нижче краю 31 втулки, почнеться період попередження впуску пари в нижню порожнину.

Тиск у нижній порожнині циліндра в міру ходу баби вниз зростає доти, поки рух баби не припиниться й остання не почне підніматися знову. Виникають так звані хитання. Вони мають сталий характер, якщо хоча б в одній з порожнин робочого циліндра за кожний цикл витрачається енергоносій.

Краї 1-4 роблять відсічення при наступних робочих періодах, що протікають у циліндрі: 1 – нижній край верхньої полиці при верхньому впуску; 2 – верхній край верхньої полиці золотника при верхньому випуску; 3 – верхній край нижньої полиці золотника при нижньому впуску; 4 – нижній край нижньої полиці золотника при нижньому випуску.

Для одержання робочого ходу золотник з положення на мал.4,б повинен бути переміщений натисканням педалі в положення на мал.2,в. Вікна для впуску верхнього й для впуску нижньої пари відкриті; робочі частини рухаються вниз. Якщо в процесі їх руху педаль залишається нерухомий в натиснутому стані, то переміщення золотника буде відбуватися автоматично, і в нижньому положенні баби золотник займе позицію, показану на мал.4,г.

**Робота молота на парі.** При роботі молотів на парі котельня, що обслуговує групу молотів, звичайно призначена також і для постачання паром інших виробничих агрегатів заводу. У результаті мережа виходить значної довжини, відбуваються втрати теплоти в навколишнє середовище, втратами пари через фланці, сальники, зазори в золотникових коробках і т.д.

Особливо великі втрати пара під час холостих ходів і триманні баби у висячому положенні.

При роботі молотів на парі із тривалими перервами молоти перед пуском слід прогрівати. При цьому знижується продуктивність молотів і губиться велика кількість пари.

**Робота молотів на повітрі.** Повітря як енергоносіє застосовують в основному для порівняно невеликих ковальських цехів, тому що в протилежному випадку потрібні надзвичайно громіздкі повітрозбірники.

Через велику гігроскопічність повітря в порівнянні з паром, при підвищенні його тиску різко підвищуються витоки повітря через зазори й нещільності. Ці витоки важко виявити й попередити. Тому при роботі молотів на повітрі тиск у магістралі не слід приймати більш 0,6 Мпа (6 атм.). До повітропроводів, засувок і ущільненням на молотах слід пред'являти більші вимоги у відношенні їх герметичності, чим при роботі на парі.

При роботі молотів на повітрі відсутній конденсат, тому обслуговуючий персонал не зазнає дії гарячої води, як це нерідко буває при роботі на парових молотах. Однак у випадку застосування компресорів без проміжного охолодження повітря волога, що втримується в повітрі, може виділитися при розширенні повітря в циліндрах у вигляді льоду. При цьому різко знижуються експлуатаційні якості молотів.

Велика перевага застосування повітря замість пари полягає також у тому, що молоти після тривалих перерв не вимагають розігріву й тому завжди готові до роботи.

### **Конструкція пароповітряних молотів подвійної дії**

По технологічному призначенню розрізняють молоти кувальні, штампувальні й листоштампувальні.

При проведенні операцій вільного кування доводиться мати справу з довгими й великими по перетину заготовками. Для маніпулювання такими заготовками в конструкції кувального молота передбачені більші робочі простори.

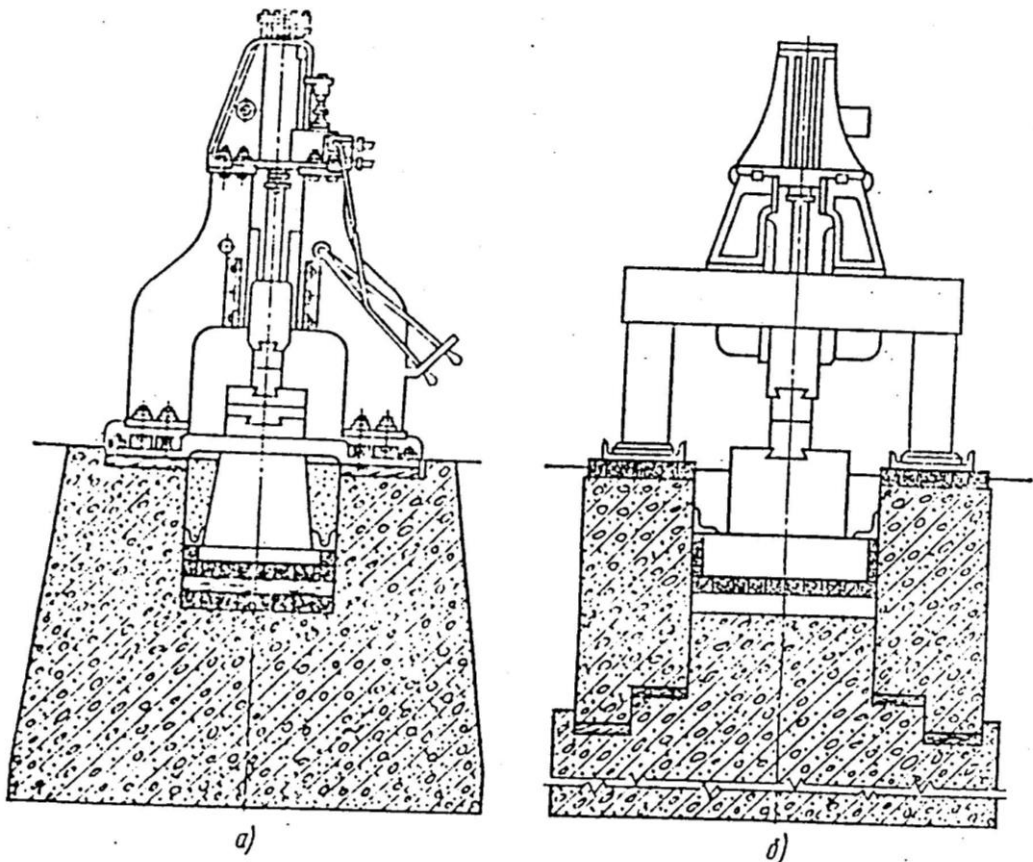
При об'ємному штампуванні необхідно одержати кування з максимальним наближенням її форми й розмірів до готового виробу.

Неприпустимі зрушення, що приводять до браку кування, однієї половини штампа щодо іншої. Тому точність напрямку робочих частин і твердість конструкції є основними вимогами, пропонованими до конструкції штампувальних молотів.

Таким чином, по конструкції пароповітряні молоти можуть бути досить різноманітними. Однак складаються вони з тих самих основних частин: станини, робочого циліндра частин, що падають, шабота, паророзподільного обладнання й механізму керування.

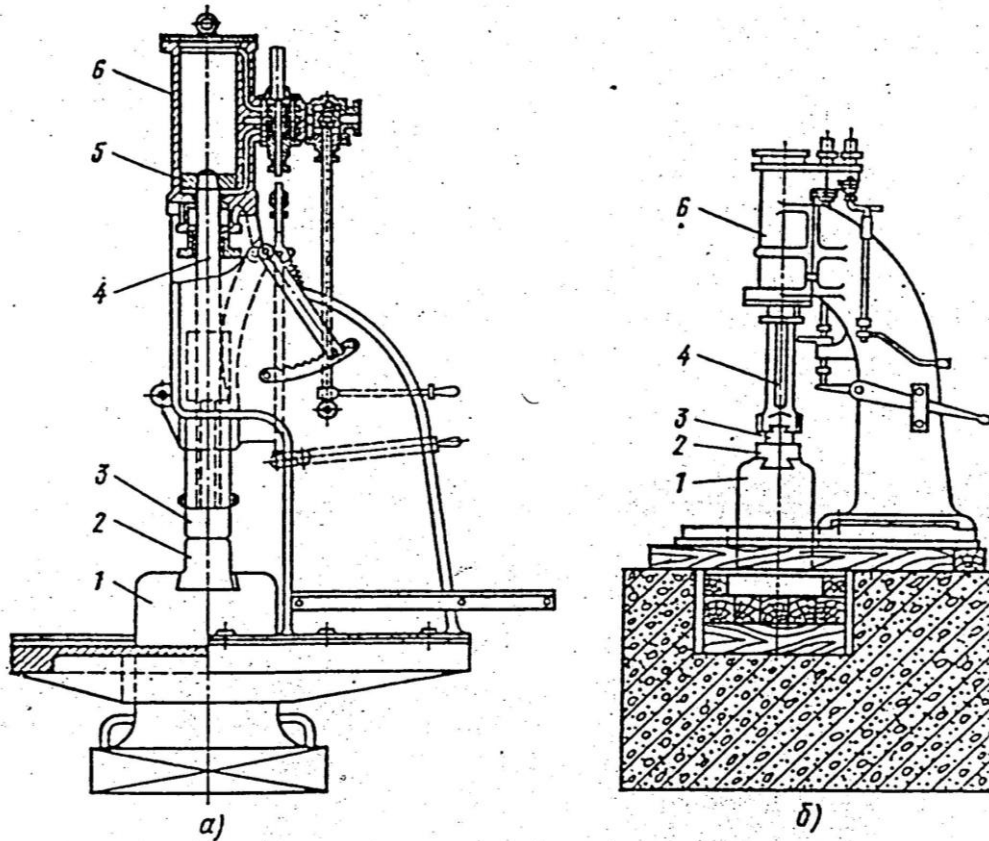
**Пароповітряні кувальні молоти.** За формою станин кувальні молоти розділяють на одностоечні й двустоечні.

Одностоечні молоти застосовують для кування порівняно невеликих заготовок, що вимагають маси падаючих частин до 1т. Станини одностоечних молотів (мал.6) мають С-образну форму, тому підхід до робочого простору забезпечений із трьох сторін. Стійка може бути цільною й здвоєною.



Мал. Пароповітряний ковальський молот з двустоечною станиною

Для забезпечення правильного руху падаючих частин на станині передбачені спеціальні напрямні – сталеві пластини з пазами, по яких скочає баба. Завдяки напрямним шток молота досить стійкий і при ексцентричному додатку сили, що діє з боку кування. Тому молоти з напрямними забезпечують більшу точність у роботі, чим молоти без напрямних. У молотах без напрямних (мал.6,б) правильний рух падаючих частин забезпечується планками, змонтованими в нижній частині циліндра. Такий напрямок вважається менш надійним і неприпустимим у випадку роботи молота при ексцентричному додатку навантаження при ударах.



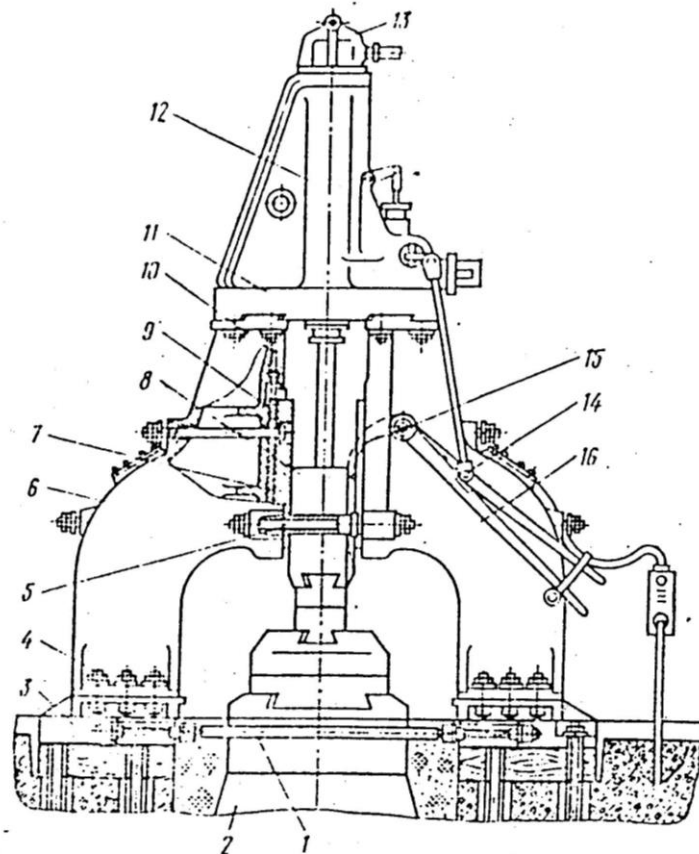
Мал. 6. Пароповітряний ковальський молот з одностоечною станиною

Двухстоечні молоти по конструкції станин діляться на аркові й мостові. Станини аркового типу (мал.5,а) дозволяє обслуговувати молот тільки із двох сторін - попереду й позаду. Станини ж мостового типу (мал.5, б) завдяки широко розставленим стійкам забезпечують доступ до кування з усіх боків. Гранична маса падаючих частин кувальних двухстоечних молотів 5 т. В окремих випадках для спеціальних цілей виготовляють такі молоти з масою падаючих частин 7 т.

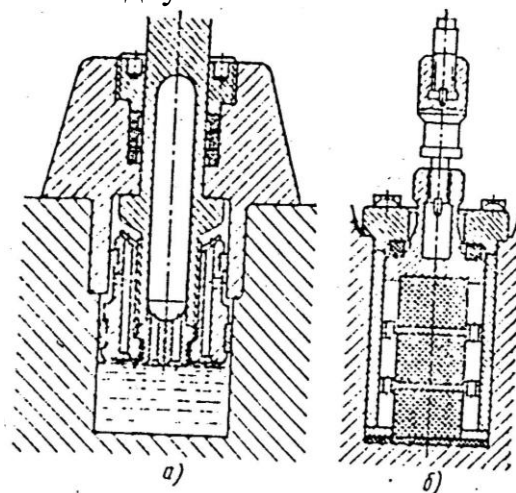
#### Основні параметри й розміри пароповітряних кувальних молотів

Показники	Енергія удару <b>кДЖ (тс.м)</b> , не менш				
	25(2,5)	50(5)	80(8)	125(12,5)	200(20)
Номінальна маса падаючих частин	1000	2000	3150	5000	8000
<b>Число ударів у хвилину</b>	71	56	56	45	34
<b>Відстань між стійками у світлі для молотів, мм:</b>					
аркового типу .....	1800	2360	2800	-	-
мостового типу.....	-	-	4000	4000	4500
<b>Висота робочої зони у світлі, мм.</b>	450	530	630	710	800
<b>Розміри дзеркала бойка, мм</b>	400 <b>x</b> 200	530 <b>x</b> 300	600 <b>x</b> 340	710 <b>x</b> 400	800 <b>x</b> 480

На мал.7 показана типова конструкція пароповітряного кувального молота з арковою станиною. Шабот 2, як і у всіх кувальних молотів, не зв'язаний зі стійками. Ліва 6 і права 16 стійки прикріплені болтами 4 до чавунних фундаментних плит 3, стягнутим між собою болтами 1. Стійки, крім того, фіксуються в поперечному напрямку стяжками 5 і підциліндровою плитою 11. Напрявні 7 кріпляться до стійок болтами. Клини 9 і болти 10 з гайками служать для регулювання зазорів між бабою 8 і стійками. До верхньої частини циліндра 12 кріпиться запобіжний циліндр 13. Керування молотом здійснюється рукоятками 14. Саблевидний важіль 15 служить для автоматичного переміщення золотника.

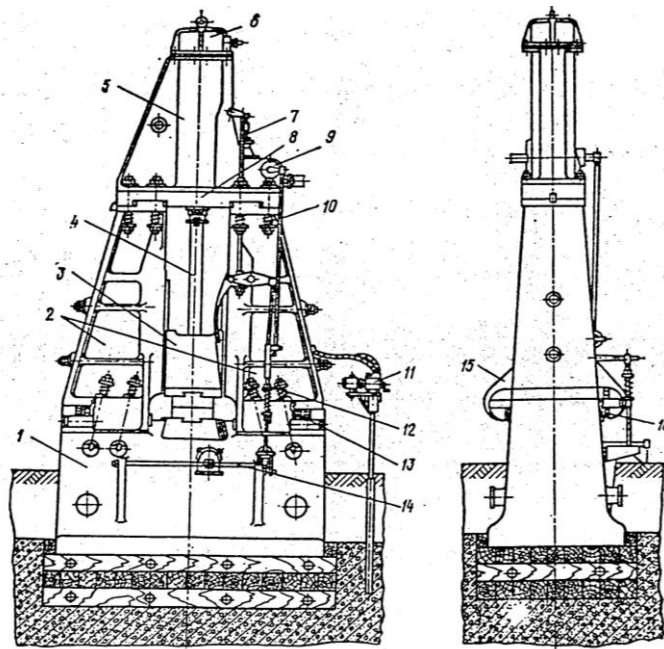


Мал. 7. Типова конструкція пароповітряного кувальського молота з двухстоечною станиною



Мал. 8. Амортизатори штока

**Пароповітряні штампувальні молоти.** На штампувальних пароповітряних молотах виготовляють масою від декількох сотень грамів до 25 т. Для одержання таких кувань необхідні молоти з масою падаючих частин 0,5...60 т.



Мал. 9. Пароповітряні штампувальні молоти

Виготовлення молотів з масою падаючих частин більш 30 т пов'язане з технологічними труднощами й економічно недоцільно.

Шаботні штампувальні молоти по обладнанню мало відрізняються від кувальних молотів. Однак твердість ударів і підвищення вимоги до точності штампованих кувань обумовлюють істотні зміни в їхній конструкції. Як видно на мал. 9, робочі частини (баба 3 і шток 4) мають більш надійний напрямок. Сійки 2 для одержання більш точних кувань розташовані безпосередньо на шаботі. При твердих ударах шабот підстрибує, відділяючись від підстави, на якому він спочиває. При цьому порушуються з'єднання між сійками й шаботом і між сійками, підциліндровою плитою й робочим циліндром. Тому застосовують пружне з'єднання болтами із пружинами.

Шабот 1 не має яких-небудь кріплень із фундаментом. Усунення надмірних відскоків шабота від підстави, на якому він установлений, а також зм'якшення шкідливих коливань ґрунту, що оточує молот, при твердих ударах досягається підвищенням маси шабота.

Типова конструкція з'єднання шабота й сійок, показана на мал.9, забезпечує можливість їх вертикального переміщення відносно один одного при точній фіксації їх відносного розташування в горизонтальній площині.

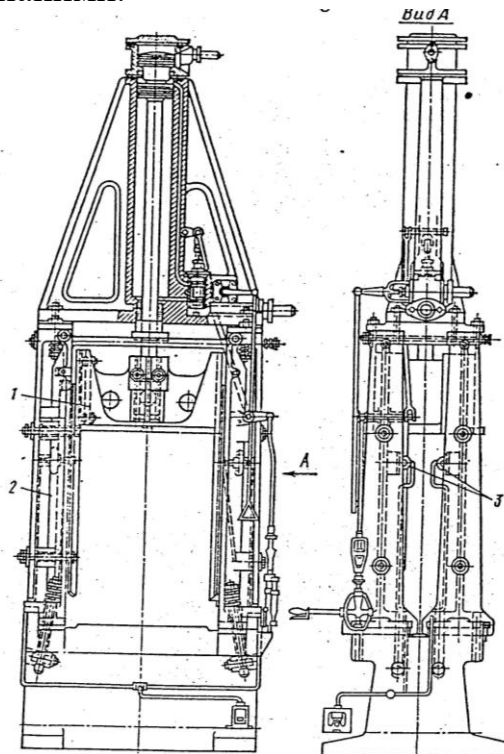
Положення сійок 2 на шаботі 1 по фронту фіксується клинами 13, що впираються в припливи шабота. У поперечному напрямку сійки втримуються на шаботі припливами 15 і клинами 16. Кожну сійку кріплять до шаботу двома передніми й двома задніми підпружиненими шпильками 12, нахиленими під кутом 10...12° до вертикалі.

Фіксація стійок у верхній частині забезпечується підциліндровою плитою 8, установлюваною так, щоб наявні на ній пази збігалися з виступами стійок. До робочого циліндра 5 кріплять запобіжний циліндр 6. Підциліндрові плити, плита робочого циліндра й верхні припливи стійок з'єднані між собою чотирма парами підпружинених болтів 10.

Переміщення золотника, підвішеного до тяги 7, і поворот дроселя 9 здійснюють від педалі 14. Мастильне обладнання 11 (електродвигун з насосом) встановлене на особливій стійці, не зв'язаній зі станиною молота.

**Листоштампувальні пароповітряні молоти (мал.10)** застосовують для листового штампування виробів більших і середніх розмірів зі сталевих, мідних і, найчастіше, алюмінієвих листів.

Їхня характерна риса – невеликі по масі баби. Тому що штампування виробів з тонкого аркуша не вимагає великих енергій, баба 1 листоштампувальних молотів звичайно являє собою сталеву плиту товщиною 40...100 мм, з ребрами жорсткості. У зв'язку із цим і шаботи виявляються більш легкими, чим у звичайних штампувальних молотах. (відношення маси падаючих частин до маси шабота 1/8). Стійки 2 виготовляють не тільки литими, як на мал.10, але й клепаними.



Мал.10. Пароповітряні листоштампувальні молоти

Для забезпечення безпеки роботи при установці листової заготовки ці молоти постачені стопорними обладнаннями, що забезпечують надійне втримання баби у висячому положенні. Стопорне обладнання 3 складається із чотирьох горизонтальних циліндрів, закріплених на стійках. Їхні штоки звернені до бічних поверхонь баби й, коли виступають, то перешкоджають її опусканню. Поки стопори не прибрані, удар нанести не можна. Для пуску молота в хід необхідно спочатку натисканням педалі вивести з-під баби стопори й тільки після цього натискати на рукоятку керування.

Листоштампувальні молоти мають відстань між напрямними 380...3050 мм при ході баби 760...1220 мм. На цих молотах допускається штампування виробів з габаритними розмірами до 2,5...3 м.

### **Конструкція основних вузлів і деталей пароповітряних молотів**

**Станини.** Як в одностієчних, так і у двустієчних конструкціях станин кувальних молотів стійки звичайно мають у перетині коробчасту або двотаврову форму. При таких формах перетину конструкція виходить досить міцної й твердої.

В одностієчних кувальних молотах станина може бути збірною (мал.6,а) або монолітною (мал.6,б). В обох випадках на верхній і нижньої частинах станини є припливи з обробленими площинами для болтового з'єднання з робочим циліндром і для установки самої станини на фундаментній плиті. У випадку збірної станини невеликих молотів фундаментну плиту іноді відливають заодно зі стійками.

Стійки станин двухстієчних молотів (мал.5,а), зварені або клепані (мал.5,б) кріплять до фундаментної плити болтами, у верхній частині вони мають майданчики для кріплення робочих циліндрів.

Литі станини виготовляють зі сталі або сталистого чавуну, клепані збирають зі сталевих аркушів і профілів. Мостові кувальні молоти, що випускаються в нашій країні, мають зварний міст, установлений на дві круглих зварених колонах, що прикріплюються до фундаментних чавунних плит.

На внутрішніх поверхнях стійок є гнізда для установки напрямних.

**Баба.** Бабою молота із закріпленим на ній бойком або половиною штампа наноситься удар по заготовці. Для забезпечення міцності баба повинна мати можливо просту форму (мал.25) і розташовуватися так, щоб її центр ваги лежав на осі штока. Висота баби, з умови надійного її напрямку при русі, повинна становити близько 0,8 повного ходу молота.

У нижній частині баби передбачені пази для кріплення бойка або половини штампа. На бічних поверхнях баби є напрямні гребені звичайно трапецієподібної форми. Така форма гребенів у порівнянні із прямокутною забезпечує більшу контактну поверхню, а тому напруга зминання, а отже, і зношування гребенів нижче. Крім того, при такій формі гребенів зменшується можливість защемлення баби при її розширенні внаслідок нагрівання.

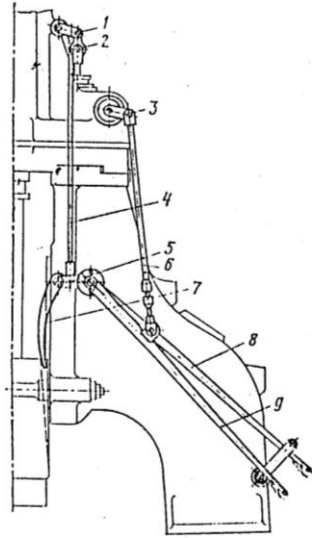
Баби малих і середніх молотів виготовляють із вуглецевої сталі, а також зі сталей марок 35Х, 40ХН. Баби молотів з масою падаючих частин 10 т і вище в більшості випадків виконують литими, з легованої сталі. Для дуже великих молотів баби іноді виготовляють звареними зі складанням їх з кованих частин.

Для молотів простої дії в бабі передбачають установку гідравлічних (мал.8,а) і гумових (мал.8,б) амортизаторів, для гасіння ударних сил, які можуть передаватися на штоки.

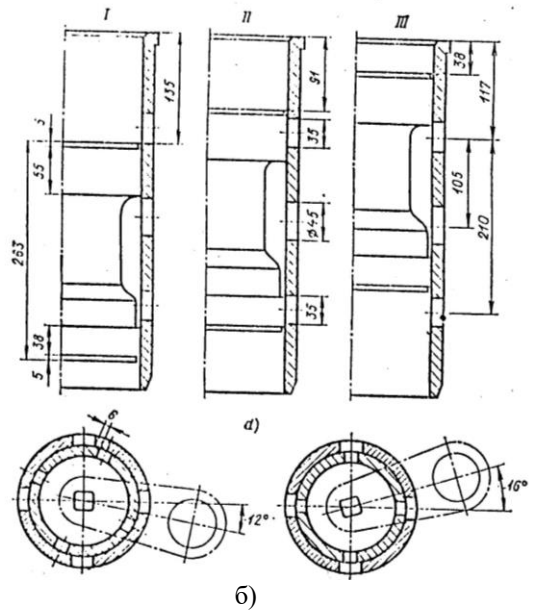
**Паророзподільні механізми.** Робочий процес, що протікає в циліндрі пароповітряного молота, а отже, і режим його роботи залежать від обладнання й розмірів органів паророзподілу.



Золотниковий паророзподіл є типовим для пароповітряних молотів.

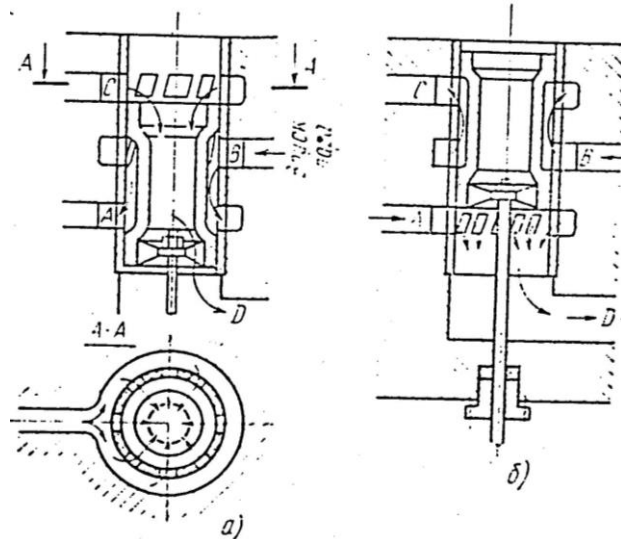


Мал.13. Розподільний механізм пароповітряного ковальського молота



Мал. 14. Основні положення а - золотника і б – дроселя ковальського молота

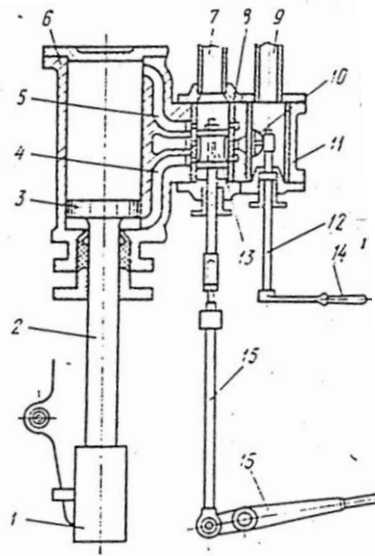
Золотник (мал.15) являє собою порожній циліндр, діаметр якого в середній частині менше, чим по краях. Золотник з'єднаний з тягою, за допомогою якої він може пересуватися уздовж втулки, що має три ряди вікон. До середнього ряду по каналу В подається свіжу пару або стиснене повітря. Верхній ряд вікон відкривається в канал З, який сполучений з верхньою порожниною робочого циліндра. Нижній ряд каналом А з'єднаний з нижньою порожниною циліндра. Канал D веде у вихлопну трубу.



Мал. 15. Циліндричний золотник а) – нижнє положення, б) – верхнє положення

Для надійної роботи золотник повинен бути притертий до втулки. Зазор між ними не повинен перевищувати 0,1..0,14 мм на діаметр. Іноді для зменшення витоків використовують золотники з ущільнювальними кільцями (мал.4). При цьому, однак, збільшується зусилля на рукоятці (на педалі). Крім того, при роботі молотів на парі й наявності конденсату кільця заклинюються.

Золотник переміщається від руки ( від педалі) або автоматично від того або іншого механізму. У більшості випадків застосовують напівавтоматичне керування, у якому переміщення від руки або педалі здійснюється тільки в крайніх положеннях, баби, а автоматичний рух золотника походить від переміщення баби.



Мал. 16. Схема ручного управління за допомогою циліндричного золотника

На мал.16 показана схема ручного керування кувального молота за допомогою циліндричного золотника. Свіжий пар по трубі 9 надходить у коробку паро запірною вентиля 11. Повертаючи рукоятку 14, за допомогою тяги 13 відкривають шибер 10. Після цього пар надходить у кільцеву порожнину золотника, що перебуває в золотниковій коробці 8. Звідси пар по каналу 4 іде в нижню порожнину циліндра 6, під поршень 3. Шток 2 захоплює бабу 1 нагору. Відпрацьований пар з верхньої порожнини циліндра по каналу 5 виходить через золотникову коробку й трубу 7 у зворотний трубопровід.

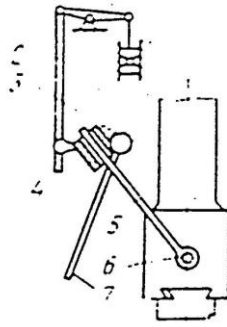
Щоб зробити удар, потрібно нажати на рукоятку 16 униз. Золотникова тяга 15 зрушує при цьому золотник 12 нагору. Нижній край золотника перекриє канал 4, а потім він з'єднається з вихлопним трубопроводом. У той же час по каналу 5 у верхню порожнину циліндра поступає свіжий пар; поршень під його тиском піде вниз, і баба завдасть удару по заготовці.

Для роботи з ручним керуванням потрібно великий досвід, тому що треба вчасно припинити подачу свіжої пари в нижню порожнину. А якщо ні, то можна вивести з ладу верхню кришку циліндра.

Цей недолік усувається при використанні автоматичного й напівавтоматичного керування.

На рис 13 зображена схема механізму паророзподілу кувального молота. Обладнання й робота самої системи паророзподілу по суті нічим не відрізняється від розглянутої вище системи з ручним керуванням. Основна відмінність полягає в тому, що до переміщення золотника від рукоятки додається автоматичне переміщення від баби за допомогою саблевидного важеля 7. Праве плече саблевидного важеля 7 шарнірно з'єднано з тягою 4, яка через важіль 1 і сергу 2 пов'язана із золотником.

Переміщення золотника від рукоятки 8 відбувається при повороті балансира 5 і зсуві розташованої на ньому крапки підвісу саблевидного важеля. Рукоятка 9, пов'язана з тягою 6, служить для зміни положення дроселя 3 щодо дросельної втулки, запресованої в корпус циліндра.



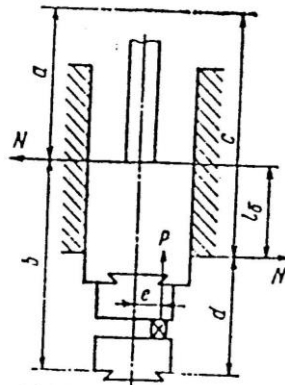
Мал. 17. Схема автоматичного управління молотом

Основні положення золотника й дроселя на мал.14,а й 14,б відповідають наступним положенням баби.

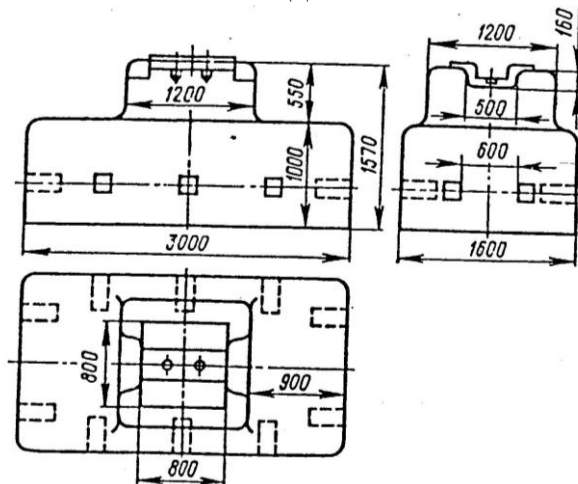
I. Золотник у вихідному положенні, рукоятка золотника вгорі. Дросель закритий (позиція А), і його рукоятка вниз. Баба внизу на зімкнутих бойках, як зображено на мал.7.

II. Золотник після відкриття дроселя (позиція Б) переміщенням його рукоятки нагору зробив автоматичний хід і зайняв якесь проміжне положення. Баба вгорі.

III. Золотник у крайньому верхньому положенні після зсуву його рукоятки вниз. Початок руху баби вниз для удару.



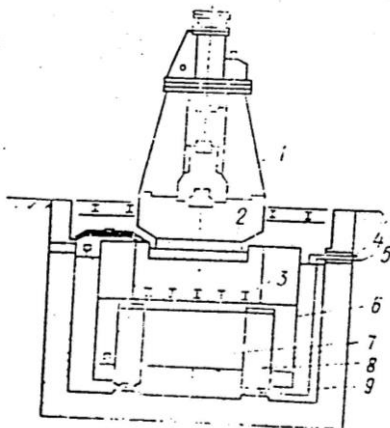
Мал. 18. Схема дії сил на стойки молота



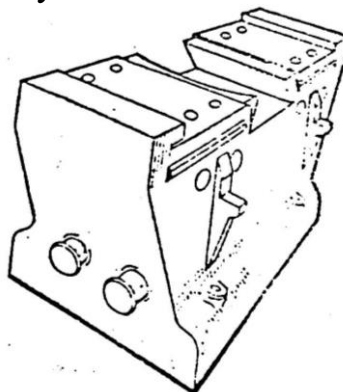
Мал. 19. Шабот ковальського молота

**Шабот.** Для того щоб коефіцієнт удару був досить високий, необхідно мати досить важкий шабот. Для кувальних молотів маса його повинна перевищувати масу падаючих частин в 10...15 раз, а для штампувальних в 20...25 раз.

Шаботи кувальних молотів (мал.19) установлюють окремо від стійок. Верхня частина шабота проходить через отвір у фундаментній плиті й тому її поперечні розміри менше нижніх. Крім того, збільшення ширини нижньої частини шабота необхідно для зменшення тиску на підшаботну прокладку. Шаботи молотів з масою падаючих частин не більш 5 т відливають цілком зі сталевого лиття 25ЛШ або із чавуну СЧ 21. Шаботи для більших молотів виготовляють складовими із двох частин, причому нижню частину відливають із чавуну.



Мал. 20. Фундамент плаваючого типу

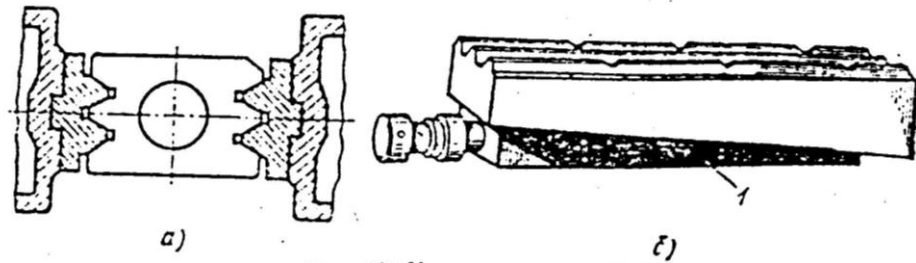


Мал. 21. Шабот штампувального молота

Шаботи штампувальних молотів (мал.21) звичайно мають форму усіченої піраміди. Шаботи великих молотів роблять складовими. Наприклад, шабот молота з масою падаючих частин 20 т складається з п'яти частин (мал.26). Окремі частини шабота з'єднані між собою циліндричними сухарями, що вставляються у відповідні гнізда його секцій. Для центрування секцій передбачені шпонкові пази й виступи.

