

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Запорізька державна інженерна академія



Г.О. Федьков
В.М. Хімін
Ю.Г. Кобрін

ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА за спеціальністю 8.05050311 «Металургійне обладнання»

Запоріжжя
2011

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Запорізька державна інженерна академія

ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМКИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Навчально-методичний посібник

для студентів ЗДІА за спеціальністю 8.05050311 «Металургійне обладнання»

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри МО,
протокол № 11 від 01.03.2011*

Проблеми та напрямки подальшого розвитку металургійного обладнання

Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА за спеціальністю 8.05050311 «Металургійне обладнання» / Укл.: Федьков Г.О., Хімін В.М., Кобрін Ю.Г. – Запоріжжя, 2011. – 80 с.

Укладачі:

***Г.О. Федьков, к.т.н., доцент
В.М. Хімін, к.т.н., доцент
Ю.Г. Кобрін, асистент***

Відповідальний за випуск:

***зав. кафедрою МО
професор, к.т.н. А.Я. Жук***

1 СКЛАД УСТАТКУВАННЯ ПРЕСОВИХ, ТРУБОПРЕСОВИХ І ВОЛОЧИЛЬНИХ ЦЕХІВ

Склад устаткування того або іншого цеху визначається видом продукції і вибраною схемою технологічного процесу. Основними видами продукції трубопресових і пресово-волоочильних цехів є дріт, прутки, труби, профілі, панелі і ін.. Для отримання цих видів виробів використовують різні технологічні схеми, вибір яких залежить від пластичності оброблюваного матеріалу, профілю виробу і інших чинників.

Основна технологічна схема виробництва дроту, прутків і профілів складається з операцій гарячого плющення круглої заготовки і подальшого волочіння. Останнім часом для отримання заготовки з пластичних металів (наприклад, чиста мідь) використовують спосіб суміщеного литва і плющення на ливарно-прокатних агрегатах.

Для отримання дроту з малопластичних сплавів, плющення яких через небезпеку появи тріщин проводиться з великим числом проходів, використовують схеми: гаряче пресування - волочіння або гаряче пресування - холодне плющення - волочіння. При невеликому об'ємі виробництва і великій номенклатурі виробів першу схему використовують і при виробництві дроту з високопластичних металів.

Фасонні профілі складної конфігурації, особливо тонкостінні, також виготовляються по схемі гаряче пресування - волочіння, оскільки при пресуванні можна одержати заготовку з поперечним перетином, максимально наближеним формою і розмірам до перетину готового профілю, що дозволяє різко скоротити число проходів при волочінні.

Тонкостінні труби з пластичних металів і сплавів виготовляють по технологічній схемі пресування-волочіння. Для отримання труб з малопластичних сплавів використовують схему пресування-холодне або тепле плющення на станах ХПТ або ХПТР - волочіння. Цей вид схеми широко використовується при виробництві труб з пластичних металів. Так, наприклад, на Кольчугинському заводі ОЦМ освоєна і упродовжена у виробництво схема виготовлення мідних труб, включаючи безокісне пресування, плющення на трьохнитковому ХПТ і бухтове волочіння.

Панелі одержують безпосередньо пресуванням з круглих суцільних, круглих порожнистих або прямокутних зливків.

При аналізі перерахованих технологічних схем виробництва виробів з кольорових металів і сплавів можна виділити основні групи устаткування, встановлюваного в трубопресових і пресово-волоочильних цехах: устаткування пресових установок, стани холодного плющення труб, волоочильні стани і ливарно-прокатні агрегати.

2 УСТАТКУВАННЯ ПРЕСОВИХ УСТАНОВОК

2.1 Суть і методи пресування металів

Суть процесу пресування полягає в **продавлюванні** металу заздалегідь нагрітої заготовки 1 (рисунок 2.1) через отвір в матриці 2. Заготовка поміщається в контейнер 3, а зусилля пресування створюється рухомим поршнем (шплінтоном) 5, який впливає на заготовку через прес-шайбу 4, що оберігає шплінтон від термічних дій. Профіль одержуваного виробу 6 визначається формою отвору в матриці.

Розглянутий метод пресування профілів суцільного перетину (прутків) найпоширеніший метод прямого пресування (назва методу визначається тим, що напрям руху шплінтона і напрям руху одержуваного виробу по відношенню до контейнера співпадають).

Метод прямого пресування застосовують і для отримання порожнистих профілів (труб). В цьому випадку в отвір матриці вводиться голка 7 (рисунок 2.2), яка і визначає розмір і форму отвору в трубі. При пресуванні труб використовують як порожнисті зливки, так і зливки суцільного перетину. У другому випадку процесу пресування передую операція прошивки зливка голкою, яка переміщається спеціальним прошивним пристроєм, встановленим на пресі.

В окремих випадках труби з алюмінієвих сплавів пресують із злиwkів суцільного перетину без їх попередньої прошивки. Застосовують в цьому випадку матрицю з вмонтованою голкою (язичкова матриця). Процес пресування через цю матрицю (рисунок 2.3) протікає таким чином. Метал зливка 1, рухомий в контейнері 3 під дією шплінтона 5 і прес-шайби 4, розділяється розсікачем 7 матриці 2 на два потоки. Ці потоки потрапляють в кишені 8 і під дією високого тиску зварюються, охоплюючи суцільною масою голку (язичок) 9 матриці, виконану за одне ціле з розсікачем. Остаточна труба 6 формується в кільцевому зазорі між каналом в матриці і голкою.

При прямому методі пресування метал рухається в контейнері, тому з'являються сили тертя між злитком і стінками контейнера. В цьому випадку повне зусилля (P), необхідне для здійснення деформації металу, знаходять по формулі [1]

$$P = P_M + P_{mp} + P_O + P_k \quad (2.1)$$

де P_M , P_{mp} , P_O , P_k - зусилля, що витрачаються відповідно на деформацію металу; на подолання сил тертя між зливком і стінками контейнера; на визначення сил тертя на поверхні обжимаючої частини вогнища деформації; на подолання сил тертя на поверхні калібруючого поясочка матриці.

Разом з прямим застосовують і метод зворотного пресування, при якому перебіг металу відбувається без переміщення зливка в контейнері. Це значить, що при пресуванні відсутні сили тертя між зливком і стінками контейнера, і

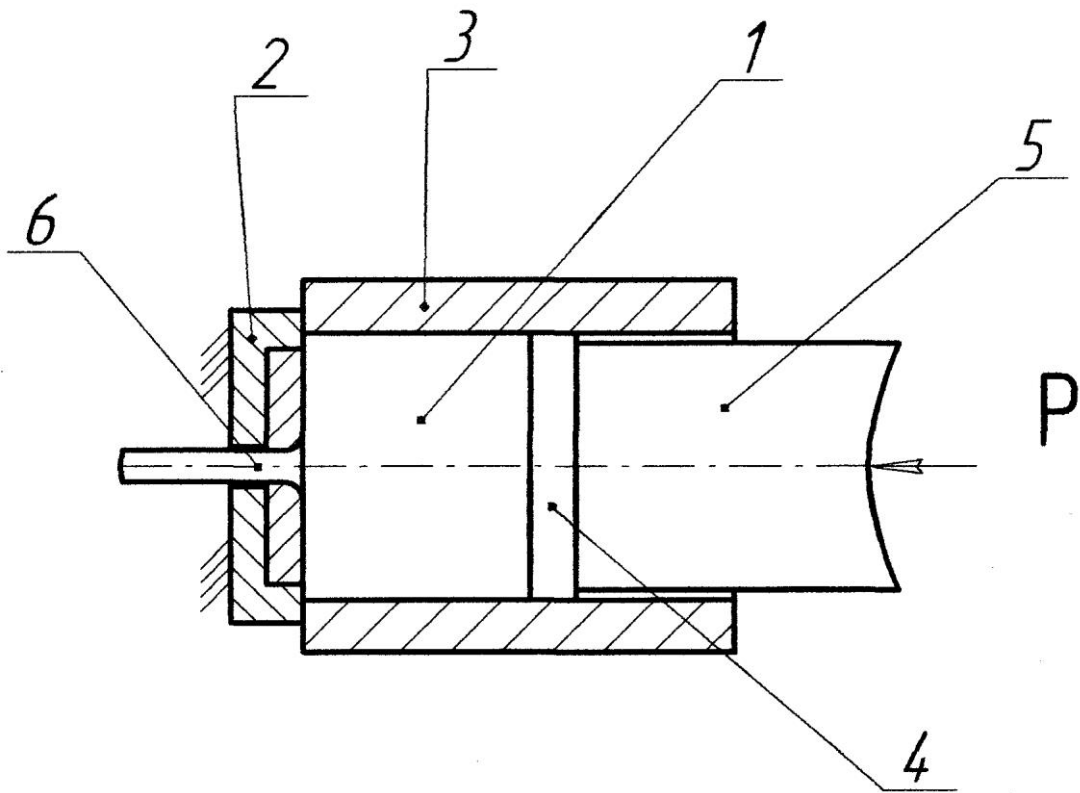


Рисунок 2.1 Схема процесу прямого пресування прутка

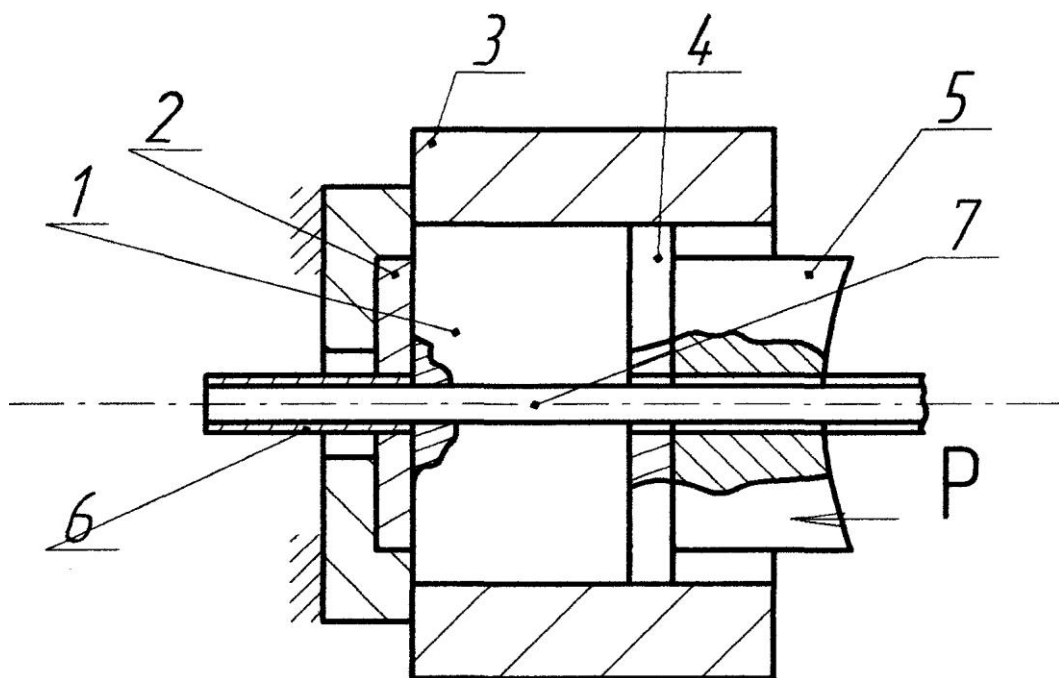


Рисунок 2.2 Схема процесу прямого пресування труб

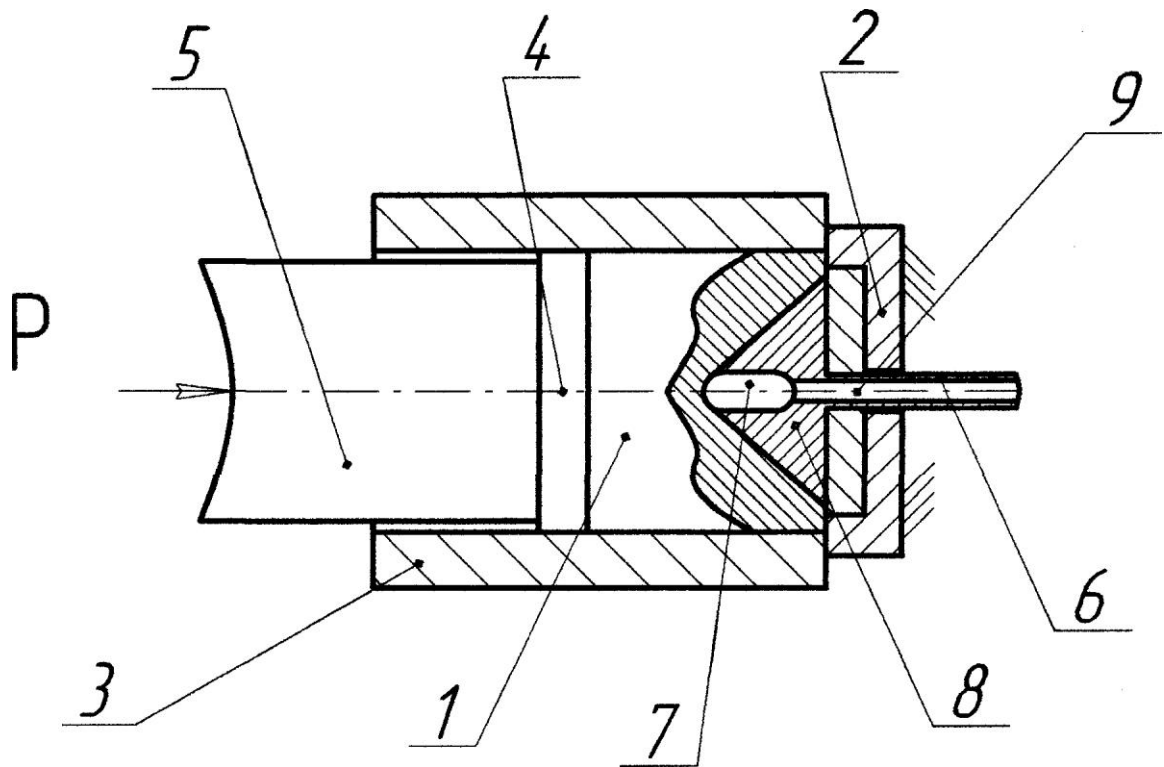


Рисунок 2.3 Схема процесу прямого пресування труби через язичкову матрицю

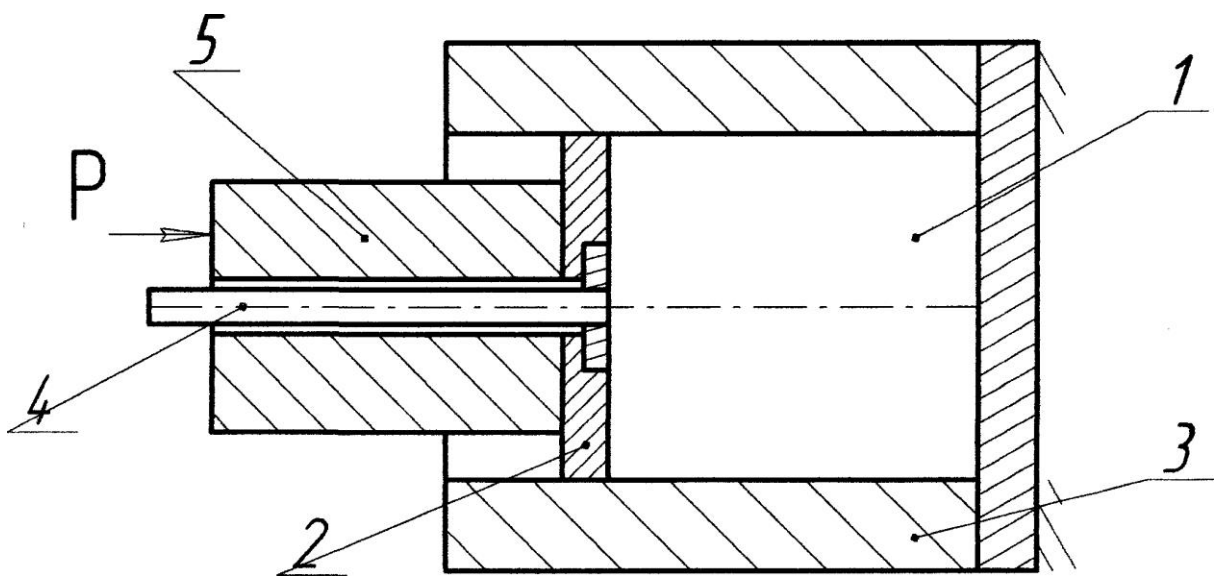


Рисунок 2.4 Схема процесу зворотнього пресування прутків

повне зусилля буде на 30 - 40% менше в порівнянні з прямим методом.

При зворотному методі (рисунок 2.4) порожнистий шплінтон 5 і поміщена на його кінці матриця 2 всовуються в контейнер 3 і метал 1 витікає в порожнину шплінтона, утворюючи виріб 4. Можливий варіант методу зворотного пресування, при якому рухомий контейнер насувається із зливком на порожнистий шплінтон. Метод зворотного пресування використовують і при пресуванні труб [1]. Здійснюючи зворотне пресування на пуансон (шплінтон), одержують труби великого діаметру (300 ... 400 мм).

При цьому методі (рисунок 2.5) матрицею служить контейнер 1. Метал зливка 2 тече в напрямі, зворотному руху пуансона 3, утворюючи трубу 4.

Разом з великою кількістю варіантів прямого і зворотного методів пресування [1], у виробництво починають упроваджуватися і такі прогресивні методи, як гідростатичне пресування, комбіноване пресування, пресування з протитиском.

В процесі пресування одержують заготовки для подальшого волочіння або подальшого плющення на верстатах ХПТ, а також готові вироби, діапазон розмірів яких характеризуються наступними показниками в межах: діаметр прутків – 3 ... 350 мм, діаметр труб – 20 ... 560мм і товщина стінки труб – 1,5 ... 15 мм.

Процес пресування металів за своїм принципом співпадає з процесом отримання свинцевих труб, відомим з 1797р. [1]. При цьому процесі рідкий свинець з чавунного казана видавлювали ручним насосом через довгу трубу, яка виконувала роль матриці. Під час видавлювання свинцю в трубу вводилася голка і утримувалася в ній концентрично. Процес видавлювання свинцевих труб поступово удосконалювався і мабуть, послужив прообразом до створення першого преса для видавлювання латуні. Такий прес був запропонований А.Діком в 1894 р.

Цей прес призначався для пресування рідкого сплаву, і тому контейнер горизонтального преса встановлювали з можливістю повороту. Після заливки рідкого металу і його застигання контейнер повертали в горизонтальне положення і проводили процес пресування.

Надалі процес заливки рідкого металу в контейнер замінили попереднім відливанням зливка з подальшим нагрівом його до необхідної температури. Перший горизонтальний прес, що працює за цим принципом, був побудований в 1895р. Він розвивав питомий тиск на прес-шайбу до 350 МПа.

Пресування сплавів, багатших міддю і міцніших, зажадало збільшення питомого тиску і повного зусилля преса. З'явилися преси із зусиллям пресування до 20 МН, почалося застосування інструменту з жароміцної сталі з великим змістом вольфраму. Крім пресування прутків почали пресувати і труби з різних кольорових металів. В даний час зусилля, що розвивається діючими пресами, досягло 350 МН.

Пресування металів і сплавів як метод отримання різних профілів в даний час знаходить все більше розповсюдження зважаючи на наступні переваги:

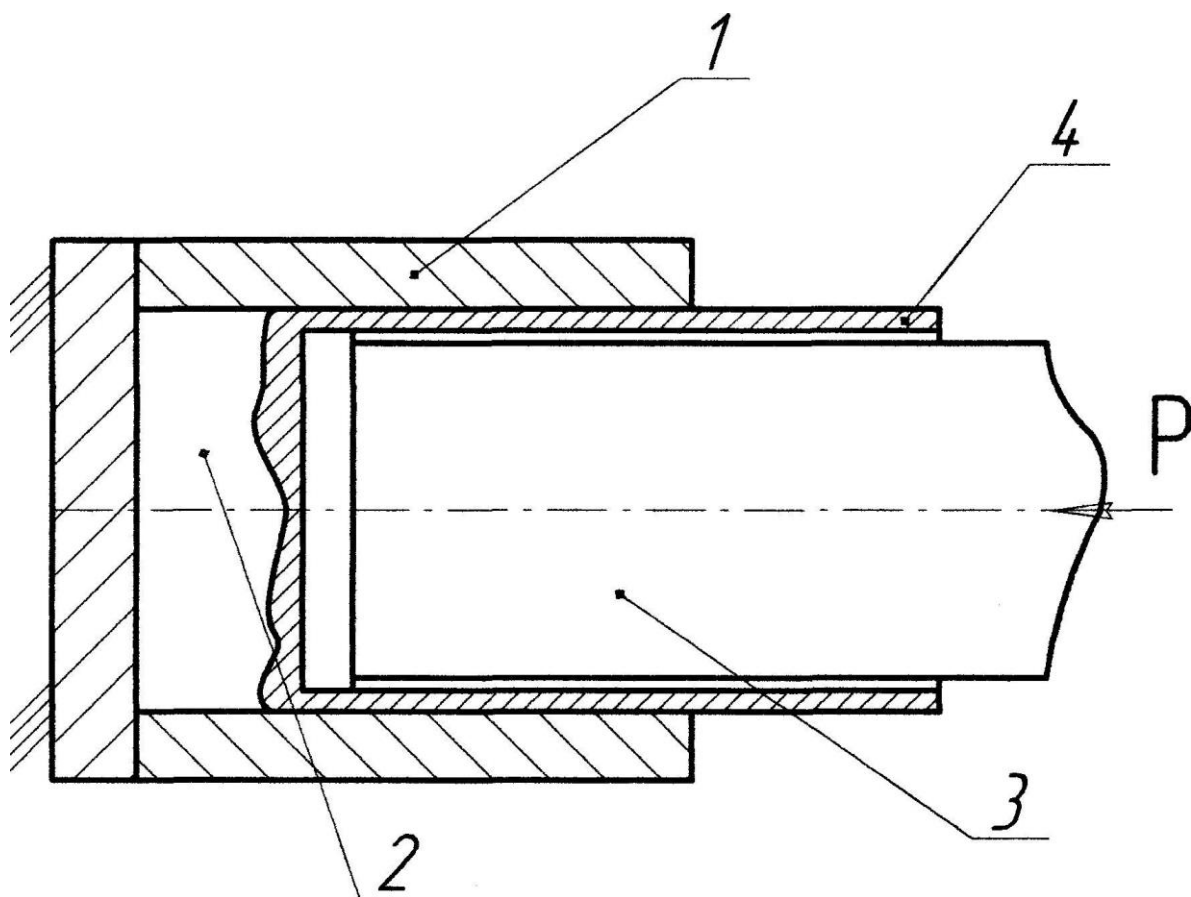


Рисунок 2.5 Схема зворотного пресування труб на пуансон

порівняно високі робочі швидкості (до 2 м/с); можливість обробки важкодеформуваних матеріалів (така можливість забезпечується тривісним стисненням металу при його деформації); можливість швидкої зміни інструменту.

Процес пресування, як правило, здійснюють на гідравлічних пресах, які відрізняються наступними особливостями: можливість отримання великих зусиль; простота регулювання швидкості пресування; простота передачі енергії від приводу (по трубопроводах); легкість оберігання від перевантажень і ін. Вказані переваги превалюють над деякими недоліками гідропресів, найістотнішими з яких є порівняно мала швидкість пресування (до 350 мм/с) і нижчий в порівнянні з механічними пресами ККД. Останнє пояснюється значними втратами енергії на стиснення рідини.

Не дивлячись на відносну простоту конструкції гідравлічного преса, в цілому вся пресова установка - досить складний комплекс, до складу якого входять наступні групи технологічного устаткування: власне гідравлічний прес; привід преса з системою трубопроводів і системою управління; нагрівальні печі з системою механізмів подачі зливків в піч, видачі зливків з печі і передачі їх на вісь пресування; система механізмів по обслуговуванню операцій пресування; устаткування для прийому, переміщення і обробки виробів.

[1, с.1-32, 121, 122, 211, 212] [2, с.54-61].

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні етапи технології виробництва дроту, прутків і труб з кольорових металів і сплавів.
2. Назвіть основні групи устаткування трубопресових і пресоволоочильних цехів.
3. Охарактеризуйте прямий і зворотний методи пресування прутків.
4. Охарактеризуйте методи пресування труб.
5. Назвіть переваги процесу пресування і сортамент прес-виробів.
6. Назвіть переваги і недоліки гідропресів.
7. Висловіть стисло історію пресобудування
8. Назвіть склад **гідропресової** установки.

2.2 Класифікація і конструкції гідравлічних пресів

Гідравлічні преси класифікують по різних ознаках, враховуючи їх велику різноманітність. Основні варіанти класифікації: класифікація по методу пресування; класифікація по конструкції і зусиллю; класифікація по вигляду приводу; класифікація за призначенням (по сортаменту).

По першій ознаці розрізняють преси, що працюють по методу прямого або зворотного пресування. У пресах, що працюють по методу зворотного пресування, передбачається рух контейнера на нерухомий пуансон. В даний час такі преси не будують, а проектують комбіновані, які можуть працювати як по першому, так і по другому методу.

Залежно від конструкції преси, працюючі по методу прямого пресування, діляться на вертикальні і горизонтальні. Преси зворотного пресування і комбіновані будують тільки горизонтальними. Окрім цього, вони відрізняються також наявністю самостійного прошивного пристрою, кількістю колон (дві, три або чотири).

Різноманітність механічних властивостей металів і сплавів, а також різноманітність виробів вимагають різного питомого тиску пресування і, отже, пресів з різними зусиллями пресування. В даний час працюють преси із зусиллям в межах 6...350 МН: найбільш поширені преси із зусиллям 10, 15, 25, 30, 35 і 50 МН. Вертикальні преси будують із зусиллям до 15 МН.

При пресуванні максимальне зусилля, яке може розвивати прес, передається на оброблюваний зливоч тільки в моменти, коли швидкість головного плунжера рівна нулю, а в головний циліндр преса подається повний тиск робочої рідини P_n , який розвиває привід преса. Максимальне (номінальне) зусилля преса:

$$P_H = P_n F_{ц} \quad (2.2)$$

де $F_{ц}$ - сума площ плунжерів робочих циліндрів.

В процесі пресування (рухи плунжера) використовуватиметься тільки частина номінального зусилля, унаслідок втрат тиску рідини в трубопроводах і втрат на тертя. Таким чином робоче зусилля P_p буде менше номінального і його визначають з урахуванням тиску рідини в робочих циліндрах $P_{ц}$:

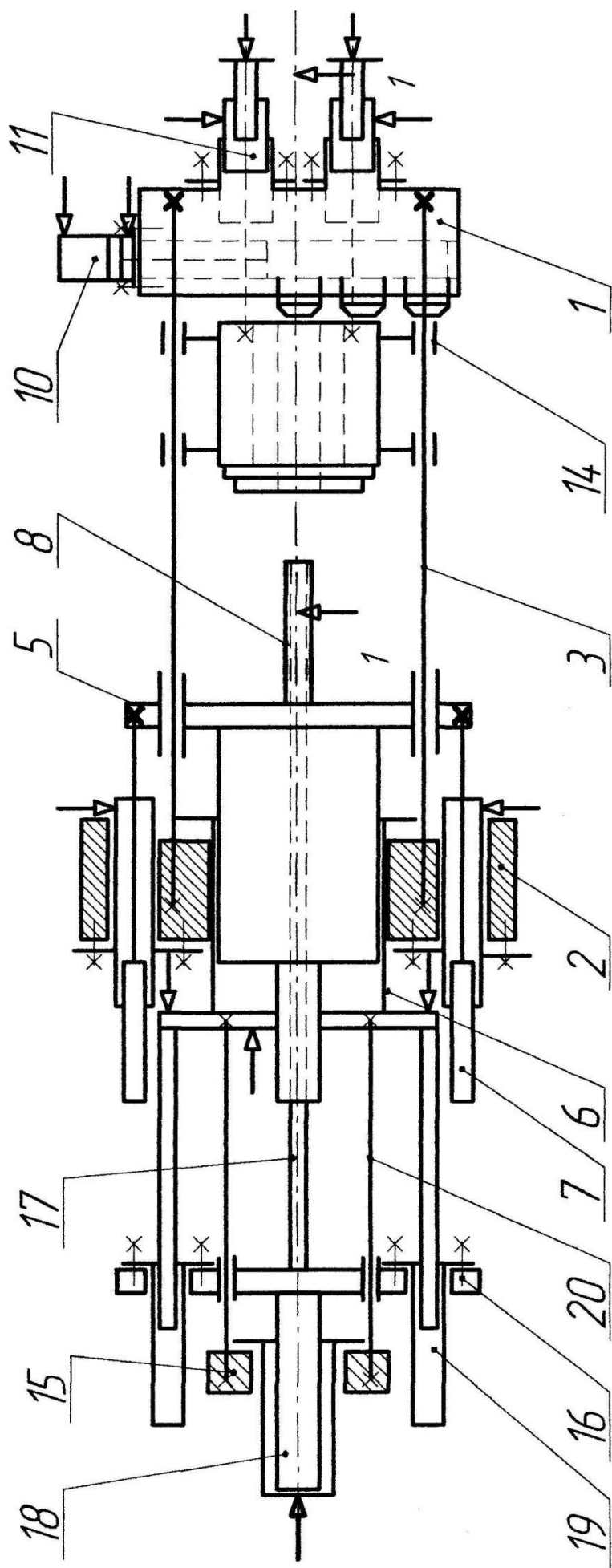
$$P_p = P_n F_{ц} \quad (2.3)$$

По третій ознаці преси можуть бути з насосними або з насосно- акумуляторним приводом. Другий вид приводу найпоширеніший.

