

19 СПОЛУЧЕНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛОВИРОБІВ

В області виробництва виробів з кольорових металів і сплавів можна виділити прості й складні (інтегральні) процеси обробки. Під простими процесами розуміють такі, які включають один цикл обробки металу в одному осередку деформації (лиття) без зміни напрямку плину металу або прикладання навантаження. Інтегральні процеси включають кілька впливів (операцій) в одному осередку деформації або комбінацію їх зі зміною напрямку

переміщення металу. Для класифікації різноманіття операцій обробки кольорових металів і сплавів слід розглянути, яким чином при взаємодії простих процесів утворюється новий інтегральний процес, що має вже новий комплекс властивостей і, як правило, виключаючий недоліки сучасних (комбінованих).

Базовим процесом називають такий, при якому під час прикладання навантаження зовнішній розподіл сили і її напрямок на поверхні осередку пластичної деформації (кристалізації) не змінюється. Основними базовими процесами для обробки металів є лиття, прокатка, пресування, волочіння, осадження, крутіння, а також компактування й термообробка.

Тоді комбінованим процесом обробки будемо вважати комбінацію двох і більше базових процесів, при якому відбувається інтегральне накладення навантажень в одному осередку деформації, іноді й зі зміною напрямку плину металу. Типовим прикладом такого комбінованого процесу можна вважати, наприклад, прокатку - волочіння, коли прокатка ведеться з натягом кінця штаби. При цьому залежно від величини натягу прокатка-волочіння (рисунок 19.1, а) може в граничному випадку перетворюватися у волочіння-прокатку (рисунок 19.1, б), коли питома вага процесу витягування превалює над процесом обтиснення у валках.

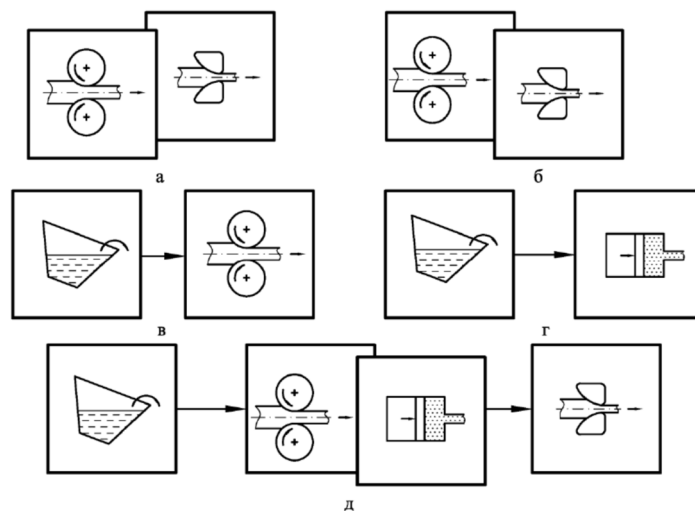


Рисунок 19.1 - Схеми комбінованих (а, б), сполучених (в, г) і сумістно-комбінованих (д) процесів обробки металів

Сполучений процес є більш складним і характеризується розподілом базових процесів у часі або просторі. Такими типовими процесами вважаються лиття й прокатка (рисунок 19.1, в), коли заготовку одержують за допомогою кристалізатора, а потім прокатують на безперервному стані, або лиття й пресування, коли її піддають безперервному екструдуванию. Можлива також схема беззливкової обробки металу. У цьому випадку процеси обробки металу вибудовуються послідовно й тільки після закінчення одного з них починається наступний. У якості таких процесів виділяють, наприклад, сполучений процес лиття, прокатки, фрезерування й відпалу стрічки й вважають, що саме із

застосуванням таких процесів можна добитися радикального підвищення економічності і якості продукції.

В останні роки є тенденція в створенні сумісних-комбінованих процесів, коли на кожному послідовному етапі обробки може застосовуватися комбінований процес. Прикладом реалізації такого процесу може бути процес, коли на одній установці здійснюються одночасно операції лиття - кристалізації, прокатки-пресування, охолодження й змотки готових прес-виробів у бухту з калібруванням готового виробу на заданий діаметр (рисунок 19.1, д).

Таким чином, з використанням пропонованого вистави можна досить просто й точно класифікувати інтегральні процеси по обробці кольорових металів і сплавів, які в цей час усе більш ускладнюються, стаючи багатофункціональними й безперервними. При цьому на звичні комбінації операцій обробки металів можуть накладатися особливі види обробки, наприклад, такі як магніто-імпульсна, вібраційна, термо-механічна й ін.

