

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
(ДДМА)**

О. Є. Марков

**РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ПРОЦЕСИ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОВАНOK ВІДПОВІДАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ**

Конспект лекцій

для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія»
денної та заочної форм навчання

**Затверджено
на засіданні вченої ради
Протокол № від**

**Краматорськ
ДДМА
2020**

УДК 621.7.043

ББК 34.623

М 26

Рецензенти:

Кухар В. В., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри «Обробки металів тиском», Приазовський державний технічний університет, м Маріуполь;

Гринкевич В. А., д-р техн. наук, професор, Національна металургійна академія України, м. Дніпро.

Наведено основні питання з технології кування кованок відповідального призначення різного типу на гідравлічних пресах з урахування ресурсозберігаючих процесів. Розглянуті рекомендації щодо вибору вихідних злитків, використання відходів в сталеплавильному виробництві.

Марков, О. Е.

М 26 Ресурсозберігаючі процеси виготовлення поковок відповідального призначення: посібник для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія» денної та заочної форм навчання / О.Є. Марков– Краматорськ: ДДМА, 2019. – 74 с

ISBN 978-966-379-907-4

УДК 621.7.043

ББК 34.623

© О. Є. Марков, Н. Г. Шевченко,
В.В. Коткова 2020

© ДДМА, 2020

ISBN 978-966-379-907-4

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ВИБІР ВИХІДНИХ ЗЛИТКІВ ДЛЯ КУВАННЯ КОВАНОК НА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ	7
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ В СТАЛЕПЛАВИЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ КОВАЛЬСЬКИХ ВІДХОДІВ І СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ ВИПЛАВЦІ СТАЛІ В ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПЕЧАХ	9
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУВАННЯ КОВАНОК НА ПРЕСАХ	12
3.1 Операція протягання	16
3.2 Розкочування	24
3.3 Протягання на оправленні	26
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБРОБЛЮВАНОЇ МАСИ ЗЛИТКІВ НА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ.....	28
РОЗДІЛ 5. СПОСОБИ КУВАННЯ ВЕЛИКИХ КОВАНОК ТИПУ ПЛАСТИН.....	31
РОЗДІЛ 6. СПОСОБИ КУВАННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ПЛИТ	38
РОЗДІЛ 7. ШЛЯХИ СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ МЕТАЛУ Й ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИ КУВАННІ СУЦІЛЬНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОВАНОК.....	52
7.1 Підвищення якості великих кованок	52
7.2 Прошивання ковальських злитків з одночасним видаленням прибуткової частини	53
7.3 Переклад кованок типу втулок зубчастих з вільного кування на напівштамбування з наступним їхнім східчастим розкочуванням	57
7.4 Виготовлення тонкостінних кованок типу кілець і циліндрів із прокатних труб	60
7.5 Злитки для кування пустотілих кованок	62

РОЗДІЛ 8. ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОВАНОК ТИПУ КІЛЕЦЬ І БАНДАЖІВ З УСУНЕННЯМ СФЕРИЧНОСТІ ПО ТОРЦЯХ	64
РОЗДІЛ 9. РОЗКОЧУВАННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОВАНОК ТИПУ КІЛЕЦЬ І ОБИЧАЙОК ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ НА ПОТУЖНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ	67
РОЗДІЛ 10. СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРОЖНІХ СФЕРИЧНИХ КОВАНОК	70
РОЗДІЛ 11. ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕЛИКИХ ПОКОВОК ТИПУ ЦИЛИНДРІВ ЗІ СТУПІНЧАСТОЮ ФОРМОЮ ПО ЗОВНІШНЬОМУ І ВНУТРІШНЬОМУ ДІАМЕТРАХ КУВАННЯ НА ПРЕС	76
РОЗДІЛ 12. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХПРОЦЕСУ КУВАННЯ ПОКОВОК ТИПУ ВАЛІВ РОТОРА.....	82
РОЗДІЛ 13. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХПРОЦЕСІВ КУВАННЯ КОЛІНЧАТИХ ВАЛІВ	86
РОЗДІЛ 14. КУВАННЯ ГЛАДКИХ ДОВГОМІРНИХ ПОКОВОК КРУГЛОГО ПЕРЕТИНУ	104
РОЗДІЛ 15. ПІДКЛАДНИЙ ШТАМП ДЛЯ ПРОШИВАННЯ ОТВОРІВ ПОКОВОК КРУГЛОГО ПЕРЕТИНУ	107
РОЗДІЛ 16. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОКОВОК ВАЛКІВ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ	110
16.1 Перспективи розвитку кування шляхом послідовного суміщення процесів деформування і проміжної термічної обробки	112
16.2 Шляхи підвищення точності поковок і коригування режимів при остаточній термічній обробці	114

16.3 Підвищення зносостійкості і працездатності валків холодної прокати	117
---	-----

РОЗДІЛ 17. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОВКИ

СКЛАДНИХ ТРУДОМІСТКІСНИХ ПОКОВОК	122
--	-----

17.1 Виготовлення трьохколінчастих валів куванням з наступним штампуванням колін в подкладном штампі	122
--	-----

17.2 Виготовлення опорних валків з осьовим змінним отвором	130
--	-----

17.3 Спосіб виготовлення порожнистих сферичних поковок з утворенням внутрішньої і зовнішньої поверхонь	137
--	-----

17.4 Кування пластин з криволінійної формою по ширині	142
---	-----

17.5 Пристрій для розкочування порожніх виробів на гідравлічному пресі	148
--	-----

17.6 Виготовлення довгомірних порожнистих циліндрів	152
---	-----

17.7 Виготовлення порожніх циліндричних поковок з усуненням внутрішньої конусної поверхні	156
---	-----

17.8 Спосіб виготовлення тонкостінних довгомірних труб на гідравлічних пресах	161
---	-----

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	168
------------------------	-----

ВСТУП

У ковальсько-пресових цехах виготовляється велика різноманітність кованок по марках сталей, формі з різними перетинами й розмірами по довжині.

У більшості випадків до них відносяться наступні типи кованок: гладкі круглого й прямокутного перетини, круглого й квадратного перетину з уступами, циліндри з отворами, кільця й бандажі, шестірні й диски з отворами й без отворів і т.д. Перерахована вище номенклатура виробів являє собою певні групи кованок, близькі за схемою кованки й конфігурації. Це представляє можливим розглянути й вивчити технологічні особливості тих або інших кованок і цілком закономірним є подальше вдосконалювання виробництва великих кованок на гідравлічних пресах. Головним напрямком останнім часом усе більш вигідно стає одержувати кованки, близькі за формою й розмірам готових деталей. Це завдання вирішується шляхом застосування спеціалізованого кувального інструмента при куванні й штампуванні кованок, використовуючи підкладні кільця й штампи різноманітної форми, вузькі бойки, як при куванні, так і при розкочуванні кованок, пережимки різних форм (циліндричні або трикутні), накладки та інше, а також за рахунок виготовлення окремих кованок із відносно рисими припусками й меншим полем допусків при досягненні підвищеної пластичності металу, яку можливо досягти при сполучених режимах їх кування й термообробки. У той же час необхідно при розробці техпроцесів урахувувати досвід і досягнення передових підприємств по вдосконалюванню виробництва великих кованок із урахуванням раціональної витрати металу й підвищення якості виготовлених виробів [1].

РОЗДІЛ 1

ВИБІР ВИХІДНИХ ЗЛИТКІВ ДЛЯ КУВАННЯ КОВАНОК НА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ

Вихідним матеріалом для кування кованок є ковальські злитки. Внаслідок спрямованого затвердіння злитка внутрішня будова його по перетину й довжині відрізняється неоднорідністю металу й включає: поверхневий дрібнокристалічний шар злитка, шар стовпчастих дендритів і зону різноосьових дендритів [2; 3]. Таким чином, у середині злитка виходить крупнодендритна будова з різноосьовими дендритами.

Тому при проектуванні технологічних процесів кованки важливо визначити оптирисну величину укуву, при якому дендритна структура злитка руйнується, дендрити дробляться й витягаються по напрямковій головній деформації. За літературним даними [4], середня частина злитка здобуває волокнисту будову після 2...3-кратного укуву, а стовпчасті дендрити при цьому тільки починають відхилятися від первісного напрямку. Макротріщини, наявні в середині злитка, при куванні заварюються й метал ущільнюється. На ущільнення й поліпшення якості осьової частини помітно впливає конусність злитка, де з підвищенням конусності осьова частина злитка значно підвищується. При цьому в більшій мірі впливає відношення висоти злитка (H) до його діаметра (D). У злитках з відношенням $H/D \approx 1,0$ осьові дефекти практично відсутні й широко вони застосовуються для виготовлення кованок особливо відповідальних деталей типу великих роторів турбін і валів генераторів і т.д. або при виливанні великих злитків масою 300...500 тон [5; 6]. Злитки підвищеної конусності з відношенням $H/D = 1,5...1,6$ також сприяє підвищенню якості осьової зони й застосовуються при виготовленні відповідальних кованок для зварених роторів і дисків турбін і інших виробів. Широке поширення в промисловості одержали норрисні злитки з відношенням $H/D = 2...2,5$. При куванні таких злитків забезпечується висока якість кованок. Злитки із зазначеним відношенням можна виготовляти масою до 200 тон із вуглецевих, легованих і високолегованих марок стали.