За призначенням преси розділяють на профільні, трубні і трубопрофільні. Перший тип призначається для пресування профілів суцільного перетину і не має прошивного пристрою і призначені для пресування порожнистих профілів. При необхідності на пресах третього типу можна пресувати і профілі суцільного перетину.

На рисунку 2.6 показана схема горизонтального трубопрофільного преса зусиллям 30 МН.

Прес складається з передньої 1 і задньої поперечок, з'єднаних колонами 3. Поперечки і колони утворюють станину преса, що спирається на фундаментні плити 4. Між передньою і задньою поперечками розташовується пресуюча траверса 5, перемішувана по направляючих гідравлічними цилін-



1-1

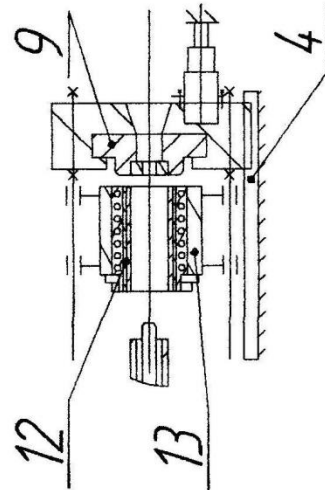


Рисунок 2.6 Схема горизонтального трубопрофільного преса із зубнішим прошивним пристроєм

→ -- місце з'єднання трубопроваду з циліндром

драми (головний циліндр 6 і поворотні циліндри 7) встановленими в задній поперечці. На пресуючій траверсі закріплений прес-штемпель 8. У передній поперечці встановлений полозковий матрицетримач 9 з циліндром переміщення 10, циліндри 11 для переміщення контейнеротримача 13, пила для відділення прес-залишку (на схемі не показана).

Задня поперечка жорстко фіксується на плиті в подовжньому і поперечному напрямках шпонками і клинами, передня поперечка встановлюється на призматичних направляючих, що компенсує подовження колон при пресуванні.

Контейнер преса 12 виконаний багатошаровим (звично три втулки). Для забезпечення необхідного температурного режиму зовнішня втулка забезпечена вбудованим індуктором. Контейнер встановлюється в контейнеротримач на подовжніх шпонках і фіксується в осьовому напрямі секторами, що входять в кільцеву проточку на зовнішній втулці контейнера. Контейнеротримач переміщується по тих же направляючих 14, що і пресуюча траверса.

Матрицетримач 9 (інструментальна дошка) на даному пресі виконаний у вигляді санчат з поперечним переміщенням в направляючих передньої поперечки преса. Він має три позиції: робоча матриця, глуха матриця (використовується при прошивці зливка), втулка для випресовки прес-залишків. Полозковий матрицетримач може мати три, дві або чотири позиції.

Прес обладнаний зовнішнім прошивним пристроєм, що складається з рухомої траверси 16 з штангою для кріплення голки 17, нерухомої траверси 15, прошивного 18 і поворотних 19 циліндрів. Нерухома траверса кріпиться до головного робочого циліндра 6 колонами 20. Штанга для кріплення голки проходить через отвір в плунжері головного циліндра і прес-штемпеля.

Робочі переміщення елементів преса прослідимо, послідовно розглядаючи технологічні операції при пресуванні труб з мідних сплавів [3]. Перед початком циклу пресування контейнер циліндрами 11 притискається до матриці, пресуюча траверса 5 і прошивна траверса 16 поворотними циліндрами (відповідно 7 і 19) відводяться в крайнє ліве положення (див. рисунок 2.6). Зливки і прес-шайба спеціальними пристроями подаються на вісь преса між контейнером і прес-штемпелем. При включенні головного 6 і прошивного 18 циліндрів зливка заштовхується в контейнер і висувається голка. Після цього прес-штемпель і голка синхронно відводяться назад для виконання операції змащення голки. Прес-шайба в цей час знаходиться на голці і притиснута до торця прес-штемпеля. Після змащення голка вводиться в кільцевий отвір матриці і починається пресування труби, яке може виконуватися при нерухомій голці або з голкою, що синхронно переміщується разом з прес-штемпелем. Після закінчення пресування і повернення голки контейнер і прес-штемпель відводяться від матриці на відстань, достатню для проходу диска пили і приймача прес-залишку. При цьому частина труби за прес-залишок витягується з матриці. Прес-залишок і прес-шайбу прес-штемпелем виштовхують в

приймальну втулку матрицетримача, яка переміщується потім до штовхаючого пристрою для відділення прес-шайби від прес-залишку. Прес-штемпель з гол-

кою і матрицетримач повертають в початкове положення, контейнер притискують до матриці; прес готовий до нового циклу пресування.

Труби пресуються з порожнистих і суцільних заготовок. У другому випадку операція висунення голки забезпечує прошивку заготовки. Для скорочення втрат металу прошивку ведуть в глуху матрицю. Для кращого центрування зливок перед прошивкою **підпресовують**, а потім прес-штемпель відводять назад для утворення простору, куди витісняється метал при прошивці. При прошивці в глуху матрицю передній кінець труби закритий.

Для утворення задньої пробки, що необхідне, наприклад, при пресуванні мідних труб у воду (безокісне пресування), після закінчення пресування голку виводять з матриці і додатково підпресовують прес-залишок. Трубу від прес-залишку в цьому випадку відділяють переміщенням голки, яка виштовхує трубу з отвору матриці, забезпечуючи кільцевий зріз на прес-залишку.

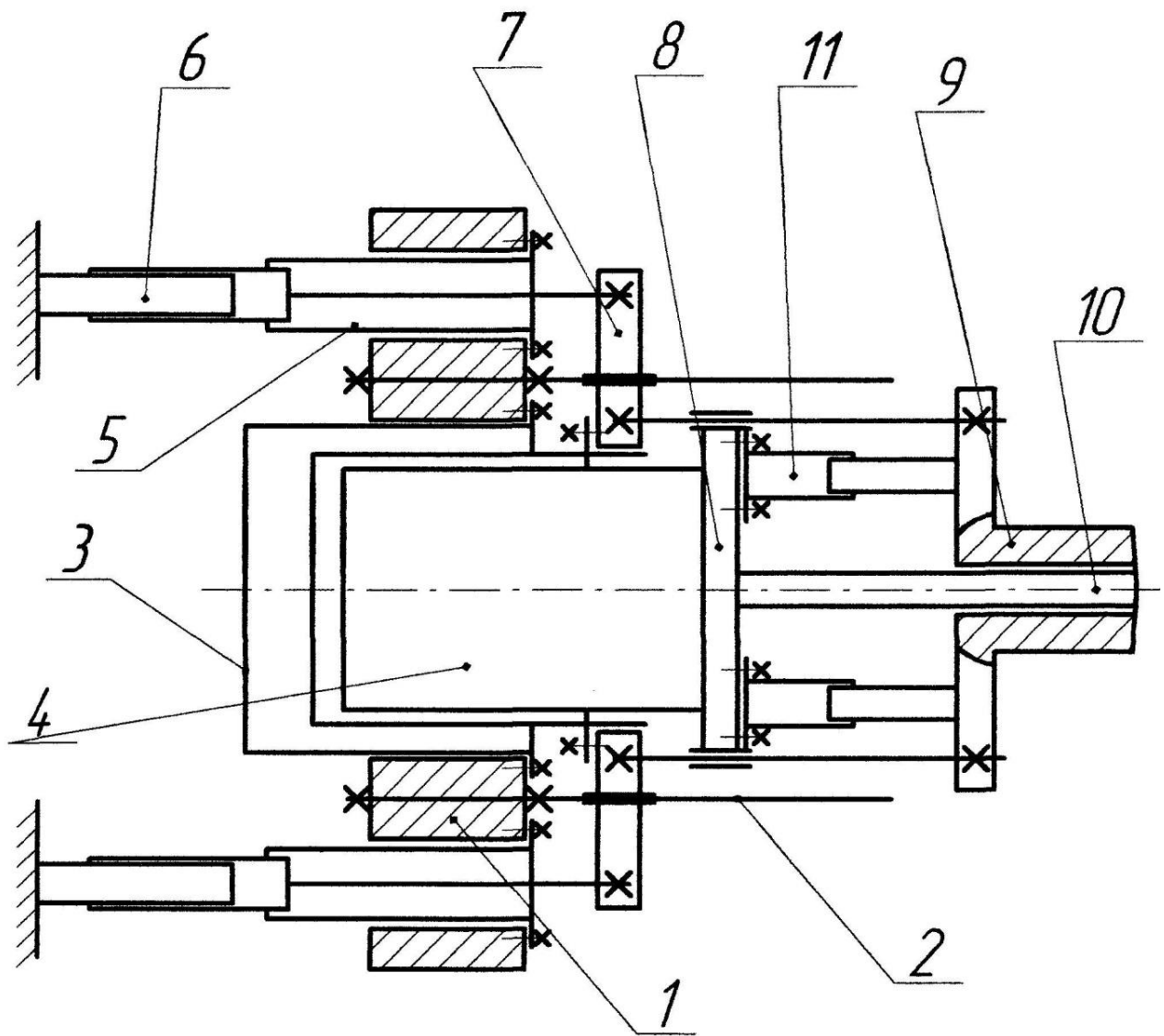
Повне зусилля преса створюється головним циліндром преса 6. Зусилля холостого ходу (х.х.), яке забезпечується тиском в наповнювальному баці, звичайно складає 10-12% номінального зусилля при швидкості руху 300 - 400 мм/с [3]. Зусилля поворотних циліндрів звичайно складає 6-10% номінального зусилля преса і повинне забезпечувати таке ж значення швидкості зворотного ходу.

Хід контейнера визначається його переміщенням, необхідним для його зміни і проходу до матриці пристрою для відділення прес-залишку. Зусилля циліндрів контейнеротримача при притиску контейнера до матриці звичайно складає 8-10% номінального зусилля, зусилля відведення контейнера від матриці рівне 12-15% номінального зусилля і повинне забезпечувати можливість пресування через язичкову матрицю з відривом прес-залишку від прес-виробу. При прошивці заготовок суцільного перетину необхідне зусилля прошивного циліндра приблизно складає $0,2P_n$.

У останніх конструкціях пресів застосовують внутрішній прошивний пристрій, форсуючі циліндри і поворотний матрицетримач.

У пресів з внутрішнім прошивним пристроєм (рисунок 2.7) прошивна траверса і циліндри її приводу розміщуються в пресуючій траверсі преса, що дає деякі переваги: значно зменшується довжина преса; прошивна траверса має незалежне від положення головного циліндра центрування, що зменшує різновтовщинність виробів; зменшується довжина штанги і голкотримача. При застосуванні внутрішнього прошивного пристрою ускладнюється підведення рідини до його циліндрів, для чого використовують телескопічні з'єднання. Обмежується також зусилля пристрою через необхідність обмеження розмірів прошивного циліндра розмірами плунжера головного циліндра.

Застосування форсуючих циліндрів дозволяє збільшити зусилля пресування, забезпечити прискорений х.х. пресуючої траверси і відмовитися від наповнювального бака при насосному приводі або знизити в ньому тиск



1 - задня поперечка; 2 - колона; 3 - голодний циліндр;
 4 - прошивний циліндр; 5 - поворотний циліндр преса;
 6 - форсуючий циліндр; 7 - пресуюча траверса;
 8 - прошивна траверса; 9 - прес-штемпель; 10 - голка;
 11- поворотні циліндри прошивного пристрою.

Рисунок 2.7 Схема внутрішнього прошивного пристрою

при насосно-акумуляторному приводі. Форсуючі циліндри для компактності суміщені з поворотними циліндрами.

Застосування поворотного матрицетримача дозволяє порівняно легко здійснювати відділення виробу від прес-залишку безпосередньо за матрицею (рисунок 2.8) [3]. При установці поворотного матрицетримача контейнер рухомий. При роботі повороту матрицетримача передбачає переміщення контейнера, а також переміщення матрицетримача у бік контейнера. Число позицій в поворотних матрицетримачах парне (частіше дві).

Разом з поворотними і полозковими конструкціями відомі і інші матрицетримачі. Це мундштук, що переміщується уздовж осі преса, і комбінований матрицетримач, що переміщається уздовж осі преса на мундштуку і упоперек осі преса на санчатах [3]. Мундштучні матрицетримачі застосовуються в основному в старих конструкціях пресів.

Станина гідравлічного преса - основний елемент, що сприймає виникаючі при роботі зусилля. Конструкції станини: колонні, рамні і заздалегідь напружені

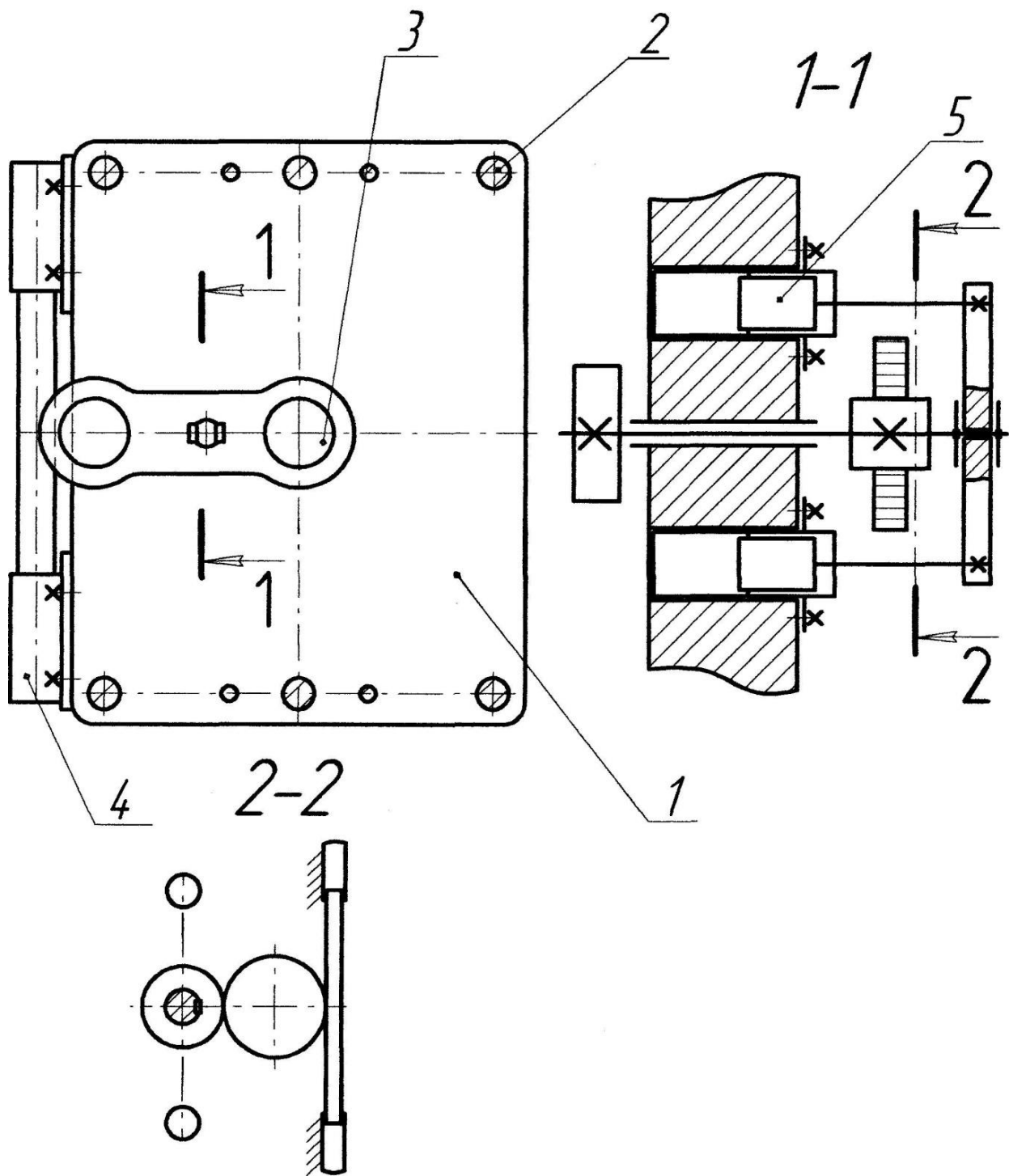
Колонна станина складається з колон і поперечин (див. рисунок 2.6) Не дивлячись на широке розповсюдження вона має суттєвий недолік - різьбове з'єднання, яке вимагає постійного контролю і часто є місцем руйнування колон. Застосовують в основному трьох і чотирьохколонні станини.

Рамна станина преса (рисунок 2.9) складається з двох рам 1 прямокутного перетину, виконаних з товстолистового прокату. Передня 2 і задня 3 поперечка преса спираються на поперечку рам і кріпляться до них болтами 4. Фундаментна плита 5 встановлюється між рамами і служить для напрямку рухомих елементів преса і для установки поперечок. Рамна станина позбавлена недоліків колонної і застосовується в потужних пресах.

У пресах малого і середнього розміру замість колонних застосовують станини заздалегідь напруженої конструкції, зокрема з чотиригранними пластинчастими колонами (рисунок 2.10), що складаються з плоских катанних плит 1 з Т-образними головками (стягування) і проставок 2, встановлених між поперечками преса 3. Розподіл зусиль між стягуваннями і проставками характеризує діаграма (рисунок 2.10), де пряма 1 показує деформацію стягування і пряма 11 – деформацію проставки. При цьому сили: T – зусилля попереднього затягування; p – робоче навантаження; P_1 і P_2 – зусилля, що доводяться відповідно на стягування і проставку; P_z – змінна частина навантаження.

З діаграми видно, що попередня напруга хоча і збільшує загальне навантаження, у підсумку зменшує змінну частину навантаження P_g асиметричного циклу навантаження. В результаті зменшується небезпека втомного руйнування.

Станини пресів є замкнутими статично невизначними просторовими рамами [4]. При розрахунках, з метою спрощення, такі рами представляють у вигляді плоских рам [5]. При такому допущенні для розрахунку рами преса



1 - передня поперечка; 2 - колона; 3- матрицетримач;
 4 - механізм повороту матрицетримача; 5 - механізм осьового переміщення.

Рисунок 2.8 Установка поворотного матрицетримача

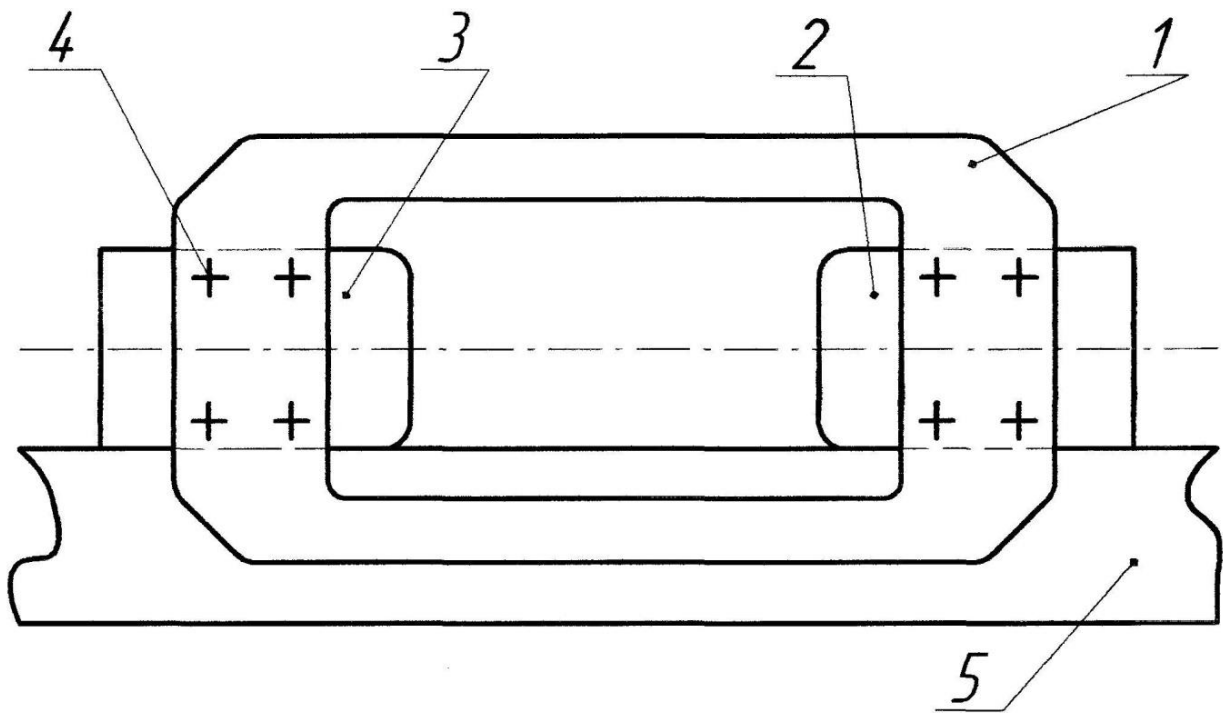


Рисунок 2.9 Схема рамної станини

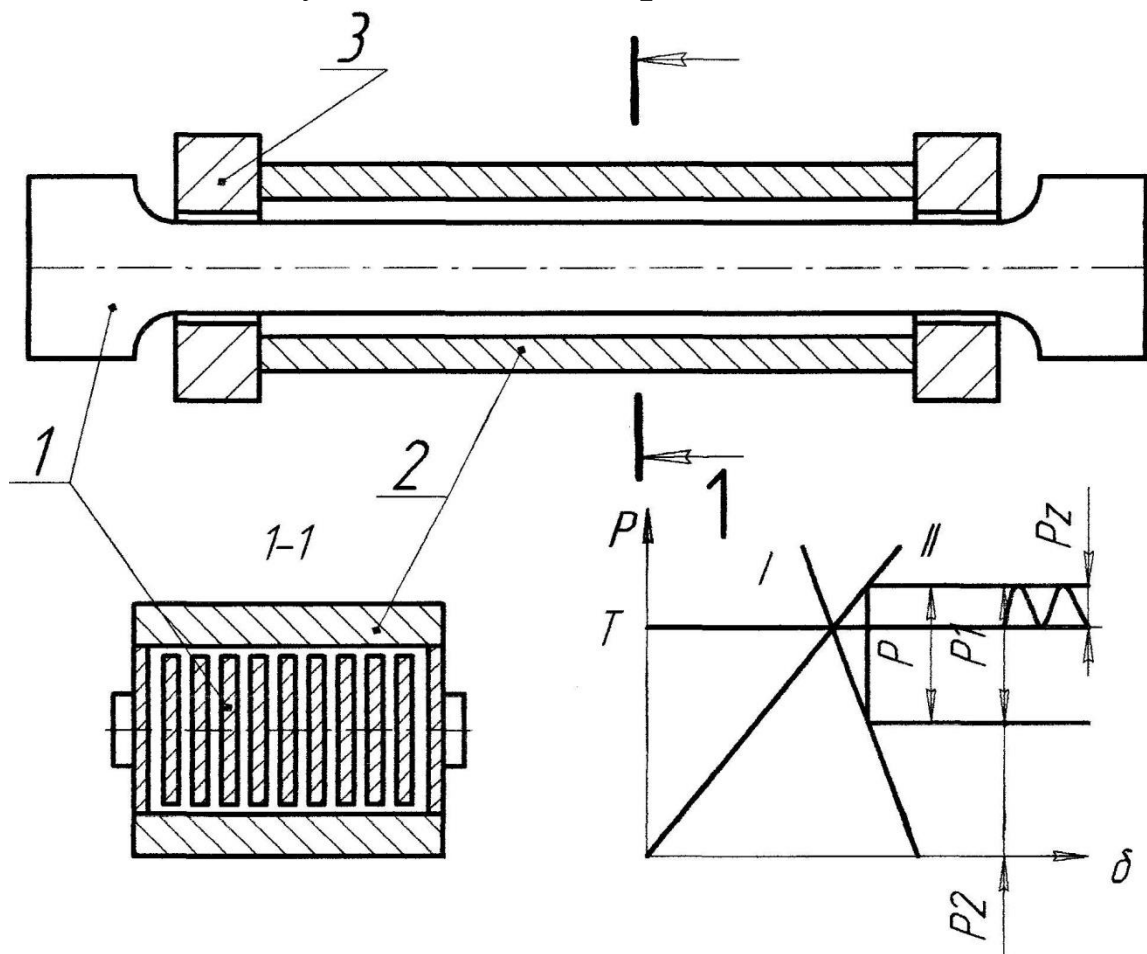


Рисунок 2.10 Схема заздальгід напруженої станини і діаграма зусиль в її елементах

застосовна методика розрахунку станин закритого типу робочої кліті прокатного стану [6; 7].

Направляючі преса повинні забезпечувати співвісність вузлів, несучих інструмент і заготовку в процесі пресування. У старих конструкціях пресів направляючими служили колони преса. При цьому не досягалася необхідна точність **центрівки** через температурні деформації і вигин колон. В даний час застосовують плоскі направляючі, площини ковзання яких перетинаються на осі пресування. Це виключає порушення **центрівки** при різному ступені нагріву рухомих елементів.

Застосовують два типи (за формою поперечного перетину) плоскі направляючі; призматичні (рисунок 2.11 а) і Х- образні (рисунок 2.11 б).

У колонних пресах призматичні направляючі розташовують на фундаментній плиті, що виключає вплив деформації станини на центровку. У пресах з рамною станиною, жорсткість яких вища колонних, призматичні направляючі можна розташовувати на рамі. Призматичні направляючі не гарантують стійке положення рухомих елементів при ексцентричному прикладенні навантаження.

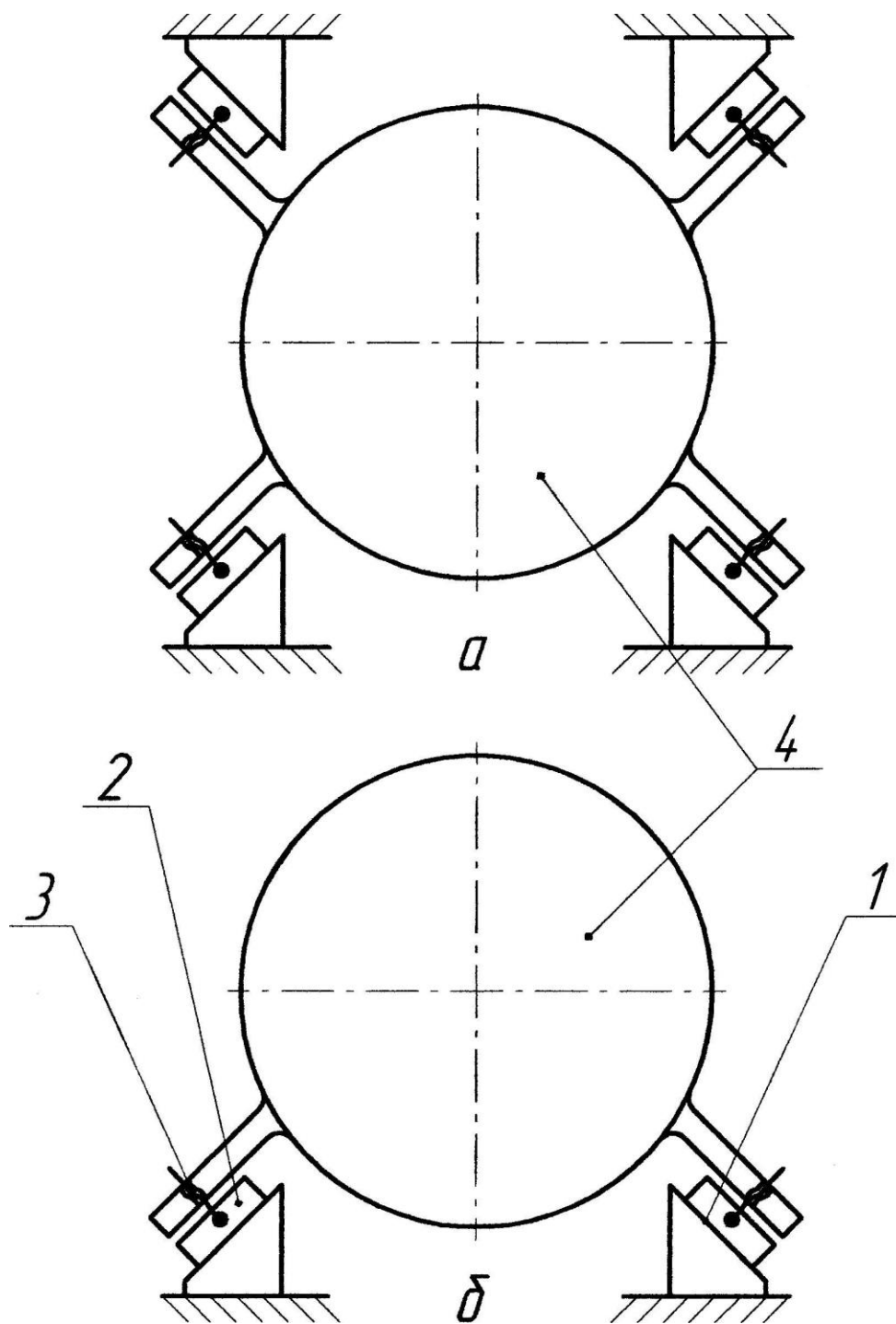
Для підвищення стійкості додатково встановлюють вертикальні направляючі по типу шпонок, які розміщують на фундаментній плиті або на спеціальній траверсі, закріпленої на станині преса. Х- образні направляючі мають радіально розташовані площини ковзання і розміщуються на станинах рамної або задалегідь напруженої конструкції. Ці направляючі забезпечують високий ступінь співвісності вузлів преса і застосовуються на сучасних трубопрофільних пресах.

