

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА
МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Технологічні комплекси машинобудування»
для магістрів

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Спеціалізація Комп'ютерне моделювання і проектування процесів і машин

Краматорськ
2019

Лекція 1

ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА ЛІНІЇ МАШИНОБУДІВНИХ ЦЕХІВ. ВИЗНАЧЕННЯ

Один з прогресивних шляхів удосконалення кувально-штампувального виробництва на сучасному етапі - створення технологічних комплексів і автоматичних ліній для штампування деталей.. Основою технологічного комплексу в цьому випадку стає автоматизований або механізований комплекс, що замикає в собі технологічний цикл виготовлення деталі. Такий комплекс являє собою сукупність технологічного устаткування й засобів механізації й автоматизації основних і допоміжних операцій, розміщених на певній площі й призначений для виконання однієї або декількох операцій.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС - сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій.

Один з прогресивних шляхів удосконалення ковальсько-штампувального виробництва на сучасному етапі - створення

Автоматичні лінії й комплекси базуються на безперервному вдосконаленні технічних засобів: від простих механізмів до складних електронних систем (числового програмного керування, контролерів і ЕОМ).

У порівнянні з автоматизацією окремих пресів автоматизація цілих поточкових ліній забезпечує більш високу техніко-економічну ефективність, тому що відпадає необхідність у ручній праці при передачі заготовки від преса до преса й, отже, виникає можливість виключення людини із усього виробничого циклу.

Під механізацією виробничих процесів розуміють застосування енергії неживої природи в технологічному процесі або його складових частинах, повністю керованих людьми, здійснюване з метою скорочення трудових витрат, поліпшення умов виробництва, підвищення обсягу випуску і якості продукції.

Механізація спрямована на переклад окремих ручних операцій обробки виробів або інших допоміжних операцій на обслуговування пристроями, керованими операторами. При механізації функції робітника зводяться тільки до керування роботою, контролю якості й регулювання машин.

Під автоматизацією технологічних процесів варто розуміти застосування енергії неживої природи для виконання цих процесів або їхніх складових частин і керування ними без особистої участі людей, здійснюване з метою скорочення трудових витрат, поліпшення умов виробництва, підвищення обсягу випуску і якості продукції.

Автоматизація являє собою етап машинного виробництва, при якому людина звільняється від безпосереднього виконання функцій керування технологічними процесами. Ці функції передаються спеціальним керувальним пристроям. Робітник при автоматизації не приймає участі у виготовленні кожного виробу, а тільки спостерігає за роботою машини, її контрольних пристроїв, виконує первісне налагодження машини і її підналагодження для усунення відхилень від заданого процесу обробки,

Залежно від ступеня механізації й автоматизації основних і допоміжних операцій можливе створення автоматичних, автоматизованих (напівавтоматичних) і механізованих ліній.

Автоматичні лінії - це лінії, у яких повністю автоматизовані основні й допоміжні операції, а також процеси керування. На автоматичних лініях виготовлення деталі, їхня якість і задана продуктивність повністю забезпечується без втручання людини, за якою зберігаються лише функції спостереження за роботою лінії і її окремих пристроїв і механізмом.

Автоматизовані (напівавтоматичні) лінії - це лінії, у яких всі допоміжні операції здійснюються механізмами, що працюють в автоматичному режимі, а робітник спостерігає за правильністю виконання операції, підправляє деталі в штампі у випадку яких-небудь збоїв і управляє роботою пресів.

Механізовані лінії - це лінії, у яких поряд з автоматизованими залишаються й ручні прийоми при обслуговуванні штампом і керуванні роботою пресів. Відмінна риса цих ліній - можливість транспортування деталей без збереження строгої орієнтації, тому що укладання й фіксацію деталей на позиції обробки робітники виконують вручну.

Ковальсько-пресову машину називають автоматом, якщо вона виконує задану послідовність певних рухів, пов'язаних з обробкою деталі, без безпосередньої участі людей.

Розрізняють наступні види механізації й автоматизації: первинна й вторинна, часткова й повна, одинична й комплексна.

Під первинною механізацією або автоматизацією розуміють механізацію або автоматизацію технологічних процесів або їхніх систем, у яких до їхнього проведення використовувалася тільки енергія людей. Вторинна механізація - це механізація технологічних процесів або їхніх систем, у яких до її проведення використовувалася не тільки енергія людей, але й неживої природи. При вторинній автоматизації здійснюють автоматизацію технологічних процесів або їхніх систем, у яких до їхнього проведення використовувалася тільки енергія неживої природи. Механізація операції завантаження заготовок у штамп, що виконувалася раніше вручну, за допомогою завантажувального пристрою - це первинна механізація, а заміна завантажувального пристрою в автоматизованому пресі іншим, більш досконалим - вторинна автоматизація.

Під частковою механізацією або автоматизацією розуміють механізацію або автоматизацію технологічних процесів або їхніх систем, при якій частина витрат енергії людей замінена витратами енергії неживої природи. При механізації керування ручне, а при автоматизації - автоматичне. При повній механізації й автоматизації витрати енергії людей повністю замінені витратами енергії неживої природи.

Одинична механізація або автоматизація - це часткова або повна відповідно механізація або автоматизація однієї первинної складової частини технологічного процесу або системи технологічних процесів, крім керування при механізації й включаючи його при автоматизації. При комплексній механізації або автоматизації здійснюють часткову або повну відповідно механізацію або автоматизацію двох або більше первинних складових частин технологічного процесу або системи технологічних процесів. Механізація або автоматизація операції завантаження деталей у штамп - це одинична механізація або автоматизація, а механізація або автоматизація багатопозиційного штампування деталей - комплексна механізація або автоматизація.

При механізації й автоматизації необхідно вирішувати питання контролю, керування й інші питання автоматики.

Лекція 2

Структура ковальсько-пресового цеху машинобудівного підприємства

Ковальсько-пресовий цех (КПЦ) є самостійною у встановлених межах структурною одиницею машинобудівного підприємства та має своє керівництво і виробничий план. КПЦ відноситься до цехів основної (виробничої) групи, що призначені для виробництва заготовок (поковок і штамповок), необхідних для випуску основних виробів підприємства та їх подальшої обробки в інших цехах (наприклад, механічних) або відправлення замовнику без обробки. Також КПЦ виробляє заготовки для власних потреб підприємства, у тому числі постачає їх для забезпечення своєчасного виконання ремонтних робіт на його території.

КПЦ складаються з таких виробничих відділень: заготівного; ковальсько-пресового; термічного. Допоміжні служби КПЦ утворюють на базі дільниць поточного ремонту та обслуговування основного технологічного обладнання, засобів механізації та автоматизації, нагрівального та термічного обладнання, енергетичних установок, різного типу складів тощо.

Залежно від характеру виробництва КПЦ підрозділяють на:

- спеціалізовані, що випускають переважно технологічно однорідну продукцію;
- універсальні.

У зв'язку з тим, що КПЦ виготовляє поковки у відповідності до номенклатури, що випускається машинобудівним підприємством, а також для його власних потреб, виробництво в КПЦ є переважно одиничним та за окремими групами поковок дрібносерійним і серійним.

Для виробництва поковок КПЦ машинобудівного підприємства оснащується ковальсько-пресовим обладнанням, переважну більшість якого складають молоти та гідравлічні преси. Для поковок чорних металів в основному використовують два види вихідних заготовок – прокат різної форми поперечного перерізу та ковальські зливки.

Вихідні зливки направляються до нагрівального обладнання, а потім за допомогою транспортних засобів – до основного технологічного обладнання (пресів, молотів тощо). Після реалізації необхідних стадій технологічного про-

цесу потік металу розподіляється на два вантажопотоки – поковок та відходів. Після обробки тиском поковки надходять до термічних відділень, а потім, пройшовши пункти технічного контролю, направляються до механічних цехів на подальшу обробку або відправляються замовнику у вигляді заготовок без механічної обробки. Металеві відходи технологічних процесів КППЦ направляються на переробку до мартенівського та копрового цехів машинобудівного підприємства. Залежно від конкретних умов здійснення процесу обробки тиском може виникнути необхідність підігріву поковки, тому вантажопотік зливків, що підігрівають, зливається з потоком поковок, що направляють на підігрів.

Типові технологічні процеси виготовлення поковок, що реалізуються на базі КППЦ, включають такі основні етапи:

- нагрів металу під обробку тиском;
- обробка тиском (кування та штампування зі зливків або прокату);
- первинна термічна обробка поковок;
- вторинна (остаточна) термічна обробка заготовок.

Технологічний процес кування ведеться з використанням для поковок простої геометричної форми універсального кувального інструменту (плоскі та вирізні бійки, столи, прошивні, плити тощо), а для поковок складної геометричної форми – підкладних штампів. Процеси штампування заготовок, що у порівнянні з процесами кування виконують більш великими партіями, здійснюють переважно на штампувальних молотах. Для виготовлення поковок зі зливків використовують звичайні (основні) ковальські зливки, зливки зі збільшеною конусністю, подовжені, вкорочені, порожнисті та безприбуткові зливки, а також зливки спеціального призначення. У сучасних КППЦ термічну обробку поковок та заготовок здійснюють за ефективними режимами з використанням новітньої апаратури та програмного керування, контролю, реєстрації та регулювання параметрів теплових процесів.

При підборі для конкретного технологічного процесу обробки тиском необхідного ковальсько-пресового обладнання поковки класифікують за групами складності. Об'єднання поковок у групи складності здійснюється у відповідності до основних операцій кування (штампування), що виконуються в межах ре-

лізації технологічного процесу їх виробництва з застосуванням різних видів обладнання

Засоби механізації, що експлуатуються в КППЦ, залежно від їх призначення, можна підрозділити на дві основні групи:

- технологічні*, що обслуговують окремий агрегат, безпосередньо задіяні у виконанні технологічного процесу та є частиною виробничого агрегату – це ковальські крани, ковальські та інструментальні маніпулятори, монорейки, транспортери тощо;
- загальноцехового призначення*, що обслуговують увесь цех та здійснюють транспортування заготовок і поковок, обслуговування виробничого обладнання, підйомно-транспортувальні роботи при монтажі та ремонті агрегатів тощо.

Вантажопідйомність технологічних засобів механізації визначають, виходячи з максимальної ваги вантажу, яким необхідно буде маніпулювати в процесі реалізації технологічного процесу. До такого вантажу відносяться: зливки, білети, поковки та штамповки, мірні заготовки тощо.

Що стосується засобів загальноцехового призначення, то їх вантажопідйомність назначається з урахуванням максимальної ваги вантажу, який передбачається переміщувати при роботі цеху. Цим вантажем може бути метал, що транспортується по прольотах, поковки та відходи, деталі та вузли встановленого в КППЦ виробничого обладнання тощо.

Засоби механізації та автоматизації в КППЦ виконують такі технологічні та транспортні операції:

- садження заготовки або зливка в нагрівальну піч;
- захоплення і винос заготовки з нагрівальної печі та транспортування її до ковальського або штампувального агрегату;
- маніпулювання заготовкою при здійсненні технологічного процесу обробки тиском;
- видалення поковки або штамповки з виробничого агрегату та її транспортування і садження в термічну піч;
- видалення з агрегату відходів технологічного процесу;
- міжопераційний та остаточний контроль;

□ транспортування та заміна ковальського і штампувального інструменту, приладів та іншого устаткування тощо.

Кількість *мостових кранів загальноцехового призначення* визначають укрупнено за отриманим з практики експлуатації та проектування КПЦ показником – один кран на 40...50 м довжини прольоту або, виходячи з кількості вантажів та кількості необхідних операцій транспортування.

Ковальські мостові крани обслуговують виробничий агрегат та безпосередньо задіяні при виконанні технологічного процесу. Їх вантажопідйомність визначається максимальною масою заготовки, що обробляється, а кількість – особливостями технологічних процесів, що реалізуються, але не менше одного крана на агрегат.

Ковальські маніпулятори забезпечують механізацію процесів маніпулювання гарячими та важкими поковками, маса яких сягає 200 т.

У ковальсько-пресових цехах поруч з важкими засобами механізації (мостовими кранами та ковальськими маніпуляторами) експлуатуються також і засоби малої механізації – *інструментальні маніпулятори*. Їх використовують в основному для подачі інструмента в робочу зону основного виробничого обладнання КПЦ.

