

Винахід відноситься до області обробки металів тиском, а саме, до способів і пристроїв для одержання поковок з подовженою віссю із злитків, безперервно литих і попередньо деформованих заготовок на пресах і радіально-обтискувальних машинах при використанні чотирьохбойкових кувальних пристроїв.

Він може бути використаний в машинобудівній і металургійній промисловості при виготовленні виробів з подовженою віссю, наприклад, штанг, колон, проміжних валів, торсійних валів, валків прокатних станів і тому подібних виробів, а також при виробництві кованих заготовок для наступної обробки тиском, наприклад, поковок з конструкційних, нержавіючих, жароміцних та важкодеформованих сплавів, для перековування литого металу злитків та безперервнолитих заготовок у деформовану заготовку.

Відомий спосіб радіального кування злитків і безперервнолитих заготовок, що здійснюється на чотирьохбойковій радіально-обтискувальній машині (дивись, наприклад, книгу "Ковка на радіально-обжимных машинах" В. А. Тюрин, В. А. Лазоркин, И. А. Поспелов и др.. М., Машиностроение, 1990, с.10-16), при якому вхідну заготовку попередньо нагрівають, влаштовують в затискувальну головку маніпулятора і подають в міжбойковий простір із одночасним й обертанням при отриманні поковок круглого поперечного перерізу, чи без її обертання при отриманні поковок квадратного чи прямокутного перерізу в робочому просторі двома парами бойків, що рухаються в радіальному напрямку, обтискують заготовку ділянками по всій її довжині.

Відомий спосіб кування дає можливість одержати переважну деформацію литої структури металу в поверхневій зоні поковки.

Проте, при радіальному куванні заготовок викладеним вище відомим способом вимагається значний коефіцієнт уковування (8:1-10:1), щоб сталося закриття несучільностей усадкового походження в злитках чи безперервнолитих заготовках в осьовій зоні, що призводить до необхідності мати вхідну заготовку з площею поперечного перерізу в вісім - десять разів більше, ніж поперечний переріз поковки.

Відомий спосіб кування заготовки в чотирьохбойковому кувальному пристрої (дивись, наприклад, Авторське свідоцтво СРСР №1407639, кл. В21J5/00, опубл. в Бюлет. винахід. №25, 1988р.), при якому однією парою бойків здійснюють тільки радіальне обтиснення заготовки, а іншою парою бойків - радіальне обтиснення зі зсувом бойків одночасно назустріч один одному і до одного й того ж бойка другої пари.

Кантовку заготовки здійснюють до суміщення ділянок, затиснутих однією парою бойків із бойками іншої пари. Розглянутий спосіб кування дає можливість одержати поковку з щільною макроструктурою металу в осьовій зоні поковки при коефіцієнті уковування понад 3:1.

Проте, внаслідок кування викладеним вище відомим способом неможливо одержати поковку з щільною макроструктурою металу в осьовій зоні і однаково рівномірно деформованою структурою металу як в поверхневій, так і в осьовій зонах поковки навіть при великих (6:1-8:1) коефіцієнтах уковування.

При куванні даним способом необхідні значні зусилля при кожному одиничному обтисненні. Особливо ці зусилля зростають при протяжці злитків (заготовок) з великими розмірами поперечних перерізів ($h=500-1000$ мм і більше), що вимагає застосування обладнання (преса, радіально-обтискувальної машини), яке розвиває великі зусилля і потужність. Використання потужного, досить часто унікального обладнання, не завжди можливе, а придбання і встановлення нового обладнання призводить до чималих капітальних витрат.

Відомий також спосіб кування заготовки в чотирьохбойковому кувальному пристрої, прийнятий в якості прототипу (дивись, наприклад, патент України №21366А від 02.12.97р., МКІ В21J1/04), який полягає в тому, що обтиснення заготовки здійснюють двома парами бойків у радіальному напрямку з прикладанням до неї з боку бойків одночасно зусилля нормального обтиснення і зусилля зсуву, подачу і кантовку заготовки.

