

УДК 621.73, 621.777

Євстратов В. О.

ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКРИТИХ ШТАМПІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШТАМПОВАНОК ВІСЕСИМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ГАРЯЧИМ ШТАМПУВАННЯМ

З літератури добре відомо, що процес штампування в закритих штампах має значні переваги [1–4]. По-перше, макроструктура штампованок, які виготовлені у закритих штампах, значно краща, ніж макроструктура тих же штампованок, але виготовлених у відкритих штампах. По-друге, при штампуванні у закритих штампах в середньому на 10% зменшується витрата металу. По-третє, у зв'язку з відсутністю ґрату немає необхідності у виконанні досить трудомісткої операції його обрізування. Нарешті, ширина закритих штампів B_2 завжди менша, ніж ширина B_1 відкритих, а це призводить до скорочення витрат кошовної легованої інструментальної сталі. Отже, безперечно, що для виготовлення вісесиметричних (особливо круглих у плані) штампованок використання закритих штампів дає істотні переваги. У технічному плані – це підвищення якості деталей через поліпшення макроструктури штампованки, а також спрощення виготовлення штампа. В економічному плані – це зменшення витрат металу (в тому числі й легованої інструментальної сталі), підвищення продуктивності праці, зменшення капітальних і поточних витрат. Але в підручниках підкреслюється, що стійкість закритих штампів значно нижча, ніж стійкість відкритих [2].

Мета цієї статті полягає в тому, щоб подолати забобони про те, що стійкість закритих штампів значно нижча, ніж стійкість відкритих штампів (незважаючи на те, на якому з видів обладнання здійснюється штампування).

При штампуванні на молоті забобон про низьку стійкість закритих штампів виник через те, що штампування в закритих штампах здійснюють так само, як і у відкритих. При цьому не зважають на те, що процес формоутворення в закритих штампах іде зовсім не так, як у відкритих.

У відкритих штампах процес формозміни заготовки можна умовно розділити на три стадії [2]: 1) формозміна заготовки, при якій стінки рівчача, що прилягають до ґратового містка, ще не впливають на напрямки течії металу. Це стадія вільної формозміни заготовки; 2) спрямована формозміна заготовки, в процесі якої стінки рівчача, що прилягають до ґратового містка, істотно впливають на плин металу. Це визначає заповнення рівчача й часткове витиснення надлишкового металу в ґратову канавку. Це стадія заповнення рівчача; 3) витиснення надлишкового металу в кишеню ґратової канавки. Це стадія так званого «доштамповування».

Третя стадія починається тоді, коли рівчак цілком заповниться металом, а завершуються тоді, коли верхня й нижня частини штампа зімкнуться по поверхні їхнього з'єднання (ПЗШ), як це показано на рис. 1, а. Штампувальник легко встановлює цей момент: коли рівчак відкритого штампа ще заповнюється металом – звук удару глухий, а коли верхня і нижня частини штампів змикаються – звук удару дзвінкий.

Третя стадія штампування у відкритому штампі обов'язкова, оскільки через зношування рівчача його об'єм поступово збільшується. Якщо не передбачити в заготовці певного надлишку металу, то після виготовлення перших же десятків або сотень штампованок ми одержуватимемо суцільний брак через незаповнення рівчача. А тому в новому штампі завжди певна частина заготовки витискається у кишеню ґратової канавки.

При штампуванні в закритих штампах третя стадія не передбачається, оскільки об'єм заготовки розраховують без надлишку металу (який у відкритих штампах витискається в кишеню гратової канавки). Саме тому в закритому штампі треба деформувати заготовку тільки у дві стадії.

Об'єм заготовки розраховують так, щоб компенсувати лише збільшення об'єму рівчака через його зношування. Ось чому при виготовленні перших штампованок у закритому штампі (на відміну від відкритого) їхня фактична висота після завершення другої стадії (тобто заповнення рівчака) може дещо перевищувати висоту штампованки, яка зазначена на її кресленику. Але саме в цей момент треба завершити процес штампування в закритому штампі. Щоб це зробити й одержати високу стійкість рівчака закритого штампа, процес штампування треба зупинити на цій стадії, ні в якому випадку не доводячи до з'єднання верхньої й нижньої частин штампа по дзеркалу, тобто, забезпечити проміжок H , як це показано на рис. 1, б.