Застосовується в основному одноциліндрова конструкція пресів, яка сприяє безперекісному руху пресуючої траверси.

Багатоциліндрову компоновку застосовують тільки в унікальних пресах великої потужності. Головні циліндри в ранніх конструкціях пресів виконували у згоді із задніми поперечками. В даний час ковані або зварно-ковані циліндри, виготовлені окремо, встановлюють в розточку задньої поперечки з опиранням на фланець (рисунок 2.12). За умов напруженого стану циліндр розбивають на три зони: циліндрову А, опорного фланця Б і дно В (рисунок 2.12).

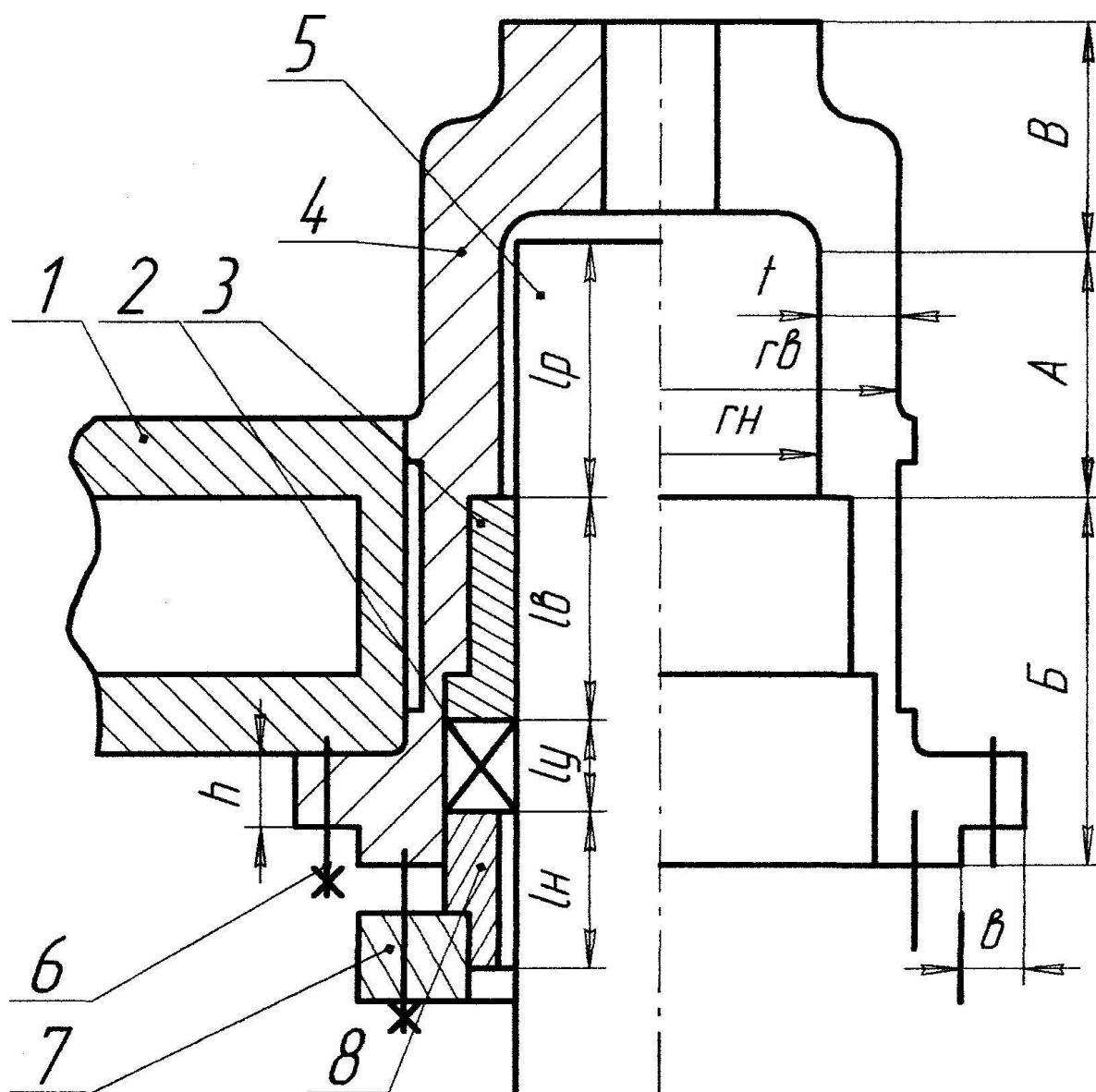
Циліндрову зону при розрахунку розглядають як товстостінну трубу і розраховують по формулах Ляме [5, 8]. На підставі цих розрахунків одержані залежності для визначення товщини стінки циліндра (t):

$$t = r_H - r_B$$
$$r_H = r_B \times \sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - \sqrt{3} \times \rho}} \quad (2.4)$$



1 - площина ковзання; 2 - опорна пластина; 3- гвинтовий регулюючий пристрій; 4 - рухомий елемент (контейнер, траверса).

Рисунок 2.11 Схема направляючих рухомих елементів преса



1 - задня поперечка; 2 - **ущільнення**; 3 - направляюча втулка; 4 - циліндр; 5-плунжер; 6-різьбова шпилька; 7 - натискне кільце; 8 - натискна втулка.

Рисунок 2.12 Кований циліндр з опорою на фланець

де $[\sigma]$ - допустима напруга для матеріалу циліндра, Па; p - розрахунковий тиск в циліндрі, Па.

З урахуванням залежності (2.2) і прийнятих позначень (рисунок 2.12)

$$r_B = \sqrt{\frac{P_H}{\pi \times \rho}} \quad (2.5)$$

Підставляючи даний вираз в залежність (2.4), одержуємо

$$r_H = \sqrt{\frac{[\sigma] \times P_H}{([\sigma] - \sqrt{3} \times \rho) \times \pi \times \rho}} \quad (2.6)$$

З даного виразу виходить, що r_H буде мінімальним при максимальному значенні виразу $U = ([\sigma] - \sqrt{3} \times \rho) \times \pi \times \rho$. Досліджуючи U на максимум, знаходимо оптимальний тиск P_{opt} і мінімальне значення зовнішнього діаметру циліндра r_{Hmin} :

$$\frac{du}{dp} = \pi[\sigma] - \pi\sqrt{3} \times 2\rho = 0$$

$$P_{opt} = \frac{[\sigma]}{2\sqrt{3}} \approx 0,29[\sigma] \quad (2.7)$$

$$r_{Hmin} = 1,5 \sqrt{\frac{P_H}{[\sigma]}}$$

У перетинах циліндра в зонах Б і В виникають додаткові напруги від вигину, які співвідносні з напругами, підрахованими по формулах Ляме. З урахуванням цього товщину плоского днища приймають не менше $1,5t$ і передбачають перехід від циліндрової частини до дна радіусом не менше $0,4t$. Розмір бурту фланця перевіряють по питомому тиску, що приймається близько 80 МПа. Звично ширина фланця $v = 0,7t$. Висоту фланця перевіряють на зріз (напруга, що допускається, до 40МПа) або вибирають залежно від товщини стінки: $h = (1,5...2) \times t$. При виборі напруги, що допускається $[\sigma]$ приймають запас міцності по межі текучості ($n_T > 2,5$).

Робочий хід головного плунжера визначає хід плунжера головного циліндра l_p . Хід головного плунжера прийнято вимірювати довжиною контейнера, з урахуванням цього преса підрозділяють на одно- і двоходові.

Одноходові преси мають менші габаритні розміри, проте завантаження заготовок на цих пресах більш скрутне і тривале. Дійсно, для подачі заготовки в контейнер в цьому випадку необхідно або насувати контейнер на прес-штемпель і подавати заготовку з боку передньої поперечки, або зсовувати прес-штемпель з осі пресування, щоб звільнити місце для проходу податчика заготовок. На двоходових пресах подачу заготовки в контейнер виробляють безпосередньо холодним ходом прес-штемпеля, який не зупиняючись потім перемикається на робочий хід.

Розміри розточувань циліндра під вузол ущільнювача визначаються типом ущільнення. В основному застосовують **набивне** гумовотканинне **шеvronне** ущільнення по ГОСТ 9041-50, яке задовільно працює при тиску до 50МПа і температурі до 50°C [8].

Характеристика комплектів ущільнень представлена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Число манжет в комплекті ущільнення п і висота комплекту Н(мм).

Діаметр плунжера d, мм	Ширина манжети B, мм	Номінальний тиск, МПа							
		20		32		40		50	
		n	H	n	H	n	H	n	H
60...100	12,5	3	30,9	4	36,2	5	41,5	6	46,8
105...220	15	4	43,8	5	50,0	6	56,4	7	62,8
220...710	20	5	66,5	6	75,0	7	83,5	8	92,0
750...1400	25	6	93,6	7	104,2	8	114,8	9	125,4

Висоту направляючої втулки, яка виготовляється з високоякісної бронзи, приймають $l_B = 1,5r_B$ [5]. Висоту натискного кільця приймають в межах 2-2,5 діаметра різбових шпильок, якими кріплять його до циліндра. Ці шпильки розраховані на зусилля:

$$R_H = \frac{\pi[(d + 2B)^2 - d^2]}{4} \times p \quad (2.8)$$

Разом з горизонтальними застосовують і вертикальні преси. Використовують їх для пресування труб і порожнистих прес-виробів по прямому методу. Зусилля цих пресів не перевищує 15 МН, що пов'язане з обмеженнями, які накладає вертикальна компоновка на довжину виробів і стійкість конструкції преса. Вищий ступінь центрування, що досягається на цих пресах, забезпечує зменшення різнотовщинності труб. Зменшенню різнотовщинності сприяє також застосування свердлених заготовок. Остання умова дозволяє також значно спростити прес – не оснащувати його прошивним пристроєм і голку закріплювати безпосередньо на прес-штемпелі. Частіше

вертикальні преси встановлюють на рівні підлоги цеху, а для прийому виробів під пресом влаштовують котлован, звідки їх піднімають краном або спеціальним пристроєм. Іноді прес монтують на естакаді, а вироб приймають на рівні підлоги.

Відмітною особливістю конструкції вертикальних пресів є наявність поворотної інструментальної головки на пресуючій траверсі. Звичайно ця головка чотирьохпозиційна і на ній діаметрально закріплюють по два комплекти пресуючого і відрізного інструменту. У циклі пресування головка повертається на 90° при кожному зворотному ході пресуючої траверси.

[3, с. 6-60; 8, с.70-79, 84-90].

Питання для самоперевірки.

1. За якими показниками класифікують гідравлічні преси?
2. Опишіть конструкцію горизонтального трубопрофільного преса.
3. Опишіть конструкцію станини пресів.
4. Опишіть конструкції направляючих рухомих елементів.
5. Опишіть конструкції прошивних пристроїв.
6. Опишіть конструкції матрицетримачів.
7. Висловіть методику розрахунку основних елементів гідроциліндра.
8. Висловіть конструктивні особливості вертикальних пресів.

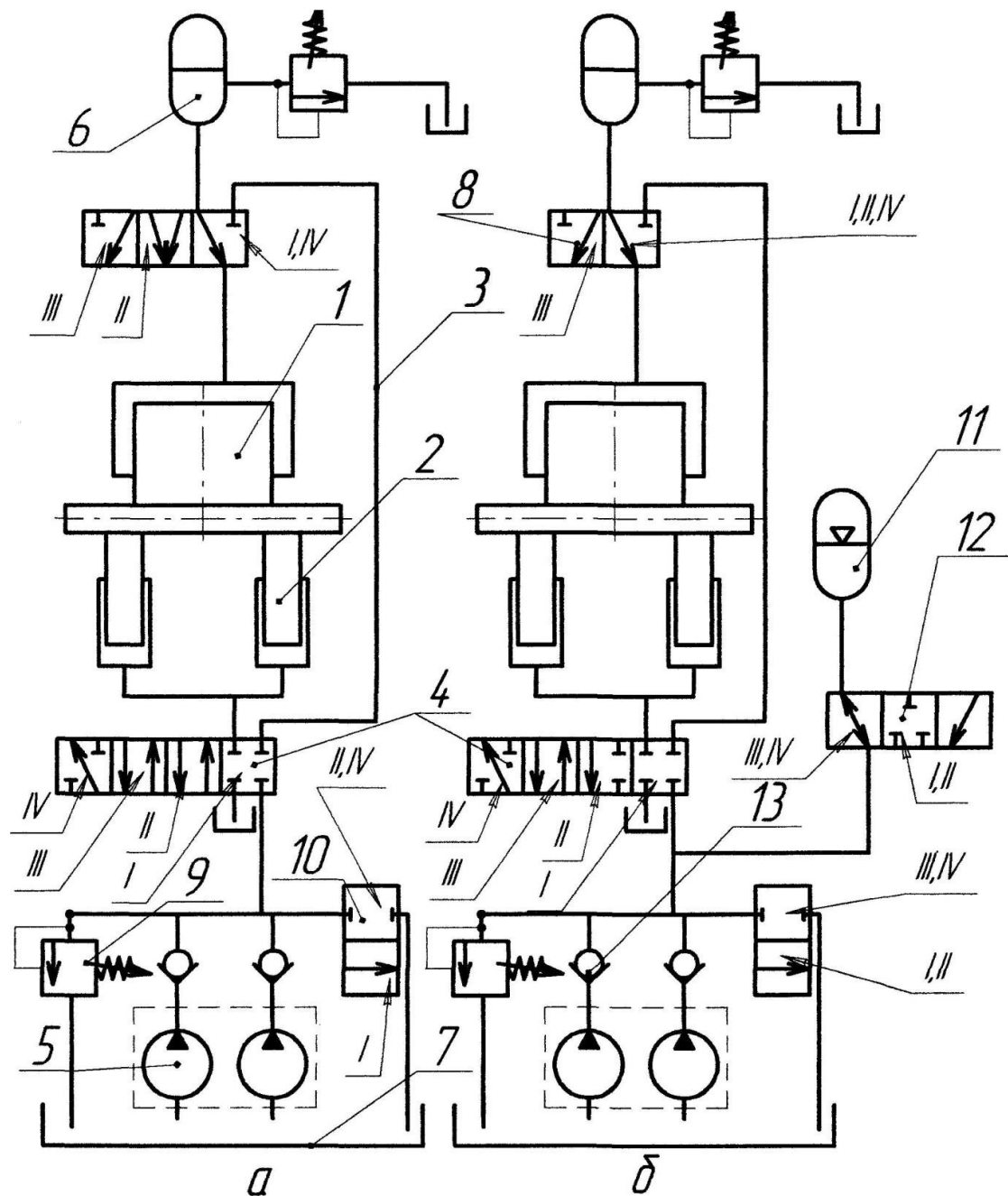
2.3 Привод гідравлічного преса з системою трубопроводів і системою управління

Привод гідравлічного преса відноситься до категорії приводів статичної дії [8]. Набули поширення наступні види приводів: насосний і насосно-акумуляторний (рисунок 2.13).

При насосному приводі рідина високого тиску потрапляє в циліндри преса безпосередньо від насосів при відповідному положенні розподільників рідини, які мають чотири (I-IV) характерні поєднання і забезпечують чотири положення рухомих елементів преса: I - зупинка; II - х.х.; III - робочий хід; IV - поворотний хід. З метою підвищення швидкості х.х. і зменшення встановленої потужності насосів використовують наповнювальний бак.

При зупинці преса система розподільників, наповнювальний і розвантажувальний клапани переводяться в положення I. При цьому насоси працюють вхолосту, в головному циліндрі встановлюється тиск, рівний тиску в наповнювальному баці $P_n \cdot b$. Елементи преса нерухомі, оскільки вихід рідини з поворотних циліндрів закритий.

При х.х. преса система розподільників і розвантажувальний клапан переводяться в положення II. Вихід рідини при цьому з поворотних циліндрів відкривається і забезпечується надходження рідини від насосів до клапана,



1 - голодний циліндр; 2 - **поворотний циліндр**; 3 - система трубопроводу; 4 - система розподільників рідини; 5 - насос; 6 - наповнювальний бак; 7 - бак для рідини; 8 - наповнювальний клапан; 9 - клапан тиску; 10 - розвантажувальний клапан; 11 - балон акумулятор; 12 - система **клапанів** управління потоком рідини акумулятора; 13 - зворотній клапан.

Рисунок 2.13 Принципові схеми приводів преса:
а – насосного, б – насосно-акумуляторного

який, знаходячись в положенні II, забезпечує надходження сумарного потоку (від наповнювального бака і насосів) рідини в головний циліндр, а значить і максимальну швидкість.

При переході від х.х. до робочого система розподільників рідини не міняє свого положення (положення II і III ідентичні). При цьому зростаючий тиск в головному циліндрі автоматично переводить наповнювальний клапан в положення III, наповнювальний бак відключається і в головний циліндр поступає рідина тільки від насосів.

При **зворотному** ході (положення розподільників IV) зворотні циліндри з'єднуються з насосами, а головний циліндр з наповнювальним баком. Оскільки в наповнювальний бак при поворотному ході витісняється рідини більше, ніж було забрано з нього при х.х., надлишок рідини скидається клапаном тиску в бак для рідини.

При застосуванні форсуючих циліндрів в насосному приводі наповнювальний бак не встановлюють. В цьому випадку при здійсненні х.х. рідина від насосів прямує тільки у форсуючі циліндри, що забезпечує максимальну швидкість. Головний циліндр в цей час з'єднується з баком для рідини, забезпечуючи його заповнення. При робочому ході рідина від насосів прямує в головний циліндр, не відключаючи форсуючих.

Необхідну сумарну продуктивність насосів Q_H при насосному приводі визначають по формулі, л/хв:

$$Q_H = \frac{60 \times q_{\max}}{\eta_0} = \frac{6 \times 10^4 \times V_{\Pi\max} \times F_{\Pi}}{\eta_0} \quad (2.9)$$

де q_{\max} – максимальна витрата рідини високого тиску, л/с;
 $\eta_0 = 0,9 - 0,95$ – коефіцієнт, що враховує витоки рідини;
 $V_{\Pi\max}$ – максимальна швидкість пресування, м/с;
 F_{Π} – площа плунжера головного циліндра.

Кількість насосів:

$$n = \frac{Q_H}{q_H} + n_p$$

де q_H - номінальна продуктивність насоса, л/хв;
 n_p - кількість резервних насосів.

Встановлюють один резервний насос на кожні п'ять основних, але не менше одного на привод.

При постійному зусиллі пресування швидкість пресування при насосному приводі:

$$V_H = \frac{Q_H \times \eta_0}{6 \times 10^4 \times F_{\Pi}} \quad (2.10)$$

Коливання зусилля викликатимуться коливаннями швидкості [6], а дійсна швидкість:

$$V_{\Pi Д} = \frac{Q_H \times \eta_0}{6 \times 10^4 \times F_{\Pi}} \left[1 - \left(\frac{Q_0}{E_{\text{Ж}} \times F_{\Pi}} + \frac{F_{\Pi} \times l_K}{F_K \times E_K} \right) \frac{dR}{dS} \right] \quad (2.11)$$

де Q_0 – об'єм рідини в системі робочих циліндрів;

$E_{\text{Ж}}, E_K$ – модулі пружності відповідно рідині і матеріалу колон;

l_K – довжина колон;

F_K – сумарна площа перетину колон;

$\left[\frac{dR}{dS} \right]$ – похідна функції зусилля пресування від шляху пресування.

При розрахунку даних пресів зусилля пресування вважають постійним. Тиск в циліндрі при пресуванні з урахуванням механічних втрат рівний МПа:

$$P_{\Pi} = \frac{R}{F_{\Pi} \times \eta_M} \quad (2.12)$$

де R – зусилля пресування, МН;

η_M – механічний ККД (враховує втрати на тертя в ущільненнях, в направляючих).

Відповідно насоси повинні створювати тиск, МПа:

$$P_H = \frac{P_{\Pi}}{\eta_{\Gamma}} = \frac{R}{F_{\Pi} \times \eta_M \times \eta_{\Gamma}} \quad (2.13)$$

де η_{Γ} – гідравлічний ККД (враховує втрати тиску).

Потужність, що розвивається пресом, кВт:

$$N_{\Pi} = 1000 \times R \times V_{\Pi} \quad (2.14)$$

А потужність приводних двигунів насосів, кВт:

$$N_{\text{Д}} = \frac{1000 \times R \times V_{\Pi}}{\eta} \quad (2.15)$$

де η – загальний ККД преса.

З другого боку:

$$N_{\text{д}} = \frac{Q_{\text{н}} \times P_{\text{н}}}{60 \times \eta_{\text{н}} \times \eta_{\text{д}}} \quad (2.16)$$

де $\eta_{\text{н}}$, $\eta_{\text{д}}$ – відповідно ККД насоса і його приводу.
З урахуванням залежностей (2.10) і (2.13):

$$N_{\text{д}} = \frac{10^3 \times R \times V_{\text{п}}}{\eta_{\text{м}} \times \eta_0 \times \eta_{\text{г}} \times \eta_{\text{н}} \times \eta_{\text{д}}} \quad (2.17)$$

З порівняння (2.15) і (2.17) витікає, що загальний ККД преса при насосному приводі визначається як

$$\eta = \eta_{\text{м}} \times \eta_0 \times \eta_{\text{г}} \times \eta_{\text{н}} \times \eta_{\text{д}}$$

і він знаходиться в межах 0,6-0,85. Порівняно високий ККД – одна з важливих переваг насосного приводу, інші переваги: легкість управління і контролю тиску, малі габаритні розміри, відсутність постійного підвищеного тиску в системі.

Для забезпечення працездатності приводу у всі періоди роботи преса при розрахунку в залежність (2.16) необхідно підставляти максимальні значення $Q_{\text{н}}$ і $P_{\text{н}}$. Це значить, що в періоди зниження зусилля і швидкості пресування встановлена потужність приводу насосів використовуватиметься не повністю. Виходячи з цього, доцільним є використання насосного приводу, коли час пресування перевищує час решти операцій. Це характерно, наприклад, для процесу пресування алюмінієвих сплавів.

У інших випадках для підвищення використання встановленої потужності приводу насосів передбачають короткочасну роботу двигунів з перевантаженням, встановлюють насоси з декількома **ступеннями** тиску і продуктивності, встановлюють насоси з регульованою продуктивністю, використовують маховий привід насосів [8].

Для пресів, що працюють з високими швидкостями пресування (наприклад, пресування мідних сплавів) і розвивають великі зусилля, встановлена потужність насосного приводу може виявитися надмірно великою. У цих випадках більш доцільне застосування насосно-акумуляторного приводу, який в змозі забезпечити практично будь-яку подачу рідини. Доцільне застосування цього приводу і як загального для групи пресів. Основна відмінність цього приводу від насосного - наявність насосно-акумуляторної станції (див. рисунок 2.13.6).
гс У-УЛ'При насосно-акумуляторному приводі рідина високого тиску потрапляє в циліндри преса з балона акумулятора і від насосів при відповідному положенні розподільників рідини, які, як і при насосному приводі, мають чотири (І-ІУ) характерні поєднання. З метою економії рідини високого тиску при х.х. встановлюється наповнювальний бак з наповнювальним клапаном.

При зупинці преса всі системи клапанів і розподільників переводяться в положення I. При цьому насоси працюють вхолосту, в головному циліндрі встановлюється тиск, рівний тиску в наповнювальному баці, виходи з поворотних циліндрів і з балона акумулятора закриті. У такому положенні клапани 10 і 12 знаходяться в тому випадку, якщо балон акумулятора повністю заповнений рідиною. Інакше вони переводяться в положення III і насоси закачують рідину в балон акумулятора.

При х.х. (положення клапанів II) рідина в головний циліндр поступає з наповнювального бака і зливається з поворотних циліндрів. При робочому ході (положення клапанів III) рідина в головний циліндр поступає з балона акумулятора і насосів (наповнювальний бак відключений) і зливається з поворотних циліндрів. Поворотний хід (положення клапанів IV) відбувається при подачі рідини високого тиску в поворотні циліндри і при зливанні рідини з головного циліндра в наповнювальний бак.

Необхідну продуктивність насосів при насосно-акумуляторному приводі визначають середньою витратою рідини за цикл пресування всіма механізмами преса, підключеними до акумуляторної станції:

$$Q = \frac{60 \times \sum_1^n k_i \times q_i}{T_{\text{ц}} \times \eta_0} \quad (2.18)$$

де Q – продуктивність насосів, л/хв;

$k_i = 1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стиснення рідини і деформацію елементів i -го механізму;

q_i – повна витрата рідини високого тиску в i -м механізмі за цикл, л;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с.

По величині Q і продуктивності одного насоса $q_{\text{н}}$, яка береться по каталогу [8], визначають кількість насосів n :

$$n = \frac{Q}{q_{\text{н}} \times n_{\text{р}}} \quad (2.19)$$

де $n_{\text{р}}$ – число резервних насосів (приймають один резервний насос на 4-5 працюючих, але не менше одного на акумулятор).

Об'єм балонів акумулятора визначають з урахуванням робочого, (маневрового) об'єму рідини (об'єм між рівнями Н і В на рисунку 2.14), який, у свою чергу, знаходять при побудові графіка витрати рідини механізмами преса за цикл і графіка подачі рідини насосами.

Для станції, що живить групу пресів (до 3-4), будують суміщений графік витрати рідини, припускаючи, що всі преси починають працювати одночасно. При великій кількості пресів враховують наймогутніші і ті преси, у яких по території вірогідності часто співпадають моменти найбільшого відбору рідини [8].

Побудові графіка витрати рідини повинне передувати складання докладних таблиць з вказівкою виду операції, розміру плунжера циліндра, величини робочого ходу, швидкості, тиску.

На підставі цих таблиць розраховується тривалість операції, секундна витрата, загальна витрата рідини, тобто ті дані, які необхідні для побудови графіка.

На суміщеному графіку (рисунок 2.15) робочий об'єм Q_p акумулятора визначається витратою, яка лежить вище за пряму q_H , що показує секундну подачу:

$$Q_p = \sum_1^Z t_i \times (q_i \times q_H) \quad (2.20)$$

де Z – число операцій з витратою рідини, перевищуючим подачу насосів.

Повний об'єм Q_Γ гідравлічного балона визначають:

$$Q_\Gamma = (1,25 \dots 1,5) \times Q_p$$

Цим забезпечується створення верхнього аварійного рівня A (рисунок 2.14), нижнього аварійного рівня O і зон, що виключають попадання рідини в повітряні балони і попадання повітря в трубопроводи.

