

## РАЗДЕЛ II ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

УДК 621.7

Клемешов Е. С.  
Чухліб В. Л.  
Шифрін Є. І.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КУВАННЯ НА ФОРМУ ПОКОВКИ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБОК НА ПрАТ «ДНІПРОПРЕС СТАЛЬ»

На підприємствах при виробництві поковок на сьогоднішній день спостерігається тенденція до розвитку і впровадження ресурсозберігаючих технологій, внаслідок великого попиту на поковки з легованих і спеціальних сталей. Такі поковки вимагають спеціального режиму деформації для отримання високих механічних властивостей, внаслідок чого вартість виробництва таких поковок збільшується порівняно з поковками з вуглецевих сталей. Крім цього, процес кування поковок характеризується високими показниками витрати металу, що позначається на вартості виробу і пов'язане з їх подальшою механічною обробкою.

Розробка ресурсозберігаючих технологій кування є важливим завданням на сьогоднішній день. В цьому напрямку часто працюють з п'ятою групою поковок, що мають найбільшу трудомісткість при виготовленні, а так само через застосування найбільших напусків на окремі частини поковок із-за неможливості їх виконання звичайними методами кування. До даної групи поковок так само відносяться і поковки колінчастих валів. Маса металу у поковках такого типу частіше усього, вимірюється в тоннах, при чому часто це леговані марки сталі. Удосконалення такої технології має особливий інтерес для підприємств, так як при отриманні поковки, велика частина виробу закривається не тільки припуском, але і напуском в частині коліна вала. При цьому, при механічній обробці, сотні кілограм металу йдуть у відхід. Найчастіше, таке видалення металу сприяє погіршенню механічних властивостей виробу при його експлуатації, причиною чого є перерізання волокон металу при механічній обробці в найбільш відповідальних і важко навантажених місцях готової деталі. У розробці такої ресурсозберігаючої технології є зацікавленим підприємство ПрАТ «Дніпропрес Сталь». На даний час підприємство освоює нові технології та способи кування поковок на гідравлічних пресах.

Зважаючи на всі перераховані вище особливості виробництва, розробка ресурсозберігаючої технології і визначення раціональних параметрів кування поковок колінчастого вала є актуальною задачею.

Технологічний процес кування поковок колінчастих валів – це трудомісткий процес, який складається з безлічі ковальських операцій і технологічних переходів [1]. При цьому відстежити вплив кожної операції кування від самого початку, на механічні властивості на якість готової поковки в цілому, є важким завданням. Кожен етап, будь то кування заготовки з злитка або сам процес кування колінчастого вала, вимагає окремого розгляду і вивчення, так як кожен етап має певний вплив на якість поковки.

В [2] наводиться класифікація трудомісткості виконання форми поковки, та колінчастих валів, які відносяться до найбільш складних поковок. Для більшості колінчастих валів частіше застосовують сталі 40Х, 40ХН, 35ХМ, 30ХН2МА, 18Х2Н4МА та ін. Сталі, леговані

ванадієм, хромом, молібденом, нікелем мають підвищену твердість, пластичність, зносостійкість (30ХМА, 20ХН3А, 38Х2МЮА, 40Х2Н2МА, 25Х2Н4МА, 38Х2МЮА та ін.) і служать для виготовлення колінчастих валів дизельних двигунів підвищеної потужності [3].

Важливим етапом в процесі кування колінчастих валів, що впливає на механічні властивості поковки, є етап підготовки заготовки. Цей етап включає в себе білетування злитка, осаджування та протягування до розмірів заготовки для подальшого кування. Основними параметрами процесу осаджування, які впливають на напружено-деформований стан металу, є: 1) фактор форми заготовки ( $h/D$ ); 2) ступінь деформації ( $\epsilon$ ); 3) швидкість деформації; 4) температура. А основними параметрами протягування є: 1) величина подачі; 2) ступінь одиничного обтиснення; 3) ступінь укову при деформації; 4) фактор форми заготовки; 5) спосіб прикладання деформуючої сили (схема кантувань) [4].

Авторами [5] були проведені експерименти за допомогою комп'ютерного моделювання і його результати дозволяють визначити вплив параметрів заготовки, таких як фактор форми ( $h/D$ ) і параметрів деформації, таких як ступінь деформації ( $\epsilon$ ) на нерівномірність розподілення деформації в металі при виконанні операції осаджування злитка з подальшим протягуванням на круглий переріз. Схема кантувань при протягуванні злитка обґрунтована в дослідженні [6].

Авторами [7] були розглянуті різні схеми кування колінчастих валів, які використовуються на виробництві. Згідно даного джерела, сам процес кування колінчастого вала може відрізнятися в залежності від конструктивних особливостей вала, однак кування одноколінчастого вала має тільки один варіант виконання. У цьому випадку на круглу заготовку наносять розмітку по довжині, виходячи з розрахованого об'єму металу під кування опорних шийок, після чого проводять ковальську операцію перетискання і відковують опорні шийки.