Відомий спосіб кування забезпечує одержання рівномірно деформованої структури металу, як в поверхневій, так і в осьовій зонах поковки при коефіцієнтах уковування менше 3:1.

Проте, для здійснення цього способу потрібна велика кількість комплектів бойків в діапазоні уковування від 3:1 до 12:1. Окрім того, відомий спосіб не забезпечує високої продуктивності процесу і точності поковок.

Відомий чотирьохбойковий кувальний пристрій, використовуваний в чотирьохбойковій радіально-обтискувальній машині (дивись, наприклад, книгу "Ковка на радиально-обжимных машинах") В.А.Тюрин, В.А.Лазоркин, И.А.Поспелов и др.. М. Машиностроение, 1990, с.13), що складається з корпусу, всередині якого розташовані чотири кулісно-шатунних механізми, сполучені між собою шестернями і чотирьох бойків, прикріплених до повзунів.

Недоліками кувального пристрою, що розглядається є: неможливість здійснення радіальних обтиснень з одночасним зсувом бойків однієї пари щодо іншої пари чи відносно якого-небудь бойка; неможливість здійснення великих одиничних обтиснень; складність конструкції і невисока надійність в роботі. Крім того, даний пристрій неможливо використати при куванні на гідравлічному кувальному пресі.

Відомий також чотирьохбойковий кувальний пристрій, що складається з двох тримачів верхнього і нижнього бойків із похилими поверхнями, кінематичне пов'язаних із ними двох тримачів бокових бойків із похилими поверхнями, відповідними похилим поверхням верхнього і нижнього тримачів і чотирьох бойків, прикріплених до відповідних тримачів (дивись, наприклад, Японську заявку №58-12088, кл. В21J9/06, 9/02, 13/02, опубл. 83.03. 07).

Недоліком зазначеного кувального пристрою є те, що при виготовленні поковок з великими коефіцієнтами уковувань заготовок вимагається часта заміна бойків. При цьому, чим більший коефіцієнт уковування, тем більше замін бойків необхідно зробити, що призводить до втрати продуктивності процесу.

Крім того, при роботі такого пристрою, можливе його самостійне розбирання в процесі кування за рахунок виходу з зачеплення тримачів, що направляють бокові бойки з тримачами верхнього і нижнього бойків при деформації заготовки великих поперечних перерізів чи при помилці оператора ковочного комплексу, що, в кінцевому підсумку, може привести до руйнування кувального пристрою, а також до травмування обслуговуючого персоналу і браку заготовок.

В основу способу кування і чотирьохбойкового кувального пристрою, що пропонуються, покладено завдання, шляхом здійснення обтиснень заготовки в три стадії з регламентацією кантовок і подач, а також шляхом зміни конструкції пристрою, забезпечити можливість чотирьохстороннього кування заготовок великих поперечних перерізів з використанням мінімальної кількості комплектів бойків і використання обладнання

малої потужності, підвищення продуктивності процесу, точності поковок, поліпшення техніки безпеки при обслуговуванні і роботі з обладнанням, а також тривалої безаварійної роботи.

Поставлене завдання досягається тим, що в способі кування заготовок, який включає обтиснення заготовки двома парами бойків у радіальному напрямку з прикладенням до неї з боку бойків одночасно зусиль нормального обтиснення і зусиль зсуву, подачу і кантовку заготовки, новим є те, що кування здійснюють в три стадії: основну, проміжну і заключну, при цьому на основній стадії обтиснення виконують з впровадженням бокових поверхонь бойків в тіло заготовки, а на основній і проміжній стадіях заготовку після кожного проходу кантують на кут $15 - 45^\circ$, при цьому на заключній стадії заготовку обтискують з кутом охоплення бойками $280 - 350^\circ$ і кантовками після кожної подачі в тому ж напрямку, що і на попередніх стадіях, а подачу заготовки визначають з співвідношення

де L - ширина робочої поверхні бойків у напрямку осі подачі заготовки;

α - кут кантовки заготовки;

π - постна величина.