Разом з основними засобами механізації, що розглянуті раніше, використовується ціла низка допоміжних засобів. Доцільність їх застосування, визначення виду, кількості та вимог до техніко-технологічних показників залежить виключно від особливостей конкретного технологічного процесу та прийнятих схем його реалізації в КПЦ. До допоміжних засобів механізації можна віднести наступні. Для транспортування заготовок та напівфабрикатів відносно малої маси на короткі відстані можуть використовуватися :

□ *скати* для передавання заготовок і поковок круглого поперечного перерізу та *слизи* для поковок різних форм зі встановленням їх з нахилом від 1:10 до 1:15 для скатів та від 1:2 до 1:5 для слизів;

□ *рольганги* з нахилом у бік переміщення заготовок від 2 до 5 % висотою над рівнем долівки 0,2...0,8 м;

□ *транспортери* (пластинчасті, скребкові тощо) для передавання заготовок та убирання відходів зі швидкістю переміщення 0,5 м/с.

Для транспортування матеріалів та заготовок на значні відстані використовуються *конвеєри*, здатні переміщувати вантажі в горизонтальному і вертикальному напрямках та під нахилом. Вони забезпечують значне зменшення допоміжних площ та площ для проміжних складів КППЦ, простоту обслуговування у порівнянні з колісними видами транспорту, безперервність транспортування та виключення накопичення заготовок на окремих позиціях технологічного процесу.

Ручні візки застосовують для переміщення вантажів вагою до 750 кг незначних габаритів на невеликі відстані. *Електро- та автокари* вантажопідйомністю від 750 кг до 5т перевозять вантажі на будь-які відстані в будь-яких напрямках зі швидкістю 5...10 км/год. *Автовантажувачі* у порівнянні з електро- та автокарами мають можливість підйому вантажу на висоту близько 2,5 м. *Монорейки з тельфером* застосовують для переміщення вантажів вагою 150...500 кг при обслуговуванні, переважно, штампувальних агрегатів, молотів, горизонтально-кувальних машин, нагрівальних печей. *Поворотні крани* обслуговують в основному ковальські молоти з масою падаючих частин від 750 кг, іноді ковальські преси невеликих зусиль (до 10 МН) та важкі горизонтально-кувальні машини. *Шаржир-машини* призначені для завантаження та вивантаження печей в КППЦ. При цьому ці машини не беруть безпосередньої участі під час технологічного процесу обробки тиском – вони виконують функцію затиску нагрітого металу і доставку його до технологічних машин та навпаки транспортують оброблені поковки назад до печі. Їх вантажопідйомність знаходиться в діапазоні 5...20 т. Шаржир-машини обслуговують в основному групи ковальських пресів та молотів. *Поворотні столи* обслуговують ковальське обладнання разом з маніпулятором – заготовка з печі подається на поворотний стіл, звідкіля її бере маніпулятор. Ці столи здатні також кантувати заготовку на 180 °. Перелік наведених засобів механізації не є вичерпним. Він може бути розширеним залежно від номенклатури поковок, що виробляються в КППЦ, наявності та розміщення основного виробничого обладнання.

Лекція 3

Автоматизовані комплекси ковальсько-пресових цехів

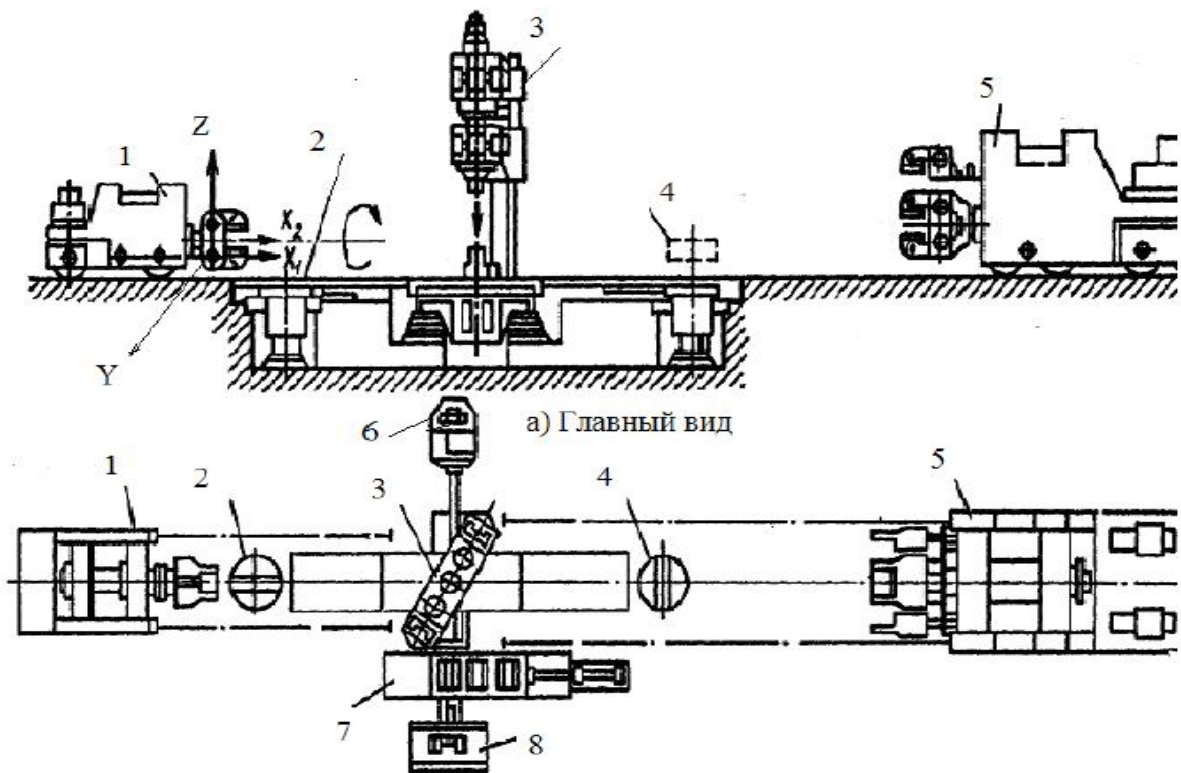
Для підвищення ступеня спеціалізації КПЦ на базі основного технологічного обладнання створюють ковальські комплекси: «прес – маніпулятор», «молот – маніпулятор», «піч – шаржир-машина – прес (молот) – маніпулятор». Це дозволяє покращити рівень механізації, автоматизації та програмного керування технологічним процесом обробки тиском, що у свою чергу, викликає впровадження новітніх технологій та підвищення техніко-економічних показників роботи КПЦ.

Сучасний рівень ковальсько-пресового виробництва дозволяє створювати високотехнологічні автоматизовані ковальські комплекси (АКК) на базі гідравлічних ковальських пресів різних зусиль, які працюють переважно від насосно-аккумуляторних станцій. Вони призначені в основному для виготовлення поковок гладких і східчастих валів круглого перерізу й довгих брусів квадратного й прямокутного перерізів. Такі поковки становлять звичайно 40 - 70 % загального обсягу (по масі) виготовлення кувань у ковальському цеху.

Застосування автоматизованих ковальських комплексів дозволяє збільшити продуктивність кування в порівнянні з установками на базі кувальних пресів з ручним керуванням і крановими кантувачами в 1,6 - 2,2 рази; скоротити чисельність бригади з 6 - 8 до 3 чоловік; підвищити точність кування; поліпшити умови праці й культуру виробництва в ковальсько-пресових цехах.

Програма роботи ковальського комплексу складається, як правило, для основних операцій кування. Всі допоміжні операції з програми виключаються через складність їхнього програмування й виконуються при ручному керуванні. У цьому випадку настає перерва в програмі й на табло оператора загоряється відповідне повідомлення. По закінченні виконання допоміжних операцій, наприклад, по закінченні заміни ковальських бойків і їхньому закріпленні на пресі, на табло оператора висвічується відповідне повідомлення про завершення операції. Після цього оператор комплексу переводить відповідний перемикач у положення «Програма», й комплекс продовжує працювати в програмному режимі

Для виконання основних технологічних функцій до складу кожного комплексу повинні входити наступні компоненти основного й допоміжного технологічного устаткування (рис. 1): кувальний прес; кувальний маніпулятор; підйомно-поворотний стіл; пристрій для зміни комплекту бойків; інструментальний маніпулятор, пристрій уведення й коректування керувальних програм. Для обслуговування комплексів призначене допоміжне обладнання КПЦ: печі нагрівальні з висувним подом, печі термічні з висувним подом, кран кувальний.



1 - маніпулятор; 2, 4 - поворотні столи; 3 - кувальний прес; 5 - кувальний маніпулятор; 6 - інструментальний маніпулятор; 7- пересувний стіл для бойків; 8 - пульт керування по основним технологічним переміщенням маніпулятора с захопленням у напрямку осей X, Y, Z.

Рисунок 1 Компонування автоматизованого кувального комплексу з програмним керуванням

Параметри й розміри АКК регламентує діючий ГОСТ 25354-82. До складу АКК можуть входити один або два маніпулятори. Номінальні зусилля пресів

АКК - 5, 8, 12,5, 20, 31,5, 50 МН. Кількість одночасно керованих координат - 5 для АКК з 1 маніпулятором і 9 - для АКК з 2 маніпуляторами. Дискретність завдання переміщення по осях - 1 мм, у полярних координатах - 1 градус. Вантажопідйомність маніпуляторів - від 2,5 до 70 тонн. В останній час з'явилися комплекси з пресами відповідно 130 та 150 МН.

На рис. 2 наведено склад обладнання автоматизованого ковальського комплексу «піч – шаржир-машина – прес – маніпулятор». Комплекс містить нагрівальні печі 1, напрямні бойків 2, гідравлічний прес 3, кувальний маніпулятор 4, пульт керування 5, пересувні бойки 6 та шаржир-машину 7.

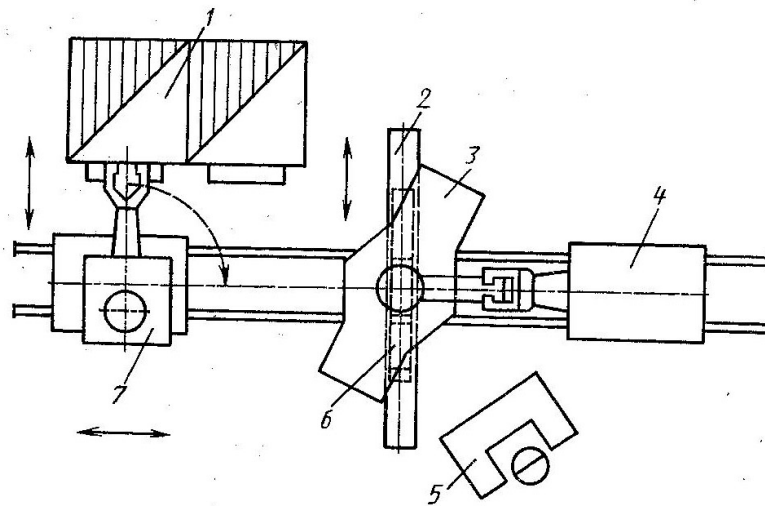


Рисунок 2 - План автоматизованого кувального комплексу піч – шаржир-машина – прес – маніпулятор

Заготовки нагрівають в печах 1 до температури, що перевищує температуру кування з урахуванням втрат тепла при транспортуванні. Шаржир-машина 7 своїм хоботом виймає заготовку з печі та по залізничних рейках транспортує до робочої зони пресу 3, де її перехоплює кувальний маніпулятор 4. Прес оснащений столом 2, на якому розміщені змінні бойки 6, які встановлюються в робочу позицію відповідно послідовності операцій кування. Керування комплексом здійснюється з пульта 5.

Лекція 4

Обладнання автоматизованих кувальних комплексів

Кувальні преси призначені для виробництва виробів з квадратним та прямокутним перерізом, валів, циліндрів, обичайок й інших деталей з вуглецевих, легованих сталей, сплавів титану й кольорових сплавів.

Преси мають вертикальну конструкцію з верхнім розташуванням робочих циліндрів і з приводом від насосно-акумуляторних станцій.

Конструкція пресів складається з нерухомих траверс - станини й архітрава, з'єднаних між собою колонами, по яких переміщається рухлива траверса. Робочі циліндри розміщені в архітраві, зворотні – в станині. Бойки пресу розміщують в станині та в рухливій траверсі. На швидкохідних гідравлічних пресах, що входять до складу кувальних комплексів, застосовують гідропружинний пристрій для кріплення верхнього бойка, що забезпечує його швидке й надійне кріплення до рухливої поперечки. Більш докладно конструкції кувальних пресів розглянуто в курсі ковальсько-штампувального обладнання.