Операція перетискання при цьому може виконуватись спеціальним інструментом (перезжимами) як з круглим, так і з трикутним перетином, при глибині перетискання до 100..300 мм. Для перетискання на велику глибину операцію здійснюють тільки тригранними перезжимами. При куванні з'являється утяжка країв металу на контакт з інструментом і тому передбачений запас металу на висоту коліна в 10–25 % [8]. Центральна частина металу поковки (коліно вала), залишається з тим же рівнем проробки металу, тобто після осаджування і протягування злитка на необхідний діаметр, коліно вала більше не піддається деформації. Це чинить негативний вплив на якість поковки, зважаючи на неоднорідність механічних властивостей в корінній частині вала та опорних шийках. Крім цього при механічній обробці частини металу (напуск) видаляється у відхід, що також негативно впливає на якість поковки, через перерізання волокон металу в області шатунної шийки.

Зважаючи на всі перераховані вище особливості технології виготовлення поковок колінчастих валів, була розроблена удосконалена технологічна схема кування, яка дозволяє направити волокна металу за формою коліна, а так само знизити витрата металу при механічній обробці.

Головною метою даного дослідження є визначення впливу параметрів кування та геометрії деформуючого інструменту на формозміну металу в частині коліна поковки колінчастого вала, а також визначення інтервалів геометричних розмірів поковки, які можливо отримати при застосуванні розробленої технології в умовах підприємства ПрАТ «Дніпропрес Сталь».

На підприємстві ПрАТ «Дніпропрес Сталь» для виготовлення поковок використовуються гідравлічні преси. При цьому, для виготовлення крупних поковок, зазвичай використовуються злитки різною масою. Зважаючи на велику масу поковок, було вирішено провести комп'ютерне моделювання процесу для визначення закономірностей формозміни. Масштаб моделі було вибрано у відповідності з об'ємом металу, який використовується для виготовлення однієї поковки при куванні її зі злитка масою 6,5 тон. Таким чином розміри заготовки для моделювання складають: 80 мм – довжина заготовки та 40 мм – діаметр заготовки. Геометричні розміри заготовки вибрано згідно із масштабом моделі.

Для вирішення головної задачі даного дослідження необхідно розглянути процес кування шатунної шийки колінчастого вала тонкими бойками. Кування поковки складається з послідовного обтискання шатунної шийки парою тонких бойків з кантуванням заготовки на

90°, 45° та 15° для придання їй у поперечному перерізі форми кола. Після вдавлювання тонкого бойка, шатунну шийку відковують за допомогою пари тонких бойків, при цьому об'єм металу в зоні деформації подовжується у повздовжньому напрямку. При цьому важливим є встановлення залежності впливу товщини інструменту та глибини його вдавлювання на величину подовження шатунної шийки при куванні. Це є важливим, тому що при розрахунку технологічних переходів необхідно брати до уваги саме цей параметр як основний. Якщо при розрахунку технологічних переходів буде вибрано деформуючий інструмент більшої, ніж необхідно, товщини – то шатунна шийка колінчастого валу після кування отримає більше подовження і, відповідно, буде більшої довжини, ніж довжина шатунної шийки готового виробу. Це є безповоротним браком, який неможливо усунути якими би то не було операціями кування.

На рис. 1 зображено схематичний вид поковки після кування шатунної шийки парою тонких бойків. Пунктирною лінією на рис. 1 зображено колінчастий вал, який необхідно отримати в результаті всього технологічного процесу.

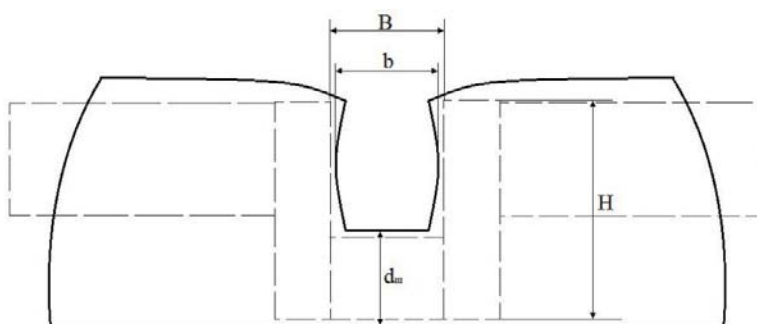


Рис. 1. Схематичне зображення поковки з відкованою шатунною шийкою

Основними геометричними розмірами поковки, які необхідно контролювати в процесі кування колінчастого валу (рис. 1) є:

$b$  – максимальна довжина шатунної шийки яку можливо отримати

$B$  – довжина шатунної шийки готової деталі

$H$  – висота коліна валу

$d_{ш}$  – діаметр шатунної шийки

На даному етапі кування, як бачимо на рис. 1, поковка колінчастого валу ще не є повністю відкованою, та ще необхідно отримати опорні шийки колінчастого валу. Однак вже на даному етапі необхідно проаналізувати формозміну металу та визначити залежності впливу геометричних розмірів інструменту та глибини вдавлювання на форму отримуваної шатунної шийки колінчастого валу, та на співвідношення основних геометричних розмірів коліна валу (висоти (діаметру) коліна, діаметру шатунної шийки, довжини шатунної шийки).

На рис. 2 зображено загальний вигляд поковки колінчастого валу після відковування шатунної шийки парою тонких бойків. В даному випадку використовувалися бойки товщиною 8 мм ( $0,2 D_{заг}$ ) та глибина вдавлювання дорівнювала 20 мм ( $0,5 D_{заг}$ ).