Крім зазначених злитків, на багатьох підприємств застосовують подовжені й безприбуткові злитки й ін. Застосування подовжених злитків у ковальсько-пресовому виробництві значно підвищує вихід придатного й скорочує витрати металу при виготовлення кованок. Подовжені злитки можуть бути застосовані при куванні порожніх кованок типу кілець, циліндрів, втулок і т.п., дисків з отворами й валів з витягнутою віссю і т.д. Помітне скорочення витрат металу може бути досягнуте при

використанні безприбуткових злитків за рахунок застосування для кожної кованки злитків необхідної маси, тобто відливають необхідну порцію рідкого металу в виливницю без прибуткової надставки [7]. Слід зазначити, що відсутність утепленої частини виливниці приводить до помітного погіршення якості осьової зони злитка, особливо у верхній його частині. Тому розкрій таких злитків при куванні стосовно порожніх кованок доцільно робити на дві й більш заготовки, а заготовки, отримані з верхньої половини злитка, слід прошивати більшим діаметром прошивня, чому діаметр при прошиванні отвору попередніх заготовок.

При куванні однієї кованки зі злитка впливає керуватися технічним розв'язком [8], яке підвищує якість одержуваних кованок за рахунок витиснення усадочної раковини зі злитка у відхід і ущільнення осьової зони злитка. Для досягнення цього результату злиток після білетування піддають протяганню у вирізних бойках у напрямку від донної до верхньої частини зі ступенем деформації останньої не менш 20 %. При цьому зазначена деформація досягається тим, що злиток слід відливати в виливницю на один або два типорозміри більше, чим передбачається виливниця по норисі заводу для виливки даного розважування злитка.

Для виготовлення високоякісних кованок використовують злитки ЕШП. Такі злитки мають високу щільність і низький зміст неметалічних включень і газів у металі. Однак електрошлаковий переплав є дорогим процесом, і значимість його застосування останнім часом помітно зменшилось. Це пов'язано з тим, що виплавка сталі в цей час здійснюється, в основному, в дугових електропечах з наступною обробкою її в ковші-печі до змісту сірки в металі менш 0,01 %, а розливання в виливницю роблять із застосуванням вакуумної дегазації в струмені (вакуум нижче 1,0 мм рт. ст.), що значно підвищує якість вихідного злитка за рахунок зменшення неметалічних включень і газонасиченості сталі. В останні роки в металургійному машинобудуванні в загальному випуску кутих заготовок кованки зі злитків становлять 65...70 %.

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ В СТАЛЕПЛАВИЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ КОВАЛЬСЬКИХ ВІДХОДІВ І СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ ВИПЛАВЦІ СТАЛИ В ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПЕЧАХ

Як відомо, у ковальсько-пресовому виробництві відходи (піддон, прибуток і частина придатного залишку), одержувані після кованки злитка й обрубки кованки, є неминучими технологічними відходами, які після остигання до цехової температури передаються в копровий цех на переділ шихти або в сталеплавильні цехи на переплав по прямому призначенню. У металургійному виробництві в умовах дефіциту енергії, газу, мазуту й т.п. економія енергоносіїв є першорядним завданням. У зв'язку із цим у даному розділі розглядається нетрадиційний метод використання ковальських відходів у гарячому стані для виплавки сталі в мартенівських або електродугових печах. У першу чергу необхідно розв'язати організаційне питання про своєчасну передачу відходів у гарячому стані з ковальських цехів у сталеплавильні й обов'язковому їхньому використанні в плавці. При цьому необхідно планувати групову виплавку сталі за певний проміжок часу з відходів і близьким хімічним складом або з наступним зростанням змісту легуючих елементів.

Слід помітити, що найважливішими показниками при виробництві сталі є добова продуктивність і витрата палива на 1 т виплавленій сталі. Так, наприклад, у цей час у сталеплавильних цехах на машинобудівних заводах витрата палива досягає 320 кг у.т. на 1 т виплавленій сталі. При використанні в сталеплавильному виробництві ковальських відходів безпосередньо після кування коефіцієнт витрати палива можна розрахувати по формулі

$$Q = (T_{\text{пл}} - T_{\text{отх}}) \frac{320}{T_{\text{пл}}},$$

де $T_{\text{пл}}$ – температура плавлення металу, $T_{\text{пл}} = 1500$ °С;

$T_{\text{отх}}$ – температура ковальських відходів, $T_{\text{отх}} = 600$ °С;

320 – планований коефіцієнт витрат палива по сталеплавильному цехові.

У результаті одержимо $Q = 192$ кг у.т., таким чином, розв'язок зазначених вище виробничих проблем, навіть при використанні

ковальських відходів, що мають температуру 600...700 °С на поверхні, які вважаються холодними, дозволять при випуску сталі в обсязі 50 000 т одержати економічний ефект близько 1 млн доларів у рік [9].

Крім цього, особлива увага заслуговує технічний розв'язок про скороченні витрат електроенергії при виплавці сталі в електродугових печах за рахунок попереднього нагрівання металеві шихти в полум'яній печі до 700 °С, при якому скорочується тривалість процесу її нагрівання й плавлення в електродуговій печі. При цьому питомі витрати на підігрів і плавлення металеві шихти, температура її попереднього нагрівання й температура плавлення шихти зв'язані рівністю

$$Q = (T_{\text{пл}} - T_{\text{пр.н}}) \frac{K}{T_{\text{пл}}},$$

де Q – питомі витрати електроенергії на 1 т рідкій сталі;

$T_{\text{пл}}$ – температура плавлення металеві шихти, $T_{\text{пл}} = 1500$ °С;

$T_{\text{пр.н}}$ – температура попереднього нагрівання металеві шихти, $T_{\text{пр.н}} = 700$ °С;

K – планований коефіцієнт витрат електроенергії на 1 т виплавлених сталі, $K = 700...800$ кВт / ч.

Величина температури попереднього нагрівання металеві шихти, складова 700 °С, є оптирисною для максирисної теплопередачі. З підвищенням температури нагрівання шихти коефіцієнт теплопередачі знижується, що приводить до перевитрати палива.

Виходячи із зазначеної у формулі рівності, визначаємо питомі витрати електроенергії при нагріванні й плавленні металеві шихти в електродуговій печі

$$Q = (1500 - 700) \frac{800}{1500} = 426,6 \text{ кВт / ч}$$

на 1 т виплавлених сталі.

З обліком приблизно рівної вартості 1 кВт / год і 1 м³ природного газу, визначаємо економію електроенергії на 1 т виплавлених сталі

$$(800 - 426,6) - 123 = 250 \text{ кВт / ч},$$

де 123 – витрати природного газу при нагріванні шихти в полум'яній печі до 700 °С.

У порівнянні з вищевказаним коефіцієнтом витрати електроенергії на 1 т виплавленій сталі, рівному $K = 800$ кВт / год, одержуємо нову питому норму електроенергії на 1 т виплавленій сталі

$$800 - 250 = 550 \text{ кВт} / \text{ч}.$$

Таким чином, ефективність способу забезпечена значним скороченням споживаної електроенергії. На підставі вищевикладеного, в сталеплавильних цехах доцільно мати нагрівальні печі копежного типу, особливо це важливо для роботи сталеплавильних цехів у зимовий період часу.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУВАННЯ КОВАНОК НА ПРЕСАХ

При обробці металів тиском виготовлення великих кованок доцільніше робити на пресі, чому на молоті. Через рису швидкість деформування металу при куванні на пресах розупрочнюючі процеси, повернення й рекристалізація відбуваються повніше й зміцнення знімається [10]. При розробці технології кування необхідно вибрати відповідний уков, який залежить від марки матеріалу, типу злитка, технічних умов на поставку кованки й схеми кованки. Уков і величину опади рекомендується ухвалювати в наступних межах:

- при білетуванні злитків норрисної форми $У = 1,1 \dots 1,2$;
- при осаді злитків $У = 2,0$ (50 %);
- при протяганні злитків після осадження $У = 2,0$;
- при куванні злитків з вуглецевих марок сталі достатньою величиною укову вважається від 2,0 до 2,5;
- при куванні подовжених злитків, які мають більш якісну вихідну структуру, достатній уков – від 1,8 до 2,0;
- при куванні на оправленні – не менш 1,5.

При виконанні заготівельних операцій необхідно прагнути до максирисної формозміни заготовки, при цьому рекомендується орієнтуватися з обліком наступного:

- при куванні за схемою коло \rightarrow коло $У = 2,5$;
- при куванні за схемою «коло \rightarrow квадрат \rightarrow коло» або «квадрат \rightarrow квадрат», «коло \rightarrow пластина \rightarrow коло», «пластина \rightarrow пластина» $У = 1,8$.