**Напрявні.** Забезпечують правильний рух робочих частин молота. Можуть бути виготовлені за одне ціле зі станиною. Значно зручніше в експлуатації напрямні, виготовлені окремо. У цьому випадку полегшується ремонт, може бути забезпечене необхідне регулювання, створюються умови для більш якісної обробки напрямних поверхонь. Тому в сучасних молотах застосовують тільки окремо виготовлені напрямні.

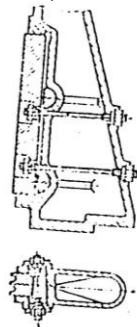
Напрявні можуть бути нерегульовані (мал.22,а) і регульовані (мал.22,б). Найбільш зручні регульовані напрявні. У вітчизняних конструкціях напрявні регулюють поздовжніми клинами. Клин 1 (мал.22,б) сполучається із задньою площиною напрявних, має той же ухил, що й клин. Напрявні кріплять у пазах стійок стяжними болтами, гайки яких підпружині. Поверхні напрявних, звернених до баби, виконують у формі трапецієподібних гребенів.



Мал. 22. Напрявні молота

Для зменшення зношування напрявні виготовляють кованими зі сталі 45 або 40Х, гартують і шліфують. Клинни виготовляють також кованими з ухилом 1:24. Довжина напрявних приблизно дорівнює ходу рухливих частин.

В інших конструкціях зустрічається система регулювання напрявних з поперечними клинами (мал.23).

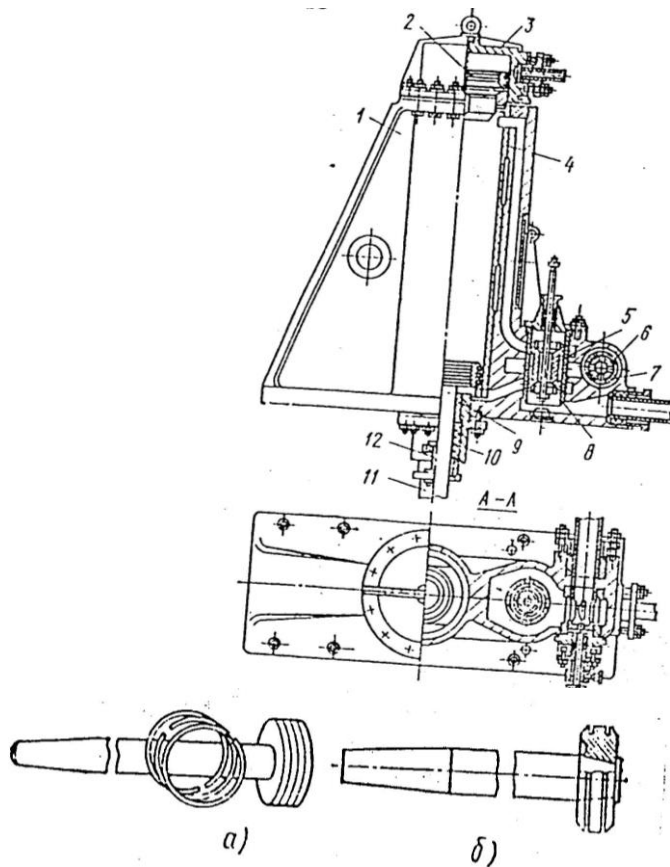


Мал. 23. Регульовальні напрявні з поперечними клинами

**Робочі циліндри.** Енергія пари або стисненого повітря в робочому циліндрі перетвориться в кінетичну енергію руху падаючих частин.

Вузол циліндра, показаний на мал. 24, представляє вітчизняну типову конструкцію, застосовувану як для кувальних, так і для штампувальних молотів. У днище корпуса 1 циліндра є наскрізний отвір для розташування в ньому сальника 10. Сальник служить для усунення витоків пари або повітря із циліндра. Крім того, його внутрішня втулка 9 служить як би напрямною для штока 11. Ущільнювальний матеріал сальника підтискається болтами 12.

У якості ущільнювального матеріалу застосовували різного виду сальникові набивання, що представляють собою пеньковий (при роботі молота на повітрі) або азбестовий (при роботі на парі) шнур, просочений антифрикційним складом. Однак через низький термін служби набивань, а також необхідності щоденного догляду за ними, їх заміняють манжетами шевронного перетину з азбестової тканини, просоченої теплостійким клеєм. Уважається, що стійкість манжет в 10 раз перевищує стійкість сальникового набивання з азбестового шнура, просоченого графітом з мінеральним маслом.



Мал. 24. Робочий циліндр молота

Внутрішня робоча поверхня циліндра зазнає інтенсивного зношування. Коли зношування досягає такої величини, що виток енергоносія стануть неприпустимо великими, внутрішню поверхню циліндра розточують. Звичайно допускається не більш трьох переточувань, тому що при кожному переточуванні доводиться знімати шар металу 5 мм.

Застосування змінної втулки 4 циліндра продовжує термін служби самого корпусу циліндра, а також час роботи молота до ремонту. Втулку виготовляють із чавуну СЧ21. Втулку 4 вставляють у циліндр із натягом, для чого циліндр попередньо розігрівають пором. Також з натягом вставляють втулки 8 і 7 золотника 5 і дроселя 6.

Корпуса циліндрів відливають заодно із днищем або днище виготовляють окремим. В останньому випадку обробка корпусу значно спрощується. Для корпусів циліндрів звичайно використовують сталеве лиття 35ЛП.

Приклади діаметрів внутрішніх циліндрів кувальних молотів аркового типу:

Маса падаючих частин, кг	1000	2000	3000	4000	5000
Діаметр циліндра молота, мм	330	435	500	585	635

З урахуванням наступних переточувань і можливості одержання якісного виливка звичайно ухвалюють  $D_{нар} = 1,2D$ .

Для запобігання випадкових ударів у верхню кришку циліндра, наприклад при молота або при обриві штока, передбачене запобіжне буферне обладнання. Дія запобіжників досить простої конструкції засноване на стиску металевих пружин. Через малу надійність таких запобіжників, у сучасних молотах використовують більш складні пароповітряні запобіжники.

На мал.24 пароповітряний запобіжник складається з невеликого циліндра 3, у якому перебуває плунжер 2 з виступаючої нижньою частиною. Над плунжером залишається замкнений простір, у який подається пара або стиснене повітря. Якщо поршень циліндра дійде до плунжера запобіжника, то парова або повітряна подушка, що утворюється в замкненому просторі, зм'якшить удар.

Пароповітряні запобіжники розраховують так, щоб величина тиску над поршнем не перевищувала 30 атм. При такому тиску зусилля діюче на кришку, може бути сприйняте болтовим кріпленням кришки без його руйнування.

Робочі частини молота (мал.24) складаються з поршня 1, штока 2, баби 7 і верхньої половини штампа (або бойка) 3, утримуваної клином 5 і сухарем 4. Баба з'єднується зі штоком через проміжну втулку 6.

**Поршні** сприймають тиск повітря або пари. Для безперешкодного руху поршня його діаметр на 1...2,5 мм менше діаметра циліндра. Щоб через цей зазор не відбувався витік енергоносія, поршні мають пружні сталеві розрізні кільця 8 (зі сталі 35,45). На поршні встановлюють два, три, чотири кільця, однак частіше три кільця. Найпоширеніші поршні, виготовлені окремо від штоків (мал.24,б)

Поршневі кільця вставляють у спеціальні канавки, що проточуються в тілі поршня. Зазор по діаметру потрібно для того, щоб можна було стиснути кільце при установці поршня в циліндр. Термін служби кілець у кувальних молотів становить 5...12 місяців, а в штампувальних – трохи менше.

**Шток** зв'язує бабу з поршнем і передає їй зусилля, що виробляється робочим циліндром. Шток являє собою сталевий циліндричний стрижень, діаметр якого залежить від маси падаючих частин молота.

Діаметр штоків кувальних молотів з масою падаючих частин 1...5 т змінюється в межах 110 ...170 мм. З'єднання штока з бабою й поршнем глухе на конус. При цьому з'єднання шток – баба має конусність (1:25) – (1:12), а з'єднання шток – поршень 1:15. Поршень зі штоком з'єднаний по гарячій посадці.

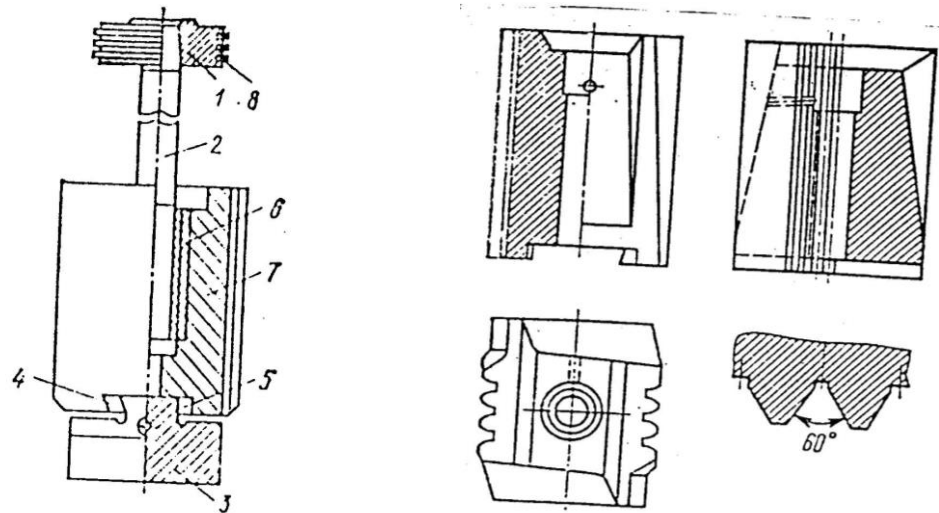
У з'єднанні шток – баба часто використовують проміжну втулку 6 (мал.25). Вона може бути рознімної із циліндричною зовнішньою поверхнею, або цільної з обома конічними поверхнями. Між бабою й штоком, а також втулкою й штоком встановлюють латунні прокладки. Усі ці заходи підвищують надійність з'єднання.

Штоки - найбільш навантажені деталі молота виготовляють із якісних сталей марок 45,30X, 40X и ін. Однак він часто виходить із ладу. У середньому стійкість штоків штампувальних молотів не перевищує 4 місяців.

Штоки виготовляють куванням з наступною термообробкою на сорбитову структуру. Після термообробки штоки шліфують. Полонки штоків носять звичайно утомлений характер.

Звичайно пароповітряні штампувальні молоти подвійної дії розраховують на швидкість удару 7м/с. При невеликому зниженні швидкості удару, а отже, і величини напруги в штоках можна виключити або значно зменшити ефект утомленого руйнування штоків і різко підвищити їхню стійкість.

Тому штоки молотів, що працюють зі швидкостями удару 5,5...6 м/с, відрізняються великою стійкістю в роботі.



Мал. 25. Баба пароповітряного штампувального молота

**Система змащення пароповітряного молота.** Тип мастильного матеріалу й система його подачі залежить від умов роботи, частин що змазуються.

Деталі, що роблять прямолінійно-зворотній рух: напрямні й скіс баби під шаблеподібний важіль змазують вручну сумішшю з 70% циліндрового масла, 10% цинкового білила й 20% колоїдного графіту.

Деталі, що роблять обертово-коливальний рух: шарнірні з'єднання педалей, важелів, тяг і т.д. можна змазувати консталином УТ-1.

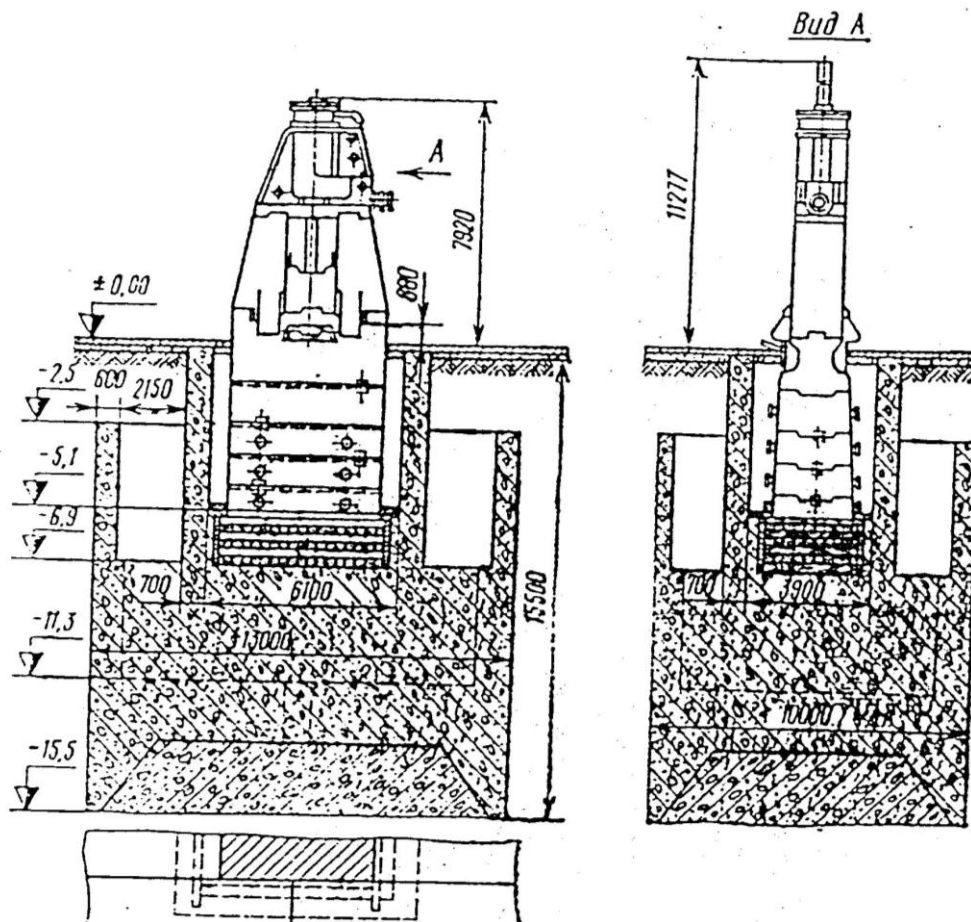
Деталі, змащення яких піддається дії енергоносія: циліндр, поршень, поршневі кільця, сальник змазують циліндровими маслами. При роботі паром застосовують масло з температурою спалаху не нижче 300°C. При роботі повітрям температура спалаху використовуваного масла може бути трохи нижче.

У сучасних мастильних обладнаннях змазка подається в пар, що підводиться (повітря) – трубопровод від насоса з електродвигуном, установленим на окремій стійці поруч із молотом (мал.9).

**Фундаменти молотів.** При ударі шабот молота здобуває деяку швидкість і починає рухатися вниз. Цьому руху перешкоджає лежачі під ним прокладки й фундамент, що передають навантаження на ґрунт. Шабот, прокладки, фундамент і ґрунт мають пружність. Тому після удару фундамент починає робити коливальні рухи. При звичайній установці фундаменту безпосередньо на ґрунт амплітуда його коливань невелика й становить 0,8...1,2 мм. Коливання ці мають більшу частоту, але загасають дуже швидко, раніше чому баба завдає наступного удару. Тому резонансу – розгойдування фундаменту при послідовних ударах не виникає.

Прокладки під шаботом повинні забезпечити таку величину пружної деформації після удару молота, щоб виключався відрив шабота від їхньої верхньої площини. Прокладка звичайно складається з декількох рядів дубових брусів квадратного перетину, стягнутих болтами в плитовини.





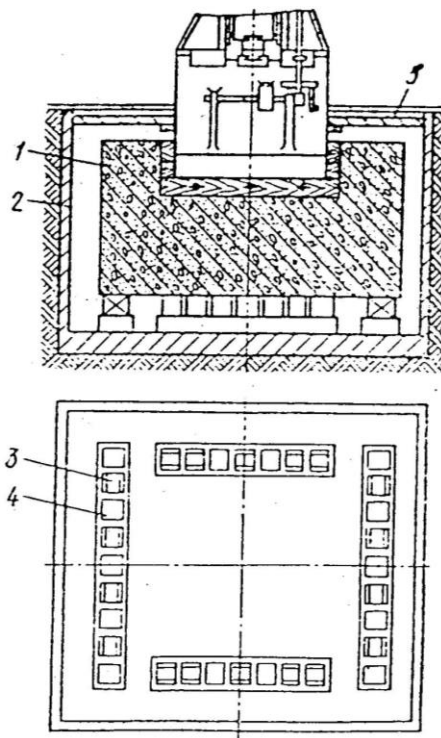
Мал. 26. Фундамент штампувального молота

Якщо маса падаючих частин не перевищує 1,5 т, звичайно використовують один – два ряди брусів; їхня висота доходить до 600 мм. При масі падаючих частин 1,5...5 т потрібно вже два – три ряди брусів загальною висотою до 900 мм. Коли вага падаючих частин перевищує 5 т, потрібні три – п'ять рядів брусів загальною висотою 900 – 1500 мм. Тиск на прокладку при визначенні її площі встановлюють звичайно  $300 \text{ кН/м}^2$  ( $3 \text{ кгс/див}^2$ ).

Фундаменти для кувальних і штампувальних молотів за формою й обладнанням значно різняться. На мал.26 зображений установлений на фундамент штампувальний молот. Розміри фундаменту в плані  $10 \times 12 \text{ м}$ , глибина закладення від рівня ґрунту 15,5 м. З метою можливого зменшення маси фундаменту й рівня вібрацій ґрунту фундаментні блоки молотів установлюють на віброізолюючі пружні елементи. У таких установках (мал.27) фундамент як би ділиться на дві частини. Нижня частина 2 – короб, безпосередньо розташований на ґрунті, віброізолюваний, тому що сприймає зусилля від зсуву інерційного блоку 1 через пружні елементи 3,4, сумарна твердість яких значно менше твердості ґрунту. Короб перекривається настилом 5.

У якості пружних елементів звичайно застосовують гвинтові пружини.

Комплект пружин в обоймі називають віброізолятором. Для прискорення загасання коливань, крім звичайних циліндричних пружин, використовують віброгасники, що складаються із комплекту гумових елементів.



Мал. 27. Віброізолюваний фундамент штампувального молота

На мал. 27 показаний найбільш простий у виконанні опорний варіант віброізолюованного фундаменту. У підвісному варіанті з метою створення більшої зручності обслуговування віброізоляторів і віброгасників інерційний блок підвішений до них на тягах, верхні кінці яких розташовуються безпосередньо під настилом підлоги.

## Пневматичні молоти

### Принцип дії пневматичних молотів

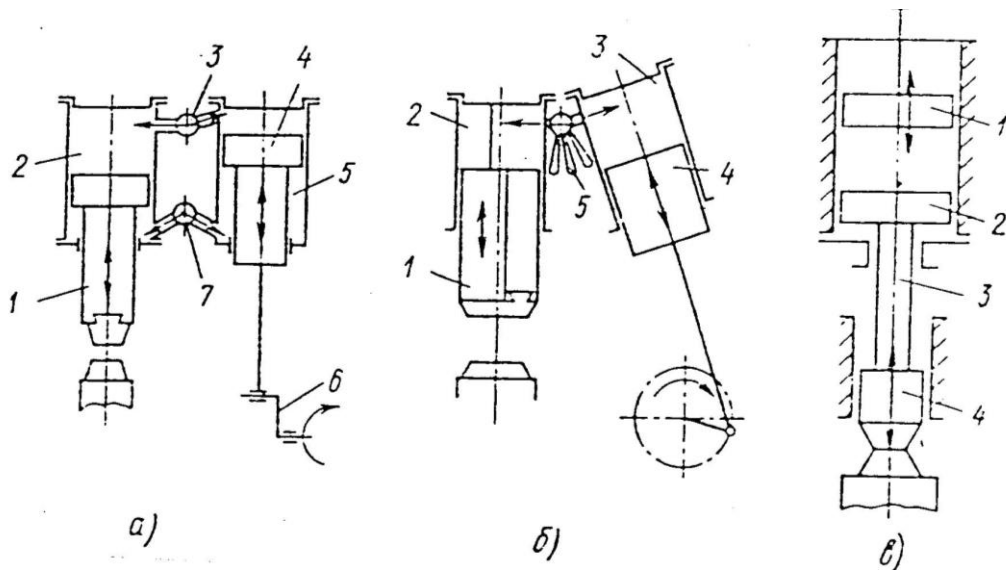
Пневматичні молоти приводяться в дію стисненим повітрям, що надходять не із цехової магістралі, а від компресора, вбудованого в станину молота. У цих машинах повітря представляється як би пружиною, розташованою між двома поршнями: робочим, зв'язаним з бабою, і компресорного, що виконує зворотно-поступальний рух від колінчатого вала. Таким чином, пневматичні молоти не мають потреби в трубопроводах для подачі повітря або пари, а також у котельні або в компресорній станції. Тому їх використання особливе доцільно там, де потрібно невеликі молоти, при відсутності пароповітряної установки, будувати яку для невеликого числа молотів не має змісту.

Пневматичні молоти призначені головним чином для вільного кування, але в трохи зміненій конструкції можна використовувати їх і для штампування.

Пневматичні молоти виготовляють із масою падаючих частин до 3 т. Найбільше поширення одержали молоти, у яких маса падаючих частин не перевищує 1 т.

Економічна межа використання пневматичних молотів досягається при масі падаючих частин не понад 1,5т.

Схеми дії й конструкції пневматичних молотів у процесі їх розвитку зазнали значним змінам. Широке поширення одержали двоциліндрові молоти двосторонньої дії (мал.28,а).



Мал. 28. Види конструкцій пневматичних молотів

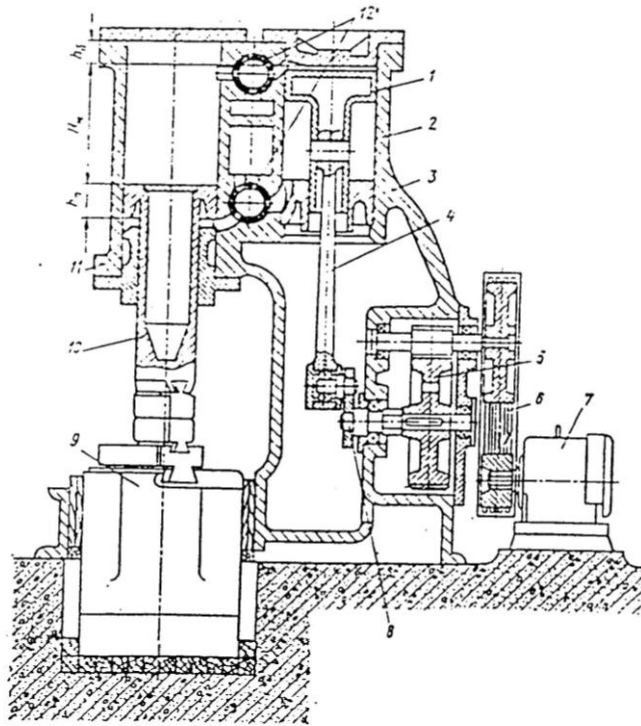
Два циліндри: компресорний 5 і робочий 2, розташовані в одній станині, з'єднані між собою каналами 3 і 7. Поршень 4 компресора, що одержує зворотно-поступальний рух від кривошипного вала 6, поперемінно залежно від напрямку свого руху створює позитивний тиск або розрідження у верхній і нижній порожнинах робочого циліндра. При русі поршня 4 униз у верхній порожнині робочого циліндра тобто над поршнем баби 1, створюється розрідження, а в нижній порожнині, під поршнем – позитивний тиск повітря. Відбувається підйом падаючих частин. При зміні напрямку руху поршня в нижній порожнині робочого циліндра встановлюється розрідження, а у верхній порожнині – позитивний тиск повітря. Баба молота рухається вниз і завдає удару по заготовці.

Особливість цієї схеми полягає в тому, що тиск повітря діє поперемінно як на верхню, так і на нижню робочу площу поршня баби.

Раніше випускали пневматичні молоти однобічної дії, у яких тиск стисненого повітря впливав тільки на одну сторону поршня баби. Такі молоти мали двоциліндрову конструкцію (мал.28,б) або одноциліндрову (мал.28,в). В обох випадках рух робочих частин нагору здійснювався тільки за рахунок розрідження повітря в просторі над верхньою площиною робочого поршня.

### Двоциліндрові пневматичні молоти двосторонньої дії

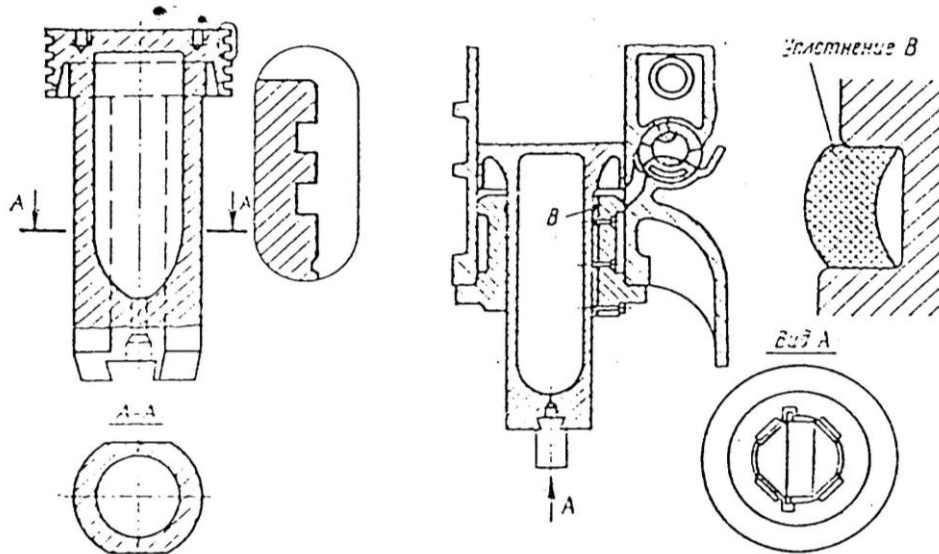
На мал.29 зображений пневматичний молот вітчизняної конструкції з масою падаючих частин 250 кг. Молоти такого типу виготовляють із масою падаючих частин 75...1000 кг.



Мал. 29. Пневматичний молот з масою падаючих частин 250 кг.

У станині 3 відлітої заодно з компресорним 2 і робочим 11 циліндрами, змонтована зубчаста передача 5. Асинхронний короткозамкнений електродвигун 7 через клиноремінну 6 і зубчасту 5 передачі обертає вал 8.

Від кривошипного вала й шатуна 4 зворотньо-поступальний рух передається поршню 1 компресора. Верхня й нижня порожнини компресорного циліндра з'єднані каналами з верхньою й нижньою порожнинами робочого циліндра. У запресовані в станину втулках 12 поміщені крани, за допомогою яких здійснюється керування молотом. Пустотіла баба 10, відліта заодно зі штоком, переміщається, і направляється ґрундбуксою. Шабот 9 не зв'язаний жорстко зі станиною й фіксується відносно її дерев'яними клинами.



Мал. 30. Баба пневматичного молота  
Мал. 31. Ґрундбукса пневматичного молота

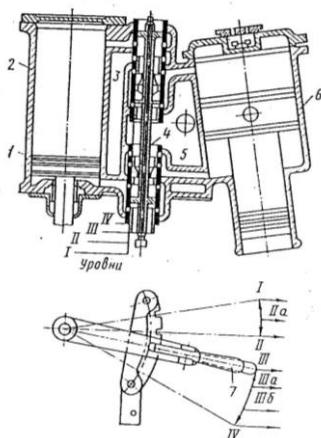
На пустотілій кованій бабі (мал.30) є грибоподібний поршень, на якому нарізані канавки для поршневих кілець і виточення лабіринтового ущільнення. На бабі зняті лиски, а на ґрундбуксі є відповідні пази, у яких вставлені напрямні планки. Краший напрямок баби досягається не при двох планках, як на мал.30, а при чотирьох (мал.31). Ущільнення нижньої порожнини робочого циліндра забезпечується в цій конструкції ущільнювальний кільцем (перетин В).

#### Основні параметри й розміри пневматичних кувальних молотів

Показники	Енергія удару, кДж (кгс.м)						
	0,8 (80)	1,4 (140)	3,15 (315)	5,6 (560)	10 (1000)	16 (1600)	28 (2800)
Номінальна маса падаючих частин, кг	50	80	160	250	400	630	1000
Число ударів у <b>хвилину</b>	224	212	190	150	132	112	95
Висота робочої зони у <b>світлі</b> , мм	220	260	360	450	530	560	750
Розміри дзеркала бойка, мм: довжина ширина	100 56	130 63	190 75	210 80	250 90	320 130	360 140
Відстань від дзеркала нижнього бойка до <b>рівня підлоги</b> , мм	800	800	800	750	750	750	750

Для запобігання кришки робочого циліндра від ушкоджень, які можуть відбутися при ударах молота по твердій заготовці, застосовують буферне обладнання, робота якого заснована на підвищенні тиску повітря в буферному просторі, при русі поршня нагору.

Пневматичні молоти мають просте повітророзподілення, що забезпечує тільки два робочі процеси в циліндрі: розширення й стиску. Стабільність роботи пневматичного молота досягається періодичним сполученням порожнин циліндрів з атмосферою. Це відбувається в крайніх точках ходу компресора через спеціальні отвори.



Мал. 32. Схема управління пневматичним молотом

По конструктивному оформленню робочого циліндра й баби молоти діляться на молоти зі штоком (мал.32), у яких баба з'єднана з поршнем тонким штоком і молоти без штока (мал.29), баба яких безпосередньо пов'язана з поршнем.

Керування молотами здійснюється за допомогою циліндричного золотника (мал.32) або за допомогою повітророзподільних кранів.(мал.29). Кранів може бути один, два або три.

Молоти із циліндричним золотником можуть виконувати наступні операції: тримати бабу у висячому положенні; притискати кування до нижнього бойка; наносити окремі удари; наносити послідовні удари.

На мал.32 положення рукоятки I, II, III, IV відповідають положенням золотника, позначеним тими ж цифрами.

### **Періоди роботи молота.**

**Автоматичні удари.** Для роботи послідовними автоматичними ударами рукоятку 7 переводять у положення III а. Золотник займе положення між рівнями III і IV. При цьому камера 3 закриється. Одночасно верхня порожнина компресорного циліндра почне сполучатись з верхньою порожниною робочого, а їх нижні порожнини також з'єднуються. У верхній і нижньої порожнинах робочого циліндра по черзі буде виникати стиск і розрідження, у результаті чого молот буде наносити автоматичні удари з малим розмахом баби.

При переміщенні рукоятки в положенні IIIб золотник відкриє канали більше. У робочий циліндр стане надходити більше повітря й удари стануть сильніше.

У положенні IV канали відкриті повністю, у робочий циліндр надходить максимальна кількість повітря, і енергія ударів максимальна.

**Тримання баби у висячому положенні.** Для підняття баби й утриманні її у висячому положенні рукоятку 7 переводять у положення I. Золотник при цьому опуститься на рівень положення I. У результаті повітря з нижньої порожнини компресорного циліндра буде надходити через зворотний 7 клапан золотника під поршень робочого циліндра в камеру 5. З верхньої порожнини компресорного циліндра повітря піде не в робочий циліндр, а в камеру 3. Отже, на поршень робочого циліндра буде увесь час діяти тиск знизу. Тому що при цьому верхня порожнина робочого циліндра сполучена з атмосферою, то баба буде втримуватися у верхньому положенні, поки рукоятка 7 залишається в положенні I.

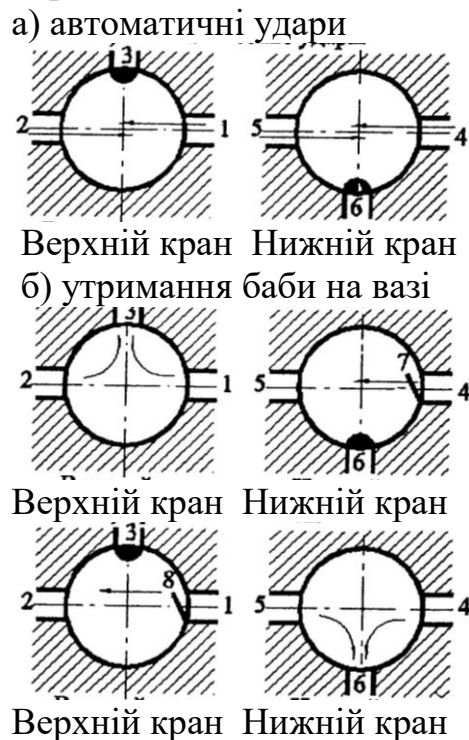
**Притиск заготовки.** При положенні II стиснене повітря з верхньої порожнини компресора направляється у верхню порожнину робочого циліндра 2 і в камеру 3. Назад воно вийти не може, тому що на золотнику є зворотний клапан 8. Тому через поршень 1 передається тиск, що притискає бабу до нижнього бойка й утримує заготовку доти, поки рукоятка 7 не буде виведена з положення II.

**Холостий хід.** Поки рукоятка 7 і золотник 4 займають положення III, нижня й верхня порожнини компресорного циліндра 6 через камеру 5 сполучені між собою.

У верхню й нижню порожнини робочого циліндра повітря не надходить. Баба вільно спочиває на нижньому бойку.

**Одиничні удари.** Щоб завдати окремого удару по куванню, рукоятку переводять із положення I у положення IIа. При цьому золотник підніметься й розташується між рівнями I і II. Повітря з нижньої порожнини робочого циліндра вийде в атмосферу; а стиснене повітря з камери 3 поступить у верхню порожнину робочого циліндра. Баба різко опуститься й завдасть удару. Для нанесення наступного удару рукоятку переводять у положення I, а потім знову опускають у положення IIа.

На мал. 33. показано положення кранів (кранове розподілення повітря) при різних режимах роботи пневматичного молота



1,4 - канали з'єднань з компресором молота

2,5 – Канали з'єднань з робочим циліндром

3,6 – канали з'єднань з атмосферою

7,8 – зворотні клапани

Мал. 33. Положення кранів при роботі молота

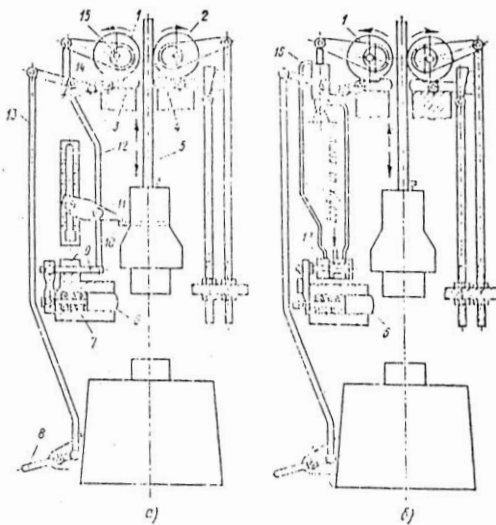
### Механічні молоти

У механічних молотах передача руху від електродвигуна робочим частинам здійснюється за допомогою того або іншого механізму.

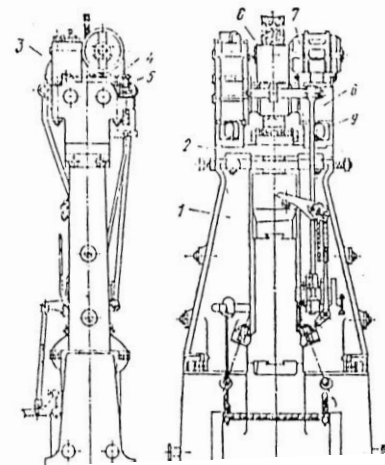
Механізм з'єднання з робочими частинами за допомогою твердої, гнучкої або пружного зв'язку. По типу зв'язків механічні молоти відповідно називаються молотами з дошкою, з ременем або ланцюгом і з ресорою.

Тверді і гнучкий зв'язки служать лише для підйому робочих частин, пружна ж, крім того, служить накопичувачем енергії для прискорення баби вниз.

Молоти з дошкою, ременем або ланцюгом застосовують для гарячого штампування, виправлення й калібрування. Ресорні молоти використовують для одержання виробів невеликої товщини (ножі, коси, медичні інструменти й т.п.).



Мал. 34. Фрикційні молоти з дошкою



Мал. 35. Фрикційний молот з редукторним приводом

**Фрикційні молоти з дошкою.** У фрикційних молотах з дошкою (мал.34,а) при триманні баби у висячому положенні обертові ролики 1 і 2 не торкаються дошки, і остання втримується у верхньому положенні колодками 3 і 4. Для одержання ходу баби вниз натискають педаль 8. При цьому відводяться притискні колодки 3, і баба, падаючи вниз під дією власної ваги, робить удар. Наприкінці ходу вниз перед ударом баба відсуває палець 6, і передня тяга 12 роликів, закріплена на штирі 9, з'єднаному з пальцем 6, падає, повертаючи цапфу 14, у якій ексцентрично сидить вісь 15 ролика 1.

