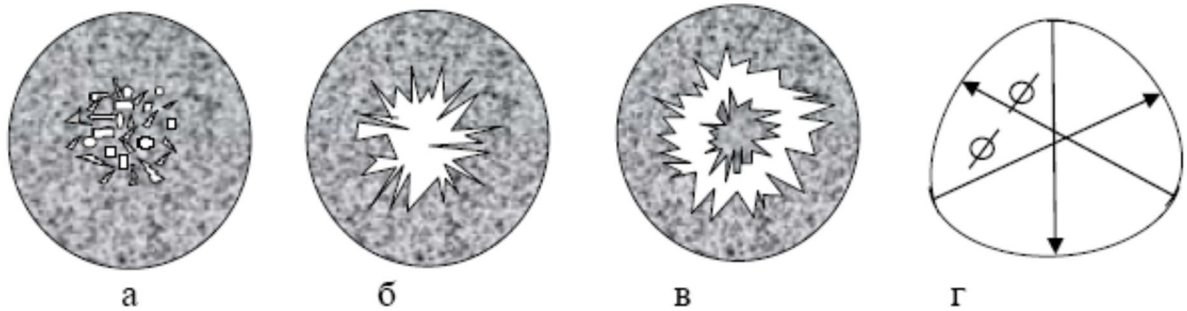


6 ДЕФЕКТИ ПОПЕРЕЧНОЇ ПРОКАТКИ

Дефекти поперечної прокатки можуть мати різний характер. Вони багато в чому аналогічні дефектам, що утворюються при звичайній прокатці і штампуванні: тріщини, плени, закати, завальцьовані заусенці, однак при поперечній прокатці зустрічаються дефекти й види браку, властиві тільки поперечній прокатці.

Це осьова рихлість, розкриття осьової або кільцевої порожнини, утворення тригранних тіл обертання, що мають постійний діаметр (рисунок 6.1).



а - осьова рихлість; в - розкриття кільцевої порожнини; б - розкриття осьової порожнини; г - тригранне тіло обертання

Рисунок 6.1 - Дефекти прокатки

Осьова рихлість і розкриття осьової рихлості (а) і (б) виникають внаслідок появи в зоні деформації розтягувальних напруг (властиво при прокатці на двовалковому стані). При прокатці на три-, чотиривалкових станах (рисунок 6.1 а, б) дані види дефектів спостерігаються значно рідше. Тригранна форма тіла (г) утворюється при великих обтисненнях, коли спостерігається прослизання відносно заготовки, що прокатується, то по одну, то по іншу сторону валка.

Крім того, можуть бути присутні наступні дефекти:

- неметалічні включення внаслідок засмічення шлаками, продуктами розкислення, вогнетривкими матеріалами; виявляються при різанні заготовок і при перегляді мікро- і макрошліфів;

- подряпини допускаються не більше 0,1 мм для 0 до 20 мм і не більше 0,2 для 0 до 40 мм;

- волосовини - тонкі поздовжні тріщини після прокатки (утворюються за рахунок газо-бульбашкового витягування);

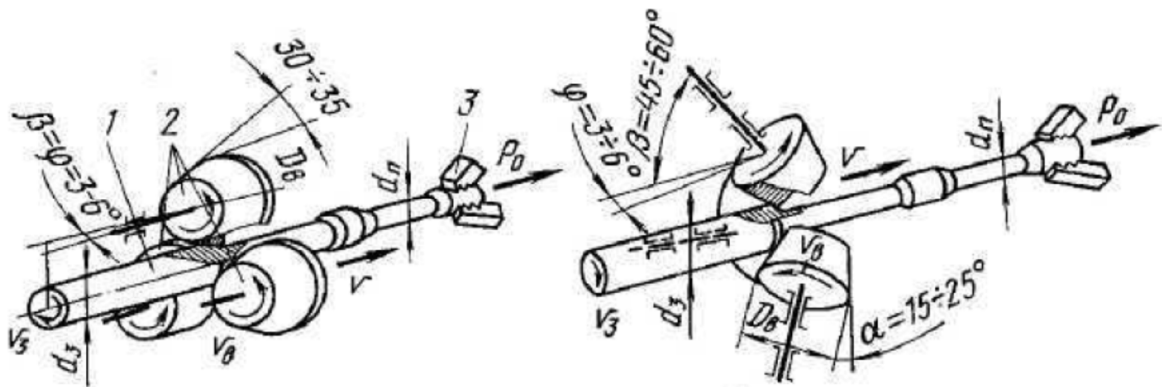
- завальцьовані заусенці.