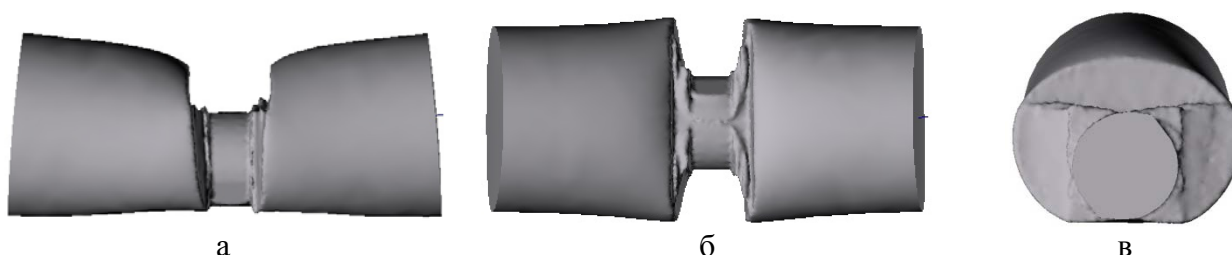


Рис. 2. Загальний вигляд поковки колінчастого валу після відковування шатунної шийки: в – вид збоку; б – вид зверху; в – вигляд у перерізі шатунної шийки

Як бачимо, шатунна шийка колінчастого валу прийняла форму кола у поперечному перерізі (рис. 2, в), а також подовжилася у повздовжньому перерізі на деяку величину. Для того, щоб визначити вплив товщини інструменту та глибини вдавлення на подовження шатунної шийки в процесі деформації, а також на співвідношення геометричних розмірів коліна валу, було проведено моделювання процесу згідно із планом експерименту. Кожна заготовка підлягала вдавленню бойка та подальшому куванню. При цьому застосовувалася наступна схема кантувань, яка описана далі.

Після вдавлення бойка в заготовку, вона кантувалася на  $90^\circ$ , після чого обтискалася (рис. 3, а). Далі заготовку знову кантують на  $90^\circ$  та обтискають для вирівнювання напливів металу, тобто до первинної величини вдавлення бойка. Після цього заготовку кантують на  $90^\circ$  та знову обтискають, але вже збільшивши ступінь обтиснення. Це поступове збільшення ступені обтиснення робиться для того, щоб уникнути через мірного бочкоутворення металу в об'ємі шатунної шийки. Ці напливи металу утворюється по аналогії з осаджуванням високих зразків ( $H/D > 2,5$ ), і є шкідливим для якості поковок, так як збільшується вірогідність утворення заковів та складок в об'ємі шатунної шийки. Кантування на  $90^\circ$  та обтискання повторюються доти, доки шатунна шийка не прийме в перерізі форму квадрата. Розміри сторін квадрата залежать від глибини вдавлення бойка на першому етапі кування, і в даному випадку складають 12 мм, 20 мм та 28 мм. Після цього заготовку кантують на  $45^\circ$ , обтискають, кантують на  $90^\circ$  та знову обтискають, для того, щоб придати поперечному перерізу шатунної шийки форму восьмикутника (рис. 3, б). Далі шатунну шийку в перерізі доводять до форми кола (рис. 3, в) малими обтисненнями з кантуванням на  $15^\circ$  після кожного обтиснення. Для утворення кола в перерізі необхідно мінімум 10 обтиснень.

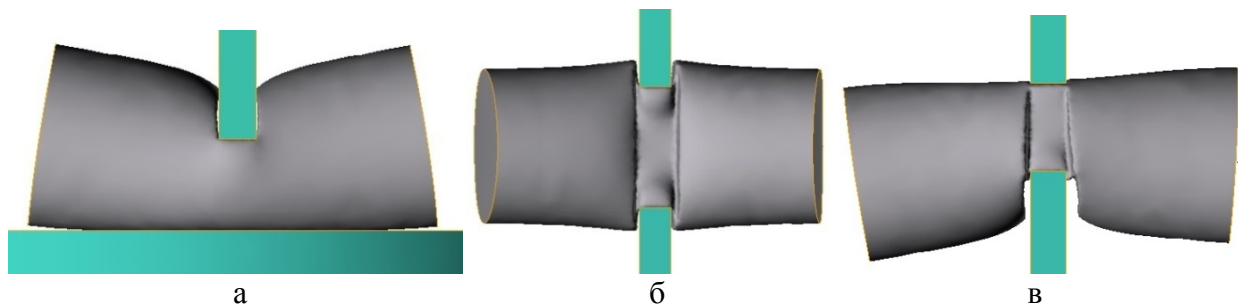


Рис. 3. Процес деформації заготовки тонкими бойками при отриманні шатунної шийки колінчастого валу вільним куванням

Таким чином отримано шатунну шийку колінчастого валу, однак при цьому необхідно визначити, які типорозміри коліна можливо отримати за розробленою схемою кування. Під типорозмірами коліна мається на увазі співвідношення довжини шатунної шийки та висоти коліна при заданому діаметрі шатунної шийки. Для цього необхідно розглянути поковку колінчастого валу, після етапу відковування шатунної шийки двома тонкими бойками, у повздовжньому перерізі. Для цього необхідно розглянути геометричні розміри поковки, які зображені на рис. 1.

Після проведення другого етапу експерименту за допомогою комп'ютерного моделювання, було отримано результати, які були потім проаналізовані. Другий етап експерименту було проведено згідно із планом повного факторного експерименту, описаного раніше, однак після вдавлення тонкого бойка слідувала обкатка шатунної шийки колінчастого валу вже парою тонких бойків за схемою кантувань, описаною раніше. При цьому в отриману заготовку було вписано коліно валу для визначення необхідних розмірів (рис. 1).