Кувальний маніпулятор призначений для переміщення та позиціонування заготовки відносно бойків пресу і є машиною, що безпосередньо бере участь в процесі кування. Він є особливим типом промислових маніпуляторів та забезпечує:

- значні переміщення поковки (5...20 м);
- завантаження поковки в робочу зону виробничого обладнання з чітким її маніпулюванням та технологічним переміщенням у просторі;
- можливі силові впливи на поковку (збиття окалини, зминання необхідної частини заготовки, вилучення інструменту тощо);
- можливість одночасної роботи з поковкою декількох ковальських маніпуляторів або ковальського маніпулятора і мостового крана тощо.

Вибір типу ковальського маніпулятора здійснюється залежно від виду основного виробничого обладнання (статичної або динамічної дії), його силових характеристик та максимальної маси зливка (заготовки), що обробляється. Кількість маніпуляторів, одночасно працюючих з одиницею виробничого обладнання, визначається номенклатурою виробів та особливостями реалізації технологічних процесів, прийнятих у КПЦ.

Кувальні маніпулятори виконують однакові функції, але можуть дещо різнитись між собою за конструкційним виконанням. Розглянемо конструкцію на прикладі кувального маніпулятора фірми DAVY-LOEWY (рис.3)

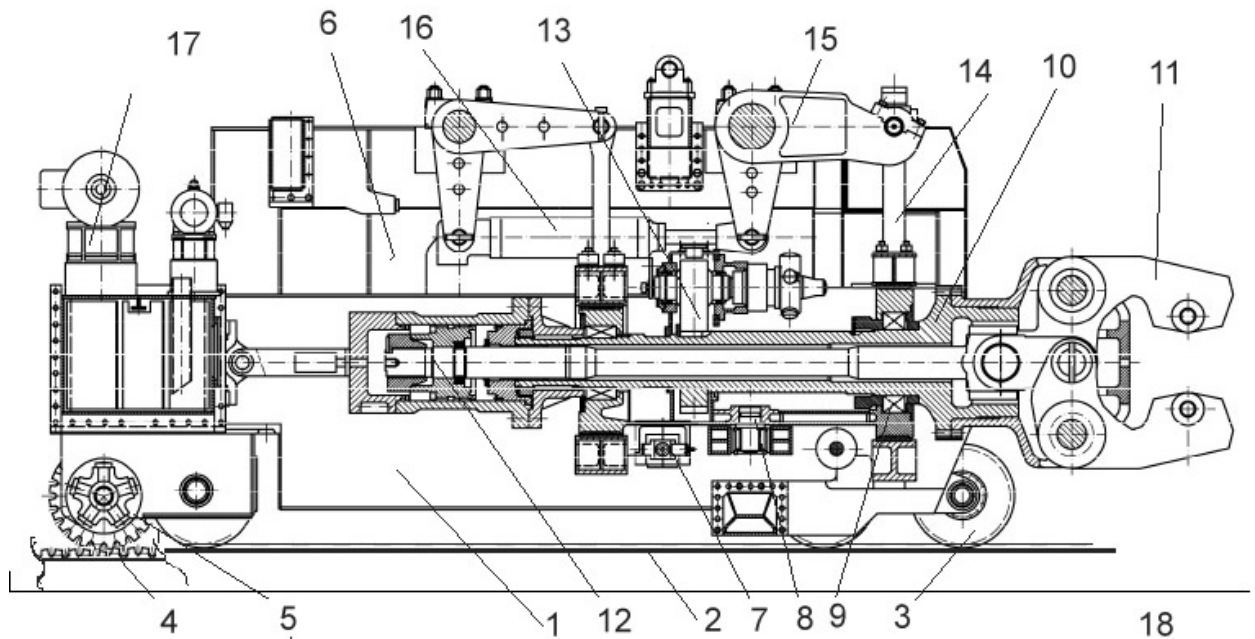


Рисунок 3 - Кувальний маніпулятор фірми DAVY-LOEWY

Маніпулятор складається з платформи 1, яка переміщується по залізничних рейках 2 на колесах 3. Кількість коліс визначається вантажопідйомністю маніпулятора. Паралельно залізничним рейкам 2 прокладені нерухомі зубчасті рейки 4, що входять в зачеплення з шестірнями 5, привод яких 17 розміщений на платформі 1. При обертанні шестірні 5 перекочуються по рейках 4 та рухають маніпулятор вперед –назад відносно пресу.

На платформі 1 встановлено каретку 6, на якій шарнірно закріплені двохплечі важелі 15, шарнірно з'єднані з тягами 14. В тягах на підшипниках 9 встановлена рука 10 маніпулятора з кліщами 11, які зводяться-розводяться гідроциліндром 12. Рука може обертатись вздовж своєї осі зубчастою передачею 13 для кантування заготовки.

Два двохплечих важелі 15 з'єднані гідроциліндром 16, з яким утворюють шарнірний паралелограм. При роботі гідроциліндру 16 важелі обертаються в рі-

зні боки, рухають в протилежних напрямках тяги 14 і хитають руку 10 в вертикальній площині на потрібний кут.

Поворот каретки 6 в горизонтальній площині виконують два гідроциліндри 7, які обертають її навколо осі 8.

Таким чином, маніпулятор забезпечує затискання заготовки в кліщах, пересування її до пресу та від пресу, обертання вздовж поздовжньої осі (кантування) та хитання у вертикальній та горизонтальній площинах.

Інструментальний маніпулятор використовують в основному для подачі інструмента в робочу зону пресу або молоту. За допомогою інструментальних маніпуляторів здійснюють:

- затискання, накладення та утримання накладних інструментів під час виконання технологічного процесу;
- клеймування заготовок;
- прикладення мірних лінійок та шаблонів;
- маніпулювання різакон при гарячому газовому різанні тощо.

Вибір типу та кількості інструментальних маніпуляторів залежить від компонування основного виробничого обладнання та планування самої технологічної дільниці обробки тиском. Інструментальні маніпулятори у вигляді поворотної обойми з розміщеними на ній у вертикальному положенні інструментальними штангами є більш компактними у порівнянні з напільними колісними інструментальними маніпуляторами. Механізми повороту обойми, підйому інструменту та переміщення маніпулятора виконують подачу під прес будь-якого зі встановлених на обоймі інструментів, повністю виключаючи ручну працю та забезпечуючи більш високий рівень автоматизації. Час, що витрачається на подачу інструменту, зводиться до мінімуму. Керування – дистанційне.

Інструментальний маніпулятор конструкції НКМЗ (рис. 4) містить основу 1, у напрямних якої розміщена плита 2 з механізмом 3 пересування. На плиті 2 жорстко закріплений циліндр 4 механізми підйому. На циліндрі 4 змонтована втулка 6 підйомно-поворотної обойми 7, зв'язана зі штоком 8 циліндра. На напрямних 12 підйомно-поворотної обойми 7 установлені повзуни 11. На втулці 6 є зуб 9, що контактує з відповідним пазом 10 одного з повзунів 11, що знаходиться на лінії пресу. З повзунами 11 шарнірно з'єднані інструментальні штан-

до преса й інструмент 5 устанавлюється по його осі під верхнім бойком. Після виконання технологічної операції (рубання, просічки і т.п.) маніпулятор переміщується від преса й штанга з 5 інструментом у зворотній послідовності повертаються у вихідне положення.

Лекція 5

Нагрівальні печі КПЦ

У ковальсько-пресових цехах для нагрівання металу використовуються різноманітні печі та інші нагрівальні пристрої. Вибір того чи іншого типу нагрівального обладнання залежить від таких факторів:

- типу виробництва;
- виду металу, що підлягає нагріванню;
- типу та габаритів заготовок;
- джерела тепла (виду палива) тощо.

В умовах ковальсько-пресового виробництва габарити заготовок, що обробляють тиском, можуть змінюватися в широкому діапазоні, тому печі повинні бути універсальними як з точки зору розмірів заготовки, що нагрівається, так і з позицій достатньої продуктивності. Цим умовам відповідають *камерні печі з висувним подом* (рис.5), що в більшості випадків обслуговують унікальне ковальське обладнання. Вони забезпечують безперешкодне завантаження та вивантаження металу, що нагрівається.

Полум'яний нагрів металу під кування є найбільш поширеним. Крім камерних печей з висувним подом також знаходять своє застосування:

- одно- та двокамерні печі з засувками;
- печі з обертовим подом;
- камерні щілинні печі;
- щілинні печі для місцевого нагрівання тощо.

Ковальські полум'яні печі працюють переважно на природному газу, рідше – на мазуті. Основними перевагами природного газу є відсутність твердих викидів продуктів горіння та висока калорійність. Джерело тепла ковальських нагрівальних печей вибирають індивідуально для конкретного виробництва з урахуванням таких основних факторів:

- вартість палива або енергії та їх витрата на 1 т нагрітого металу;
- технологічність нагріву;
- можливість автоматизації нагріву;
- санітарно-гігієнічні умови;
- особливостей виробничих площ тощо.

При виборі типу нагрівальних печей для конкретного обладнання слід дотримуватися таких рекомендацій.

Для нагрівання заготовок та зливків під кування на гідравлічних ковальських пресах, як правило, застосовують камерні тупикові печі з висувним подом. Гідравлічні преси зусиллям 5...15 МН можуть оснащатися камерними печами. У цьому випадку такі печі обслуговуються шаржир-машинами.

Для нагрівання заготовок під кування на молотах застосовують камерні печі.

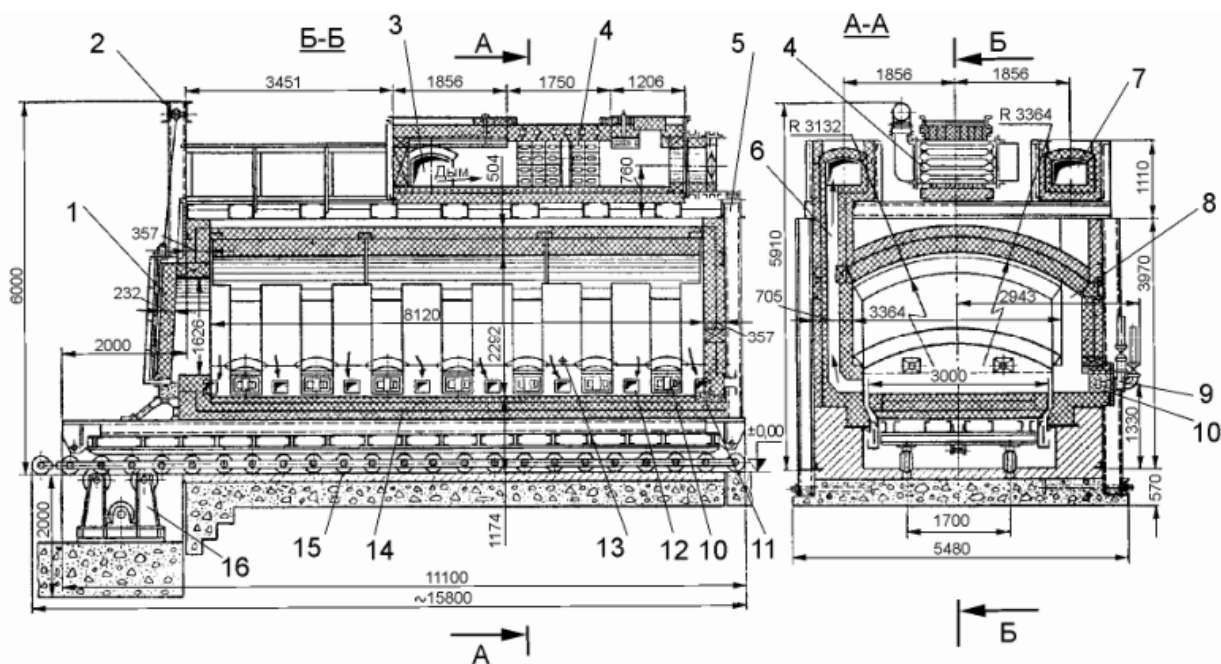
Для нагрівання заготовок під штампування можна застосовувати різні види електричного нагрівання – у печах опору, індукційними токами, контактним нагріванням тощо.

Камерні електропечі опору використовують в дрібносерійному виробництві. Вони прості за конструкцією, необхідним при їх експлуатації є застосування захисної атмосфери, але мають значні габарити при відносно невисокій продуктивності.