Достатньою величиною укову для середньолегованих і високолегованих марок сталі, залежно від маси злитка, вважається від 2,5 до 3,5, пророблення структури злитка при протяганні залежить не тільки від величини укову, але й від його вихідного стану, що багато в чому визначає наступна якість матеріалу кованок. При цьому якість вихідного злитка залежить від типу злитка (звичайний, подовжений і т.д.) і способу його виплавки. У свою чергу тип злитка й спосіб його виплавки залежить від призначення й відповідальності кованки. Крім того, якість кованок ще залежить і від маси застосовуваного злитка. Для відповідальних деталей кованки проводиться зі злитка на одне кованки. При куванні кованок загального призначення масу злитка й кількість одержуваних з нього

кованок вибирають із урахуванням найменшої витрати металу. Після вибору злитка уточнюють величину необхідного укову й зусилля преса для одержання якісної кованки. Як правило, відповідальні кованки виготовляються з осадженням злитка. Необхідне зусилля преса для осадження злитків визначається по відомих формулах. Ці розрахунки пов'язані з пошуком довідкових величин (σ_B , σ_s), що приводить до певних витрат часу при проектуванні техпроцесів кованки кованок.

Для полегшення розрахунків при визначенні необхідного зусилля преса доцільно керуватися так званою спеціалізацією кованки злитків на пресах (табл. 3.1), де заздалегідь визначили граничні розміри опади найбільшого по масі злитка під пресом, тобто в процесі роботи преса уточнені номінальні зусилля преса. Тому для інших злитків, менших по масі, зусилля осадження буде набагато менше, чим при осадженні найбільшого по масі злитка. У зв'язку із цим виключається необхідність вести розрахунки необхідного зусилля преса для оброблюваних злитків з осадженням під пресом і, відповідно, довідковий пошук зазначених величин.

Таблиця 3.1 – Спеціалізація кованки злитків на пресах

Прес зусиллям, МН	Оброблювана маса злитків, т	Максирисне осадження злитків	
		по масі, т	по діаметру, мм
10	1,0...5,0	2,5	600
25	2,5...15,0	8,0	1200
32	9,0...30,0	20,0	1500
50	20,0...80,0	50,0	2000
100	50,0...200,0	130,0	2800
150	80,0...350,0	200,0	3300

Наведені в таблиці 3.1 дані поширюються для злитків вуглецевих і середньолегованих марок сталі. Для кування злитків інструментальних, високолегованих сталей і сплавів з осадженням рекомендується визначати необхідне зусилля преса по формулі [11]

$$P = f\left(1 + 0,17 \frac{D_1}{H_1}\right) \cdot \sigma_s \cdot F,$$

де f – максимісний коефіцієнт, введення якого викликаний через нерівномірну температуру металу по перетину злитка в процесі його опади (табл. 3.2) і тим самим дозволяє визначити дійсне значення σ_s ;

D_1 і H_1 – діаметр і висота заготовки після осадження, мм:

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{H_0}{H_1}},$$

де H_0 й H_1 – висота до й після осадження заготовки;

σ_s – опір деформації металу при температурі опади, приблизно рівне межі міцності при тій же температурі, МПа;

F – площа поперечного перерізу кованки після осадження, мм².

Таблиця 3.2 – Значення масштабного коефіцієнта f при осадженні

Маса злитка, т	0,5	6,0	20,0	50,0	100,0
f	0,80	0,70	0,60	0,65	0,50

Таблиця 3.3 – Тимчасовий опір розриву σ_s сталі при кувальних температурах (орієнтовно) МПа

Залежно від тимчасового опору розриву при нарисній температурі (по Шнейдеру)						
Тимчасовий опір при кімнатній температурі, Мпа	Температура, °С					
	800	900	1000	1100	1200	1300
400	66	45	36	22	19	14
600	111	75	54	36	22	20
800	165	111	75	54	36	24
1000	230	159	109	68	50	30

Приклад. Визначити зусилля преса, необхідне для осадження заготовки зі сталі з $\sigma_s = 600$ МПа з вихідними розмірами $D_0 = 740$ мм, $H_0 = 1200$ мм до висоти $H_1 = 600$ мм. Опір деформації сталі при температурі опади $\sigma_s = \sigma_B = 22$ МПа, $f = 0,75$.

1) Середній діаметр після осадження

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{H_0}{H_1}} = 700 \sqrt{\frac{1200}{600}} = 1045 \text{ мм} .$$

2) Площа поперечного перерізу ковани після осадження

$$F = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1045^2}{4} = 860000 \text{ мм}^2.$$

3) Зусилля преса

$$P = 0,75 \cdot \left(1 + 0,17 \cdot \frac{1045}{600} \right) \cdot 22 \cdot 860000 = 18400000 \text{ Н},$$

тобто прес порядку 20 МН.

При куванні слід урахувати знижену технологічну пластичність металу наприкінці кування кованок. Тому необхідно в технологіях кування залишати як можна менші обсяги виконуваних робіт в останньому виносі, а також правильно вибирати форму й розміри бойків.

При куванні кованок із складнодеформованих сталей слід віддати перевагу протяганню у вирізних бойках з обмеженням величини обтиснень за хід преса й величини відносної подачі в межах 0,5...0,8 незалежно від форми бойків.

3.1 Операція протягання

Операція протягання є основною формозмінною операцією по виготовленню гладких пластин і плит, гладких і східчастих валів, валків гарячого й холодного прокату, опорних прокатних валків, ексцентрикових валів, колінчатих валів і багатьох інших виробів [12].

При виготовленні кованок квадратного й прямокутного перетинів використовуються плоскі бойки. Кування таких кованок здійснюється або вроздріб, деформується одночасно тільки окремі ділянки заготовки в певній послідовності, або проходами, послідовними обтисненнями заготовки до заданих розмірів. Ширина пластин і плит визначається діаметром осадженого злитка. В окремих випадках, коли діаметр осадженого злитка менше ширини кованки, застосовують після осадження злитка розгін заготовки до розмірів ширини кованки B (рис. 3.1).

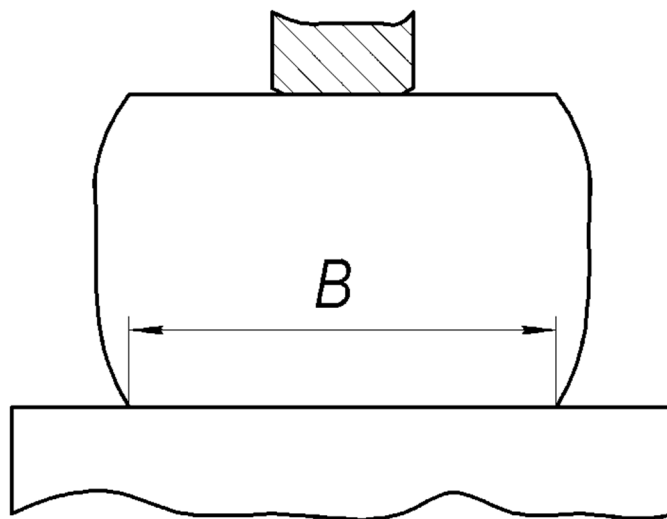


Рисунок 3.1 – Схема розгону плити

При цьому перед розгоном осаджений злиток встановлюють на нижню плиту уздовж верхнього бойка, після цього його розганяють до потрібної ширини з кантуванням на 180° . У той же час при куванні плит і пластин з порівняно невеликою їхньою шириною має місце виготовлення таких кованок без осадження злитків. Мінірисний діаметр злитка, необхідний для одержання геометричних розмірів кованки, визначають по формулі

$$D_{\min} = 0,83H + 0,65B,$$

де H й B – висота й ширина кованки, відповідно (табл. 3.4).

Ця формула перевірена на практиці при виготовленні пластин і плит з різними розмірами по перетину кованок, а також одержання прямокутних і квадратних кованок із гострими кутами перевіряють по загальній деформації злитка, величина укову якого повинна бути не менш 2,0.

Слід зазначити, що при куванні кованок із прямокутним перетином одержують ще розширення заготовки, якщо її обжимати повною шириною бойка. Це розширення можна використовувати при куванні аналогічних кованок, якщо при деформації злитка одержують мінімальний уков у межах 1,8...1,9, то заготовку необхідно обжимати тільки повною шириною бойка, тобто коли потрібно мати велике розширення, потрібно передбачати більшу подачу. І, навпаки, при протяганні з відносно меншими подачами відбувається інтенсивні подовження заготовки.

Висока якість заготовок із прямокутним перетином досягається при величині відносної подачі в межах 0,5...0,8 ширини бойка.