Поставлене завдання досягається також тим, що на основній та проміжній стадіях заготовку кантують на кут $15 - 45^\circ$ після кожної подачі, а величину подачі на цих стадіях кування визначають з співвідношення

Поставлене завдання досягається також тим, що на основній та проміжній стадіях заготовку кантують після кожного обтиснення, а подачу здійснюють після сумарної кантовки заготовки на кут 360° .

Поставлене завдання досягається також тим, що в чотирьохбойковому кувальному пристрої, який складається з двох тримачів верхнього і нижнього бойків з похилими поверхнями, кінематично пов'язаних із ними за допомогою направляючих двох тримачів бокових бойків з похилими поверхнями, відповідними похилим поверхням верхнього та нижнього тримачів і чотирьох бойків, прикріплених до відповідних тримачів, новим є те, що похилі поверхні тримача верхнього бойка і контактуючі з ними відповідні похилі поверхні тримачів бокових бойків довші похилих поверхонь тримача нижнього бойка і контактуючих з ними відповідних похилих поверхонь тримачів бокових бойків, при цьому на бокових поверхнях тримача верхнього бойка, внизу, з кожної його сторони, встановлені зачепи, а на бокових поверхнях тримачів бокових бойків, з боку їх довгих похилих поверхонь, вгорі, розташовані фіксатори з можливістю зачеплення з зачепами тримача верхнього бойка, при цьому витримуються співвідношення

$L/H=0,4-3,0$; $h/H=0,08-0,50$; $l'/l=0,7-0,9$,

де: l - довжина довгої похилої поверхні;

l' - довжина короткої похилої поверхні;

H - відстань між робочими поверхнями розташованих напроти бойків при максимальному розкритті пристрою;

h - відстань між робочими поверхнями розташованих напроти бойків при змиканні їх бокових поверхонь.

Спосіб ковки заготовок і чотирьохбойковий кувальний пристрій для його здійснення, що патентуються, пояснюються схемами (фіг.1-7).

На фіг.1 показаний чотирьохбойковий кувальний пристрій в статичному стані, загальний вид;

на фіг.2 - переріз А-А на фіг.1;

на фіг.3 - чотирьохбойковий кувальний пристрій при його максимальному розкритті;

на фіг.4 - чотирьохбойковий кувальний пристрій після виходу з зачеплення тримачів бокових бойків з тримачем нижнього бойка;

на фіг.5 - схема обтиснень заготовки на основній стадії;

на фіг.6 - схема обтиснень заготовки на проміжній стадії;

на фіг.7 - схема обтиснень заготовки на заключній стадії.

Чотирьохбойковий кувальний пристрій складається з тримача верхнього бойка 1, тримача нижнього бойка 2, тримачів бокових бойків 3, 4, бойків 5-8, направляючих 9-12, зачепів 13, 14, і фіксаторів 15, 16 (фіг.1). До верхньої плити преса 17, закріпленої на рухомій траверсі преса, а також до бойкотримача 18 пристрій закріплюється за допомогою передбачених для даного преса з'єднань, наприклад, за допомогою з'єднань «ластівчин хвіст».

Тримачі 3, 4 бокових бойків 5, 7 мають похилі поверхні, що відповідають похилим поверхням тримачів 1, 2 верхнього 6 і нижнього 8 бойків та кінематично пов'язані з ними через направляючі 9 - 12, що забезпечують зворотно-поступальний рух тримачів бокових бойків (фіг.1, 3). Похилі поверхні АБ тримача верхнього бойка і примикаючи до них похилі поверхні А¹Б¹ тримачів бокових бойків довші похилих поверхонь СД тримача нижнього бойка і примикаючи до них похилих поверхонь С¹Д¹ тримачів бокових бойків (фіг.1). При цьому витримуються співвідношення

$l'/l=0,7-0,9$

де l - довжина довгої похилої поверхні (АБ і А¹Б¹);

l' - довжина короткої похилої поверхні (СД і С¹Д¹).