Електроконтактне устаткування застосовують для місцевого нагрівання заготовок незмінного перерізу.

Індукційне нагрівання застосовують при високому ступені механізації та автоматизації технологічних процесів.

Камерна піч з висувним подом приведена на рис.5. Стінки й склепіння печі футеровані вогнестійкою цеглою. У розігрітій порожній печі піднімається заслінка й подина, опираючись на ковзанки, викочується на площадку перед піччю. Часто замість ковзанок використовують колеса, що прикріплені до рами подини, які рухаються по спеціально покладених рейках. За допомогою піднімального крана на висунуту подину укладається садка металу в певному порядку. У цей час пальники не працюють, а стіни й склепіння інтенсивно віддають теплоту випромінюванням на те місце, де тільки що стояла подина. Тому місце під подиною повинне бути теплоізованим. Після завантаження всієї садки подина повертається назад, заслінка закривається й включаються пальники.



1 - заслінка; 2 – механізм підйому заслінки; 3 – димар для з’єднання збірних каналів; 4 – рекуператор; 5 – металевий каркас; 6 – підйомний димовий канал; 7 – збірні канали; 8 – робочий простір печі; 9 –пальники; 10 – пальниковий камінь; 11 – пісковий затвор; 12 – димові вікна; 13 - термопара; 14 – висувна подина; 15 – ролики; 16 – механізм переміщення подини.

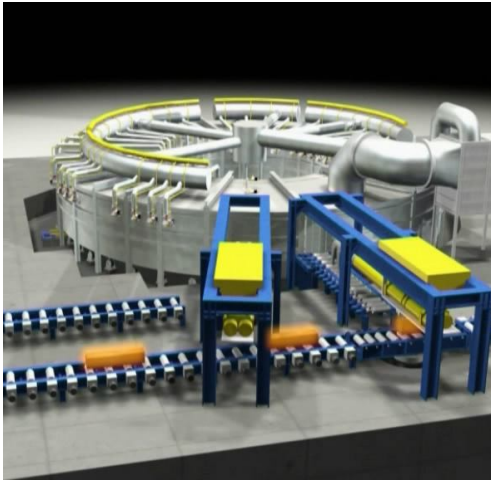
Рисунок 5 – Розріз полум’яної печі з висувною подиною

Пальники розташовуються в нижній частині бічних стін (на рис. 5 - 14 пальників; по 7 штук на кожній стіні). Часто пальники розташовуються у два ряди й спалювання палива практикується у форкамерах.

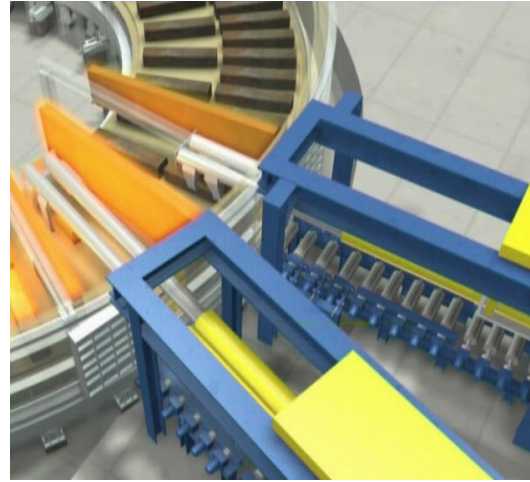
Продукти горіння видаляються з робочого простору через димові вікна в бічних стінках. У даному прикладі 16 каналів, по 8 у кожній стінці. Дим проходить по піднімальних димових каналах і надходить у збірні канали, розташовані уздовж стін печі над склепінням. Зі збірних каналів дим надходить у загальний канал, у якому перебуває рекуператор для підігріву повітря. Охолоджений у рекуператорі дим направляється в димар і викидається без очищення в атмосферу. Після завершення процесу термообробки подина викочується й метал замінюється на холодний. Далі процес повторюється.

Для заготовок простого перерізу, особливо у крупносерійному і масовому виробництві, економічно доцільно використовувати кільцеві печі з обертовою

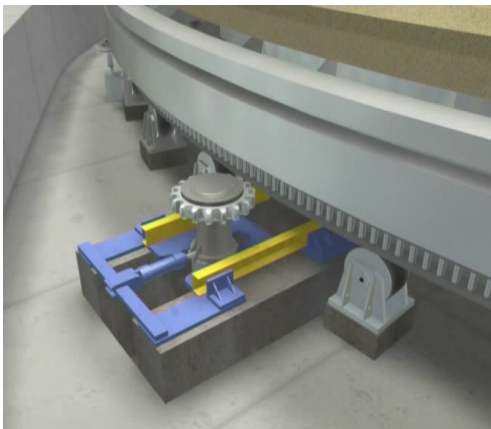
подиною (рис. 6). Піч складається з нерухомого циліндричного корпусу та рухомої обертової подини, встановленої на опорні ролики. По периметру подини закріплено зубчастий вінець, який приводиться шестірнею на валу двигуна-редуктора (див. рис. 6 ,в). Шестірня з приводом встановлена в напрямних і може виводитись з зачеплення гідروциліндром.



а



б



в



г

Рисунок 6 - Загальний вигляд (а), зона завантаження-вивантаження заготовок (б), привід обертання поду (в) та опорні ролики (г) кільцевої печі з обертовою подиною

Корпус печі має дверцята з розміщеними поряд пристроями для завантаження та вивантаження заготовок (на рис. 6,а,б, праворуч та ліворуч відповідно). Заготовки (на рис.6 квадратного перерізу) по транспортному рольгангу по-

даються до правого завантажувального рольгангу та гідравлічним штовхачем задаються на обертову подину печі. По мірі обертання вони нагріваються до температури кування и виймаються гідравлічним пристроєм на лівий вивантажувальний і далі на другий транспортний рольганг (див. рис. 6,а)

Печі для термічної обробки

У ковальсько-пресових цехах машинобудівних підприємств виконують такі види термічної обробки поковок:

- *первинну*, яка знижує твердість поковки для подальшої механообробки та підготовлює її структуру для остаточної термообробки – цю термообробку проходять поковки, які виготовляють з вуглецевої та легованої сталей, що підвергаються цементації, та поковки підшипникових кілець;
- *вторинну* (остаточну), метою якої є підготування структури, що забезпечує необхідні міцнісні властивості при помірній твердості – під час цієї термообробки поковки з середньо вуглецевої та поліпшуваної легованої сталей підлягають поліпшенню.

Для термічної обробки використовують переважно такі ж печі, як і для нагрівання. Найбільше поширення одержали печі камерні та камерні з висувним подом. Перші використовують для невеликих, а другі для поковок значної маси.

Що стосується печей з висувним подом, то крім печей з газовим опаленням останнім часом з'явилися електричні печі. На рис.7 представлена камерна піч з висувним подом моделі СДО. Вона призначається для термообробки великогабаритних виробів або контейнерів з виробами під гартування, відпалення, і інші термічні процеси. Електропіч являє собою горизонтальну теплоізольовану нагрівальну камеру у вигляді тупикового тунелю з висувним подом.

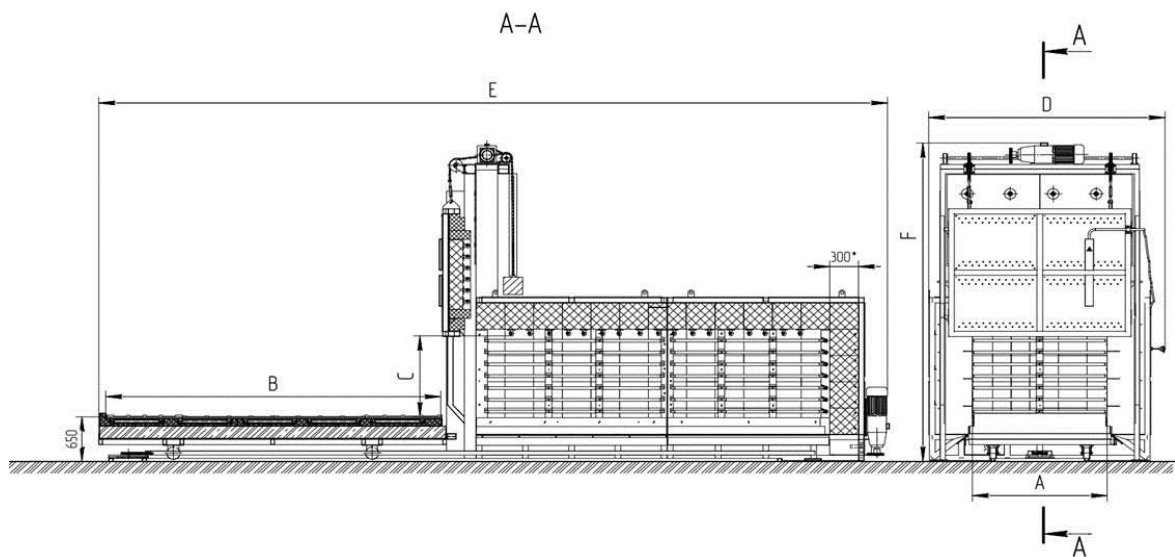


Рисунок 7 - Електрична піч з висувним подом

Каркас електропечі виконаний з металевих профілів, що обшиті зсередини кожухами, а зовні - декоративними панелями. Камера нагрівання печі виконується з волокнистих блоків і матів. Заслінка печі складається з металевого каркаса, зсередини футерованого вогнетривкими матеріалами. Заслінка печі обладнана електроприводом вертикального підйому двері. Висувний под печі представляє зварений металевий каркас у вигляді візка, зсередини футерований вогнетривкими. Викочування поду відбувається по рейкових напрямних за допомогою електромеханічного приводу з пристроєм плавного старту й гальмування. На поду теплоізоляцію й нагрівачі перекривають литі плити з жароміцної нікелевої сталі.

Нагрівання печі й садки виконується випромінюванням і конвекцією від електронагрівальних елементів, розташованих на бічних та задній стінках робочої камери, на двері й на подині. Нагрівачі виготовлені у вигляді спіралей з дроту сплаву Суперфехраль. Піч має підвищену потужність для швидкого розігріву садки. Електропіч оснащена системою автоматичного керування температурним режимом. Виконується автоматична реєстрація термічних процесів. Система керування електропіччю окрім ведення необхідних режимів забезпечує захист від аварійних і блокування від неприпустимих ситуацій.

Лекція 6

Промислові роботи

Класифікація промислових роботів

В наш час рівень автоматизації технологічних процесів у машинобудуванні взагалі та в штампувальному виробництві зокрема визначається широким впровадженням різноманітних по конструкції, складності виконання, принципу дії й функціональному призначенню промислових роботів (ПР), що входять разом з основним і допоміжним технологічним устаткуванням до складу роботизованих технологічних комплексів (РТК). Одна з основних переваг ПР - можливість швидкого переналагодження для виконання завдань, що розрізняються послідовністю й характером маніпуляційних дій. Тому використання ПР найбільше ефективне в умовах частої зміни об'єктів виробництва, а також для автоматизації ручної або малокваліфікованої праці.

Загальна класифікація робототехнічних систем наступна: маніпуляційні; рухомі мобільні; інформаційні й керувальні. Найбільш розвинені й набули практичного застосування маніпуляційні робототехнічні системи різних типів. Рухомі мобільні робототехнічні системи являють собою деякі платформи або шасі, переміщенням яких управляє автоматика. У промислових цілях вони використовуються для автоматичної доставки деталей і інструмента до обладнання і від обладнання до складів. На таких рухливих системах можуть встановлюватися маніпуляційні механізми. Вони можуть бути колісними, крокуючими, колісно-крокуючими, гусеничними, літаючими, плаваючими й т.п. Інформаційні й керувальні робототехнічні системи являють собою деякі комплекси вимірювально-інформаційних і керувальних засобів, що автоматично виконують збір, обробку, видачу й передачу інформації.

Розглянемо більш докладно клас маніпуляційних робототехнічних систем. Їх можна розділити на три види.

1. Автоматичні роботи, що рухаються, автоматичні маніпулятори й роботизовані технологічні комплекси.
2. Дистанційно керовані роботи, маніпулятори, технологічні комплекси.
3. Ручні, безпосередньо пов'язані з рухом рук, а іноді й ніг людини.