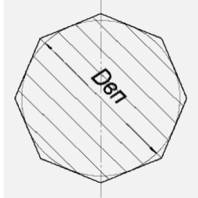
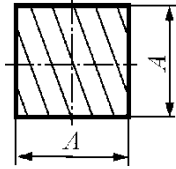
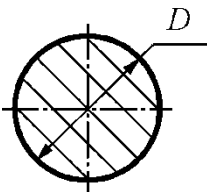
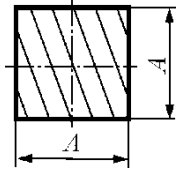
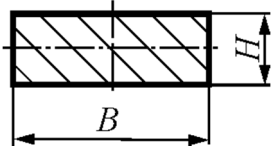
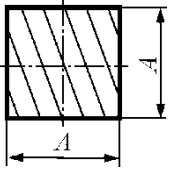
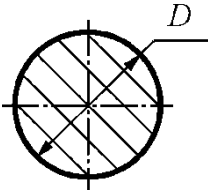
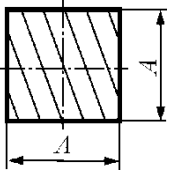
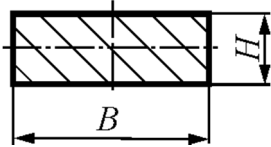
Основною технологічною особливістю кування кованок типу пластин і плит плоскими бойками є нерівномірність деформації металу по перетину заготовки, особливо в середній її частині. Ця нерівномірність виражається у вигляді утвору торця кованки язикоподібної форми з боку донної частини злитка (язика), що приводить до збільшення витрат металу. Нижче приводяться способи кованки кованок типу пластин і плит з метою зменшення торцевих відходів (язиків) і збільшення виходу придатного металу, а також підвищення якості заготовок за рахунок застосування особливих приймань кованки й використання при цьому спеціального інструмента.

При протяганні у вирізних бойках одержують більш точну й гладку циліндричну форму заготовки. При куванні вирізними бойками за рахунок створення чотирьох осередкової схеми деформації підвищується пластичність металу й зменшується небезпека утвору осьових тріщин. Тому вирізні бойки широко застосовують для кованки низько пластичної високолегованої сталі й сплавів. Кування у вирізних бойках прискорює процес протягання заготовки, обмежуючи розширення металу в сторони в порівнянні з комбінованими бойками. Однак вирізні бойки мають вузький діапазон діаметрів оброблюваних кованок, тобто обмежують кування кованок в одній парі вирізних бойків, що приводить до зменшення продуктивності процесу кування через численну зміну вирізних бойків.

Широке поширення при протяганні заготовок і кованок одержали комбіновані бойки (верхній – плоский, нижній – вирізний). Комбіновані

бойки є універсальними через великий діапазон діаметрів, що виготовляються ковани в одній парі бойків. Комбіновані бойки застосовуються як основний інструмент при куванні великих кованок. У цьому зв'язку становлять інтерес схеми діючих сил, що виникають при куванні кованок у комбінованих бойках залежно від кута вирізу нижнього бойка (рис. 3.2...3.5).

Таблиця 3.4 – Формули для визначення максирисно можливого одержання перетину кованки залежно від вихідного перетину заготовки

Перетин заготовки	Перетин кованки	Розрахункова формула
		$D_{\text{вп}} = 1,3A$ $A_{\text{max}} = 0,77D_{\text{вп}}$
		$D_{\text{min}} = 1,48A$ $\left\{ \begin{array}{l} A_{\text{max}} = 0,68D \\ D = \frac{A_{\text{max}}}{0,68} \end{array} \right\}$
		$D_{\text{min}} = 0,83H + 0,65B$ $B_{\text{max}} = 1,52D - 1,27H$
		$A_{\text{min}} = 0,97D$ $D_{\text{max}} = 1,03A$
		$A_{\text{min}} = \frac{2H + 3B}{5}$ $B_{\text{max}} = \frac{5A - 2H}{3}$

Таблиця 3.5 – Параметри вирізних бойків

Вихідні	Кут нижнього бойка, α			
	90°	105°	120°	135°
Складові	Величина складових			
X	0,35 P	0,3 P	0,25 P	0,19 P
Y	0,35 P	0,4 P	0,43 P	0,46 P
X/Y, %	35/35	30/40	25/43	19/46

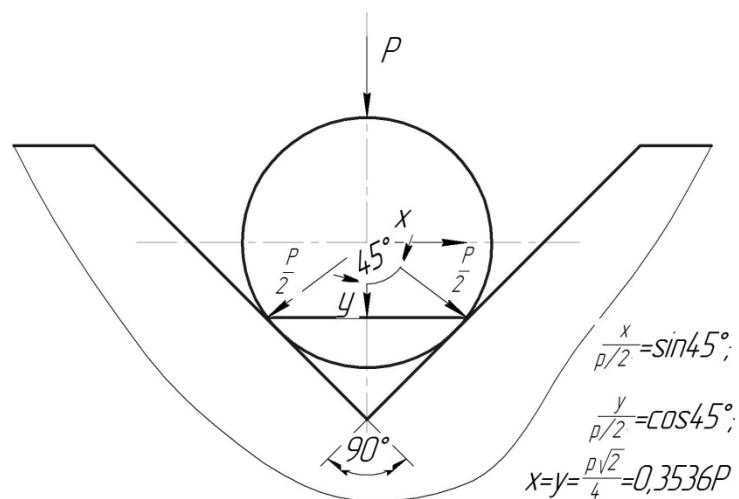


Рисунок 3.2 – Нижній бойок з кутом вирізу $\alpha = 90^\circ$

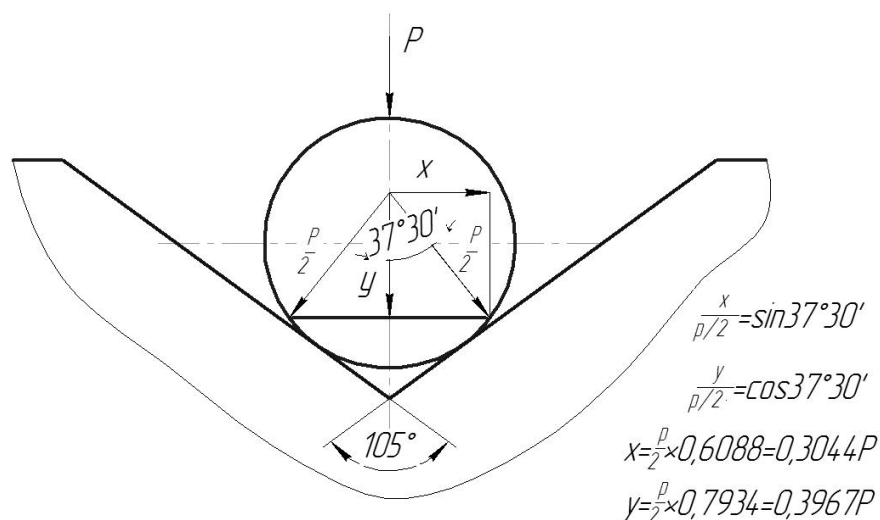


Рисунок 3.3 – Нижній бойок з кутом вирізу $\alpha = 105^\circ$

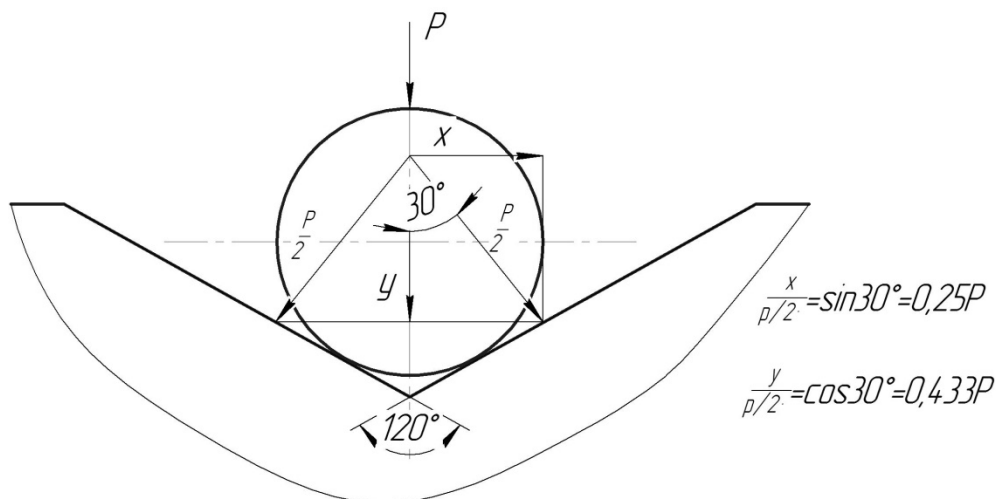


Рисунок 3.4 – Нижній бойок з кутом вирізу $\alpha = 120^\circ$

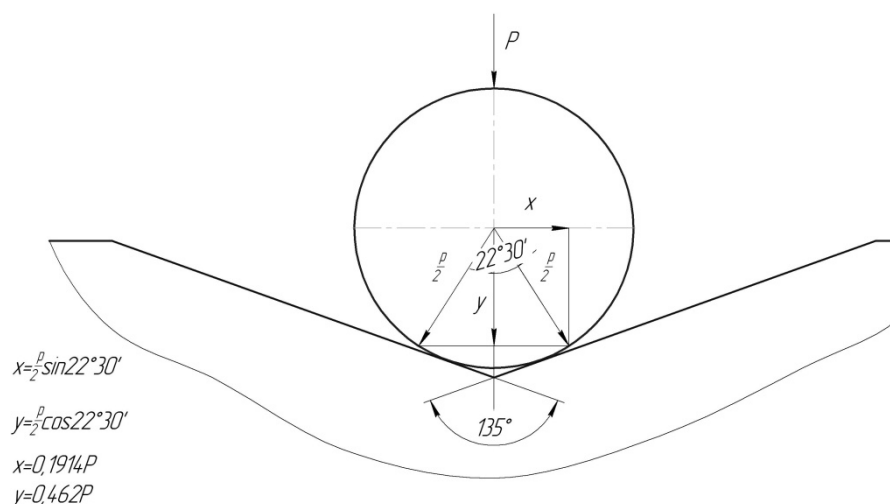


Рисунок 3.5 – Нижній бойок з кутом вирізу $\alpha = 135^\circ$

Проаналізувавши схеми силового навантаження при куванні в комбінованих бойках і узагальнивши дані розрахунків у таблиці 3.5, можна зробити наступні висновки:

- 1) при куті розвалу бойків, рівного 90° складові, що розтягують, зусилля X відповідає стискаючої складової Y того ж зусилля, рівного 35 % зусилля P;
- 2) зі збільшенням кута розвалу нижнього бойка розтягувальна складова X зменшується, а стискаюча – збільшується;
- 3) поперечний переріз заготовки на досліджувані параметри процесу не впливають.