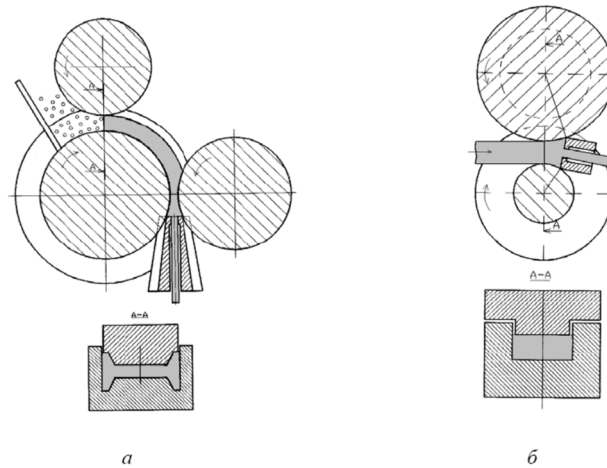
Схема класифікації таких процесів обробки кольорових металів і сплавів показана на рисунку 19.2. Вона дозволяє враховувати особливості реалізації конкретних технологічних схем. Слід зазначити, що в даній схемі наведені лише деякі види обробки, які в цей час знаходять практичне застосування і є, на наш погляд, найбільш перспективними. При цьому вона може бути доповнена й удосконалена з появою нових різновидів таких процесів.

Таким чином, однією з основних тенденцій розвитку процесів обробки кольорових металів і сплавів є сполучення операцій лиття й обробки металів тиском, а також комбінування в одному осередку деформації декількох схем навантаження металу.

Найбільший інтерес представляють конструкції пристроїв на базі процесів сполучення прокатки й пресування, що характеризуються невеликими енерговитратами, простотою конструкції деформуючого вузла й різноманітністю сортаменту одержуваної продукції. Запропоновані нові технічні розв'язання дозволяють зробити процес прокатки-пресування більш стійким і зберегти всі його вищезазначені переваги.

Запропоновані конструкції по сортаменту виробленої продукції й призначенню можна розділити на три основні групи: пристрої для виробництва профілів і дроту; пристрої для одержання труб; універсальні пристрої, що дозволяють виготовляти профілі, труби, прутки й дріт.

Пристрої, показані на рисунку 19.3. а, належать до першої групи й дозволяють одержувати прес-вироби переважно з алюмінієвих і мідних сплавів.



а - з порошкових матеріалів; б- з литої заготовки

Рисунок 19.3 - Пристрої для одержання профілів і дроту з кольорових металів і сплавів

Основним технічним рішенням, характерним для першого пристрою є значне збільшення активних сил тертя за рахунок застосування закритого балкового калібру із глибоким врізом закритого струмка у валок. Це значно підвищує стійкість процесу, однак складна форма калібру вимагає точного виготовлення матриці й контрольованого зусилля притиску останньої до валків.

З метою вдосконалення даного пристрою запропонована схема, показана на рисунку 19.3, б, із застосуванням ящикового калібру прямокутного перетину із заданим відношенням діаметрів по гребеню й виступу валків фіксованою величиною, видалення матриці від загальної вертикальної осі валків і можливістю установки матриці під певним кутом до цієї осі.

Для одержання труб за допомогою сполученої прокатки-пресування розроблено дві основні схеми, показані на рисунку 19.4. По першому варіанту пристрій для одержання зварних труб (рисунок 19.4, а) переважно з алюмінієвих сплавів включає два валки, що утворюють закритий калібр із відношенням діаметрів по дну струмка й гребеню виступу в діапазоні 0,6-1,0 і перекритих на виході з калібру матрицею, встановленій на певній відстані від площини, що проходить через осі валків.