Системи першого виду застосовуються в основному в промисловому виробництві (промислові роботи й роботизовані комплекси), другого - головним чином в екстремальних умовах, тобто при наявності радіації, загазованості, вибухонебезпечності, умовах високих і низьких температур і тисків. Системи третього виду застосовуються для вантажно-розвантажувальних і важких робіт.

Автоматично діючі маніпуляційні роботи можна розділити на чотири роди (покоління): жорстко вбудовані, програмні, адаптивні й "інтелектуальні". Але оскільки жорстко вбудовані машини по суті ще не є роботами, їх можна визначити як нульове (модернізоване) покоління. Програмні роботи – перше покоління, адаптивні - друге покоління, інтелектуальні - третє покоління.

Жорстко вбудовані маніпулятори не мають програмних керувальних пристроїв, що перебудовуються, і являють собою різні за конструкцією механічні руки (автооператори). Вони жорстко зв'язані з іншим технологічним устаткуванням, підкоряються певній програмі технологічного процесу в цілому. Їхнє використання, зокрема, характерне для заміни ручної праці в масовому виробництві.

Програмні роботи (перше покоління роботів) мають керовані приводи у всіх шарнірах, їхня система керування легко переналагоджується на різні операції. Але після кожного переналагодження в автоматичному режимі вони повторюють багаторазово ту саму жорстку програму, створену для режиму роботи "Цикл", у строго визначених технологічних умовах, з чітко розміщеним устаткуванням і іншими предметами. Такою є більшість сучасних промислових роботів, що виконують допоміжні операції в штампуванні. Такий робот буде робити задані програмою рухи до повного виконання завдання. Крім того, він вимагає виготовлення технологічного оснащення, що впорядковує положення деталей. Але це зробити не завжди просто, а, головне, жорстке оснащення утрудняє переналагодження робота на нові операції. Тому доцільно буває ускладнити систему керування самого робота, тобто перейти до застосування другого покоління роботів.

Друге покоління - адаптивні роботи, тобто такі, які можуть самостійно в більшому або меншому ступені орієнтуватися в неоднозначно певній обстановці, пристосовуючись до неї. Для цього їх постачають, по-перше, необхідними

датчиками, що реагують на обстановку, і, по-друге, системою обробки інформації від датчиків для вибору сигналів адаптивного керування, тобто гнучкої зміни програми руху маніпулятора відповідно до фактичної обстановки. У наш час у таких системах широко використовуються компактні мікропроцесорні пристрої (контролери).

Третє покоління - інтелектуальні роботи з різноманітними сенсорними пристроями, з мікропроцесорною обробкою інформації, пристроями розпізнавання й аналізу ситуації, з автоматичним виробленням роботом рішення про свої подальші дії, для виконання потрібних технологічних операцій у невизначеній або мінливій обстановці - це роботи з елементами штучного інтелекту.

Для повної орієнтації об'єкта необхідні три ступеня рухливості, які звичайно реалізуються трьома обертальними парами, здійснюючи повороти захоплення в горизонтальній, вертикальній площинах і навколо осі захоплення. Тип робочої зони - одна з важливих характеристик. Це траєкторія, описувана при проходженні робочим органом гранично досяжних положень. Для загальної характеристики досить визначити тип робочої зони: робоча зона на площині, у сфері й об'ємі, обмежену поверхнею у вигляді паралелепіпеда, циліндра, кулі або їх комбінацій (рис. 8). Цим типам відповідають різні системи координат.

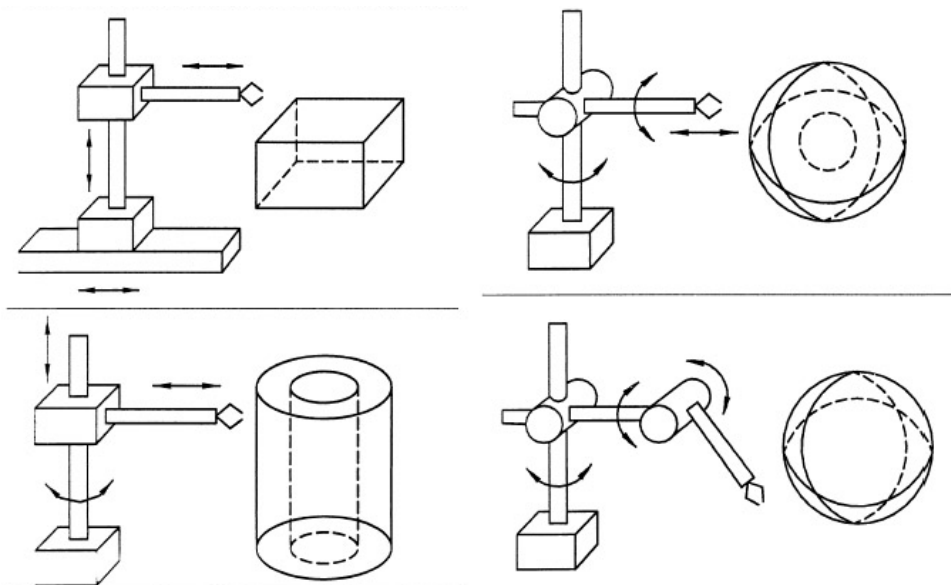


Рисунок 8 -Типи робочих зон ПР

Вантажопідйомність - це маса переміщуваних виробів і знарядь праці.

Підрозділяються на:

- надлегкі (ряд вантажопідйомностей 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1,0 кг);
- легкі (1,5; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0 кг);
- середні (16, 25, 63, 100 кг);
- важкі (160, 250, 400, 630, 1000 кг);
- надважкі (понад 1000 кг).

За типом приводів - пневматичний, гідравлічний і електромеханічний. Часто застосовують комбінації, наприклад, тип приводу захвату може відрізнитися від типу приводів ланок маніпулятора.

За типами систем керування розділяють за принципом керування: роботи з програмним керуванням, роботи з сенсорними чутливими пристроями й роботи зі штучним інтелектом. У першому випадку працює жорстка програма. У другому - керування ведеться з урахуванням фактичного стану зовнішнього середовища, у третьому - робот постачають чутливими сенсорними пристроями у вигляді тактильних, локаційних, телевізійних, оптичних і інших пристроїв. По виду систем керування (СУ) ПР СУ діляться на системи індивідуального й групового керування.

За типом руху по окремих ступенях рухливості системи керування ПР діляться на СУ безперервного (контурного) і дискретного (позиційного) керування рухом.

Під класом точності позиціонування й відтворення траєкторій звичайно розуміється абсолютна точність позиціонування захоплення, однак більш об'єктивно клас точності визначається відносною похибкою позиціонування або відтворення траєкторій. Відносна похибка - це величина, що характеризує точність ПР і рівна відношенню абсолютної помилки переміщення захоплення в задану точку до мінімальної відстані від осі найближчої до основи робота кінематичної пари до границі робочої зони, виражена у відсотках.

ПР розрізняють також по типах виконання - нормальне, пилозахистне, теплозахистне, вибухобезпечне й т.п.

Ще одна ознака - "призначення" по ступеню універсальності:

- спеціальні ПР - для деталей одного типу;

- спеціалізовані - для деталей одного класу;
- універсальні ПР.

Принципово ПР складаються з несучого корпусу (станини), розміщеного залежно від виконання на колісному (гусеничному) ході, магнітних подушках, порталах, нерухомо на фундаментах та ін. Побудова кінематичної схеми приводу основних ланок ПР включає один або кілька маніпуляторів з захоплювальним пристроєм. У конструкції ПР є приводи різного принципу дії (гідравлічний, пневматичний, електромеханічний, магнітний та ін.). Для роботи в автоматичному режимі до складу ПР входить програмний пристрій різного принципу дії або керуючі обчислювальні комплекси, у тому числі з властивостями виконання адаптивних або інтелектуальних функцій заданого рівня складності.

Розглянемо конструкцію ПР «Циклон ЗБ», що широко використовується в штампувальних роботизованих комплексах.

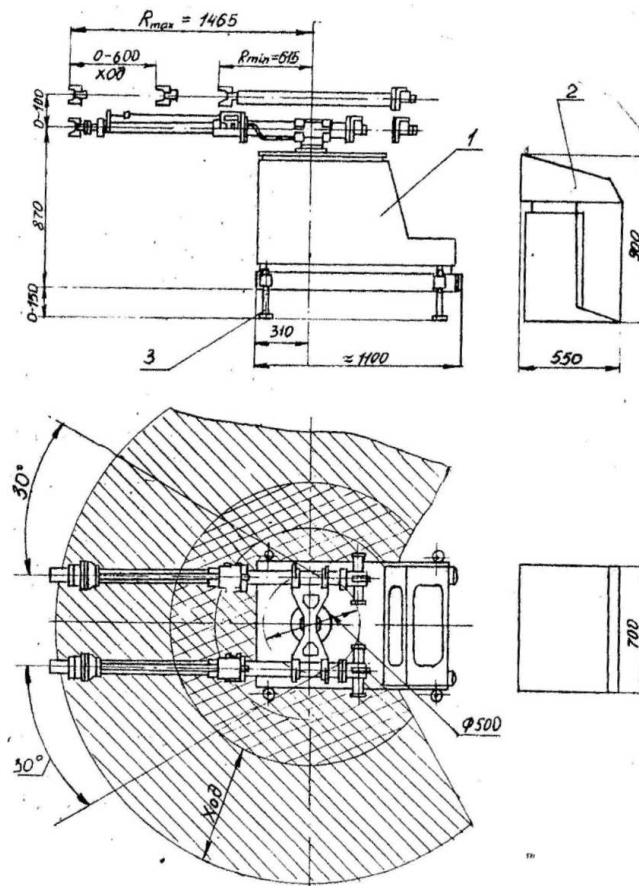
ПР "Циклон ЗБ" (рис. 9) призначений для механізації й автоматизації технологічних ділянок (ліній) у заготівельних цехах, пов'язаних з процесом холодного листового штампування в умовах масового й крупносерійного виробництва або інших аналогічних виробництв. Робот заміняє основних робітників на циклічно повторюваних, монотонних і небезпечних роботах з завантаження-розвантаження основного, а також допоміжного технологічного устаткування.

Робот може виконуватись одnorукиm або дворукиm.

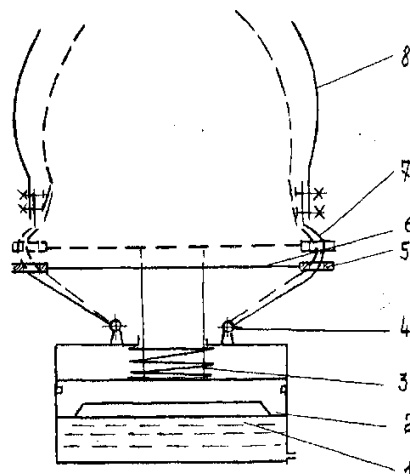
Розглянемо склад і принцип роботи механізмів маніпулятора.

Кліщі робота мають пневматичний привід. При подачі стисненого повітря в робочу порожнину пневмоциліндра 1 (рис. 10) шток-поршень 2 і водило 6, закріплене на ньому, переміщуються нагору, стискаючи пружину 3. Водило 6 пов'язане повзунами 5 з важелями 7. Повзуни 5 за рахунок переміщення в пазах повертають важелі 7 навколо осі 4. При цьому губки 8, закріплені на важелях 7, затискають деталь. Розкриття кліщів відбувається під впливом пружини 3 після скидання тиску повітря в робочій порожнині циліндра 1.

Привід повороту кліщів (рис. 11) складається з двох пневмоциліндрів 8 і 16, двох поршнів 9 і 14, гвинтів-обмежників 7 і 15, зубчастої рейки 10 і шестірні 11 в зачепленні з нею, що сидить па валу 13, який через шліцеву втулку 19



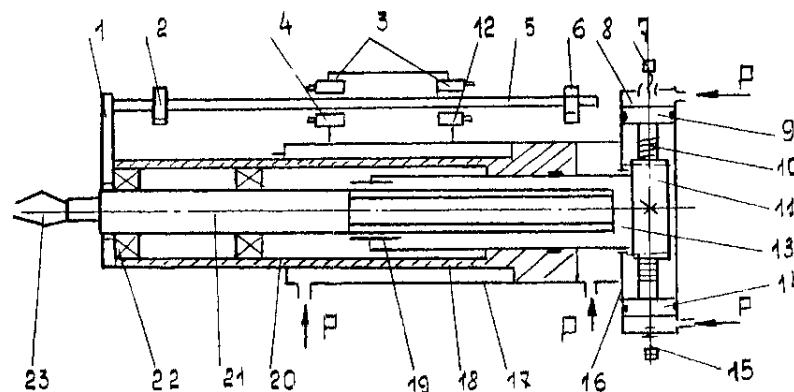
1 – маніпулятор, 2- пульт керування, 3 – установочні гвинти
 Рисунок 9 - Структурна схема промислового робота «Циклон-3б»



/ - пневмоциліндр; 2 - шток- поршень; 3 - пружина; 4 - вісь; 5 - повзун; 6 - водило; 7 - важіль; 8 - губки

Рисунок 10 - Конструкція кліщів ПР «Циклон-3б»

пов'язаний з валом 21. До останнього жорстко кріпляться кліщі 23. При подачі стисненого повітря у робочу порожнину одного з циліндрів поршень разом з рейкою рухається поступально, приводячи в обертання шестірні 11, вали 13, 21 і кліщі 23. Порожнина другого циліндра при цьому робить на скид тиску. Для повороту кліщів у протилежний бік стиснене повітря подається в другий циліндр. Максимальний кут повороту кліщів -180° .