Таким чином, при максирисних припустимих обтисненнях краще пророблення металу буде забезпечуватися при більших кутах вирізу

нижнього бойка. Отже, при куванні великих кованок слід віддати перевагу нижньому бойку з кутом вирізу $\alpha = 135^\circ$.

При виготовленні великих кованок застосовують осадження злитків, як правило, після осадження впливає протягання. Осадження злитків виконують на 50 % по висоті або $D_{ос} = 1,5 \dots 1,6 D_{бил}$ й застосовують її для поліпшення якості металу, одержання заданого діаметра заготовки й збільшення укову. Для осадження великих злитків і заготовок (блоків) найчастіше застосовують плити для осадження в наступних комбінаціях:

- нижня плита з робочою ввігнутою поверхнею й отвором під хвостовик (цапфу) і верхня плита зі сферичним вилученням (використовуються в основному для кування кованок циліндричної форми);

- нижня плита з робочою ввігнутою поверхнею й отвором під хвостовик і верхня плоска плита (використовується для кування кованок квадратного й прямокутного перетинів);

- нижня й верхня плити плоскі (застосовуються для кування кованок типу дисків, шестерень і під прошивання, заготовки для кування порівняно невеликих кованок типу кілець, бандажів і коротких циліндрів).

Верхні сферичні плити вирівнюють плин металу в середній частині осадженого злитка при наступному протягуванні й тим самим усувають утворення дефектів у вигляді тріщин і затисків в осьовій частині заготовки. Утворення таких дефектів пов'язане з тим, що після осадження злитка відносна подача невелика й метал у периферійних шарах при протягуванні тече швидше, ніж у середніх. Сферичні ввігнуті плити поширюються й на основні розвіси злитків, коли довжина кінцевого підсікання (L) менше 0,3 діаметра, на якому здійснюється підсікання, тобто $L \leq 0,3D$ (рис. 3.6).

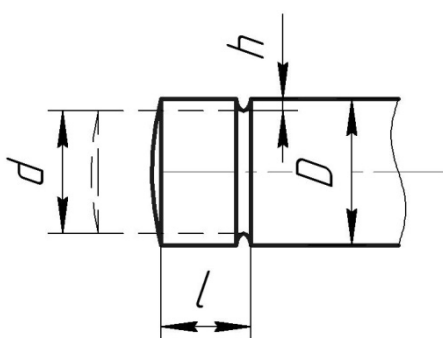


Рисунок 3.6 – Схема кінцевого підсікання

В інших випадках, коли при розкрої металу $L \leq 0,3D$ з метою усунення утворення дефектів на торцевій частині кованки використовують такі додаткові схеми кованки:

- попереднє протягання кінцевої ділянки заготовки на плоских бойках до одержання її довжини, рівній ширині бойка;
- кованки кінцевої ділянки обжимають до поковочних розмірів після охолодження її поверхні до температури 900...950 °С.

Пережим (підсікання) – допоміжна ковальська операція, при якій відбувається поверхневий поділ металу під наступне формування уступу або вилучення на кованці. Інструментом слугують пережимки наступної форми: кругла циліндрична, трикутна – двостороння, однобічна й інші. При підсіканні відбувається утяжка металу залежно від її глибини й розмірів застосовуваного інструмента. Для усунення утяжки при підсіканні необхідно передбачати додаткові припуски на розміри кованок, на яких здійснюється підсікання з обліком наступного:

- підсікання глибиною до 50 мм не проводиться, а передбачається припуск величиною 20...30 мм на вихідному розмірі кованок;
- при підсіканні глибиною до 150 мм циліндричної пережимки передбачається припуск 5...8 % щодо діаметра, на якому виконується підсікання;
- при підсіканні глибиною до 250 мм трикутної пережимки передбачається припуск 8...10 % щодо діаметра або розміру кованки, на якому здійснюється підсікання.

При цьому підсікання повинна виконуватися на глибину, рівну $1/3$ різниці між діаметрами заготовки (D) з урахуванням передбачення вищевказаного припуску на утяжку й уступ або вилучення кованки (d), тобто глибина підсікання $h = \frac{1}{3}(D - d)$ (рис. 3.6). Після розмітки й підсікання здійснюють обтиснення уступу або вилучення до поковочних розмірів, потім виконують проглажування в міру тих ділянок заготовки, на яких передбачається додатковий припуск на утяжку.

Особливий інтерес представляє формоутворення конусних ділянок на кованці при підсіканні рівносторонньої трикутної пережимки. Характерною рисою цього процесу є те, що формування основної частини конуса, приблизно $2/3$ її від загальної довжини, одержують у процесі підсікання, а іншу частину конуса – обтиснення бойками при деформуванні уступу або вилучення до поковочних розмірів. Такий спосіб дозволяє виконувати порівняно невеликої довжини конусні ділянки від 150 до 250 мм із кутом конуса $\alpha \leq 45^\circ$, на відміну від ГОСТ 7062–90, де

довжина конусної ділянки L повинна бути більше або рівна двом діаметрам підстави конуса, а кут $\alpha \leq 8^\circ$, тобто по зазначеному стандарту виконуються конусні ділянки кованок порівняно довше, чим при підсіканні трикутної пережимки. Це приводить до збільшення витрат металу й трудомісткості при механообробці.

Приклад. Ескіз кованки шпинделя наведено на рисюнку 3.7. Матеріал – сталь 34ХН3М. Маса кованки – 7700 кг. Кування шпинделя проводимо на пресі зусиллям 30 МН. Маса злитка – 11200 кг.

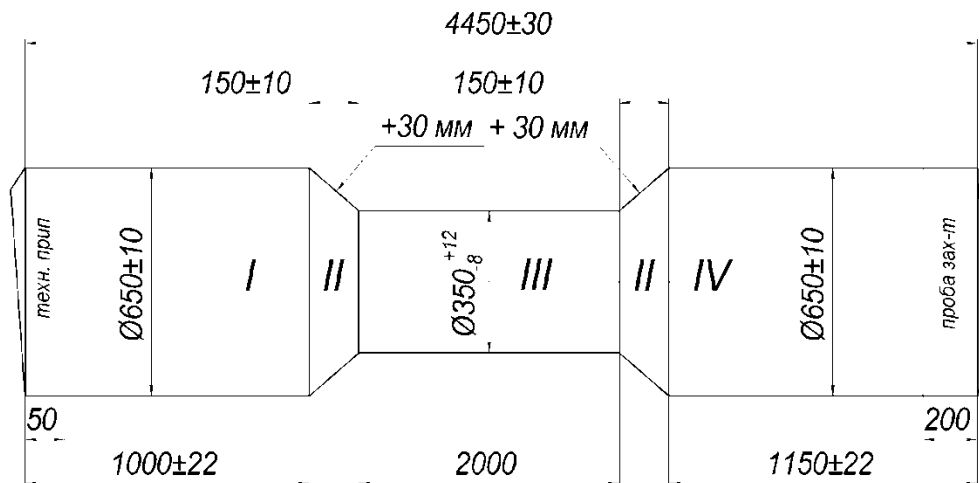


Рисунок 3.7 – Ескіз кованки шпинделя

Ескіз розкрою металу до й після підсікання трикутним підсіканням показані на рис. 3.8, при цьому технологічні розрахунки розкрою металу відрізняються від загальноприйнятих тим, що перед підсіканням роблять перерозподіл металу на конусній частині кованки II з обліком наступного: спочатку визначається частина металу (Q) для продовження кування конуса бойками, виходячи з отриманих розмірів заготовки після її підсікання трикутної пережимки до зазначеної глибини (див. розкрій заготовки, рис. 3.8), одержуємо вихідну масу конуса (контур розрахункового конуса заштрихований тонкою лінією)

$$Q_k = F_k \cdot 1,7,85 = \frac{3,14 \cdot 41,0^2}{4} \cdot 6,0 \cdot 7,85 = 62152 \text{ гр} = 62,15 \text{ кг},$$

потім визначаємо масу заготовки з боку донної частини злитка

$$Q_{д.ч} = [Q_{пок}(I + II) - Q_k + Q_{под}] = [(2600 + 250) - 62 + 500] = 3288 \text{ кг},$$

де I–II – маси кованки ділянок I+II;

Q_K – маса кінцевої ділянки конуса;

$Q_{\text{под}}$ – маса, що віддаляється, піддона.