7 ПЕРІОДИЧНІ ПРОФІЛІ

Процеси одержання спеціальних видів прокату відрізняються більшою різноманітністю. Причому деякі з них здійснюють на металургійних підприємствах, а інші - на машинобудівних. Особливо велике значення має прокатка періодичних профілів, які застосовують як фасонну (економічну) заготовку для наступного штампування і як заготовку під остаточну механічну обробку.

До економічної вихідної заготовки можна віднести низку періодичних профілів, що представляють собою круглу сталь зі змінним перетином на певній довжині розкату. Так, наприклад, для виготовлення осей і напівосей вантажних автомобілів потрібні профілі змінного перетину (рисунок 7.1), які

раніше виготовляли шляхом обточування заготовки круглого перетину на токарних верстатах.



а - з дисковими валками; б - з конічними валками;

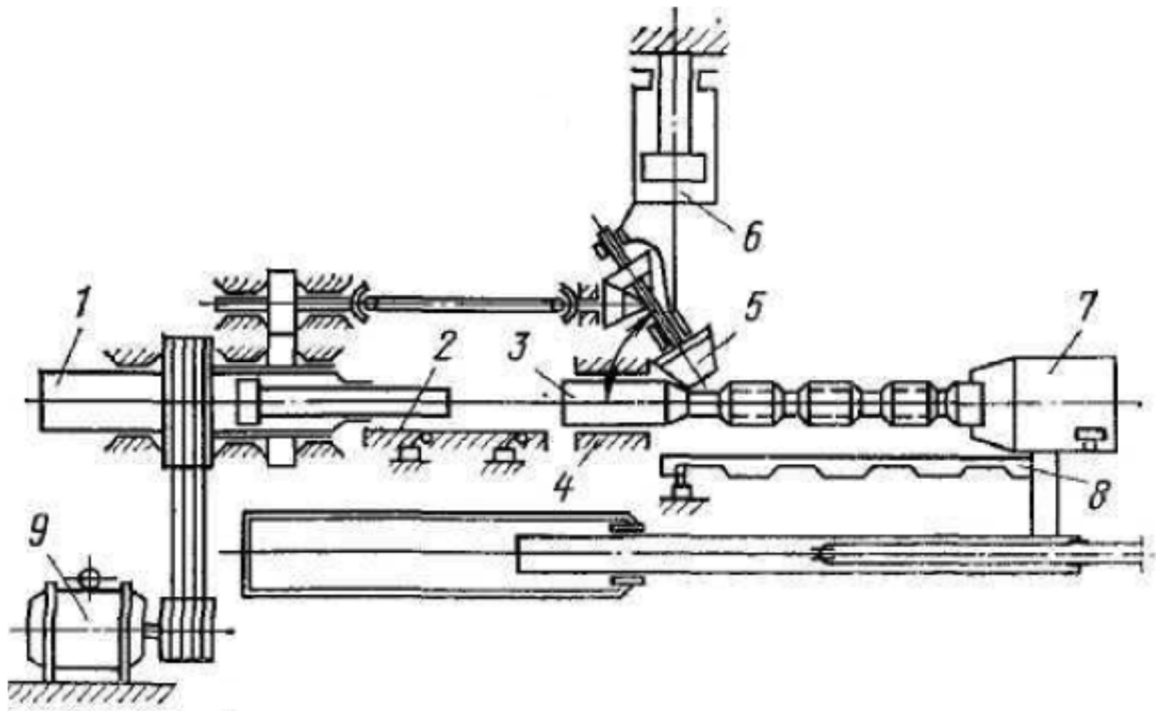
1 - заготовка; 2 - робочі валки; 3 - натяжний пристрій; D_B - діаметр валка; $d_з$ - діаметр заготовки; d_n - діаметр профілю; P_0 - осьове зусилля; α - кут профілю валків; β - кут нахилу осей валків; φ - кут розвороту осей валків; v_B - швидкість обертання валків; $v_з$ - швидкість обертання заготовки; v - швидкість прокатки

Рисунок 7.1 - Схеми поперечно-гвинтової прокатки круглих періодичних профілів

При цьому (тобто при обточуванні на токарських верстатах) був високий видатковий коефіцієнт металу, багато металу йшло в стружку. Крім того, вартість виготовлення осі або півосі автомобіля була набагато більше, ніж у випадку, якщо для остаточної обробки задається заготовка змінного перетину. У наш час такі профілі, як правило, одержують способом гарячої прокатки на спеціальних станах або на звичайних прокатних станах, але з певним калібруванням прокатних валків. До профілів періодичних перетинів належать ступінчасті й конічні вали й осі, півосі для автомобілів, торсіонні вали, шпинделі текстильних веретен, тощо. Якщо ці профілі робити різанням, то витрата металу в стружку може досягати 25%.