На рис. 4 зображено коліно валу, вписане в отриману заготовку, при вдавленні бойка та обкочуванні шатунної шийки бойками з товщиною 4 мм ( $0,1 D_{заг}$ ) для різних діаметрів шатунної шийки.

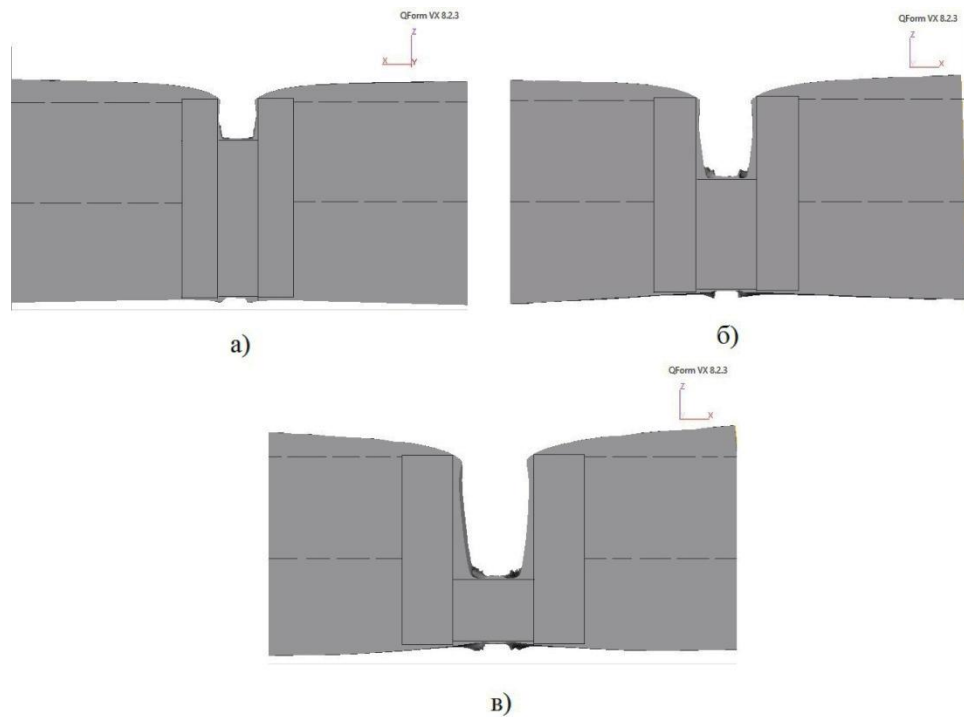


Рис. 4. Типорозміри коліна валу, які можливо отримати при застосуванні бойків з товщиною 4 мм ( $0,1 D_{заг}$ )

Як бачимо, довжина шатунної шийки контролюється саме глибиною вдавлювання бойка на першому етапі кування, яка в свою чергу залежить від необхідного діаметру шатунної шийки. Таким чином довжина шатунної шийки та її діаметр є взаємно залежними величинами при застосуванні даного розробленого методу кування поковок колінчастих валів.

На рис. 5 зображено коліно валу, вписане в отриману заготовку, при вдавлюванні бойка та обкочуванні шатунної шийки бойками з товщиною 8 мм ( $0,2 D_{заг}$ ) для різних діаметрів шатунної шийки.

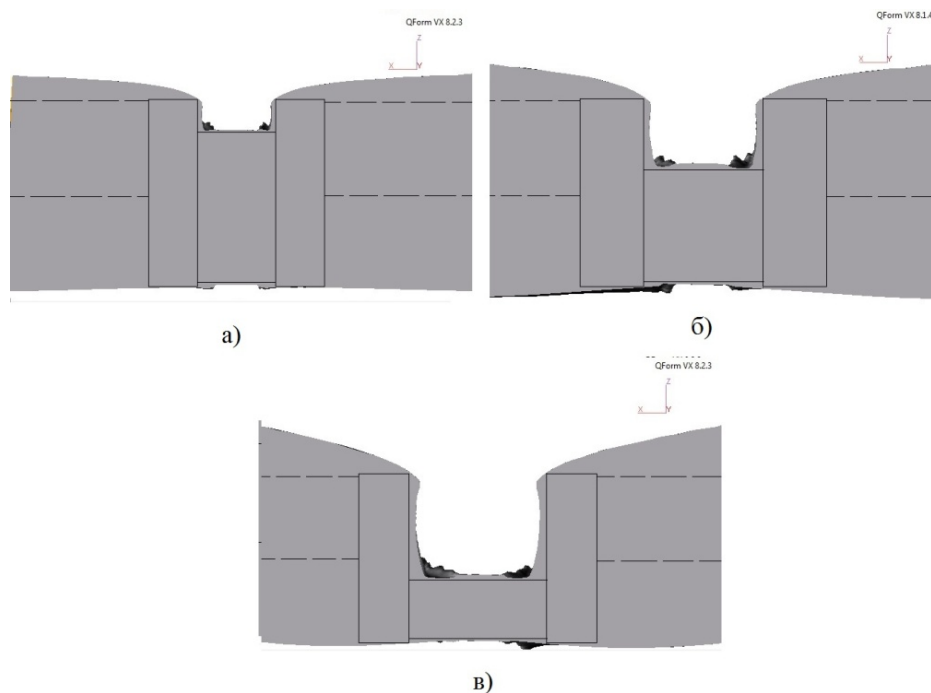


Рис. 5. Типорозміри коліна валу, які можливо отримати при застосуванні бойків з товщиною 8 мм ( $0,2 D_{заг}$ )