Після чого визначаємо масу середньої частини заготовки

$$Q_{\text{ср.ч}} = Q_{\text{II}} + 2Q_K = 1500 + 2 \cdot 62 = 1624 \text{ кг},$$

с обліком кованки на плюсовий допуск, ухвалюємо $Q_{\text{ср.ч}} = 1650 \text{ кг}$,

де III – маса середньої частини кованки.

Після цього визначаємо масу заготовки з боку прибуткової частини злитка:

$$Q_{\text{п.пр.ч}} = Q_{\text{II}}(IV + II) - Q_K = (3000 + 250) - 62 = 3188 \text{ кг},$$

де IV+II – маси кованки ділянок IV+II.

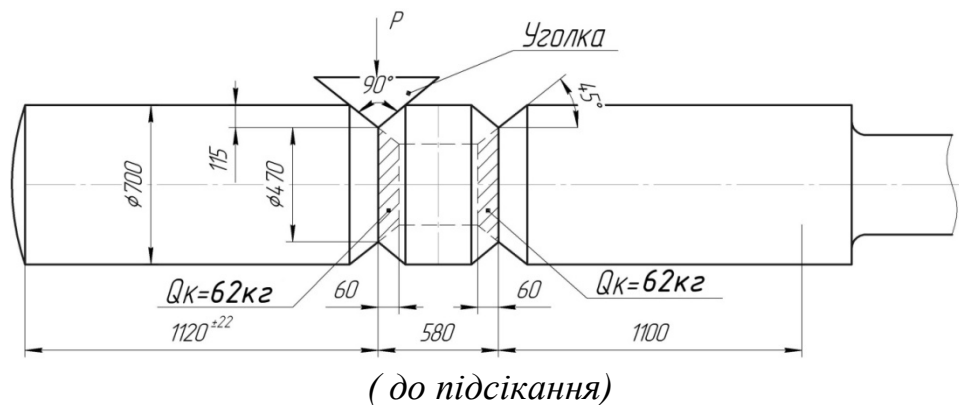


Рисунок 3.8 – Ескіз розкрою заготовки шпинделя при підсіканні трикутною уголкою

У такий спосіб виконуються на кованках шпинделів для прокатних станів конусні ділянки з порівняно короткою довжиною, на відміну від ГОСТ 7062 – 90, п. 15, що значно скорочує витрата металу й трудомісткість при механообробці.

3.2 Розкочування

Розкочування є основною ковальською операцією при куванні порожніх кованок типу кілець і обичайок. У процесі розкочування

порожніх заготовок відбувається збільшення зовнішнього й внутрішнього діаметрів кільця або обичайки за рахунок зменшення товщини їх стінки. При розкочуванні використовують розгортальні стійки (козла), дорн і широкий звичайний бойок або вузький бойок-жабу залежно від діаметра кованки, що розкочуються, і їх висоти. Так, при ширині бойка, рівної 800 мм, допускається розкочування порожніх кованок висотою не більш 600 мм і із зовнішнім діаметром до 3500 мм через велику висоту корпусу бойка, властивої пресам з більшими зусиллями. При розкочуванні порожніх кованок висотою до 3000 мм і з максирисним зовнішнім діаметром, який трохи менше відстані між обмежниками преса, застосовують розгортальний інструмент – бойок-жабу. Для одержання великих кованок застосовують попереднє протягання заготовки на оправленні до заданої висоти (довжини), а потім виконують розкочування до заданих розмірів по зовнішньому й внутрішньому діаметрах. Слід зазначити, що при розробці техпроцесів розкочування кованок необхідно враховувати висоту осадженої заготовки (H_0) з урахуванням її розширення (подовження) залежно від величини діаметрів, що розкочуються, і конструкції бойка. Практикою на НКМЗ встановлене, що розширення по висоті заготовки при розкочуванні внутрішнього діаметра на кожні 100 мм становить:

- струганою надялинкою – 5...6 мм;
- виробленою надялинкою – 10 мм;
- поздовжньою надялинкою (жабою) – 2...3 мм.

В остаточному підсумку необхідна висота осадження або присадження заготовки (H_0) перед остаточним розкочуванням визначається з розрахунку

$$H_0 = H_n - n \cdot \Delta_{\text{уш}},$$

де H_n – висота кованки;

n – кількість розкочувань по 100 мм (по внутрішньому діаметру);

$\Delta_{\text{уш}}$ – розширення залежно від застосовуваного інструмента.

Як виключення при невеликому розкочуванні висота заготовки ухвалюється рівній обдирній висоті кованки.

Одним з недоліків виготовлення великогабаритних кілець і бандажів є неконтрольована, відповідно до ГОСТ 7062 – 90, п. 5, сферичність (опуклість) по торцях, наявність якої збільшує норму витрати металу й додаткову трудомісткість при механообробці. Нижче приводиться спосіб

виготовлення великогабаритних кованок типу кілець і бандажів з усуненням сферичності по торцях.

3.3 Протягання на оправленні

Протягання на оправленні застосовують при куванні порожніх кованок типу гладких циліндрів, східчастих циліндрів, коротких гільз, втулок і т.д. При протягуванні на оправленні збільшується довжина заготовки за рахунок зменшення поперечного її перетину. Кування пустотілих кованок на оправленні має ряд технологічних особливостей, зокрема:

1) після прошивання осадженої заготовки пустотілим прошивнем необхідно видаляти задирок автогенним різанням безпосередньо під пресом, а також обкатуванням вирівнювати стінки заготовки по всій довжині з наступною присадкою її по висоті з метою недопущення перекосу по довжині при наступному протягуванні кованки;

2) для більш рівномірної деформації металу при протягуванні кованки на оправленні доцільно осадження заготовок робити верхньою сферичною плитою, а краще – у двох сферичних плитах (верхня – сферична, нижня – з увігнутою поверхнею), особливо при куванні товстостінних циліндрів;

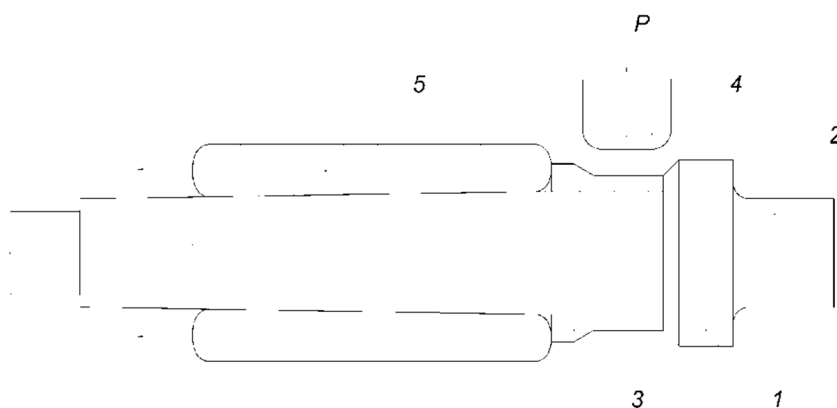
3) рівномірне нагрівання заготовки є однією з важливих умов одержання якісних при протяганні кованок на оправленні;

4) перед куванням робоча частина оправлення повинна бути змазана сумішшю графіту з маслом, вчасно кування порожніх кованок оправлення обов'язково прохолоджуються водою, а після закінчення кованки виправлення негайно слід витягати з кованки;

5) при оптирисній товщині стінки допускається чотириразова витяжка порожньої заготовки за рахунок збільшення питомого тиску з боку оправлення.

Кування порожніх кованок на оправленні здійснюється нижнім вирізним і верхнім плоским бойками. Як правило, спочатку кування починається з кінців заготовки з попереднім обтиском на ширину бойка, потім кування виконується до бурту оправлення до зіткнення її торця з буртом оправлення, далі кованки ведуть від кінця заготовки, протилежного бурту. При кожному наступному обтисненні заготовка починає поступово сповзати з оправлення. В окремих випадках при куванні товстостінних циліндрів перед куванням на оправленні надягають знімне кільце (рис. 3.9). Використовують його тоді, коли утруднене зняття кованки з оправлення. Перед зняттям кованки з оправлення розташовують верхній

бойок преса 4 між буртом оправлення 1 і буртом знімного кільця 3. При ході бойка преса 4 униз під дією сили преса P , верхній бойок виконує роль клина, який дозволяє зрушити поковку, що щільно облягає, 5 з оправлення 2.



*1 – бурт оправлення; 2 – оправлення; 3 – знімне кільце;
4 – верхній бойок преса; 5 – заготовка*

Рисунок 3.9 – Схема зняття кованки з оправлення

У цій частині огляду розглянуті основні типи кованок, що часто виготовляються на машинобудівних заводах, і викладені технологічні особливості їх кування.