Об'єм повітря в акумуляторі Q_B визначається перепадом тиску робочої рідини, який приймають рівним 5-10%. При політропічному законі розширення повітря з показником політропи $n=1,35 \dots 1,4$:

$$Q_B = \frac{Q_p (p_{\min}/p_{\max})^{1/n}}{1 - (p_{\min}/p_{\max})^{1/n}} \quad (2.21)$$

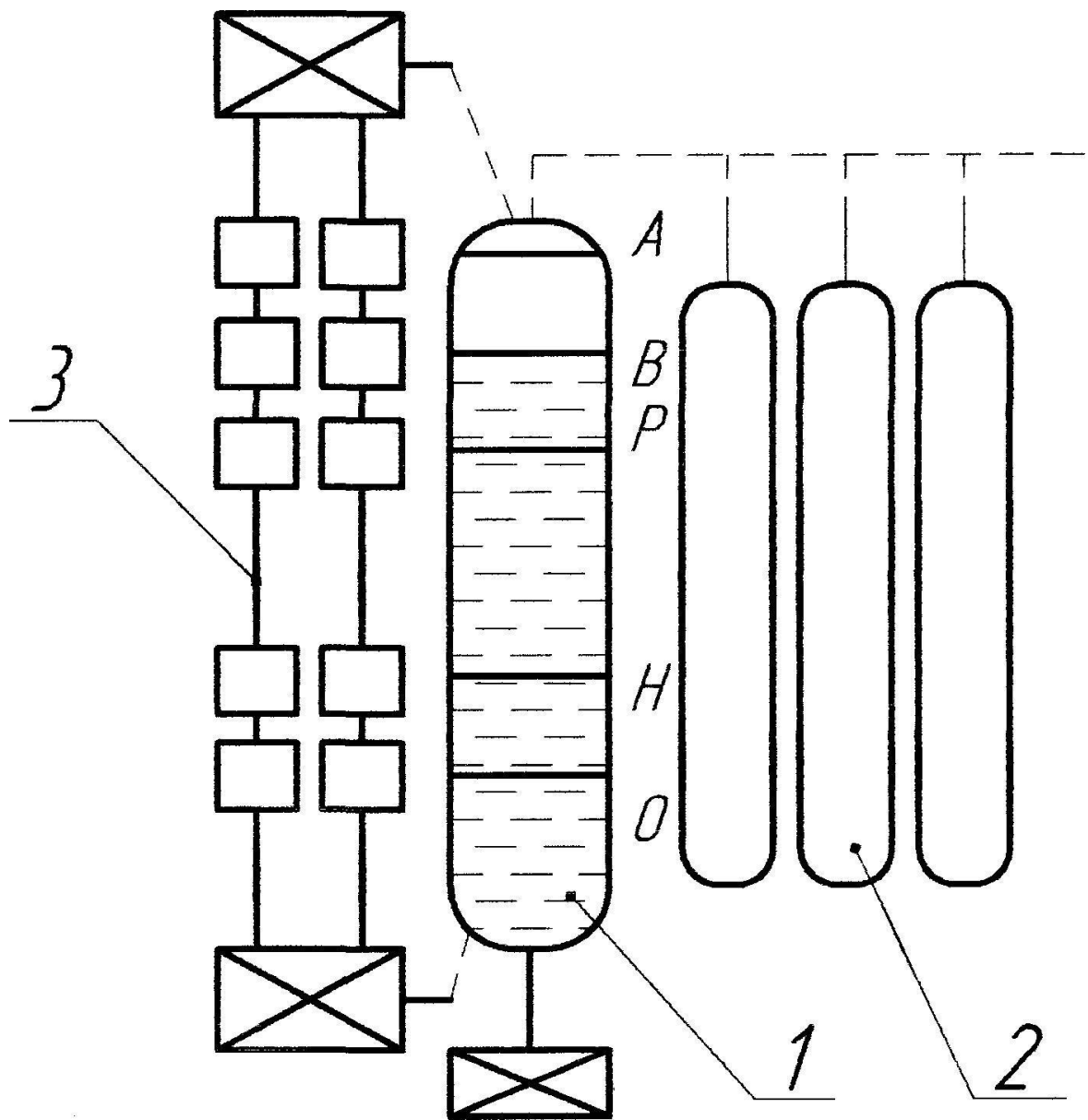
де p_{\max}, p_{\min} – тиск рідини відповідно P і H (рисунок 2.14).
Повний об'єм балонів насосно-акумуляторної станції:

$$Q_{\text{нас}} = Q_\Gamma + Q_B \quad (2.22)$$

При орієнтовних розрахунках можна приймати

$$Q_{\text{нас}} = 14Q_p$$

Тиск рідини в акумуляторі повинен перевищувати тиск в циліндрі, який визначається залежністю (2.12). Від P_a і P_c свою чергу, залежатимуть швидкісні показники преса, потужність приводу і ККД. Дійсно, величини V_{II}, P_a і P_c зв'язані залежністю:



1 - гідравлічний балон; 2 - повітряний балон; 3 - система контролю рівня рідини.

Рисунок 2.14 Схема заповнення балонів акумулятора

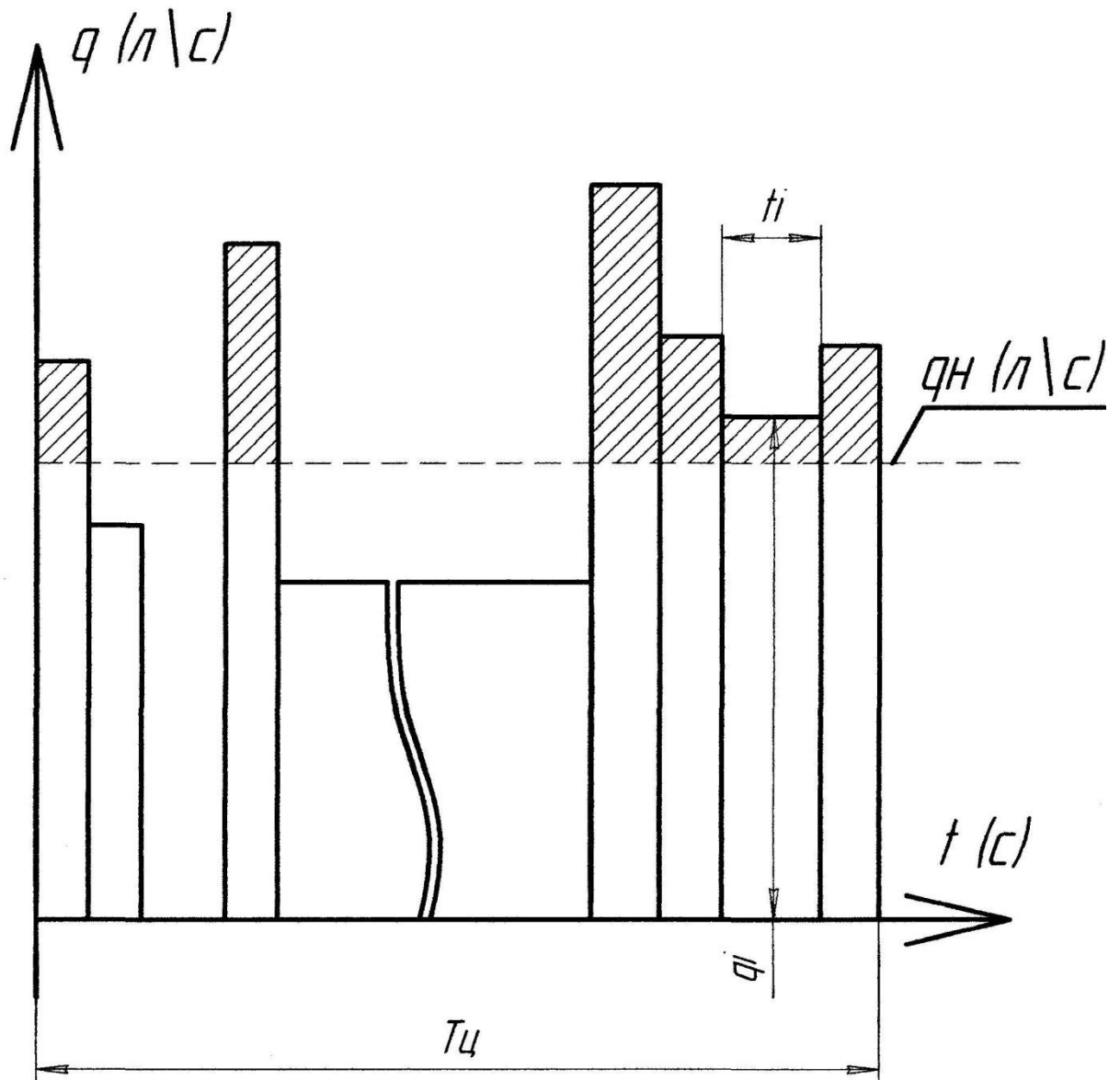


Рисунок 2.15 Суміщений графік витрати рідини високого тиску

$$V_{\Pi} = \sqrt{\frac{(P_a - P_{\Pi})}{\varphi}} \quad (2.23)$$

де φ – приведений коефіцієнт опору системи трубопроводів і розподільників рідини.

З цієї залежності виходить, що зміна тиску в циліндрі приводить до **різкої** зміни швидкості пресуючої траверси від

$$V_{\Pi} = 0 \text{ при } P_a = P_{\Pi} \text{ до}$$

$$V_{\Pi\max} = \sqrt{\frac{P_a}{\varphi}}$$

при

$$P_{\Pi} = 0$$

З урахуванням цього змінюватиметься потужність і ККД приводу.

На підставі (2.14) і (2.23) залежність потужності преса від швидкості матиме вигляд:

$$N_{\Pi} = 1000 \times F_{\Pi} \times \eta_M \times (P_a \times V_{\Pi} - \varphi \times V_{\Pi}^3) \quad (2.24)$$

Як бачимо, функція $N_{\Pi} = f(V_{\Pi})$ є кубічною параболою (рисунок 2.16) з нульовими значеннями при $V_{\Pi} = 0$ і $V_{\Pi} = V_{\Pi\max}$. Максимум функція буде мати при $N'_{\Pi} = 0$:

$$N'_{\Pi} = 1000 \times F_{\Pi} \times \eta_M \times (P_a \times -3 \times \varphi \times V_{\Pi}^2) = 0 \quad (2.25)$$

Звідки

$$V_{\Pi\text{опт}} = \sqrt{\frac{P_a}{3 \times \varphi}}$$

і

$$N_{\Pi}^{\max} = 1000 \times F_{\Pi} \times \eta_M \times \frac{2}{3} \times P_a \times \sqrt{\frac{P_a}{3 \times \varphi}} \quad (2.26)$$

Тиск в циліндрі, відповідне максимальній потужності, з обліком (2.23) і (2.25):

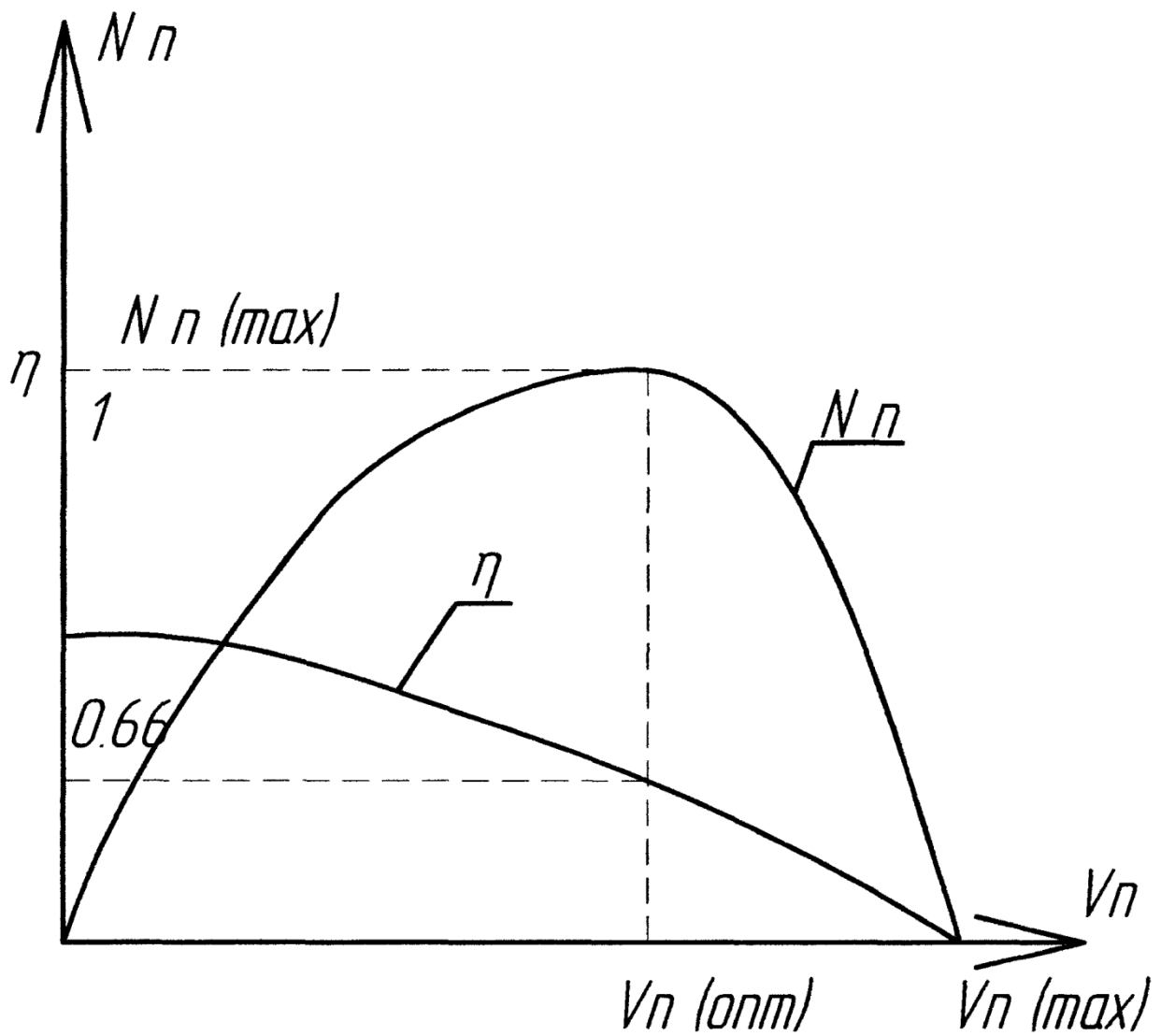


Рисунок 2.16 графік залежностей $N_n = f(V_n)$ при насосно-акумуляторному приводі

$$P_{\text{ц}} = \frac{2 \times P_a}{3} = P_{\text{ОПТ}}$$

що видно і із залежності (2.26).

Оскільки корисна потужність пропорційна $P_{\text{ц}}$, а що витрачається P_a , ККД преса η виразимо як $\eta = \frac{P_{\text{ц}}}{P_a}$. Або з урахуванням залежності (2.23):

$$\eta = \frac{(P_a - \varphi \times V_{\text{П}}^2)}{P_a} = \frac{1 - \varphi \times V_{\text{П}}^2}{P_a} \quad (2.27)$$

Із залежності виходить, що ККД преса при зміні тиску в циліндрі буде змінюватися від $\eta = 1$ ($P_a = P_{\text{ц}}$; $V_{\text{П}} = 0$) до $\eta = 0$ ($P_{\text{ц}} = 0$; $V_{\text{П}} = V_{\text{Пmax}}$). При максимальній потужності ККД рівно 0,66 ($P_{\text{ц}} = P_{\text{ОПТ}}$). Аналіз графіків на рисунку 2.16 показує, що при зниженні зусилля пресування, а значить і тиск в циліндрі нижчий $P_{\text{ОПТ}}$, різко знижуються економічні показники преса.

Враховуючи значні коливання тиску в системі преса за цикл пресування, підвищення ККД насосно-акумуляторного приводу добиваються наступними установками: наповнювального бака; акумуляторних станцій з декількома ступенями тиску; мультиплікатора тиску [8]. Як робоча рідина при насосному приводі застосовують мінеральні масла в'язкістю $(0,21 \dots 3,9)10^{-4}$ м²/с при температурі від +50°C до 10°C відповідно (турбінне 22, турбінне 30, індустріальне 20, індустріальне 30). При насосно-акумуляторному приводі застосовують емульсію типу «масло у воді» з використанням емульсії марки А або Б по ГОСТ 1975-75. Концентрація емульсола – 2% за об'ємом.

Найбільше поширення при насосному приводі набули аксіально-поршневі насоси із змінною і постійною продуктивністю з тиском до 32 МПа (частіше 20-24). У насосно-акумуляторному приводі використовують трьохплунжерні горизонтальні насоси простої дії з робочим тиском 32 МПа [3].

Наповнювальний бак - це акумулятор низького тиску. Тиск — ($P_{\text{нб}} = 0,2 \dots 1,2$ МПа) створюється повітряною подушкою. Повний об'єм бака приймають рівним: $V_{\text{нб}} = (5 \div 6)V_{\text{ц}}$, де $V_{\text{ц}}$ – об'єм головного циліндра преса. Об'єм рідини в баку при верхньому рівні складає $(2,5 \div 3) \times V_{\text{ц}}$

Розміри трубопроводів визначають виходячи з допустимої швидкості перебігу рідини, яку приймають в наступних межах м/с; 6 ... 15 - напірні трубопроводи при насосно- акумуляторному приводі; 5 ... 6 - напірні трубопроводи при насосному приводі; 3 ... 5 - зливні трубопроводи; 4...5 - трубопроводи в лінії наповнювального бака. Зовнішній діаметр труби визначають залежностями (2.4).

Систему розподільників в насосному приводі складають золотникові [8] і при насосно-акумуляторному приводі – клапанні [5] розподільники, які класифікуються по тиску, розміру прохідних перетинів, числу положень (позицій), числу трубопроводів, що підводяться, і способам управління [7].

При розробці гідросистеми розподільники підбирають по каталогах так, щоб прохідний перетин (умовний прохід) був рівний перетину приєднуваного трубопроводу. Іноді декілька зменшують прохідний перетин, що, проте, веде до зростання втрат тиску.

Для нормальної роботи насосно-акумуляторної станції необхідний ретельний контроль за рівнем рідини в акумуляторі, який здійснюють за допомогою спеціальних пристроїв (рисунок 2.14). В даний час набули поширення електроконтактні і радіоізотопні пристрої [3]. Застосовують і електромагнітний пристрій [1].

[1, с.301-381; 3, с. 60-79; 8, с.50-215].

Питання для самоперевірки.

1. Намалуйте принципову схему і висловіть роботу насосного приводу.
2. Намалуйте схему і висловіть роботу насосно-акумуляторного приводу.
3. Висловіть методику розрахунку основних параметрів насосного приводу: тиск, швидкість пресування, потужність, ККД, кількість насосів.
4. Висловіть методику розрахунку основних параметрів насосно-акумуляторного приводу.
5. Висловіть методику розрахунку трубопроводів і вибору розподільників.

2.4 Устаткування для нагріву злиwkів і подачі на вісь пресування

Склад устаткування для нагріву злиwkів і подачі на вісь пресування визначається видом пресованого матеріалу, конструкцією преса, типом нагрівальних пристроїв і ін. найбільше поширення для нагріву злиwkів з кольорових металів і сплавів набули індукційні електропечі промислової (50Гц) і підвищеної частоти (500-10000 Гц). Останні застосовують для заготовок невеликого діаметру [3].

На рисунку 2.17 показаний один з варіантів нагріву і подачі на вісь пресування злиwkів з мідних сплавів. Для нагріву злиwkів в даному випадку використовують методичні індукційні електропечі 1. У систему устаткування входить приймальний стіл 2 з підйомником заготовок, система жолобів (рольгангів) 3, 4 і 5, поворотний пристрій 6, кантувач 7, подаючий візок з хоботом, що гойдається, 8, система штовхачів 9, 10, 11.

Круглі заготовки подаються до пресу з ливарного відділення в контейнерах з відкидним дном, з яких вивантажуються на похилий майданчик приймального столу. Ланцюговим підйомником, що має візок з поворотним захопленням 12, заготовки подаються в приймальний жолоб 3, по якому проштовхуються штовхачем 9 до поворотного пристрою 6. Цим пристроєм заготовка виводиться на вісь однієї з двох працюючих печей. Далі штовхач 10 по жолобу 4 заштовхує заготовку в піч. Після виходу з печі нагріті заготовки потрапляють на рольганг 5, в районі якого змонтований ланцюговий

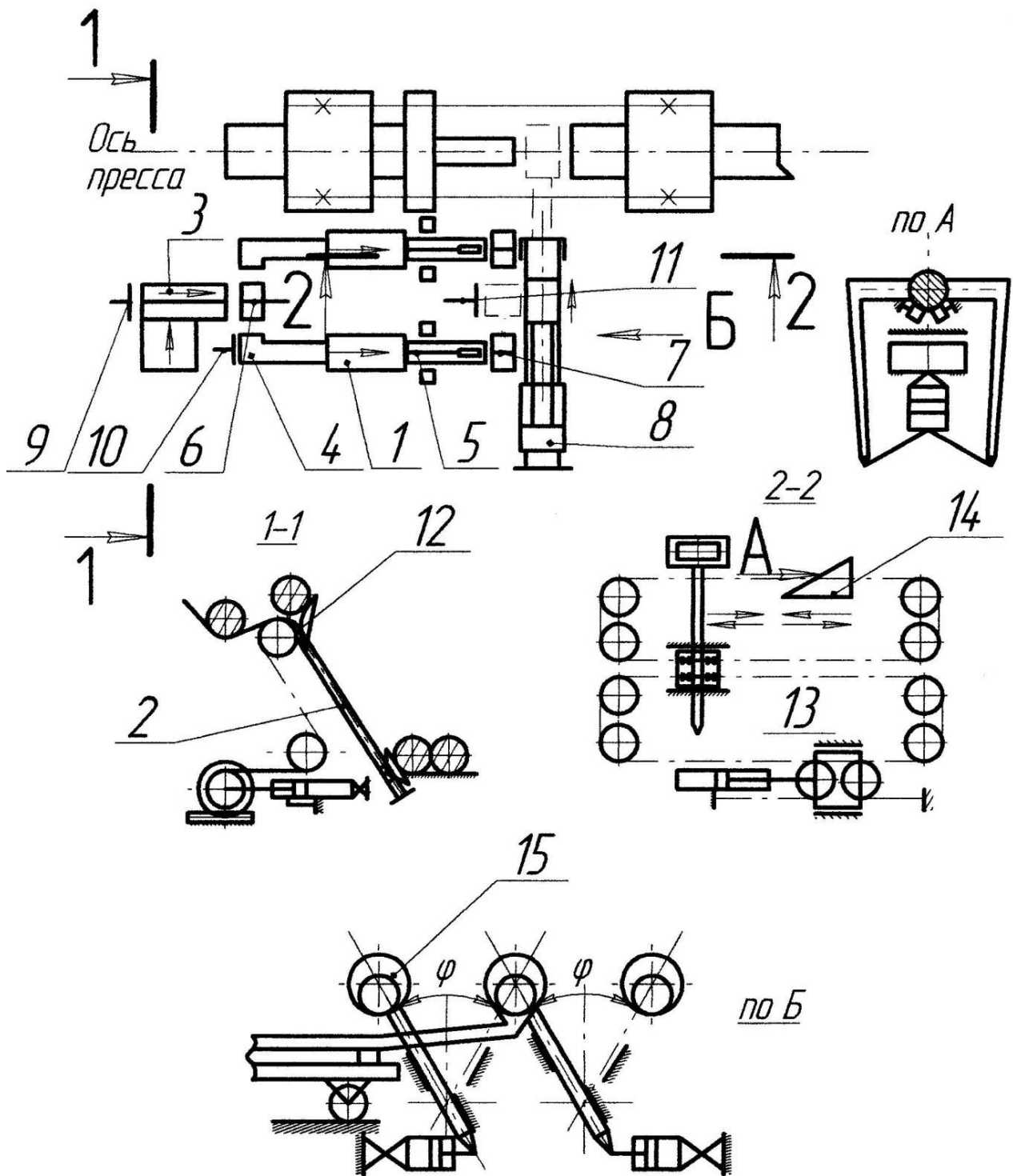


Рисунок 2.17 Схема подачі заготовок на вісь пресування

втягуюче-штовхаючий пристрій. Основу цього пристрою складає візок 13 з пневмозатискним пристроєм і поворотний упор 14, закріплені на ланцюзі. При роботі візок і упор синхронно скоюють протилежні поворотно-поступальні переміщення.

У середній частині рольганга 5 ці переміщення перекриваються, чим забезпечується передача заготовки від візка до упору 14, який і виводить її на приймальний пристрій кантувача 7. Кантувачі при повороті на кут φ передають заготовку на вісь приймального пристрою візка 8. З приймального пристрою кантувача в приймальний пристрій візка заготовка передається штовхачем 11. Переміщаючись до пресу, візок виводить заготовку на вісь преса.

Для приводу механізмів системи використовують або пневматичні, або гідравлічні циліндри. У останньому випадку для живлення гідросистеми цих механізмів використовують індивідуальну маслонуосну установку з робочим тиском 4 ... 5 МПа.

[З, с. 79-86, 113-125].

Питання для самоперевірки.

1. Висловіть послідовність операцій при нагріві і подачі зливків.
2. Назвіть і охарактеризуйте пристрої системи подачі зливків.
3. Які печі застосовують для нагріву зливків?

2.5 Системи механізмів по обслуговуванню операцій пресування

Найважливішим є операції відділення прес-залишку і прес-шайби від виробу, розділення прес-шайби і прес-залишку, подача прес-шайби на вісь пресування. Конструкції механізмів для виконання вказаних операцій відрізняються великою різноманітністю. Один з варіантів вказаної системи механізмів показаний на рисунку 2.18.

У наданому варіанті при переміщенні контейнера 1 прес-залишок і прес-шайба залишаються в контейнері, а виріб 2 при цьому ковзає в отвір матриці. Поворотом по радіусу R_n диск пили 3, що обертається, вводиться в зазор між контейнером і передньою поперечиною 4, що і забезпечує відділення прес-залишку і прес-шайби від виробу. Після цього виріб механізмами приймального столу (на схемі не показані) висмикується з отвору матриці і втулка матрицетримача 5 встановлюється на вісь пресування. Рухом прес-штемпеля (на схемі не показаний) прес-залишок і прес-шайба виштовхуються у втулку матрицетримача.

Потім втулка матрицетримача встановлюється проти штовхача 6, який і зштовхує прес-залишок на візок 7. За допомогою рейково-ланцюгового механізму (на схемі не показаний) візок переміщають до штовхача 9, який зсовує комплект прес-залишку на стіл ножиць 8 до упору в поворотний затвор 10. При цьому прес-шайба встановлюється проти похилого жолоба 14, а прес-залишок спирається на упор столу

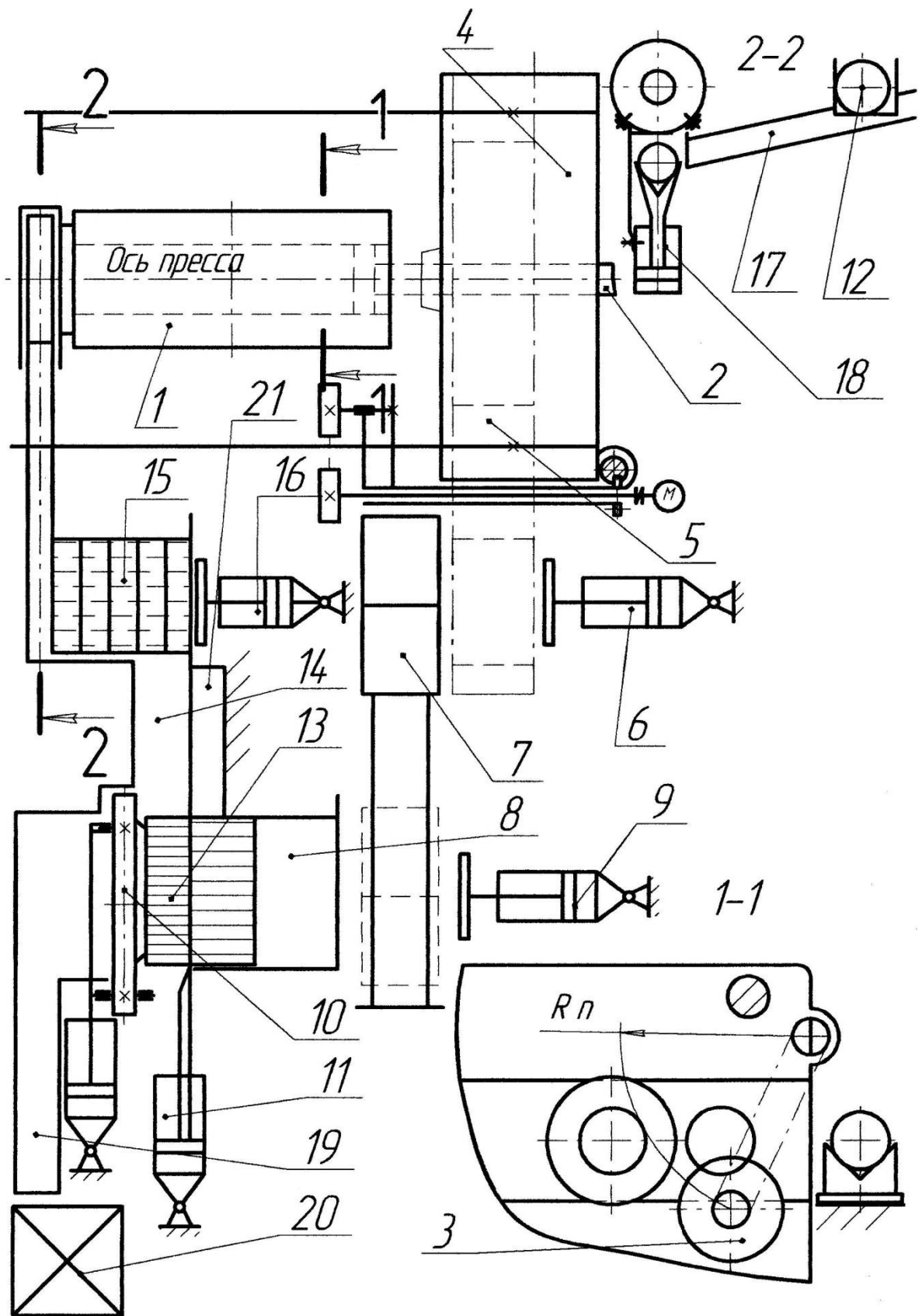


Рисунок 2.18 Схема відділення прес-залишку і обробки прес-шайби

21. Рухом ножа горизонтальних ножиць 11 прес-шайба 12 відділяється від прес-залишку 13 і по похилому жолобу 14 скачується в накопичувач шайб 15.

У міру надходження шайб штовхач 16 проштовхує пакет шайб кожного разу на ширину однієї шайби. При цьому у штовхача звільняється місце для подальшої шайби, а передня охолоджена шайба по жолобу 17 скачується до підйомника шайб, закріпленому на торці контейнеротримача. Підйомник і виводить шайбу на вісь преса, яка потім пресс-штемпелем заштовхується в контейнер. Після відділення прес-шайби прес-залишок 13 при піднятому поворотному затворі 10 штовхачем 9 проштовхується в похилий жолоб 19, по якому і скачується в короб 20.

Часто при проектуванні даної системи механізмів систему жолобів орієнтують таким чином, що шайба потрапляє в торець заготовки перед подачею її на вісь преса. Цим забезпечується одночасне заштовхування прес-шайби і заготовки в контейнер, що скорочує цикл пресування. Цей спосіб застосовують на профільних пресах.