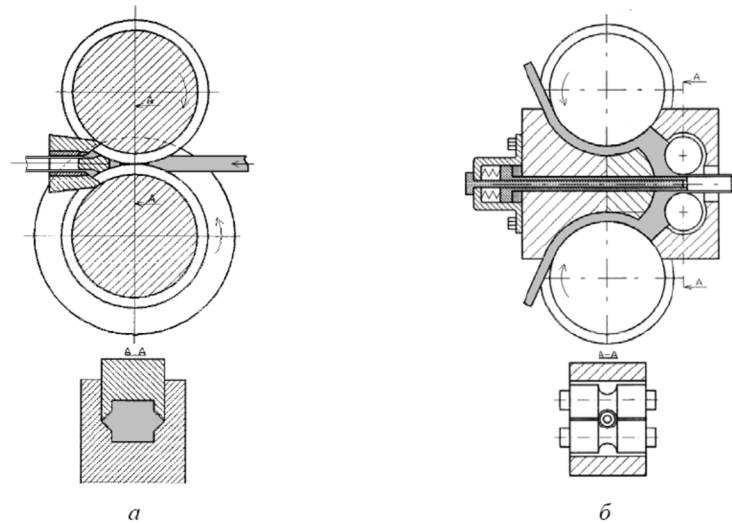


Рисунок 19.4 - Пристрої для одержання зварних труб (а) і довгомірних порожнинних виробів (б)

Для одержання прес-виробів зі зварюванням застосовують комбіновану матрицю. З метою підвищення якості виробів на донній поверхні струмка й зовнішньої поверхні гребеня валків виконані кільцеві канавки з паралельними стінками, причому ці поверхні виконані з утворюючими, нахиленими до осей обертання відповідних валків по гострих кутах, зустрічно звернених для кожного з валків своїми вершинами.

На матриці перед живильними каналами виконані виступи, розміщені в утвореному зовнішніми й бічними поверхнями виступаючого гребеня й струмка згаданих валків просторі, при цьому зовнішні поверхні виступаючого гребеня валка й dna струмка в зоні їх сполучення з бічними поверхнями виступаючого гребеня й струмка розташовані з можливістю контакту.