Нижче описані нові технологічні процеси кування великих кованок типу плит і пластин зі зменшенням довжини відходів (язиків) з боку донної частини злитка в порівнянні з існуючими техпроцесами їх виготовлення. Наведені принципові питання технології розкочування порожніх сферичних заготовок, кування великих кованок типу циліндрів зі східчастою формою по зовнішньому й внутрішньому діаметрах, способи виготовлення колінчатих валів з розворотом колін у процесі кування й багато інші технологічні процеси кування великих кованок із урахуванням останніх досягнень в області винаходів і технічних розв'язків, головним напрямком яких є скорочення витрати металу, зниження трудомісткості при механічній обробці й підвищення якості кованок, що виготовляються, на відміну від попередніх техпроцесів їх кування.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБРОБЛЮВАНОЇ МАСИ ЗЛИТКІВ НА ГІДРАВЛІЧНИХ ПРЕСАХ

У таблиці 3.1 наведені махсирисні можливості осадження по масі злитків з умови використання махсирисного зусилля преса й махсирисної вантажопідйомності кувальних кранів, які обслуговують даний прес. Так, в умовах НКМЗ на пресі зусиллям 100 МН виготовляються суцільні кованки масою до 85 т з осадженням злитків масою до 132 т. При цьому втримання й кантування злитків здійснюється за допомогою попередньо відтягнутого хвостовика (цапфи) з боку прибуткової частини злитка й патрона з кантувачем, що підвішується до крана вантажопідйомністю (г. п.) 250 т. Однак зазначеною схемою кованки неможливо одержати великі кованки зі злитків, що перевищують по масі 132 т, через обмеження вантажопідйомних засобів. Аналіз технологічних можливостей кування великих кованок показав, що збільшення оброблюваної маси кованок під пресом при незмінній вантажопідйомності кувальних кранів можливо за рахунок зміни схеми кування й осадження злитків. Зокрема, пропонується підкатка хвостовика робити з донної частини злитка, а в процесі його білетування видаляти обрубкуванням прибутка в обсязі 100 %. Злиток установлюється на нижню ввігнуту плиту з відтягнутим хвостовиком нагору, на який поміщають плиту з отвором, і здійснюють осадження до заданих розмірів. Така схема осадження злитків значно зменшує масу оброблюваних злитків під пресом. Так, при куванні злитка масою 200 т зменшується його маса на 40 тон, що забезпечує маніпулювання заготовкою при тій же вантажопідйомності кувальних кранів, виходячи з наведених нижче умов:

1) при білетуванні злитка масою 200 т кантувачем на двох бойках

$$200 \geq (200,0 - 6,0) = 194,0 \text{ т},$$

де 200 – припустима вантажопідйомність кантувача, т;

(200,0 – 6,0) – маса злитка після першого нагрівання;

2) після осадження злитка з попереднім видаленням прибутка масою 40,0 т

$$250 \geq [(194,0 - 40,0) - 2,5] + 48,4 + 15,8 = 215,7 \text{ т},$$

де 250 – вантажопідйомність кувального крана, т;

$[(194 - 40) - 2,5]$ – маса злитка без прибутку після другого нагрівання;

48,4 – маса сферичної нижньої плити $\text{Ø}3300 \times 750$ R 7500 мм;

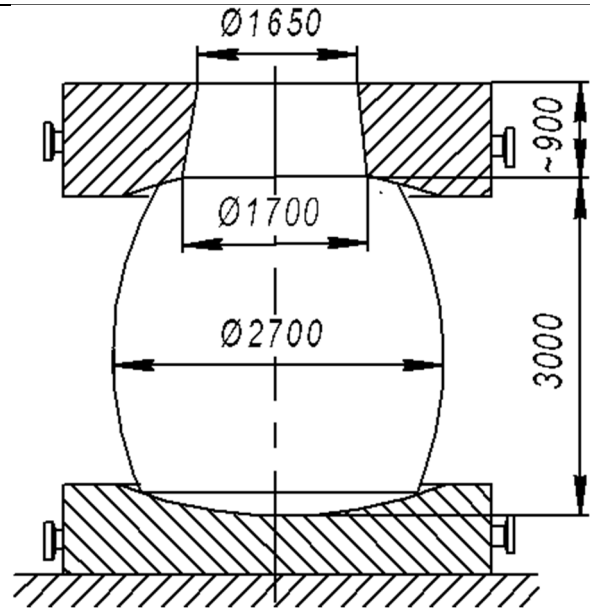
15,8 – якір з ланцюгом г. п. 250 т.

Наведені розрахунки показують можливість опадати й кованки злитків масою до 200 т включно при незмінних вантажопідйомних засобах. Це дозволить побільшати масу застосовуваних злитків на пресі до 200 т (таблиця 4.1).

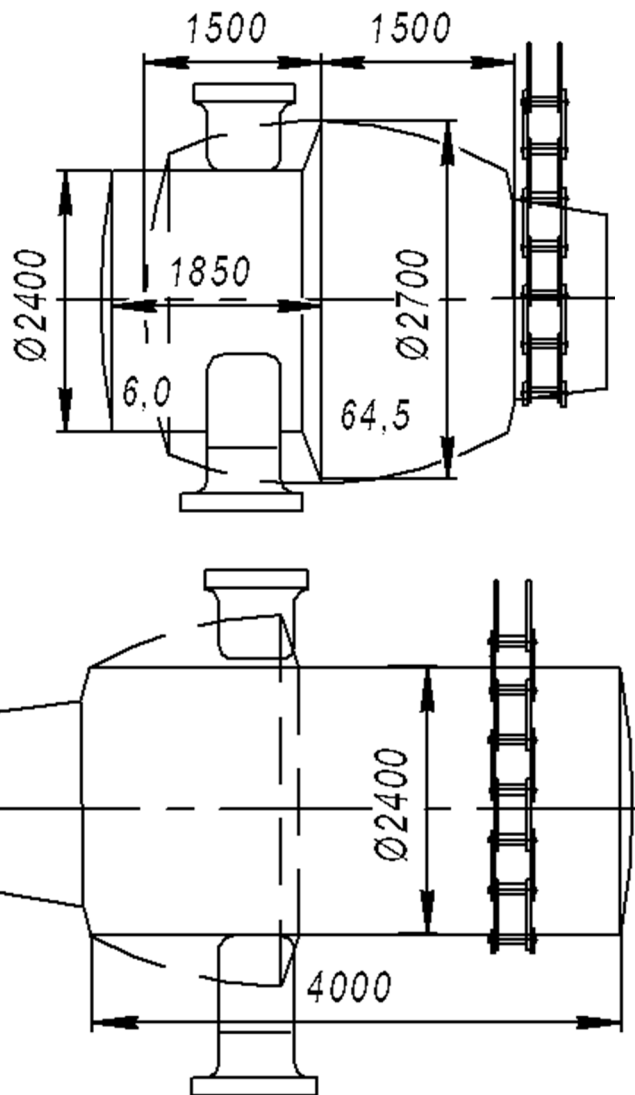
Таблиця 4.1 – Схема кованки кованок із осадженням злитка масою 200 т

Найменування операцій	Ескізи переходів
<ol style="list-style-type: none"> 1. У першому виносі злиток з печі подають до преса ланцюгами г. п. 250 т і встановлюють на два бойки. 2. Кантувачем г. п. 200 т заводять між бойками. 3. Білетування прибуткову частину злитка. 4. Встановлюють корпус із рухливою сокирою. 5. Розмічають і обрубують прибуток. 6. Кантувачем розвертають злиток і білетуванням на конус. 7. Підсікають донний кінець і обжимають на конус $\text{Ø} 1650 / 1600$, зрізують піддон. 8. Злиток ланцюгами г. п. 250 т садять у піч. 	
<p style="text-align: center;">У другому виносі</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Злиток видають із печі ланцюгами г. п. 250 т. 2. Кладуть злиток на гнучку скобу й кантують. 3. Встановлюють злиток під пресом на нижню ввігнуту плиту. 4. Встановлюють верхню плиту. 	

5. Присаджують злиток по висоті на 600...700 мм.
6. Встановлюють верхню осадову плиту.
7. Осаджують злиток до $\varnothing 2700$ мм, $H \approx 3000$ мм.
8. Знімають верхню плиту й підкладне кільце.



9. Беруть ланцюгами г. п. 250 т нижню осадову плиту й кантують злиток на кут 90° за пресом.
10. Беруть злиток кліщами й подають під прес.
11. Беруть злиток на кантувач згідно з ескізом і обжимають півзлитка на $\varnothing 2400$ з конусним переходом.
12. Розвертають злиток ланцюгами на 180° .
13. Беруть злиток маніпулятором і кантувачем згідно з ескізом і простягають іншу частину злитка на $\varnothing 2400$, останню частину обтиснень і кантування злитка виконують із переміщенням стола преса.
14. Злиток садять у піч ланцюгами г. п. 250 т. Після заготовки використовують по прямому призначенню для виготовлення кованок типу валків, валів і т.п.