На бокових поверхнях тримача верхнього бойка 1, внизу, з кожної його сторони, встановлені зачепи 13, 14 (із зворотної сторони пристрою також встановлені два зачепи, симетрично зачепам 13, 14, які на схемах пристрою не показані).

На бокових поверхнях тримачів бокових бойків 3, 4, з боку їх довгих похилих поверхонь А¹Б¹ вгорі, розташовані фіксатори 15, 16 з можливістю зачеплення з зачепами 13, 14 тримача верхнього бойка 1 після виходу з зачеплення направляючих 9, 12 тримача нижнього бойка 2 із направляючими тримачів бокових бойків (на схемах не показані) і при максимальному розкритті пристрою (фіг.1, 3, 4). Ширина робочої поверхні бойків в напрямку осі подачі заготовки L показана на фіг.2.

Робота пристрою здійснюється наступним чином. При підйманні рухомої траверси преса з верхньою плитою 17 нагору тримач верхнього бойка 1 з бойком 6 пересувається також нагору і, одночасно, за допомогою направляючих 9-12, розводить в сторони тримачі бокових бойків 3, 4, відкриваючи робочий простір пристрою (фіг.3). Потім, заготовку за допомогою маніпулятора (на фіг. 3 не показаний) подають в робочу зону пристрою. Після цього включають робочий хід преса, при якому його рухома траверса рухає тримач верхнього бойка 1 разом з бойком 6 в напрямку до заготовки і разом з бойком 8 обтискує її в вертикальній площині. Одночасно, за допомогою похилих поверхонь, тримач верхнього бойка 1 рухає в напрямку до заготовки тримачі 3, 4 бокових бойків 5, 7, що обтискують її в радіальному і тангенційному напрямках. Після закінчення обтиснення заготовки траверса преса пересувається нагору, розкриваючи пристрій і цикл обтиснення повторюється.

При максимальному розкритті пристрою, коли між похилими поверхнями тримача нижнього бойка 2 і похилими поверхнями тримачів бокових бойків 3, 4 зберігається тільки контакт по лініям (фіг.3), зачепи 13, 14 входять в фіксатори 15, 16. Подальше підймання тримача верхнього бойка 1 призводить до зависання тримачів бокових бойків 3, 4 на зачехах 13, 14 і до повного виходу з зачеплення направляючих тримачів бокових бойків із направляючими 9, 12 тримача нижнього бойка (фіг.4). Цей випадок можливий при збої в системі управління рухом преса чи при помилці оператора преса, особливо під час кування заготовок великих поперечних перерізів.

При опусканні тримача верхнього бойка 1 з двома тримачами бокових бойків 3, 4 (фіг.4), що зависли, останні попадають в направляючі 9, 12 тримача нижнього бойка (фіг.3) і далі робота пристрою здійснюється в нормальних умовах без будь-яких поломок.

Зачепи 13, 14 встановлені на бокових поверхнях тримача верхнього бойка 1 внизу, на такій відстані від його країв, щоб в момент виходу бокових тримачів бойків з направляючих 9, 12 тримача нижнього бойка 2, вони повністю ввійшли в фіксатори 15, 16 (фіг.3).

Виконання пристрою з співвідношенням $l'/l < 0,7$ призводить до значного збільшення його габаритів і маси, а при $l'/l > 0,9$ не забезпечується надійна фіксація в потрібному стані бокових тримачів бойків при виході їх з зачеплення з тримачем нижнього бойка.

Виконання пристрою з співвідношенням розмірів $L/H = 0,4-3,0$ і $h/H = 0,08-0,50$ забезпечує можливість здійснення пропонованого способу кування в цьому пристрої.

H і h - відстані між робочими поверхнями бойків, що розташовані напроти при максимальному розкритті пристрою і при змиканні бокових поверхонь бойків, відповідно.