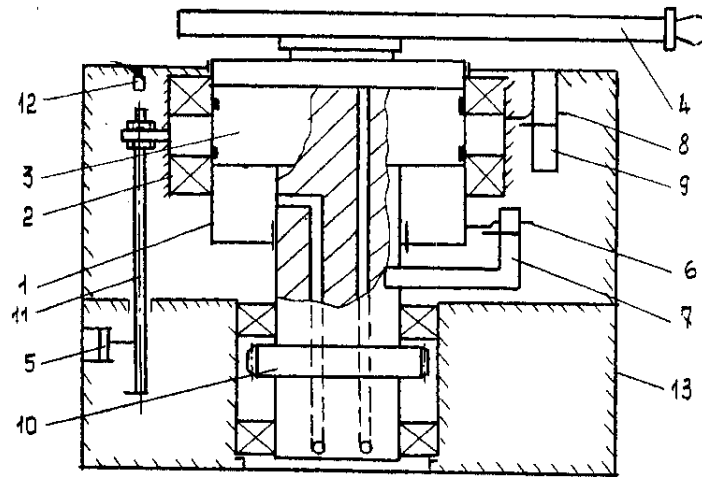
1 - поперечна планка; 2,6 - упор; 3 - датчик; 4,12 -гідродемпфер; 5 - напрямна; 7,15 - гвинт обмежувальний; 8,16- пневмоциліндр; 9,14 - поршень; 10 - рейка зубчаста; 11- шестірня; 13 - вал; 17 - пневмоциліндр; 18 - шток- поршень; 19 - втулка шліцева; 20 - втулка; 21 - вал; 22 - підшипник; 23 - кліщі

Рисунок 11- Механізми обертання кліщів і висування руки

Приводом висування руки є пневмоциліндр 17 (див. рис.11). У лівий фланець пневмоциліндру 17 запресована бронзова втулка 20, що є напрямною для шток- поршня 18. Усередині шток- поршня запресовані опорні підшипники 22, на які опирається вал 21. Шток- поршень через поперечну планку 1 жорстко зв'язаний з допоміжною напрямною 5, на якій кріпляться упори 2 і 6. Пересуваючи упори по допоміжній напрямній, можна регулювати хід руки. Поперечна планка 1 одночасно служить для утримання шток- поршня 18 від провертання відносно поздовжньої осі руки. Пневмоциліндр включений у пневмосистему за диференціальною схемою так, що штокова порожнина його постійно перебуває під тиском. Для висування руки стиснене повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра 17, і шток- поршень внаслідок різниці ефективних пло-

щин поршня починає переміщатися вліво разом з допоміжною напрямною 5 і упорами 2 і 6. Висування руки відбувається до зіткнення упору 6 з гідродемпфером 4. Одночасно упор 6 натискає на підпружинений палець датчика 3, що видає сигнал у систему керування про спрацьовування механізму висування руки.

Механізм підйому рук (рис. 12) складається зі шток- поршня 3, рухливого пневмоциліндра 1 з вилкою 6, колектора 2, що поступально рухається відносно напрямної 9. Рука маніпулятора 4 з кліщами кріпиться до верхнього торця пневмоциліндра 1.



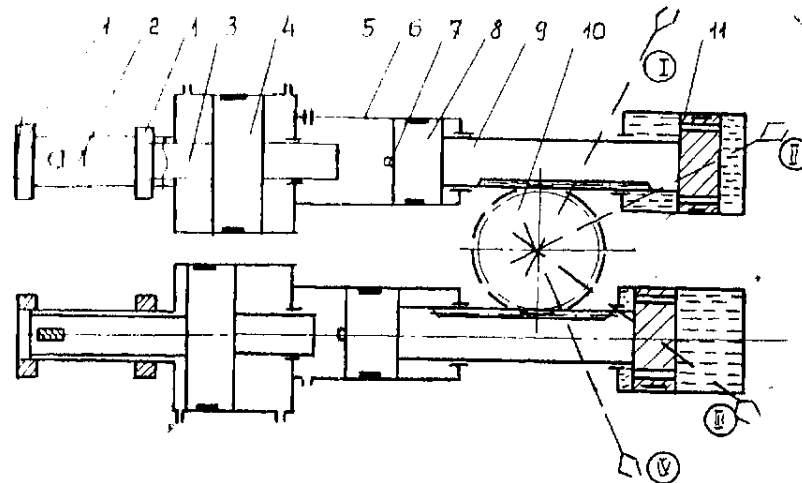
1 - пневмоциліндр; 2 - колектор; 3 - шток- поршень; 4 - рука; 5 - датчик;
6 - вилка; 7 - скалка; 8 - вилка; 9 - напрямна; 10 - вал- шестірня; 11- гвинт
регулювальний; 12 - гальмовий пристрій; 13 - корпус

Рисунок 12 - Механізм підйому рук

Для підйому рук стиснене повітря через отвір в шток- поршні 3 подається в поршневу порожнину пневмоциліндру 1. Причому шток- поршень 3 зафіксований від вертикального переміщення, а переміщається корпус пневмоциліндру 1 з закріпленими на ньому руками 4. Верхнє положення циліндра з закріпленими на ньому руками визначається положенням гвинта 11, що, упираючись у нерухливий корпус гальмового пристрою 12, перешкоджає подальшому переміщенню циліндра 1. Для пом'якшення ударів частин, що рухаються, об корпус

служить гальмівний пристрій 12 з поступально рушійним золотником: нагору - за рахунок натиску гвинта 11, долилиць - за рахунок стисненого повітря, постійно подаваного до гальмового пристрою. Крайні положення пневмоциліндру фіксуються за допомогою датчика 5.

Механізм повороту рук показаний на рис. 12 і 13. Привід механізму (див. рис. 13) складається з двох малих 6 і двох великих пневмоциліндрів 5. Штоки 9 поршнів 8 малих циліндрів виконані у вигляді зубчастих рейок, сполучених з шестірнею 10. На поршнях 8 закріплені гальмівні датчики 7, а на штоках 9-перфоровані поршні гідравлічних демпферів 11.



1 - гайка- упор; 2 - планка; 3 - шток; 4 - великий поршень; 5 - великий пневмоциліндр; 6 - малий пневмоциліндр; 7 - гальмівний датчик; 8 - малий поршень; 9 - шток- рейка; 10 - вал- шестірня; 11- гідравлічний демпфер

Рисунок 13 - Привід механізму обертання рук

На штоках 3 закріплені планки 2, які входять у прорізи на корпусах великих пневмоциліндрів 5. На корпусах у зоні прорізів виконана різьбова нарізка, по якій можуть переміщатися гайки- упори 1. Шестірня 10 нерухомо закріплена на шток- поршні 3 механізми підйому (див. рис.12). Для спільного повороту штока 3 і корпуса пневмоциліндру 1 з розміщеними на ньому руками 4 шток з корпусом з'єднані скалкою 7 і вилкою 6, які забезпечують їхній жорсткий зв'язок при повороті й ковзний - при підйомі рук . Шток 3 і корпус 1 установлені в колекторі 2 на підшипниках кочення.

Для повороту рук повітря подається в поршневу порожнину одного з малих пневмоциліндрів 6 (див. рис. 13), що зміщається вправо. При цьому рейка на штоку 9 повертає шестірню 10 разом з гідроциліндром 1 і руками 4 (див. рис. 12). Одночасно шестірня 10 (див. рис. 13) приводить рейку на штоку другого малого циліндра 6, поршень якого переміщається вліво до упору в шток великого пневмоциліндру 4. Тому що площа поршня 4 більше, ніж поршня 8, то при однаковому тиску повітря шток 9 малого пневмоциліндру гальмується й обертання шестірні 10 і всього механізму припиняється.

Фіксація рук у заданих положеннях, наприклад I-II (див. рис. 13), здійснюється регулюванням положень штоків пневмоциліндрів 5 за допомогою планок 2, які упираються в гайки 1. Переміщенням гайок-упорів 1 регулюється положення поршнів 4 і їхніх штоків при подачі тиску в пневмоциліндри 5, а отже, переміщення штоків 9 і рук робота до зупинки в заданому кінцевому положенні. Для усунення ударних навантажень приводу в кінцевих положеннях застосовують гідравлічні демпфери 11 у вигляді гідроциліндрів з перфорованими поршнями.

Лекція 7

Комплекси для об'ємного штампування

Для об'ємного штампування використовують механізовані комплекси з автоматизацією робочих ходів, автоматизовані робото-технічні комплекси та автоматизовані лінії. Загалом комплекси та лінії для гарячого та холодного об'ємного штампування відрізняються наявністю у перших обладнання для нагрівання заготовок та власне пресовим обладнанням, а засоби і структура пристроїв механізації та автоматизації в цілому є подібними. Тому більш докладно розглянемо комплекси та лінії гарячого об'ємного штампування.

До першого типу відносяться комплекси АККБ8040.01, АККБ8042.01 на базі КГШП зусиллям відповідно 10МН та 16 МН, призначені для гарячого об'ємного штампування заготовок, у тому числі заготовок шестірень з формоутворенням зубів, заготовок з витягнутою віссю з чорних і кольорових металів.

До складу комплексу входять (рис.14): прес 1, завантажник заготовок 2, механізм перекладання 3, вібрлоток 4, відвідний транспортер 5, грейферна подача 6, установка технологічного змащення 7, блок штампування, пристрій для зміни інструмента 8.

Технологічний процес одержання поковок складається з нагрівання заготовок в індукторі, транспортування заготовок від індуктора до прийомної площадки по ланцюговому транспортері завантажника заготовок 2, контролю механізмом відбраковування недогрітих і немірних заготовок, подачі кліщовим захоплювачем на позицію осаджування преса 1 (при штампуванні заготовок з подовженою віссю замість прийомної площадки встановлюється поворотна площадка), переносу заготовки по позиціях штампування грейферними лінійками 6 з приводом від механізму переналагодження. Вузли механізму змонтовані в корпусі, установленому на візку 3. Грейферні лінійки з упорами захоплень підвішені до механізмів змикання, підйому й поздовжнього переміщення, мають регулювання по висоті й оздоблені механічним пружинним запобіжником з електричним блокуванням, що забезпечує їхню безаварійну роботу.

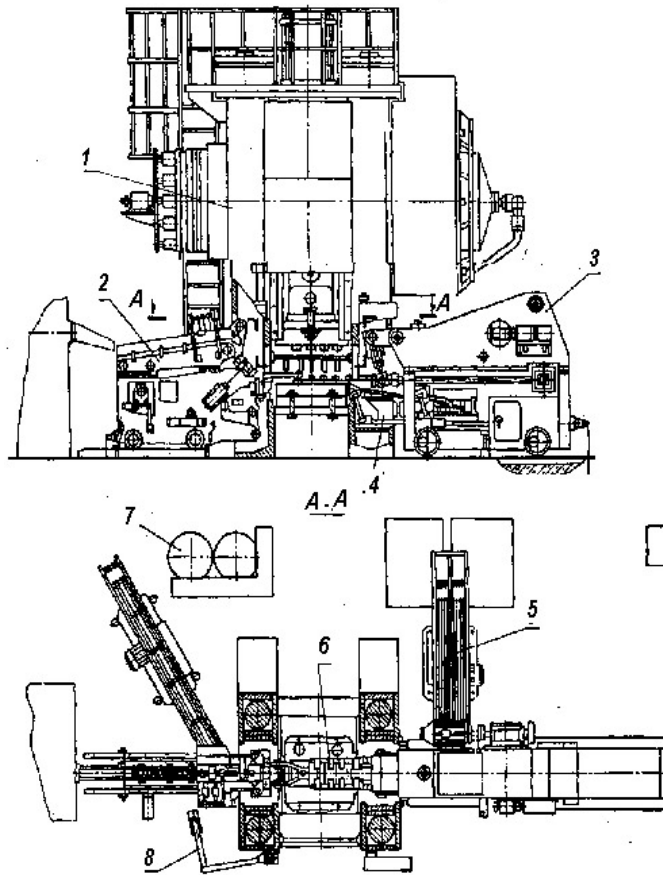


Рисунок 14 - Комплекс АКБ8040.01 (АКБ8042.01) на базі КГШП

Подавальні пристрої технологічних комплексів для штампування з одиничних заготовок.