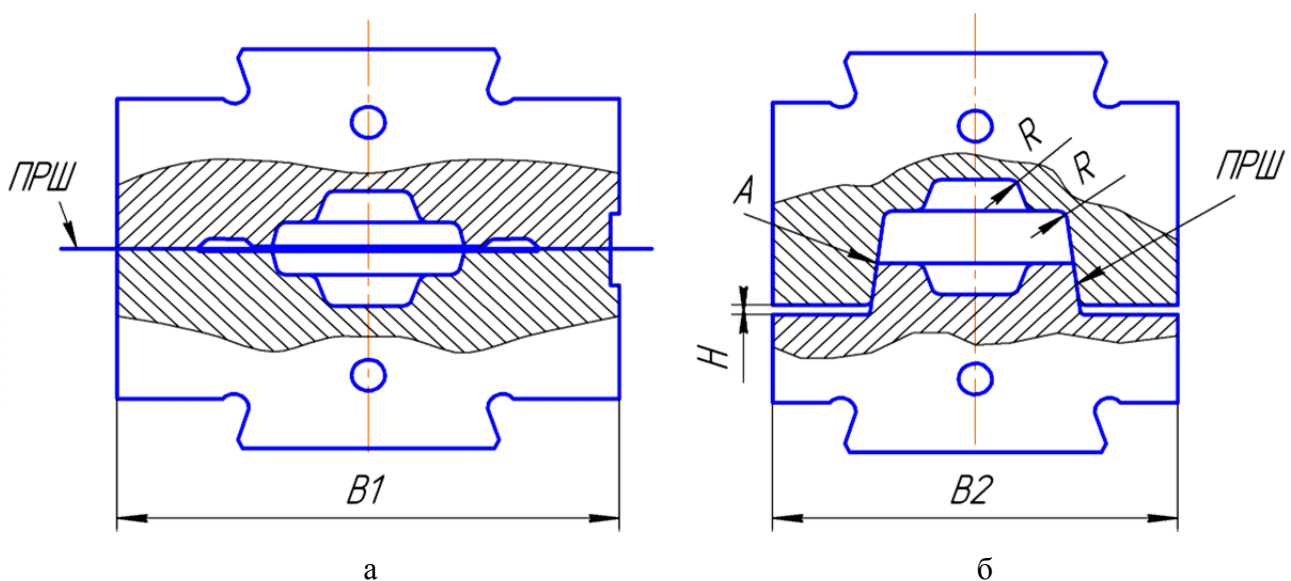


Рис. 1. Схеми відкритого (а) і закритого (б) штампів

При штампуванні на молоті цей момент установити досить просто: радіуси округлення штампованки R (елементи тороподібних поверхонь) виглядають шорсткими (як апельсинова шкірка), якщо вони формувалися вільно, але ці ж елементи мають блискучу (дзеркальну) поверхню, якщо вони формувалися штампом (тобто, коли поверхня всієї штампованки стикалася з рівчаком). Крім того, на нижньому торцяку штампованки (див. рис. 1, б, місце A) на заключному етапі другої стадії може утворитися невелика задирка. Ця задирка може стати значною, якщо штампувальник намагатиметься «доштампувати» деталь. Саме намагання «доштампувати» деталь і довести процес до змикання дзеркала верхньої та нижньої частин штампів ($H = 0$, як це завжди роблять при штампуванні на молоті у відкритому штампі), призводить до утворення в місці A значної задири, що обумовлює замикання рівчака, його перевантаження та пластичну деформацію штампа в радіальному напрямку (або навіть його руйнування). Об'єм рівчака збільшується не через зношування його поверхонь, а через збільшення діаметральних розмірів рівчака, які викликані пластичною деформацією штампа в радіальному напрямку.

Отже, щоб не перевантажувати рівчак і забезпечити високу стійкість закритого штампа, досить пояснити це штампувальникові. Він швидко усвідомлює, що треба закінчувати штампування, не зважаючи на наявність проміжку H (див. рис. 1, б), але після кожного удару

звертати увагу на радіуси округлення штампованки і наявність задирки на нижньому торцяку: коли всі поверхні штампованки стануть блискучими, а в місці *A* сформується невисока задирка, то друга стадія штампування буде завершена без перевантаження рівчака та пластичної деформації штампа. Якщо дотримуватися цих рекомендацій, то стійкість закритого штампа виявиться навіть вищою, ніж стійкість відкритого. Стійкість відкритого штампа найчастіше визначається стійкістю ґратового містка, а оскільки саме тут маємо найбільший шлях тертя, то зношення закритого штампа буде навіть меншим, ніж зношення відкритого.

Те, що матимемо трохи збільшений припуск на механічне оброблення по висоті штампованки, не має істотного значення. По-перше, режими токарного оброблення допускають зрізання таких припусків без збільшення кількості проходів, а по-друге, збільшений припуск поступово зменшуватиметься в процесі зношування рівчака (у межах допуску).