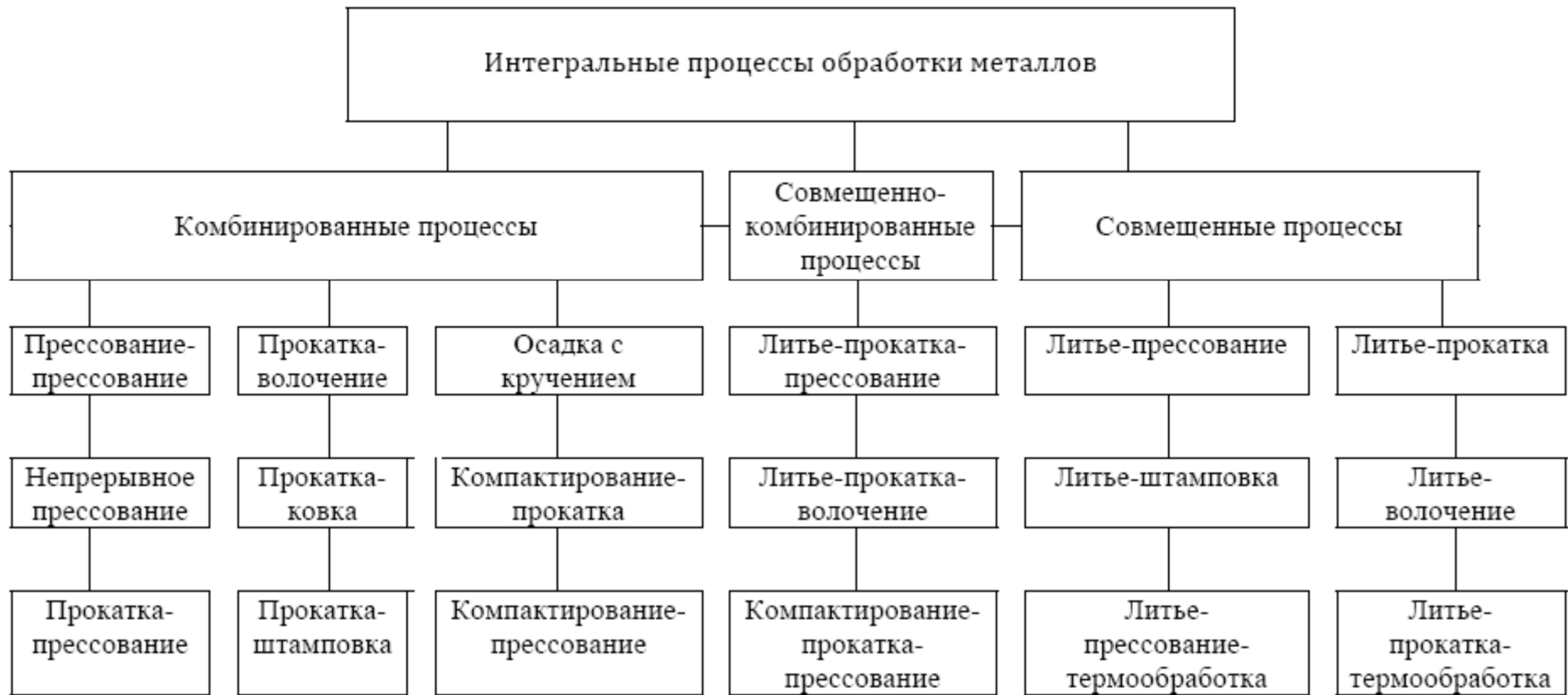


Рисунок 19.2 - Класифікація інтегральних процесів обробки металів

У процесі роботи пристрою заготовка надходить у кільцеві канавки валків, а потім подається у осередок деформації, розсікається на два потоки й перед упорами затікає через живильні канали в камеру зварювання. В останньому потоці метали зварюються й деформуються, видавлюючись через матрицю з голкою у вигляді труби.

Конструкція пристрою по другому варіанту, призначеного для одержання довгомірних виробів з алюмінію (рисунок 19.4, б), містить два валки з каналами, матрицю, голку, що замикає й упорний блоки. Матриця може бути виконана у вигляді приводного валкового вузла, а голка - телескопічної, що дозволяє одержувати труби з мінливою товщиною стінки. Основною відмінністю від першого варіанта є те, що прокатку ведуть із використанням двох заготовок, що задаються в калібр одночасно, а голка й матриця конструктивно розділені на окремі вузли. Це дає можливість більш гнучкої побудови технологічного процесу й збільшення стійкості інструмента. У процесі роботи дві заготовки прямокутного перетину одночасно задаються в калібр валків, де відбувається їхнє обтиснення, просування до упорів, розпресовка з повним заповненням каналів і наступний вступ у камеру зварювання. У міру надходження металу створюється тиск, необхідний для екструдуювання виробу.

Пристрій, що ставиться до третьої групи (рисунок 19.5), передбачає прокатку-пресування двох вихідних заготовок, що продавлюються активними силами тертя до упорів у порожнину камери зварювання більшого перетину, розташованої між валками, і подальше екструдуювання профілю через матрицю.

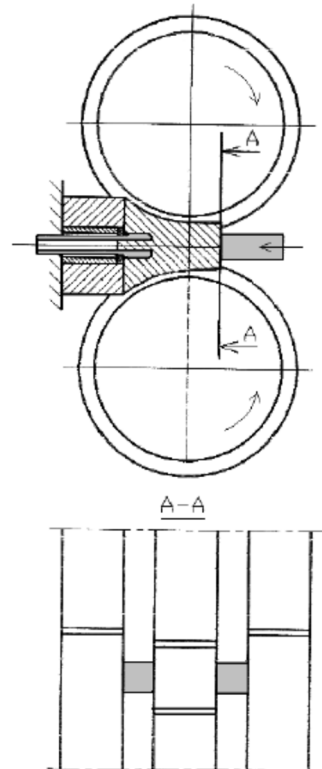


Рисунок 19.5 - Універсальний пристрій для одержання прес-виробів різної форми

Пристрій виконане із закритим калібром і матрицею, встановленою на виході з калібру, причому на дні струмка й зверненої до нього поверхні виступу виконані кільцеві канавки, а в матрицетримачі перед матрицею розташована камера зварювання. Пристрій забезпечене голкою, її тримачем, встановленим у кільцевих канавках, що утворюють зі стінками калібру два канали для подачі заготовок зварювання, що суміщаються з камерою, і виконаним з поверхнями, концентричними, одна дну струмка, а інша - поверхні виступу, оберненими до них, відповідно, й розташованими з можливістю контактування з ними. Крім того, передбачені упори, розташовані перед входом у камеру зварювання, що й частково перекривають канали для подачі заготовок. Дана конструкція дозволяє одержувати профілі порівняно великого поперечного перерізу, а також труби після переналагодження інструментального вузла з установкою голки.

Процеси безперервного лиття з'явилися в середині дев'ятнадцятого сторіччя, при цьому почали формуватися найбільш загальні, традиційні способи безперервних процесів, що сполучають плавку, лиття й подальшу обробку металів тиском або різанням. Одним з перших сполучених способів вважається процес уведення безупинно відливої заготовки в нагрітому стані в прокатний стан, де значно зменшувалося її поперечний переріз, і сама заготовка відповідним чином профілювалися. При цьому створюється можливість протягом тривалого часу вести обробку гарячого металу, у зв'язку із чим можна застосовувати більші обтиснення за один прохід, а менша швидкість прокатки компенсується більш інтенсивною деформацією. З розвитком виробництва в наступні роки з'явилася можливість збільшувати швидкість лиття й використовувати в сполучених процесах не тільки прокатні стани різних конструкцій, але й установки безперервного.