У наш час застосовуються кілька станів поперечно-гвинтової прокатки. Розглянуті типи станів класифікуються головним чином по найбільшому діаметру заготовки, що прокатується. Прийнята наступна градація станів: 10, 20, 50, 70, 80, 100, 120, 220 мм. Швидкість прокатки на цих станах 2 - 6 м/хв, натяг 1 - 60 тс. У зв'язку із широким діапазоном розмірів діаметрів вихідної заготовки відповідно виходить і різна продуктивність станів - від 0,02 до 33 т/г.

На металургійному заводі ім. Дзержинського встановлений стан, призначений для одержання періодичних профілів з будь-яким змінним перетином по довжині готового розкату (рисунок 7.2).



1 - пневматичний штовхач; 2 - прийомний жолоб; 3 - заготовка; 4 - проходка; 5 - прокатний валок; 6 - гідравлічний циліндр натискного механізму; 7 - затискний патрон; 8 - копіювальна лінійка; 9 - привід валків

Рисунок 7.2 - Тривалковий стан 100 гарячої прокатки круглих періодичних профілів (конструкція ВНДІметмаш)

Технологічний процес прокатки профілів на цьому стані порівняно простий. У якості вихідної заготовки застосовується кругла сталь з певним діаметром. Довжина заготовки, як і її діаметр, визначаються виходячи з розмірів кінцевого профілю і загальної витяжки. Попередньо нагріта в печі заготовка надходить на стан, де й здійснюється її прокатка.

Прокатний стан являє собою установку типу токарського верстата, на напрямляючих станинах якої переміщується тягнучий візок із захватом для заготовки. Приводні прокатні валки змонтовані так, що можуть змінювати своє положення, утворюючи просвіт певних розмірів; число валків - три.

Таким чином, у міру зміни просвіту, що утворюється між валками і заготовкою, що протягується, виходить готовий профіль змінного перетину. Далі розкат може розрізатися на мірні довжини, згідно до розкрою, і оброблятися на наступних технологічних лініях.

Слід зазначити, що одержання профілів змінного перетину по даній технологічній схемі не є складним процесом. Великою перевагою є незалежність процесу прокатки й розмірів заготовки від кінцевого профілю; переходи з одного профілерозміру на інший не вимагають зупинок стану для перевалок або зміни калібру. Сам процес прокатки на стані може бути безперервним у часі, якщо стан забезпечується необхідною заготовкою.

Новим технічним рішенням є прокатка періодичних профілів складних перетинів у двовалковій або багатовалковій кліті. При використанні кожної з

названих клітей неодмінною умовою є жорсткий кінематичний зв'язок валків між собою й точно розраховані діаметри валків, довжина окружності яких визначає виконання профілю по довжині, кратність числа профілів, що відповідає довжині окружності.

Останнім часом широке розповсюдження одержали багатовалкові прокатні кліті, що забезпечують одночасне обтиснення по всьому периметру смуги, що прокатується.

Такі кліті можуть бути використані для прокатки періодичних профілів будь-якого ступеню складності (рисунок 7.3).

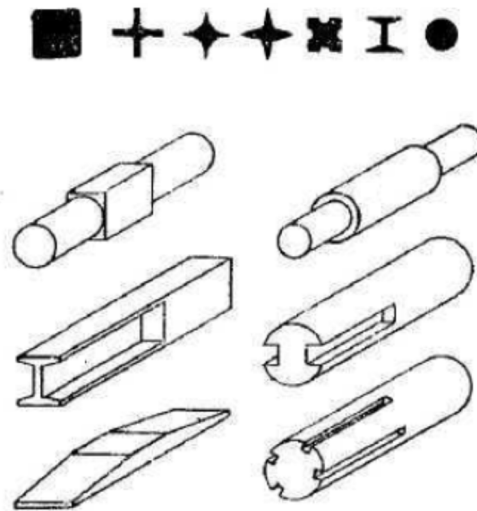


Рисунок 7.3 - Різні періодичні профілі, одержувані способом гарячої прокатки

Зазвичай число валків - три або чотири. Усі валки також перебувають у жорсткому кінематичному зв'язку і є приводними, що є гарантією одержання профілю високої точності за формою й розмірами.