При $L/h < 0,4$ не забезпечується висока продуктивність процесу через неможливість виконання великих подач заготовки, передбачених в пропонованому способі кування.

Виконання пристрою з співвідношенням $L/H > 3$ вимагає значних зусиль преса для кування в чотирьохбойковому кувальному пристрої заготовок великих поперечних перерізів, що є нераціональним.

При $h/H < 0,08$ важко здійснити кування заготовок великих поперечних перерізів пропонованим способом без зміни бойків, що істотно знижує продуктивність процесу.

При співвідношенні $h/H > 0,5$ неможливо прокувати заготовку з великим коефіцієнтом уковування в одному комплекті бойків. Отже, вимагається зміна бойків, що знижує продуктивність процесу.

Спосіб кування заготовок, що патентується, здійснюють наступним чином.

Початкову заготовку, злиток чи безперервно литу заготовку, наприклад, круглого поперечного перерізу, нагрівають в печі до температури кування, влаштовують в затискувальній головці маніпулятора, подають в робочий простір чотирьохбойкового кувального пристрою і починають кування чотирма бойками. Кування здійснюють в три стадії, основну, проміжну і заключну. Обтиснення заготовки 19 на основній стадії виконують з впровадженням бокових поверхонь бойків 20 в тіло заготовки, а її кантовку виконують після кожного проходу на кут $\alpha = 15-45^\circ$ (фіг.5).

На фіг.5 показані пунктиром контури бойків після обтиснення заготовки на другому проході. Основну стадію кування виконують за n проходів. Причому кількість проходів на основній стадії кування визначають за формулою:

За n , проходів проковують заготовку з діаметра d_0 на розмір в поперечному перерізі d_1 .

В процесі обтиснення заготовки з впровадженням бокових поверхонь бойків в її тіло, здійснюється інтенсивна деформаційна переробка металу, за рахунок чого покращується його якість.

Обраний інтервал кутів кантовки $\alpha = 15-45^\circ$ забезпечує високу якість металу і продуктивність процесу.

При кутах кантовки $\alpha < 15^\circ$ продуктивність процесу кування істотно знижується, а при $\alpha > 45^\circ$ на заготовці можуть залишатися недеформовані ділянки, що є неприпустимим.

Якщо після серії з n проходів заготовка 19 з поперечним перерізом d_1 при подальшому куванні бойками 20 може бути прокована з впровадженням бокових поверхонь бойків, тоді продовжують основну стадію кування до наступного розміру заготовки.

Кування на основній стадії бажано проводити з відносними подачами заготовки $S/h = 0,2-4,5$, де h - розмір поперечного перерізу заготовки в напрямку обтиснення його бойками. Причому, по мірі зменшення поперечного перерізу заготовки в процесі кування, відносну подачу збільшують з розрахунку максимального використання зусилля преса, намагаючись не виходити за верхню межу $S/h = 4,5$.

При куванні з відносними подачами $S/h < 0,2$, звичайно, не забезпечується висока продуктивність процесу і досить інтенсивна проробка металу в осьовій зоні заготовки.

Виконання кування при $S/h > 4,5$ також нераціональне, бо різко зростають зусилля кування, а крім того, погіршується проробка металу в осьовій зоні заготовки.

В процесі проміжної стадії кування заготовку, також, обтискують чотирма бойками, але вже без впровадження їх бокових поверхностей в тіло заготовки і кантують її на кут 45° після кожного проходу в тому ж

напрямку, що й на основній стадії кування (фіг.6). За два проходи заготовку проковують на діаметр d_2 , а за n проходів на діаметр d' . Кування на проміжній стадії проводять з відносними подачами, що перевищують відносні подачі на основній стадії, але додержуючись співвідношення $S/h \leq 4,5$.

Здійснення процесу кування із збільшенням відносної подачі заготовки по мірі зменшення її поперечного перерізу забезпечує інтенсивну проробку литої структури металу по всьому поперечному перерізу злитка.