В даному випадку стає добре помітно зменшення можливого діаметру (висоти) коліна при збільшенні глибини вдавлювання. При відковуванні шатунної шийки колінчастого валу бойками з товщиною 8 мм ( $0,2 D_{заг}$ ) помітно більшим є її подовження. Таким чином, довжина шатунної шийки при її діаметрі 20 мм, дорівнює двом товщинам застосовуваних бойків, тобто 18 мм. А при діаметрі шатунної шийки 12 мм – довжина дорівнює 22 мм, тобто майже у три рази більше за товщину бойків.

На рис. 6 зображено коліно валу, вписане в отриману заготовку, при вдавлюванні бойка та обкочуванні шатунної шийки бойками з товщиною 12 мм ( $0,3 D_{заг}$ ) для різних діаметрів шатунної шийки.

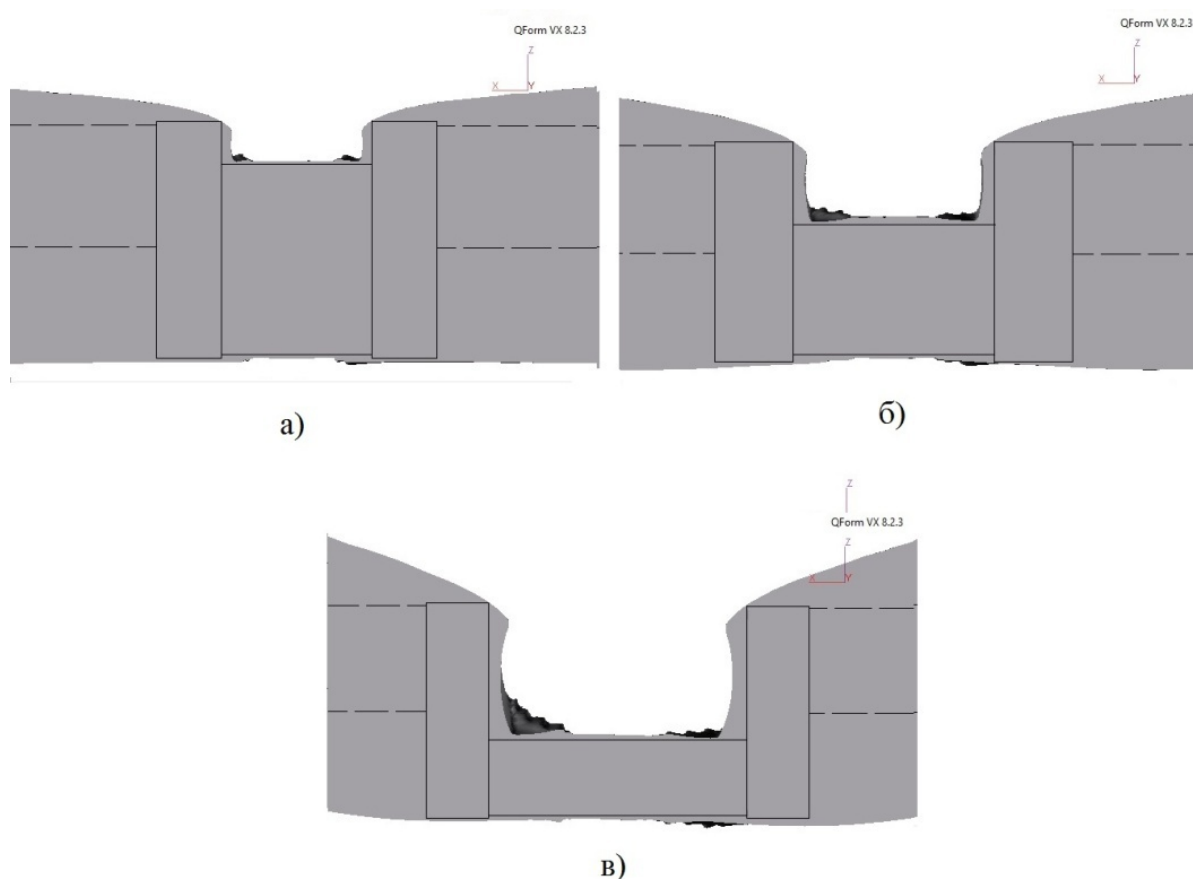


Рис. 6. Типорозміри коліна валу, які можливо отримати при застосуванні бойків з товщиною 12 мм ( $0,3 D_{заг}$ )

Найбільш складною є формозміна заготовки при куванні шатунної шийки бойками з товщиною 12 мм. Ця складність виражена тим, що в даному випадку ми маємо справу з набагато більшим об'ємом металу, який деформується, ніж у випадку використання бойків товщиною 4 мм. Так як об'єм металу більший, то суттєво зростає викривлення заготовки в процесі деформації. Найбільш помітно це при діаметрі шатунної шийки 12 мм, коли має місце найбільша утяжка металу, та найбільший вигин кінців заготовки.

Далі розглянемо залежність впливу параметрів процесу на геометричні розміри заготовки.