Для чотиривалкової кліті може бути застосоване оформлення приводу тільки двох валків, якщо в сортамент профілів, що прокатуються, входять найпростіші фасонно-періодичні профілі лише з однобічною періодичністю.

У тривалковому калібрі при прокатці періодичних профілів кінематичний зв'язок усіх валків обов'язковий, тому що в сортаменті немає таких профілів, де б була допущена відома несиметричність в оформленні елементів періодичності.

Техніко-економічні показники роботи станів визначаються, виходячи із сортаменту профілів і прийнятих параметрів для даного стана.

Періодичні профілі в основному виготовляють поперечною і поперечно-гвинтовою прокаткою. На рис 7.4 показана схема стану поперечної прокатки. Щуп (4) ковзає по копювальній лінійці (3), жорстко пов'язаної з кареткою (2) натяжного пристрою. Залежно від профілю копювальної лінійки (3) робочі валки (1), у міру її руху, зближуються або розходяться, змінюючи відповідно діаметр профілю, що прокатується.

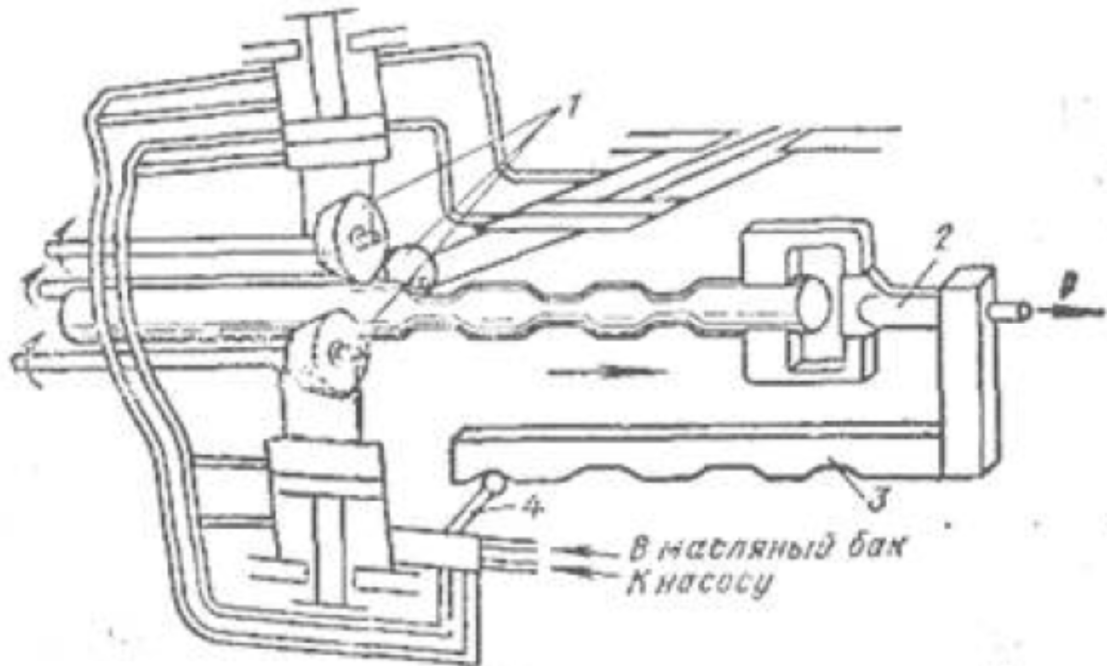


Рисунок 7.4 - Схеми прокатки періодичних профілів у тривалковому стані поперечної прокатки

8 ПОПЕРЕЧНО-ГВИНТОВА ПРОКАТКА РІЗЬБЛЕНЬ І ПРОФІЛІВ

Однією з різновидів поперечно-гвинтової прокатки є накатування різьблень - найбільш продуктивний і прогресивний спосіб утворення різьб.

Приблизно співвідношення продуктивності деяких розповсюджених методів утворення різьб шостого ступеня точності характеризується наступними коефіцієнтами: нарізання круглими плашками - 1,0, нарізання головками й гребінками зі швидкорізальної сталі - 2,5; нарізання твердосплавними різцями (гребінками) методом послідовних проходів - 4,0, накатування головками із круглими роликками з осьовою подачею - 10,0.