Автоматизовані й автоматичні комплекси об'ємного штампування працюють з використанням одиничних заготовок. Вони включають механізми: накопичення й подачі вихідних заготовок (магазинний пристрій, бункер, живильник), а також маніпулювання вихідними заготовками, що подають їх у зону штампування, витягають зі штампа готові деталі і заготовки (маніпулятор, робот), видаляють вироби після штампування (механізм вивантаження, пневмосдувник). Найпростішим таким комплексом є розглянутий в попередньому пункті комплекс з пресу, оснащеного одним з видів живильників і подач. В основному застосовують шибєрні живильники, револьверні й грейферні подачі.

Шиберні живильники забезпечують поступальне переміщення штучних заготовок із зони завантаження в зону штампування. Вони виготовляються з приводом від преса або з індивідуальним приводом. Одна з принципових схем шиберного живильника наведена на рис.15.

Від поршня 1 пневмопривода через систему важелів 2, 3 передається рух повзуну 4 і від нього - шиберу 5. При ході поршня 1 на величину $h_{пш}$ важіль 3 гойдається з кутом хитання ρ . У результаті шибер здійснює зворотно-поступальний рух точки А на важелі 3. Шибер 5 пересувається вправо, захоплює чергову заготовку 7 і переміщає її на величину $h_{дм}$ у зону штампування.

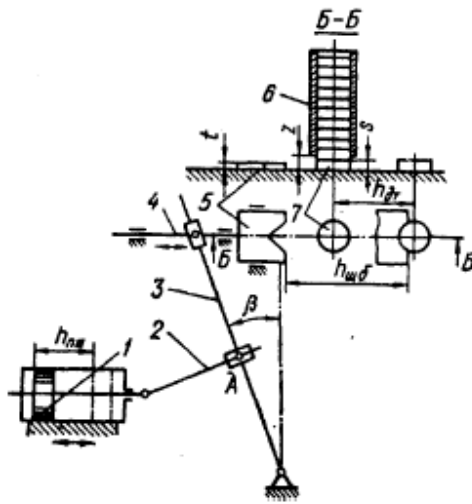


Рисунок 15 - Принципова схема шиберного живильника з індивідуальним пневмоприводом і важільним передавальним механізмом.

У магазині 6 заготовки переміщуються долілиць за кожний хід шибера. Умовою надійного захоплення заготовки є дотримання нерівностей $t < s$. Шиберний живильник може застосовуватися самостійно як шиберна подача, а також у сполученні з іншими подачами.

Револьверні подачі, (рис. 16) забезпечують транспортування штучних заготовок від місця завантаження до робочої позиції й далі - на позицію розвантаження.

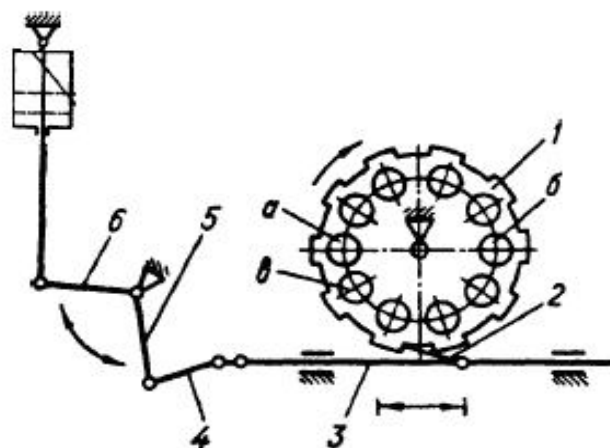
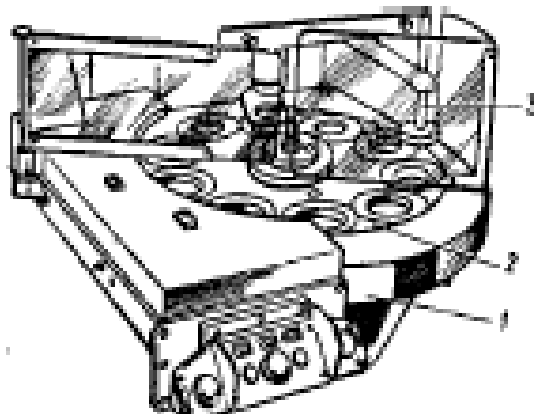


Рисунок 16 - Принципова схема револьверної подачі.

Привід подачі здійснюється або індивідуально з автоматичною синхронізацією з роботою преса (на рис.16), або від вала преса через планшайбу й тягу(така схема буде розглянута докладно в комплексах листового штампування. При цьому планшайба не має регулювання ексцентриситету пальця, оскільки крок подачі є постійним.) Далі через систему важелів 6-5- 4 рух передається повзуну 3. Рухаючись поступально, останній через собачку 2 приводить до переривчастого обертання в одному напрямку храпове колесо 1, сполучене з робочим револьверним диском. У гнізда револьверного диска вставляються заготовки, що транспортуються із зони завантаження *a* до зони штампування *б* і далі - до зони розвантаження *в*. У подачах є додаткові (у порівнянні з наведеною схемою) механізми, що забезпечують фіксацію диска, його завантаження й т.п. Загальний вигляд револьверної подачі наведений на рис. 17.

Грейферні подачі транспортують заготовку поступально. З їхньою допомогою заготовка може переміщатися в зоні штампування, займаючи чергові позиції при послідовному виконанні операцій. Основний елемент подачі - грейферні лінійки 1 і 2 (рис. 18). Вони переміщуються в такий спосіб: уперед на крок однієї позиції, а потім розсовуються в сторони на величину $h_{гр}/2$ (кожна).



- 1 - корпус подачі; 2 - револьверний диск з храповим колесом;
3 - виштовхувач готової деталі.

Рисунок 17 - Револьверна подача моделі РП20

Далі обидві назад на крок однієї позиції, і до осі - на величину $h_{гр}/2$ (кожна). У результаті такого руху лінійки захоплюють заготовку й за кожний цикл переносять її з I на II позиції, з II - на III, з III - на IV, з IV - на V і т.д. Таким чином, заготовка переміщується на відповідні позиції штампа. При ході назад лінійки повинні бути розсунуті на величину $h_{гр} > d - b_{гр}$, щоб заготовка залишалася на відповідних позиціях.

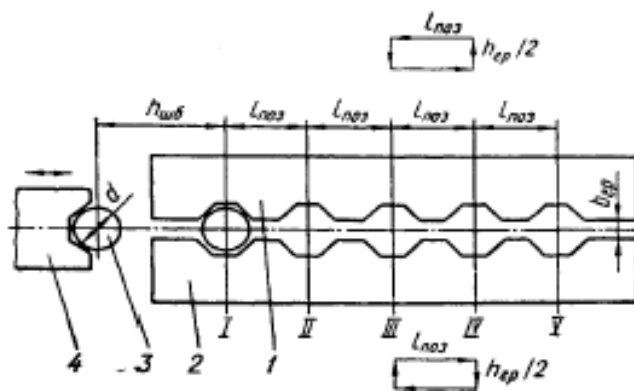


Рисунок 18 - Грейферні лінійки з шибєрним живильником.

Грейферна подача застосовується в сукупності з шибєрним живильником. Шибєр 4 подає вихідну заготовку 3, переміщаючи її із зони завантаження на крок

$h_{шб}$. на позицію I, звідки вона транспортується грейферними лінійками. Привід руху лінійок може бути індивідуальним і від преса.

Лекція 8

Робото-технічні комплекси гарячого об'ємного штампування

Робото-технічні комплекси (РТК) для гарячого об'ємного штампування створюються головним чином на основі КГШП. Компонування РТК з фронтальним розташуванням маніпулятора представлено на рис.19. Мірні заготовки завантажують у бункер автоматичного завантажувального пристрою 1, що по черзі подає заготовки в індукційний нагрівач 2. Нагріті заготовки від індуктора по лотку 3 і конвеєру 4, що рухається безупинно, попадають на прийомний стіл 5, де приймають орієнтоване положення. Далі маніпулятор 6 переносить заготовку на стіл КГШП, де в першому рівчаку штампа 7 проводиться осадка, у другому - штампування й у третьому- обрізка облою. Автоматичним пристроєм поковка скидається на лоток 9, а з його попадає по конвеєрі 10 у тару 11. Облой ПР 15 видаляється через бічне вікно преса на лоток 12, а потім по конвеєру 13 надходить у тару 14. У процесі роботи установкою 8 здійснюються змазування штампа й обдув штамів. Виштовхування виробу зі струмка штампа й підйом над лінією рознімання для захоплення рукою маніпулятора проводиться виштовхувачем.

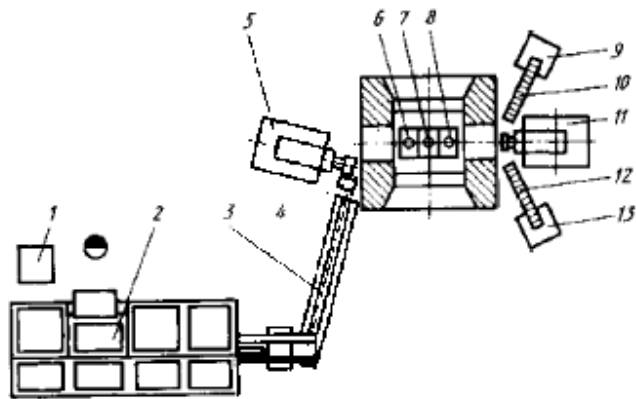


Рисунок 20 - РТК з розташуванням маніпуляторів в бічних вікнах пресу

Видалення виробу з обрізаним облоєм і висічкою робить ПР 11, що над конвеєром 10 перевертотом захоплювача скидає штампувальні відходи, що надходять потім у тару 9, а над конвеєром 12 звільняє вироб, що попадає в тару 13 готової продукції. Для надійного функціонування РТК такого типу потрібне застосування захоплювачів зі змінними в процесі штамповки розмірами захоплення.

Розглянемо різні варіанти РТК на базі КГШП. Для ефективної роботи ПР необхідна попередня механізація високого рівня з пристроями для виштовхування, змащення та очищення робочої зони від окалини. На рис. 21 зображено РТК на базі КГШП та обрізного пресів з фронтальним розміщенням двох ПР.

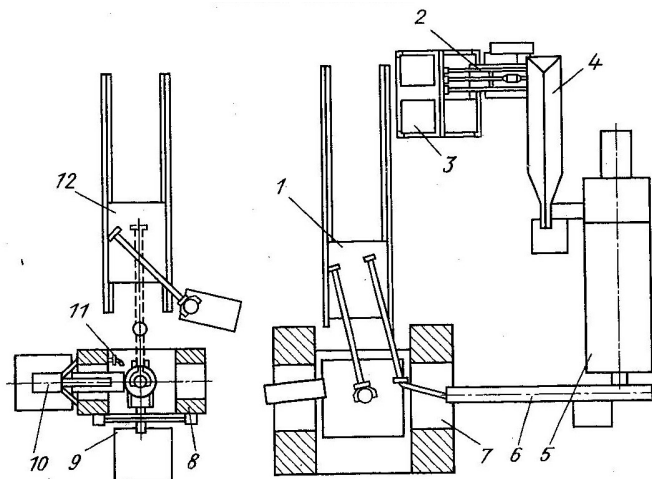


Рисунок 21 - РТК на базі КГШП і обрізного пресу

РТК на базі кривошипного гарячештампувального 7 і обрізного 8 пресів, а також двох фронтально розташованих роботів 1 та 12 типу "Циклон-5" призначений для автоматизації процесів гарячого штампування зубчастих коліс і обрізки облою з отриманих деталей (див. рис. 21). Автооператор (механічна рука) 2, оснащений магнітним захоплювачем, відокремлює одну заготовку від загальної маси заготовок, розташованих навалом у тарі 3, і поміщає її в лоток, що орієнтує, 4, який подає заготовку в ковальський індукційний нагрівач 5. З нагрівача заготовка конвеєром 6 подається до фіксованої позиції завантаження преса 7 зусиллям 25 МН. Робот 1 (дворукий) здійснює завантаження-вивантаження преса й передає штампування на лоток, звідки його бере робот 12 (однорукий) і завантажує в обрізний прес 8 мод. ДО9534. Готові штампування скидаються в тару механізмом 9. Облою і інші відходи віддаляються механізмами 10 і 11.