Як на основній стадії кування, так і на проміжній для кожного проходу призначають максимально допустиму, за умовами пластичності металу, що обробляється і енерго-силових параметрів устаткування, ступінь деформації, яка визначається за формулою:

де d_0, d_1 - початковий і кінцеві діаметр заготовки після проходу, відповідно.

Отриману після проміжної стадії кування заготовку діаметром d' кують в вирізних бойках 21 на заключній стадії з кантовками її після кожної подачі на кут $7-45^\circ$ в тому ж напрямку, що й на попередніх стадіях до кінцевого розміру d_k (фіг.7).

Кантовка заготовки на всіх стадіях кування в одному напрямку забезпечує ефективне закручування волокон металу навкруги поздовжньої осі заготовки і за рахунок цього підвищення властивостей в тангенційному напрямку.

Кут обхвату заготовки бойками на початку кожного обтиснення повинен складати $\theta' = 4\theta = 280-350^\circ$

де θ - кут охоплення заготовки одним бойком.

При таких кутах охоплення коефіцієнт уковування заготовки складає $\mu = 1,03-1,25$.

Кування на заключній стадії при куті обхвату заготовки бойками $\theta' < 280^\circ$ виконувати недоцільно, оскільки неможливо за один-два проходи одержати калібровану поковку високої точності з гарною якістю поверхні. Отже, вимагаються додаткові проходи, що знижує продуктивність процесу.

При $\theta' > 350^\circ$ забезпечується висока продуктивність процесу, але не досягається необхідна точність поковки, бо при надто малих обтисненнях не завжди вдається одержати в поперечному перерізі ідеальну геометричну фігуру, в даному випадку - круг.

На заключній стадії кування подачу заготовки після кожного обтиснення визначають із співвідношення

При різко знижується продуктивність процесу кування, а крім того заготовка може охолонути нижче допустимого інтервалу кування, внаслідок чого знадобиться й додаткове підігрівання.

При не забезпечується висока якість поковки, бо на її поверхні можуть залишатися гребінці, отримані в процесі основної стадії кування.

Викладений вище спосіб кування заготовок стосувався першого пункту формули винаходу. Можливий також спосіб кування заготовки, при якому на основній і проміжній стадіях кування заготовку кантують після кожної подачі на кут $15-45^\circ$, а величину подачі на цих стадіях кування визначають із співвідношення

Обраний інтервал подач забезпечує високу продуктивність процесу і одночасно високу якість металу.

При не забезпечується висока продуктивність процесу.

При на поверхні поковки залишаються недеформовані ділянки заготовки, які неможливо загладити при наступній калібровці поковки на заключній стадії.

При кантовці заготовки на кут $15-45^\circ$ після кожної подачі деформація заготовки виконується по гвинтовим траєкторіям з додатковими зсувами металу в тангенціальному напрямку. За кілька проходів при куванні на основній і проміжній стадіях, з кантуваннями в одному й тому ж напрямку, виникає закручування волокон макроструктури металу навкруги поздовжньої осі заготовки, що, в кінцевому підсумку, виявляє позитивний вплив на показники міцності і пластичності металу в тангенційному напрямку.

Обраний інтервал кутів кантування заготовки ($\alpha = 15-45^\circ$) після кожної подачі забезпечує високу якість металу і продуктивність процесу.

При $\alpha > 15^\circ$ продуктивність процесу різко знижується, а при $\alpha > 45^\circ$ на заготовці можуть залишатися необтиснені ділянки, що є неприпустимим.

Один з варіантів способів кування полягає, також, в тому, що на основній і проміжній стадіях кування заготовку кантують після кожного обтиснення, також, на кут $15-45^\circ$, а подачу здійснюють після сумарної кантовки заготовки на кут 360° . Цей спосіб виконують по типу способу кування кільцями. Спочатку відковують одну ділянку заготовки, здійснюють подачу і кують другу ділянку. Сумарний кут кантування заготовки не повинен бути меншим 360° , інакше на заготовці залишаться недеформовані ділянки, що є неприпустимим.