При повороті цапфи 14 дошка 5 затискається між двома обертовими роликами й піднімається нагору. При підйомі баби сидячий у ній штир 10 ударяє по важілю, що виключає, 11, і передня тяга 12, піднімаючись догори, відводить ролик 1 від дошки. Палець 6 вертається в вихідне положення пружиною 7. Для одержання після підйому баби циклу тримання її у висячому положенні необхідно звільнити педаль. Тяга 13 при цьому опускається, колодки затискають дошку, і баба тримається у висячому положенні.

При автоматичній роботі педаль увесь час залишається натиснутою, і колодки 3 і 4 не натискають дошку.

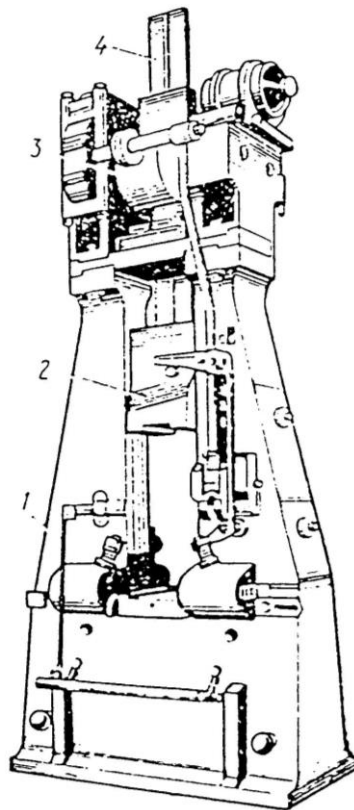
Недолік. Удари по штирю 9 при вільному падінні тяги 12 викликають ушкодження деталей керування. Цей недолік усувається введенням пневматичної системи керування підйомом баби. У такій системі (мал.34,б) для підведення й відведення фрикційного ролика 1 на станині молота встановлюють повітряний циліндр 16, поршень якого пов'язаний з переміщенням ролика 1. Керування циліндром 16 здійснюється повітродозподільником 17, золотник якого пов'язаний з пальцем 6.



Обертання роликів здійснюється від одного або двох електродвигунів. Раніше при виробництві ножового товару, деталей швейних машин і інших дрібних деталей використовували трансмісійний привід для групи молотів. Однак більше поширення одержав індивідуальний привід. Зустрічаються два типи редукторів, що передають рух від електродвигуна роликам: клиноремінної й зубчастий.

Фрикційний молот з редукторним приводом і одним електродвигуном зображений на мал. 35. Сталева плита 2, що з'єднує стійки 1, служить опорою для корпуса редуктора 3, корпуса роликів 8 і голівки гальма 9. Запобіжний кожух 6 затримує дошки при їхніх поломках. Електродвигун 7 змонтовано на шарнірній плиті 4, один кінець якої підвішений на пружинах 5, що амортизують поштовхи в обох напрямках.

Дошка частіше інших деталей виходить із ладу. Термін служби 40...50 годин. Матеріал бук, клен, ясен або штучні волокна. Звичайно застосовують дві дошки, складені по ширині.



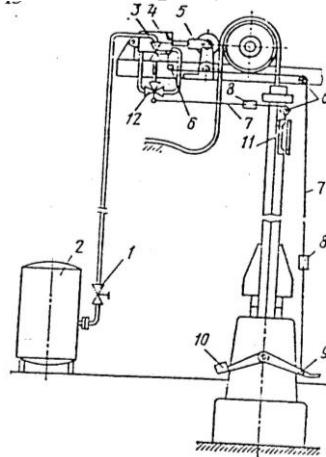
Мал. 36. Фрикційний молот з дошкою

Молоти з дошкою звичайно мають масу падаючих частин від 0,5 до 2,5 т. На мал. 36 показаний малюнок фрикційного молота з дошкою. Падаючі частини складаються з баби 2 і дошки 4, закріпленої в бабі, за допомогою плоского клина. Обертаючись у різні сторони, ролики піднімають дошку з бабою нагору. Коли підйом закінчений, ролики розсовуються, а дошка схоплюється гальмовими колодками. Ролики повинні розсунутися раніше, чим баба досягне крайнього верхнього положення. А якщо ні, то може відбутися удар по голівці молота.

Гальмові колодки приводяться в дію затискним механізмом.

**Молоти з ременем.** Підйом баби молотів з ременем може відбуватися або за рахунок тертя, що виникає між обертовими барабанами й гнучким зв'язком, або за допомогою спеціального піднімального обладнання. У другому випадку ремінь служить лише для зв'язку баби й підйомника.

Обладнання для підйому баби й керування сучасних молотів першого типу зображені на мал.37. Ремінь до шківів притискається роликком при переміщенні його тягою 5, пов'язаної з поршнем пневматичного циліндра 4. Для усунення поштовхів від коливання тиску повітря постачання пневматичного циліндра здійснюється від проміжного ресивера 2. Тиск повітря в ресивері 0,3...0,6 Мпа (3...6 ат) установлюють залежно від необхідної сили притиснення ременя за допомогою редуційного клапана 1.



Мал. 37. Молот з ременем

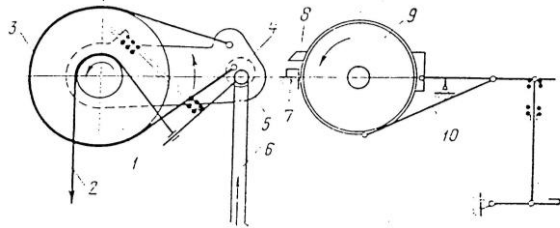
Розподільний клапан 3 циліндра приводиться в дію тросом 7, перекинутим через блоки 6 і зв'язаним через муфту 8 з педалью 9. Педаль підтримується у верхньому положенні противагою 10. У великих молотів для зменшення зусилля на педаль застосовують сервоуправління. Для обмеження висоти підйому баби застосовують триходовий кран 12, який при контакті баби з важелем 11 перемикає пневматичний циліндр на відвід притисного ролика від ременя.

У молотах другого типу із приводом, що намотує, баба приводиться в рух механізмом, зображеним на мал. 38,а Головний вал механізму обертається безупинно разом з піднімальним барабаном 1 проти годинникової стрілки. Коли стрічка 3 вільно облягає барабан 1, механізм підйому не діє. Якщо потягнути за трос 2, то ексцентрик 4 повернеться й стрічка натягнеться. У результаті зчеплення стрічки з барабаном почнуть повертатися важелі 5, піднімаючи ремінь 6, а значить і бабу молота. Одночасно з барабаном 1 повертається й гальмовий барабан 9 (мал.38,б), розташований також на головному валу.

Косинець 8, наявний на барабані, зустрічається з упором 7. Цим послабляється стрічка 10 і надається можливість для підйому баби. Зупинка баби відбувається при звільненні троса, коли припиняється натяг гальмової стрічки. Для того щоб зробити удар, необхідно нажати педаль і тим самим виключити гальмо. Таким чином, для роботи одиничними ударами необхідно після удару відпустити педаль, а для одержання серії ударів тримати педаль у натиснутому положенні.

Ремені для молотів виготовляють із волокна тваринного або синтетичного походження. Вони мають велику міцність і зносостійкість. Піднімальні обладнання постачають повітряним або водяним охолодженням, причому перше переважніше.

Молоти з ременем виготовляють із масою падаючих частин 0,15...2 т.



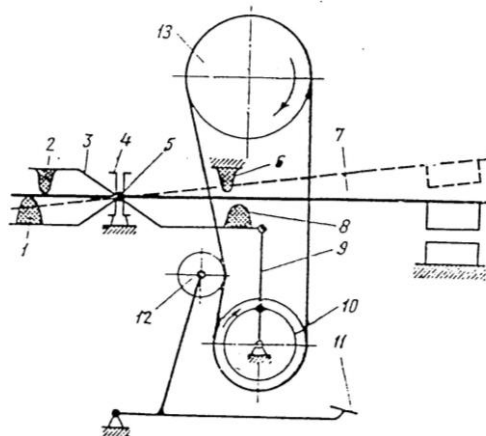
Мал. 38. Схема привода фрикційного молота з ременем (другого типу)

**Важільні молоти.** Будують із масою падаючих частин 7...250 кг. Вони роблять від 400 до 120 ударів у хвилину.

Основною деталлю важільного молота є дерев'яне молотовище 7 (мал.39), яке може повертатися навколо осі 5. На станині молота укріплений гумовий відбійний буфер 6. При підйомі шатуна 9 молотовище відкидається нагору, у положення, показане на мал. 39 штриховою лінією. При опусканні шатуна молотовище піде вниз і завдасть удару по заготовці. Чим більше буде стиснутий відбійний буфер 6, тем більшу енергію передасть він молотовищу і тим самим сильніше виявиться удар.

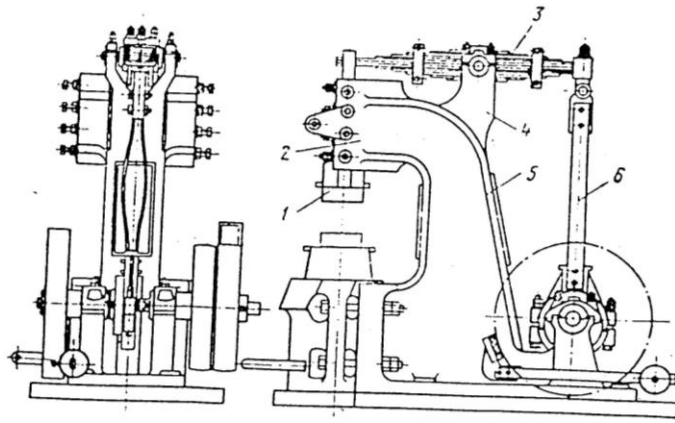
Необхідна висота падіння молотовища, обумовлена висотою заготовки, регулюється переміщенням осі 5 по напрямним 4. Сила удару регулюється зміною положення натискного ролика 12 тобто натягом ремня.

У деяких конструкціях важільних молотів замість гумових буферів застосовуються пружини.



Мал. 39. Схема важільного молота

**Ресорно-пружинні молоти.** У цих молотах (мал.40) шатун 6 шарнірно пов'язаний з ресорою 3, яка повертається навколо осі, яка вставлена в припливи 4, і пружно деформуються. При цьому під час ходу шатуна вниз ресора вигинається опуклістю нагору. Баба 1 починає підніматися. Коли шатун іде нагору, а баба продовжує підйом, ресора зігнеться у зворотну сторону, передавши накопичену енергію бабі при падінні останньої. Під час удару ресора знову прогнеться опуклістю нагору, викликавши так званий відбій (відскік) баби. При відскоку частина енергії удару губиться.



Мал. 40. Ресорно-пружинний молот

Енергія удару ресорного молота регулюється або переключенням приводного паса з робочого шків на холостий натисканням педалі під час роботи молота, або зміною радіуса кривошипа, що виконують при зупиненому молоті. У першому випадку внаслідок прослизання ремня зменшується число ударів, у другому - змінюється розмах хитання ресори.

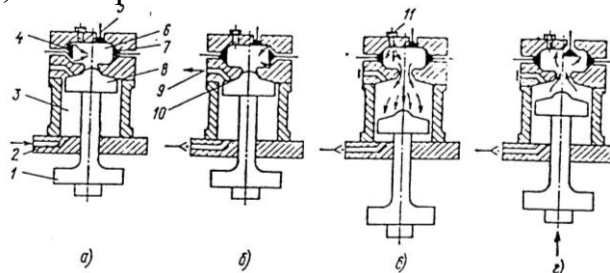
Ресорні молоти особливо успішно застосовують при витяжці тонких виробів.

### Молоти діючі вибухом

Для молотів, робота яких на дії вибуху, у якості енергоносія можна використовувати різного виду вибухові й горючі речовини (порох, зріджене газове паливо, бензин, гас і ін.)

У ковальському виробництві одержали деяке застосування молоти, що використовують вибух суміші газу (пропану) і повітря.

Принцип роботи молота, що діє вибухом газової суміші, показаний на мал.41. У положенні а робочі частини 1 утримуються вгорі під дією на поршень 8 стисненого повітря, що надходить через канал 2 у нижню порожнину 3 робочого циліндра. Клапани 5 і 7 закриті. Для робочого ходу відкривають клапан 4 впуск газу, і камера 6 заповнюється газом.



Мал. 41. Молот діючий вибухом

По досягненню певного тиску газу клапан 4 закривається, і відкривається клапан 7 впуску повітря в камеру 6 (положення б). У той же час відкривається канал 9 для випуску деякої кількості газу, який протік через сідло 10.

Як тільки спрацює свіча запалювання 11 (положення в), канал 9 закривається, і в камері 6 відбувається згоряння газу і його розширення. Сідло 10 розмикається, і високий тиск газу, діє на поршень 8, розганяє робочі частини молота до контакту із заготовкою.

У нижньому положенні поршня 8 тиск повітря в порожнині 3 циліндра досягає максимуму, і робочі частини спрямовуються нагору на вихідну позицію (положення г). Вихлопний клапан 5 при цьому відкривається для видалення залишків згорілого газу. Після закриття сідла 10 відкривається клапан 7 для продувки й повного очищення камери згоряння 6. Після закриття клапана 7 молот готовий до проведення наступного циклу роботи.

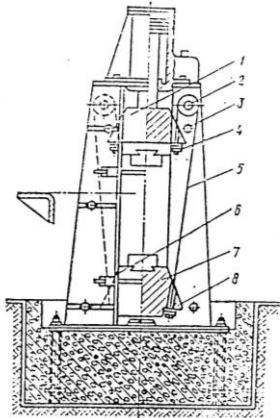
Швидкість удару молотів цього типу досягає 15м/с і вище. Молот приблизно робить один хід у секунду.

На молотах, що діють вибухом, роблять холодне видавлювання, гаряче й холодне штампування, пробивання, різання й інші операції. Може працювати в автоматичному й у неавтоматичному режимі.

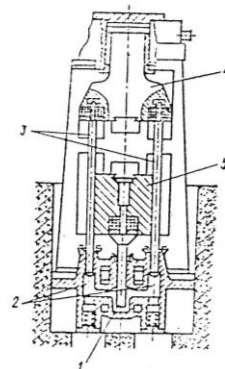
### Молоти із двостороннім ударом

Перевага молот із двостороннім ударом у порівнянні зі звичайними полягає в майже повному усуненні вібрацій навколишнього ґрунту, а також у значному зменшенні мас частин які ударяються і фундаменту.

Оскільки в цих молотах шабот відсутній, то їх прийнято називати безшаботними. Зрівноважування ударних частин у безшаботних молотів здійснюється за допомогою стрічкового (мал.42) або гідравлічного (мал.43) зв'язку. Рух робочих частин відбувається зусиллям, створеним пароповітряним або гідравлічним циліндром, що діють на верхню ударну частину.



Мал. 42. Безшаботний молот зі стрічковим зв'язком баб



Мал. 43. Безшаботний молот з гідравлічним зв'язком баб

**Безшаботний молот зі стрічковим зв'язком баб (мал.42)** має дві баби 1 і 7, зв'язані між собою сталевими стрічками 5, перекинутими через ролики 2. Стрічки з'єднані з бабами через гумові амортизатори 4 і 8. Баби рухаються між чотирма стійками 6 і 3, які служать для них напрямними. Стрічки 5 являють собою набір з 20...70 сталевих смуг товщиною 0,3...1 мм і шириною 100...200 мм.

Нижня баба ненабагато важче верхньої. Тому поки в робочому циліндрі немає тиску, вона перебуває внизу, утримуючи верхню бабу в крайньому верхньому положенні. При цьому нижня баба спочиває на буфері, розташованому на опорній плиті молота.

При пуску пара або стисненого повітря у верхню порожнину циліндра шток з верхньою бабою йде вниз і стрічками 5 захоплює нижню бабу нагору. Баби рухаються назустріч одна іншій із практично рівними швидкостями й при ударі витрачають накопичену енергію на деформацію кування.

Звичайно в безшаботних молотах швидкість руху баб дорівнює приблизно 3 м/с, а у звичайних 6...7м/с. Легко підрахувати, що для того, щоб енергія удару безшаботного молота рівнялася енергії удару звичайного молота, маса кожної баби в безшаботного молота повинна бути в 2 рази більше маси звичайного молота. Незважаючи на це, загальна маса безшаботних молотів приблизно на 50% менше маси звичайного молота.

Істотний недолік безшаботних молотів зі стрічковим зв'язком бабів – частий обрив сталевих стрічок ( вони працюють у середньому близько двох місяців). Обрив відбувається внаслідок перегинів стрічок на роликах і додаткових напругах при відскоках баби.

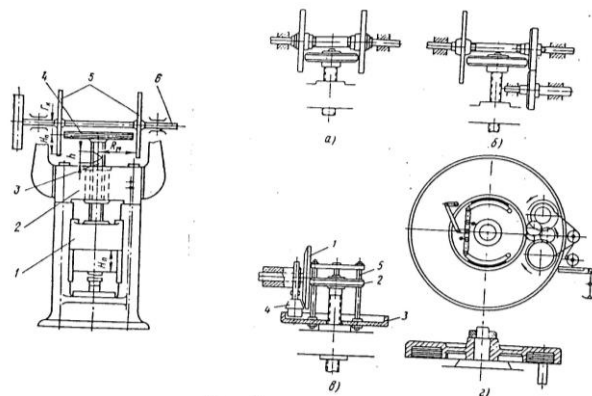
**Безшаботний молот з гідравлічним зв'язком бабів (мал.43).** Верхня баба 4 постачена штоками 3, які при рухові баби вниз входять у циліндри 2 і витісняють із них рідину в центральний циліндр 1. У результаті шток центрального циліндра починає рух нагору, переміщаючи нагору й нижню бабу 5.

### Гвинтові фрикційні молоти

Застосовують для гарячого штампування, холодного листового штампування, карбування, холодної й гарячої гнучкі, холодного виправлення і т.д. По типу фрикційного приводу молоти ділять на однодискові, дводискові, трьодискові й бездискові (мал.44).

Гвинтові фрикційні молоти виготовляють із зусиллям 250...8000 кН (25...800 тс).

Найбільше поширення одержали дводискові молоти (мал.44,ліворуч), у яких рух від електродвигуна передається на горизонтальний вал 6 з розташованими на ньому двома дисками 5. Відстань між дисками на 5...10 мм більше діаметра маховика 4, розташованого між ними. Диски можуть переміщатися в осьовому напрямку по черзі притискатися до обода маховика. Якщо при включеному електродвигуні наблизити до обода маховика правий диск, то за рахунок сил тертя маховик 4 прийде в обертання, захоплюючи за собою гвинтовий шпindel 3.



Мал. 44. Принципова схема гвинтового фрикційного молоту

Оскільки шпindel проходить через нерухливу гайку, установлену у верхній поперечці 2 станини, при обертанні він починає «вигвинчуватися» з неї, піднімаючись нагору. Пов'язаний із гвинтом повзун 1 приходиться у верхнє крайнє положення. Після цього диск відводиться від маховика.

Швидкість підйому гвинтового шпинделя й пов'язаного з ним повзуна – змінна. Спочатку підйому вона максимальна, тому що контакт між диском і маховиком відбувається по окружності найбільшого радіуса. У міру підйому маховик наближається до осі диска, радіус окружності контакту зменшується й швидкість руху падає. Остаточна зупинка відбувається при відводі диска й включення спеціального гальма.

Для переміщення повзуна вниз до маховика притискається лівий диск. Маховик починає обертатися у зворотну сторону, гвинт угвинчується в гайку, і повзун переміщається вниз. При цьому в маховику накопичується енергія, і коли при наближенні повзуна до кування лівий диск відводиться, рух триває по інерції. Витративши кінетичну енергію частин, що рухаються, на деформування кування, робочі частини молота зупиняються. Для підйому повзуна до маховика знову притискається правий диск.

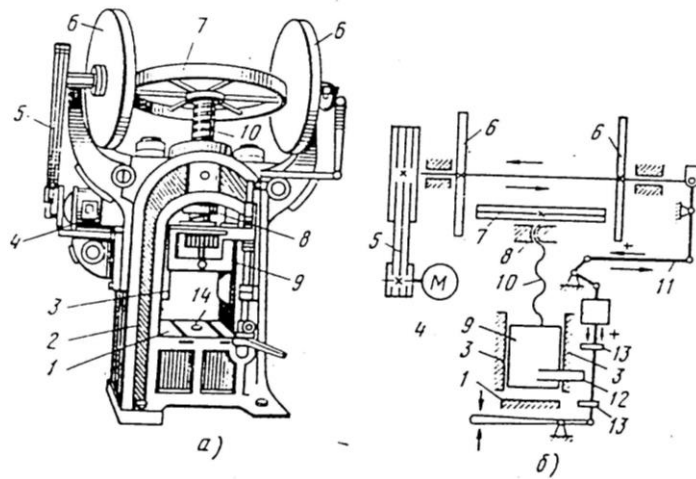
У дводискового фрикційного гвинтового молота досить сприятливі умови роботи при ході вниз. На початку опускання повзуна диск притискається до маховика на окружності малого радіуса. Тому швидкість на початку руху мала, і прослизання диска щодо маховика невелике. У міру руху ця швидкість плавно зростає й до моменту початку робочого ходу досягає максимуму. При підйомі ж умови роботи фрикційної пари правий диск – маховик несприятливі. Контакт відбувається по окружності великого радіуса. Тому прослизання між диском і маховиком виявляється значним, що приводить до зношування їх поверхонь і втрати енергії.

У трьодискових фрикційних молотах (мал.44,б) зменшене прослизання маховика щодо диска при ході повзуна нагору. Замість одного диска підйому застосовано два. Підйом маховика починається при невеликій швидкості прослизання, тому що в цей момент маховик розташований близько до центру нижнього диска підйому. Після переходу точки контакту з нижнього диска на верхній швидкість підйому зменшується, тому що маховик наближається до осі верхнього диска.

Значно рідше застосовують однодискові молоти (мал.44,в). У них є два маховики 2 і 3. Із гвинтовим шпindelем нагору й униз рухається тільки маховик 2. Маховик 3 не переміщається у вертикальній площині.

Для підйому повзуна обертовий від електродвигуна диск 5 притискається до конічно-циліндричному ролику 4. За рахунок сил тертя ролик приходиться в обертання й надає руху маховику 3. Разом з ним під дією стійок 1, вільно пропущених через його отвір, починає обертатися й маховик 2. У цей час маховик 2 не притиснутий до диска 5. Гвинтовий шпindel вигвинчується з гайки й піднімає повзун нагору. Для ходу вниз диск 5 зрушується вправо й притискається до маховика 2, при цьому ролик 4 більше не притискається до диска 5. Маховик 2 приходиться в обертання й переміщає повзун униз.

У бездискових молотах (мал.44,г) маховик має тільки обертовий рух. Для повідомлення повзуну поступального руху гайку, через яку проходить гвинтовий шпindel, установлюють не в станині, а прямо в повзуні. Маховик приводиться в обертання двома роликками, по черзі, що притискаються до внутрішньої поверхні його обода. Ролики обертаються в різні сторони, тому при контакті з одним з них відбувається підйом повзуна, при контакті з іншим – опускання.



Мал. 45. Загальний вигляд (а) та кінематична схема (б) фрикційного гвинтового молота

На мал.45 представлені загальний вид дводискового фрикційного преса і його кінематична схема. Станина 2 (аркового типу) закрита; у її верхній частині два кронштейни, на які встановлюється вал із приводними фрикційними дисками 6. У поперечку станини нерухомо встановлюється гайка 8, куди ввертається гвинт 10.

Верхній кінець гвинта жорстко з'єднано з маховиком 7, а нижній через підп'ятник з'єднано з повзунком 9, що рухаються в напрямках 3.

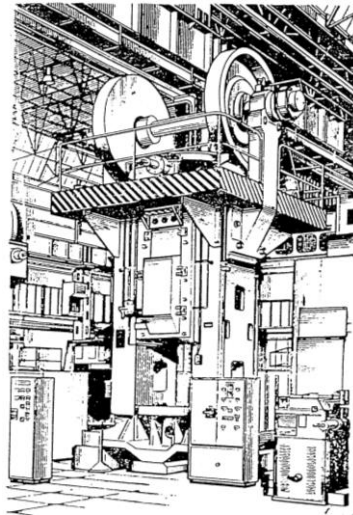
Привід преса здійснюється від електродвигуна 4 клиноремінною передачею 5. Приводний вал, обертаючись разом із фрикційними дисками, може переміщатися в горизонтальному напрямку (разом з дисками) під дією важільного механізму 11. Маховик 7 може стикатися то з лівим, то із правим диском і залежно від цього міняти свій напрямок обертання.

У міру віддалення від центру дисків швидкість повзуна 9 зростає й у нижньому положенні штампування здійснюється ударом. Штампи встановлюються на столі 1. Верхня частина штампа закріплюється на повзуну 9, де є центральний отвір зі стопорним гвинтом і два Т-образних паза під болти. Для регулювання напрямків є знімні клини.

На мал.45,а,б показаний важільний механізм керування старого зразка найпоширенішого типу. У принципі керування таке, що на повзуну є важільний перемикач 12, який під час ходу натрапляє на упори 13 і автоматично перемикає рух повзуна вниз і нагору. Зупинка проводиться стрічковим гальмом. У столі преса є отвір 14 для виштовхувача, пов'язаного з ходом повзуна.



Іноді передбачається два електродвигуни, що поперемінно приводять в обертання за допомогою ремінної передачі кожний з дисків (мал.46.).



Мал. 46. Двудисковий гвинтовий молот з приводом кожного диску від свого електродвигуна

**Електрогвинтові молоти.** В електрогвинтових молотах ротор електродвигуна безпосередньо пов'язаний з маховиком. На втулці 2, жорстко пов'язаної із гвинтом 1, на шпонці сидить роторний пакет 4 (мал.47). На опорі 6 станини 7 перебуває корпус статора 3 зі статорною обмоткою. Деталі електродвигуна інтенсивно прохолоджуються у вертикальній площині.

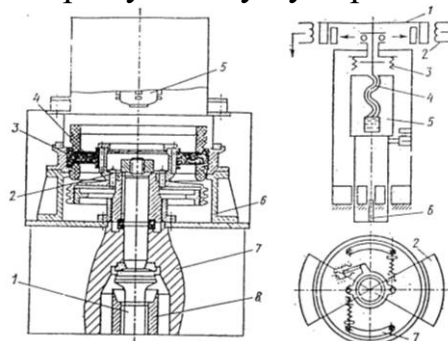
З повзуном зв'язана рухлива гайка 8.

В електрогвинтових молотах з дугостаторним приводом (мал.48) виконання статора у вигляді двох дуг дозволяє понизити швидкість обертання маховика (100...300 об/хв) і зменшити нагрівання статора.

Переваги електрогвинтових молотів у порівнянні із фрикційними полягає в тому, що в них усунуті всі основні деталі, що зношуються від тертя.

Для одержання ходу розгону включається електродвигун і одночасно знімається гальмування, що діє на зовнішньому ободі маховика. Маховик до моменту удару розганяє й віддає накопичену енергію заготовці.

Безпосередньо перед ударом кулачок, вбудований у повзун, діє на кінцевий вимикач і робить реверс електродвигуна для підйому повзуна. Підйом повзуна відбувається до моменту спрацьовування іншого кінцевого вимикача, що припиняє подачу струму електродвигуну, що й одночасно впливає на включення гальма, що втримує повзун у верхньому положенні.



Мал. 47. Електрогвинтовий молот з кругостаторним ротором

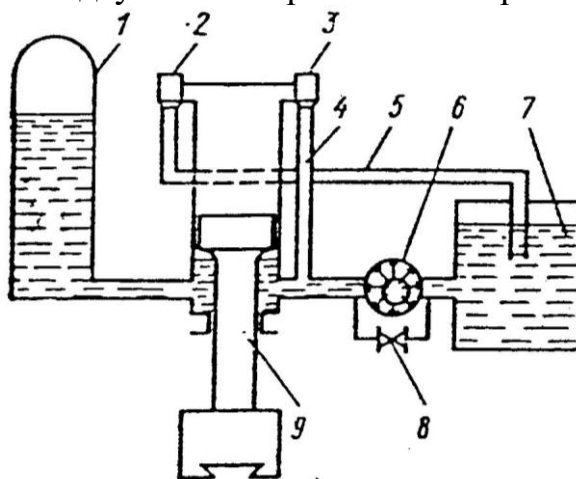
Мал. 48. Електрогвинтовий молот з двустаторним приводом

## Гідравлічні молоти

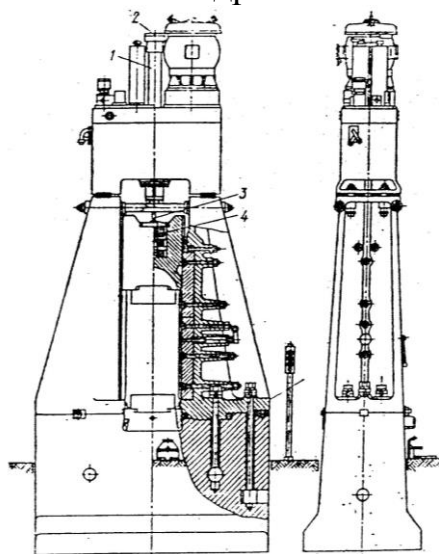
Гідравлічні молоти бувають подвійної й простої дії.

Схема гідравлічних молотів подвійної дії показана на мал. 49. У якості робочої рідини застосовується масло, що подавати насосом 5. Нижня порожнина робочого циліндра при роботі молота постійно перебуває під тиском, що забезпечується гідропневматичним акумулятором 3, розташованим безпосередньо близько робочого циліндра.

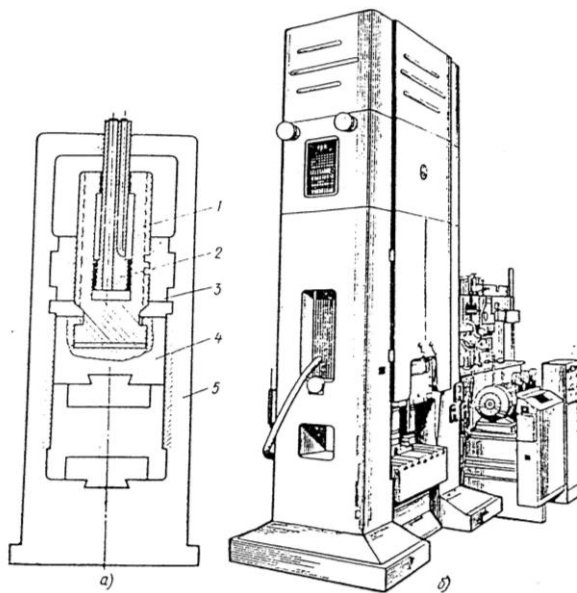
При холостому ході баби 4 нагору клапан 2 відкритий, і масло, що перебуває у верхній порожнині робочого циліндра, іде через трубу 8 у зливальний бак 7. Для ходу баби вниз відкривається клапан 1, і масло високого тиску від насоса 5 і акумулятора 3 надходить у верхню порожнину циліндра. Клапан 2 при цьому повинен бути закритий. Величина тиску у верхній порожнині циліндра при ході баби вниз залишається приблизно такою ж, як і в нижній порожнині. Отже, подвійна дія молота виходить у цьому випадку тільки за рахунок дії тиску рідини на площу штока. Процеси відсічення випуску робочої рідини у верхню порожнину й відкриття клапана 2 відбуваються автоматично, безпосередньо перед приходом баби в нижнє її положення, тобто до удару. Цим забезпечується відсутність затримки баби при її підйомі.



Мал. 49. Принципова схема гідравлічного молота двійної дії



Мал. 50. Гідравлічний молот простої дії



Мал. 51. Схема устрою (а) і загальний вигляд (б) гідравлічного молота

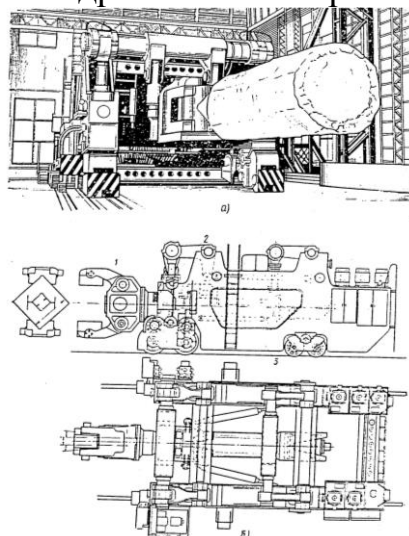
Гідравлічні молоти можуть бути з енергією удару до 250 кДж (25 тс.м). Число ударів близько 80 уд/хв. Тиск робочої рідини до 36 атм. У гідравлічних молотах простої дії (мал.50) тонкий шток з'єднується з бабою через гумовий амортизатор. Пружність амортизатора й штока сприятливо відбивається на довговічності штока.

**Гідрогвинтові молоти.** Особливість їх роботи полягає в тому, що розгін гвинта з маховиком і нагромадження ними необхідному для деформації кування енергії відбувається за рахунок роботи гідравлічної сили, що діє по осі гвинта (мал.51,а). Якщо ця сила діє на гвинт тільки під час розгону й повернення рухливих частин, то така машина називається гідрогвинтовим молотом.

Якщо гідравлічна сила діє на гвинт не тільки на шляху його розгону, але й під час ходу деформування кування, то машина називається гідрогвинтовим прес-молотом.

Гідрогвинтові прес-молоти й молоти використовуються для точного штампування виробів.

На мал.51,б показаний гідрогвинтовий прес-молот зусиллям 630 тс.



Мал. 52. Ковальський маніпулятор

**Ковальський маніпулятор (мал.52).** У кувальних маніпуляторів, використовуваних для подачі великих заготовок у зону кування, захоплення (хобот) установлений на основному візку незалежно стосовно неї (мал. 52,а,б). Хобот маніпулятора втримується в необхідному положенні важільною системою, яка через гідравлічні циліндри з'єднана з основним візком. Таке з'єднання забезпечує необхідну високу швидкість маніпулювання заготовкою, незважаючи на велику масу основного візка, що включають станину маніпулятора, його механізми й апаратуру.

### **Обслуговування й експлуатація молотів**

У зв'язку з тим, що молоти являють собою машини ударної дії, навантаження на їхній деталі й вузли особливо великі. Найбільш високі навантаження випробовують шток, баба й напрямні. У тяжких умовах працюють також циліндр, поршень, дроселі, золотники, ущільнювальні обладнання.

Особлива увага при огляді молота звертають на стан і кріплення бойків. Клини, що кріплять бойки, вчасно підбивають.

У зв'язку з тим що нагрітий метал краще піддається ударним навантаженням (він більш в'язкий), бойки або штампи, а також бабу й шток (особливо місця кріплення) перед роботою нагрівають до температури 200...300°C. Для цього найкраще користуватися газовими пальниками. Можна також покласти на шабот між бойками й близько штока нагріті заготовки.

Корисно також прогрівати пароповітряну систему, для чого при відкритій паровипускній трубі злегка відкривають вентиль впуску пари.

Напрямні баби перед початком і в процесі роботи змазують нігролом. При цьому стежать, щоб у змащення випадково не потрапив пісок або окалина.

Наявні на молотах системи автоматичного змащення забезпечують подачу масла на тертьові поверхні циліндра, золотника й дроселя. Необхідно лише систематично перевіряти справність системи змащення.

### **Пуск і налагодження пароповітряного молота**

Знову змонтований або зібраний після ремонту молот перед пуском і налагодженням ретельно оглядають. При цьому перевіряють, чи надійно закріплені фундаментна плита (анкерними болтами), циліндр і його кришки, баби, направляючі, верхній компенсатор і паророзподільна коробка.

Перед пуском молота щоб уникнути заклинювання між напрямними й бабою на період налагодження встановлюють підвищений зазор – 0,2...0,25 мм на сторону.

Сальники на штоку повинні бути затягнуті так, щоб не було витoku енергоносія, а грундбукса не повинна мати перекосів. Верхній бойок, прикріплений до баби повинен лежати на нижньому всієї площиною, рівномірно, без перекосу. При цьому шток не повинен повністю вибрати свого ходу. Це перевіряється по контрольних рисках граничного нижнього положення поршня в циліндрі, які наносяться на штоку й однієї з напрямних.

Висота бойків повинна бути встановлена така, щоб контрольна ризику на штоку перебувала на 60 мм вище його крайнього нижнього положення ( що відповідає опорі поршня на днище циліндра). Система відводу конденсату повинна бути підключена й справна.

Тиск пари в паропроводі повинне відповідати тиску, зазначеному в паспорті молота.

Перед пуском молота перевіряють роботу системи змащення. Для цього лубрикатор повертають вручну й контролюють вступ змащення до всіх точок.

