

### 3 ПРОКАТКА МЕТАЛЕВИХ ПОРОШКІВ

Порошкова металургія є одним з найефективніших технологічних процесів, що забезпечують одержання виробів із заданими властивостями й формою, мінімальними відходами й низькою трудомісткістю.

Використання порошкової металургії в масовому виробництві підвищує продуктивність праці в 1,5 - 2 рази, скорочується кількість операцій до три разів, втрати матеріалів становлять 5 - 10 %. Ці та інші переваги порошкової металургії обумовили її широке застосування в промисловості всіх розвинених країн світу.

Одним з перспективних методів виготовлення довгомірних напівфабрикатів є прокатка металевих порошків. Прокатка порошків відкриває широкі можливості виготовлення листів і стрічок з нетрадиційних матеріалів зі

спеціальними властивостями, пористих і безпористих листів, біметалічних і багат шарових листів з високою якістю з'єднання шарів.

Прокатка порошків, як спосіб одержання металокерамічних матеріалів, у порівнянні із прокаткою литих металів характеризується меншими капітальними витратами на обладнання, різким скороченням числа операцій і більш високим виходом придатного.

Прокаткою порошків можна одержувати конструкційні, зварювальні, електротехнічні, фрикційні, антифрикційні напівфабрикати (листи, стрічки, дріт, тощо), а також вироби для атомної енергетики.

Фільтри для очищення рідин, газів і розплавів, електроди електрохімічного виробництва й паливних елементів, каталізatori, протиобліднювачі, дозатори, елементи пневмотранспорту, сушильних, змішувальних і флотаційних машин - такий неповний перелік можливих галузей застосування пористого прокату.

У порівнянні з аналогічними по призначенню матеріалами - металевими сітками, картоном, повстю, тканими матеріалами, керамікою, пористий листовий прокат дає високий ступінь очищення, він міцний, пластичний і термостійкий, має високу тепло- і електропровідність. Властивості листового прокату легко регулювати, листовий пористий прокат досить технологічний при згинанні, різанні, пайці, зварюванні.

Прокат, виготовлений з порошків, не має дефектів, властивих звичайному прокату (ліквіація різних видів, сегрегація, екзогенні й ендогенні неметалічні включення, плівки, рванини, раковини й таке інше). Тому з порошків можна одержувати прецизійний псевдосплавний прокат високої чистоти й однорідної структури. На рисунку 3.1 представлені схеми одержання листового прокату.

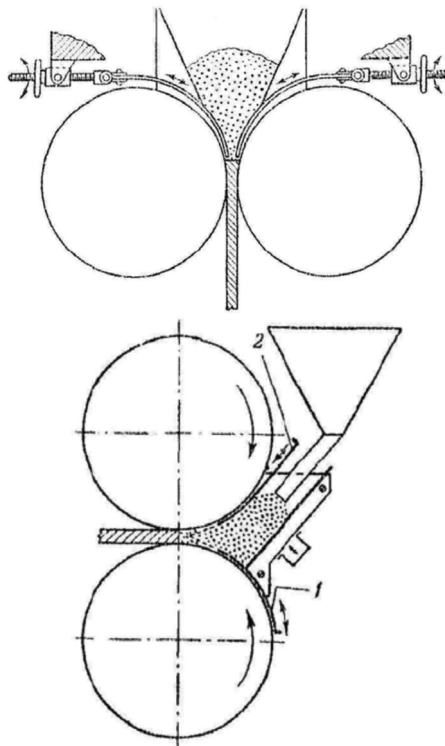


Рисунок 3.1 - Схеми одержання листового прокату

### 3.1 Особливості асиметричної прокатки металевих порошків

Як правило, порошкові матеріали прокочують у симетричному осередку деформації, тобто коли діаметри робочих валків однакові й швидкості їх обертання також однакові. Однак виготовлення напівфабрикатів і виробів методом прокатки порошків у симетричному осередку деформації пов'язано зі значними труднощами, викликаними, в основному, неможливістю створити як задній, так і передній натяг стрічки. Труднощі одержання прокату особливо проявляються при прокатці стрічки, щільність якої перевищує 0,80 - 0,85 відносної щільності матеріалу порошку, коли нерівномірний розподіл контактних нормальних напруг в осередку деформації по ширині прокату приводить до значного росту напруг розтягання й, як наслідок, до руйнування прокату на виході з валків.

Останнім часом був встановлений позитивний вплив асиметричної прокатки, що дозволяє докорінно вдосконалити технологію прокатки металевих порошків і гранул.