Найбільш інтенсивна проробка литої структури металу здійснюється в процесі основної стадії кування. Проміжна стадія кування необхідна для формування поперечного перерізу заготовки під наступне калібрування в вирізних бойках.

Приклад 1

Злиток круглого поперечного перерізу, з розміром в середньому перерізі 300 мм, із сталі 38ХНЗМФА

нагріли до температури 1150°C і прокували на гідравлічному кувальному пресі зусиллям 5МН в чотирьохбойковому кувальному блоці. Маса злитка складала 285 кг. Чотирьохбойковий кувальний пристрій було виготовлено згідно з формулою винаходу, що заявляється. Тому, похилі поверхні тримача верхнього бойка і контактуючі з ними відповідні похилі поверхні тримачів бокових бойків мають довжину більшу похилих поверхонь тримача нижнього бойка і контактуючих з ним відповідних похилих поверхонь тримачів бокових бойків. Відношення довжини короткої похилої поверхні до довжини довгої похилої поверхні складає $l'/l=0,8$

На бокових поверхнях тримача верхнього бойка, внизу, з кожної його сторони, встановлені зачепи, а на бокових поверхнях тримачів бокових бойків, з боку їх довгих похилих поверхонь, вгорі, розташовані фіксатори з можливістю зачеплення з зачепами тримача верхнього бойка після виходу з зачеплення тримачів направляючих тримача нижнього бойка з направляючими тримачів бокових бойків при максимальному розкритті пристрою, при цьому витримані співвідношення: $L/H=1,36$; $h/H=0,24$.

Злиток кували за схемою:

- де - номер проходу;
- кантовка заготовки після проходу на кут 30° ;
- подача і кантовка заготовки після кожного обтиснення на кут 30° .

Кування здійснювали в три стадії: основну, проміжну і заключну. При цьому, на основній стадії кування виконували з впровадженням бокових поверхонь в тіло заготовки (1-8 проходи). На проміжній стадії кування здійснювали без впровадження бокових поверхонь в тіло заготовки (9, 10 проходи), а на калібруючій - кували в вирізних бойках з кутом обхвату заготовки бойками 305° і 330° і подачами

Відносні подачі (S/h') при куванні на основній і проміжній стадіях складали по проходам:
 $S_{от.1}=0,7$; $S_{от.2}=0,7$; $S_{от.3}=0,7$; $S_{от.4}=0,7$; $S_{от.5}=0,9$; $S_{от.6}=0,9$; $S_{от.7}=2,1$; $S_{от.8}=2,1$; $S_{от.9}=4,0$; $S_{от.10}=4,0$.

Все кування було виконане в двох комплектах бойків. Одним комплектом бойків кували на основній і проміжній стадіях, а іншим - на заключній. Продуктивність процесу кування склала 860 кг/г. Якість металу відповідала вимогам ГОСТ. По всій довжині поковки її розмір в поперечному перерізі відповідав 80^{+1}мм . На початку кування, при помилці оператора, рухома траверса преса була піднята на величину $>H$, що привело до виходу з зачеплення направляючих тримачів бокових бойків. Проте, це не привело до аварійної ситуації. Протягом 15с оператор відновив нормальну роботу кувального пристрою.

Для порівняння, за способом-прототипом, прийнятим за базовий об'єкт, кували такий же злиток. Продуктивність процесу кування склала 380кг/г. Кування виконували чотирма комплектами бойків. Розміри поперечного перерізу поковки були в межах 80^{+3}мм , Обтиснення злитка на перших проходах були мінімальні ($h=15\text{-}20\text{мм}$), бо зусилля даного преса були недостатні.

Таким чином, продуктивність процесу кування, порівняно зі способом-прототипом, збільшилася в 2,2 рази, допуск на розмір поперечного перерізу поковки зменшився в 3 рази, а якість металу відповідала вимогам ГОСТу і була не нижчим, ніж якість металу, одержаного куванням за способом-прототипом. Кування способом, що пропонується можна виконувати на пресі малої потужності.