На основі традиційних способів ведення безперервних процесів були створені потужні технологічні лінії, що сполучають плавку, лиття й прокатку, а обладнання для реалізації сполученого процесу назване ливарно-прокатними агрегатами (ЛПА). Починаючи із середини двадцятого століття для здійснення сполучених процесів плавки, лиття, прокатки й інших операцій при виробництві напівфабрикатів і готових виробів з кольорових металів і їх сплавів створюються потужні, високодосконалі й автоматизовані агрегати на базі горизонтальних графітових і металевих кристалізаторів ковзання, роторних, стрічкових і валкових кристалізаторів. Уже до середини вісімдесятих років використання цих агрегатів забезпечувало випуск високоякісних катанок і стрічки, об'єм котрих значно перевищив потреби багатьох країн.

Усі промислові лінії незалежно від типу застосовуваного в них кристалізатору мають загальну структуру, а їх конструкційні відмінності визначаються видом одержуваного виробу, типом застосовуваних ливарних машин, продуктивністю агрегатів у цілому. Найбільш прості по конструкції горизонтальні кристалізатори ковзання й агрегати на їхній основі. Особливістю безперервного лиття через такий кристалізатор із графітовими вставками є порівняно низька швидкість руху відливої заготовки.

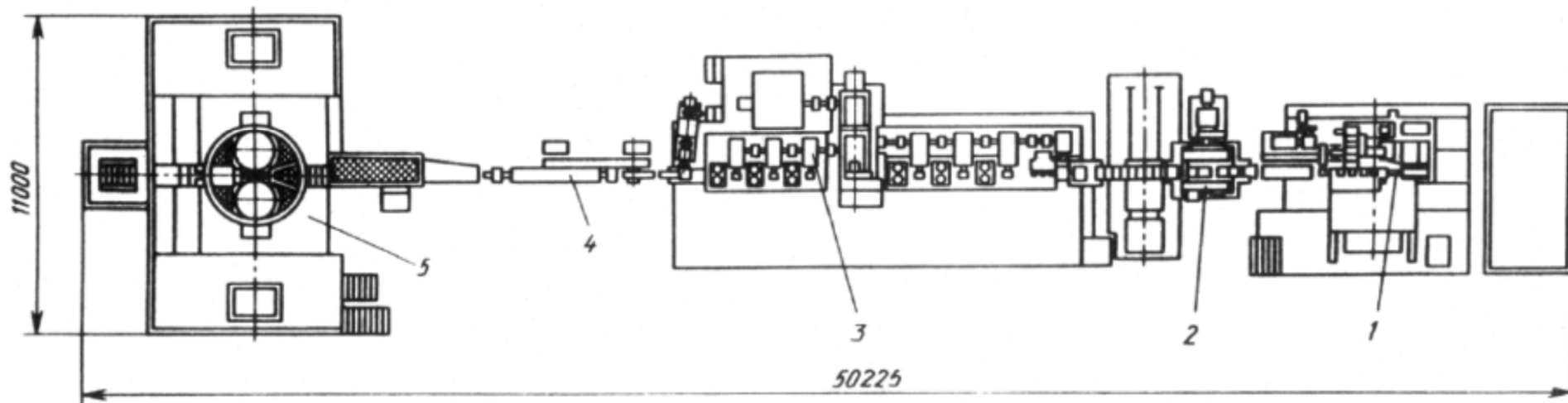
Одним з методів розв'язку проблеми сполучення процесів лиття й прокатки є використання станів періодичної прокатки, що дають можливість вводити в зону деформації заготовки зі зниженою швидкістю, що й забезпечують високий ступінь обтиснення за один прохід. Однак при прокатці на таких станах не забезпечується оптимального розподілу деформацій, що в ряді випадків приводить до виникнення дефектів матеріалу, що прокатується. Недоліком конструкції стану є зіткнення робочих валків з матеріалом при прокатці в обох напрямках їх руху. Вважається, що спосіб лиття через графітовий кристалізатор буде безупинно розвиватися. Однак агрегатів для сполученого лиття й прокатки на основі установок цього типу не так уже багато. І це обумовлене, насамперед, більш низькою, ніж в кристалізаторах з рухомими стінками, швидкістю лиття.