РОЗДІЛ 5

СПОСОБИ КУВАННЯ ВЕЛИКИХ КОВАНОК ТИПУ ПЛАСТИН

Однієї з основних завдань, що коштують перед технологами ковальсько-пресового виробництва, є безперервне поліпшення технологічних процесів у бік зниження витрати металу при одночасному забезпеченні високої якості кованок. У ковальсько-пресовому виробництві відомий спосіб кування кованок прямокутного перетину (типу пластин) на плоских бойках з норисною подачею заготовки, тобто коли поздовжня вісь заготовки розташовується під прямим кутом до передньої крайки бойків [13].

Недоліком способу кування кованок із зазначеною подачею був великий відхід металу з боку донної частини злитка, обумовлений нерівномірністю деформацій по перетину заготовки, особливо на тих заготовках, які мають співвідношення ширини (B) до висоти (H) більш 2 [14]. Як правило, на практиці при такому співвідношенні довжину кінцевого обрубка (l) визначають по формулі

$$l = 0,4 B,$$

де B – найбільший розмір заготовки, мм.

На рисунку 5.1 показаний відхід, який виходить при куванні пластин, він має язикоподібну форму. Така форма обумовлена нерівномірною деформацією при протягуванні пластин зі співвідношенням ширини до висоти більше 2. На практиці й дослідним шляхом встановлене, що ступінь нерівномірності деформації особливо висока в центральній частині пластини (приблизно на ширині, рівній половині ширини пластини) і зменшується в напрямку ширини перетину.

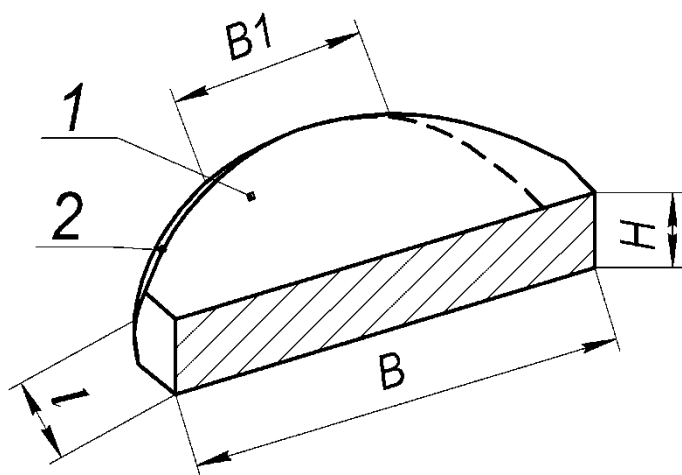
При цьому обсяг кінцевого відходу визначають як обсяг призми, підставою якої є розміри H й B , а висота рівна $\frac{2}{3}l$, тобто

$$V = \left(\frac{2}{3}\right)l \cdot H \cdot B,$$

де H – висота заготовки, мм.

Природно, величина відходу металу при куванні пластин із шириною близько 2000 мм і більш є досить значною й досягає 10...15 % від маси злитка. Кованки із зазначеним перетином виготовлялися зі звичайних

ковальських злитків з виходом придатного в межах 55...60 %. Відомий спосіб кування пластин [15] шляхом подачі заготовки під гострим кутом до передньої крайки бойків, обтиснення заготовки за кілька проходів, що чергуються з кантуванням заготовки на 180, а також обтиснення, при яких кування ведуть парним числом проходів, дотримуючи умов рівності величин обтиснень у двох суміжних проходах, починаючи з першого, після чого роблять кантування отриманого кованки на 90° і обтиснення її по бічних поверхнях. У даному способі кування при дотриманні зазначених умов не представляється можливим використовувати високопродуктивні кувальні маніпулятори ковальсько-пресових цехів, тому що їхній поворотний механізм не забезпечує поворот заготовки на заданий кут. Кування здійснюють за допомогою кувальних кранів, а це знижує продуктивність процесу кування.



1 – ділянка зони кування з найбільшою деформацією металу;

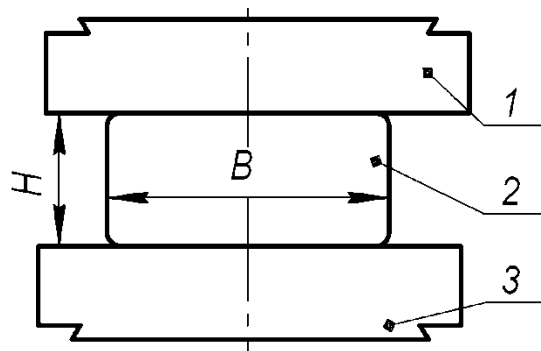
2 – ділянки зон з утрудненою деформацією

Рисунок 5.1 – Форма кінцевого відходу при куванні плит зі співвідношенням $B/H > 2$

По способу [16] протягання кінцевих відходів роблять бойками з опуклою неробочою поверхнею, що зменшує величину торцевих відходів. Однак при виготовленні кованок широкої номенклатури з більшим діапазоном поперечних перерізів в умовах дрібносерійного й одиничного виробництва потрібне наявність великої кількості спеціального оснащення, що приводить до збільшення собівартості виготовлення кованок.

Для скорочення витрат металу при виготовленні кованок типу пластин за рахунок зменшення торцевих відходів з боку донної частини злитка на «НКМЗ» і «Енергомашспецсталь» розроблений і впроваджений

новий спосіб кування [17]. Сутність його полягає в наступному: заготовку 2, утримуючи маніпулятором, простягають плоскими бойками 1 і 3 (рис. 5.2, а) до одержання співвідношення ширини (B) до висоти (H) не більш 2, при якому досягається мінірисна довжина мови, тобто $l = 0,3B$. Після цього прибуток заготовки звільняють із кліщів маніпулятора й утримують за допомогою ланцюга кантувача, розташовуючи при цьому донну частину заготовки на нижньому бойку 3. Потім кантувачем повертають заготовку 2 так, щоб одна з діагоналей квадрата (на рис. 5.2, б схематично показаний контур квадрата зі сторонами B) становила кут $\alpha = 30...45^\circ$ стосовно передньої крайки бойків 1 і 3 (бойок 1 на рис. 5.2, б не показаний). Після чого кут заготовки, відтягають із проміжними уступами до висоти кованки ($H_{\text{п}}$, перетин А–А) з максирисно припустимими обтисненнями за хід преса. Потім установлюють і обжимають аналогічним чином другий кут заготовки. Далі заготовку 2 утримують маніпулятором і простягають її до поковочних розмірів з тими ж максирисно припустимими обтисненнями за хід преса. При обтисненні донної частини злитка відтягнуті кути стримують і вирівнюють плин металу в поздовжньому напрямку, що запобігає збільшенню довжини, що обрубуються частини (язика) з боку піддона. В остаточному підсумку втрати металу у відхід суттєво скорочуються.



а)

//

б)

а – заготовка після попереднього протягання; б – відтягнення кутів

Рисунок 5.2 – Переходи відтягнення кутів на плиті

Аналіз виготовлення кованок пластин по даному способу показав, що зменшення довжини кінцевого обрубка пов'язане з утвором вилучення,

розташованої в центральній частині заготовки з боку піддона злитка, після відтягнення її кутів по висоті. Це привело до ідеї розробити нову технологію кування кованок типу пластин з формуванням вилучення в цій частині заготовки після осадження злитка [18]. Поставлена мета досягається тим, що в процесі білетування видаляють кюмпель (вкладиш) (рис. 5.3, *a*) від злитка, а після осадження злитка на діаметр, дорівнює ширині пластини, на торцевій його поверхні формують плоским бойком діаметр, що перекриває, заготовки, вилучення з уступом і двома пов'язаним з нею виступами, ширину й висоту яких визначають зі співвідношень:

$$B_1 = 0,5B ; B_2 = 0,25B_1 ; h = 0,35H ,$$

де B_1 й B_2 – ширина виступу й уступу вилучення, відповідно;

B – ширина пластини;

h – висота вилучення;

H – висота пластини.

На рисюнку 5.3, *a* показаний вихідний злиток після білетування, на рисюнку 5.3, *б* – осаджений злиток після формування вилучення із двома пов'язаними з нею виступами, на рисюнку 5.3, *в* – кованка після протягання до поковочних розмірів.

При куванні пластин зі співвідношенням ширини B до висоти H більш 2 довжину кінцевого обрубка (язика) визначають по формулі $l = 0,4B$. При цьому обсяг кінцевого відходу визначають як обсяг призми з розмірами підстави H і B й висотою $\frac{2}{3}l$, тобто $V_{отх} = \frac{2}{3}lHB$, використовуючи формулу $l = 0,4B$, одержуємо

$$V_{отх} = \frac{2}{3} \cdot 0,4BHB = \frac{0,8}{3} B^2H .$$

Щоб торцева поверхня відходу при протягуванні пластин прийняла форму, близьку до форми правильного прямокутника, необхідно додати осадженому злитку з боку піддона певний профіль вилучення з розмірами B_1 , B_2 і h (рис. 5.3, *б*), що залежать від розмірів пластини з розмірами B й H .

З умови рівності обсягів $V_{отх} = V_{выем}$ одержуємо