Накатування різьблення слід застосовувати в тих випадках, коли оброблюваний матеріал здатний зазнати пластичної деформації.

На рисунку 8.1 зображена схема накатування гвинтового різьблення радіально осьовим способом у нагрітому стані. Заготовка (1), нагріта до температури 700 - 800⁰С, вштовхується у вхідну частину простору між двома роликками (2) і двома напрямляючими (3), захоплюється роликками й, здійснюючи гвинтовий рух, просувається в напрямку накатуючої зони роликків. При цьому виступи роликків формують на поверхні заготовки гвинтові канавки. На рисунку 8.2 зображений різьбонакатний двухроликовий напівавтомат.

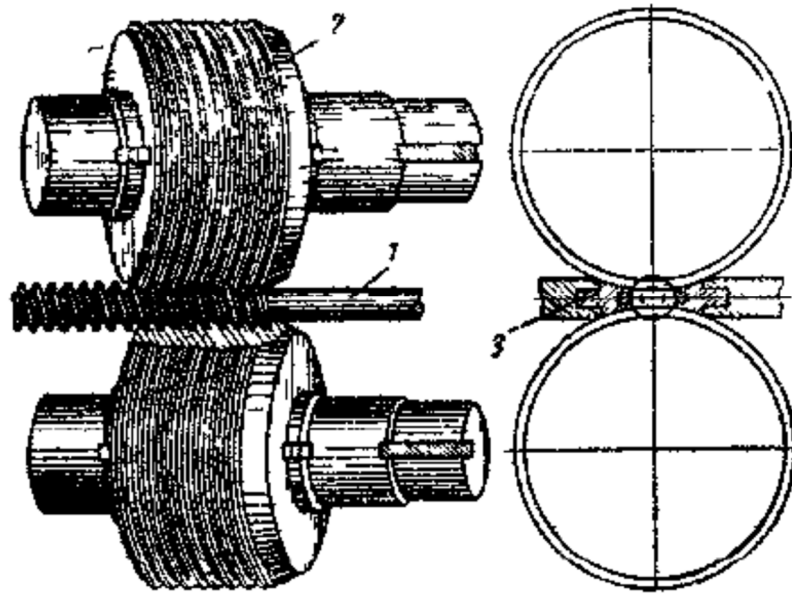


Рисунок 8.1 - Схема накатування гвинтової різьби радіально осьовим методом

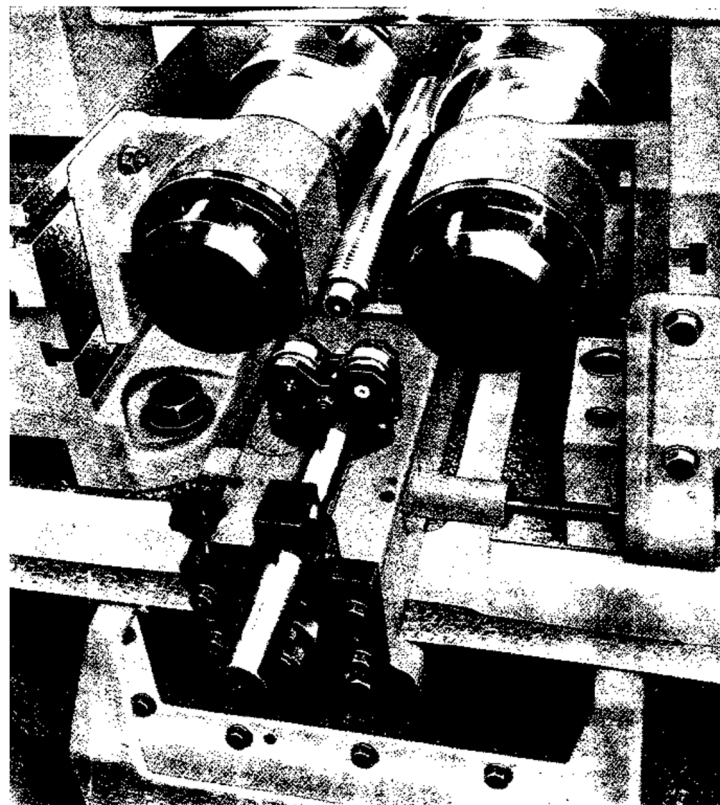


Рисунок 8.2 - Різьбонакатний двухроликівий напівавтомат

Основні переваги методу намотування різьб - більша продуктивність за рахунок високих швидкостей намотування (30 - 90 м/хв) і відсутності звинчування головки з виробу при зворотному ході, висока точність (4 - 6 ступеню) і низька шорсткість поверхонь торованої різьби, можливість утворення різьб на тонкостінних деталях без попереднього зняття припуску й

на деяких важкооброблюваних матеріалах, що в порівнянні з нарізуванням збільшує продуктивність у десятки разів.