Сполучення лиття й прокатки в одній технологічній лінії передбачалося, як необхідний наступний крок при розробці способу лиття в роторні кристалізатори, що дозволяють вести процес із високими швидкостями. Початок сучасної епохи цих машин було покладено роботами Проперци в Італії, який запропонував оригінальну конструкцію подібного пристрою й в 1948 р. побудував перший агрегат для виробництва алюмінієвої катанки, що полягає з роторної ливарної машини й безперервного прокатного стану. На початку шістдесятих років продуктивність ливарних машин "Проперци" фірми "Континуус" була збільшена до чотирьох тонн у годину, установки стали рентабельними в порівнянні із традиційними способами одержання катанки й з'явилися на ринку. На базі цих машин у США й у Росії були створені ливарно-прокатні агрегати більш досконалої конструкції, ніж прототип. Так, американська фірма "Саутуайр" у співробітництві з рядом інших фірм із середини шістдесятих років стала випускати агрегати серії 8СК.

Так, установка типу 8СК-16, здатна виробляти 45-50 т/г катанки діаметром 8 мм і забезпечувати її випуск до двохсот тисяч тонн у рік. Звичайно продуктивність агрегатів серії 8СК складає 25-30 т/ч.

Перші вітчизняні агрегати по виробництві алюмінієвої катанки були введені в експлуатацію в 1961 р. На рисунку 19.6 показана схема ЛПА-АК8П конструкції ВНІметмаш, застосовуваного для одержання алюмінієвої катанки із середньогодинною продуктивністю 8 т.

Агрегат має у своєму складі роторну ливарну машину для одержання заготовки трапецієподібного перетину площею 3300 мм² і прокатний стан з 12, чергуючимися двохвалковими робочими клітями, розташованими у дві групи. При прокатці використовується калібрування овал-коло, а діаметр, випускаємої катанки коливається від 9 до 19 мм.



1 - ливарна машина; 2 - лінія транспортування заготовки; 3 - прокатний стан; 4 - ділянка охолодження катанки; 5 – моталка

Рисунок 19.6 - Схема ливарно-прокатного агрегату

Для одержання тонких штаб і фольги методом сполученого лиття й прокатки використовується спосіб безпосереднього лиття у валки прокатного стану, випробуваний ще в середині дев'ятнадцятого століття й названий беззливковою прокаткою стрічки. У цей час у Росії працюють кілька агрегатів беззливкової прокатки стрічки на базі встаткування фірми "Пешине" (Франція). За кордоном найбільш прогресивними агрегатами з валковими кристалізаторами є розроблені фірмою "Хантер інженірінг" (США) установки "Суперкастер", а також установки "Джумбо" фірми "Пешине Южин Кульман" (Франція). Ці агрегати мають річну продуктивність від 20 до 30 тис. т.

Застосування ЛПА (ливарно-прокатних агрегатів) вигідно при великих обсягах виробництва й невеликій номенклатурі випускаємих виробів. При цьому в значній мірі скорочуються нераціональні втрати часу, енергії й металу, знижуються витрати на установку додаткового обладнання (нагрівальних печей), скорочується виробничий цикл, зменшується обсяг незавершеного виробництва й досягається високий ступінь механізації й автоматизації. Застосування таких агрегатів широко поширене в СНД і за кордоном для виробництва алюмінієвої й мідної катанки, однак використовувані ЛПА (ливарно-прокатні агрегати) вимагають більших витрат і виробничих площ, їх технологічні можливості виробництва обмежені у зв'язку з вузькістю сортаменту випускаємої продукції.

Одним з нових рішень для виробництва прес-виробів невеликого перетину з алюмінієвих сплавів є схема сполученого лиття й прокатки-пресування. До складу лінії входить: установка безперервного лиття заготовок, правильно-задаючий пристрій, агрегат безперервної обробки металу, інструментальний вузол, підтискне пристрій з гідроциліндром піджиму матриці, охолоджуючий пристрій, накопичувач, стіл обрізки з ручними ножицями, моталка, механічні ножиці (рисунок 19.7).