У випадку, якщо при переміщенні контейнера прес-залишок виходить з нього, для відділення прес-залишку можна використовувати ножиці, які встановлюються на передній поперечині зверху над матрицею. Перед включенням ножиць в цьому випадку в зазор між контейнером і передньою поперечиною знизу вводиться спеціальний пристрій, який і приймає зрізаючий ножицями прес-залишок.

При пресуванні з сорочкою (метал витісняється в зазор між робочою шайбою і контейнером, що покращує якість поверхні виробів) відокремлюваний від виробу пакет складається послідовно з прес-залишку, робочої прес-шайби, зім'ятої сорочки і контрольної прес-шайби. В цьому випадку після ножиць встановлюють два накопичувача шайб - для робочих і для контрольних. Розподіляють шайби по накопичувачах за допомогою поворотного пристрою. З накопичувачів робочі шайби направляють в торець нагрітої заготовки перед виводом її на вісь преса, а контрольні шайби - на підйомник шайб, закріплений на торці контейнера.

[3, с. 87-91; 9, с. 107-112].

Питання для самоперевірки.

1. Висловіть послідовність при обробці прес-шайби і подачі її на вісь преса.
2. Які пристрої застосовують для відділення прес-залишку від виробу?

2.6 Устаткування для приймання і обробки прес-виробів

Системи даного устаткування на сучасних пресах утворюють потокові лінії і забезпечують проведення таких технологічних операцій, як охолодження профілів, їх правку, різання на мірні довжини, калібрування і ін. Основні види устаткування цих ліній: приймальний стіл; транспортер-охолоджувач для поперечної передачі виробів до правильно-розтяжної машини або до лінії різання.

На рисунку 2.19 показаний один з варіантів розташування устаткування потокової лінії для обробки профілів з алюмінієвих сплавів.

Одержуваний профіль, виходячи з пресу 1, проходить нерухому частину столу 2, де гартується водою, водно-повітряною сумішшю або повітрям, а потім потрапляє на рухому частину столу 3. Після відділення прес-залишку скидач 8 передає виріб на охолоджувач 4. Охолоджений виріб правиться на розтяжній машині 5 і передається на рольганг 6, в лінії якого встановлена дискова пила 7. Після різання виріб може видаватися у вигляді готового продукту і пакуватися або піддаватися подальшій обробці. Профілі при цьому можуть прямувати на калібрувальні або волочильні стани, а труби - послідовно на стани ХПТ і волочильні стани.

На сучасних пресових установках застосовують приймальні столи, довжина яких досягає 60 м. і більш. Нерухома частина столу виконується у вигляді регульованого по висоті лотка, фанерованого графітом або іншим жаростійким матеріалом з низьким коефіцієнтом тертя. Рухома частина столу виконується у вигляді пластинчастого або роликового транспортера, швидкість якого дещо більше або рівна швидкості виробу $V_{и}$.

Пластинчасті транспортери застосовують при $V_{и}$ до 2,5 м/с, роликові транспортери (рольганги) - при $V_{и}$ до 12 м/с.

При виробництві тонкостінних профілів складної форми для виключення їх скручування і падіння з приймального столу застосовують витягаючі пристрої. Ці пристрої (рисунк 2.20) звичайно є кареткою 1, що переміщається по направляючих 2 уздовж столу 4 і забезпечену захопленнями 3 для утримання прес-виробів.

Рух каретки здійснюється від електродвигуна постійного струму за допомогою лебідки і нескінченного троса, кінець 5 якого часто з'єднуються із захопленнями, що забезпечує автоматичне спрацьовування при робочому ході каретки. Є спроби використання лінійного двигуна для приводу каретки [3].

При пресуванні міді і сплавів, що окислюються на повітрі, застосовують столи, розташовані у воді. Каретка витягаючого пристрою в цьому випадку розташовується над рівнем води, а її захоплення у воді. Використовують в цих випадках для витягання виробів і стаціонарно встановлені вертикальні ролики з рейково-секторним механізмом для їх відносного переміщення.

Для прийому прес-виробів (дроту або труб малого діаметру) застосовують вертикальні моталки, які розташовують поряд або в кінці приймального столу. На відміну від моталок для катанки, ці моталки звично

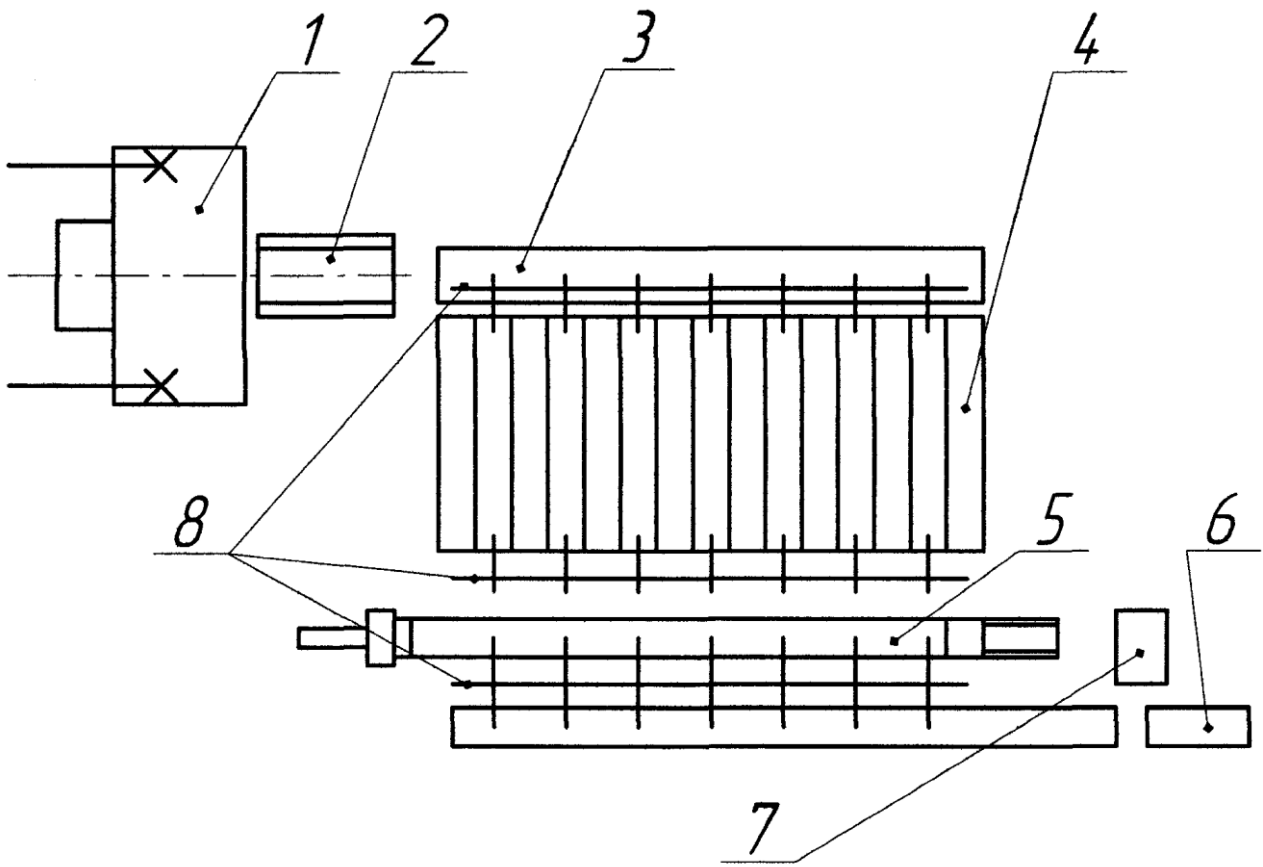


Рисунок 2.19 Схема розташування устаткування за пресом

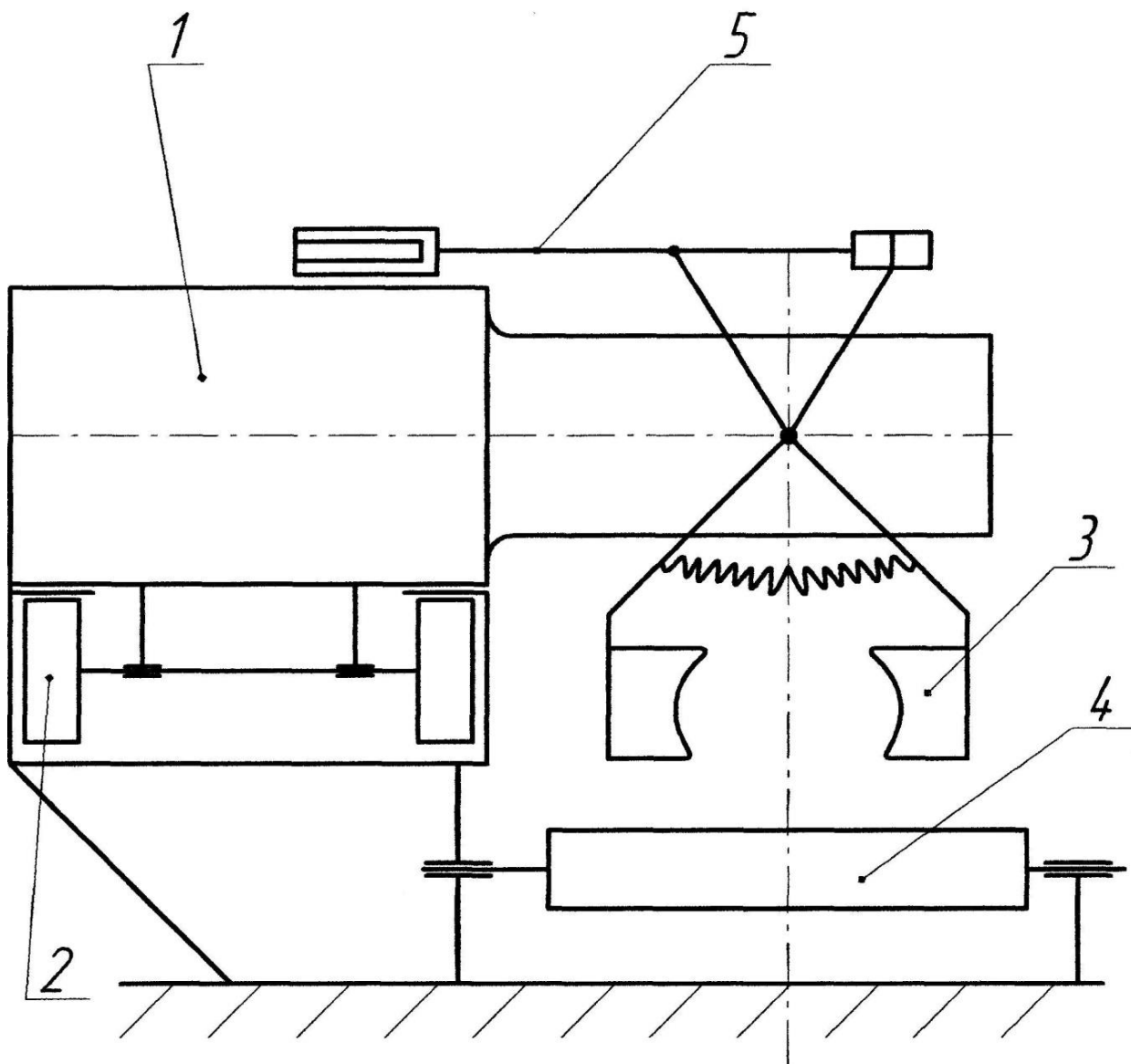


Рисунок 2.20 Схема **установки витягаючої** каретки на приймальному столі

шпупьного типу, що сприяє збереженню виробів при переміщеннях на технологічних операціях обробки.

Застосовують наступні типи охолоджувачів: крокові (типу рейкового охолоджувача для прокату), по типу пластинчастого транспортера. У останньому випадку для забезпечення періодичних переміщень виробів привід **транспортера здійснюють** від гідроциліндра через храповик.

Правильно-розтяжні машини, **вбудовані** в потокові лінії, характеризуються великою відстанню між затискними головками, які відповідають довжині виробів. Ступінь деформації при правці розтягуванням складає 1-4% (при правці труб не більше 2,5%). Для правки прес-виробів широко використовують також і роликові машини: з шаховим розташуванням роликів (одно- і двохплщинні), парнороликові і косовалкові.

Лінії різання профілів на мірні довжини є конвеєром, що складається з **рольгангів** або стрічкових транспортерів. Часто ролики **рольгангів** покривають пластмасою, що оберігає поверхню виробів від пошкоджень. Різання виробляють дисковими пилами з електромеханічним приводом і гідравлічною подачею.

Поширений спосіб калібрування прес-виробів - волочіння. Широко використовують для калібрування і процес плющення[3]. При цьому застосовують двох-, трьох- і чотирьохвалкові калібруючі кліті підвищеної жорсткості із закритими калібрами.

Останнім часом широко застосовується термообробка прес-виробів: відпал, гарт, старіння [3].

[3,с. 93-98, 125-152; 9, с. 202-214].

Питання для самоперевірки.

3. Опишіть конструктивні особливості приймальних столів.
4. Опишіть конструктивні особливості транспортерів-охолоджувачів.
5. Які види правильних і калібрувальних пристроїв застосовують при обробці прес-виробів?

3 СТАНИ ХОЛОДНОГО ПЛЮЩЕННЯ ТРУБ

3.1 Принцип роботи і загальний пристрій станів ХПТ

Для холодного плющення труб застосовують в основному валкові стани (рисунок 3.1). Плющення труби 1 на цьому стані здійснюється на нерухомій короткій оправці 2 калібрами 3, встановленими в робочих валках 4. Струмочок 5 калібрів виконаний змінним радіусом, мінімальний розмір якого R_1 рівний радіусу труби, а максимальний R_3 - радіусу заготівки 6.

При переміщенні валків з положення I в положення II (прямий хід) валки повертаються на кут $185-214^\circ$, що забезпечує обтискання труби по діаметру і товщині стінки. Поворот валків відбувається за допомогою **шестерень**, закріплених на них консольно і знаходяться в **зчепленні** з нерухомою рейкою. У положенні II (крайне переднє положення **кліті**) калібри виходять з контакту з трубою і вона разом з оправкою повертається на кут $57-90^\circ$, після чого валки повертаються в початкове положення I (зворотний хід). У положенні I труба також не стикається з калібрами і спеціальний механізм подачі просуває її на певну величину s , звану подачею.

Далі цикл плющення повторюється з частотою 200-20 за хвилину залежно від розміру стану. Прокатують на цих станах труби діаметром 16 ... 450 мм і завтовшки стінки 0,3-25 мм. Типорозмір цих станів указує на максимальний діаметр готової труби в міліметрах (ХПТ-32, ХПТ-55, ХПТ-75 і т.д.).

Для плющення труб невеликого діаметру з невеликою товщиною стінки застосовують роликові стани (ХПТР). Деформація труби 1 на цьому стані (рисунок 3.2) здійснюється на циліндровій оправці 2 роликами 3, струмок яких виконаний постійним радіусом, рівним радіусу готової труби. Зменшення кільцевого калібру роликів і обтиск труби відбувається при прямому ході каретки 5 унаслідок того, що обойма роликів 7, закріплена шатуном на радіусі III стійки 6, переміщається щодо каретки і цапфи роликів перекочуються по опорній планці 4, висота якої наростає. Прокатують на цих станах труби діаметром 4 ... 120 мм з товщиною стінки 0,08 ... 1,2 мм. Типорозмір даних станів указує на діапазон діаметру готової труби в міліметрах (ХПТР-4-15, ХПТР-15-30 і т.д.).

Застосовують і поперечне холодне плющення труб, яке здійснюють на циліндровій 3 (рисунок 3.3, а) або конічній 4 (рисунок 3.3, б) оправках профільними валками, розташованими по колу труби. При плющенні відбувається зменшення товщини стінки труби і зменшення або збільшення її діаметру. Обтиску заготівки 1 сприяють осьові зусилля, що повідомляються їй від окремого приводу. Вісі валків 2 розташовують паралельно вісі заготівки або повертають на деякий кут.

Стан холодного плющення є складним агрегатом, до складу якого входять різні машини і механізми. Розташування основних груп устаткування стану зображене на рисунку 3.4.

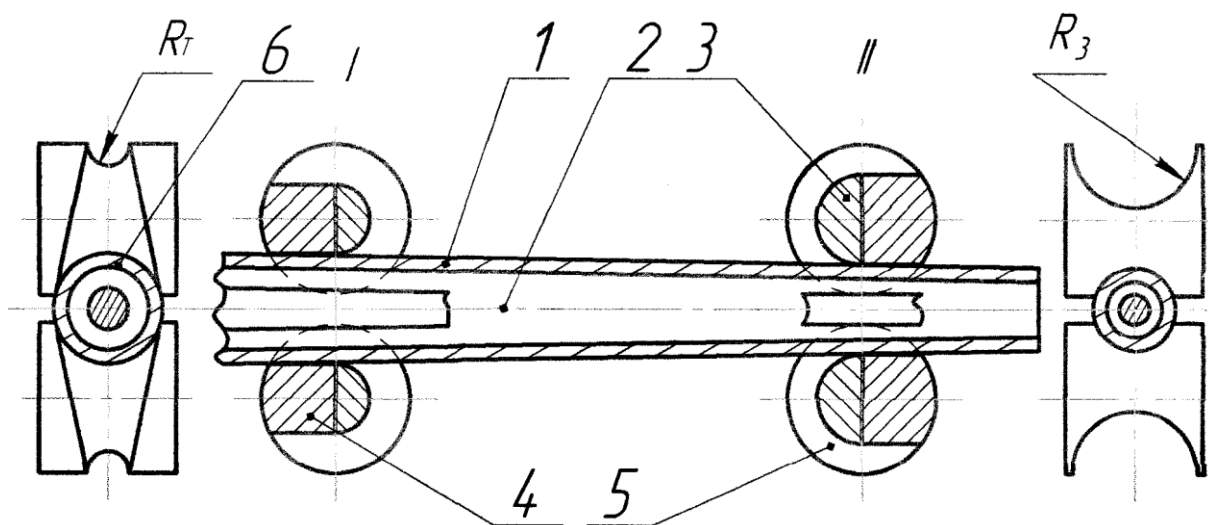


Рисунок 3.1 Схема плющення труб на стані ХПТ

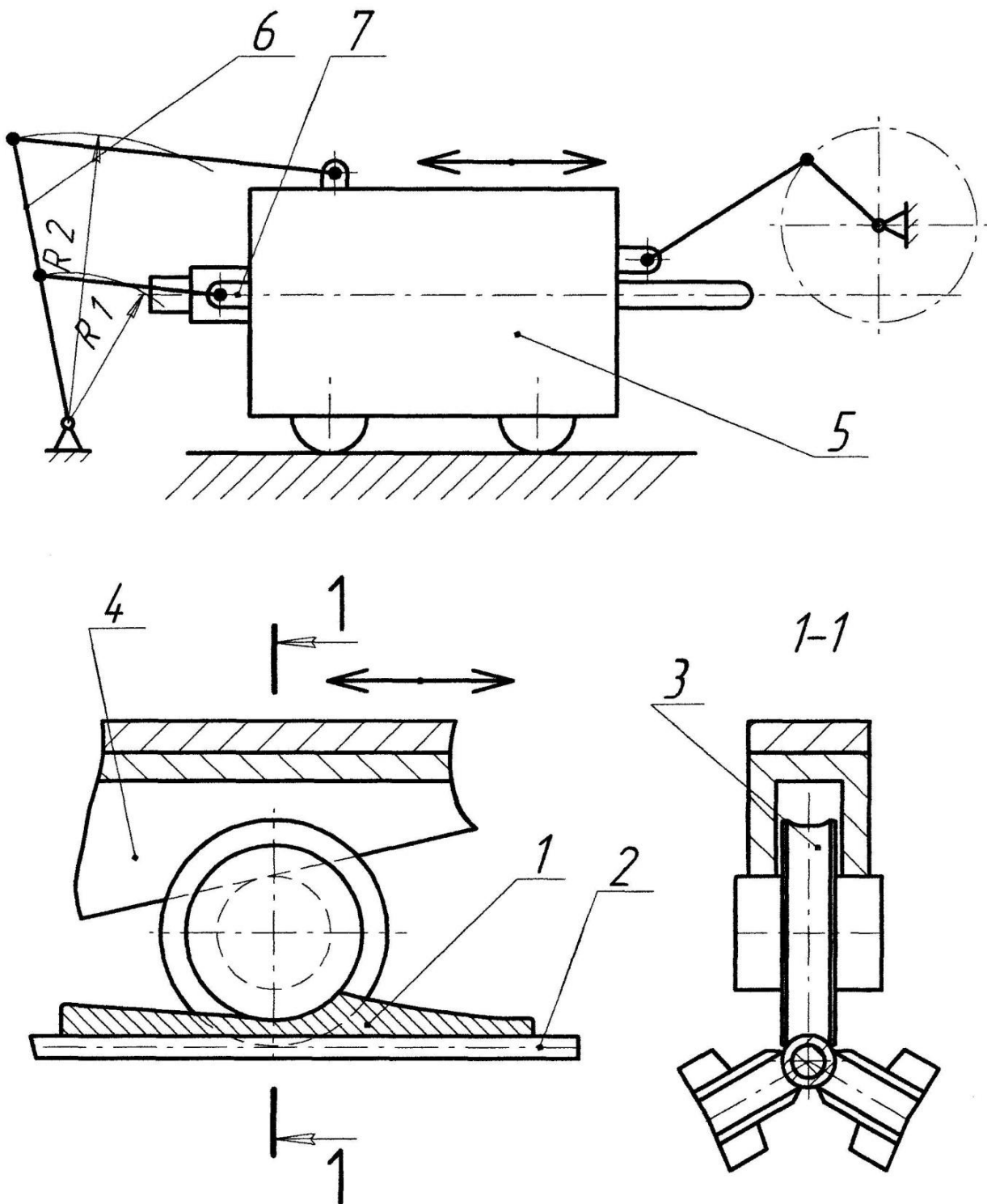


Рисунок 3.2 Схема плющення труб на стані ХПТР

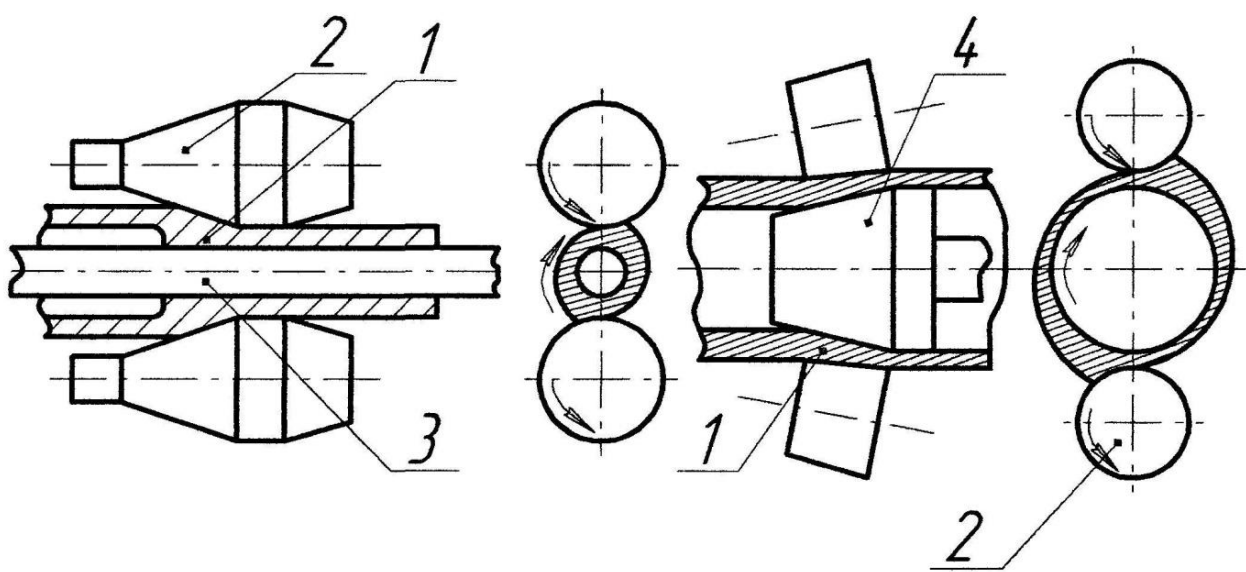


Рисунок 3.3 Схема поперечного плющения труб

До цих груп відносяться: робоча лінія стану 2, яка забезпечує процес деформації металу: приймальний стіл 1, який забезпечує поштучну подачу заготовок в робочу лінію; подаюче-поворотний пристрій 3, здійснюючий поворот і подачу труби; задній стіл 4 з механізмами переміщення стрижня з оправкою і його фіксацією при плющенні; стіл видачі 5 з механізмами для приймання готової труби, її різання і укладання в кишені; пристрій 6 для подачі мастила і рідини для охолодження; насосно-акумуляторна станція 7.

3.2 Елементи конструкцій устаткування робочої лінії і подаюче-поворотних механізмів

Основу робочої лінії стану складає робоча кліть 1 (рисунок 3.5) з головним приводом 2 від двигуна 3. Обертання робочих валків походить від перекочування шестерін 4, змонтованих на шийках валків, по зубчатих рейках. 5. Заготівка (труба) одержує обертання від проміжного 6 і переднього 7 патронів. подача труби відбувається при переміщенні патрона заготівки 8 від гвинтової передачі 9. Обертання стрижня відбувається при обертанні патрона стрижня 10. Оскільки всі робочі рухи труби повинні строго узгоджуватися з переміщеннями робочої кліті, привод всіх робочих рухів патронів здійснюється від головного двигуна 3 через системи конічних передач, редуктор 11, подаюче-поворотний механізм 12. Для швидкого переміщення патрона заготівки 8 і патрона стрижня 10 встановлені системи передач з двигунами 13 і 14.

На станах ХПТ застосовують робочі кліті трьох видів: з рухомою станиною і з опорними валками [10]. Перший вид клітей застосовують при діаметрі труби до 90 мм. У другого виду клітей рухомою є тільки касета з валками, що знижує масу частин, що скоюють поворотно-поступальні переміщення, більш ніж в два рази. Застосування опорних валків сприяє збільшенню жорсткості кліті, хоча і ускладнює її конструкцію.

Важливим напрямом підвищення продуктивності станів ХПТ є переклад їх на багатониткове плющення. За кордоном відомі трьох-, п'яти- і шестиниткові стани [11]. Ці стани мають робочі кліті з рухомою касетою, з нерухомою задалегідь-напруженою станиною, що має робочі і опорні валки.

Основу приводу кліті звичайно складає кривошипно-ползунний механізм, який одержує обертання від електродвигуна постійного або змінного струму через систему зубчатих або через ремінну передачу. Виникаючі при поворотно-поступальних переміщеннях кліті динамічні навантаження компенсують установкою зрівноважуючих пристроїв: вантажних, пневматичних і гідравлічних.