Для цього було прийнято декілька величин у відносному вигляді. Величинами, які були прийняті у відносному вигляді є: діаметр шатунної шийки ( $d_{ш}$ ), висота коліна ( $H$ ), довжина шатунної шийки ( $B$ ), товщина інструменту ( $b_{інс}$ ), глибина вдавлювання бойка в заготовку ( $h_{вд}$ ). Таким чином, було отримано графічні залежності, які зображено на рис. 7–10, які показують зміну геометричних розмірів заготовки в залежності від товщини інструменту та глибини вдавлювання бойка.

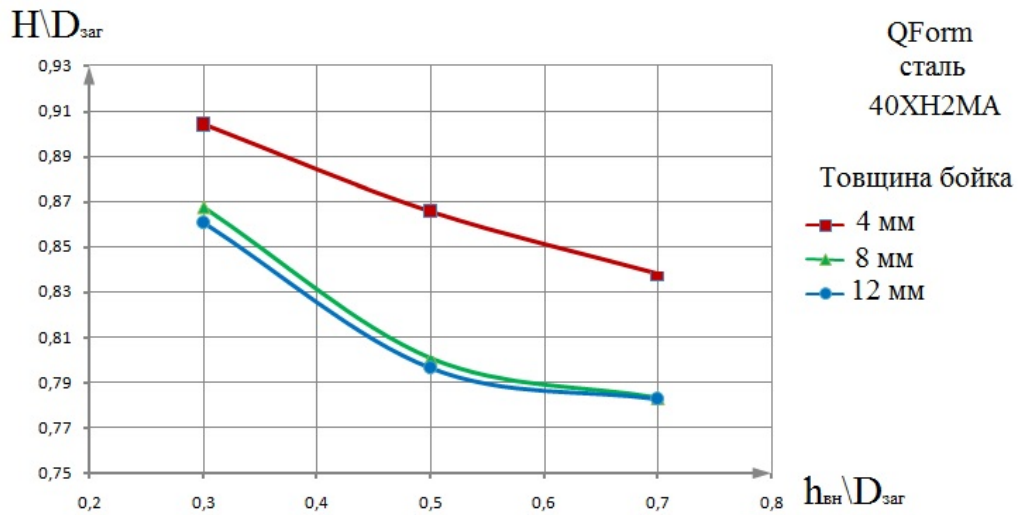


Рис. 7. Залежність величини утяжки ( $H$ ) від параметрів кування

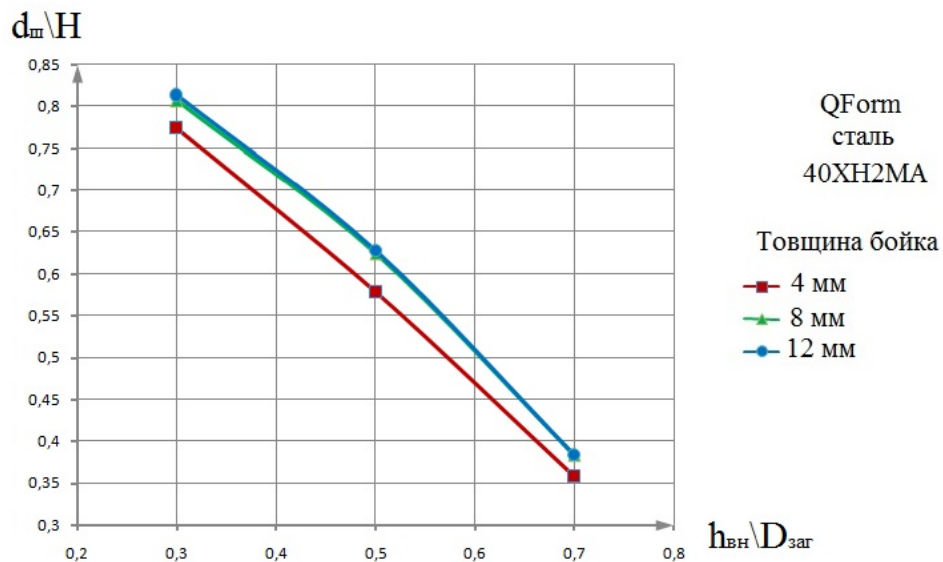


Рис. 8. Залежність співвідношення діаметру шатунної шийки ( $d_{\text{ш}}$ ) та величини утяжки ( $H$ ) від параметрів кування