Орієнтовні габаритні розміри проектного обладнання склали 12700x5100x4000 мм. Послідовність роботи лінії наступна. Розплавлений метал із плавильної печі завантажується в міксер, де підтримується постійна температура розплаву, складова близько 720⁰С. Далі з міксера по льотці розплавлений метал надходить на установку безперервного лиття заготовок. До складу останньої можуть входити, залежно від варіанта технологічного ланцюжка, пристрій подачі металу у валки з розливочною коробкою, кристалізатор, причому тип кристалізатора залежить від форми, розмірів і призначення одержуваного виробу. Наприклад, для одержання прутків використовується роторний кристалізатор, де формується заготовка трапецеїдальної форми із площею поперечного перерізу близько 1600 мм². Потім за допомогою правильно-задаючого пристрою, лита заготовка поступає в валки прокатного стану, де піддається прокатці і наступному екструзуванню через матрицю з заданим діаметром. Отриманий прес-виріб охолоджується й через накопичувач надходить для змотування на моталку зі змінною котушкою

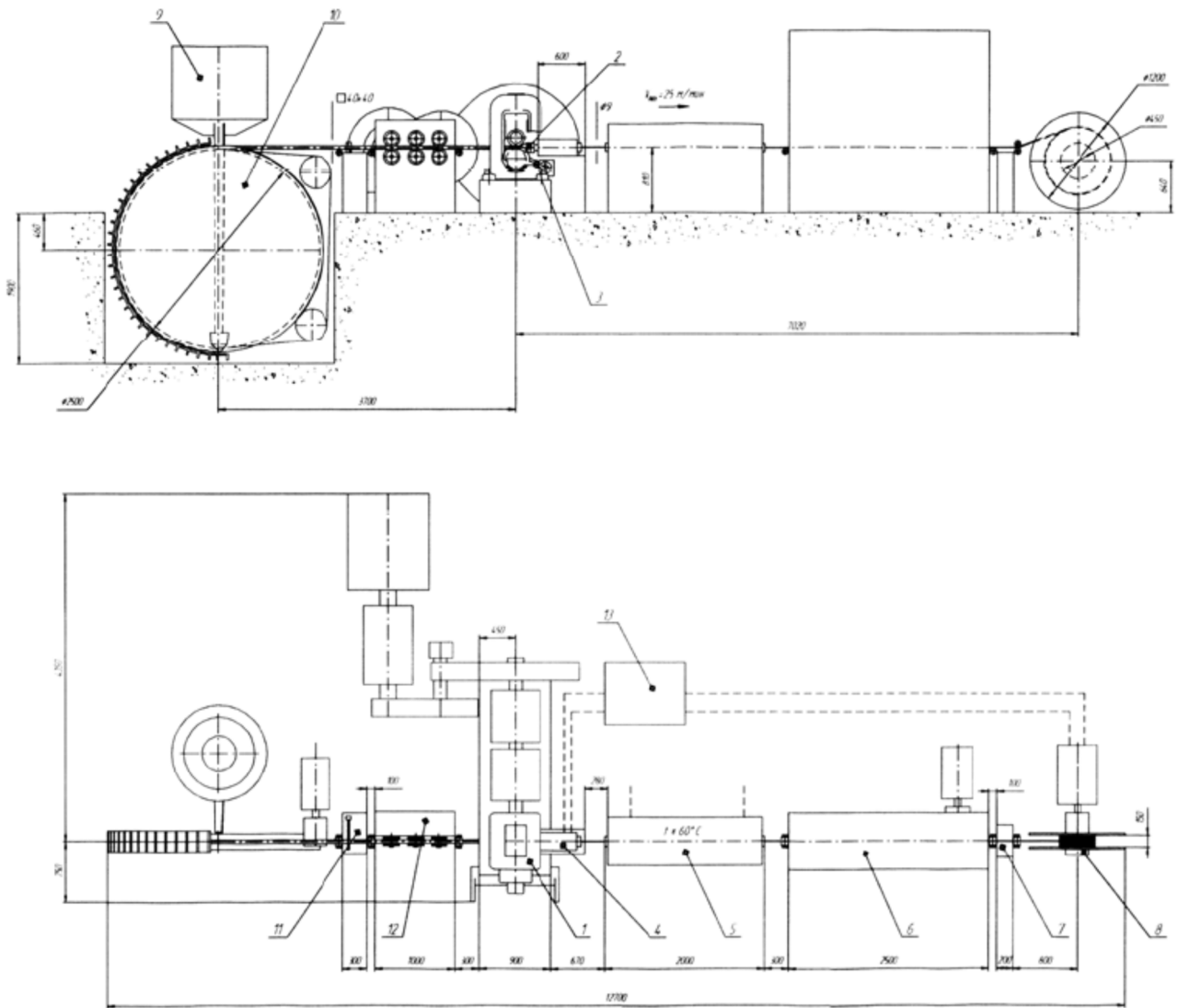


Рисунок 19.7 - Принципова схема лінії безперервної обробки алюмінію і його сплавів