Подаюче-поворотні механізми (ППМ) мають періодичний режим роботи, точно узгоджений з режимом роботи робочої кліті. Застосовуються ППМ, забезпечуючі роздільну подачу (в межах 3 ... 40 мм) і поворот (кут повороту в межах 57-90°) труби в крайніх положеннях робочої кліті. При перезарядці і

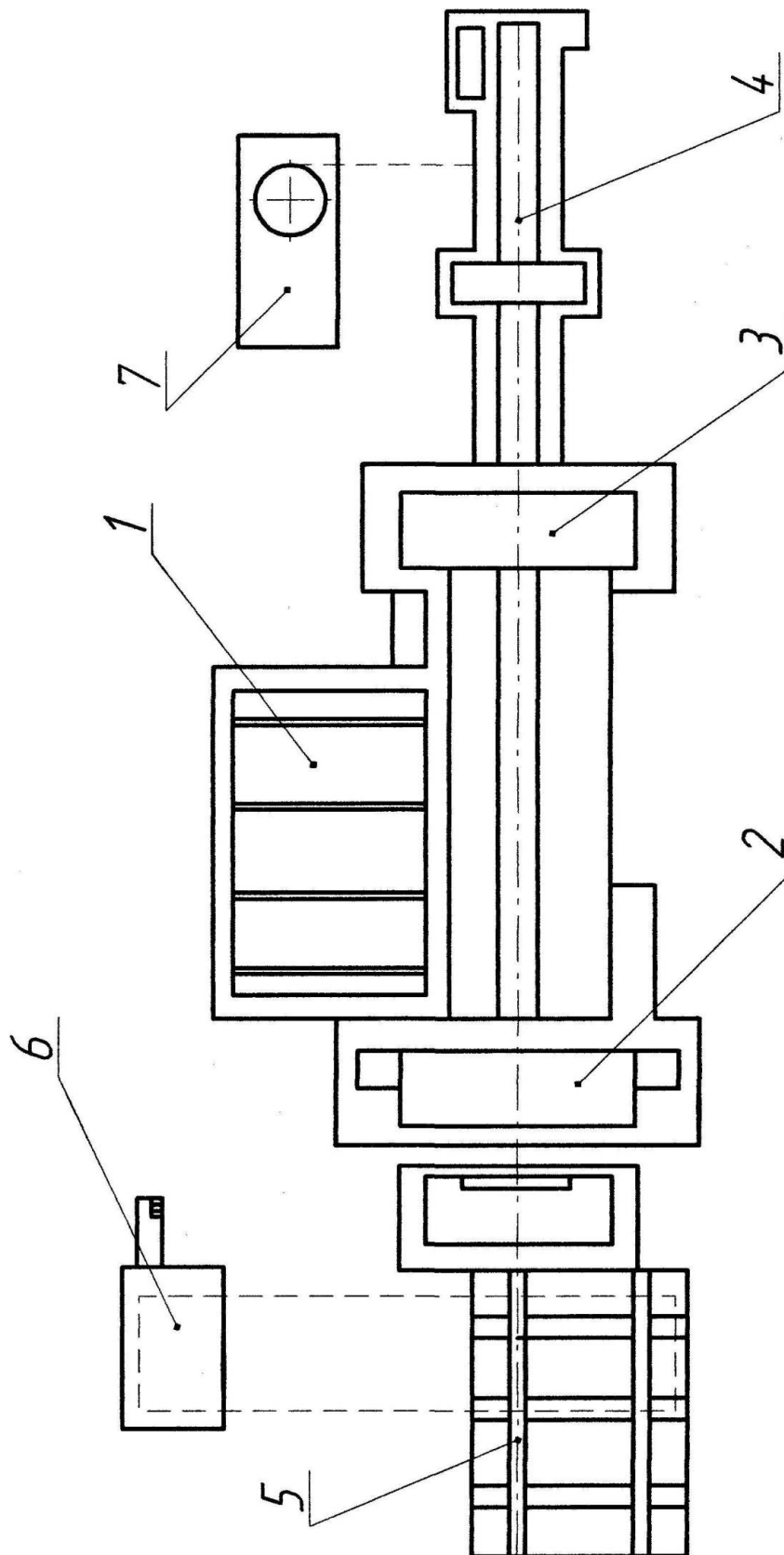


Рисунок 3.4 Розташування устаткування стану ХПТ

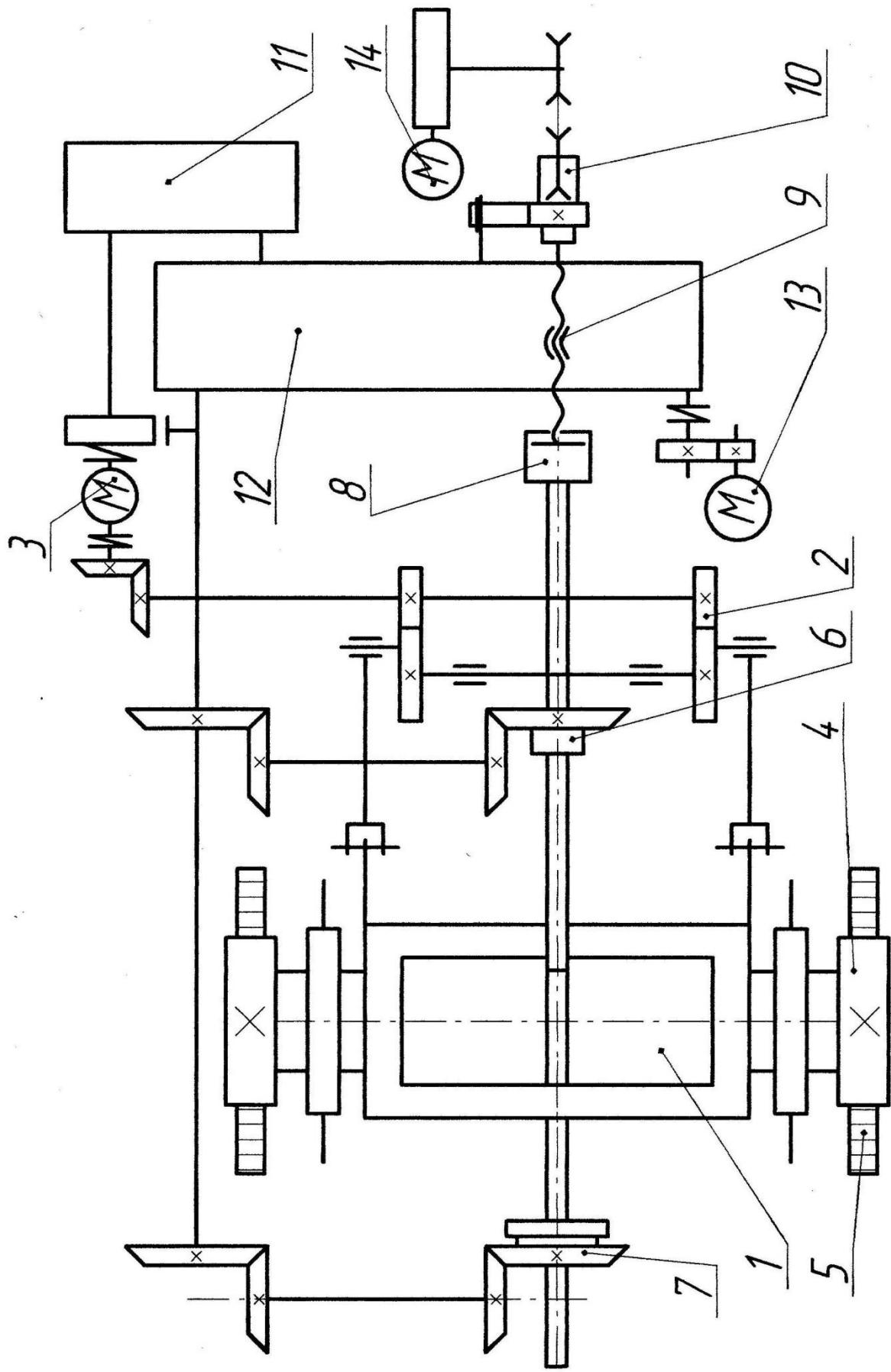


Рисунок 3.5 Кінематична схема стану ХПТ

настройці стану ППМ забезпечують прискорене переміщення патрона заготовки.

По конструкції ППМ розділяють на наступні групи: ППМ з мальтійським хрестом, з важильною системою, із стопорною пружиною, редукторного типу і **диференціально-** кулачкові [11], які вживають для безпосередньої передачі заготовки і трубі переривчастих рухів повороту і подачі патрони також мають різні конструкції [10; 11].

3.3 Допоміжні пристрої і механізми стану

До допоміжних механізмів і пристроїв станів ХПТ відносяться столи завантаження і видачі, механізми різання труб, устаткування маслоподвала.

Стіл завантаження є зварною рамою, встановленою з нахилом до осі плющення, завдяки чому пакет труб розсипається і труби на столі укладаються в один ряд, упираючись впритул з боку стану. Труби по торцю вирівнюють гідравлічним штовхачем, знімають із столу і передають в люнети стану механізмом завантаження, який складається з системи важелів [11], пов'язаних із загальним валом, гойдаюче обертання якому повідомляється гідроциліндром.

Якщо після стану ХПТ передбачається обробка труби на станах бухтового волочіння, то вона змотується в бунт **моталкою** типу згортаючої машини з вертикальним розташуванням гибочних роликів. У інших випадках трубу ріжуть на мірні довжини в лінії стану. Для цього використовують летючі пили (рисунок 3.6).

Пила має ріжучу голівку, що обертається, 1 з приводом від двигуна 2. У середині конусного корпусу голівки розташовується рухома труба 3, на торцевому диску якої з можливістю радіального переміщення встановлені ріжучі блоки 4 з дисковими ножами. Осьове переміщення труба 3 одержує від гідроциліндра 5, порожнистий шток якого пов'язаний з трубою упорним підшипником 6. Переміщення пили у напрямі прокатуваної труби 7 здійснюється гідроциліндром 8.

Стіл видачі має похилі ґрати, проміжний жолоб, викидач-затримувач труб, приймальний жолоб, пакетуюча кишеня. Відрізана пилою труба скидається в приймальний жолоб і по похилих ґратах скачується в проміжний жолоб, з якого викидачем-затримувачем передається в пакетуючу кишеню.

Всі допоміжні механізми нових станів ХПТ мають **гідропривід**. Гідроциліндри встановлені також в патронах для затиску заготовки, труби і оправки, в ППМ - для перемикання із заправних на робочі режими. Подача рідини до циліндрів здійснюється від насосно-акумуляторної станції з вантажним акумулятором і лопатевим насосом [11].

[10, с. 3-8, 112-234; 11, с. 5-72].

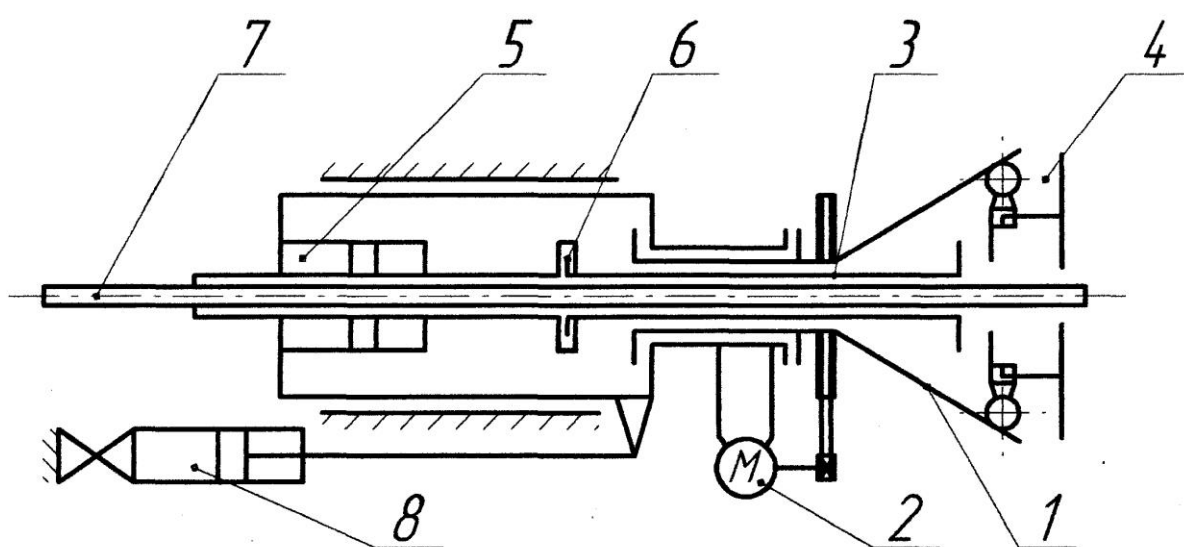


Рисунок 3.6 Схема летючої пили

Питання для самоперевірки.

1. Висловіть принцип роботи валкового і роликового стану ХПТ.
2. Назвіть і охарактеризуйте основні групи устаткування стану ХПТ.
3. Дайте загальну характеристику робочих клітей станів ХПТ і їх приводів.
4. Дайте загальну характеристику подаючо - поворотним механізмам.
5. Для чого призначені і як влаштовані столи завантаження і видачі.
6. Висловіть принцип роботи летючої пили.

4 ВОЛОЧИЛЬНІ СТАНИ

4.1 Загальні відомості про волочильні стани

Волочильний стан - це машина для обробки металів простяганням через отвір у волоці. На цих станах обробляють різні напівфабрикати з кольорових металів і сплавів: дроту діаметром 0,008 - 17 мм, прутки різних перетинів, труби діаметром 0,3 ... 500 мм з товщиною стінки 0,05 ... 25 мм.

Волочіння зародилося близько 3500 років до нашої ери в давньому Єгипті [12] і використовувалося для отримання дроту із золота. Спочатку застосовували кам'яні волокни, (Франція). Процес волочіння здійснювали вручну.

Важливі етапи ручного волочіння: застосування сидіння (XIV ст.), що гойдається, застосування волочильної лави з барабаном (XI ст.). У XV ст. для переміщення сидіння, що гойдається, почали використовувати водяні колеса. В цей же час почали виготовляти вертикальні барабани і для їх приводу використовувати силу коней.

На початку XVIII ст. почали виготовляти важіль-кліщові стани з автоматичним захоплювачем смуги. Для їх приводу спочатку використовували силу води, а потім пари (середина XIX ст.). На початку XIX в. з'явилися багатобарабанні стани із швидкістю волочіння до 1,5 м/с. Використовування на цих станах волок з коштовних каменів, а потім з твердих сплавів, дозволило довести швидкість волочіння на початку XX сторіччя до 12 ... 15 м/с. Паралельно з барабанами удосконалювалися і конструкції станів з прямолінійним рухом смуги. Створений на початку XIX ст. ланцюговий стан і зараз знаходить широке застосування при волочінні труб і прутків. Всі стани в даний час мають привод від електродвигуна.

З урахуванням виду одержуваного профілю сучасні стани розділяють на наступні види: для волочіння дроту; для волочіння прутків і профілів; для волочіння труб. По характеру руху протягуваної смуги стани бувають з прямолінійним рухом смуги і з намотуванням на барабан. Перші стани з цієї кваліфікації використовують для волочіння прутків і труб, другі - для волочіння дроту, прутків і труб.

[12, с. 5-20]

4.2 Стани для волочіння дроту

Для волочіння дроту застосовують барабанні стани (машини) одноразового і багатократного волочіння. У першому випадку волочіння здійснюють через одну волоку, в другому - одночасно через декілька (до 25) послідовно розташованих волок.

Машини одноразового волочіння застосовують для волочіння дроту крупних розмірів складного профілю. У комплекс устаткування цих машин (рисунк 4.1 а) входять: робоча машина з приводним приймальним барабаном І і волокотримачем 2, фігурка для початкового бунту 3, гострільний пристрій 4, поворотний кран 5. Найбільш поширені машини з вертикальним приймальним барабаном (рисунок 4.1 б).

Процес волочіння ведеться з намотуванням на барабані великої кількості витків. Забезпечується це тим що кінець дроту 1 закріплюється у верхній частині барабана, а останній виток 2 завжди знаходиться знизу барабана і пересуває вгору попередні витки, які і групуються на конічній частині барабана 3 в декілька рядів.

Застосовують також машини з горизонтальним і вертикальним перевертеним приймальним барабаном [12], а також з прийомом дроту на катушку безпосередньо або через тягову шайбу. Відомі машини одноразового волочіння мають наступні параметри: 1000 ... 200 мм - діаметр барабана; 0,3 ... 5 м/с - швидкість волочіння; 0,05 ... 100 кН - зусилля волочіння; 16 - 0,04 мм - діаметр дроту; 25 - 1 мм – діаметр заготівки.

Машини багатократного волочіння розділяють на машини, що працюють з ковзанням дроту на барабані, і на машини, що працюють без ковзання. На машинах без ковзання дріт намотують на барабани так само, як при одноразовому волочінні. Виділяють два основні типи цих машин: «магазинного типу» (з великим числом витків на кожному барабані) і машини з автоматичним регулюванням швидкості кожного проміжного барабана і протинатягом. На машинах з ковзанням швидкість руху дроту в нормальному режимі волочіння менше окружної швидкості тягових роликів, тобто дріт ковзає по їх поверхні. Величина ковзання – 2 ... 4%. Наявність ковзання забезпечує натягнення дроту між барабанами, а значить, і необхідну силу волочіння при невеликому числі витків на барабані, яке знаходиться в межах 0,5 ... 4 (зменшується із зменшенням діаметру дроту).

Для волочіння кольорових металів використовують в основному машини магазинного типу, що є комбінацією машин одноразового волочіння з індивідуальним або загальним приводом (рисунок 4.2).

Тут кожен тяговий барабан 1 виконує роль проміжного приймача дроту. За допомогою спеціального повідця 2 і системи роликів 3 дріт подається у волокотримач 4 наступного тягового барабана. Недолік даного типу машин - скручування витка, що знімається з барабана при розузгодженні швидкостей суміжних барабанів.

Усунути скручування дроту можна, змінюючи схему знімання витків з

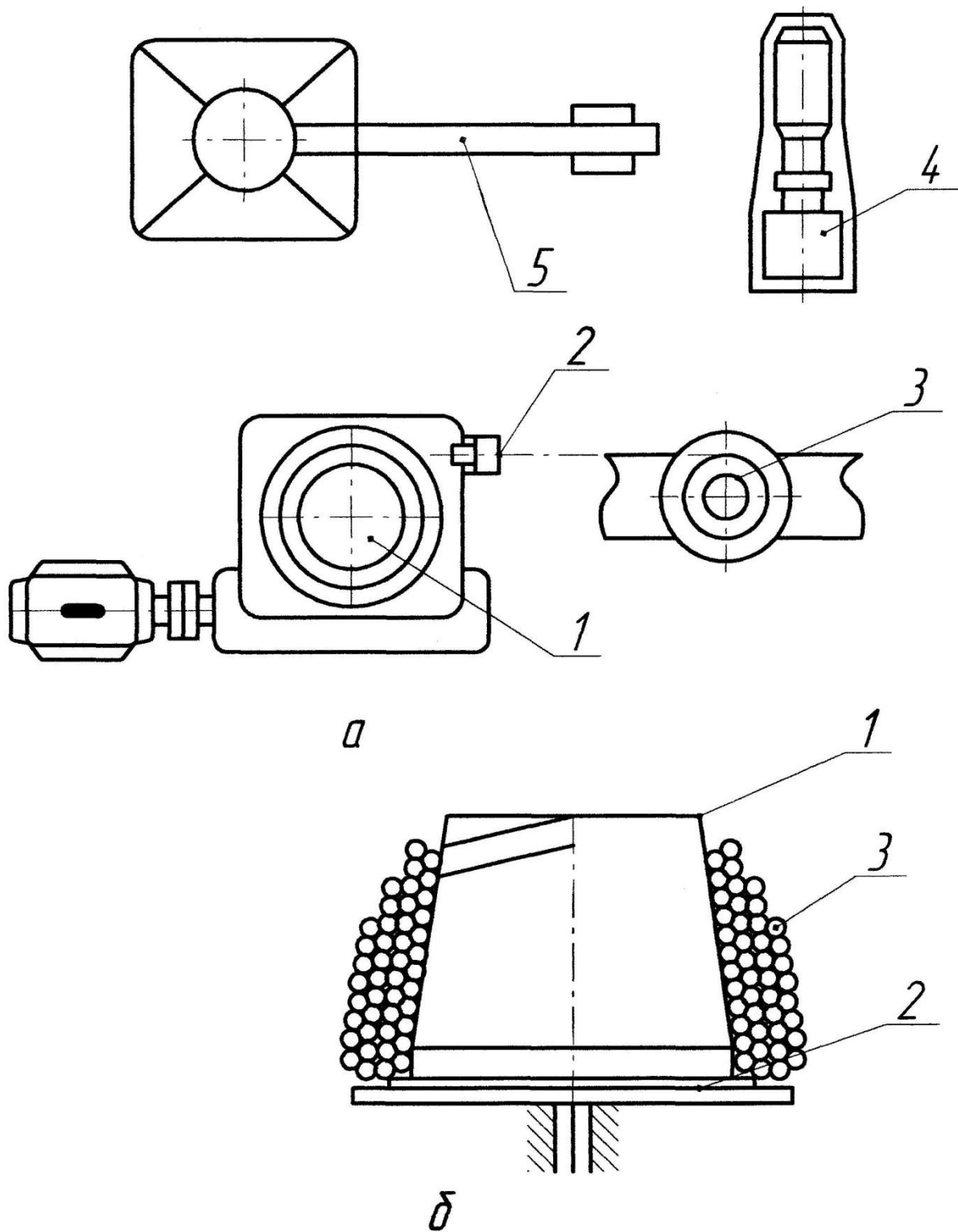


Рисунок 4.1 Схема розташування устаткування машини:
 а – однократного волочіння; б – намотування на барабан

тягового барабана. Для цього, наприклад, на валу приводного барабана 1 (рисунки 4.3) встановлюють з можливістю відносного обертання додатковий барабан 2. Що виходить з волоки 3 дріт потрапляє на приводний барабан 4, а потім через поводковий пристрій 5 на верхній барабан 2, з якого через систему блоків потрапляє в наступну волоку. Натягнення дроту регулюють гальмівною стрічкою 6, змонтованої між барабанами. Вживані машини магазинного типу мають параметри: 200 ... 750 мм – діаметр барабана; 1 - 18 м/с - швидкість волочіння; 0,16 ... 10 мм - діаметр дроту; 3 ... 18 – кількість протяжок.

Машини багатократного волочіння без ковзання, працюючи з автоматичним регулюванням швидкостей проміжних барабанів, виготовляють двох видів: **петельні і прямоточні**. На **петельних машинах** дріт, огинаючи блоки, утворює петлю. Один з блоків спирається на пружину і підтримує необхідне натягнення петлі. При переміщеннях вісь другого блоку впливає на повзун реостата, включений в систему управління індивідуального приводу барабанів.

На прямоточних машинах дріт рухається безпосередньо від барабана до барабана, не утворюючи петлі. Необхідне натягнення дроту між барабанами, яке складає 10 ... 30% зусилля волочіння, підтримується системою управління індивідуальними приводами барабанів.

На машинах з ковзанням застосовується груповий привід тягових роликів. При волочінні крупних фасонних профілів тягові ролики (барабани) розташовують в один ряд (рисунки 4.4а) послідовно. На машинах для волочіння тонкого дроту тягові ролики, встановлені на загальному валу, утворюють ступінчастий конус (рисунки 4.4б). Другий тип машин відрізняється великою компактністю. Але оскільки всі тягові ролики мають однакову частоту обертання, необхідна швидкість на кожному ступені може досягатися тільки зміною діаметру ролика. Це явище визначає і незадовільні умови заправки дроту (товщий дріт потрапляє на менші ступені тягового конуса). Для відведення теплоти, яка інтенсивно виділяється при деформації, конуси розташовують горизонтально і поміщають у ванну з емульсією, що дозволяє вести процес волочіння тонкого дроту при швидкості 60 ... 80 м/с на останньому ступені.

[12, с 207-238].