Вхолосту перевіряють роботу всієї системи важільного керування: підйом і опускання золотника від ручного важеля, а для автоматичного керування – від саблевидного важеля при його повертанні вручну.

Перед пуском молота механізми його паророзподілу повинні перебувати в наступному положенні: дросель закритий, баба в нижньому положенні, важіль керування встановлений на подачу пари під поршень. У золотника повинні бути зафіксовані крайнє нижнє й крайнє верхнє положення. Манометр на лінії свіжої пари при закритій засувці повинен показувати нульовий тиск.

Перш ніж привести молот у рух, паророзподільну коробку й циліндр ретельно прогрівають.

Якщо відпрацьованого пари в системі немає, трубопровід і циліндр прогрівають свіжою парою. Для цього повністю відкривають засувку на трубопроводі м'якої пари, а потім трохи відкривають засувку гострої пари.

Рукоятку переводять на підйом і, повільно повертаючи дросель, направляють пар в нижню порожнину циліндра. При відключеному автоматичному керуванні поршень повинен підніматися нагору. Переміщенням ручного важеля вниз випускають пар з нижньої порожнини циліндра й подають свіжий пар у верхню порожнину. При цьому поршень зі штоком повинен опуститися вниз.

Кілька раз покачавши поршень нагору й униз від ручного важеля й переконавшись у правильності положення золотника й пов'язаних з ним тяг, опускають дросель. Після цього перевіряють і налагоджують автоматичне керування.

При повному відкритті дроселя молот повинен працювати в автоматичному циклі. Якщо шток не доходить до крайнього верхнього положення, золотник опускають, повертаючи гайку на золотниковій тязі. Якщо поршень не доходить до крайнього нижнього положення, золотник за допомогою гайки піднімають.

По закінченню регулювання й перевірки керування, а також стану й кріплення всіх механізмів дозволяється експлуатація молота. Добре відрегульований молот працює плавно без вібрацій.

### **Пуск і налагодження пневматичного молота**

Перед пуском молота в експлуатацію ретельно перевіряють якість монтажних робіт і надійність кріплення деталей.

Перевіряють також граничний хід баби й поршня компресора нагору й униз.

Прокручуючи молот вручну, переконуються в тому, що до всіх третювих поверхонь змащення подається в достатній кількості. Одночасно прослуховують, чи немає стукоту поршня компресора про нижню й верхню кришки циліндрів. При цьому стежать, чи не виникають які-небудь сторонні шуми.

Під час перевірок кран керування встановлюють у таке положення, щоб верхня порожнина циліндра компресора з'єднувалася з повітряною камерою. Після прокручування вручну включають ненадовго електродвигун і перевіряють роботу компресора й усіх механізмів.

Потім електродвигун включають знову й перевіряють роботу компресора без навантаження в плинні 10...15 хв. Одночасно спостерігають за температурою підшипників і інших третювих частин компресора на дотик або по приладах. Якщо виявлене сильне нагрівання, з'ясовують і усувають причину його.

При нормальній роботі компресора на нижній бойок кладуть шматок свинцю або інший м'який матеріал і легкими натисками на педаль наносять слабкі удари. При цьому перевіряють роботу системи керування й довжину ходу поршня. Одночасно перевіряють, чи немає витоків повітря через напрямну буксу поршня й верхню кришку циліндра.

У випадку нормальної роботи молот передають у пробну експлуатацію строком на 48 ч. Після пробної експлуатації повторно перевіряють роботу механізмів і у випадку відсутності яких-небудь неполадок або після усунення їх починається постійна експлуатація молота.

Коли молот не працює, змащення поступово стікає з третювих поверхонь. Тому після тривалої перерви в роботі перед пуском молота відкривають пробки на циліндрах і заливають туди по 80...100 г масла. Допускається замість заливання масла якийсь час попрацювати в режимі «Тримання баби у висячому положенні».

При огляді молота звертають увагу, немає чи задири на третювих поверхнях. Якщо з'явилися задири, необхідно не тільки усунути їх, але й, з'ясувавши причину їх появи, ліквідувати її.

Під час налагоджень слід звертати увагу на кріплення бойків і ретельно затягувати їхніми клинами.

Перевіряючи стан і роботу молота, обов'язково стежать за тим, щоб контрольна ризика баби не виходила за межі нижнього торця букси більш ніж на 10 мм. У випадку, якщо це відбудеться, можливий удар поршня про буксу і її руйнування.

Причиною того, що баба виходить із букси нижче, чим передбачено, може бути установка більш низьких, чим потрібно по паспорту, бойків і їх зношування. В обох випадках бойки слід замінити.

### **Пуск і налагодження гвинтового фрикційного молота**

Перед пуском після закінчення монтажу молота перевіряють кріплення всіх його механізмів і основних деталей. Особлива увага приділити перевірці кріплення рухливих частин. З метою безпеки ці роботи проводять при виключеному електродвигуні й знятому приводному пасі.

Перевіривши кріплення механізмів і деталей, переходять до вивірки паралельності осей гвинта й повзуна. Для цього забезпечують однакові зазори між повзуном і напрямними по обидва боки. Величина зазорів повинна становити 0,05...0,1 мм на сторону. Установлюються вони регулюванням напрямних, мають спеціальні регулювальні болти.

Між маховиком і правим диском повинен бути зазор 4...5 мм. Щоб установити його, відпускають стопорні гвинти. Потім, зрушуючи диск у ту або іншу сторону, установлюють необхідний зазор.

Після установки зазорів загвинчують кришки масельничок, обертаючи їх за годинниковою стрілкою, і перевіряють, чи надходить масло (солідол) до тертьових поверхонь.

Потім надягають приводний пас, рукоятку керування встановлюють у горизонтальне положення й включають електродвигун. Після 3...5 хв роботи двигун виключають і перевіряють температуру підшипників. Якщо підшипники сильно нагрілися, усувають причину, що викликала нагрівання.

Після перевірки підшипників знову включають електродвигун. Натискаючи рукоятку, по черзі вводять диски в зіткнення з маховиком і перевіряють холостий хід повзуна нагору й униз, а також роботу системи перемикання ходу й гальмування.

Установивши бойки, випробовують молот у робочому стані. Після перевірки на точність і повторного огляду кріплення вузлів молот передають в експлуатацію.

### **Техніка безпеки при роботі на молотах**

1. При експлуатації молотів необхідно проводити систематичний огляд устаткування й контроль над його роботою. Особливу увагу слід приділяти спостереженню за осіданням молота. Кування на перекошених бойках важка й небезпечна. При кожному ударі кування буде збиватися убік ухилу і її прийде увесь час утримувати й зрушувати до центру. При цьому більшість ударів буде нанесена не по центру бойків. Нецентральні удари можуть привести до поломки штока станини, що направляють і навіть.

Неприпустимо використовувати на молотах з перекошеними бойками підкладний інструмент і штампи. Вони при ударі можуть вилетіти й нанести травми. Точно так само неприпустимо працювати на бойках тріщини, що мають, раковини й вибою, що послабляють міцність.

2. Верхній і нижній бойки повинні бути закріплені таким чином, щоб їх робочі краї збігалися. Якщо верхній бойок буде мати більшу ширину й виявиться зміщеним убік коваля, це викличе скривлення кування вниз при протяжливих роботах і приведе до передачі зусиль на кліщі й руки робітника.

3. Клинові кріплення бойків у шаботі й бабі повинні бути міцними й надійними.

4. Необхідно повсякденно стежити за справністю сальників, не допускаючи витоків пари й конденсату. Гаряча вода, що розприскується при падінні, може заподіяти сильні опіки. Набивати сальники можна тільки при відключеній парі.

5. Особливу увагу необхідно приділяти підтримці в справному стані органів керування. Їхня відмова може привести до несподіваного падіння баби при куванні, що може викликати дуже важкі наслідки.

6. Коли оператор працює стоячи, задня частина його ступені повинна перебувати на підлозі.

7. Щоб забезпечити сприятливі умови для роботи штоків, їх необхідно перед роботою прогрівати.

8. Як при роботі, так і при технічному обслуговуванні молота, необхідно користуватися спеціальними запобіжними пристосуваннями й захисними огороженнями, які слід постійно підтримувати в справному стані.

Найбільш важливі наступні пристосування.

1. Пристосування для втримання баби в піднятому положенні. Використовують спеціальні підставки, виготовлені із твердих порід дерева, скріплені на кінцях обручами й поставленими ручками.

Категорично забороняється користуватися для цієї мети випадковими предметами, особливо металевими.

Запобіжні пристосування проти вибивки верхніх кришок циліндрів і ушкодження сальників. Це пружинні, парові або повітряні буфери, а також обладнання для контрпуска пари при наближенні баби до крайнього верхнього положення. Необхідно постійно стежити за їхньою справністю й без перевірки обладнання не приступати до роботи.

Захисні пристосування. До них ставляться всілякі щити й огороження, що охороняють навколишніх від окалини, обсічок, обрубків, що відлітають при куванні.

Захисні засоби проти теплового випромінювання. Вони служать для захисту обслуговуючого персоналу від перегріву й повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечувалися нормальні умови роботи бригади.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Класифікація молотів для вільного кування металу. Застосування. Особливості конструкції молотів простої і подвійної дії. КПД молотів.

2. Загальна конструкція пароповітряного молота. Призначення вузлів.

3. Конструкція станин молотів аочною і мостового типів. Матеріал, способи виготовлення.

4. Конструкції фундаментів молотів. Спосіб установки, кріплення стоек молота. Розрахунок фундаменту молота.

5. Конструкція і призначення шаботу молота. Визначення маси шаботу.

6. Конструкція робочого циліндра пароповітряного молота. Нижня букса циліндра, конструкція, призначення.

7. Конструкція і призначення золотника пароповітряного молота.

8. Баба молота, її конструкція, матеріал для виготовлення. З'єднання баби зі штоком.

9. Шток, поршень, їх призначення, способи з'єднання. Поршневі кільця.



10. Напрявні для переміщення баби, їх конструкція, кріплення на стояках. Способи регулювання зазору між напрямною і бабою.
11. Система розподілення енергоносія ковальського молота. «Шаблевидний» важіль.
12. Конструкція, застосування пневматичного ковальського молота подвійної дії. Призначення вузлів.
13. Конструкція станини (стояків) пневматичного молота. Шабот, його установка.
14. Конструкція робочого циліндра пневмомолота. Поршень, баба, букса, їх призначення.
15. Конструкція компресора пневмомолота, його робота.
16. Система повітророзподілення пневмомолота. Конструкція повітророзподільних кранів.
17. Механізм приводу компресора. Редуктор кривошипно-шатунного механізму
18. Правила техніки безпеки при роботі на ковальських молотах.
19. Загальна конструкція штампувального молота, його відмінність від ковальського.
20. Шабот пароповітряного штампувального молота. Спосіб кріплення стійок на молоті.
21. Напрявні баби штампувального молота, кріплення їх на стоякові, механізм регулювання зазору направляючих.
22. Система управління роботою пароповітряного штампувального молота. Застосування «шаблевидного» і важеля.
23. Конструкція безшаботного молота з механічним зв'язком баб. Робота молота.
24. Конструкція безшаботного молота з повітряним зв'язком баб, робота.

## Тема 2.3. Гідравлічні преси

**Навчальна мета:** Вивчити конструкцію, принцип роботи гідравлічних пресів.

**Виховна мета:** Викликати почуття інтересу до дисципліни.

**Зміст теми:**

1. Принцип дії гідравлічного преса.
2. Схема гідро пресової установки.
3. Рідини і тиски, які застосовують в гідравлічних пресах.
4. Класифікація гідравлічних пресів.
5. Основні вузли і деталі гідравлічних пресів.
6. Гідравлічні системи пресів.
7. Конструкції гідравлічних пресів.
8. Особливості експлуатації гідравлічних пресів.
9. Техніка безпеки при обслуговування гідравлічних пресів.

**Література:**

1. Щеглов В.Ф. та інші. Ковальсько-пресові машини. . М., Машинобудування, 1979 (стор. 112...192).

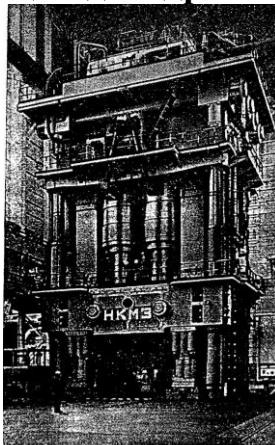
**Методичне забезпечення:**

1. Плакати.
2. Альбом креслень і схем устаткування, що застосовується в ковальсько-пресових цехах.
3. Методичний посібник для самостійної роботи студентів над дисципліною.
4. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни.
5. Картки-завдання для проведення тестового контролю знань.
6. Екзаменаційні білети.

**У результаті вивчення матеріалу студент повинний знати:**

- принцип роботи гідравлічних установок;
- рідини і тиски, які застосовують в гідравлічних пресах;
- основні вузли і деталі гідравлічних пресів;
- гідравлічні системи пресів;
- конструкцію і принцип роботи гідравлічних пресів;
- особливості експлуатації гідравлічних пресів;
- конструкцію і принцип роботи гідравлічних насосів, які застосовуються в гідравлічних системах пресів;
- техніка безпеки при обслуговування гідравлічних пресів.

## Принцип дії гідравлічного преса



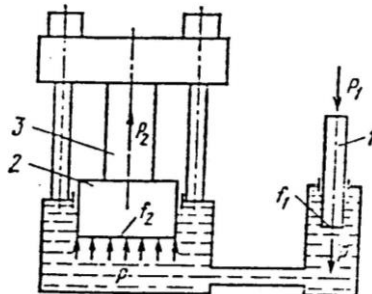
Мал. 53. Штампувальний гідравлічний прес

Гідравлічні преси широко використовуються для одержання формованих, витягнутих і гнутих деталей з листа, для холодного об'ємного штампування, виправлення різноманітних виробів, пакетування й брикетування відходів.

Один з найбільших у світі пресів показаний на мал.53. Такий прес розбудовує зусилля 650 МН (650 атм).

Гідравлічний прес являє собою машину статичної дії, яка робить роботу за рахунок енергії двигуна, що приводить у рух насос, пов'язаний з робочим циліндром преса системою трубопроводів.

Дія гідравлічного преса основана на законі Паскаля, згідно з яким тиск у стислій рідині передається в усі сторони рівномірно й діє перпендикулярно до поверхні.



Мал. 54. Схема дії гідравлічного пресу

На принциповій схемі (мал.54) два гідравлічні циліндри різних діаметрів (циліндр малого діаметра – насос, великого – циліндр преса) з'єднані трубопроводом. Якщо на поршень 1 циліндра малого діаметра із площею  $f_1$  впливати зусиллям  $P_1$ , то в рідині виникає тиск

$$p = P_1/f_1$$

По трубопроводу цей тиск передається в циліндр великого діаметра, і на його поршень 2 із площею  $f_2$  буде діяти зусилля

$$P_2 = pf_2 = P_1 f_2/ f_1$$

Отже, зусилля, що виробляється робочим поршнем, у стільки раз більше зусилля, що діє на поршень насоса, у скільки раз площа робочого поршня більше площі поршня насоса. Це зусилля за допомогою штампового інструмента може бути передано на заготовку 3 і використане для її деформування.

Звідси випливає, що хід циліндра гідравлічного преса в стільки раз менше ходу насоса, у скільки раз його діаметр більше діаметра плунжера насоса.

Інакше кажучи, у гідравлічному пресі ми виграємо в зусиллі, у стільки ж раз програючи в шляху.

З фізичних закономірностей визначають наступні основні особливості гідравлічних пресів.

1. Зусилля, що виробляється гідравлічним пресом, теоретично може бути як завгодно більшим. Збільшуючи площу робочого плунжера, підвищуючи тиск у гідросистемі, застосовуючи кілька робочих циліндрів.

2. Хід преса також може бути як завгодно більшим. Досить для цього в магістралі, що зв'язує насос із пресом, поставити клапан, який буде пропускати рідину тільки в одному напрямку – від насоса до робочого циліндра.

3. Міняючи число працюючих насосів, їх продуктивність, а також використовуючи спеціальний акумуляторний привід, можна регулювати швидкість преса в широких межах.

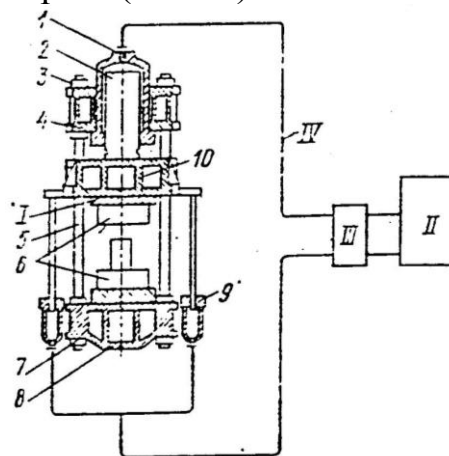
4. Точно так само, регулюючи тиск у системі приводу й число працюючих циліндрів у багатоциліндрових пресах, можна плавно або східчасто регулювати зусилля, що виробляється пресом. Можна забезпечити тривалу витримку під тиском.

5. Гідравлічний прес, як правило робить роботу при порівняно малих швидкостях руху своїх робочих органів і рідини в гідросистемі. У зв'язку із цим гідравлічні преси називають машинами статичної дії.

6. Як видно із принципової схеми (мал.54 і мал.55), зусилля, яке виробляє робочий циліндр, замикається через заготовку в його станині (рамі) і не передається на фундамент. Фундамент сприймає тільки власну масу преса й незначні динамічні навантаження, що виникають при його роботі. Тому їх фундаменти простіше й дешевше.

### Схема гідропресової установки

Роботу гідропресової установки можна простежити на прикладі чотириколонного кувального преса (мал.55).



Мал. 55. Гідропресова установка

Гідропресова установка складається із преса I, приводу II, системи керування III і трубопроводу IV.

Тиск рідини в робочому циліндрі 1 створює зусилля на плунжері 2, яке передається рухливою поперечиною 10. Від рухливої поперечини це зусилля передається верхньому штампі 6 і деформуємії заготовці. Нижній штамп 6 опирається на нижню поперечину 8, яка за допомогою колон 5 і гайок 7 пов'язана з верхньою поперечкою 4.

Для підйому верхньої поперечини після закінчення деформування заготовки передбачені піднімальні (зворотні або поворотні) циліндри 9.

Робочий цикл гідропреса складається з наступних періодів:

- наближення рухливої поперечини до заготовки перед початком робочого ходу – холостий хід;

- рух рухливої поперечини під час деформації заготовки – робочий хід;

- повернення рухливої поперечини у вихідне положення – зворотний хід.

Робочий і зворотний ходи здійснюються за допомогою рідини високого тиску 20...45 Мпа (200...450 атм.); холостий хід – за допомогою рідини низького тиску 400...1200 кпа (4...12 атм.)

Джерела низького й високого тиску становлять гідропривід преса.

Усі приводи високого тиску можна розділити на наступні основні типи: насосний безакумуляторний; насосно-акумуляторні; мультиплікаторний.

Низький тиск рідини забезпечується так званою системою наповнення. Звичайно це закритий бак, у якому рідина перебуває під тиском 400...800 кпа (4...5 атм). Іноді це відкритий бак, розташований вище рівня робочого циліндра, завдяки чому й створюється необхідний тиск.

### Застосовувані рідини й тиску

У якості робочої рідини в гідропресових установках найчастіше використовують водні емульсії й масла. Застосування чистої води небажане, тому що вона приводить до корозії трубопроводів і клапанних обладнань. Крім того, при використанні води зростає тертя в ущільненнях, тому прискорюється їхнє зношування й вихід з ладу.

Найбільше часто застосовують емульсію, що представляє собою 1...1,5% -ий розчин емульсії у воді. Звичайно це – емульсол Б, що складається з 85% веретенного масла й 15% асидолу (веретенні масла - застаріла назва групи індустріальних масел, які застосовуються для змазування підшипників веретен текстильних машин, шпинделів металорізальних верстатів, індустріальні масла – масла з нафтопродуктів, асидол масляниста темно-коричнева нерозчинна у воді рідина, що утворюється при обробці сірчаною кислотою відходів від лужного очищення нафтових дистилатів (гасових, солярових, масляних, мінеральні масла – рідкі суміші вуглеводнів з нафти з високою температурою кипіння). Емульсію застосовують у тих установках, де для приводу застосовують кривошипні плунжерні насоси.

У радіально-плунжерних насосах застосовують масло індустріальне 20. Масло – більш в'язка рідина, ніж емульсія. Але масло вогнебезпечне, тому в обігу з ним необхідно дотримувати обережності.

Використання тієї або іншої робочої рідини у великому ступені визначає конструкцію основних вузлів преса елементів приводу, керування й ущільнень.

## Класифікація гідравлічних пресів

Гідравлічні преси можна класифікувати по конструктивних особливостях технологічному призначенню.

За конструктивною ознакою: розташування циліндрів і тип станини.

З вертикальним розташуванням циліндрів – вертикальні

З горизонтальним – горизонтальні.

У вертикальних пресів робочі циліндри найчастіше розташовані вгорі станини.

Поворотні циліндри розташовують у підставі преса або у верхній частині преса, у верхньої поперечини. В останньому випадку їх з'єднують із рухливою поперечиною преса тягами або спеціальною поперечиною. При розташуванні робочих циліндрів унизу іноді не потрібно поворотних циліндрів, тому що повернення рухливої поперечини у вихідне положення може відбуватися під дією її власної ваги.

Станини пресів мають рамну конструкцію. Вертикальні елементи рам, по яких направляється рухлива поперечина можуть бути виконані у вигляді стійок (одне – і двостоечні станини) або колон (колонні станини). Одностоечні станини застосовують у пресах невеликого зусилля. Така конструкція забезпечує вільний доступ до робочого простору преса й гарний його огляд. Двостоечна станина має кращий напрямок, підвищену твердість; її застосовують у пресах, призначених для більш точних робіт.

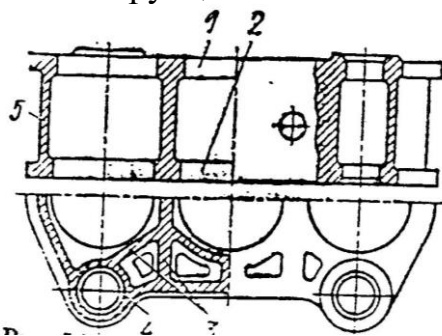
Колонні преси будують із різним числом колон – від 2 і вище. Найпоширеніші чотириколонні преси.

По технологічному призначенню гідравлічні преси для обробки металів підрозділяють на кувальні, штампувальні, для видавлювання, згибальні, прошивні, пакетировочні й ін.

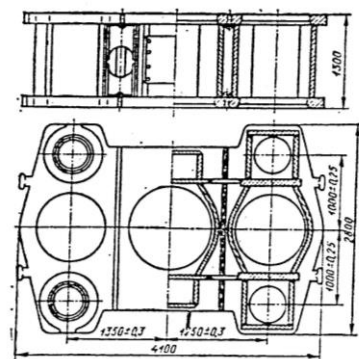
## Основні вузли й деталі гідравлічних пресів

### Станина

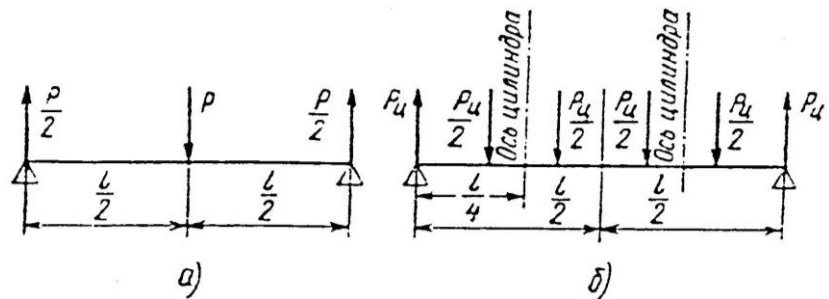
По своїх конструктивних особливостях станини гідравлічних пресів досить різноманітні. Однак найбільш широке застосування одержали колонні й двостоечні конструкції.



Мал. 56. Верхня поперечина пресу



Мал. 57. Зварна поперечина пресу

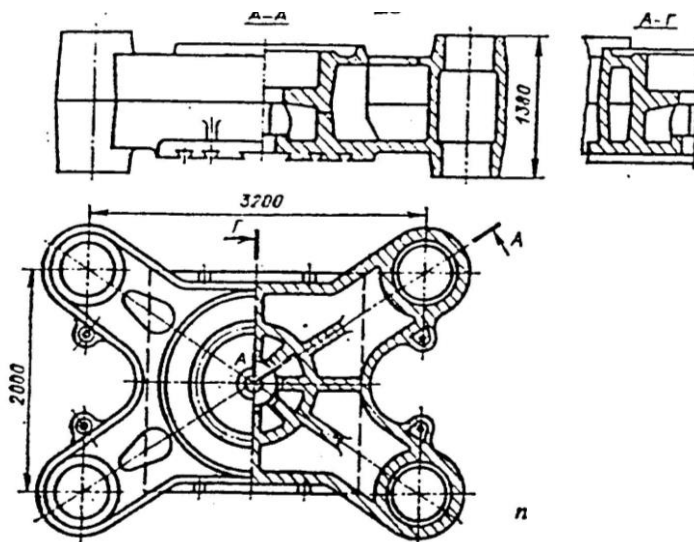


Мал. 58. Схема навантаження верхньої (а) і нижньої (б) поперечин гідравлічного пресу

Станина – основний силовий елемент преса. Вона сприймає повне навантаження, що виникає при його роботі.

Станини більшості пресів складаються з поперечин і колон.

Верхню, нижню й рухливу поперечини (базові деталі преса) виготовляють зі сталі литими або звареними. Верхня поперечина (мал.56) звичайно являє собою литу коробчасту конструкцію, що складається із двох плит 1 і 2, з'єднаних між собою системою ребер 3, що утворюють, зокрема, гнізда (стакани) 5 і 4 відповідно для розміщення робочих циліндрів і проходу колон. Ребра надають верхній поперечці необхідну твердість у комбінації з легкістю й міцністю.



Мал. 59. Рухома поперечина гідравлічного пресу

Аналогічну конструкцію мають також нижні й рухливі (мал.59) поперечини. У цих деталей найбільш густа мережа ребер зосереджена в центрі, у місці найбільшого навантаження. Нижня поверхня рухливої поперечини й верхня поверхня нижньої поперечини мають пази для кріплення інструмента. При наявності висувного стола нижня поперечина має напрямні. Крім того, у поперечках можуть бути зроблені отвори для розміщення виштовхувачів.

Поперечини невеликих і середніх пресів виготовляють цільними. Для великих пресів вони виявляються настільки великими, що їх доводиться виконувати складовими із двох, трьох частин і більш, з'єднаних болтами (мал.62, мал. 63). Болти перед затягуванням підігрівають для одержання натягу. Вертикальні ребра з'єднують втулками й шпонками.

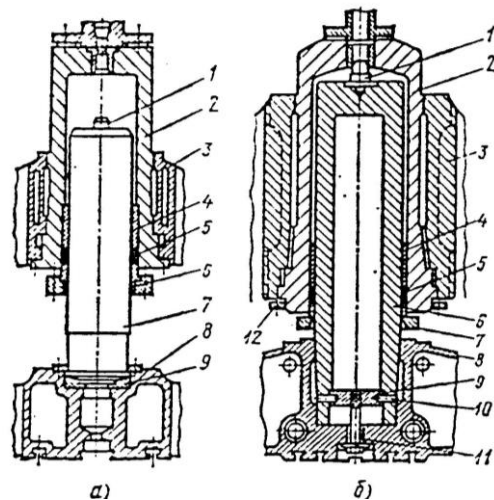
Для з'єднання частин складених базових деталей застосовують також електрошлакове зварювання. Зварювання не тільки зменшує масу деталей, але й підвищує міцність, скорочує час виготовлення (мал.57).

При розрахунках на міцність поперечини розглядають як балки на двох опорах (мал.58, а, б)

### Циліндри й плунжери

Циліндри (мал.60) найбільш навантажені елементи преса. Вони являють собою циліндричну оболонку із днищами плоскої (мал.60,а) або в вигляді купола (мал.60,б). У нижній частині на внутрішній поверхні циліндра зроблене розточення, у яке вставлені ущільнення 5, а також притискне кільце 6 і напрямна втулка 4.

На зовнішній поверхні циліндра є посадкові паски для установки його у верхній поперечині 3. Циліндр кріплять до верхньої поперечини болтами за допомогою фланців або через спеціальне кільце 12.



Мал. 60. Циліндри гідравлічного пресу

Плунжер 7 (мал.60) звичайно переміщається усередині циліндра в напрямній бронзовій втулці. Як правило, плунжер працює на стиск, але у випадку ексцентричного напруження він випробовує також вигин. Цією обставиною й визначається конструкція плунжера, у якій самою складною частиною є його з'єднання з рухливою поперечкою.

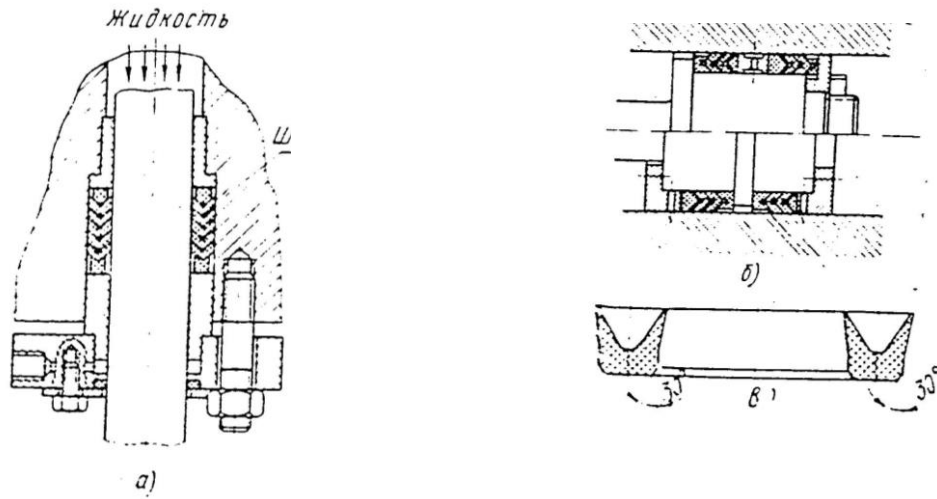
Якщо при роботі преса можливі часті ексцентричні напруження, то застосовують з'єднання через опору (п'яту 9 на мал. 60,а).

Якщо ексцентричне напруження не небезпечно, плунжер жорстко кріплять у рухливій поперечці (мал.60,б) за допомогою стопорного болта 11 і пробки 9, вставленої у виточення порожнини плунжера й зафіксованої штифтами 10.

Плунжер повинен мати шліфовану робочу поверхню достатньої твердості. Від шорсткості його поверхні залежить зношування ущільнень, а також напрямної й натискний втулок.

У якості матеріалу для плунжерів використовують леговану сталь (якщо плунжер закріплений жорстко й працює в тяжких умовах) або чавун, який, як відомо, добре працює на стиск.





Мал.61. Ущільнення для рухливих з'єднань

Ущільнення для рухливих з'єднань преса (поршнів, плунжерів, штоків), так і нерухливих (фланців трубопроводів) служать для запобігання витоків робочої рідини.

Із усіх вузлів преса ущільнення найбільш піддані зношуванню. Погана якість ущільнень викликає часті зупинки преса. На довговічність ущільнень впливають температура й ступінь забруднення робочої рідини, стан поверхні плунжера, якість змащення і т.д.

Кращими із застосовуваних у цей час ущільнень рухливих частин є так звані шевронні багаторядні ущільнення, виготовлені із прогумованої тканини домашик у спеціальних прес-формах. При правильних умовах експлуатації шевронні ущільнення можуть працювати до трьох років без заміни. Ці ущільнення застосовують у вигляді набору з декількох кілець (звідси назви багаторядна).

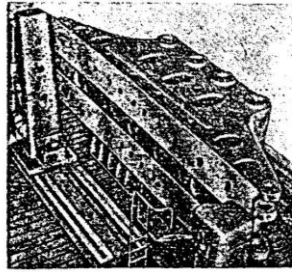
Число кілець у наборі визначається величиною тиску робочої рідини, а також діаметром плунжера, що ущільнюється (поршня, штока). Типова конструкція ущільнювального вузла із шевронними манжетами показана на мал.61,а. Шевронні ущільнення – манжети працюють за принципом автоущільнення, тому що тиск робочої рідини змушує їх розтискатися, тому й виключаються витoki. У міру зношування ущільнення підтягують за допомогою шпильок кріплення ущільнювального вузла.

У клапанних коробках водорозподільників застосовують кожані манжети. Однак вони поступово руйнуються, внаслідок розчинення солей, що входять до складу шкіри.

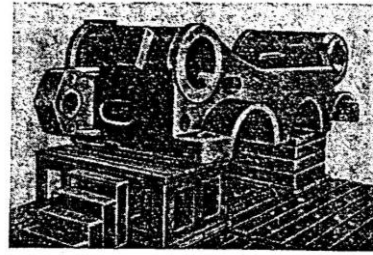
У циліндрах гідравлічних пресів застосовують також металеві ущільнення у вигляді поршневіх кілець, установлюваних на плунжерах. Робочою рідиною в цьому випадку служить масло.

Останнім часом стали застосовувати ущільнення з нейлону, капрону й т.п.

Ущільнення нерухливих з'єднань являють собою різні кільця й прокладки різного перетину. Виготовляють їх з відпаленої міді, фібри, а для невідповідальних з'єднань - з пароніту. Кращими є фіброві ущільнення.



Мал. 62. Частина нижньої поперечини гідравлічного пресу



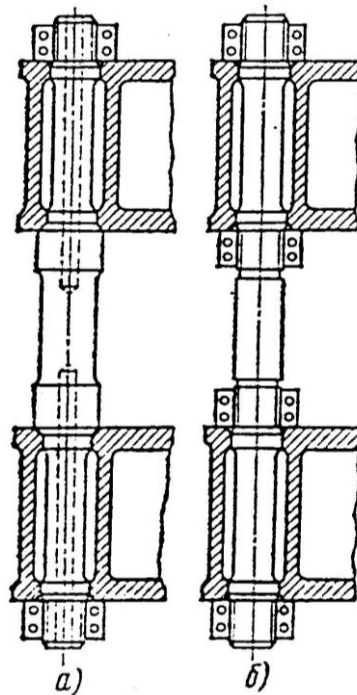
Мал. 63. Частина рухомої поперечини

Колони зв'язують нижню й верхню поперечини преса, а також служать напрямними для рухливої поперечини. Поверхня колон, по якій сковзає рухлива поперечина, ретельно шліфується.

Колони у верхній і нижній поперечинах кріплять гайками. Для цього на кінцях колон нарізають різьблення. У середніх метричних, у великих пресах – дрібну упорну. Для колон діаметром до 150 мм крок різьблення близько 5 мм. Для більшого визначають по співвідношеннях

$$t = 5 + 0,0135d$$

Конструкція з'єднання колон з поперечинами повинна забезпечити відсутність зсуву деталей, що сполучаються, зручність виготовлення й монтажу.



Мал. 64. Конструкція кріплення колон

Першій вимозі задовольняє конструкція (мал.64,а). Але вона складна у виготовленні, тому що вимагає точного виконання конічних буртів на колонах і відповідно конічних гнізд у нерухливих поперечинах, а також строго однакових розмірів між верхніми й нижніми конусами на всіх колонах щоб уникнути перекосу поперечин станини.

Простіше у виготовленні конструкція показана на мал.64,б. Тут замість буртів застосовані гайки. Однак при такій конструкції можливий зсув колон.

Гайки виготовляють із кованої або литої сталі цілими або складовими ( із двох половин). Застосування останніх полегшує монтаж преса. Половини гайок з'єднують болтами.

Затягують гайки в колонах невеликих і середніх пресів вручну, у колонах важких пресів – за допомогою спеціальних пристосувань.

Після попереднього затягування гайок з однаковим затягуванням, впливає остаточна – термічна. Для цього кінці колон нагрівають і після їхнього подовження гайки повертаю на певний кут. Величину кута розраховують виходячи з допустимих напружень у колоні після гарячого затягування.

Нагрівання колон забезпечують електропідігрівачами або парою. В останньому випадку нагрівання більш рівномірне.