РТК у складі індукційного нагрівача 1, кувальних вальців 2 і КГШП 7 мод. МКП2500, що обслуговуються двома ПР "Циклон-36", показаний на рис.22. ПР 8 у дворучому виконанні розташований з тилу, а ПР 3 в однорукому виконанні - з боку преса. Фронт преса відкритий для підходу оператора. Заготовки надходять у тарі 9 на поворотний стіл 10. Автооператор 11, оснащений магнітним захоплювачем, відокремлює по одній заготівці з навалу й поміщає її на вібраційний конвеєр 12, що орієнтує, який транспортує заготовки в індукційний нагрівач 1.

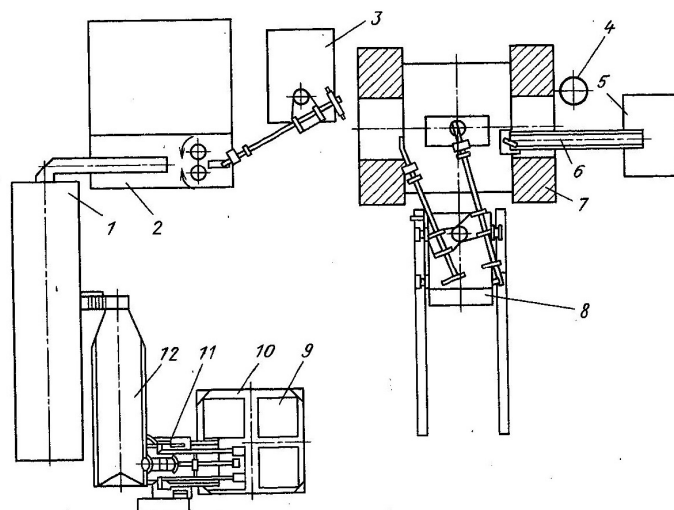


Рисунок 22 - РТК на базі кувальних вальців і КГШП

З нагрівача заготовка надходить у кувальні вальці 2, звідки вивантажується ПР 3, що передає її в прес 7 на першу позицію штампування. Другий ПР 8 забезпечує переміщення деталі по переходах штампування й укладає готовий виріб на конвеєр 6 для наступного переносу в тару 5. Установа 4 забезпечує змащення штампа.

РТК кування й штампування на молоті, розроблений для автоматизації штампування ручного інструменту масою до 2,5 кг показаний на рис.23

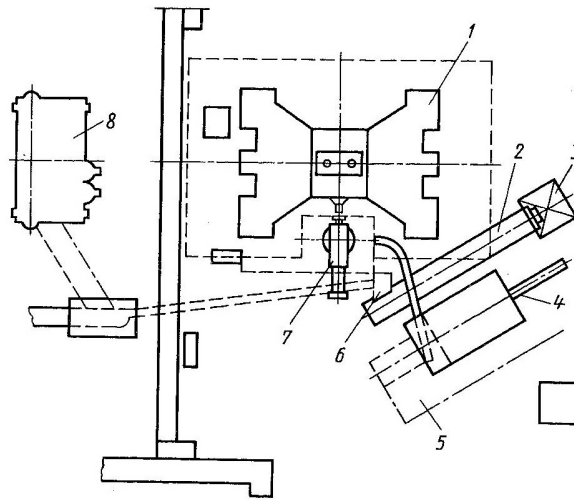


Рисунок 23 - РТК на базі молоту

Заготовки зі складу 4 завантажуються в нагрівальну прохідну піч 5 і після нагрівання виштовхуються на ковзало заготовок, де орієнтуються й скачуються на позицію завантаження гідропневматичного молота 1 мод. КШ-4. Робот 7 мод. М-4 перекладає заготовку в згинальний рівчак штампа молота. Після першого удару молота робот захоплює вигнуту заготовку, повертає її на 90° і перекладає в наступний штампувальний рівчак. Після виконання штампування робот бере кування й укладає її на ковзало 6 кувань 5, по якому вона зісковзує на конвеєр 2, що доставляє її в касету 3. Роботу молота забезпечує гідропневоагрегат 8.

Лекція 9

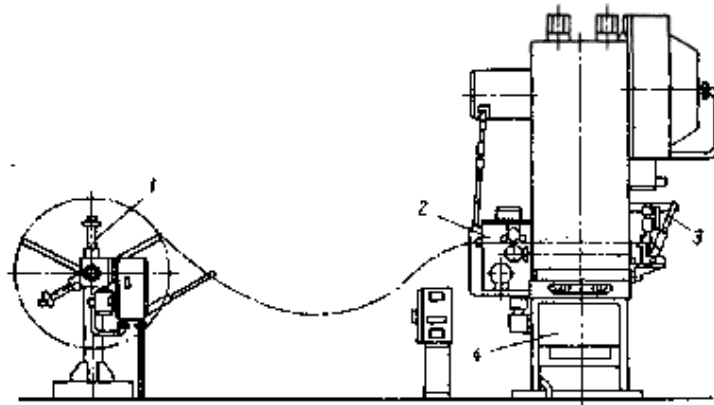
Комплекси для листового штампування Комплекси для штампування деталей з рулонного металу.

Штампування деталей з рулонного металу ведеться на автоматичних комплексах, оснащених рулоноподавальними механізмами й пристроями для видалення готових деталей і відходів. Розробку технологічного процесу для цих комплексів ведуть таким чином, щоб одержувати готову деталь шляхом її вирубки в штампі простої дії або з формозміною в штампах послідовної або сполученої дії без додаткових операцій штампування на іншому устаткуванні.

Склад і тип рулоноподавальних механізмів комплексу вибирають, виходячи з геометричних розмірів подаваного матеріалу й особливостей технологічного процесу штампування. При штампуванні деталей зі стрічки шириною до 20 мм і товщиною до 1 мм застосовують неприводний рулонорозмотувач, а пристрої подачі стрічки виконують з приводом від штампа або преса.

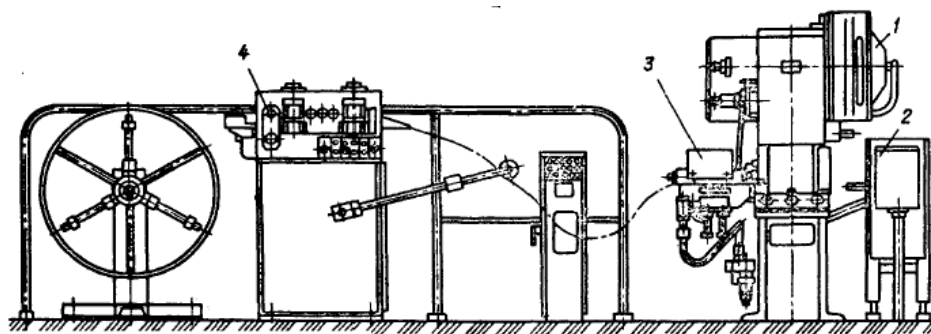
При використанні стрічки більшої товщини до складу комплексу включають правильний пристрій. При штампуванні деталей зі стрічки доцільно застосовувати двобічні пристрої подачі, а стрічку- висічку можна або намотувати на барабани намотувальних пристроїв, або подрібнювати на ножицях. При вирубці заготовок на швидкохідних прес-автоматах і при послідовному штампуванні для підвищення точності кроку подачі використовують приводні рулонорозмотувачі.

Комплекси для штампування з рулонного металу (рис.24, 25) включають наступне устаткування: правильно- розмотувальні або розмотувальні пристрої для розмотування рулону стрічки і її виправлень при необхідності з заданою швидкістю; валкові, роликово- клинові або клішові подачі, що дозволяють протягати стрічку крізь штамп з певним кроком і з частотою, відповідною частоті ходів преса; кривошипний прес, на якому встановлюється штамп, що здійснює необхідну операцію; ножиці для різання відходів або намотувальні пристрої, що забезпечують намотування залишків стрічки на барабан з необхідною швидкістю.



1 – розмотувальний пристрій; 2-валкова подача; 3-ножиці для різання відходів;
4- прес

Рисунок 24 - Схема комплексу устаткування на базі відкритих кривошипних пресів з односторонньою подачею для штампування зі стрічки



1 - прес; 2 - ножиці для різання відходів; 3 - кліщова подача; 4 – правильно- розмотувальний пристрій

Рисунок 25 - Схема комплексу устаткування на базі відкритих кривошипних пресів з кліщовою подачею для штампування зі стрічки з правильно- розмотувальним пристроєм

Рулон стрічки встановлюють на барабан правильно- розмотувального пристрою і фіксують на ньому по торцях і внутрішньому діаметрі. Для установки рулону стрічки з різними внутрішніми діаметрами використовують комплекти змінних накладок з інтервалом регулювання 5 мм по діаметру. За допомогою правильної голівки, оснащеної правильними тягнучими валками й щітками, стрічка змотується з рулону очищується від забруднення, правиться й подається

у валкову або іншу подачу. Подача автоматично переміщає стрічку в робочу зону штампа. Каретки подачі кріпляться до стола преса. Пристрій для двостороннього змащення стрічки перед штампуванням кріпиться до валкової подачі з боку робочої зони. Відпрацьована стрічка ріжеться ножицями на мірні частини потрібного розміру.

Правильно-розмотувальні пристрої

Призначені для одночасного розмотування й виправлення стрічки знакозмінім згином. Правильно-розмотувальні пристрої мають однакову принципову схему. Їх різниця складається в способі фіксації рулону, кількості правильних валків, конструкціях барабана й командоапарату.

Пристрій з фіксацією рулону по отвору складається з барабанного розмотувача з вузлами базування й кріплення рулону, а також правильного пристрою для протягання й виправлення стрічки (рис.26). На стійці 1 закріплений корпус 3. У ньому обертається вісь, на консолі якої закріплений барабан, що складається з основи 4 і секторів 5. За допомогою спеціальної важільно-гвинтової системи в результаті обертання гвинта 6 сектори 5 розсовуються або зближуються, фіксуючи або звільняючи рулон стрічки. Гвинт 6 обертають рукояткою, що налягається на його квадратний хвостовик 7.

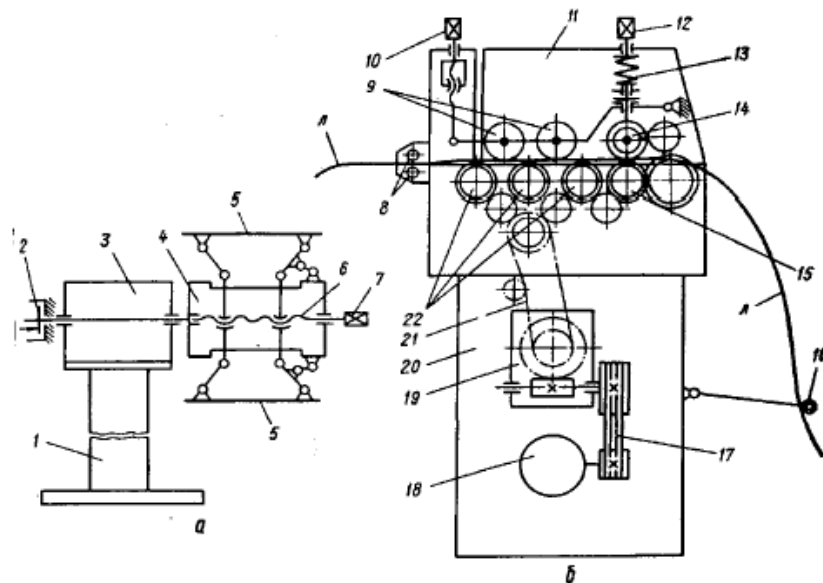


Рисунок 26 - Конструктивна схема правильно-розмотувального пристрою: розмотувач (а), правильний пристрій (б).