Для різання литої заготовки передбачені механічні ножиці, а для різання виробів - ручні ножиці, встановлені на столі. Для гарантованого піджиму матриці до валків використовується гідроциліндр, що має привід від маслостанції. Орієнтовна годинна продуктивність установки, розрахована виходячи з параметрів кристалізатора, повинна скласти від 300 до 500 кг. Можливий також варіант використання тільки вузла сполученої прокатки-пресування. При цьому підігріта до температури деформації заготовка обробляється тільки шляхом прокатки-пресування. У цьому випадку продуктивність при безперервній подачі заготовки може бути збільшена в 2-5 разів.

З метою зниження металургійних переділів і виключення зі схеми обробки такої досить складної машини, як кристалізатор, пропонується варіант пристрою для беззливкової прокатки-пресування (рисунок 19.8).

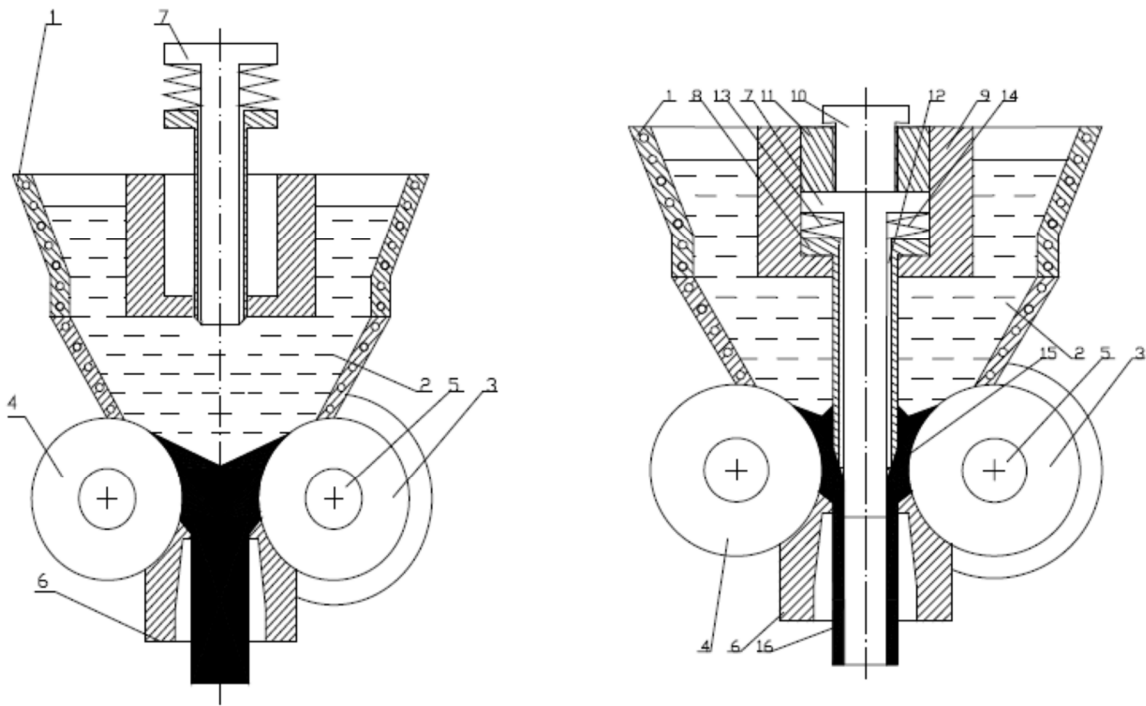


Рисунок 19.8 - Пристрій для безлиркової прокатки-пресування суцільних (а) і порожнинних (б) прес-виробів

У цьому випадку розплав заливається безпосередньо у валки-кристалізатори установки, кристалізується у вигляді заготовки прямокутної форми, піддається деформації за допомогою тих же валків, а потім видавлюється через калібруючий отвір матриці.

Відмінною рисою даного пристрою є те, що воно наділене встановленою совісно матриці довгомірною голкою з механізмом її відводу, жорстко закріпленою фіксатором і розташованою в обоймі з каналами для подачі мастила, розміщеними по периметру голки виступами для запирання каналів. При цьому у валках виконані водоохолоджуючі порожнини.