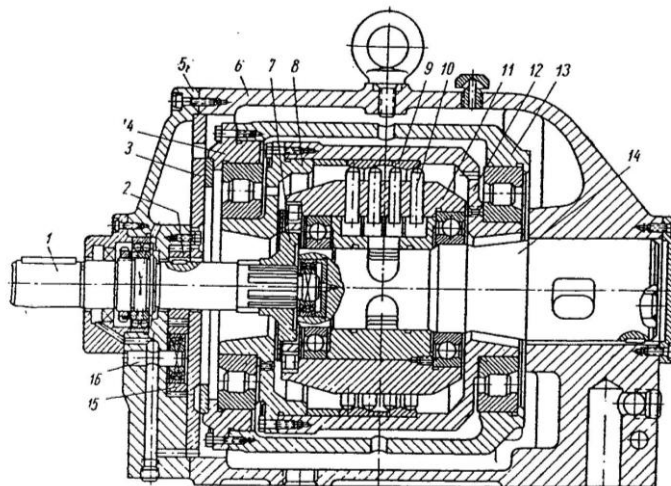
Колони виготовляють кованими зі сталі 35 або 45. У колонах діаметром 400 мм і більш уздовж осі свердлять наскрізні отвори. Ці отвори використовують для підведення нагрівачів і в якості трубопроводів для підведення робочої рідини.

## Гідросистеми пресів

### Насоси

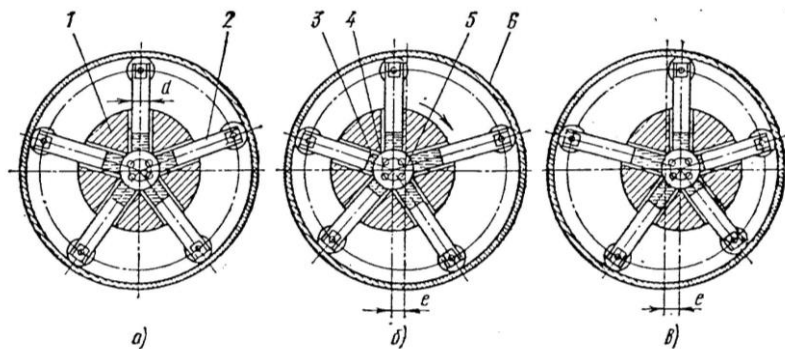
У гідропресових установках застосовують насоси різних типів: кривошипно-плунжерні, радіально-плунжерні, відцентрові й другі.

**Ротаційно-плунжерні** насоси застосовують при безакумуляторному насосному приводі. Ці насоси працюють на мінеральному маслі, компактні. Часто вони приводяться безпосередньо від електродвигуна без редуктора. Завдяки великій кількості плунжерів вони забезпечують порівняно рівномірну подачу рідини.



Мал. 65. Ротаційно-плунжерний насос

На мал.66 показана схема роботи радіально-плунжерного насоса. Ротор 1 обертається разом із плунжером 2, розміщеними в його циліндричних розточеннях. Одночасно обертається обойма 6. При ексцентричному положенні осі обойми (мал.65,б) масло до плунжерів підводить через отвори 4 в осі 3 ротора. Через отвір 5 масло нагнітається в трубопровід до циліндрів преса.



Мал. 66. Схема ротаційно-плунжерного насосу

У насосах змінної подачі залежно від необхідної продуктивності насоса вісь обойми зміщується щодо осі ротора на більший або менший ексцентриситет. Змінюючи напрямок зсуву обойми, можна реверсувати потік рідини високого тиску, використовуючи його поперемінно для робочого або поворотного ходу преса. Наприклад, при зрушенні осі обойми вправо (мал.65,б) циркуляція масла буде відбуватися у зворотному напрямку стосовно позиції, показаної на мал. 65,в.

У положенні, показаному на мал.65,а, осі обертання ротора й обойми збігаються. Оскільки плунжери в цьому випадку не мають зворотно-поступального руху, усмоктування й нагнітання масла не відбувається. До преса воно не подається.

Для зміни ексцентриситету й, отже, продуктивності насоса служить гвинтова або черв'ячна пара, привід якої здійснюється вручну або від допоміжного електродвигуна.

Радіально-плунжерні насоси розраховано на тиск 25 МПа (250 атм) і подачу 0,02 м<sup>3</sup>/з (1000 л/хв)

Конструктивно насос являє собою (мал.65) гідроагрегат, що включає, крім властиво радіально-плунжерного насоса, також шестерний насос, запобіжні клапани, вузли керування для зміни подачі насоса й напрямку потоку масла.

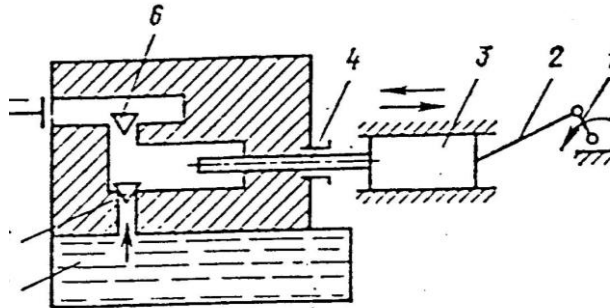
Робочі елементи насоса поміщено усередині корпусу 6 і кришки 5.

Основні елементи насоса: ковзний блок 13 із кришкою 4, обойма 12 із кришкою 8 і кільцями 9, ротор 11, у циліндричних отворах якого перебувають плунжери 10, розподільна вісь 14, що має два канали для входу масла й два канали для виходу його, приводний вал 1 з муфтою 7 включення, що передає обертання вала 1 ротору 11. Ковзний блок може переміщатися по напрямкові в обидва боки від осі насоса. Обойма 12 обертається на роликотидшипниках, розташованих у кришці 4 і корпусі блоку 13.

При обертанні ротора плунжери 10, що відкидаються відцентровою силою, притискаються своїми сферичними голівками до конічної поверхні кілець 9, установлених в обоймі. Між голівками поршнів і кільцями виникають сили тертя, завдяки яким ротор захоплює за собою обойму. Шестерний насос подає масло у вузол керування основного насоса. Він складається із провідної шестірні 2, закріпленої на приводному валу шпонкою, і веденої шестірні 15 із шарикотидшипником, напесованим на вісь 16. Кришкою шестерного насоса служить диск, що центрує, 3.

Запобіжні клапани вбудовані в корпус насоса й служать для захисту його від перевантажень, а клапан шестерного насоса - для регулювання масла, що подавати у вузли керування.

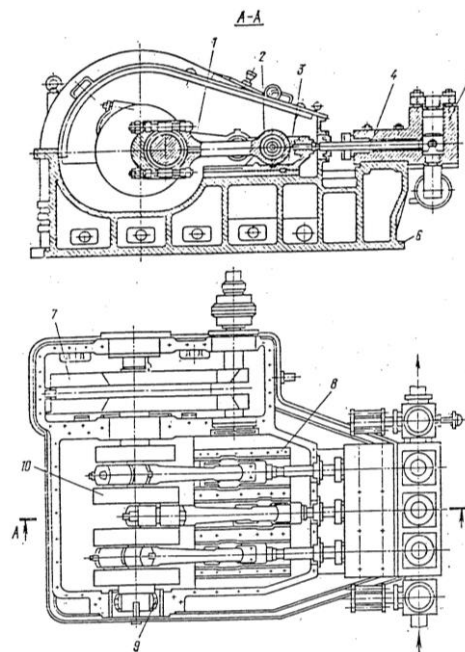
**Кривошипно-плунжерні насоси (мал. 67, мал. 68)** звичайно застосовують при насосно-акумуляторному приводі. При обертанні колінчатого вала 1 (мал.66) приводиться в дію шатун 2 з повзуном 3. На повзуну укріплений плунжер 4, який робить зворотно-поступальний рух.



Мал. 67. Схема кривошипно-плунжерного насосу

При русі плунжера вправо автоматично піднімається всмоктувальний клапан 6, і в порожнину насоса засмоктується рідина з бака 7.

Коли плунжер рухається назад (уліво), рідина через живильний клапан 5 надходить у магістраль до преса. У цей час клапан 6 притискається тиском рідини до сідла. При роботі одноплунжерних насосів спостерігається сильна пульсація робочої рідини (вона подається поштовхами). Тому більше поширені трьохплунжерні насоси, у яких кривошипи розташовано під кутом  $120^\circ$  і пульсація подачі значно менше.



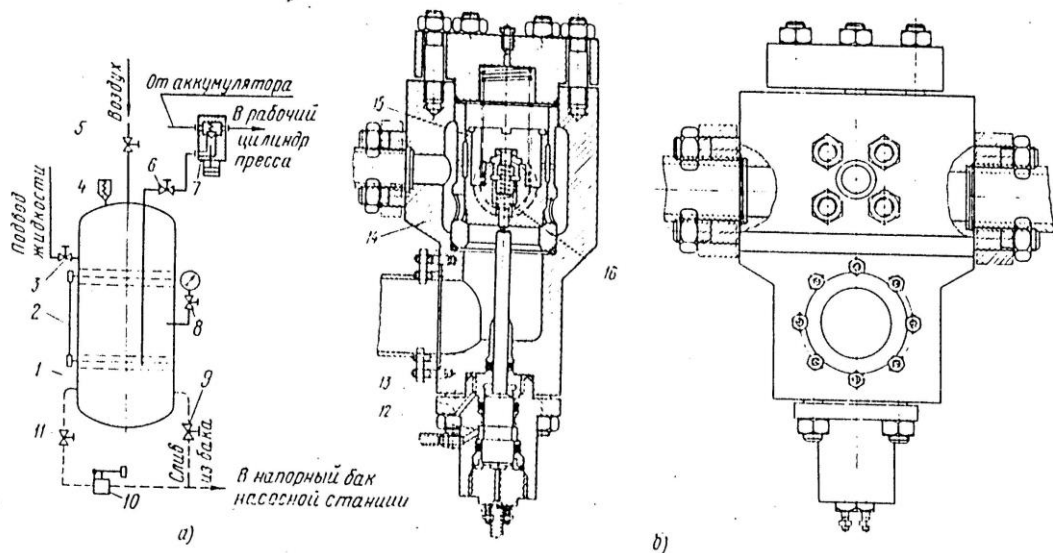
Мал. 68. Кривошипний трьохплунжерний насос

Кривошипно-плунжерні насоси є тихохідними й тому приводяться через понижувальний редуктор або клиноремінну передачу.

Найпоширеніші горизонтальні трьохплунжерні насоси (мал.67) з подачею 1000 л/хв при тиску 32 Мпа (200 і 320 ат).

## Наповнювальна система

**Призначення.** Під час холостого ходу, до того моменту, поки рухлива поперечина не торкнеться заготовки, недоцільно використовувати рідину високого тиску. Тому робочі циліндри преса заповнюють рідиною низького тиску від наповнювальної системи, яка включає наповнювальний бак (наповнювач); наповнювальний клапан; трубопроводи, що з'єднують наповнювальний бак з робочими циліндрами.



Мал. 69. Наповнювальна система

**Схема наповнювальної системи преса показана на мал. 69, а.** Наповнювальний бак 1 обладнаний показчиком 2 рівня рідини, повітряним запобіжним клапаном 4 і запірними вентилями 3, 5, 6, 8, 9, 11. Запобіжний клапан у випадку підвищення тиску понад припустимий з'єднує наповнювач із атмосферою. Запірні вентиля встановлюються на лініях підведення стисненого повітря й на лінії підведення й спуска рідини.

Для пресів з насосно-акумуляторним приводом наповнювач у вигляді звареного балона встановлюється окремо, поруч із пресом. Іноді наповнювач роблять відкритим, розміщують його безпосередньо на пресі (при насосному приводі). Рідина в такому баку перебуває під атмосферним тиском.

Тиск у наповнювачі створюється стисненим повітрям, що направляються у верхню частину балона від цехової магістралі.

На початку роботи преса наповнювальний бак заповнюється рідиною з водопроводу.

**Наповнювальний клапан 7** здійснює сполучення робочого циліндра з баком під час холостого ходу. При робочому ході клапан повинен повністю припинити доступ рідини високого тиску в лінію низького тиску. Корпус клапана 14 мал. 69, б) кований зі сталі. Оскільки через нього проходить рідина не тільки низького, але й високого тиску, корпус розрахований на високий тиск. Для відкриття наповнювального клапана під час зливу з робочих циліндрів (при зворотному ході) на його корпусі змонтований допоміжний циліндр, плунжер 12 якого впливає на шток розвантажувального клапана 16 невеликого

перетину. Останній вмонтований для полегшення відкриття основного клапана 15.

Наповнювальній клапан звичайно встановлюють окремо від інших клапанів і якнайближче до робочого циліндра преса.

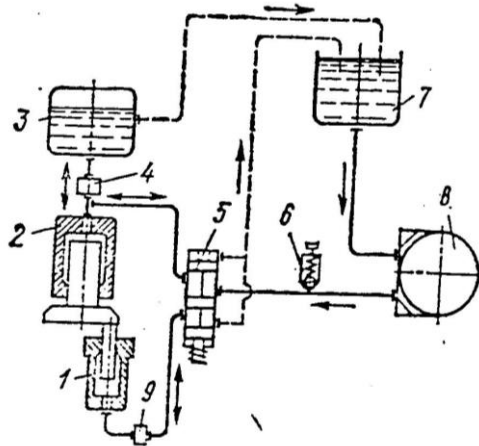
## Основні відомості про гідропресові установки

### Насосний безакумуляторний привід має особливості.

Тиск, що виробляється насосом, завжди відповідає опору, який виявляє заготовка при деформуванні. Тому що опір деформуванню під час робочого ходу змінюється, тиск рідини в насосі виявляється змінним. Швидкість переміщення верхньої поперечки не залежить від виконуваної операції, а залежить тільки від продуктивності насоса.

Тому насоси й двигуни до них підбирають по максимальній швидкості, з якої повинна рухатися поперечина, і максимальному зусиллю, яке повинен розбудувати прес.

Завдяки відсутності громіздкого акумулятора вся установка має невеликі розміри. Тому насос із редуктором і електродвигуном іноді встановлюють прямо на пресі. При безакумуляторному приводі застосовують головним чином радіально-плунжерні насоси, що працюють на мінеральному маслі.



Мал. 70. ГПУ з насосним безакумуляторним приводом

Між насосом і циліндром преса встановлюють апарати керування, які в потрібний момент направляють потік масла або в робочі циліндри для здійснення робочого ходу, або у зворотні циліндри – для зворотного ходу.

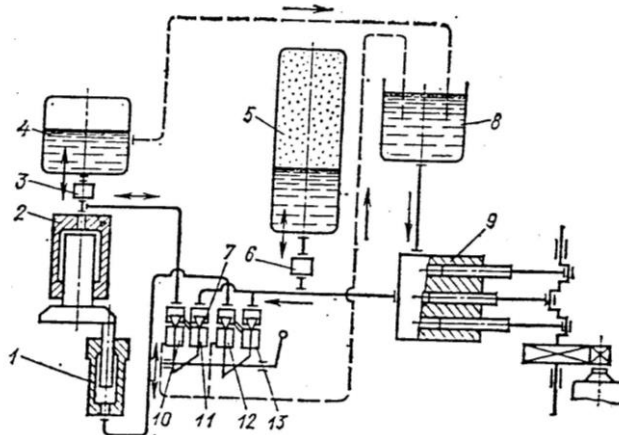
У якості апаратів керування використовують розподільники із золотниками, для переміщення яких потрібні невеликі зусилля.

На мал.70 показана гідравлічна схема преса з радіально-плунжерним насосом. Масло від насоса 8 через золотник 5 надходить у робочий циліндр 2 преса для здійснення робочого ходу. На напірній лінії до золотника встановлений запобіжний клапан 6, що скидає робочу рідину при підйомі тиску вище припустимої величини.

Після перемикання золотника масло направляється в поворотний циліндр 1 для підйому рухливої поперечки. Клапан 9 перекриває трубопровід при зупинці рухливої поперечки у верхньому положенні.

При холостому ході вниз і робочому ході з поворотного циліндра, а при зворотному ході з робочого циліндра масло через золотник надходить у зливальний бак 7, звідки забирається насосом. Холостий хід здійснюється при подачі рідини від наповнювального бака 3 через наповнювальний клапан 4. Масло в наповнювальному баку перебуває під низьким тиском.

**Насосно-акумуляторний привід.** Швидкість рухливої поперечини не залежить від продуктивності насоса, а визначається опором заготовки й гідродинамікою приводу. У гідропресовій установці з насосно-акумуляторним приводом втрати більше чим в установці з насосним безакумуляторним приводом, так як у ній установлені в системі дроселі й більша довжина трубопроводу.



Мал. 71. ГПУ з насосно-акумуляторним приводом

У якості робочої рідини застосовують воду або емульсію. Використовують кривошипно-плунжерні насоси, а в якості органів керування – клапанні розподільники.

Принципова схема преса з насосно-акумуляторним приводом показана на мал. 71. Рідина високого тиску від насосно-акумуляторної станції, що включає насос 9 і акумулятор 5, підводить до клапанного розподільника 7, звідки поперемінно направляється в робочий циліндр 2 або зворотний циліндр 1. Між акумулятором і розподільником є запірний клапан 6. Харчування насоса здійснюється зі зливального бака 8.

У вихідному положенні рухлива поперечка перебуває вгорі. При цьому закриті всі клапани розподільника, за винятком зливального клапана 10 робочих циліндрів. При відкритті зливального клапана 12 зворотних циліндрів рухлива поперечка преса рухається вниз під дією власної ваги й низького тиску рідини, що надходить із наповнювального бака 4 через наповнювальний клапан 3 у робочий циліндр. Клапан 10 закритий.

При зіткненні бойка або штампа з оброблюваним виробом відкривається напірний клапан 11 робочого циліндра, з'єднуючи його з акумулятором. Наповнювальний клапан при цьому закривається.

Після закінчення робочого ходу клапани 11 і 12 закриваються. Відкриваються клапани 10 і 13. Рухлива поперечина піднімається. Під дією рідини високого тиску, що перебуває в системі зворотних циліндрів, відкривається наповнювальний клапан і рідина з робочого циліндра надходить наповнювальний бак.



**Мультиплікатор** складається із двох циліндрів різних діаметрів (мал.72). У великий циліндр надходить пара або повітря (пароповітряний мультиплікатор, застосовується в старих пресах), або рідина від насосно-акумуляторної станції або насоса (гідравлічний мультиплікатор, застосовується в нових пресах). З малого циліндра мультиплікатора рідина високого тиску надходить у робочий циліндр преса.

Принцип дії мультиплікатора полягає в наступному.

Якщо до більшого плунжера мультиплікатора подається тиск  $p_1$ , малий плунжер створює у своєму циліндрі тиск  $p_2$ . З рівноваги плунжерів випливає

$$p_2 = p_1(D/d)^2 = k_m p_1,$$

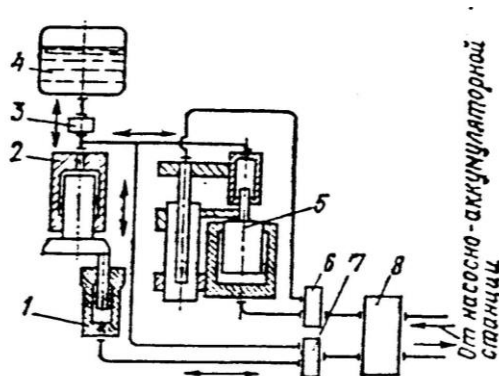
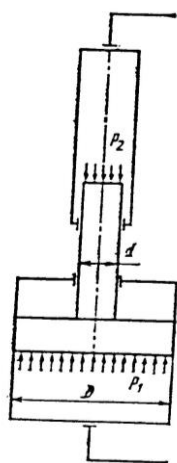
де  $k_m$  – коефіцієнт мультиплікації.

Таким чином, чим вище значення  $k_m$ , тим більше тиск рідини, що подається мультиплікатором.

Легко помітити, що хід преса буде в стільки раз менше ходу мультиплікатора, у скільки раз площа робочого плунжера преса більше площі малого плунжера мультиплікатора.

Гідравлічні мультиплікатори застосовують у цей час як доповнення до насосно-акумуляторного приводу для одержання додаткового рівня зусилля.

На мал.73 зображена принципова гідросхема пресової установки з гідравлічним мультиплікатором. Розподільне обладнання 8 направляє робочу рідину або до мультиплікатора, або, минаючи його, прямо до робочого циліндра преса.



Мал. 72. Схема мультиплікатора    Мал. 73. ГПУ з мультиплікатором

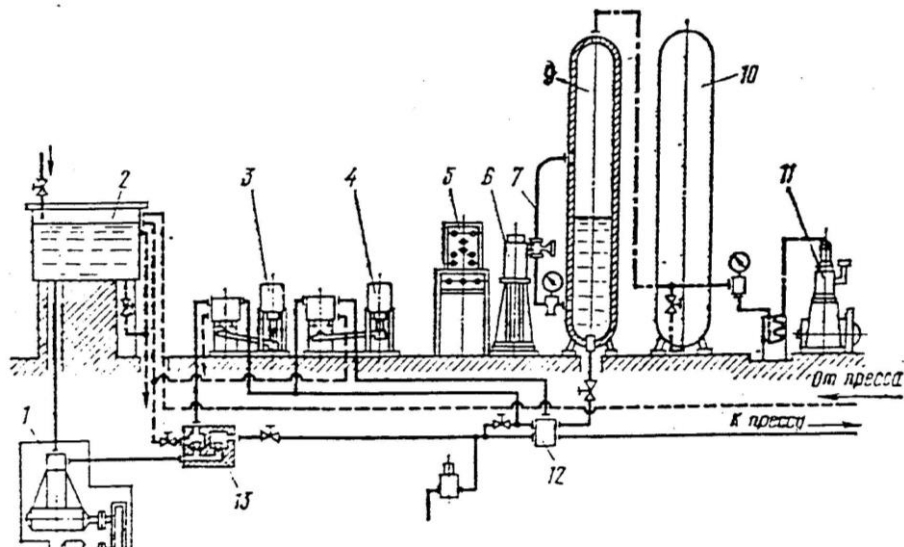
Подача рідини в нижній циліндр мультиплікатора 5 або в його зворотні циліндри проводиться від насосно-акумуляторної станції через розподільне обладнання 6. Якщо прес працює без мультиплікатора, його керування здійснюється розподільним обладнанням 7. Останнє управляє також подачею рідини у зворотні циліндри 1 преса. При ході мультиплікатора нагору за рахунок різниці величин робочих площ його верхнього й нижнього циліндрів створюється високий тиск у робочому циліндрі 2 преса. Холостий хід рухливої поперечини здійснюється від наповнювальної системи, що полягає з наповнювального бака 4 і наповнювального клапана 3.

## Основні параметри насосно-акумуляторних станцій

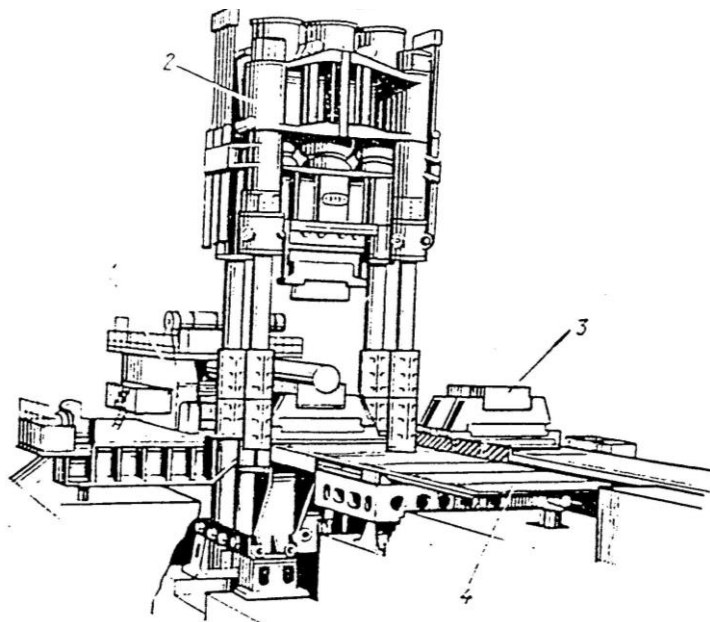
Насосно-акумуляторні станції включають акумулятори, насоси, баки для забезпечення насосів рідиною, компресори, апаратуру контролю й керування і т.д.

Повітрягідравлічні акумулятори звичайно використовують для групи пресів. Вони складаються з одного або декількох сполучених між собою гідравлічних балонів і одного або декількох повітряних балонів, приєднаних до гідравлічних балонів (мал.74). Завдяки відсутності рухливих робочих частин, а отже) і ущільнень, у повітрягідравлічних безпоршневих акумуляторах немає механічних втрат енергії, а об'ємні втрати рідини дуже малі. Зарядка акумулятора повітрям проводиться спеціальним компресором високого тиску.

Звичайно на насосно-акумуляторних станціях, установлюють один запасний насос (у випадку ремонту насоса). Число насосів, як правило, буває не менш трьох.



Мал. 74. Насосно-акумуляторна станція



Мал. 75. Ковочний комплекс

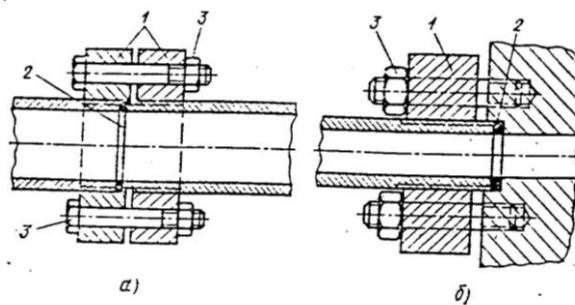
## Трубопроводи

Трубопроводи гідропресових установок підрозділяють на високого тиску (напірні) і низького тиску. Трубопроводи низького тиску нічим не відрізняються від звичайних промислових трубопроводів для пари, води й повітря.

Трубопроводи високого тиску працюють у важких умовах. Вони піддані струсам і вібраціям, що виникають внаслідок гідравлічних ударів при роботі преса. Із цієї причини не допускають різких змін діаметрів трубопроводу, різких поворотів труб. При тиску понад 10 Мпа (100 ат) проміняють тільки сталеві суцільнотягнені труби. Внаслідок корозії відбувається збільшення внутрішнього діаметра труби за рік приблизно на 1...1,5 мм, що слід урахувувати при виборі товщини стінки труби.

З'єднання труб повинне бути не тільки міцним, але й простим. У пресових установках звичайно застосовують фланцеві з'єднання. Фланці бувають сполучними, коли вони з'єднують дві труби, і приєднувальні, коли з їхньою допомогою трубу приєднують до клапанного розподільника або іншому обладнання гідросистеми преса.

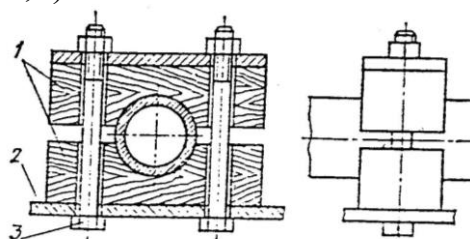
При тиску в гідросистемі до 45 Мпа (450 ат) труби з'єднують по способу, показаному на мал. 76,а.



Мал. 76. Конструкції з фланцями

Фланці 1 квадратного перетину виконують із прокату із внутрішньою нарізкою по розміру труби. Ущільненням служить прокладка 2 із червоної відпаленої міді. Прокладку затискають чотирма болтами 3.

Основні елементи конструкції приєднувального фланця ті ж, що й у попередньому випадку (мал. 76,б).



Мал. 77. Кріплення труб

Магістральні напірні трубопроводи укладають у спеціальних бетонних тунелях або каналах. Для зручності ремонту тунелі повинні забезпечувати вільне пересування по них. Канали закривають зверху металевими настилами.

Труби кріплять до спеціальних опор колодками із твердих порід дерева – дуба, ясена, акації (мал. 77). Колодки 1 укладають на опори 2 і притискають болтами 3. Після монтажу трубопроводів їх випробовують разом з розподільниками й клапанами. Тиск випробування повинний бути в 1, 5 рази більше робочого. Цей тиск підтримують у трубопроводі впродовж 5...10 хв, після чого знижують до робочого тиску, при якому трубопровід оглядають і обстукують слюсарними молотками.

Перед пуском у роботу трубопроводи промивають водопровідною водою. Наприкінці труби, що промиваються, установлюють сітчастий фільтр. Трубопровід промивають доти, поки на сітці не припиниться осадження бруду, окалини і т.д.

## **Конструкції гідравлічних пресів**

### **Кувальні преси**

Серед гідравлічних пресів для обробки металів найпоширеніші кувальні преси, застосовувані для кування під гладкими або вирізними бойками найпростішої форми великих кувань.

Для виготовлення більших кувань потрібні досить великі молоти з масивними фундаментами й важкими шаботами. Так, для обробки злитків з поперечними розмірами 1...1,5 м потрібні молоти з масою падаючих частин в 20...80 т. Тому великі злитки ( від 0,5 т і вище) обробляють під пресами. При куванні на пресах деформації поширюються по перетину виробу більш рівномірно, ніж при куванні під молотами. Це забезпечує одержання дрібнозернистої будови кування по всьому перетину.

Поперечні розміри оброблюваних на кувальних пресах кувань коливаються від 150 мм до 3 м. Гранична довжина 30 м.

Кувальні преси звичайно не тільки швидкохідні, але й універсальні. Для успішного здійснення всього комплексу операцій вільного кування необхідно, щоб на них можна було одержувати не тільки довгі ходи ( при осаді або прошиванні), але й короткі часті «шліхтовочні» ходи (при витяжці або розкочуванні).

У процесі кування різних кувань не завжди потрібне повне зусилля преса. Тому доцільно, щоб прес мав кілька рівнів зусилля; найбільше просто це досягається на багатоциліндрових пресах. Наприклад, при трициліндровому пресі можна одержати три рівні навантаження шляхом включення всіх трьох циліндрів або двох крайніх або одного середнього.

Є преси, у яких кілька шаблів зусиль одержують за рахунок мультиплікаторів.

Щоб не допустити надмірного вигину колон при ексцентричній нарузці, застосовують різного роду контрольні обладнання, що вимірюють напруги в небезпечних місцях, що й сигналізують операторові про виникнення неприпустимих напруг. Для розвантаження колон від вигину застосовують спеціальні системи, що вирівнюють рухливу поперечину при перекосах (наприклад, важільно-шарнірну систему).

Рама преса повинна бути досить жорсткою. Жорсткість рами залежить значною мірою від конструкції з'єднань колон з верхньої й нижньої поперечинами.

Перевагою кувальних пресів, що мають С-образну станину, у порівнянні з колонними пресами є тристоронній доступ до робочого простору. Такі преси мають невеликі зусилля.

Важливе значення для збільшення продуктивності кувальних пресів і поліпшенню умов роботи на них має механізація й автоматизація основних і допоміжних операцій, тобто створення кувальних комплексів прес-кран-маніпулятор (мал.75).

### **Штампувальні преси**

Штампування на пресах забезпечує одержання високоміцних деталей різноманітних розмірів і форм.

Необхідність одержання точних штампованих кувань висуває певні вимоги до конструкції штампувального преса.

Рухлива й нерухлива поперечини преса повинні мати більшу жорсткість, оскільки їх деформації під час навантаження негативно позначаються на точності штампування. Введення між столом і нижнім штампом, а також між рухливою поперечкою й верхнім штампом набору підштампових плит знизить тиск передане на стіл і поперечку.

Відстань між поверхнями стола й рухливою поперечкою вибирають із урахуванням розміщення між ними підштампових плит; це одне з умов, що визначає розміри преса.

Перекіс рухливої поперечки, викликаний ексцентриситетом, приводить до викривлення форми виробу. Звідси виникає необхідність створення таких механізмів або обладнань, які вирівнювали б рухливу поперечку, усували перекіс.

Штампувальні преси невеликих зусиль виготовляють двостоечними з насосним приводом, установлюваним на верхній поперечці.

Преси зусиллям понад 150 МН (15000 тс) виготовляють багатоконними.

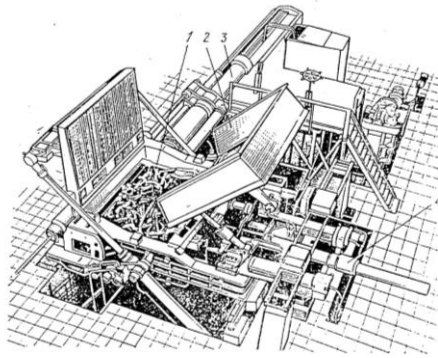
Преси обладнають гідромеханічної або іншою системою вирівнювання рухливої поперечини.

### **Пакетіровочні преси**

Пакетіровочні (мал.78) преси призначені для пресування листових обрізків і інших відходів у пакети, які легко транспортувати на металургійні заводи.

Скрап попадає в завантажувальну камеру, яка повертається так, що скрап висипає в прес-камеру. На ній установлені всі механізми преса. Сама прес-камера має коробчасту форму й зібрана зі сталевих плит, скріплених болтами.

Коли скрап попадає в прес-камеру, кришка її засувається за допомогою двох пневмоциліндрів.



Мал. 78. Пакетіровочний прес

Потім послідовно спрацьовують три щаблі пресування (робочі циліндри розташовані в 3 взаємно перпендикулярних площинах; вертикальний циліндр на малюнку не видний).

### Особливості експлуатації гідравлічних пресів

Ретельний догляд за пресом, дотримання правил експлуатації, установлених строків ремонту – основні умови безперебійної роботи встаткування.

**Догляд за пресовою установкою.** Усі вузли й апаратуру керування періодично оглядають, перевіряючи, чи немає витоків. Чи збереглося необхідне настроювання механізмів і т.д. Затягування гайок колон контролюють не рідше одного разу на місяць, використовуючи щуп. Зазор між поперечкою й торцями гайок не повинен перевищувати 0,05 мм.

Трубопроводи оглядають щодня. Особливо сильні руйнування спостерігають у місцях з'єднання труб. Звичайно труби служать близько 1,5 років (з товщиною стінок 45...50 мм).

Необхідно стежити за тим, щоб клапани апаратури плавно пересувалися, щільно сідали в гніздо, не пропускаючи рідини.

Гідросистему очищають не рідше одного разу в три місяці. Для очищення застосовують водна емульсія (вода, кальцинована сода, емульсол 2..4. л на 98 л води)

Якщо прес працює на маслі, воно після спуска із системи фільтрується. Баки й фільтри ретельно промивають, потім масло знову заливають у бак. Повністю масло замінюють раз у півроку.

В «Керівництві до преса» вказується тиск, на які повинні бути настроєні запобіжні клапани, а також електроконтактні манометри, наявні в системі.

Особлива увага приділяється клапанам. Ущільнюючі їхні поверхні часто ушкоджуються через нерівності сідла, що утворюються при влученні забруднень, піску і т.д. а також через нещільне закриття клапана.

Деталі, що несуть більше навантаження, змазуються примусово, під тиском. Вручну змазують плунжери робочих і інших циліндрів (при застосуванні води або емульсії), колони пресів, що направляють рухомий стіл і т.д. Режим змащення – раз у зміну. Використовують консистентні змащення УС- (солідол). Шарнірні з'єднання важелів, тяг, валів і інших механізмів змазують із ручної масельнички індустріальним маслом.

Масло до підшипників електродвигунів, насосів і інших вузлів подається масляним насосом шестерного типу з масляних баків.

### **Техніка безпеки при роботі на гідравлічних пресах**

1. Усі деталі пресової установки, що перебувають під тиском, необхідно піддавати постійному огляду, а також періодичним оглядам. Кожна несправність повинна бути зареєстрована в спеціальному журналі.

2. Залежно від величини тиску й характеру рідини трубопроводи повинні бути пофарбовані в різні кольори. Високого тиску – червоний, низького – зелений, лінії змащення – жовтий, повітряний трубопровід – блакитної. Трубопроводи повинні бути добре укріплені.

3. У зимовий час при перервах у роботі необхідно обігрівати циліндри й трубопроводи, тому що завмерла рідина може бути причиною їх розриву.

4. У якості засобів забезпечення безпеки акумуляторних-насосно-акумуляторних станцій використовують регулятори рівня рідини; циркуляційні клапани, що переводять насоси на холостий режим у випадку небезпеки аварії, автоматичні клапани, що роз'єднують акумуляторну-насосно-акумуляторну станцію й прес при неполадках.

5. Якщо насосна станція нараховує кілька насосів, необхідно мати можливість відключення кожного з них. На випадку аварії повинен бути наготові резервний насос.

6. Між пресом і приміщенням насосної станції повинна бути забезпечена звукова або телефонний зв'язок.

7. Прес не повинен випробовувати навантажень і деформацій, що перевищують розрахункові.

8. Рухлива поперечина преса повинна сковзати по колонах з мінімальними зазорами.

9. Усі холості переміщення рухливої поперечини проводяться при низькому тиску.

10. Щоб уникнути заклинювання рухлива поперечина не повинна доходити до свого верхнього положення на 3...4 див, для чого прес обладнаний кінцевими вимикачами.

11. Не можна допускати перекосу, який може привести до поломки колон або стійок. Гайки колон повинні бути завжди затягнуті.