Асиметрична прокатка здійснюється за рахунок неузгодженості окружних швидкостей робочих валків, в основному, по двом варіантам: приводні валки мають неоднакові діаметри, але однакові кутові швидкості, або приводні валки мають однакові діаметри, але різні кутові швидкості.

Асиметрична прокатка дозволяє усунути багато недоліків, властивих традиційній симетричній прокатці.

Так, наприклад, вивчалася асиметрична прокатка електролітичного мідного порошку з використанням валків однакового діаметра, які оберталися з різною кутовою швидкістю. В результаті проведених експериментів встановлене значне зниження загального тиску прокатки в порівнянні з симетричною прокаткою, що дозволяє підвищити точність і площинність стрічки, що прокатується, за рахунок зниження пружних деформацій робочих валків прокатного стану.

Асиметрична прокатка стрічки з відходів алюмінієвого сплаву дозволяє повністю позбутися тріщин на кромках і серпоподібності стрічки.

Вимірювання контактних напруг в осередку деформації показало, що при асиметричній прокатці максимальна нормальна контактна напруга з боку меншого валка завжди більше, ніж з боку більшого валка, незалежно від матеріалу, що прокатується.

Асиметричну прокатку порошкових матеріалів при зміні неузгодженості швидкісних параметрів робочих валків за рахунок використання валків різного діаметра можна представити у вигляді дво станів, або періодів, початкового нестійкого і стійкого. Початковий нестійкий період, коли зміна параметрів прокатки (тобто кута прокатки, нейтрального кута й максимальної контактної нормальної напруги в осередку деформації) не підкоряється якійсь закономірності, пов'язаний з тим, що на процес прокатки впливає, крім неузгодженості швидкісних параметрів, зміна конфігурації осередку деформації при різних діаметрах валків.

Значний вплив на стійку зміну параметрів прокатки виявляє неузгодженість швидкостей при співвідношенні діаметрів валків  $D_6/D_M > 1,2$  незалежно від матеріалу, що прокатується. Співвідношення діаметрів валків  $D_6/D_M = 1,2$  є тим порогом, коли система зі стану хиткої рівноваги переходить в активну фазу зміни параметрів прокатки, створення такого балансу сил, коли в осередку деформації починають формуватися додаткові сили, які виконують роль переднього й заднього натягу. Це становище в ідеалі буде мати місце, коли нейтральний кут на більшому валку буде дорівнювати нулю або близьким до нього.

Таке твердження засноване, у тому числі, і на поведінці стрічки при прокатці з неузгодженістю  $V_6/V_M > 1,2$ , коли вдається позбутися такого небажаного явища як серпоподібність.

Таким чином, визначено, що для стійкої прокатки металевого порошку неузгодженість швидкісних параметрів повинне бути не менше 30 %.

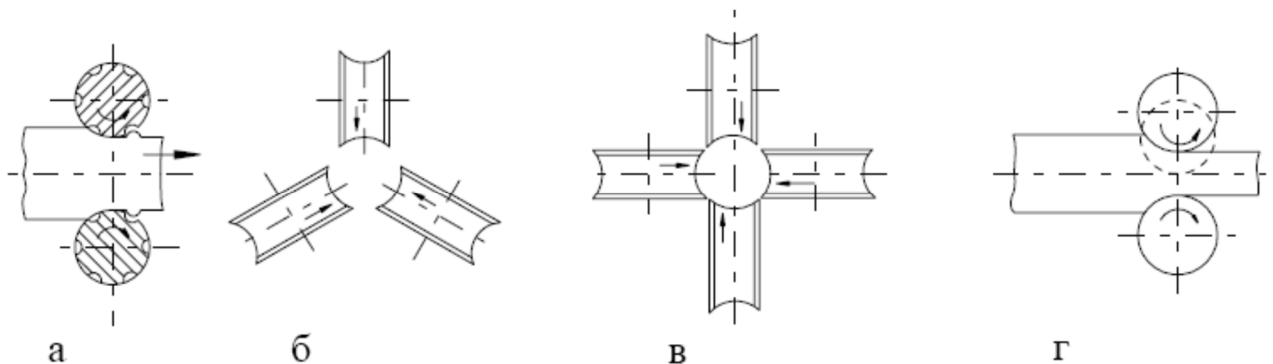
#### 4 ПОЗДОВЖНЬО - ПЕРІОДИЧНА ПРОКАТКА

Поздовжньо-періодичну прокатку виконують у дво - (а), три - (б), чотири - (в) вальцевих станах, а також у стан-пресі (г) (рисунок 4.1).