Один з основних напрямків робіт в області накатування різьб - створення універсальних різьбонакатних головок стосовно до існуючого універсального обладнання або до спеціальних верстатів, застосовуваних у трубній промисловості. Основна перевага накатування різьб різьбонакатними головками - можливість їх використання на універсальних металорізальних верстатах і автоматах, що збільшує продуктивність операції на метричних різьбленнях у чотири - п'ять разів у порівнянні з нарізуванням різьбонарізною головкою й на трапецеїдальних різьбах в 10 - 12 разів у порівнянні з нарізуванням різьбовим різцем. Це забезпечується головним чином за рахунок більш високих швидкостей накатування (30 - 90 м/хв), а також за рахунок накатування різьблення за один прохід і відсутності звинчування при зворотньому ході.

У більшості випадків створення й застосування головок набагато ефективніше, ніж створення спеціальних верстатів.

У цей час серійно виготовляють різьбонакатні головки наступних типів: ВНГН для накатування метричних різьб \varnothing 8 - 52 мм; ВНГН трап. для накатування трапецеїдальних різьб \varnothing 16 - 42 мм; ВНГТ для накатування різьб \varnothing 1/2 - 2" труб. на водогазопровідних тонкостінних трубах; РНГТ для накатування різьблень \varnothing 1/2 - 3" як на водогазопровідних трубах, так і на суцільних виробках; ТНГС (тангенціальна) для накатування різьб \varnothing 6 - 48 мм.

Накочування різьблень може здійснюватися на будь-яких матеріалах, у тому числі важкооброблюваних, здатних піддаватися пластичним деформаціям, які характеризуються відносним подовженням не менш 8 %, твердістю до 35 - 40 НРС.

При накатуванні забезпечуються:

- високі ступені точності різьб: 4 - 5-а при роботі тангенціальними головками;
- 6 - 7-а при накатуванні головками з осьовою подачею метричних різьблень і 7 - 8-а при накатуванні головками з осьовою подачею трапецеїдальних різьб;
- шорсткість поверхні профілю різьби $Ra < 1,25$ мкм;
- підвищення міцності деталей з накатаною різьбою на 25 - 30 % і зносостійкості поверхневого шару різьблення.

Різьбонакатні ролики мають у десятки разів більшу стійкість у порівнянні з різьбонарізними інструментами; стосовно до конструкційних сталей з $\sigma_b < 750$ Мпа стійкість роликів при накатуванні метричних різьблень - 2000 - 3000 пог. м різьблення, при накатуванні трапецеїдальних різьб із кроком 4 мм - 800-1000 пог. м і з кроком 6 - 10 мм - 400 - 800 пог. м.

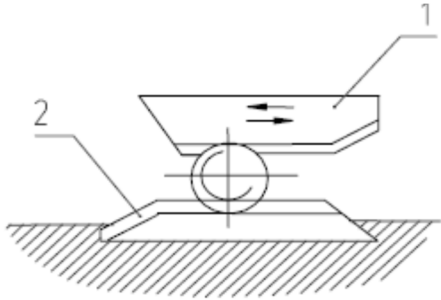
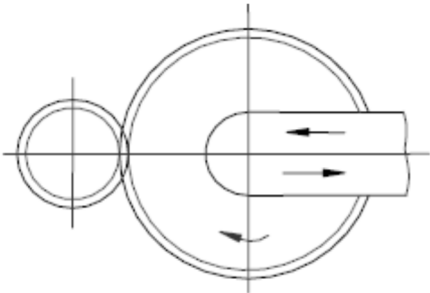
Широко застосовуваний інструментальний матеріал для різьбонакатних роликів - сталь Х12М, а найбільш оптимальний - легована сталь 6Х6ВЗМФС (ГОСТ 5950-73), що має в порівнянні зі сталлю Х12М більшу (в 1,5 рази) міцність при вигині і зносостійкість. Різниця в стійкості роликів зі сталей 6Х6ВЗМФС і Х12М може досягати десяти й більше разів залежно від фізико-