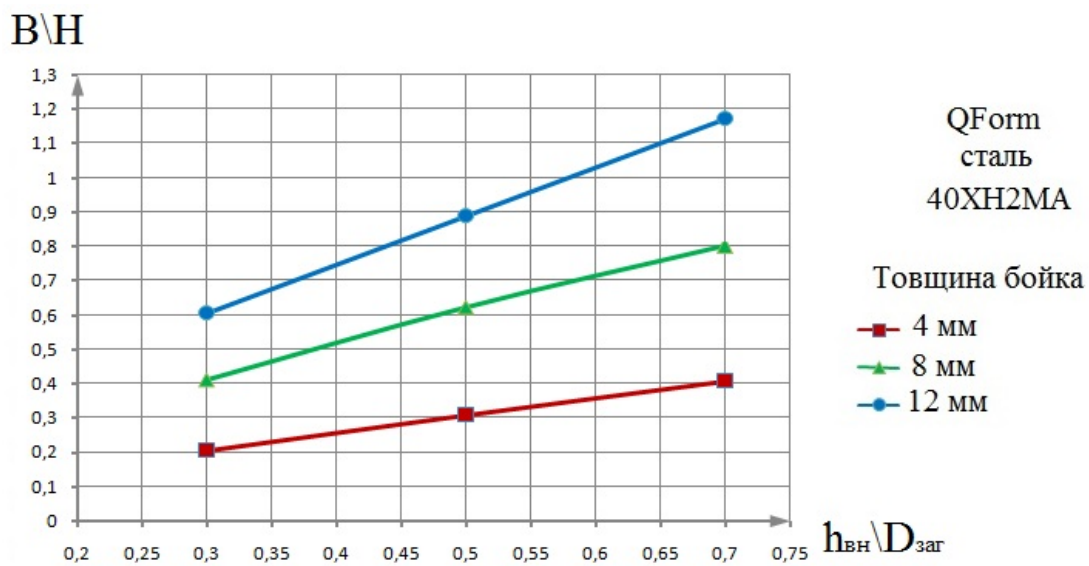


Рис. 9. Залежність співвідношення довжини шатунної шийки ( $B$ ) та величини утяжки ( $H$ ) від параметрів кування

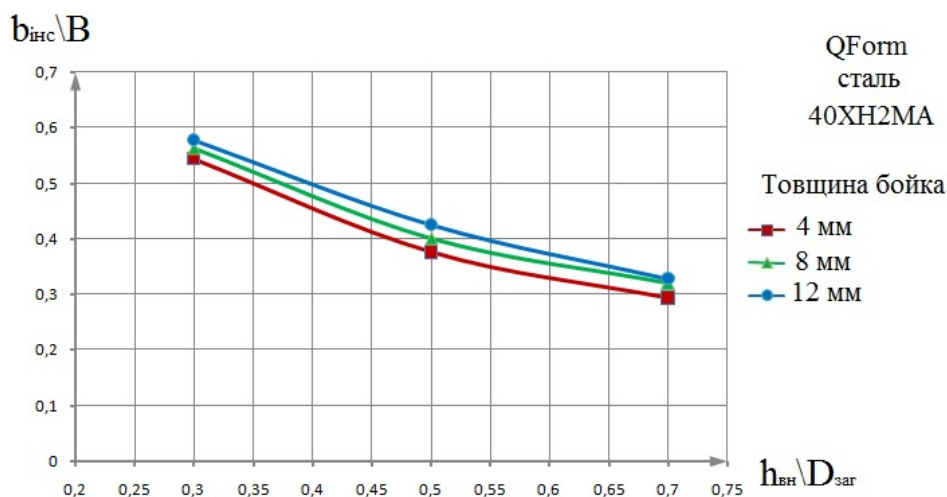


Рис. 10. Залежність співвідношення товщини деформуючого інструменту ( $b_{інс}$ ) та довжини шатунної шийки ( $B$ ) від параметрів кування

Таким чином, на рис. 7 та 8 видно, що зміна величини утяжки та діаметр шийки відносно до величини утяжки змінюється майже лінійно для випадку використання бойків товщиною 4 мм ( $0,1 D_{заг}$ ) при різних параметрах кування, а для бойків товщиною 8 мм ( $0,2 D_{заг}$ ) та 12 мм ( $0,3 D_{заг}$ ) спостерігається нелінійна залежність. Однак, також, можна помітити практично ідентичні криві, для випадку кування бойками 8 мм та 12 мм, а також практично однакові величини  $H/D_{заг}$  (рис. 7) та  $d_{ш}/H$  (рис. 8).

З рис. 9 видно, що типорозмір отриманого коліна ( $B/H$ ) змінюється лінійно для кожного випадку використання бойків з різною товщиною, однак кожен випадок має характерну чисельну величину, яка значно відрізняється для кожного випадку кування.

З графічної залежності на рисунку 10 видно зміну довжини шатунної шийки колінчастого валу в залежності від товщини використаного інструменту та глибини вдавлювання бойка. Таким чином, можна зробити висновок, що довжина шатунної шийки має майже лінійну залежність від глибини вдавлювання бойка і в незначній мірі залежить від товщини деформуючого інструменту.

Виходячи із даних даного дослідження було розроблено рекомендації щодо використання розробленої технології на підприємстві ПрАТ «Дніпропрес Сталь». Використання розробленої технології веде до підвищення якості поковок, економії ресурсів підприємства та зниження собівартості продукції.

## ВИСНОВКИ

В роботі виконано аналіз формозміни металу за допомогою комп'ютерного моделювання при застосуванні тонкого деформуючого інструменту з товщиною ( $0,1..0,3 D_{заг}$ ) при глибині його вдавлювання в заготовку ( $0,3..0,7 D_{заг}$ ) та при подальшому куванні шатунної шийки. Аналіз даних комп'ютерного моделювання показав, що у визначених інтервалах товщин бойків, а також визначеної глибини вдавлювання бойка можливе отримання поковки колінчастого валу з шатунною шийкою в умовах підприємства ПрАТ «Дніпропрес Сталь». За допомогою побудови графічних залежностей формозміни визначено найбільш раціональні схеми кування, які дозволяють отримати шатунну шийку при найменшому викривленні поковки, а також задовольнити необхідні геометричні розміри згідно із кресленням деталі. Серед даних схем найбільш раціональними є схеми з використанням бойків з товщиною  $0,1 D_{заг}$  при глибині вдавлювання  $0,3..0,7 D_{заг}$ , а також бойків з товщиною  $0,2 D_{заг}$  при вдавлюванні на глибину  $0,3..0,5 D_{заг}$  та подальшому куванні.