12. Уся освітлювальна апаратура на пресі повинна бути низьковольтної, усі механізми – заземлені.

13. Під час роботи преса збирання, змащення й ремонт робити забороняється.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Класифікація, застосування гідравлічних пресових установок (ГПУ). Особливості роботи. Робочі рідини.

2. ГПУ з насосним приводом. Призначення вузлів і механізмів, принцип роботи.

3. Конструкція гідравлічного преса, призначення вузлів, їх розміщення.
4. Конструкція нижньої поперечини преса.
5. Конструкція верхньої поперечини преса
6. Конструкція рухомої траверси преса.
7. Колони гідравлічних пресів. Методи кріплення до нижньої і верхньої поперечини
8. Робочий гідроциліндр, конструкція. Типи ущільнень.
9. Конструкція ГПУ з насосно-акумуляторним приводом. Призначення механізмів і вузлів.
10. Конструкція і принцип роботи плунжерних гідравлічних насосів.
11. Конструкція роторно-плунжерних насосів, принцип їх роботи.
12. Запобіжні клапани, їх конструкція, принцип роботи і призначення.
13. Конструкція золотникових розподільників. Призначення, принцип роботи.
14. Насосно-акумуляторна станція. Схема. Призначення вузлів.
15. Конструкція наповнювального клапана ГПУ, призначення, принцип роботи.
16. Призначення і конструкція гідравлічного мультиплікатора. Особливості роботи, застосування.
17. Наповнювальні системи, їх призначення, вузли.
18. Правила техніки безпеки при роботі на гідравлічних пресах.



## **Тема 2.4. Кривошипні ковальсько-пресові машини**

**Навчальна мета:** Вивчити конструкцію, принцип роботи кривошипних машин.

**Виховна мета:** Викликати почуття інтересу до дисципліни.

**Зміст теми:**

1. Класифікація ковальсько-пресових машин.
2. Типова схема кривошипного преса.
3. Гарячештампувальні преси.
4. Листоштампувальні преси.
5. Обрізні преси.
6. Правильні преси.
7. Чеканочні преси.
8. Основні вузли і деталі кривошипних машин.
9. Захисні устрої кривошипних машин.
10. Гальма пресів.
11. Кривошипно-шатунний механізм.
12. Фундаменти кривошипних машин.
13. ГКМ.
14. Ножиці.
15. Інше обладнання.

**Література:**

1. Щеглов В.Ф. та інші. Ковальсько-пресові машини. . М., Машинобудування, 1979 (стор. 194...289).

**Методичне забезпечення:**

1. Плакати.
2. Альбом креслень і схем устаткування, що застосовується в ковальсько-пресових цехах.
3. Методичний посібник для самостійної роботи студентів над дисципліною.
4. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни.
5. Картки-завдання для проведення тестового контролю знань.
6. Екзаменаційні білети.

**У результаті вивчення матеріалу студент повинний знати:**

- класифікацію ковальсько-пресових машин;
- типову схему кривошипного преса;
- конструкцію і принцип роботи ковальсько-пресових машин;
- основні вузли і деталі кривошипних машин;
- захисні устрої кривошипних машин;

- кривошипно-шатунний механізм;
- ГКМ;
- ножиці;
- інше обладнання;
- техніка безпеки при обслуговуванні кривошипних машин.

### **Класифікація ковальсько-пресових машин**

Кривошипні машини поєднують в одну групу досить різноманітне по технологічному призначенню й конструкції встаткування. Однак, незважаючи на різноманіття цих машин, для всіх їх характерна наявність у приводі кривошипних механізмів, що перетворюють обертовий рух електродвигунів у зворотно-поступальне переміщення виконавчих органів –інструмента, затисків і т.д.

Кривошипні машини мають ряд переваг у порівнянні з молотами й гідравлічними пресами.

Робота кривошипних машин не супроводжується ударами, тому не приводять до струсів ґрунту й не розхитує будинку. Вони не вимагають дорогих, громіздких і трудомістких у виготовленні фундаментів. У роботі вони створюють менший шум, чим молоти. Їх КПД вище чим пароповітряних молотів. Вони дозволяють одержувати точні вироби з невеликими припусками на подальшу обробку.

Недоліки кривошипних машин. Вартість їх вище, чим вартість молотів. Вони менш універсальні. При роботі механічних пресів мають місце випадки заклинювання (розпору).

Однак навіть із урахуванням цих недоліків кривошипні машини знаходять усе більше застосування.

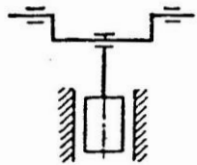
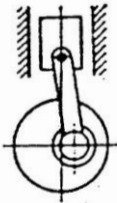
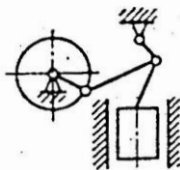
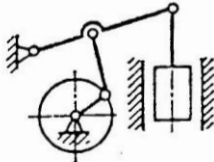
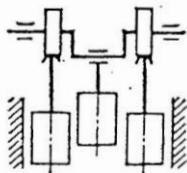
За технологічною ознакою кривошипні машини можуть бути розділені на наступні групи:

- гарячештампувальні преси;
- чеканочні преси;
- листоштампувальні преси;
- горизонтально-кувальні машини;
- ковальсько-штампувальні автомати;
- ножиці.

Крім цього виділяють преси: обрізні, горизонтально-згибальні (бульдозери) і інші.

По типу головного приводу кривошипні машини можуть бути розділені на групи зазначені на малюнку 79.

По напрямкові руху повзуна кривошипні машини можна розділити на вертикальні (мал.85), горизонтальні (мал.83), похилі (мал. 84, мал.86). У пресів, що нахиляються, спеціальне обладнання дозволяє змінювати положення станини, відхиляючи її на 30 – 40° від вертикалі.

Групи пресів	Механізм передачі руху повзуна від корінного валу	Схема головного приводу	Область застосування
Чистокривошипні	Кривошипно-шатунний		Листоштамповочні та штамповочні роботи
Ексцентриківі	Ексцентрико-шатунний		Різка, правка, згинання, прошивка
Кривошипно-колінні	Кривошипно-шатунний з передачею через систему ламаного важеля		Чеканка
Кривошипно-важільні	Кривошипно-шатунний з передачею через жорстку важільну систему		Згинання і правка сортового металу
Кривошипні важільно-кулачкові	Кривошипно-шатунний для головних операцій, разом з важільно-кулачковим для допоміжних операцій		Горизонтально-ковальські машини, ковальські автомати

Мал. 79. Розподілення кривошипних пресів по типу головного приводу

По конструкції станин преси ділять на одностоечні (мал.85) і двостоечі (мал.82, мал.87) В одностоечних пресів кривошипно-шатунний механізм звичайно розміщений по одну сторону від станини; при цьому вісь вала може бути перпендикулярна або паралельна фронту преса. У двостоечних пресів кривошипно-шатунний механізм розташований між стійками станини; вісь робочого вала також може бути перпендикулярна або паралельна передньої площини (фронту) преса.

Для зручності експлуатації бажано, щоб конструкція станини забезпечувала вільний доступ до стола преса. Такі станини мають С – образну форму. Тому до стола зручно підходити й попереду й збоку (мал.85).

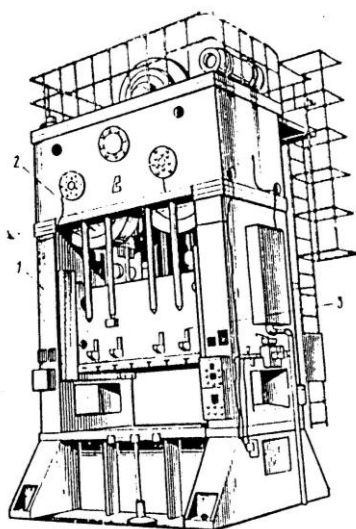
Щоб зменшити деформацію станини, її в ряді випадків підсилюють спеціальними стяжними болтами, закріпленими в припливах станини.

Часто на шкоду зручності підходу до стола доводиться робити станину (аркового) типу (мал. 80). Такі преси називають пресами закритого типу, оскільки доступ до робочого простору з боків обмежений.

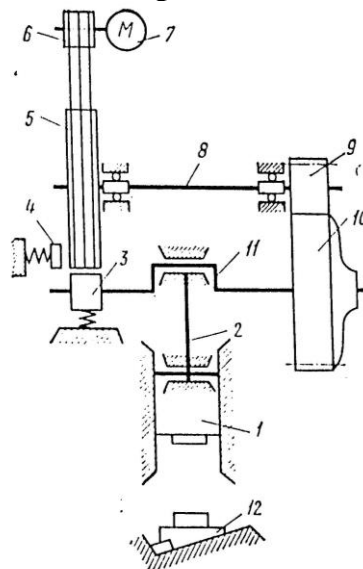
По числу кривошипів, що приводять у рух повзун, преси ділять на одно-, двох- і чотирьохкривошипні. Двокривошипний прес зображений на мал. 80.

Звичайно привід преса розташований у верхній частині. Однак зустрічаються преси й з нижнім приводом. Деякі переваги такої конструкції полягають у зменшенні висоти машини.

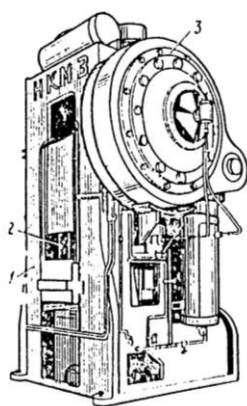
### Типова схема кривошипного преса



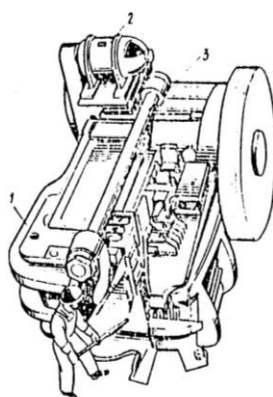
Мал. 80. Двокривошипний закритий прес



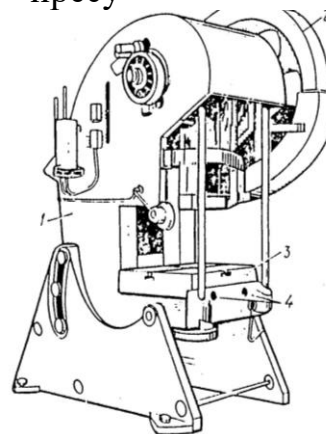
Мал. 81. Типова схема кривошипного пресу



Мал. 82. Двухстоечний кривошипний прес закритого типу



Мал. 83. Кривошипна горизонтальна машина



Мал. 84. Одностоечний кривошипний прес з похилою станиною

Кривошипний прес (мал.81) приводиться в рух електродвигуном 7. Малий шків 6, що сидить на валу електродвигуна, через клиноремінну передачу приводить в обертання маховик 5. Маховик закріплено на валу 8 не жорстко, а за допомогою фрикційного запобіжного обладнання, яке може передавати з

маховика на вал крутний момент, що не перевищує цілком певної величини, заданої конструктором. У випадку виникнення більшого моменту запобіжне обладнання починає прослизати й тим самим захищає вал 8 і наступні за ним елементи кінематичного ланцюга від перевантаження. Для зупинки маховика служить гальмо 4, яке включається автоматично, як тільки буде виключений електродвигун 7.

На іншому кінці вала 8 посаджена мала шестірня 9, що перебуває в зачепленні із зубчастим колесом 11. Усередині цього колеса змонтована муфта включення. Шатун 2 передає рух колінчатого вала 10 повзуну 1. На іншому кінці колінчатого вала 10 установлене гальмо 3, яке служить для швидкої зупинки кривошипно-шатунного механізму преса (колінчатого вала, шатуна й повзуна) після вимикання муфти.

До повзуна преса прикріплений верхній штамп. Нижній штамп установлений на столі преса. Для регулювання положення нижнього штампа по висоті служить двоклинове обладнання 12.

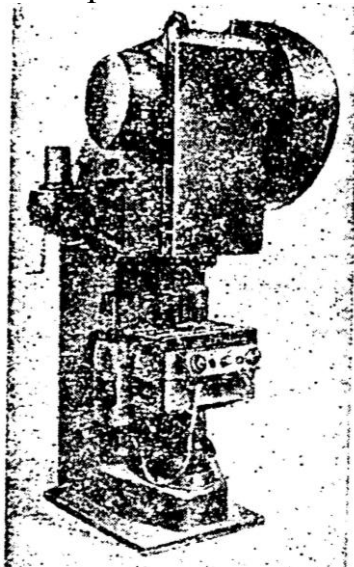
Режими роботи преса:

1. Одиничні ходи. При повному одиничному ході преса повзун переміщається в крайнє нижнє положення, а потім вертається у вихідну точку й там зупиняється. Звичайно зупинка відбувається не в крайньому верхньому положенні, а на 7...150 послуг його. Зупинка відбувається після кожного циклу незалежно від того, чи відпустив оператор педаль або продовжує натискати на неї.

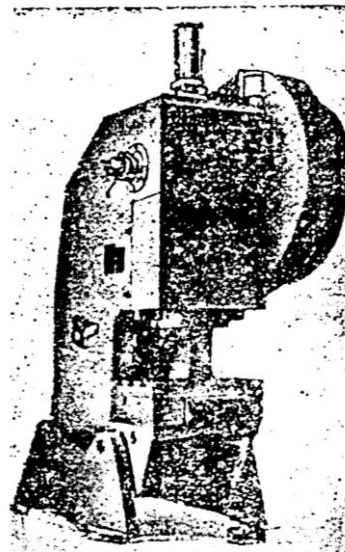
2. Автоматичний режим. При цьому режимі прес робить послідовні робочі цикли доти, поки не буде відпущена педаль включення. Після того як оператор відпустить педаль, прес зупиняється у вихідному положенні.

3. Толчковий режим. Цей режим передбачає пересування повзуна поштовхами на величину, яка залежить від часу натискання педалі включення. Повзун рухається, поки педаль натиснута, і негайно зупиняється в довільному положенні, як тільки педаль відпускають. Такий режим необхідний при налагодженні штампів.

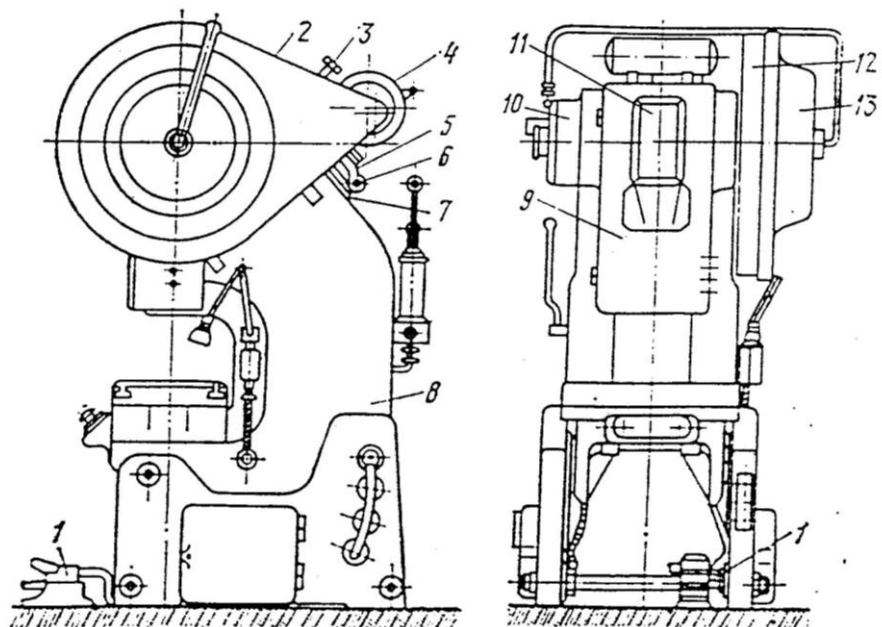
Робота у всіх цих режимах забезпечується системою керування пресом.



Мал. 85. Одностоечний кривошипний прес



Мал. 86. Кривошипний прес



Мал. 87. Двухстоечний прес з похилою станиною

### Гарячештампувальні преси

Гарячештампувальні преси є найпоширенішими кривошипними машинами. Вони призначені для гарячого об'ємного штампування й штампування видавлюванням.

Штампування на гарячештампувальних пресах проводиться так само, як і на молотах, у багатострумкових штампах. Однак продуктивність механічного преса і якість виробів, одержуваних на ньому, значно вище, чим при штампуванні на молотах. При обробці на механічному пресі заготовка в кожному струмку обжимається тільки один раз у той час як на молоті для цього потрібно трохи (8...10) ударів.

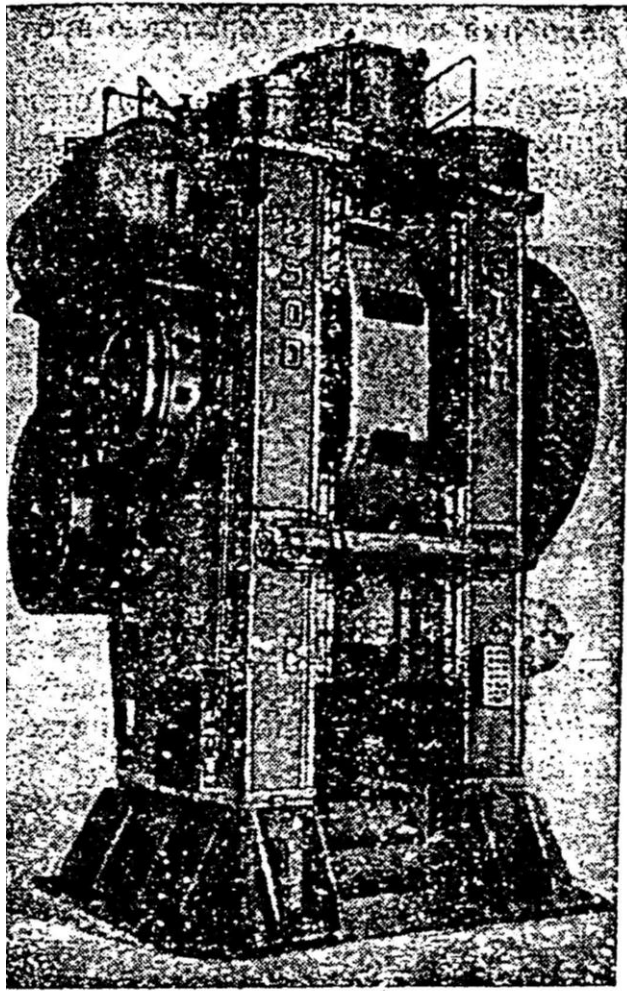
Недоліком штампування на механічних пресах є те, що гарячий метал стикається зі штампом значно довше, чим на молоті.

Зусилля 2...100 МН, число ходів повзуна 90...35 у хвилину (один кілоньютон зусилля еквівалентний 100 г маси падаючих частин молота).

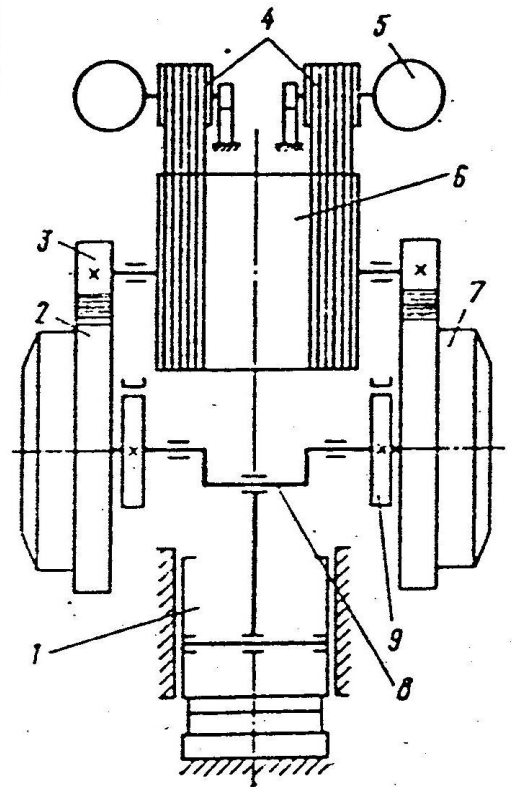
На мал. 88 показаний гарячештампувальний прес для гарячого штампування й калібрування кувань.

На мал. 89 дана кінематична схема гарячештампувальних преса. Приводиться прес двома електродвигунами 5. Передача від електродвигуна до головного вала двоступінчаста. Маховик одержує рух через клиноремінну передачу. Головний вал приводиться від маховика через двосторонню зубчасту передачу 2 і 3.

Головний вал 8, виготовлений куванням з легованої сталі, обертається в рознімних підшипниках із бронзовими вкладишами. Повзун 1 преса переміщається по напрямних станини. Напрямні повзуна облицьовані сталевими розжареними планками. У головній частині повзуна змонтований виштовхувач для видалення кування з верхньої половини штампа. Приводиться виштовхувач у рух від шатуна преса.



Мал. 88. Кривошипний  
горячештампувальний прес



Мал. 89. Кінематична схема пресу

Передача обертання головному валу здійснюється через дві фрикційні багатодискові муфти 7. Ці муфти конструктивно об'єднані з більшими зубчастими колесами приводу преса й включається стисненим повітрям. При випуску стисненого повітря в атмосферу муфта вимикається.

На пресі встановлено два головні гальма 9 стрічкового типу. Гальмування здійснюється пружинами, розгальмовування – стисненим повітрям, подаваним у гальмові циліндри.

Нижній виштовхувач – гідравлічний.

Система керування - електропневматична. Включення преса здійснюється педаллю або кнопками керування. Режими роботи: одиночний хід, автоматичні ходи й толчкове переміщення повзуна.

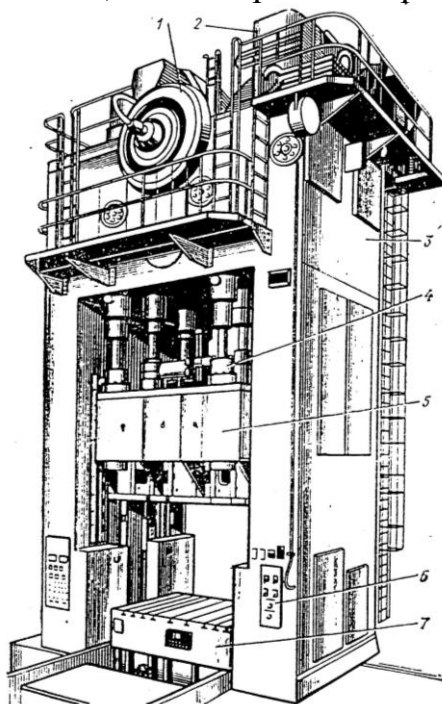
### Листоштампувальні преси

При холодному штампуванні додання заготовці потрібної форми здійснюється в штампах без нагрівання.

Товщина листового матеріалу для холодного штампування коливається від 0,1 до 15 мм.

Вибір преса для листового штампування визначається площею виробу й зусиллям, необхідним для тієї або іншої операції.

Для листового штампування застосовують одностоечні й двостоечні кривошипні преси, як з відкритими, так і закритими приводами.



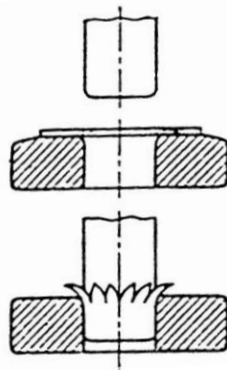
Мал. 90. Загальний вигляд преса подвійної дії

Для вирубки, обрізки й інших найпростіших робіт використовують преси простої дії, що мають один повзун. При витяжці складних деталей часто необхідно не тільки робити основний робочий рух, але й утримувати край заготовки, притискаючи її. У процесі витяжки заготовка глибшається в матрицю. Краї заготовки, не утягнені в неї, прагнуть стиснутися. Це нерідко приводить до утвору складок (мал.91). Щоб запобігти їхній появі, необхідно втримувати край заготовки під час витяжки. Для цього в пресах передбачено два повзуни: зовнішній – для притиску заготовки й внутрішній – для виконання заданої технологічної операції. Такі преси називають пресами подвійної дії (мал.90, мал.92). Щоб запобігти утворенню складок, притискний повзун 1 повинен затискати заготовку до того, як вступить у роботу основний повзун. При зворотному ході першим повинен почати підніматися основний повзун 2 і лише потім притискний повзун 1 може звільнити виріб.

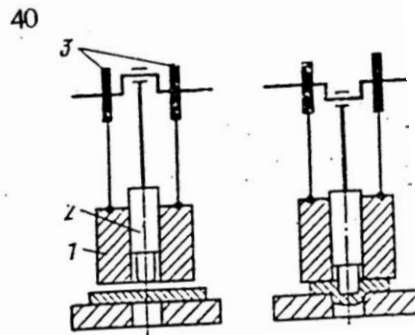
Такий процес роботи можливий лише в тому випадку, якщо кожний повзун має окремий привід. Основний – внутрішній – повзун приводиться від колінчатого вала. На цьому ж валу посаджені кулачки, що управляють рухом притискного повзуна.

Значно рідше використовуються преси потрійної дії (мал.93). Вони мають три повзуни: два верхні – зовнішній 1 і внутрішній 2 і один нижній 3, що переміщається усередині стола преса. Два верхні повзуни працюють так само, як і в пресах подвійної дії: зовнішній притискає заготовку, а внутрішній здійснює основну технологічну операцію. Нижній повзун призначений для витяжки листа убік, протилежну витяжці, виконуваної верхнім внутрішнім повзуном.

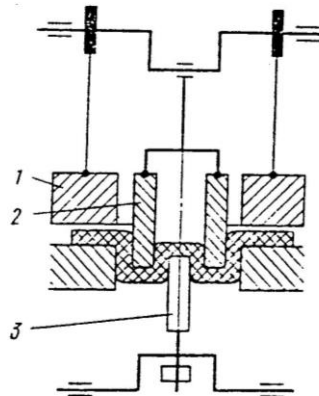




Мал. 91. Утворення складок при холодній штамповці



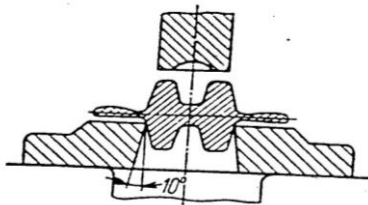
Мал. 92. Схема роботи преса подвійної дії



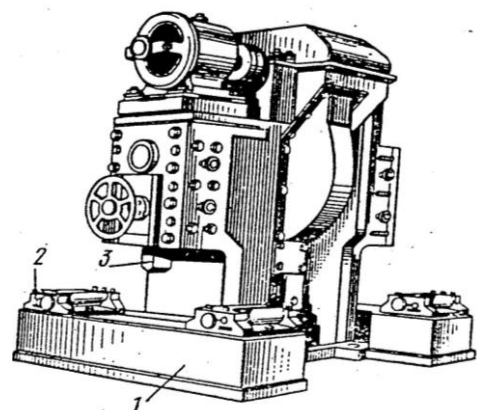
Мал. 93. Схема роботи преса потрійної дії

### Обрізні преси

Обрізними називають преси, призначені для обрізки заусенців у холодному або гарячому стані (мал.94). У холодному стані заусенці обрізають у невеликих кувань. У великих кувань заусенці обрізають тільки в гарячому стані.



Мал. 94. Схема обрізки задирок



Мал. 95. Двосторонній правильний прес

Обрізні преси виготовляють однокривошипними двостоечні із зусиллям 1,6...16 МН (160...1600 тс) і числом ходів 32...8 у хвилину.

## Правильні преси

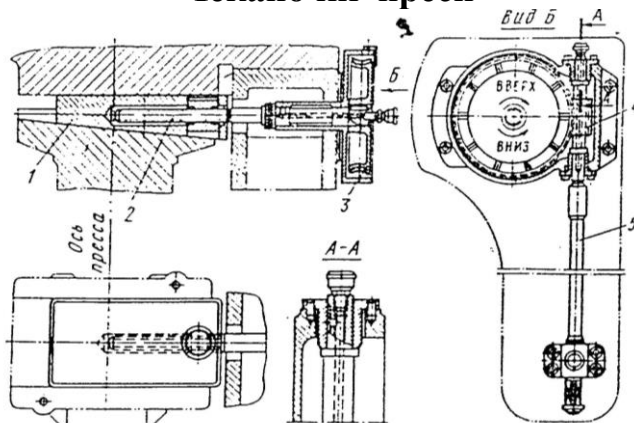
У ковальському виробництві широко застосовують виправлення сортового прокату, профілю й труб, причому сильно скривлені вироби більших перетинів доводиться правити в гарячому стані.

По своїй конструкції правильні преси ділять на одnobічні й двосторонні (мал.95). Одnobічні преси мають повзун, розташований по одну сторону станини. Двосторонні преси (мал.95) мають два повзуни, кожний з яких робить виправлення свого виробу. Включення їх незалежне. Застосування двосторонніх пресів значно підвищує продуктивність, тому що виправлення можливе одночасно двома робітниками механізмами.

Для виправлення вироб кладуть на опорні ролики 2 (мал.95) опуклістю нагору. Виправлення здійснюється пуансоном 3. Коли він стосується виробу, ролики 2, установлені на пружинах, опускаються, і виріб лягає на розташовані поруч жорсткі опори стола 1, на яких і відбувається виправлення.

На правильних пресах можлива також гнучка профілів.

## Чеканочні преси

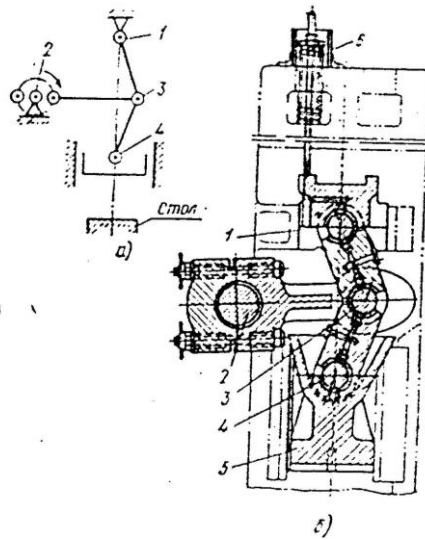


Мал. 96. Вузол регулювання чеканочного преса

Чеканкою називають нанесення на заготовку неглибокого рельєфу шляхом вдавлення в неї інструмента, на поверхні якого є відповідні виступи.

Чеканочні преси призначені для найбільш важких робіт: чеканка монет, медалей, нанесення різних візерунків і написів на поверхні виробів, а також чистового доведення – калібрування кувань.

Особливістю всіх зазначених робіт є те, що вони вимагають дуже малого ходу, але надзвичайно високих тисків, що збільшуються до кінця робочого ходу. Тому в чеканочних пресах використовують кривошипно-колінний механізм (мал.97,а), кінематика якого відповідає цим вимогам. Механізм являє собою вид трикутника, одна сторона якого зв'язана зі станиною в точці 1, а інша - з повзуном у точці 4. Шарнір 3 (мал.97,б) з'єднано з колінчатим валом 2 за допомогою шатуна. Під час обертання колінчатого вала 2 колінно-важільний механізм у точці 3 стає під деяким кутом, коли повзун 5 перебуває у верхньому положенні. У нижньому положенні повзуна точки 1,2,3 (шарніри) стають на одній прямій лінії. Цим положенням досягається велике зусилля на повзуну, яке необхідно для чеканки й калібрування.



Мал. 97. Схема (а) і устрій (б) колінно-важільного механізму чеканочного пресу

Регулювання точного нижнього положення повзуна досягається опусканням або підняттям шарніра в точці 1 (мал. 97). Вузол регулювання представлений на мал. 96. Регулювання проводиться за допомогою клина 1, що діє від гвинта 2, черв'ячного колеса 3 і черв'яка 4. Валик 5, на якому посаджений черв'як, може обертатися або від руки наладчика, або від електродвигуна при натисканні електричних кнопок «Нагору» і «Униз».

Карбувальні преси мають зусилля 0,6...40 МН із числом ходів 50...16 у хвилину. Робочий хід 1...5 мм.

## Основні вузли кривошипних машин

### Станини

Станиною називають основну частину машини, що служить опорою для всіх інших вузлів і деталей. Залежно від призначення машини і її конструктивної схеми станини бувають вертикальними й горизонтальними. Звичайно їх виготовляють цільними литими або, у випадку складних станин, литими складовими (зі стійок, стола, поперечин).

Станина повинна забезпечити необхідну точність руху повзуна з інструментом, тому, крім вимоги міцності, вона повинна задовольняти ще й вимогам жорсткості. Внаслідок цього станини виготовляють досить масивними, і напруги в них допускаються не занадто високі.

Для великих пресів необхідні станини досить великих розмірів. Виготовлення їх цільними викликає значні технологічні труднощі. У таких випадках станину роблять складною зі стійки й стола, відлитих разом, і окремої верхньої поперечини. Іноді стіл, поперечину й бічні стійки відливають окремо (мал. 89). Усі частини з'єднують у цільну конструкцію за допомогою стяжних болтів.

**Стяжні болти** працюють тільки на розтягання. Попереднє затягування звичайно досягається за допомогою розігріву болтів. Їх нагрівають парою, газовими пальниками до температури, щоб їх довжина збільшилася на величину, відповідно до розрахунків.

**Поперечиною** називають верхню частину складеної станини преса (мал. 80). Вона з'єднує разом стійки. На поперечині встановлюють привід преса.

**Стіл преса** служить для установки нижньої частини штампа на станині преса. Стіл повинен бути досить жорстким. Іноді в столах передбачений центральний отвір для виходу прошивки. На поверхні стола звичайно роблять пази для кріплення штампів.

По конструкції столи бувають нерухомі й рухомі (мал.85). У першому випадку стіл преса не має вертикального переміщення, для регулювання нижнього штампа по висоті використовуються прокладки. У другому випадку стіл може переміщатися нагору і униз. На малих пресах це переміщення здійснюється вручну, на більші є спеціальний механізм (гвинт із черв'ячним приводом).

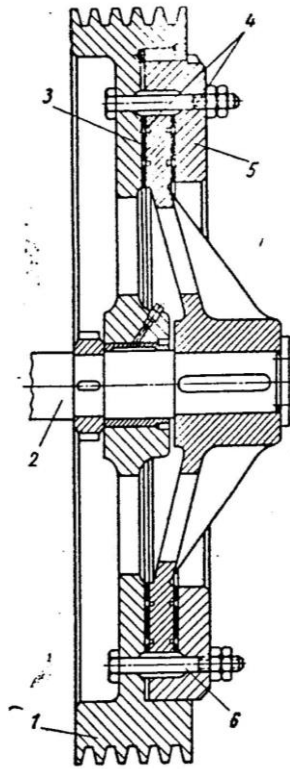
### **Запобіжні обладнання**

Для захисту передавальних механізмів кривошипних машин від раптових перевантажень, які можуть бути викликані низькою температурою заготовки, відхиленням заготовки від потрібних розмірів і т.п., встановлюють спеціальні запобіжні обладнання. Вони можуть обмежувати найбільше зусилля, передане на повзун, або найбільший крутний момент в елементах приводу. Запобіжні обладнання, з одного боку, не повинні заважати нормальній роботі преса, а з іншого – повинні бути дуже чутливі до перевантажень і розмикати привід машини при строго заданому зусиллі або моменті.

Засобу захисту можуть бути розділені на дві основні групи: пристосування, що попереджають перевантаження, і запобіжні обладнання. У якості пристосувань, що попереджають перевантаження, звичайно використовують індикаторні механізми, вимірники деформації, тензодатчики і т.д., що фіксують фактичне навантаження, і в момент, коли воно досягає максимально допустимого, виключають машину. Запобіжні обладнання діляться на дві групи – самовідновлювальні, яким не потрібне втручання робочого після спрацювання, і їх встановлюють на приводному валу або на повзуну. У першому випадку прес захищений від перевантажень, що обумовлюється крутним моментом, а в другому – перевантажень, що виникають на повзуну.