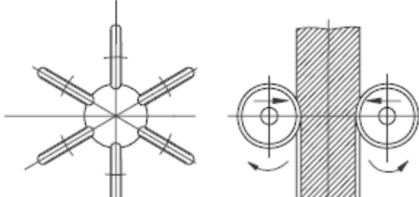
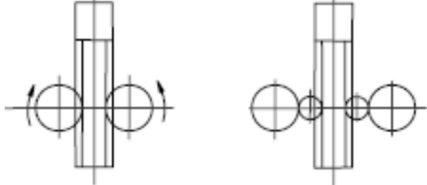
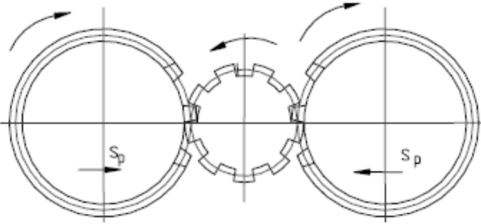
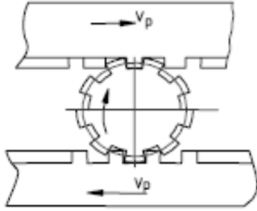
механічних властивостей накатуваного матеріалу; вона тим вище, чим більше твердість оброблюваного матеріалу й чим більше виникаючі при накатуванні зусилля.

Методи накатки знаходять широке застосування не тільки при формоутворенні різних різьб на суцільних і порожніх заготовках кріпильних деталей, але і при одержанні різних профілів на деталях типу валів і осей, шліцевих з'єднань, черв'яків і гвинтів, зубчатих деталей, отриманих обробкою різанням, і калібрування (виправлення) щодо довгих виробів.

В таблиці 8.1 наведені технологічні схеми накатки.

Таблиця 8.1 – Технологічні схеми накатки

Метод накатки	Схема накатки	Основні особливості
1	2	3
1. Плоским інструментом з тангенціальною подачею	 <p>The diagram shows a cross-section of a flat tool (1) with a cutting edge moving horizontally (indicated by arrows) across a rotating workpiece (2). The workpiece is supported by a base.</p>	Спрощується автоматизація процесу накатки. Універсальність. Діапазон діаметрів накатки різьблення 1,5 - 33 мм. Зниження стійкості зі збільшенням маси.
2. З тангенціальною подачею: обертовими різьбонакатними сегментами (рухомим і нерухомим)	 <p>The diagram shows a cross-section of a rotating thread rolling segment (1) moving tangentially across a rotating workpiece (2). The workpiece is supported by a base.</p>	Висока продуктивність при ручному завантаженні. Продуктивність підвищується в 3 - 5 разів. Трудомісткість сполучення, складність виготовлення різьбового сегмента.
3. З радіальною подачею одним роликком з гвинтовою нарізкою	 <p>The diagram shows a cross-section of a roller (1) with a thread moving radially across a rotating workpiece (2). The workpiece is supported by a base.</p>	Підвищується довговічність; підвищення продуктивності праці в порівнянні з фрезеруванням і нарізуванням в 12- 15 разів. Биття накатників

1	2	3
4. Поздовжня накатка багатороликової головки: з радіальною подачею роликів		Наскрізні шліци на жорстких валах
5. Ударна накатка обертовими роликами		Наскрізні й закриті шліци будь-якого профілю
6. Зубчастими роликами з радіальною подачею інструмента (поперечна накатка)		Наскрізні й закриті шліци й зубчасті колеса евольвентного й трикутного профілів
7. Плоскі зубчасті рейки		Наскрізні й закриті шліци евольвентного й трикутного профілів
8. Поперечно-гвинтова прокатка зубцями	Зубчаті ролики з гвинтовими формоутворюючими	Наскрізні й закриті шліци евольвентного й трикутного профілів, накатка напрохід