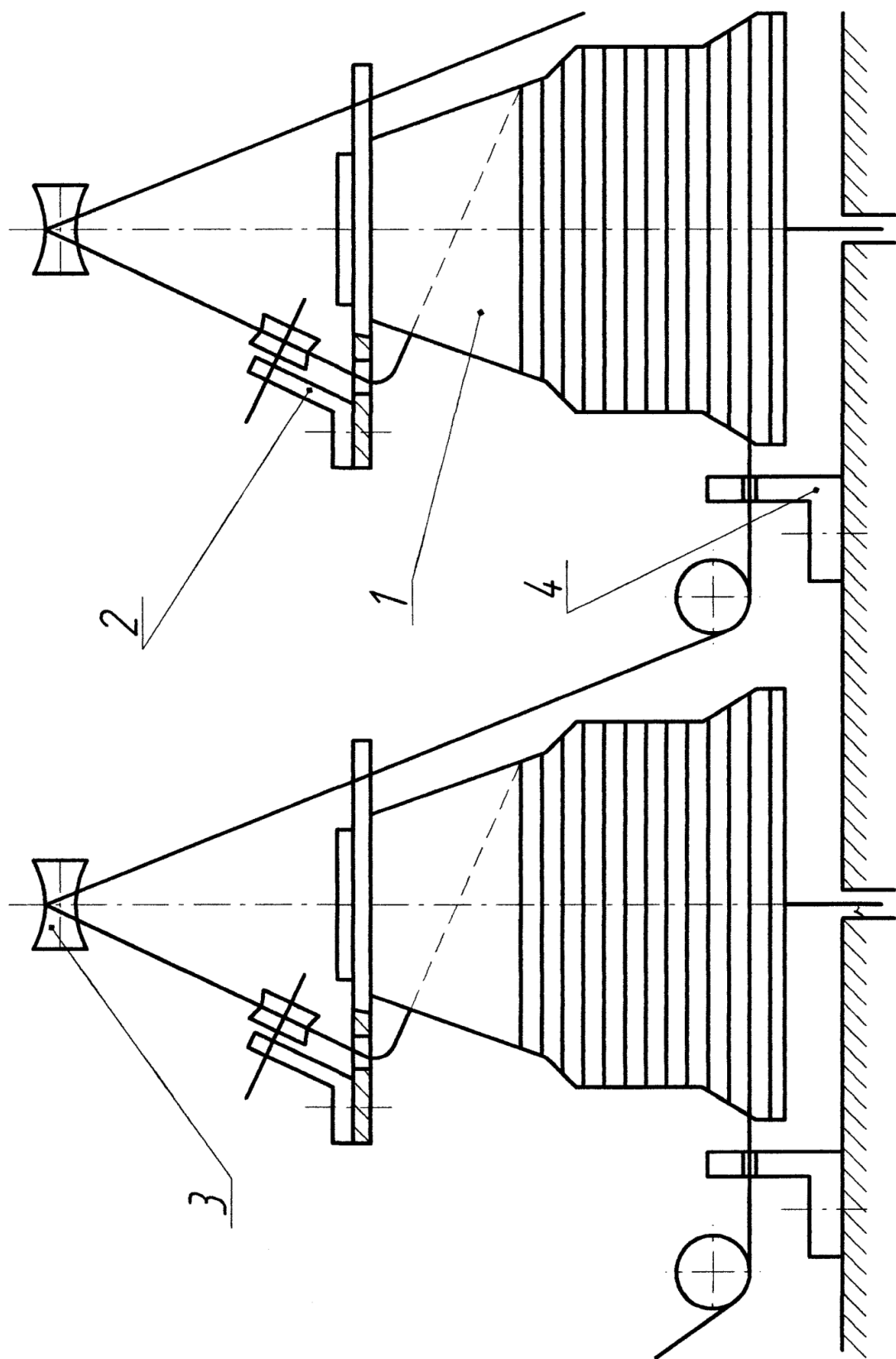


Рисунок 4.2 Схема машины масляного типа

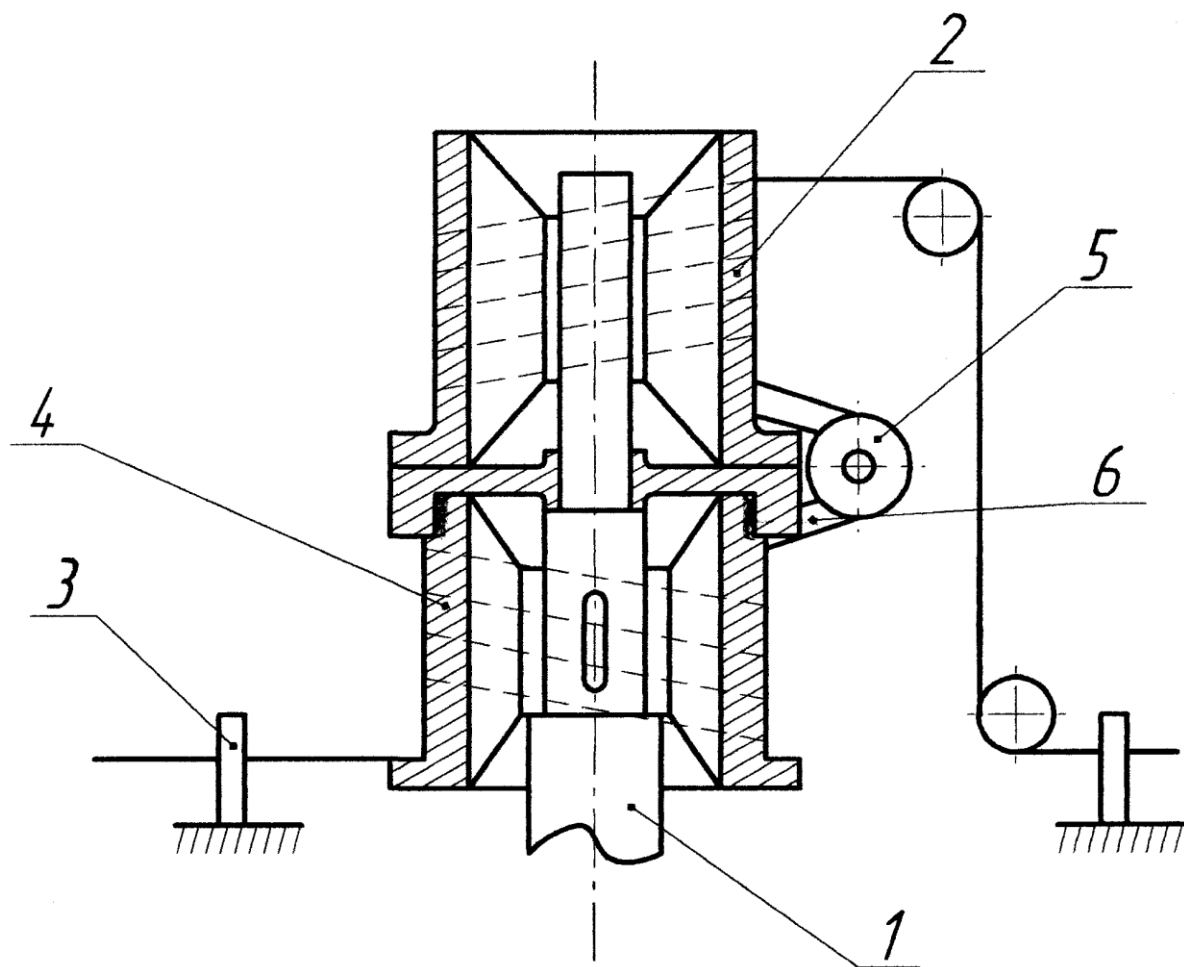
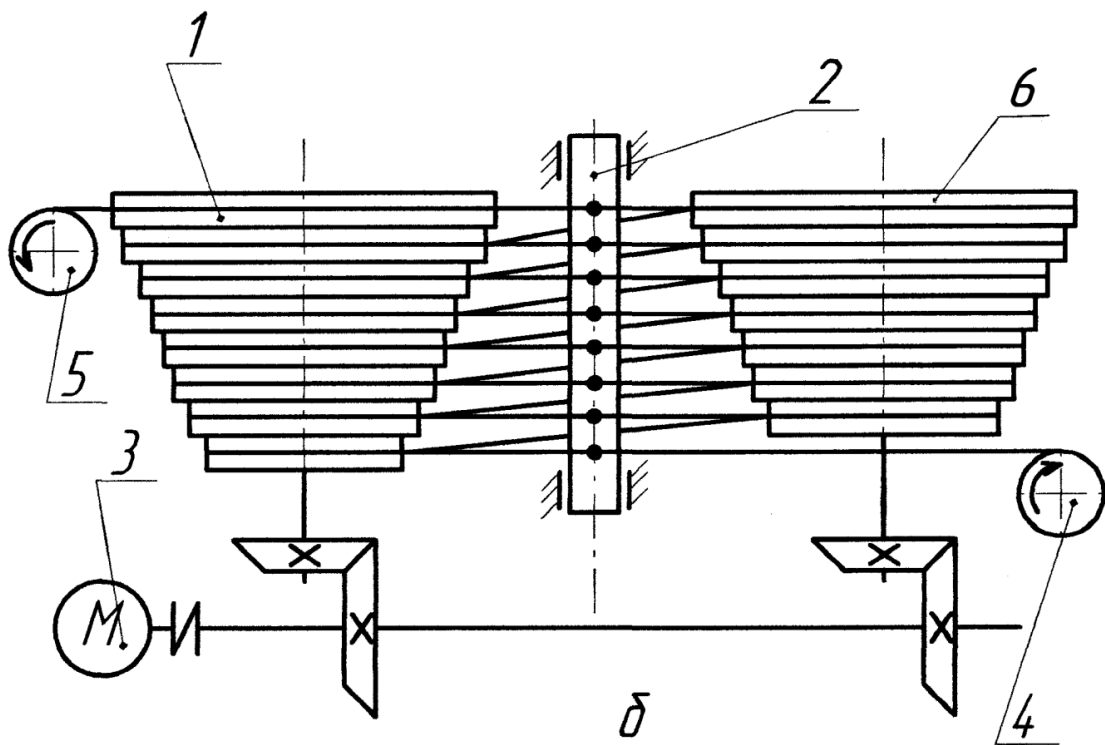
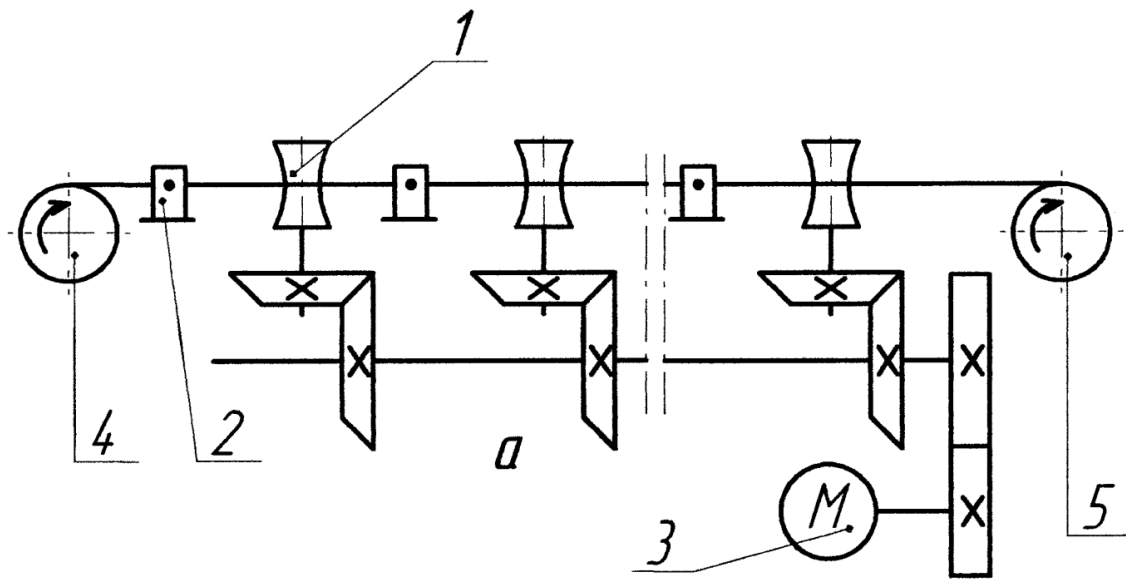


Рисунок 4.3 Схема з двоєного барабана машини магазинно-го типу



1 - тяговий барабан; 2 - волокотримач; 3 - привід барабана; 4 - розмотувальний пристрій; 5 - намотувальний пристрій; 6 - допоміжний барабан.

Рисунок 4.4 Схема машин, що працюють з ковзанням

Питання для самоперевірки.

1. Висловіть стисло історію розвитку процесу волочіння.
2. Дайте класифікацію волочильних станів.
3. Які стани (машини) застосовують для волочіння дроту?
4. Опишіть конструкцію і дайте характеристику машин однократного волочіння.
5. Опишіть конструктивні особливості машин багатократного волочіння.

4.3 Стани для волочіння прутків і профілів

Для волочіння прутків застосовують два види станів: з прямолінійним рухом смуги (лінійні) і з круговим рухом смуги (барабанні).

З лінійних станів найбільш поширені ланцюгові стани. Зусилля волочіння на цьому стані (рисунок 4.5) передається смузі 1 за допомогою візка 2, **обладнаного** затискними кліщами 3 і крюком 4 для з'єднання з ланцюгом 5, що тягне. Рух ланцюга забезпечується приводом, основу якого складає приводна 6 і натяжна 7 зірочки. Візок переміщається по направляючих станини 8, на якій закріплюється волокотримач 9. При захопленні смуги кліщами візок знаходиться у волокотримачі. Одночасно із захопленням смуги крюк 4 опускається і з'єднується з рухомим ланцюгом. При виході смуги з волюки крюк унаслідок різкого падіння натягнення ланцюга виходить із зачеплення з ланцюгом і кліщі звільняють пруток. У початкове положення візок повертається спеціальним механізмом повернення (на схемі не показаний).

Елементи, показані на рисунку 4.5, складають робочу лінію стану. Комплекс сучасного волочильного стану є високо механізованою установкою. Один з варіантів розташування основних елементів такого стану показаний на рисунку 4.6.

Ці стани забезпечують волочіння прутків в 1-3 нитки і мають основні параметри: 16-1250 кН – зусилля волочіння; 3,4 ... 0,17 м/с швидкість волочіння; 5 ... 145 мм – діаметр прутка; довжина прутка до 18 мм.

На барабанних станах волочінню піддають прутки діаметром більше 12 мм. Використовують звичайно стани одноразового волочіння з горизонтальними барабанами. Основні параметри цих станів: 550 ... 750 мм – діаметр барабана; 20 ... 80 кН – зусилля волочіння; 245 ... 120 м/хв – максимальна швидкість волочіння.

4.4 Стани для волочіння труб

Для волочіння труб, як і прутків, використовують лінійні і барабанні стани. З лінійних в основному застосовують ланцюгові стани (див. рисунок 4.5).

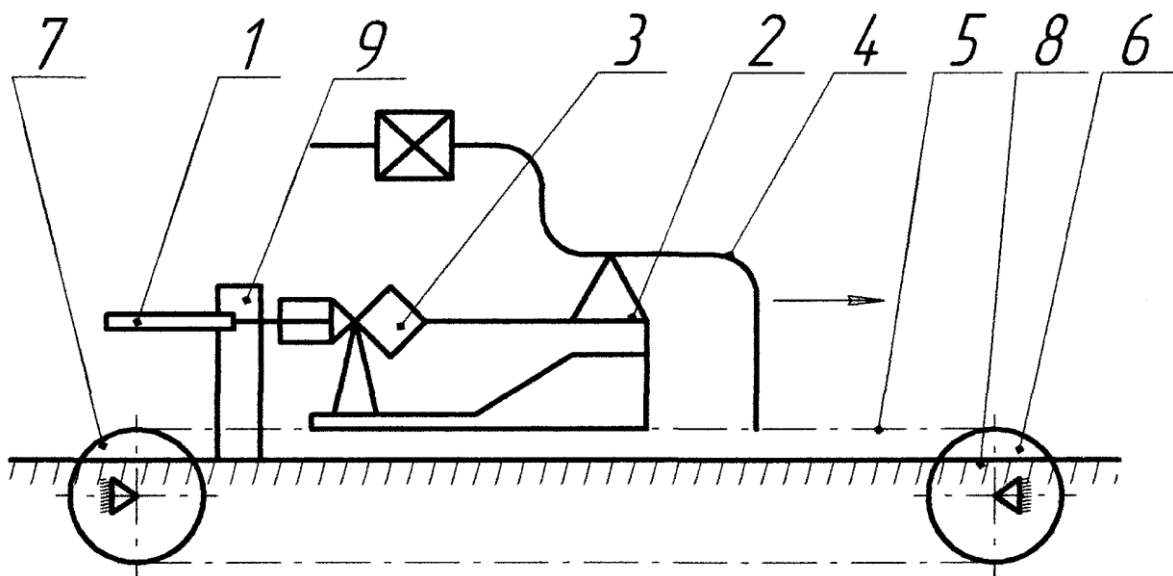
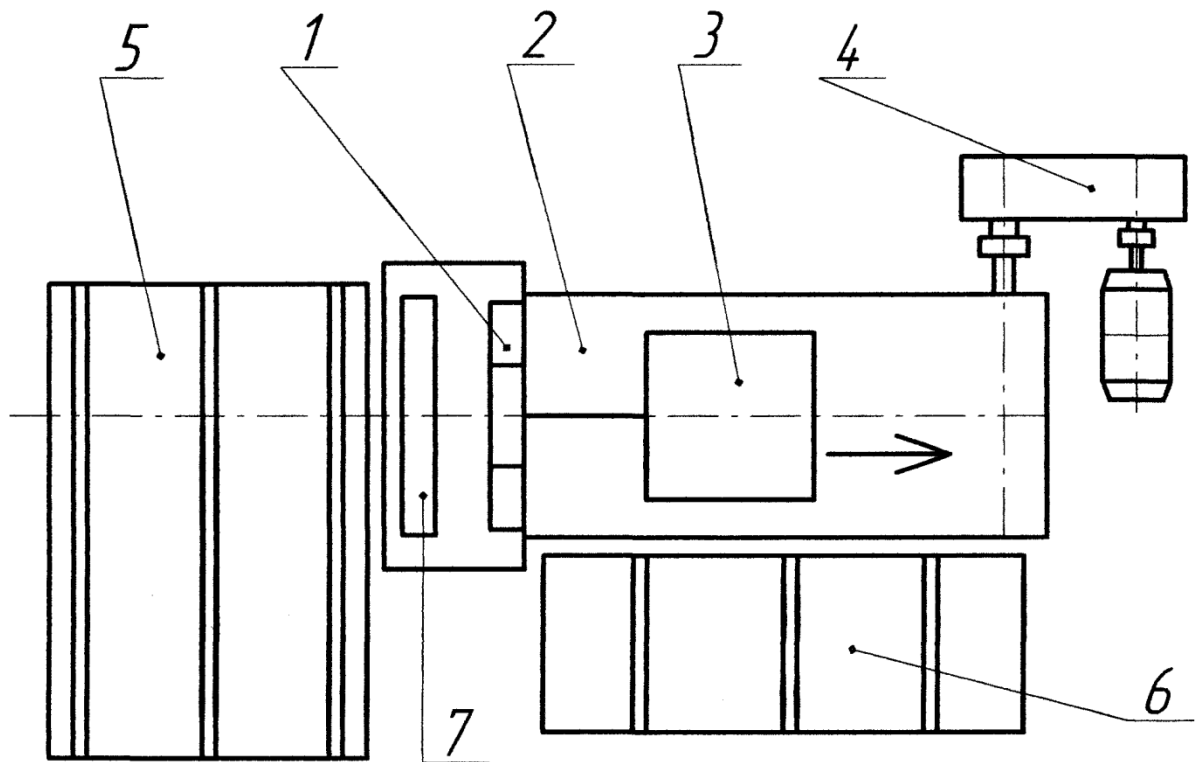


Рисунок 4.5 Схема робочої лінії ланцюгового волочильно-го стану



1 - стійка волок; 2 - станина; 3 - візок; 4 - привід; 5 - приймально-роздаточний пристрій; 6 - кишень для готової продукції; 7 - проштовхувач.

Рисунок 4.6 Схема розташування устаткування лінійного стану

Конструктивні особливості комплексу устаткування цих станів залежать від прийнятого способу волочіння труб, до яких відносяться наступні [13]: безоправочного волочіння; волочіння на закріпленій циліндровій оправці; волочіння на рухомій циліндровій оправці; волочіння на закріпленій циліндрично - конічній оправці.

Стани для безоправочного волочіння не відрізняються від станів для волочіння прутків. Стани для волочіння на короткій закріпленій оправці додатково в своєму складі мають механізми для введення оправок труби, які можуть працювати по двох варіантах: надягання труби на штангу з оправкою і заштовхування штанги з оправкою в трубу. У останньому випадку (рисунок 4.7 а) заздалегідь загострену заготовку з приймально - розбірною пристроєм 5 подають на лінію волочіння і штовхачем 8 вводять в неї штангу з оправкою.

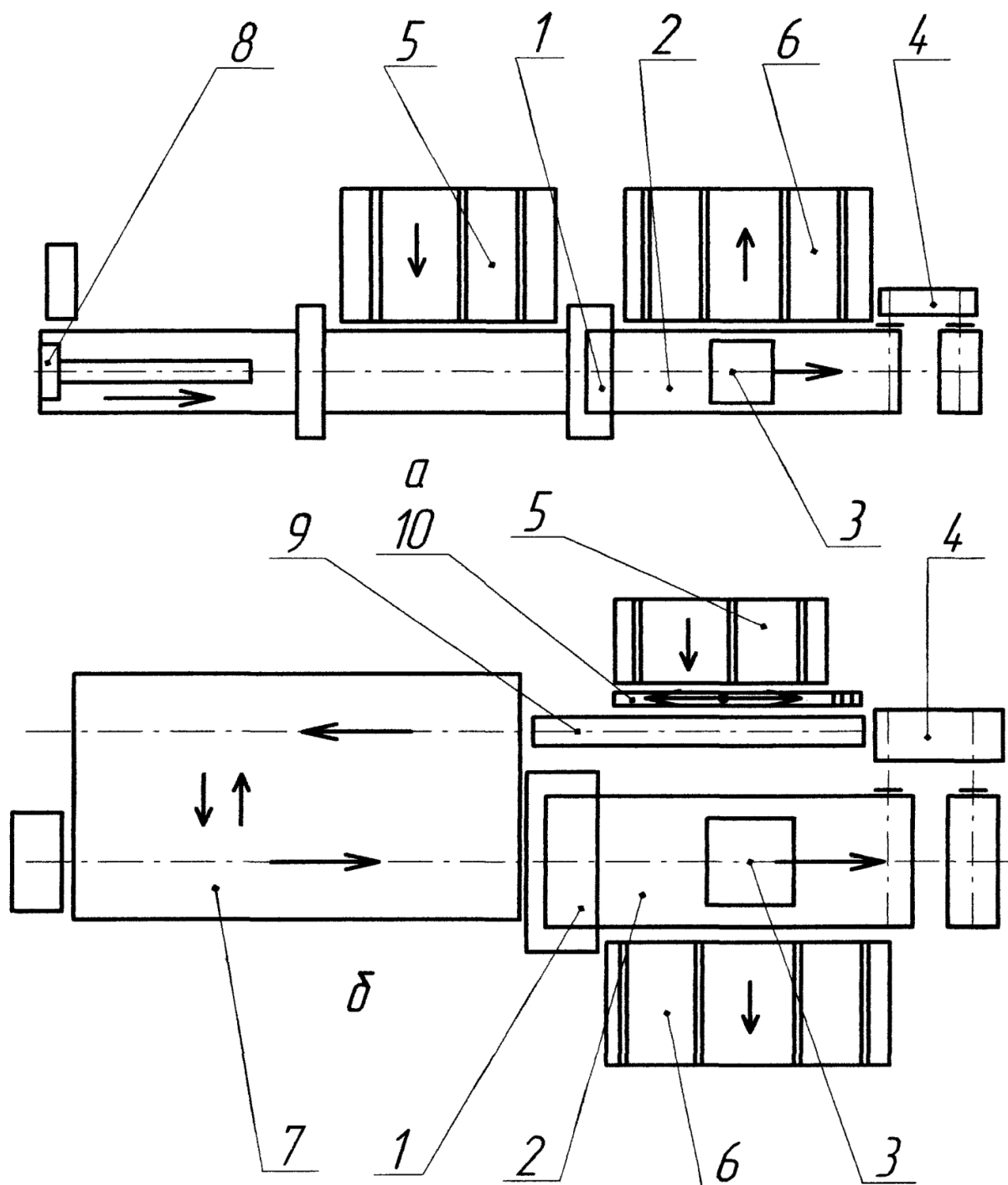
При такій схемі стан забезпечений одним комплектом штанг (кількість по числу ниток волочіння - від однієї до трьох), що не дозволяє суміщати операції волочіння і введення оправок в труби.

Стани, в яких заготовка надягається на оправку, забезпечується двома комплектами штанг і трайб - апаратом 7 (рисунок 4.7 б) для їх переміщень. Це дозволяє сумістити за часом операції волочіння і завантаження. Трайб - апарати виготовляють з поперечним переміщенням штанг (з перекидними жолобами) або з обертальним рухом штанг (із завантажувальними барабанами). У першому випадку (рисунок 4.7 б) лінія надягання розташовується паралельно лінії волочіння, в другому - зверху. Основні параметри ланцюгових станів для волочіння труб: 150 ... 750 кН - зусилля волочіння; 20 ... 120 мм - діаметр труби; 12 ... 16 м - довжина волочіння; 1,7 ... 1,2 м/с - максимальна швидкість волочіння.

Стани для волочіння труб на рухомій оправці подібні стану, показаному на рисунку 4.7 а. Відмінності полягають у тому, що відразу за волокой встановлюється машина обкату, яка працює в період волочіння і забезпечує утворення **зазору** між трубою і оправкою, і що замість штовхача оправок встановлюється рухомий візок, який в період волочіння рухається разом з оправкою і після закінчення волочіння повертає її в початкове положення.

Разом з розглянутими лінійними станами періодичної дії знаходять застосування напівбезперервні і безперервні стани, які забезпечують набагато більшу продуктивність [14]. Переважна більшість напівбезперервних станів створена на основі ланцюгового приводу. Процес волочіння на них ведеться з кінцевої заготовки двома поперемінно працюючими візками, що встановлені на різних рівнях і постійно скріплені з тяговим ланцюгом.

Безперервні стани з прямолінійним тяговим органом виготовляють в двох варіантах. У першому випадку стан має дві - три каретки, рухомі зворотньо-поступово. Привод кареток механічний від профільованих барабанів, що обертаються, або гідравлічний. У другому випадку зусилля смузі передається за допомогою двох нескінченних ланцюгів, до яких шарнірно кріпляться



1 - стійка волок; 2 - робочий стіл; 3 - візок; 4 - головний привід; 5 - приймально-розбірний пристрій; 6 - кишеня для готових труб; 7 - трайб-апарат; 8 - штовхач; 9 - механізм надягання труб на оправку; 10 - механізм підготовки захваток.

Рисунок 4.7 Схеми лінійних станів для волочіння труб

призматичні захватки - траки. Ці стани називають **траковими** або станами гусеничного типу. На безперервних станах волочіння ведуть в основному із заготовок згорнутих в бухти.

Широко застосовуються безперервні стани першого типу для волочіння виробів діаметром від 2 до 40 мм, при силі волочіння від 15 до 230 кН і максимальної швидкості 1,4 м/с [14]. На цих станах послідовно встановлюють наступне устаткування: **розмотувальний** пристрій, роликову машину для попередньої правки, задаючі ролики, тягнучий пристрій з приводними каретками, роликову правильну машину, летючі ножиці, правильно - полірувальний пристрій.

На барабанних станах використовують методи безоправочного волочіння, метод волочіння на оправці, що самовстановлюється, і метод волочіння на сердечнику, що деформується [15]. Волочінню піддають труби діаметром не більш 50 мм при мінімальній товщині **стілки 3 мм**. Застосовують стани з горизонтальними, вертикальними і з декількома робочими барабанами.

Стани з горизонтальними барабанами звичайно забезпечують рухомим розмотувальним пристроєм (рисунок 4.8 а), що здійснює розкладку труби на барабані. Застосовують і стани з нерухомим розмотувальним столом (волочіння з вичавлюванням). Стани з горизонтальними барабанами встановлюють відразу після пресу або стану ХПТ, що виключає проміжну операцію змотування труб. Зважаючи на необхідність установки кантувача бунтів, повторне волочіння на цих станах не виробляють.

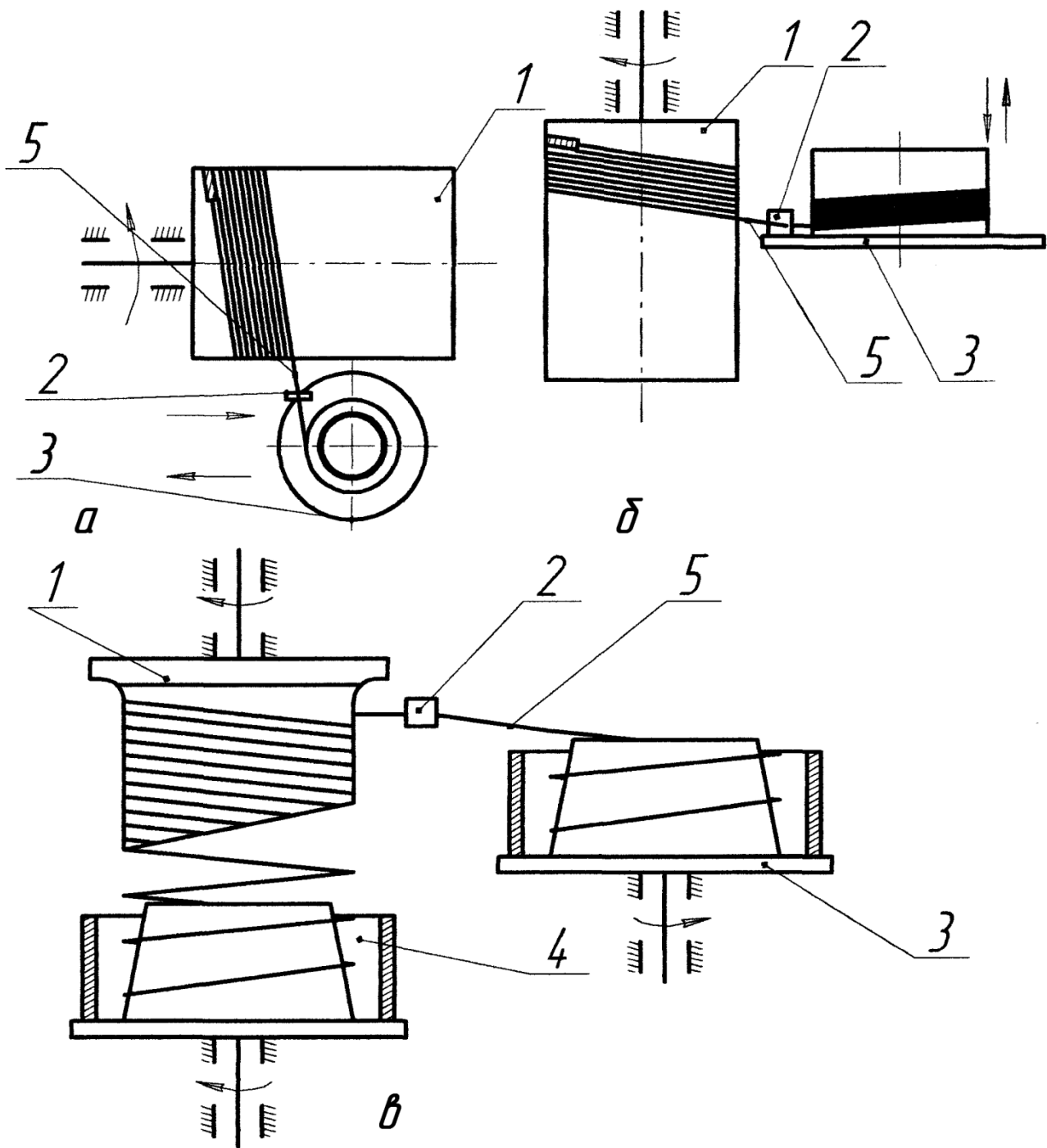
Стани з вертикальними барабанами можуть мати верхній або нижній привід, рухомий або нерухомий розмотувальний стіл.

У станів з нижнім приводом підйом бунту виробляють спеціальним підйомником. По технологічних можливостях ці стани аналогічні станам з горизонтальним барабаном, але мають важливу перевагу - відсутність кантування бунтів, що важливе при їх транспортуванні.

Вертикальні стани з верхнім приводом найбільш поширені (рисунок 4.8 б), оскільки після закінчення волочіння бухта спадає з барабана. Стани цього типу, працюючі по методу вичавлювання, мають короткий барабан (рисунок 4.8 в), який синхронно обертається з розмотувальним пристроєм і приймальну касету, що обертається. **Відмінна** особливість цих станів - можливість волочіння труб більшої довжини (відомі стани для волочіння труби завдовжки більше 6000 м.).

Вживані стани з рухомим розмотувальним пристроєм мають наступні основні параметри: 750 ... 1500 мм - діаметр барабана; 15 ... 80 кН - зусилля волочіння; 575 м/хв - максимальна швидкість волочіння; 1200 ... 1500 мм - довжина барабана; 2300 ... 600 мм - максимальна довжина труб. Стани, що працюють з вичавлюванням, мають діаметр барабана в межах 600 ... 2700 мм і працюють при швидкості волочіння до 20 м/с.

Враховуючи велику масу оброблюваних на барабанних станах бухт, вони забезпечуються різними системами транспортних пристроїв [15] і механізованими столами для підготовки захоплень.



1 - барабан; 2 - волока; 3 - розмотувальний пристрій; 4 - приймальна касета; 5 - труба.

Рисунок 4.8 Схеми барабанних станів для волочіння труб

Транспортуючі пристрої забезпечують підйом бухт і переміщення їх на двох рівнях. Стіл для підготовки захоплень може встановлюватися на верхньому і нижньому рівні.

[12, с. 238-249; 14, с. 5-116; 15, с. 135-175].

Питання для самоперевірки

1. Опишіть пристрій і роботу ланцюгового стану.
2. Назвіть склад устаткування лінійного стану.
3. Охарактеризуйте барабанні стани для волочіння труб.
4. Розкажіть, як працюють стани з вичавлюванням.
5. Охарактеризуйте лінійні напівбезперервні і безперервні стани.

4.5 Устаткування для допоміжних і обробних операцій

Устаткування для допоміжних і обробних операцій при волочінні відрізняється великою різноманітністю. Можна виділити наступні групи цього устаткування: устаткування для загострення і затягування дроту і прутків; устаткування для виготовлення захваток на трубах; розмотувальні і намотувальні пристрої; приймально - розбірні пристрої для прутків і труб; пристрої для поштучної видачі і пакетування виробів; устаткування для різання смуг; устаткування для правки смуг; транспортні пристрої; устаткування для витягання оправок і ін. Окремі види цього устаткування за принципом роботи не відрізняються від подібного устаткування, вживаного в прокатних і пресових цехах. Зупинимося, з урахуванням цього, на видах устаткування, характерних тільки для волочильних станів.

Для загострення кінців дроту і прутків застосовують валкові і ротаційно - кувальні машини, різцеві головки, що обертаються. Для прутків застосовують також пристрої для заштовхування їх у волоку без попереднього загострення. Робочим елементом валкових машин є валки, на яких виконані струмки із змінним радіусом. При обертанні розмір калібру між валками змінюється. У момент максимального розміру калібру прутки 2 (рисунок 4.9 а) вводиться між валками 2 до упору 3. Далі, унаслідок зменшення калібру, прутки обтискується на ділянці 1. Подаючи послідовно прутки в декілька калібрів, що зменшуються, одержують необхідний розмір захватки.

У ротаційно - кувальній машини робочий елемент виконаний у вигляді ротора 1 (рисунок 4.9 б), в радіальних направляючих якого встановлені бойки 2 з конусною робочою поверхнею. При обертанні ротора бойки під дією відцентрових сил розходяться і ковзають по внутрішній поверхні корпусу 4. У цей момент заготівка вводиться між бойками до упору в їх конусну поверхню. При набіганні на ролики 3 бойки сходяться і обтискують заготівку.