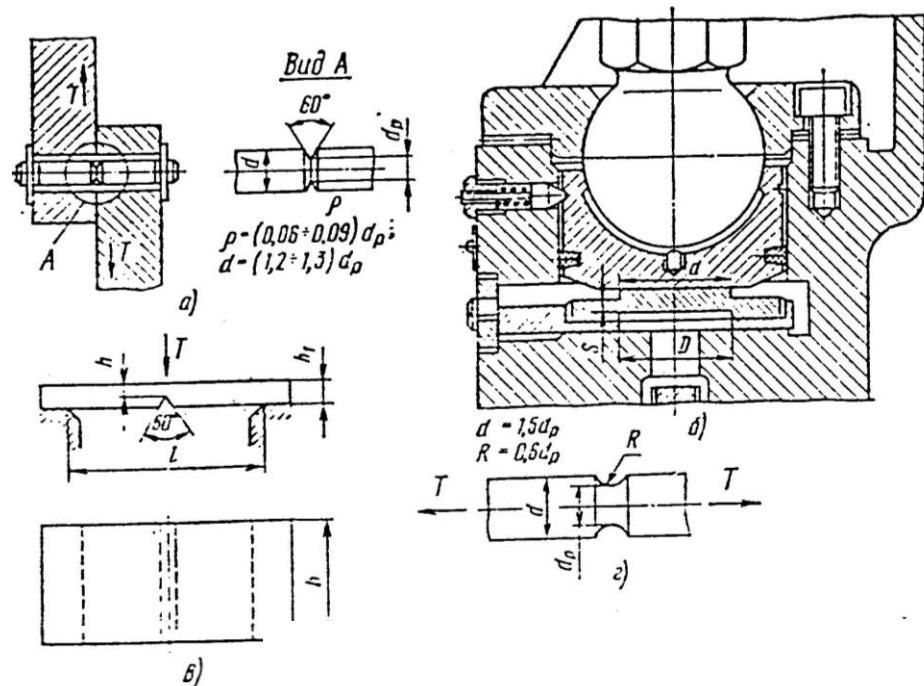
Найбільше широко у якості запобіжників, що самовідновлюються, використовують фрикційні устрої, гідравлічні, у яких при перенавантаженню рідина виходить через клапан, пружинно-важільні, у яких ланки при перевантаженні преса міняють своє положення, відновлюючи його при повторному ході.

**Фрикційні запобіжники** звичайно виконують у вигляді муфт. Найпростіша запобіжна фрикційна муфта показана на мал.101. Вона розташована в маховику 1, який не закріплений жорстко на валу 2, а може провертатися щодо вала.



Мал. 98. Запобіжна фрикційна муфта

Диск фрикційної муфти 3 посаджений на шпонку й притискається до маховика болтами 6 через кільце 5. Для збільшення коефіцієнта тертя на диску муфти по обидва боки кріплять прокладки 4 з фібри або феродо.

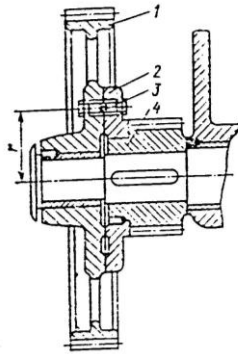


Мал. 99. Запобіжники, які руйнуються

У конструкції запобіжників, що руйнуються, є жорстка деталь, яка при перевантаженні виходить із ладу (мал.99). Для подальшої роботи машини ця деталь повинна бути замінена новою. Найбільше часто запобіжники виконують у вигляді ламкого стрижня (мал.99,а).

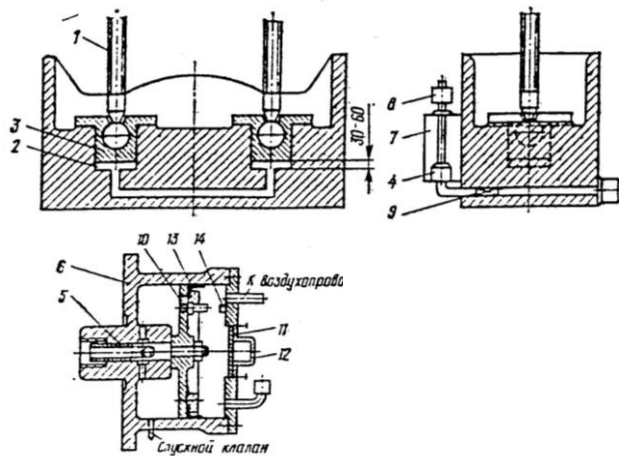
Запобіжники у вигляді стрижнів, що зрізуються, обмежують граничний момент, переданий приводом. Для обмеження зусилля, що діє на повзун, використовують запобіжники із пластиною, що ламається (мал.99,в). У цьому випадку робоче зусилля  $T$  передається на інструмент через пластинку, яка руйнується при перевантаженні.

Граничне зусилля на повзуну, що зрізує чашковий запобіжник (мал.99, д) залежить від діаметра кільця, що зрізується, запобіжника  $-d$ , товщини шару, що зрізується,  $-s$ .



Мал. 100. Запобіжник з стержнем, який ламається

До запобіжників, що руйнуються, слід віднести й гідропневматичні, що мають у своїй системі ламку пластинку. Такий запобіжник, що застосовується на багатокривошипних пресах (мал.101), обмежує навантаження на кожному шатуні.



Мал. 101. Схема гідропневматичного запобіжника багатокривошипного преса

Під п'ятої шатуна 1 у повзун влаштований гідроциліндр 2. Поршнем його служить підп'ятник 3. Усі циліндри з'єднано з насосом 4 високого тиску й між собою. Тиск від насоса 4 передається й на плунжер 5 спеціального пневматичного циліндра 6. Насос 4 приводиться в дію електродвигуном 8 на кронштейні 7 і забезпечує тиск до 20 Мпа (200 ат). Загальне зусилля всіх циліндрів – підп'ятників при цьому тиску точно дорівнює номінальному зусиллю преса. Електродвигун включається тільки на час робочого ходу повзуна. У трубопроводі насоса 4 установлений зворотний клапан 9, який пропускає масло тільки в одну сторону – від насоса до циліндрів.

У пневматичному циліндрі 6 є поршень 10, пов'язаний із плунжером 5, на який діє тиск від насоса 4. Ліва порожнина циліндра 6 має атмосферний тиск. Порожнина праворуч від поршня 10 перебуває під певним тиском повітря, що надходить у циліндр 6 по трубопроводу. Зусилля від тиску повітря трохи перевищує силу від тиску масла на плунжер 5, тому поршень 10 у нормальних умовах займає крайнє ліве положення, притискаючись до букси циліндра.

Якщо зусилля на повзуну досягає неприпустимої величини, тиск масла в циліндрах і трубопроводах зростає. Зворотний клапан 9 відключить насос 4.

Плунжер 5 більше не буде врівноважений поршнем 10 і зрушить його в крайнє праве положення. При цьому центральний стрижень поршня проломить чавунну пластинку 11, і стиснене повітря із правої порожнини циліндра вийде в атмосферу. Одночасно стрижень 13 замкне електричний контакт 14, який, виключаючи муфту преса, дає команду для роботи гальма.

Масло високого тиску через отвори в плунжері 5 перейде в ліву порожнину циліндра 6, і тиск у всіх гідроциліндрах-підп'ятниках знизиться. Перше ніж запобіжник спрацює, найбільш навантажений підп'ятник встигне зробити невеликий хід. Однак він настільки малий ( до 0,2 мм), що перекошу повзуна практично не виходить. Для того щоб знову підготувати запобіжник до роботи, необхідно поставити нову пластину 11 і спустити масло з лівої порожнини циліндра.

Незважаючи на складність, такі запобіжники працюють надійно.

### **Гальма пресів**

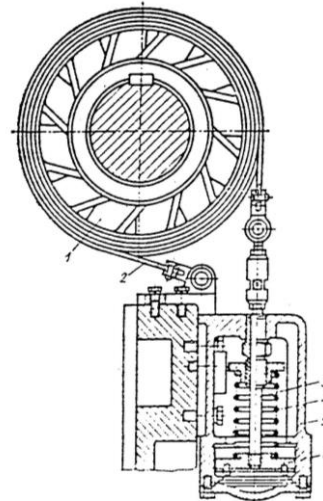
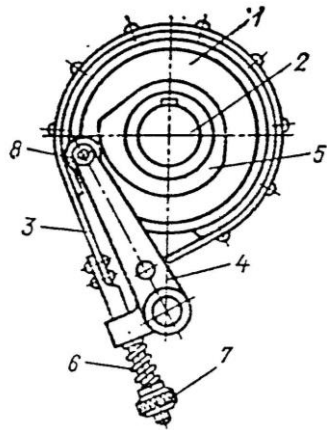
Якщо не установлювати спеціальні обладнання, то після вимикання муфти робочий вал у плині деякого часу буде обертатися по інерції. Крім того, кривошипний механізм, що зупинився в довільному положенні, може знову почати рухатися під дією сил ваги. Це незручно й небезпечно для обслуговуючого персоналу. Тому всі кривошипні машини постачають гальмовими обладнаннями. Призначення їх полягає в тому, щоб зупинити й удержати повзун у крайньому верхньому положенні після вимикання муфти. Гальмування звичайне здійснюється за рахунок сил тертя, що виникають між гальмовим барабаном і стрічкою або колодкою.

Існує два типи гальм: безперервної й періодичної дії.

У гальмах безперервної дії стрічка й барабан дотикаються постійно. У них увесь час витрачається енергія на подолання сил тертя. Іноді вона становить до 30% усієї енергії. Крім того, гальма сильно розігріваються й швидко зношуються. Тому такі гальма застосовуються тільки для невеликих машин ( до 1 МН).

Гальма періодичної дії (мал. 102 і мал. 103.) включаються в роботу тільки в потрібний момент. Їхня робота звичайно заблокована з роботою муфти включення таким чином, що гальмо включається після вимикання муфти, а вимикається за кілька митей до включення муфти. Вони витрачають менше енергії, тому що включаються тільки після закінчення робочого ходу. Тому в них виділяється менше теплоти, і вона встигає розсіятися.

Це охороняє прес від неполадок у результаті перегріву вала, підшипників і т.д. Включення й вимикання гальма періодичної дії здійснюється спеціальними кулачками або пневматичними циліндрами.



Мал. 102. Стрічковий тормоз      Мал. 103. Гальмо кривошипного пресу періодичної дії

Гальмо періодичної дії, кероване кулачком (мал. 102), складається з барабана 1, що закріплюється на валу 2 за допомогою шпонки, і гальмової стрічки 3 з накладкою з феродо. Стисла пружина 6, прагнучи розпрямитися, увесь час натягає стрічку, притискаючи її до гальмового барабана. Обертаючи регульовальну гайку 7, можна міняти натяг пружини, а значить силу, з якої притискається стрічка до барабана. При цьому буде мінятися й сила гальмування.

Якщо під ролик 8 попадає виступ кулачка 5, важіль 4 повертається. При влученні під ролик 8 низької частини кулачка 5 гальмо вимикається.

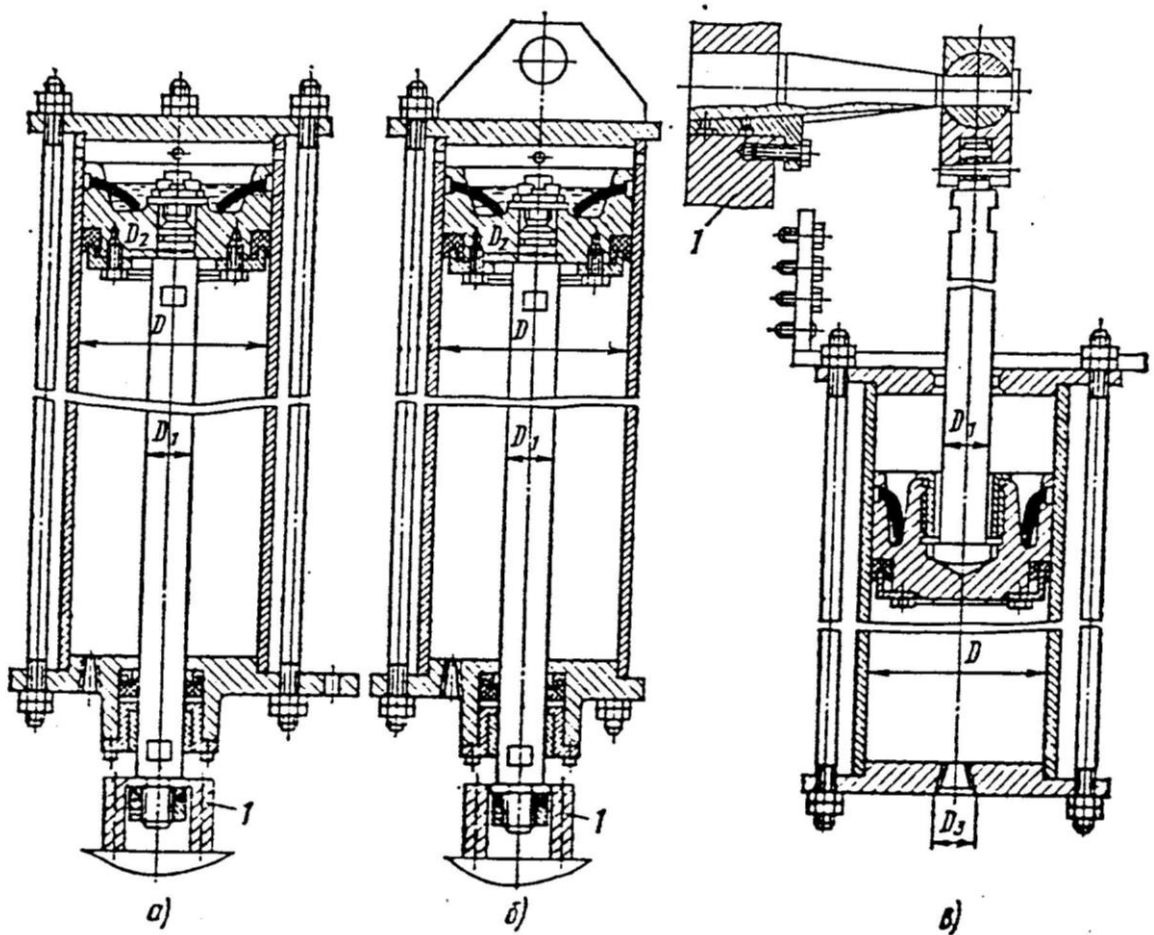
Повертаючи кулачок 5 на валу 2, можна встановлювати час включення й вимикання гальма.

Гальмо, показане на мал. 103, вимикається не кулачком, а пневматичним циліндром 5, поршень 6 якого зв'язано зі стрижнем 3. Поки тиску під поршнем 6 немає, пружина 4 віджимає стрижень 3 униз, натягаючи стрічку 2 і притискаючи її до барабана 1. Гальмо включене. При подачі повітря під поршень 6 тиск повітря долає силу пружини 4. Поршень піднімається разом зі стрижнем 3. Стрічка 2 відходить від барабана 1, і гальмо вимикається. З опису видно, що при випадковому падінні тиску в мережі гальмо включається. Цим забезпечується безпека роботи на пресі.

### Врівноважуюче обладнання

У важких пресах вага повзуна й верхнього штампа досягає досить значних величин. Для того щоб розвантажити робочий вал від дії цієї ваги й забезпечити йому більш рівномірний і плавний хід, застосовують спеціальні обладнання, що врівноважують. Вони повністю сприймають на себе вагу повзуна й верхнього штампа.





Мал. 104. Схема установки циліндрів врівноважувачів

Врівноважуєчне обладнання звичайне являє собою пневматичний циліндр, приклеєний до поперечки преса (мал.104). Шток поршня пов'язаний з повзуном 1. Тиск повітря, що діє на поршень циліндра, урівноважує вага повзуна та верхнього штампа.

У пресах різної конструкції застосовують один – чотири, врівноважуючих циліндра. При зміні ваги, яка повинна бути врівноважена (наприклад при зміні штампів), тиск повітря, що надходить звичайно із цехової магістралі, регулюється спеціальним редукційним клапаном.

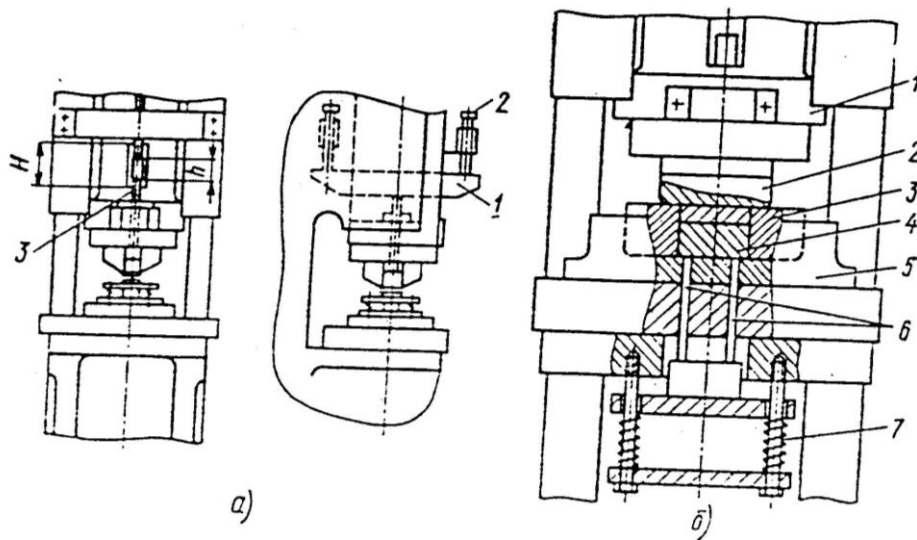
Застосовують також пружинні обладнання, що врівноважують.

### Виштовхувачі

Для видалення готових виробів зі штампів застосовують виштовхувачі різних конструкцій.

Виштовхувач для верхнього штампа показаний на мал. 105, а. У наскрізний проріз повзуна вставляють рухливу поперечину 1. Її рух нагору обмежується регульованими упорами 2. Крізь повзун і верхню половину штампа проходить рухомий штифт 3. Якщо після закінчення робочого ходу виріб залишився у верхній половині штампа, то при русі повзуна нагору воно буде виштовхнуто штифтом 3. Поперечка 1, дійшовши до упору 2, зупиниться. Зупиниться й штифт 3, а повзун буде продовжувати рух нагору. Тому штифт 3 виступить із поглиблення у верхньому штампі й виштовхне кування.

Виштовхувач для нижнього штампа наведений на мал. 105,б. Поки штампи зімкнуті, штифти 6 зміщені вниз і стискають пружини 7. Коли повзун 1 і верхня половина штампа 2 піднімаються нагору, пружини 7, прагнучи розжатися, штовхають штифти 6 нагору. Упираючись у кування 4, штифти викидають її з нижньої половини 3 штампа, укладеної в корпус (обойму) 5.

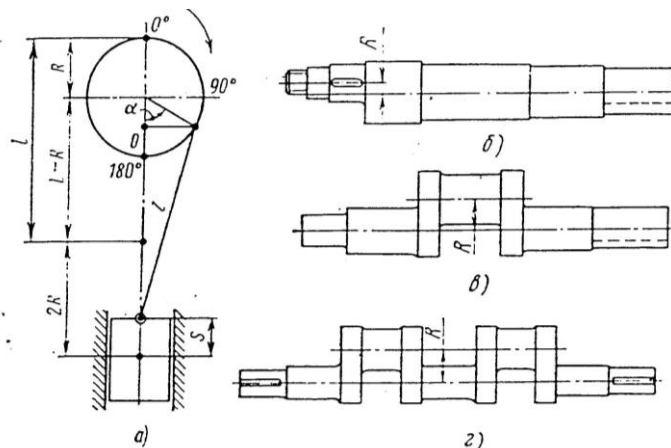


Мал. 105. Виштовхувачі

Інша конструкція виштовхувача для нижнього штампа показана на мал.125. штифт, що тут виштовхує, 2 піднімається нагору поперечкою 5, пов'язаної з повзуном за допомогою тяг 3. Піднімаючись повзун захоплює за собою поперечку 5, яка, упираючись у штифт 2, змушує його виштовхнути кування. Різьблення на ударнику 6 і гайці 7 дозволяє регулювати момент виштовхування.

### Кривошипно-шатунний механізм

Кривошипний механізм – найважливіший вузол будь-якої кривошипної машини. Усі типи кривошипних механізмів (мал. 107) служать для перетворення обертового руху електродвигуна у зворотно-поступальне переміщення інструмента.

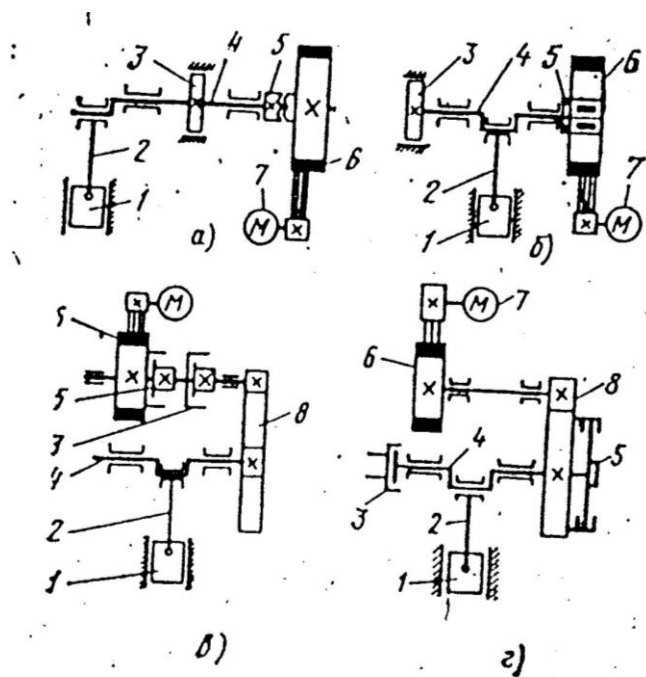


Мал. 106. Кривошипно-шатунний механізм

Кривошип, обертаючись, визначає два положення повзуна: нижнє крайнє (мал. 106,а) і верхнє крайнє. Відстань між ними називають ходом  $S$ . За один оборот кривошипа повзун робить два ходи: хід униз і хід нагору.

У механічних пресах відкритого типу хід повзуна може бути постійним і регульованим. На мал.106, б-г показані кривошипні вали різних пресів.

**Головний робочий вал** в одностоечних пресах (мал. 106,б і мал.108,а) називається кривошипним. Опорні підшипники кривошипного вала розташовані по одну сторону шатуна. Шатун надівається на ексцентрикову частину вала; позад преса встановлюється маховик з муфтою включення. Кривошипні вали звичайно застосовують в одностечних пресах. При обертанні вала шийка описує коло, радіус якої дорівнює величині ексцентриситету, і за повний оборот вала піднімає й опускає шатун щодо осі вала на величину ексцентриситету.

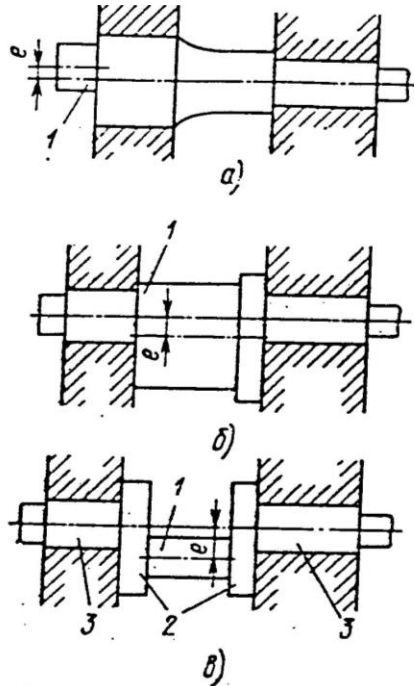


Мал. 107. Кінематичні схеми кривошипних пресів

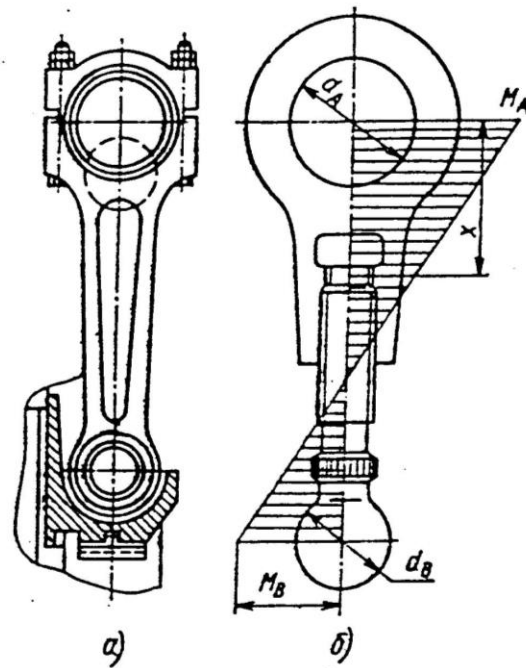
На двостоечних пресах (мал.106,у й мал.108,в) головний вал називається колінчатим. Коліно вала часто називають кривошипом, звідси відбувається назва «кривошипні преси». Число колін від одного до чотирьох (мал.106,г). Вал обертається в підшипниках ковзання. Вали з декількома коліннями мають проміжні підшипники. Шейку 1 (мал.108,в) на яку надівається шатун, значно зміщено щодо шийок 3 вала. Шатунна шийка з'єднана з корінними за допомогою щік 2 або колін.

У пресах з невеликим ходом повзуна (у карбувальних, обтискних) застосовують ексцентрикові вали (мал.108,б), що представляють собою вал, середня частина 1 якого (ексцентрик) оброблена таким чином, що її вісь не збігається з віссю самого вала. Тому при обертанні вала середня його частина описує окружність радіусом, рівним величині ексцентриситету, і змушує шатун, що надівається на неї, зміщатися щодо осі вала.

**Шатун** призначений для передачі руху від робочого вала повзуна. Звичайно шатун (мал.109,а) являє собою стрижень, що має на кінцях розточення (голівки), в одну з яких входить шатунна шийка робочого вала, а в іншу – вісь повзуна. Іноді шатун з'єднаний з повзуном не за допомогою осі, а кульовим хвостовиком, що входить у сферичну цапфу повзуна (мал.109,б). Шатуни виготовляють із закритими (мал.109,б і мал.11,б) і відкритими (мал.109,а й мал.111,а) голівками. Конструкція визначається конструкцією кривошипно-шатунного механізму. У деяких пресах для регулювання відстані між штампами шатуни мають змінну довжину (мал.109,б). Обертаючи нижню голівку, можна в значних межах змінювати довжину шатуна.



Мал. 108. Головні вали механічних пресів



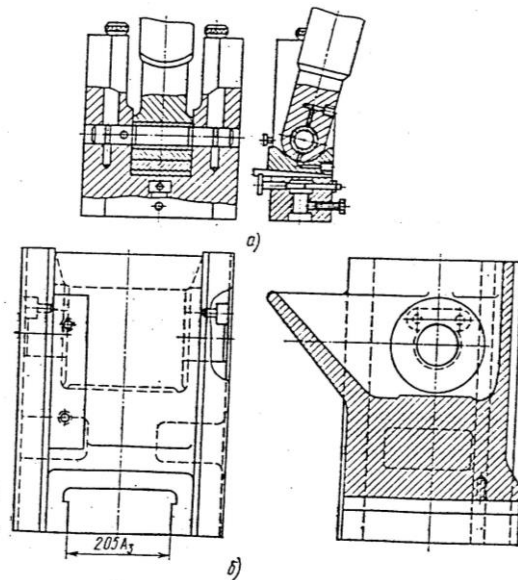
Мал. 109. Шатуни механічних пресів

**Повзун** призначений для установки штампа і його переміщення. В верхній частині розташоване кріплення, що з'єднує його із шатуном.

По конструкції кріплення шатуна розрізняють вилчасті (мал. 110,а) і закриті (мал. 110,б) повзуни. Вилчасті повзуни звичайно виготовляють виливком, і вони обходяться відносно дешево. Повзуни закритої форми звичайно одержують куванням; вони міцніше литих повзунів, але дорожчі.

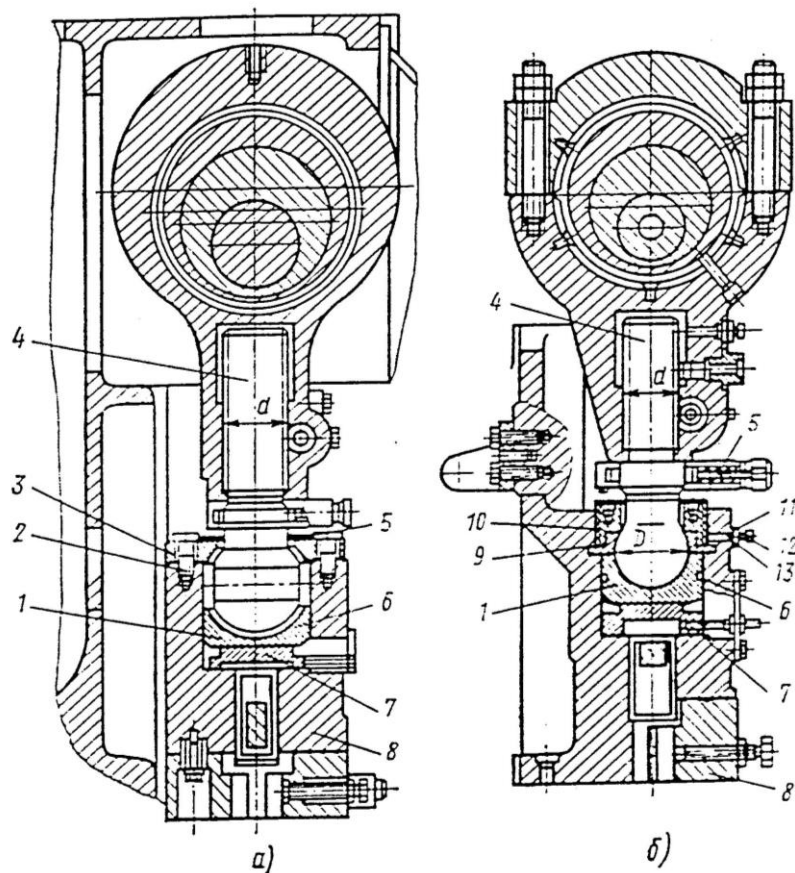
Вузли з'єднання повзуна із шатуном показані на мал. 111. Зношування зазнає кульова поверхня гвинта 4 і вкладиша 1, різьблення гвинта й шатуна.

Для обслуговування й ремонту конструкція з'єднання повзуна із шатуном за допомогою гайки 10 (мал.111,б) зручніша і надійніша у порівнянні з конструкцією кріплення фланцем 3 (мал.111,а). За допомогою гайки легше відрегулювати необхідний зазор між кульовими поверхнями вкладиша й гвинта, тому що до гайки є вільний доступ з робочої сторони преса. На фланці частина кріпильних болтів 2 перебуває за гвинтом 4, що утрудняє регулювання зазору. Якщо вчасно не регулювати зазори, то через ударні навантаження відбудеться зрив різьблення або обрив болтів 2 (мал.111,а).



Мал. 110. Повзуни механічних пресів

Зрізні шайби 7, що охороняють прес від перевантажень, після руйнування витягуються через вікно в повзуні 8. Щоб замінити зрізну шайбу, вкладиш 1 піднімають на певну висоту й регулюють зазори кульових поверхонь.



Мал. 111. З'єднання повзуна з шатуном

**Підшипники** – дуже відповідальні елементи кривошипно-шатунного механізму; вони служать опорою для частин, що рухаються, і забезпечують їхню рухливість. У кривошипних машинах застосовують підшипники ковзання й кочення.

Підшипники ковзання бувають рознімними й нероз'ємними. У ці підшипники вставляють втулки або напіввтулки (вкладиші) з антифрикційного металу (звичайно бронзові).

Останнім часом у кривошипних машинах усе ширше застосовують підшипники кочення. Вони набагато довговічніші й не вимагають такого ретельного відходу й частого регулювання, легко монтуються добре витримують більші навантаження.

### **Передачі в приводі кривошипних машин**

Сучасні кривошипні машини приводяться в дію індивідуальними електродвигунами. Систему елементів, що передають обертання від вала електродвигуна до робочого вала машини, називають приводом. Найбільше поширення в приводі машин одержали ремінні й зубчасті передачі.

Пасові передачі залежно від форми ременя підрозділяються на плоскоремінні й клиноремінні.

**Плоскоремінна передача** досить еластична, зм'якшує коливання навантаження й забезпечує більшу плавність ходу й безшумність. Але вони громіздкі, і в сучасних машинах на застосовуються.

**Клиноремінна передача** використовується частіше. Завдяки клиноподібній формі ременя його зчеплення зі шківом значно краще, чим у плоского ременя. Це дозволяє одержувати більші передаточні числа, а також використовувати менші міжцентрові відстані.

Не рекомендується застосовувати швидкості для пасових передач більше 25...30 м/с.

**Зубчасті передачі** в приводі кривошипних машин найчастіше застосовують із прямими й косими зубами. У важких машинах іноді застосовують із шевронними зубами.

### **Проміжні вали**

Проміжні вали служать для передачі зусиль від електродвигуна до робочого вала кривошипної машини. На них установлюють шків пасових передач, кріплять шестірні зубчастих передач, маховики, гальма, муфти зчеплення. По конструкції вали можуть бути досить різноманітні.

Вали сприймають різноманітні навантаження: зусилля в передачах, крутний момент, переданий валом, масу всіх деталей, змонтованих на валу.

### **Маховики**

У більшості кривошипних машин робочий хід займає дуже малу частину робочого циклу ( близько 10%). Лише впродовж дуже короткого часу безпосереднього зіткнення інструмента з металом навантаження досягають досить більших величин.

Якщо використовувати для приводу такої машини просто електродвигун, то його потужність потрібно вибрати виходячи з найбільшого навантаження.

Він вийшов би дуже великий, але використовувалася б лише в короткі періоди робочого ходу. Решта часу електродвигун обертася б практично вхолосту; різкі поштовхи навантаження несприятливо відбивалися б на ньому, і крім того викликали б коливання в мережі.

Для виключення всіх цих неприємних явищ прибігають до акумулювання енергії за допомогою швидкообертючих маховиків. Маховик – масивна деталь, звичайно у формі диска зі стовщеним ободом, установлюють на одному з валів приводу кривошипної машини. Під час холостого ходу електродвигун розганяє маховик, і за рахунок великої швидкості маховик запасає значну енергію. При робочому ході, коли опір кутання перевищує зусилля від електродвигуна, швидкість приводу починає падати. Інерція маховика прагнути підтримувати її постійної, і маховик віддає частину своєї енергії, допомагаючи електродвигуну. Після закінчення робочого ходу електродвигун знову розганяє маховик до колишньої швидкості, поповнюючи витрачений їм при вповільненні запас енергії.

Застосовуючи в приводі кривошипної машини маховик, його звичайно прагнуть використовувати й у якості елемента передачі: ремінний або зубчастий. У випадку клиноремінної передачі на шківі нарізають канавки необхідної форми, у зубчастій передачі на ободі нарізають зуби, перетворюючи маховик у зубчасте колесо. У складних конструкціях маховик комбінують із муфтами включення.

### **Фундаменти кривошипних машин**

Механічні преси не передають на фундаменти значних динамічних навантажень. Тому фундаменти розраховують тільки на вагу машини.

Невеликі преси встановлюють прямо на бетоновану підлогу цеху й кріплять до нього анкерними болтами. Великі кривошипні машини вимагають спеціальних і іноді складних фундаментів, особливо у випадку слабких ґрунтів і неглибокого залягання ґрунтових вод.

Щоб у процесі роботи машини не виникало перекосів, необхідно центри ваги машини, фундаменту та площі підстави розташовувати на одній вертикальній лінії.

Фундаменти виконують із бетону й у верхній частині часто армують. Глибина залягання фундаменту залежить від розмірів і ваги машини, а також від характеру ґрунту.

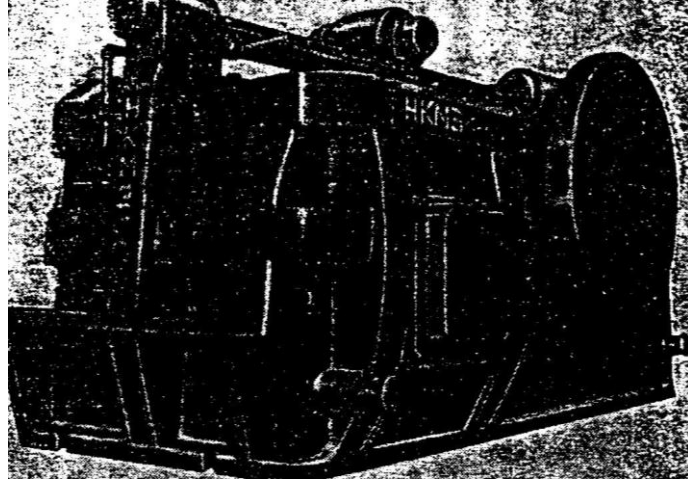
### **Горизонтально-кувальні машини**

Горизонтально-кувальні машини (мал.112) призначені для виконання наступних технологічних операцій (мал.114):

- висадження – утворення стовщень на кінці заготовки;
- прошивання – утворення некрізної порожнини в куванні;
- проколки – одержання наскрізного отвору в куванні;
- відрізка - відділення частини заготовки;
- згинання – додання заготовці кривизни;
- видавлювання – одержання виробу у формі склянки.