Періодичні профілі підрозділяють на наступні типи:

1 - з періодичністю профілю лише з боку одного валка;

2 - з періодичністю профілю з боку дво (або декількох) валків.



а - двовалкова; б - тривалкова; в - чотиривалкова; г - стан-прес

Рисунок 4.1 - Схеми станів поздовжньо-періодичної прокатки

*Перший тип:* калібр одного має змінний профіль, а на другому (чи інших) нарізується рівчак постійного перетину.

*Другий тип:* обидва валки (або всі валки) мають змінний профіль рівчаків; однак по куту повороту відносно один одного валки можуть встановлюватися довільно, точного збігу фігур не потрібно.

Профілі першого й другого видів можна прокатувати на сортових прокатних станах або вальцях. Періодичні профілі з плавними переходами можна прокатувати на стані-пресі (рисунок 4.1 г), що має гладкі валки

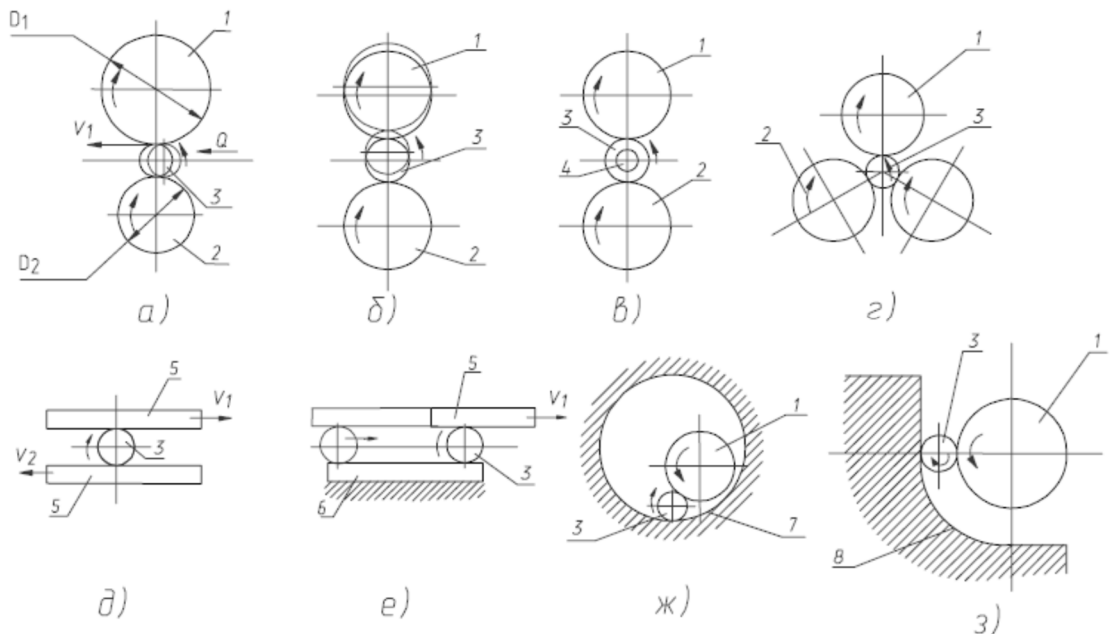
постійного радіусу, що переміщуються в процесі прокатки відносно один одного.

## 5 ПОПЕРЕЧНА, ПОПЕРЕЧНО-ГВИНТОВА, ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВА ПРОКАТКА

При поперечній прокатці інструмент надає заготовці обертовий рух, у зв'язку з цим поперечна прокатка і її різновиди (поперечно-гвинтова й поперечно-клинова) служать лише для обробки тіл обертання, обробляючи метал у поперечному напрямку.

Продуктивність процесу в порівнянні з обробкою на токарських автоматах збільшується більш ніж в 10 разів, коефіцієнт використання металу (КВМ) більше на 30 - 60 %. Підвищується якість продукції, міцність і зносостійкість.

Поперечна прокатка може здійснюватися у двовалковому або тривалковому прокатному стані (рисунок 5.1, а-г), валки якого обертаються в одну сторону, надаючи заготовці, що перебуває між ними, обертання у зворотному напрямку.



1,2 - валки; 3 - заготовка; 4 - оправка; 5 - пересувна плита; 6 - непересувна плита; 7 - барабан; 8 - сегмент

Рисунок 5.1 - Схеми поперечної прокатки

Для забезпечення безперервності процесу при проходженні заготовки через зону деформації окружні швидкості валків двовалкового прокатного стану мають нерівні величини ( $V_1 > V_2$ ) за рахунок різних робочих діаметрів валків ( $D_1 > D_2$ ).