Приклад 2.

Злиток круглого поперечного перерізу з розміром в середньому перерізі 300 мм із сталі 38ХНЗМФА нагріли до температури 1150°C і прокували на гідравлічному кувальному пресі зусиллям 5МН в чотирьохбойковому кувальному блоці за схемою:

Основна стадія кування -1-8 проходи; проміжна стадія -9, 10 проходи; калібруюча стадія -11, 12 проходи. Кування виконували двома комплектами бойків. Продуктивність процесу кування склала 890кг/г, допуск по діаметру не перевищував $^{+1}\text{мм}$. Якість металу відповідала вимогам ГОСТ і було на рівні якості металу, отриманого куванням за способом-прототипом.

Приклад 3.

Злиток діаметром 300мм із сталі 38ХНЗМФА, нагрітий до температури 1150°C , кували на гідравлічному кувальному пресі зусиллям 5МН в чотирьохбойковому кувальному блоці за схемою:

Де - кантовка після кожного обтиснення на кут 30° , а подача після кута повороту заготовки на кут 360° .

Основна стадія кування - 1 - 3 проходи; проміжна стадія - 4 прохід; калібруюча стадія - 5, 6 проходи.

Кування виконували двома комплектами бойків. Продуктивність процесу кування склала 910кг/г, допуск по діаметру не перевищував 1мм. Якість металу відповідала вимогам ГОСТ і не поступалася якості металу,

отриманого куванням за способом-прототипом.

В таблицях 1 і 2 приведені дослідні дані, які підтверджують правильність параметрів конструкцій пристроїв, що заявляються і способу кування в цих пристроях.

Таким чином, спосіб кування заготовок і чотирьохбоекний кувальний пристрій для його здійснення, що заявляються, забезпечують можливість чотирьохстороннього кування заготовок великих поперечних перерізів з використанням мінімальної кількості комплектів бойків і обладнання малої потужності, підвищення продуктивності процесу в 2,2 - 2,4 рази, точності поковок, поліпшення техніки безпеки при обслуговуванні й роботі з пристроєм, а також тривалу безаварійну роботу.

Таблиця 1

№ досліджу	α , град.	, один. на осн. и пром. стадіях	На заключній стадії		Продуктивність, кг/г	Допуск по діам., \pm мм	Примітки
			θ' , град.	один.			
1	30	-	320-330	0,5-0,6	850	1	Якість металу відповідає ГОСТу
2	10	-	320-330	0,5-0,6	490	1	
3	55		320-330	0,5-0,6			На поверхні поковки залишилися гребінці, брак
4	30	-	270	0,5-0,6	-	-	Якість поверхні погана, брак
5	30	-	355	0,5-0,6	-	-	На поверхні затиски металу, брак
6	30	-	320-330	1,1-1,2	-	-	На поверхні гребінці, брак
7	30	-	320-330	0,1-0,2	500	1	
8	30	1,5-1,6	320-330	0,5-0,6	890	1	
9	30	1,1-1,2	320-330	0,5-0,6	460	1	
10	30	2,1	320-330	0,5-0,6	-	-	Брак поверхні
11 прототип	-	-	-	-	370	3	

Таблиця 2

№ досліджу	Параметри конструкції			Продуктивність, кг/г	Примітки
	L/H	h/H	Г/Л		
1	1,6	0,3	0,8	820	
2	0,3	0,3	0,8	480	
3	3,2	0,3	0,8		Зусилля преса недостатньо для кування злитка з максимальними подачами
4	1,6	0,07	0,8	560	Знадобилась додаткова зміна бойків
5	1,6	0,6	0,8	530	-
6	1,6	0,3	0,6	810	Маса кувального пристрою збільшилась на 20%
7	1,6	0,3	0,95	-	Пристрій непридатний
8 прототип	-	-	-	480	