9 НАКОЧУВАННЯ ЗУБЧАСТИХ ПРОФІЛІВ

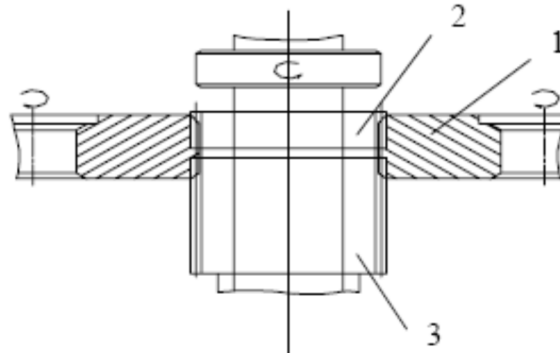
Накочування застосовують, як остаточну операцію обробки зубчастого вінця при виробництві зубчастих коліс 15 - 16 квалітетів точності з модулем не більше 4 мм. При накочуванні заощаджується 15 - 30 % металу, трудомісткість процесу менше в 2 - 5 разів, встановлена міцність підвищується на 15 - 20 %, міцність при вигинанні збільшується на 20 - 40 %. Температура накатки 1000 - 1100°C. Сутність методу: заготовка нагріта в індукторі; накатується профіль між двома зубчастими колесами - інструментами, установленими на певну міжцентрову відстань.

Технологічний процес здійснюється двома парами валків: одна пара - гладка, інша - зубчаста. Зубчастий і гладкий валок насаджені на спільний вал, так що зубчастий валок перебуває вище гладкого.

Заготовку затискають гідравлічним обладнанням і розташовують проти гладких валків.

Після нагрівання заготовки валки зближають і проводять обкатування ободу, надаючи йому точні розміри по діаметру й ширині. Далі валки розводять заготовку, встановлюють проти зубчастих валків, після чого на неї роблять накатку зубців. При прокатці й накатці на валки подається мастильний матеріал.

Виготовлення циліндричних прямозубих і косозубих коліс із модулем 1,5 - 3 мм і діаметром < 250 мм здійснюється при накатуванні з осьовою подачею заготовки (рисунок 9.1).



1 - зубчасте колесо (інструмент); 2— еталонна шестірня; 3— заготовка

Рисунок 9.1 - Схема наочування шестірень з осьовою подачею заготовки

Для виготовлення великогабаритних коліс із значним модулем використовується накатка з радіальною подачею валків (рисунок 9.2).

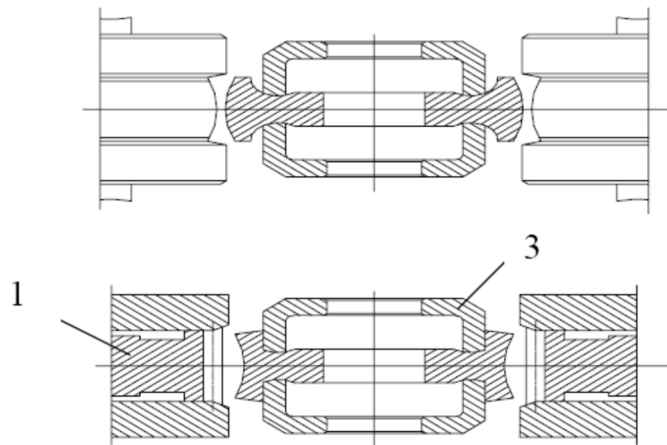


Рисунок 9.2 - Схема наочування зубчастих коліс з радіальною подачею валків

Заготовками служать штамповки або відрізані від прутка дискові заготовки.

Перший спосіб деформації (наочування шестірень із осьовою подачею заготовки) передбачає штучну обробку заготовок. Для точного розподілу поверхні заготовки на задане число зубів стан має спеціальний механізм із ділильними шестірнями, що синхронізують обертання валків і заготовки. Процес складається із двох стадій - *формування зубців* при зближенні обертових валків і *калібрування* їх при наявності тільки обертання валків після

досягнення заданої міжосьової відстані. Цей спосіб дозволяє одержувати шестірні з прямим, косим і шевронним зубцем, багатовінцеві шестірні й вали-шестірні.

Другий спосіб (накочування зубчастих коліс із радіальною подачею валків) продуктивніше першого, але дозволяє одержувати тільки звичайні шестірні з прямими і косими зубцями. Заготовка у вигляді прутка або стопка окремих заготовок - дисків подається у валки з торця, де для полегшення захоплення виконано вхідний конус зі зрізаними зубцями. На вхідному конусі відбувається формування зубців, на частині валка з повними зубцями - калібрування. Ділильна шестірня, встановлена на верхньому центрі підтримуючого заготовку супорта, на початку процесу розташовується між валками. У міру осьової подачі заготовки ділильна шестірня виходить із зачеплення з валками, а синхронізацію обертання здійснює прокатана частина заготовки. При прокатці прутка він зазнає деформації по всій довжині з наступною розрізкою поза станом на окремі шестірні. Швидкість осьової подачі заготовки на сучасних станах становить 6 - 8 мм/с.