Розроблену технологію впроваджено у виробництво на підприємстві ПрАТ «Дніпропрес Сталь», що дозволило знизити розхід металу на 13,8 % при виготовленні поковок колінчастих валів, а відбракування поковок знизилось на 12,4 % за рахунок підвищення якості



поковок. Сумарні витрати металу на тону поковок знизилися на 8,7 % у зв'язку з зменшенням необхідності обдирання поковок. Вказані розробки дозволили підвищити ефективність деформаційного переділу при куванні поковок колінчастих валів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кальченко П. П. *Новые технологические процессыковки крупных прессовых поковок : монография* / П. П. Кальченко, О. Е. Марков. – Краматорск : ДГМА, 2014. – 100 с.
2. Охрименко Я. М. *Технология кузнечно-штамповочного производства : учебник для вузов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 560 с.*
3. *Технология машиностроения (специальная часть)* / Б. Л. Беспалов, Л. А. Глейзер, И. М. Колесов, Н. Г. Латышев, С. Н. Соловьев, В. А. Тимирязев, Д. В. Чарнко. – М. : Машиностроение, 1973. – 448 с.
4. *Теоретические исследования кузнечной операции протяжки при использовании схемы деформации «проходами»* / В. А. Гринкевич, В. Л. Чухлеб, Г. Банашек, А. В. Ашкелянец // *Вестник НТУ «ХПИ»*. – 2014. – № 44. – С. 28–34.
5. *Аналіз впливу параметрів попередньої осадки та її відсутності на нерівномірність деформації при протяжці поковок з титанових сплавів* / В. Л. Чухліб, Є. С. Клемешов, В. О. Гринкевич, Х. Дія // *Вестник НТУ «ХПИ»*. – 2015. – № 47. – С. 82–85.
6. *Дослідження напружено-деформованого стану при протяжці титанового сплаву з метою оптимізації параметрів кування* / В. Л. Чухліб, Є. С. Клемешов, В. О. Гринкевич, Х. Дія // *Вестник НТУ «ХПИ»*. – 2015. – № 24. – С. 159–166.
7. *Дорохов Н. Н. Технологический процессковки крупных поковок* / Н. Н. Дорохов, М. Г. Златкин. – М. : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1950. – 191 с.
8. *Технологія кування : підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів* / Л. М. Соколов, І. С. Алієв, О. Е. Марков, Л. І. Алієва. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 268 с.

#### REFERENCES

1. Kal'chenko P. P. *Novye tehnologicheskie processy kovki krupnyh pressovyh pokovok : monografija* / P. P. Kal'chenko, O. E. Markov. – Kramatorsk : DGMA, 2014. – 100 s.
2. *Ohrimenko Ja. M. Tehnologija kuznechno-shtampovochno go proizvodstva : uchebnik dlja vuzov. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – M. : Mashinostroenie, 1976. – 560 s.*
3. *Tehnologija mashinostroenija (special'naja chast')* / B. L. Bespalov, L. A. Glejzer, I. M. Kolesov, N. G. Latyshev, S. N. Solov'ev, V. A. Timirjazev, D. V. Charnko. – M. : Mashinostroenie, 1973. – 448 s.
4. *Teoreticheskie issledovanija kuznechnoj operacii protjazhki pri ispol'zovanii shemy deformacii «prohadami»* / V. A. Grinkevich, V. L. Chuhleb, G. Banashek, A. V. Ashkeljanec // *Vestnik NTU «HPI»*. – 2014. – № 44. – S. 28–34.
5. *Analiz vplivu parametriv poperedn'oi osadki ta ei vidsutnosti na nerivnomirnist' deformacii pri protjazhki pokovok z titanovih splaviv* / V. L. Chuhlib, E. S. Klemeshov, V. O. Grinkevich, H. Dija // *Vestnik NTU «HPI»*. – 2015. – № 47. – S. 82–85.
6. *Doslidzhennja napruzhenno-deformovanogo stanu pri protjazhki titanovogo splavu z metoju optimizacii parametriv kuvannja* / V. L. Chuhlib, E. S. Klemeshov, V. O. Grinkevich, H. Dija // *Vestnik NTU «HPI»*. – 2015. – № 24. – S. 159–166.
7. *Dorohov N. N. Tehnologicheskij process kovki krupnyh pokovok* / N. N. Dorohov, M. G. Zlatkin. – M. : Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo mashinostroitel'noj literatury, 1950. – 191 s.
8. *Tehnologija kuvannja : pidruchnik dlja studentiv vishnih tehnicnih navchal'nih zakladiv* / L. M. Sokolov, I. S. Aliev, O. E. Markov, L. I. Alieva. – Kramatorsk : DDMA, 2011. – 268 s.

Клемешов Е. С. – аспірант НМетАУ;

Чухліб В. Л. – д-р техн. наук, проф. НМетАУ;

Шифрін Є. І. – канд. техн. наук, перш. зам. ген. дир. ПрАТ «Дніпропрес Сталь».

НМетАУ – Національна металургійна академія України, м. Дніпро.

ПрАТ «Дніпропрес Сталь» – Приватне акціонерне товариство «Дніпропрес сталь», м. Дніпро.

E-mail: klemeshov.evgen@gmail.com