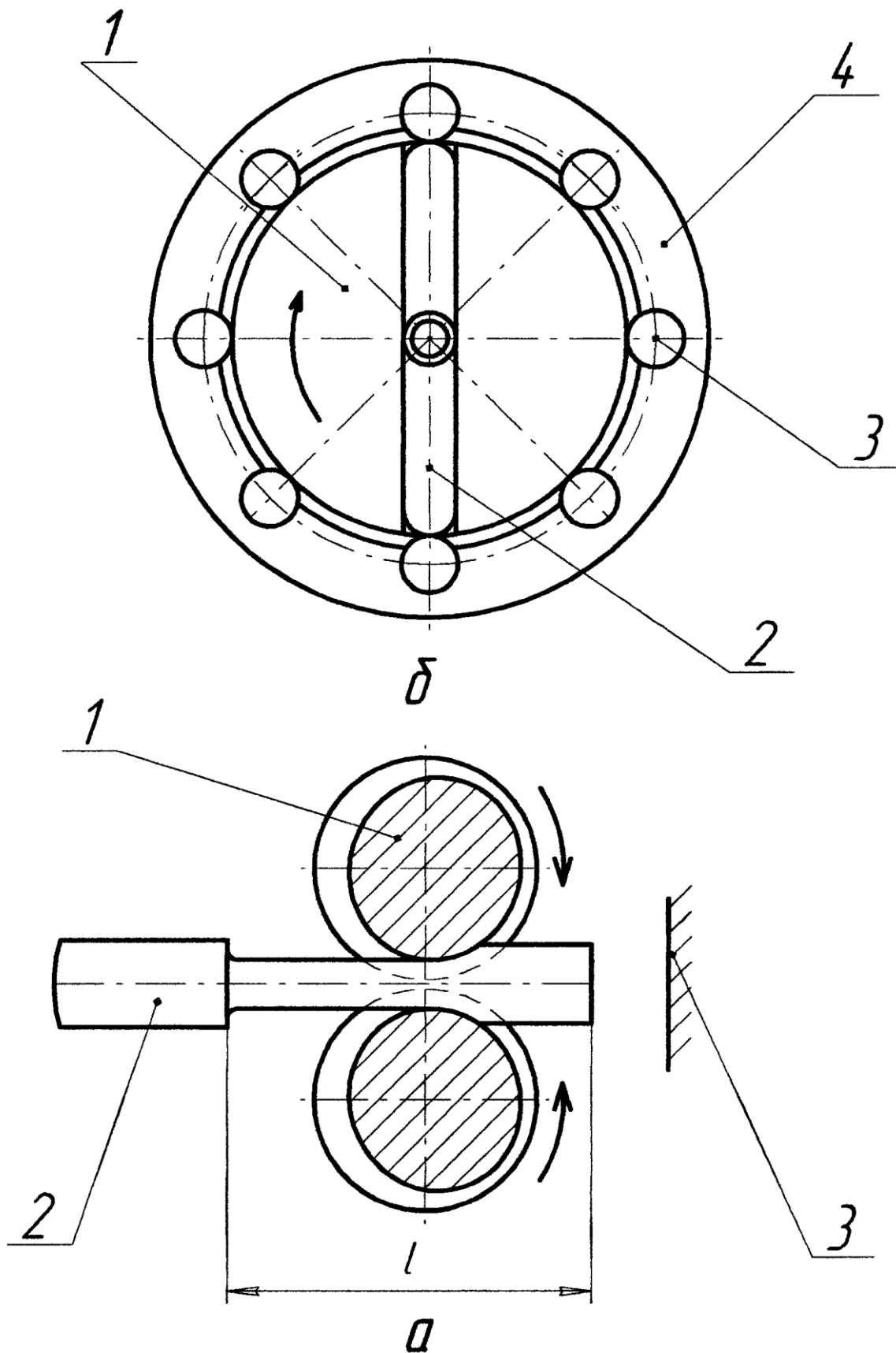


Рисунок 4.9 Схеми машин для загострення прутків і дроту

Після волочіння захватка віддається, що приводить до втрати 3 ... 4% металу. Ці втрати зменшуються приблизно удвічі при використуванні пристроїв для прошовхування прутків у волоку без попереднього загострення.

Прошовхуючі пристрої виготовляють з механічним і гідравлічним приводом і встановлюють у волоці по осі волочіння. Одна з конструкцій пристрою показана на рисунку 4.10. Пристрій має клиновий затиск 1, циліндр 2 з порожнистим штоком для переміщення клинів затиску, прошовхуючі циліндри 4.

Після затиску прутка 3, циліндри 4, переміщаючи корпус пристрою, прошовхують пруток через волоку 5. Число затисків в пристрої від одного до трьох (по числу ниток волочіння).

Для виготовлення захваток на трубах використовують методи заковування, прошовхування і ін. Заготівку захваток виробляють з використанням ротаційно - кувальних машин, молотів і пресів. Вживані на трубоволочильних станах прошовхувачі розташовують або по осі волочіння (рисунок 4.10), або паралельно їй. На нових станах використовують другий тип пристрою. Вони дозволяють виготовляти захватку до одягання труби на оправці і тим самим сумістити операцію волочіння з операцією підготовки захватки. Виготовляють ці пристрої по двох варіантах: з рухомою трубою або з рухомою матрицею. Для підготовки кінців тонкостінних труб застосовують роликові машини і електромагнітне формування [14].

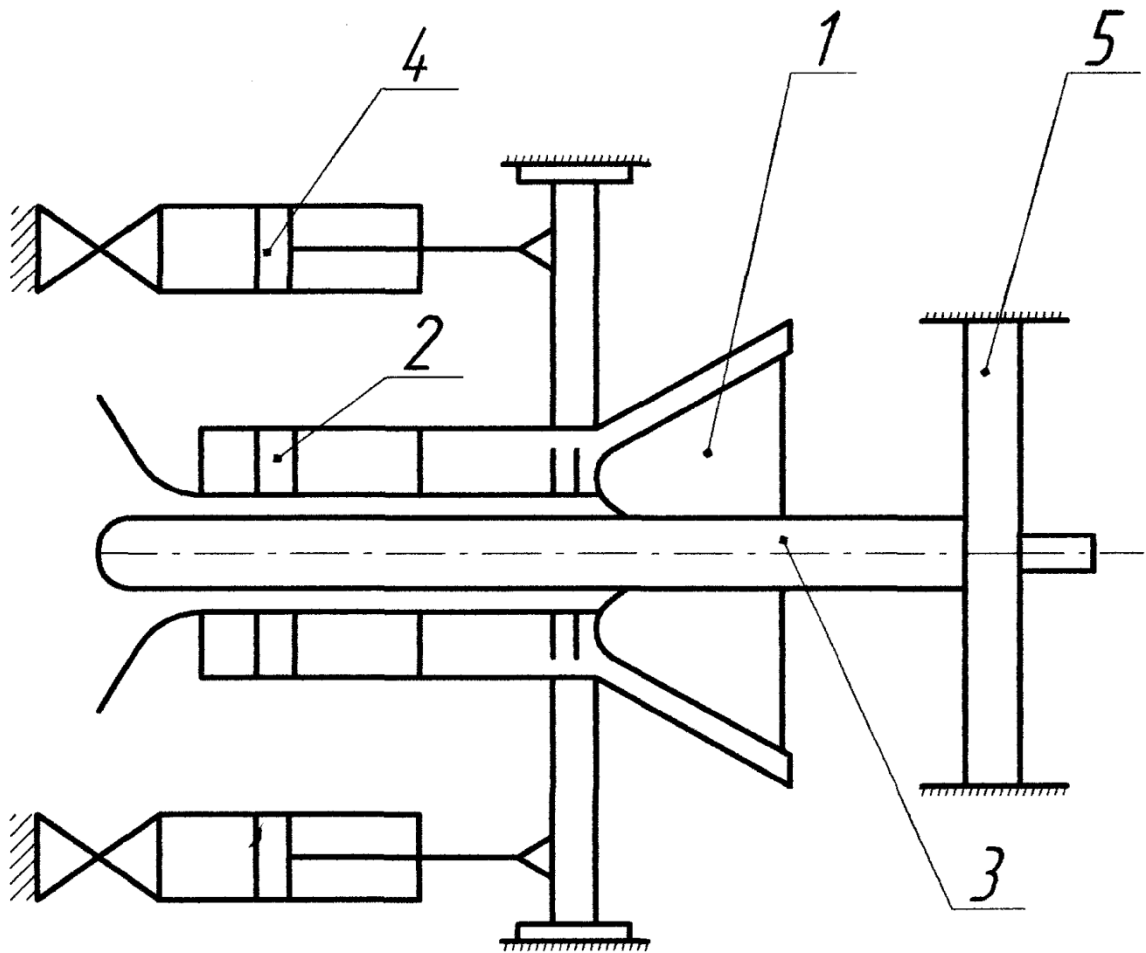
Для розмотування дроту використовують два типи пристроїв: інерційні і безінерційні. Перші є **катушками**, закріпленими на нерухомій осі. Вони виключають скручування дроту, але вимагають зупинки машини при зварюванні кінців бухт. Застосовуються при волочінні фасонного дроту і заготівок великих діаметрів (10 ... 20 мм). У безінерційних пристроїв віддаюча дрот **катушка** нерухома і дрот прямує в машину через направляючий ролик, спеціальний повідець або через щілину, утворену поверхнями двох співісних конусів [12]. Розмотувальні пристрої для труб завжди забезпечують обертання бухти, яка може ковзати по дну касети, перекочуватися по роликах на дні касети, обертатися вільно разом з **катушкою**, закріпленою на осі, обертатися на приводній катушці.

При волочінні тонкий дрот часто намотують на **катушку**. Забезпечення постійної швидкості намотування досягається електричним способом або за допомогою електромагнітної муфти [14].

[12, с. 250-262; 14, с. 117-162; 15, с. 175-181].

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні групи допоміжного і обробного устаткування, вживаного при волочінні.
2. Опишіть конструкції машин, вживаних для загострення заготівок.
3. Опишіть конструкції прошовхувачів заготівок.



Р

Рисунок 4.10 Схема пристрою для проштовхування прутків, дроту і труб у волокни

5 ЛИВАРНО - ПРОКАТНІ АГРЕГАТИ

На ливарно - прокатних агрегатах безпосередньо з рідкого металу одержують катанку і лист, згорнуті в бунт або в рулон. За звичною технологією спочатку відливають зливки, які, прокатуючи або пресуючи, доводять до вказаного виду продукції. Одержані на ливарно - прокатних агрегатах катанку і лист піддають подальшій обробці: катанку піддають волочінню, лист - плющенню.

Основними елементами ливарно - прокатного агрегату є: кристалізатор, прокатний стан, правильна машина, ножиці, змотуючий пристрій [16]. Деякі з вказаних елементів можуть не встановлюватися в лінії агрегату. Так, наприклад, алюмінієвий лист може, обтискуватися безпосередньо валками кристалізатора до товщини 6 ... 7 мм і в цьому випадку прокатну кліть не встановлюють. В окремих випадках за наявності прокатної кліті не встановлюють правильну машину.

На агрегатах для отримання катанки використовують звичайно кристалізатори роторного типу, при отриманні листа – одного - і двох - валкові, а також стрічкового типу [16]. Кристалізатор роторного типу складається з мідного водоохолоджуваного колеса 1 з виточкою на ободі (рисунок 5.1). Нескінченна сталеві стрічка 6, огинаючи колесо, утворює по його колу замкнутий простір, куди ллється метал з міксеру 5. Одержану заготовку 4 виводять з виточки колеса скребковим знімачем 2. Необхідне натягнення стрічки створюють за допомогою шківів 3.

Основа двохвалкового кристалізатора складають два водоохолоджувані валки 1 (рисунок 5.2 а), що обертаються назустріч один одному. Рідкий метал 2 (рисунок 5.2 а) підводиться до валів знизу. При контакті з холодними валками метал кристалізується, затягується в зону деформації валків, де і обтискується в лист 3 заданої товщини. Застосовуються двовалкові кристалізатори з розташуванням валків у вертикальній площині і з бічним підведенням металу [17]. У одновалкового кристалізатора (рисунок 5.2 б) водоохолоджувальний приводний вал 1 занурюється в рідкий метал 2. Одержувана при кристалізації стрічка 3 знімається з поверхні валка, що обертається, скребком 4.

Кристалізатор стрічкового типу (рисунок 5.3) містить дві нескінченні сталеві стрічки 2, кожна з яких огинає водоохолоджуваний приводний барабан 1 і натяжний барабан 3. Рідкий метал 6 подається в простір між стрічками і після кристалізації виходить у вигляді листу 4. Необхідний зазор між стрічками підтримується роликівими пристроями 5, які також охолоджуються водою.

Одержану на роторному кристалізаторі заготовку прокатують в катанку на безперервному стані, що складається з блокових трьохвалкових або чотирьохвалкових клітей із закритими калібрами. Катанку змотують в бунти масою в декілька тон. Для отримання бунту великої маси необхідне пошарове укладання витків. З урахуванням цього моталки обладнають розкладальниками витків. Між станом і моталкою встановлюють летючі ножиці.

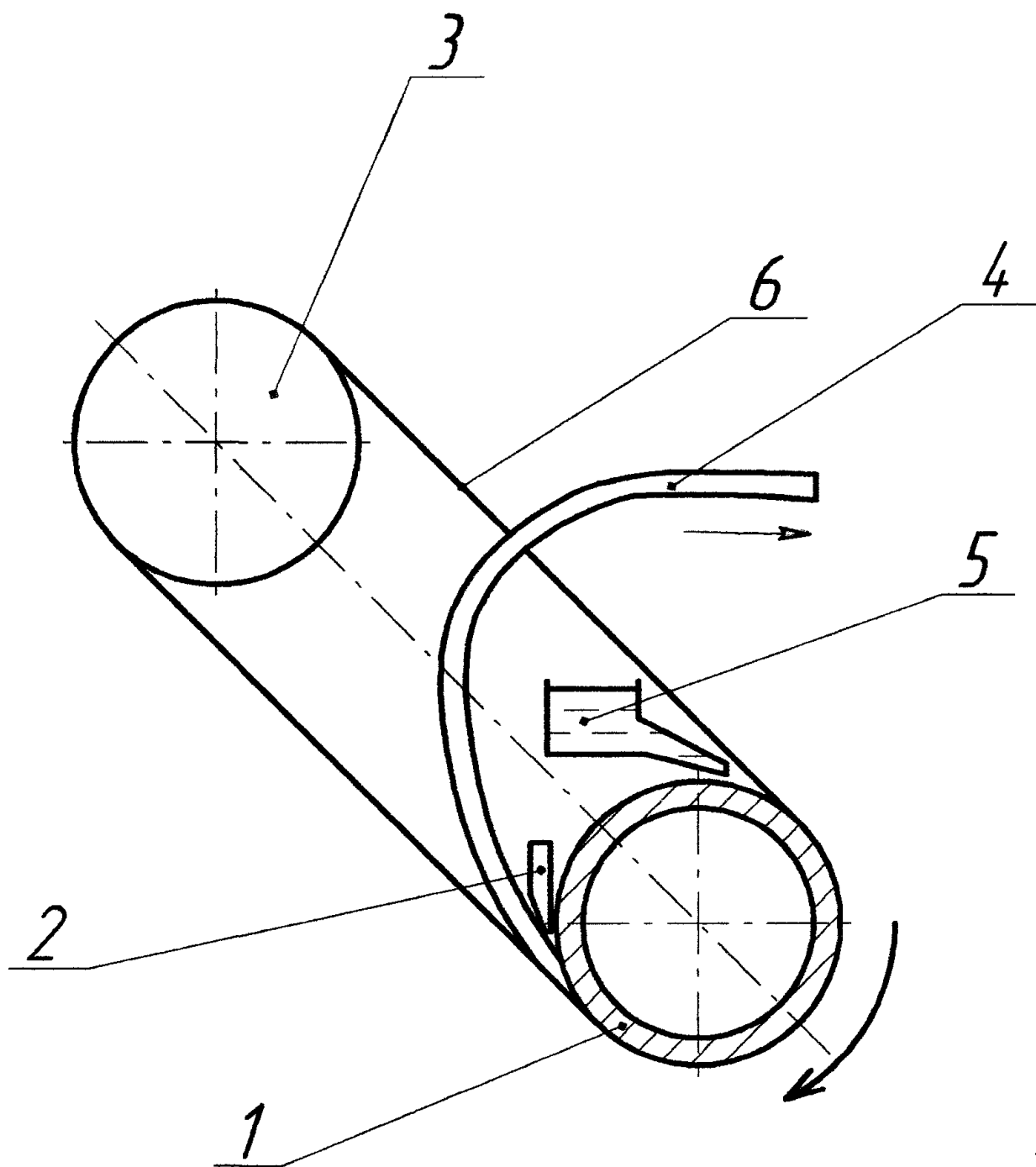
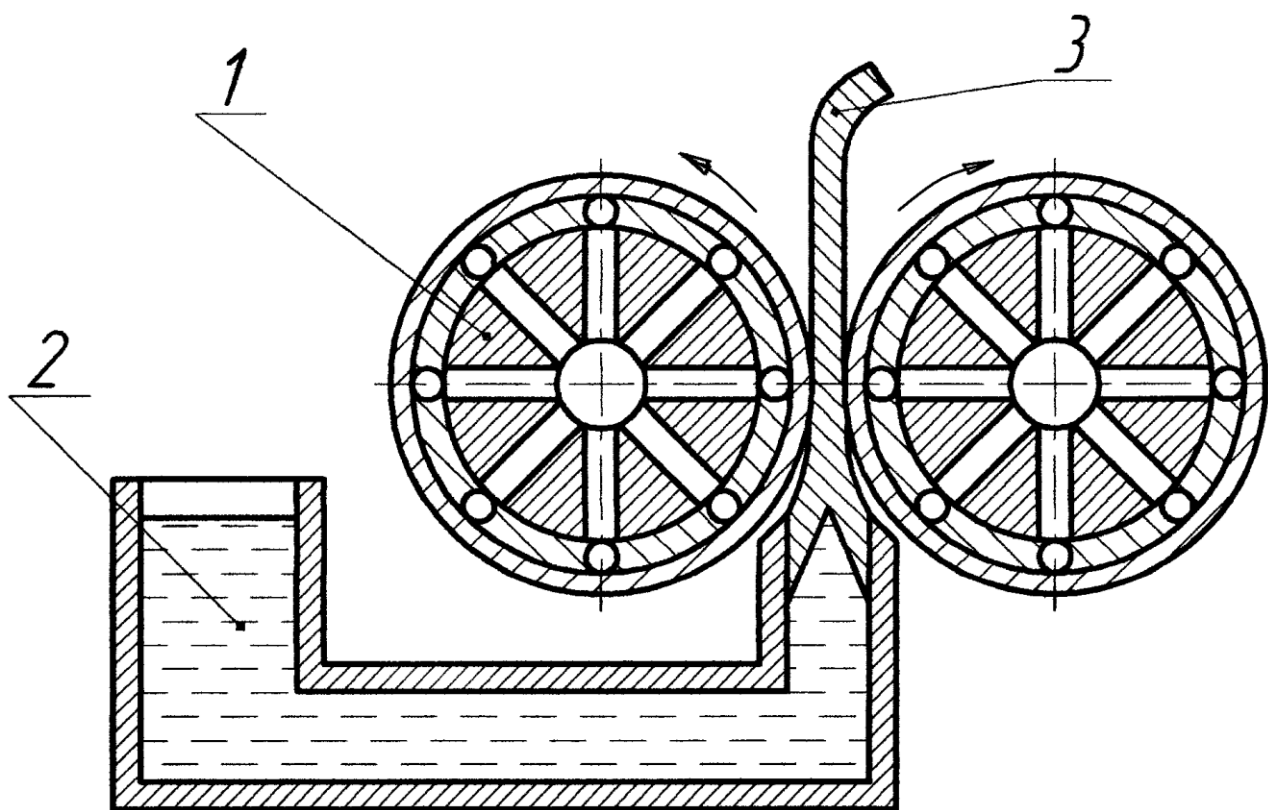
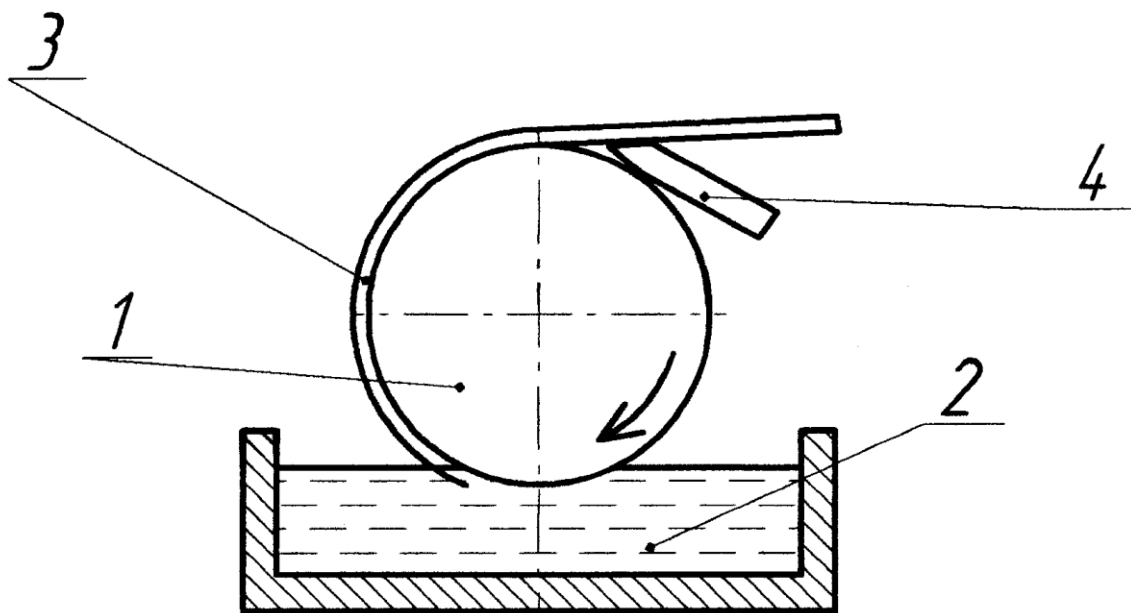


Рисунок 5.1 Схема кристалізатора роторного типу



a



b

Рисунок 5.2 Схема валкових кристалізаторів

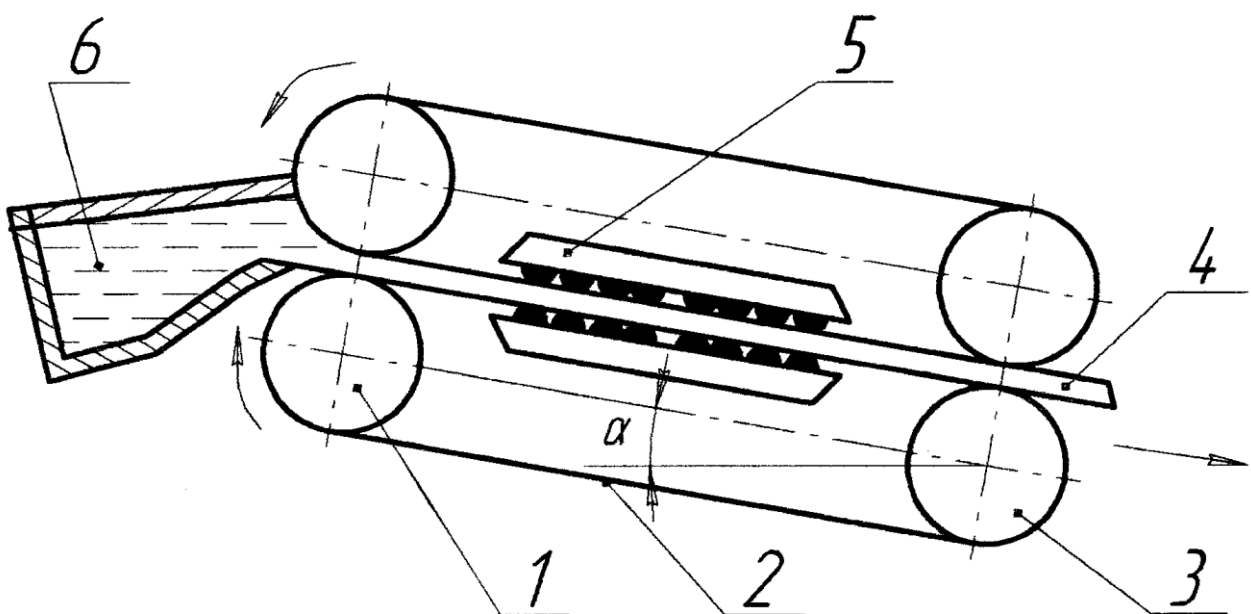


Рисунок 5.3 Схема кристалізатора стрічкового типу

Для плющення листа після кристалізатора встановлюють кліті кварто або дуо. Лист після обрізання кромки на дискових ножицях змотують на барабанній (барабанно - шпульної) моталці або звертаючій машині. Послідовно з дисковими ножицями встановлюють і летючі ножиці. Часто після кристалізатора лист не прокатують, а тільки піддають правці на роликовій **листопрямильній** машині.

Робота всіх машин ливарно - прокатного агрегату повинна бути строго синхронізована і їх робочі швидкості повинні відповідати швидкості виходу смуги з кристалізатора. Ці швидкості для відомих кристалізаторів знаходяться в межах [17]: 3,6 ... 9,2 м/хв - кристалізатор роторного типу; 0,7 ... 1,2 м/хв - дво-хвалковий кристалізатор; 1,5 ... 5,2 м/хв – стрічковий кристалізатор.

[16, с. 215-260; 17, с. 5-130].

Питання для самоперевірки

1. Основні елементи ливарно - прокатних агрегатів.
2. Загальний пристрій і принцип роботи кристалізаторів.

Список літератури

1. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Прессование металлов, - М.: Металлургия, 1971.-455 с.
2. Когос А.И. Механическое оборудование волочильных и лентопрокатных цехов. - М.: металлургия, 1981. -382 с.
3. Шур И.А. Технологическое оборудование для прессования металлов. - М.: Металлургия, 1983. -160 с.
4. Глушков С.Г., Синдеев В.А. Курс сопротивления материалов. - М.: Высш.шк., 1965. - 768 с.
5. Розанов Б.В., Гидравлические прессы. - М.: Машгиз, 1959. - 428с.
6. Машины и агрегаты металлургических заводов, Т.3. - М.: Металлургия, 1981.-576 с.
7. Методические указания и контрольные задания по спецкурсу для студентов заочного обучения специальности 0573 «Основное оборудование прокатных цехов», - Запорожье : ЗИИ, 1983. - 70 с.
8. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов. - М.: Машиностроение, 1975. - 222 с.
9. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Оборудование гидропрессовых цехов. - М.: Металлургия, 1974. - 271 с.
- 10.Гриншпун М.И., Соколовский В.И. Станы холодной прокатки труб. - М.: Машиностроение. 1967. - 240 с.
- 11.Станкевич В.А., Усенко А.П., Павлов А.А. Холодная прокатка труб. - М.: Металлургия, 1982. - 256 с.
- 12.Ерманок М.З., Ватрушин Л.С. Волочение цветных металлов. - М.: Металлургия. 1982. - 272 с.
- 13.Сомов Б.С. Трубопрофильные прессы. - М.: Машиностроение. 1972. - 192 с.
- 14.Перциков З.И. Оборудование для волочения труб. - М.: Металлургия, 1977. - 192 с.
- 15.Шапиро В.Я., Уральский В.И. Бухтовое волочение труб. - М.: Металлургия, 1972. - 264 с.
- 16.Берман С.И. Прокатка листов и лент из тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 1977. - 266 с.
- 17.Черняк С.Н., Коваленко П.А., Ситалов В.Н., Бесслитковая прокатка алюминиевой ленты. - М. : Металлургия, 1976. - 136 с.

ЗМІСТ

	с.
1 СКЛАД УСТАТКУВАННЯ ПРЕСОВИХ, ТРУБОПРЕСОВИХ І ВОЛОЧИЛЬНИХ ЦЕХІВ.....	3
2 УСТАТКУВАННЯ ПРЕСОВИХ УСТАНОВОК	
2.1 Суть і методи пресування металів.....	4
2.2 Класифікація і конструкції гідравлічних пресів.....	9
2.3 Привод гідравлічного преса з системою трубопроводів і системою управління.....	23
2.4 Устаткування для нагріву злиwkів і подачі на вісь пресування.....	35
2.5 Системи механізмів по обслуговуванню операцій пресування.....	37
2.6 Устаткування для приймання і обробки прес-виробів.....	40
3 СТАНИ ХОЛОДНОГО ПЛЮЩЕННЯ ТРУБ	
3.1 Принцип роботи і загальний пристрій станів ХПТ.....	44
3.2 Елементи конструкцій устаткування робочої лінії і подаюче-поворотних механізмів.....	48
3.3 Допоміжні пристрої і механізми стану.....	51
4 ВОЛОЧИЛЬНІ СТАНИ	
4.1 Загальні відомості про волочильні стани.....	53
4.2 Стани для волочіння дроту.....	54
4.3 Стани для волочіння прутків і профілів.....	60
4.4 Стани для волочіння труб.....	60
4.5 Устаткування для допоміжних і обробних операцій.....	67
5 ЛИВАРНО - ПРОКАТНІ АГРЕГАТИ.....	71
Список літератури.....	76

Підписано до друку..... Формат 60 x 84 1/32. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк.....Наклад 50 прим.
Замовлення №.....

Віддруковано друкарнею
Запорізької державної інженерної академії
з комп'ютерного оригінал-макету

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226
РВВ ЗДІА, тел. 601-240