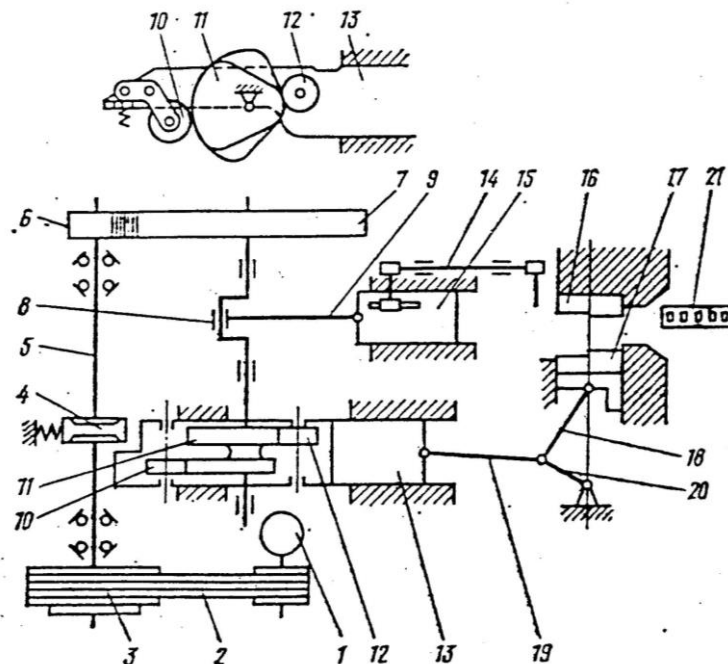
Ці машини забезпечують високу продуктивність і підвищена якість виробу.

Горизонтально-кувальні машини (ГКМ) за своєю схемою близькі до інших кривошипних машин. Основні технологічні операції вони здійснюють за допомогою кривошипного механізму, а допоміжні: подачу матеріалу, затиск його і т.д. – за допомогою механізмів важільно- кулачкового типу. Штампування на горизонтально-кувальних машинах роблять у різних матрицях.



Мал. 112. Горизонтально-кувальська машина

Кінематична схема ГКМ показана на мал.113. Від електродвигуна 1 клиноремінною передачею 2 рух передається маховику 3, установленому на приводному валу 5. У маховик 3 вбудована фрикційна пневматична дискова муфта. На одному кінці приводного вала встановлене мале зубчасте колесо 6 зубчастої передачі. Велике зубчасте колесо 7 жорстко посаджено на колінчатий вал 8. від нього шатуном 9 рух передається головному (висадочному) повзуну 15, що робить зворотно-поступальний рух.



Мал. 113. Кінематична схема горизонтально-кувальської машини



На колінчатий вал 8 жорстко насаджено два ексцентрика 11. Вони управляють рухом роликів 10 і 12, установлених на бічному повзуну 13. При русі повзуна 13 рухаються й пов'язані з ним важелі 18 – 20, що переміщують затискної повзун 17, що несе одну з матриць механізму затиску заготовки. На цьому ж повзуну встановлено одна з висадочних матриць. Інша – нерухлива – матриця 16 перебуває на станині.

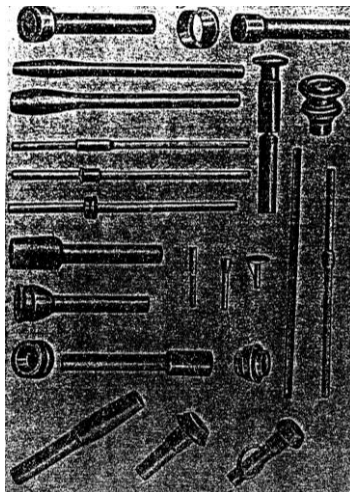
Профіль ексцентриків 11 вибирають таким, щоб затискні матриці замикалися до того, як висадочний повзун торкнеться кування, а розтискалися б лише після закінчення робочого ходу й початку руху висадочного повзуна назад.

На приводному валу 5 машини встановлене стрічкове пневматичне гальмо 4, призначений для зупинки колінчатого вала після закінчення робочого циклу.

Для подачі заготовки на потрібну довжину служить обмежник подачі або передній упор 14, положення якого може мінятися залежно від вимог технології. Під час подачі заготовки упор 14 висувається на лінію подачі заготовки. На початку штампування він автоматично відводиться убік, а після її закінчення знову висувається у своє робоче положення. Важкі ГKM обладнані спеціальними гідропневматичними столами 21, що полегшують подачу заготовки в машину.

Усі механізми й вузли ГKM монтують на станині, що представляє собою відкриту зверху коробку зі стінками, посиленими вертикальними й горизонтальними ребрами (мал. 112). Станини виконують литими.

Для збільшення жорсткості передбачені потужні поздовжні й поперечні стяжні болти.



Мал. 114. Вироби отримані на горизонтально-ковальській машині

Під час роботи штампи ГKM сильно розігріваються. Щоб підвищити їхню стійкість, часто передбачають спеціальну систему охолодження, що складається із труб, розташованих близько штампів, що й забезпечують душеве розпилення води. Система охолодження включається вручну оператором за допомогою крана.

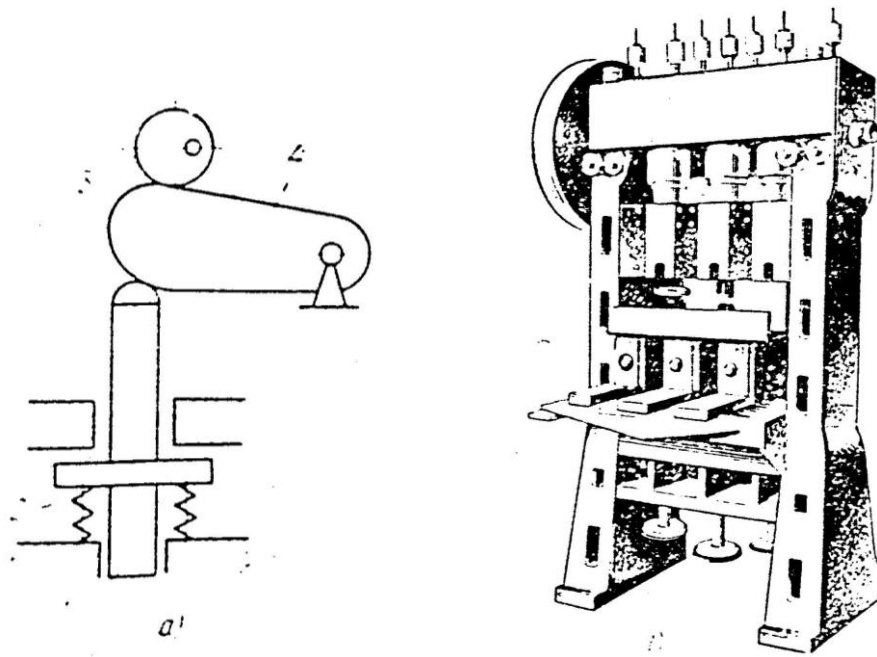
Маховик, клиноремінна передача, шестірня й інші частини, що рухаються, закривають кожухами.

Керування здійснюється за допомогою електропневматичної системи. Включення на робочий хід виконують за допомогою кнопок або натискання на педаль керування.

Для вибору режиму роботи (одиначний хід, безперервні ходи, налагоджувального ходу) необхідно перевести універсальний перемикач у відповідне положення.

### Вертикально-кувальні машини

Вертикально-кувальні машини (машини Рідера) призначені для виготовлення дрібних кувань найпростішої форми послідовним протяганням і осіданням. Основна особливість їх, на відміну від інших кривошипних машин, полягає в тому, що в них немає твердому зв'язку між кривошипним валом і повзуном (мал.115,а). Повзун 1 рухається в напрямних і пружинами 2 увесь час піднімається у верхнє положення – до упору в мотил 4. Мотиль 4, у свою чергу, упирається в ексцентрика 3. Останній при обертанні віджимає мотиль, а разом з ним і повзун униз. Відбувається робочий хід машини. У вихідне положення повзун вертається пружинами 2 при підйомі ексцентрика в крайнє верхнє положення.



Мал. 115. Схема роботи (а) та загальний вигляд (б) вертикально-кувальської машини

Така система дозволяє вертикально-кувальній машині працювати з більшими швидкостями – до 800 ударів у хвилину.

На рис 115,б показана вертикально-кувальна машина із трьома повзунами, яку може обслуговувати один робітник, по черзі використовуючи кожену пару бойків, або двоє – троє, використовуючи кожний по одній парі бойків. Пасова передача приводить у рух кулачковий вал. На ньому розташовано три кулачки (ексцентрика). Вони встановлені таким чином, що повзуни опускаються по черзі. Тому удари бойків відбуваються не одночасно а по черзі.

Нижні бойки встановлюють на необхідній висоті за допомогою шпинделів, що обертаються вручну маховичками.

Бистрохідність їх дозволяє з одного нагрівання виконувати кування досить тонких виробів: зубів для борін, кухонних ножів, гаків, зубил. При використанні декількох нагрівів можна виготовляти й більші кування: ходові гвинти, сокири й т.п.

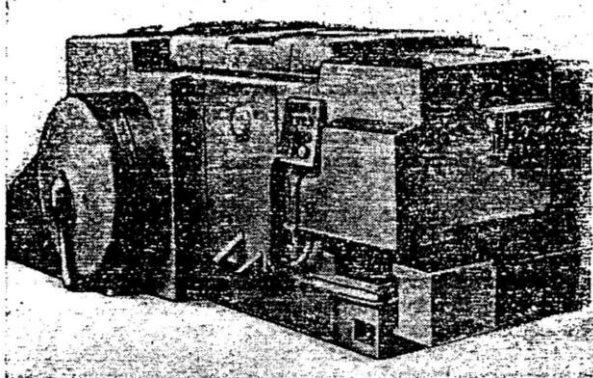
### **Згинальні машини**

У сучасному машинобудуванні широко поширені вироби, які можуть бути отримані гнучкої із квадратного, круглого т фасонного прокату, а також з листової сталі. Для виготовлення таких виробів застосовують кривошипні згинальні машини (бульдозери).

Ковальські бульдозери (мал.123) являють собою горизонтально-кувальну машину, що приводиться в рух від електродвигуна через зубчасту передачу. Повзун рухається поступально від кривошипно-шатунного механізму по напрямних станини (7...20 ходів у хвилину). На ньому встановлюється один (рухливий) штамп. Інший штамп – нерухливий кріпиться у виступах станини на шляху руху повзуна. При зближенні штампів відбувається сильне натискання на заготовку, що згинає її, що й надає їй потрібну конфігурацію.

### **Ковальсько-штампувальні автомати**

Застосовують для масового виробництва невеликих деталей. Являють собою кривошипні машини, на яких вироби виготовляються в кілька операцій, що виконуються одна за одною, без участі робітника. На них виготовляють болти, гвинти, цвяхи, кульки, шплінти, гайки й т.п. Продуктивність цих автоматів перевищує продуктивність будь-яких пресів і молотів.

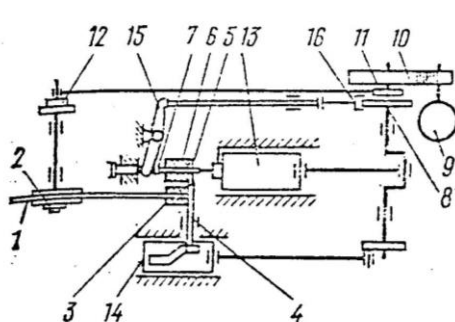


Мал. 116. Холодновисадочний автомат мод. А1819А

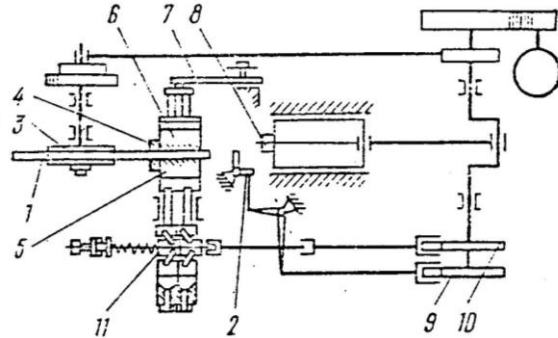
Залежно від розмірів деталей і технології їх виготовлення ковальсько-штампувальні автомати ділять на кілька груп: для холодного висадження; для гарячого й напівгарячого висадження; обрізні; згибальні, листоштампувальні; комбіновані багатоопераційні. Найбільше поширення одержали холодновисаджувальні автомати.

Холодновисаджувальні автомати (мал. 116) призначені для автоматичного висадження виробів невеликих розмірів (болти, гвинти, шурупи, заклепки, кульки і т.д.).

Виріб може бути отриманий за один робочий хід (удар) пуансона або за кілька ходів (залежно від довжини виробу). Залежно від цього автомати підрозділяються на одноударні, двоударні й трьоударні.



Мал. 117. Кінематична схема автомата мод. А111



Мал. 118. Кінематична схема одноударного автомата

На мал.117 показана кінематична схема одноударного холодновисаджувального автомата із цільною матрицею. Заготовка 1 у вигляді прутка або дроту подається роликами 2 з жолобками у відрізню матрицю 3. Ролики 2 приводяться в рух від ексцентрика 11 через храповий механізм 12. Така система приводу забезпечує переривчастий рух роликів і тим самим переривчасту подачу заготовки (просування вперед – зупинка).

Ролик ножового штока 4 скочує по кулачковій доріжці повзуна 14 механізму відрізки. При русі повзуна 14 уліво шток 4 подається вперед, відрізає заготовку потрібної довжини й переносить її на лінію висадження до матриці 6. Пуансон 5, укріплений на висадочному повзуну 13, за один хід висаджує голівку виробу. Готове кування виштовхується з матриці стрижнем 7, який рухається під дією важеля 15. Сам важіль 15 приводиться в годалний рух кулачковим механізмом 16.

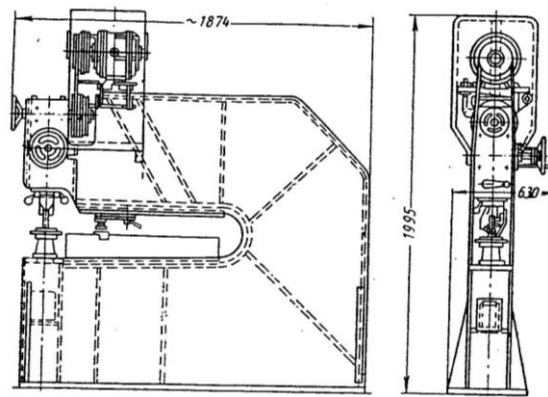
Усі механізми одержують рух від електродвигуна 9 через зубчасту передачу 10 і колінчатий вал 8. Пуск автомата проводиться натиском педалі, після чого без втручання людини здійснюється всі технологічні операції по виготовленню виробу: подача заготовки, відрізка її в розмір, передача мірної заготовки в штампувальну матрицю, висадження голівки, виштовхування готового кування.

В одноударному автоматі з рознімною матрицею (мал.118) пруток або дріт 1 подається переривчасто обертовими роликами 3 через відрізню втулку 4 і розімкнуті половинки матриці 5 і 6 до поворотного упору 2. Останній через важільну систему й кулачок 9 пов'язаний з колінно-важільним механізмом 11. Кулачок 10 через систему важелів, тяг і механізм 11 зрушує напівматрицю 5, притискаючи її до напівматриці 6. При цьому торцева поверхня напівматриці 5, що скочує по поверхні втулки 4, відрізає заготовку й переносить її на лінію висадження. Наприкінці цього руху заготовка затискується між напівматрицями 5 і 6. Її виступаюча частина висаджується в голівку пуансоном 8.

Після робочого ходу напівматриці 5 і 6 під дією віджимної пружини 7 вертаються у вихідне положення. При цьому вони розмикаються. Відштампований виріб звільняється й виштовхується новою заготовкою.

## Ножиці

Ножиці призначені для різання листового й сортового матеріалу, а також фасонних профілів. Вони бувають: висічні, вібраційні, гільотинні, важільні, ексцентрикові, дискові.



Мал. 119. Висічні ножиці

**Висічні ножиці (мал. 119)** використовують для фігурного різання листового матеріалу. Робочий механізм висічних ножиців по своїй конструкції подібний з робочим механізмом кривошипного преса. Кривошипно-шатунний механізм приводить у зворотно-поступальний рух циліндричний повзун, що переміщається по закритих напрямних. Верхній ніж укріплений на повзуну таким чином, що може повертатися разом з ним навколо осі повзуна. Нижній ніж, установлений нерухомо, має круглу форму, тому для фігурного різання необхідно повертати лише повзун з верхнім ножем. Вирізка відбувається послідовними натисканнями верхнього ножа. Привід ножиців забезпечує 750...1400 ходів ножа у хвилину. Товщина металу, що різеться, до 6 мм.

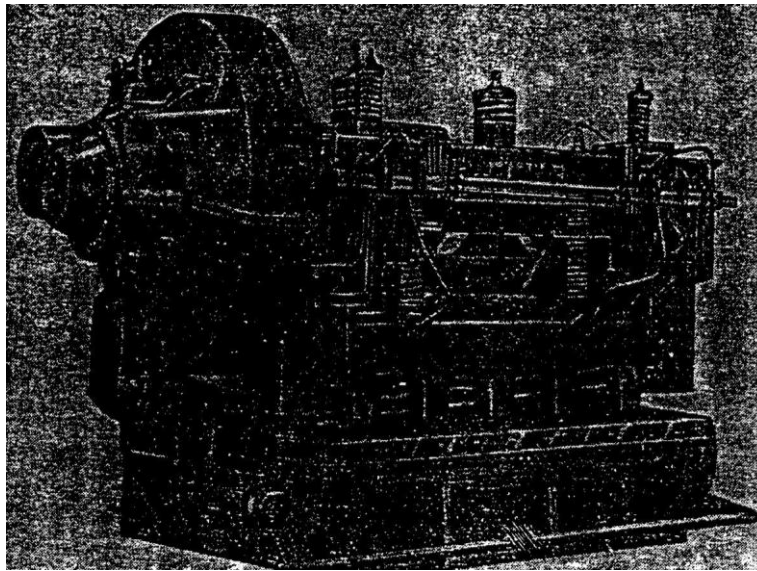
**Вібраційні ножиці** дуже прості по конструкції. Верхній ніж у них нерухливий, а нижній пов'язаний з ексцентриком, установленим прямо на валу електродвигуна. При його обертанні нижній ніж робить швидкі рухи нагору-униз, дозволяючи виконувати фігурну вирізку листового металу.

**Гільотинні ножиці (мал.120)** одержали велике поширення для прямолінійного різання листового металу товщиною до 60 мм. По розташуванню приводу розрізняють ножиці з верхнім і нижнім приводом.

Листи малої товщини (до 2 мм) різуть на ножицях з нижнім приводом. При товщині 2...5 мм і інші. При товщині металу 5 мм і вище різуть тільки на ножицях з верхнім приводом.

Ножиці з нижнім приводом на 20...30% легше, чим ножиці з верхнім приводом, але воно займають більше місця.

Гільотинні ножиці складаються з литий чавунної або сталевий (іноді зварений) станини, стола, на якому закріплений нерухливий ніж, і кривошипно-шатунного механізму, що приводить у зворотно-поступальний рух ножову балку, що несе на собі рухливий ніж. Ніж закріплений на балці таким чином, що його правий кінець розташований вище лівого, утворюючи деякий кут (кут різа) з поверхнею лежачого на столі металу. Величина кута різа впливає на зусилля і якість різа. Чим більше кут різа, тем менше зусилля. Однак якість гірше.



Мал. 120. Гільотинні ножиці

Для звичайних ножиць, коли потрібно тільки відділення шматка металу, а якість не має значення, кут різа ухвалюють до  $11^\circ$ .

При більшому куті метал виштовхується з-під ножів і сильно мнеться; при меншому - якість різа поліпшується, але навантаження на ножиці збільшується. При куті менше  $3^\circ$  ніж може почати витягати метал. Щоб запобігти вигину металу при різанні, його притискають пружними притисками з механічним (кулачковим) приводом.

Ножиці можуть працювати одиночними й безперервними ходами. Для пуску й зупинки служить педаль. Число ходів  $65 \dots 8$  у хвилину.

Важільні ножиці застосовують для різання листового, сортового й профільного металу. Один ніж розташований горизонтально й нерухомо, другий пов'язаний із системою важелів. Невеликі ножиці приводяться в рух вручну, більші – електродвигуном через кривошипний механізм.

Особливо велике поширення одержали важільні ножиці з відкритим зевом – алігаторні (мал.121, кожух зубчасті передачі знятий).



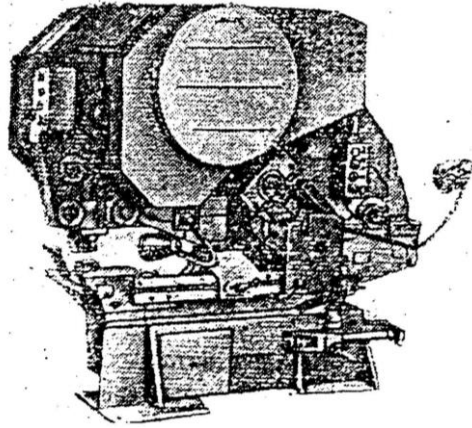
Мал. 121. Алігаторні ножиці

Ножиці складаються зі станини з нижнім нерухливим ножем, кривошипного механізму з горизонтально розташованим приводом, шестерної передачі з маховиком, рухливої щелепи й муфти включення. Пуск ножиців і зупинку здійснюють педаллю. Максимальний кут різа не перевищує  $13^\circ$ . Число ходів  $40 \dots 15$  у хв. На найбільш великих можна різати прутки діаметром до 125 мм, квадратний зі стороною 110 мм, профілю до №36.

**Однокривошипні ексцентрикові (кулачкові) ножиці** по конструктивних ознаках бувають відкриті, закриті й комбіновані.

Ножиці відкритого типу мають С-образну станину, на якій змонтовані всі механізми. Застосовують для різання круглих прутків діаметром до 90 мм, квадратного перетину 80x80 мм, смуг до 32 мм, для різання профілю до №16. Для різання сортового матеріалу встановлюють спеціальні змінні ножі відповідно до профілю металу, що розріжеться.

Ножиці закритого типу застосовують для різання смугового сортового й профільного металу. При цьому для різання смугового й квадратного металу використовують прямі ножі, для розрізки сортового спеціальні ножі, що мають форму оброблюваного профілю.



Мал. 122. Комбіновані ножиці

Комбіновані ножиці (мал.122) дозволяють виконувати кілька технологічних операцій: різання прутка, листа, пробивання дір. Число ходів 45...22 у хвилину. Можна різати аркуші товщиною до 32 мм, прутки діаметром до 85 мм, квадратний перетином 75...75 мм, профіль до №32.

На дискових ножицях метал ріжеться за допомогою обертових сталевих дисків. По числу ножів (дисків) бувають: однодисківі, парнодисківі й багатодисківі.

Однодисківі ножиці застосовують для поздовжнього різання дуже довгих ( до 15 м) листів під прямим кутом і під кутом 30...35° ( для зварювання й чеканки). У них один обертовий диск; другий ніж нерухомо закріплений до стола. Процес різання виконує верхній рухливий дисковий ніж, який на каретці переміщається уздовж станини.

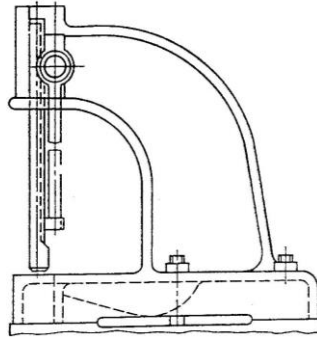
Після включення ножиців натисканням кнопки «Пуск» каретка починає рухатися й переміщається уздовж листа, що розрізається. Після розрізки листа каретка натискає на кінцевий вимикач, електродвигун реверсує, і каретка вертається у вихідне положення. Однодисківі ножиці широко застосовуються в суднобудуванні й т.п. Швидкість різання 0,3 м/с (18 м/хв), а товщина аркуша, що розріжеться, до 30 мм.

Парнодисківі можуть бути з паралельним розташуванням ножів, з похилим розташуванням нижнього ножа, з похилим розташуванням верхнього й нижнього ножів. Перші два типи застосовують для вирізки смуг з металу товщиною 2,5...30 мм. Третій тип застосовують для різання металу товщиною 2Ю5...20 мм по довільній кривій зі швидкістю 0,015...0,15 м/с (0,9...9 м/хв).

## Інші ковальсько-пресові машини

### Рейкові преси

Конструкція рейкових пресів заснована на використанні зубчастої рейки й зчепленого з нею зубчастого колеса. При рівномірному обертанні зубчастого колеса рейки одержують прямолінійний рух з постійною швидкістю. Така схема дозволяє одержати дуже великий хід, обумовлений тільки довжиною станини й рейки.



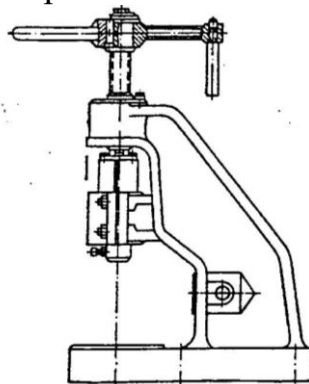
Мал. 123. Рейковий прес з ручним приводом

Рейкові преси використовують для витяжки гільз і т.п. Перевага велика хід при строго постійній швидкості. Можуть мати механічний або ручний привід.

Рейкові преси з ручним приводом (мал.123) дуже прості по конструкції. Вони складаються з литої чавунної станини, у верхній частині якої є розточення для повзуна й валика зубчастого колеса. Зубчасте колесо перебуває в зачепленні з рейкою повзуна й при обертанні рукоятки змушує його рухатися нагору й униз.

### Гвинтові преси

Призначені для витяжки. Мають великий хід. Ручні гвинтові преси (мал.124) використовують енергію маховика, виконаного у вигляді колеса, що розганяється від руки. Станини пресів відливають із чавуну. Гвинти звичайно мають трьох- или чотириходове різьблення.

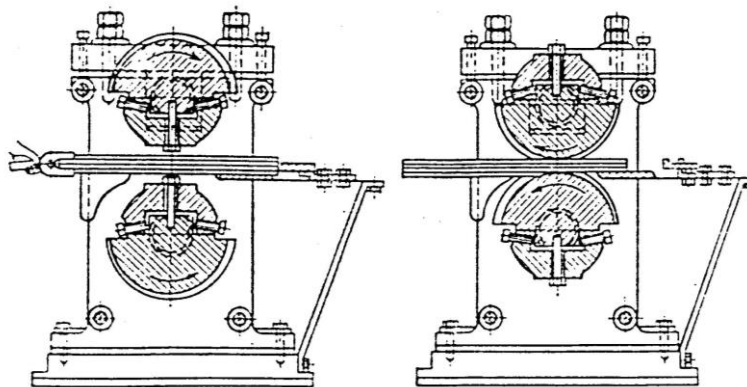


Мал. 124. Ручний гвинтовий прес

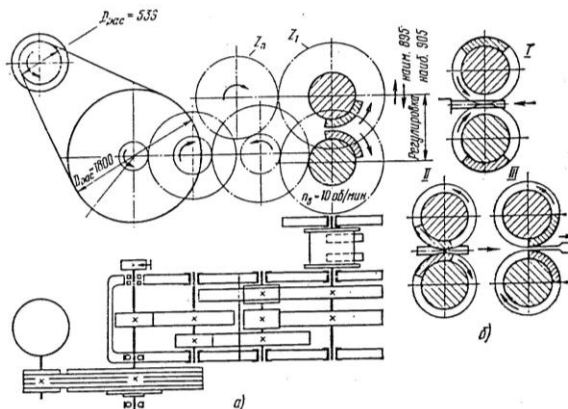
Гвинтові преси з механічним приводом приводяться в обертання електродвигуні через ремінну або зубчасту передачі.



## Кувальні вальці



Мал. 125. Ковальські вальці



Мал. 126. Вальці

Кувальні вальці (мал.125) займають проміжне положення між звичайними ковальсько-пресовими машинами й прокатними станами. На них заготовка обробляється за допомогою робочих валків, на яких закріплені штампи, виконані у вигляді секторів, що займають частину окружності валка. Штампи розташовані таким чином, що при обертанні валка захоплюють вкладену у вальці заготовку й обжимають її. Струмочок штампа має форму необхідного виробу. Валки приводяться в обертання від електродвигуна через ремінну й зубчасту передачі.

При обертанні валків штампи-сектори то зближаються, то розходяться. Заготовка, нагріта до кувальної температури, подається між валками в той момент, коли штампи розійшлися. При подальшому повороті валків штампи зближаються й деформують заготовку, надаючи їй потрібну форму й розміри. Кінематична схема кувальних вальців і схема деформації заготовки показані на мал. 126.

При штампуванні у вальцях метал заготовки деформується послідовно, вроздріб, і зусилля визначається лише площею, якою в цей момент штампи стикаються з металом заготовки. Тому необхідне зусилля звичайне менше ніж на інших машинах, для одержання такої ж заготовки.

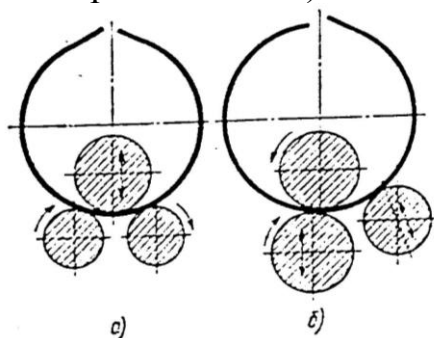
По конструкції кувальні вальці дуже прості, споживають невелику потужність і дозволяють виготовляти найрізноманітніші деталі. Продуктивність вальцювання перевищує продуктивність штампування в 10 раз і навіть більше. На кувальних вальцях виготовляють заготовки для шатунів, гайкових ключів, плоскогубців, ножиців і т.п.

Швидкість обертання вальців 80...20 оборотів у хвилину. Діаметри робочих вальців для важких штампувальних робіт 400...900 мм, консольних 120...320 мм, робочою довжиною вальців 120...320 мм.

### Ротаційно-згибальні машини

У ротаційно-згибальних машинах згинання й виправлення металу здійснюється за рахунок пропускання його між обертовими валками, розташованими таким чином, що заготовка одержує необхідну кривизну. Ці машини застосовують в основному для згинання в холодному стані листового й сортового прокату, профілів і сталевих труб.

По технологічному призначенню вони мають два види листозгинальні (для згинання листів товщиною до 50 мм і шириною 1200 мм) і сортозгинальні (для смуг, куточків і прутків діаметрів до 135 мм).



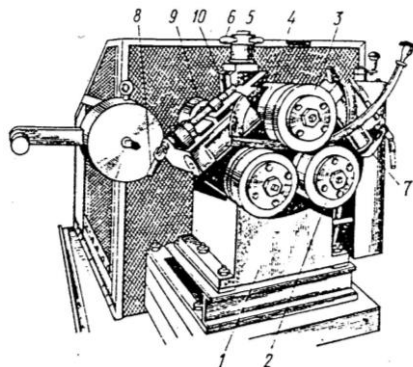
Мал. 127. Розташування валків в листозгибальних машинах

Найбільше поширення одержали тривалкові листозгинальні машини. Необхідна кривизна надається листу пропусканням його між трьома валками: двома нижніми й одним верхнім. Залежно від розташування валків розрізняють симетричні (мал.127, а) і асиметричні машини (мал. 127, б).

При симетричному положенні валків передній і задній краї аркуша залишаються прямими. Краї доводиться підгинати вручну або на спеціальному пристосуванні.

На асиметричних машинах згинається й задній кінець, що залишився не зігнутих передній кінець можна підігнути, знявши лист із машини й завівши його зворотною стороною. Це є перевагою асиметричних машин.

Взаємне розташування валків регулюють переміщенням підшипників, у яких вони обертаються.

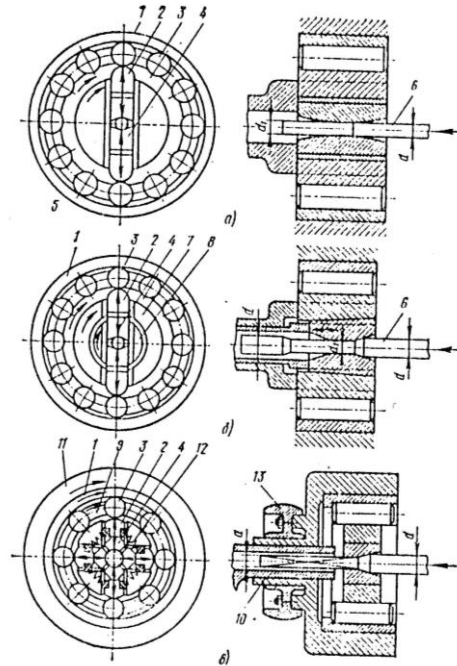


Мал. 128. Горизонтальна сортозгибальна машина

Сортозгинальні машини служать для згинання смуг, куточків, труб. Принцип роботи в них такий же, як і в листозгинальних: заготовка пропускається між трьома роликами. Ролики змінні, особливі для кожного профілю.

### Радіально-обтискні машини

Радіально-обтискні машини застосовують для виготовлення циліндричних, східчастих і конічних валиків, інструмента, конусних хвостовиків, велосипедних спиць, для обтиску труб, циліндрів і прутків.



Мал. 129. Радіально-обтискні машини

У цей час використовують радіально-обтискні машини трьох видів.

В одношпindelних машин (мал.129, а) при обертанні пустотілого шпинделя 5 повзуни 2 під дією відцентрових сил рухаються по його пазові й взаємодіють із циліндричними роликами 3, що опираються на нерухливу обойму 1. Взаємодіючи з роликами 3, повзуни 2 бойками 4 деформують заготовку 6.

На мал. 129, б показана схема двошпindelного механізму, застосовуваного якщо буде потреба деформації заготовки в середній частині. Повзуни 2, що рухаються в пазах зовнішнього шпинделя 7, на своєму шляху до осі входять у пази голівки внутрішнього шпинделя 8 і приводять його в обертання. Разом з ним приходять в обертання й бойки 4, розташовані в його пазах.

На мал.129, в приведена схема механізму обтиснення кільцевих машин. Шпиндель 10 нерухливий. Довкола нього обертається обойма кільця 1 із сепараторами 9 і циліндричними роликами 3, що впливають на повзуни 2. Повзуни вертаються в вихідне положення пружинами 12. Кільце 1, на яке опираються ролики, жорстко пов'язане з барабаном 11, а через нього – із приводним шківом 13. У цьому механізмі бойки не обертаються, а рухаються поступально.

Тому на кільцевих машинах можна одержувати вироби прямокутного або квадратного поперечного перерізу.

Звичайно обтиск заготовок проводиться не нагріваючи їх. Гаряча при діаметрах заготовки більш 50 мм.

Радіально-обтискні машини дозволяють обробляти заготовки діаметром 2...110 мм. Вони працюють при 1200...200 об/хв. Швидкість подачі матеріалу 6...2 м/хв. Число роликів в обоймі 10...20, число бойків 2..4.

### Запитання для самоперевірки

1. Класифікація кривошипних машин, застосування. Схеми кривошипних механізмів, принцип дії.
2. Загальна конфігурація кривошипного преса. Кінематика. Призначення вузлів, механізмів.
3. Станина кривошипного преса, її конструкція, методи виготовлення, матеріал.
4. Види кривошипних пресів. Особливості конструкції, застосування.
5. Шатуни кривошипних машин, їх конструкція.
6. Повзуни кривошипних машин, конструкція, призначення, матеріал.
7. Методи з'єднання шатуна з валом і повзуном. Регулювання ходу повзуна.
8. Запобіжні пристрої кривошипних пресів.
9. Конструкція фрикційних муфт і їх робота.
10. Конструкція стрічкового гальма кривошипних пресів. Регулювання зазору і натягу стрічки.
11. Конструкція виштовхувачів кривошипних пресів.
12. Горизонтально-ковальська машина (ГКМ), її призначення. Загальна конструкція. Кінематична схема, призначення вузлів.
13. Конструкція і застосування вигинальних машин - бульдозерів. Принцип роботи. Механізм привода.
14. Вертикально-ковальські машини, призначення, загальна конструкція, застосування.
15. Кривошипні преси для об'ємної гарячої штамповки. Конструкція, особливості роботи.
16. Фрикційні гвинтові преси. Особливості роботи застосування.. Вузли. Основні параметри.
17. Конструкція гільйотинних ножиць. Застосування.
18. Алігаторні ножиці. Особливості конструкції, застосування.
19. Висічні ножиці. Особливості конструкції, застосування.
20. Ковальські вальці. Принцип роботи, особливості конструкції.
21. Правила техніки безпеки при експлуатації кривошипних машин