Таким чином, штампування в закритих штампах на молоті технічно можливе й економічно доцільне.

Штампування в закритих штампах на гідравлічних пресах виявляється можливим і доцільним за умови, коли в системі повідні преса є регулятор тиску (або навіть простий манометр). Методом проб і помилок (за кілька послідовних ходів поковзня) прес можна відрегулювати на той тиск, що забезпечуватиме заповнення рівчака, але не приводитиме до його перевантаження й пластичної деформації (або навіть руйнування) штампа. Якщо ж прес має тільки манометр, то можна зафіксувати таке його показання, що відповідає мінімальному зусиллю, яке необхідне для заповнення рівчака й виготовлення доброякісної штампованки, а в процесі штампування його не перевищувати. Налаштуватись на такий режим штампування (якщо прес має тільки манометр) штампувальник може досить швидко навіть за не дуже високої кваліфікації.

Штампування в закритих штампах на корбових пресах (зокрема на КГШП) виявляється можливим і доцільним лише при значно складніших умовах. Давні спроби використання закритих штампів на корбових пресах не були успішними, оскільки цей вид устаткування має так звану жорстку кінематичну характеристику головного виконавчого механізму (чітко визначену закриту висоту), а штампування здійснюється за один хід. Через це на такому пресі в закритому штампі неможливо закінчити процес деформування точно в момент завершення другої стадії. Це призводить до того, що заготованка, об'єм якої на початку експлуатації нового штампа завжди більший, ніж фактичний об'єм рівчака, піддається всебічному рівномірному стисканню, а штамп через значне перевантаження деформується пластично (або руйнується, якщо його твердість велика). Саме тому на корбових пресах закриті штампи досить часто руйнувались [5].

Незважаючи на те, що помилкові уявлення про низьку стійкість закритих штампів укорінилося в свідомості штампувальників, спроби використання закритих штампів на пресах здійснювалися давно. Принаймні, в 1964 році автором разом з В. К. Лобановим на Харківському заводі ім. Малишева було впроваджене виготовлення кришки на КГШП-1600 у закритому штампі з компенсатором [6]. Особливість нашого підходу до попередження перевантаження рівчака закритого штампа полягала в тому, що, по-перше, порожнину для компенсації надлишкового металу розташовували в тім місці рівчака, яке заповнювалось металом в останню чергу, а, по-друге, протитиск здійснювали за допомогою потужної пружини.

В останніх роботах Мосстанкіна [7] (автор – проф. Артеc А. Э.) запропонований штамп із гідроблоком протитиску для штампування в закритому штампі. Розроблено модельний ряд штампів з гідроблоком протитиску. У цьому ряді є штампи з максимальною силою протитиску 6 630 кН. Штампи з гідроблоками протитиску вимагають використання гідравлічної насосної станції, а також спеціального пристрою (теплообмінника) для охолодження

робочої рідини. Штампи і згадані вище системи досить складні. Це обумовлено тим, що гідроблок протитиску сприймає повне зусилля деформації. Проте, завдяки значним перевагам закритих штамів, варто йти навіть на істотне ускладнення їхніх конструкцій.

Штамування в закритих штампах на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ) здійснюється значно легше, ніж на корбових пресах (хоча ці машини також мають жорстку кінематичну характеристику). Це обумовлено трьома особливостями ГКМ. По-перше, ГКМ мають передній упор, за допомогою якого можна регулювати об'єм заготовки, яка подається в ривчак, і визначати його без значного надлишку. По-друге, наявність у штампах ГКМ двох поверхонь з'єднання значно збільшує їхню піддатливість, тобто, здатність розміщати надлишковий об'єм заготовки без істотного збільшення навантажень на ривчак. По-третє, при штампуванні на ГКМ на передньому торчаку штампованки можливе (і допустиме!) утворення задирки достатнього об'єму, щоб попередити перевантаження ривчака.

Штамування в закритих штампах на фрикційних пресах виявляється можливим завдяки тому, що на цьому виді обладнання досить просто регулювати енергію удару. Тому досвідчений штампувальник здатний легко встановити таку енергію удару, яка, з одного боку, є достатньою для заповнення ривчака, а з іншого боку – недостатня для пластичної деформації або руйнування штампа. До речі, на ГКМ і фрикційних пресах виготовляють переважно вісесиметричні деталі, формоутворення яких не вимагає потреби в додаткових підготовчих операціях.

ВИСНОВКИ

Аналіз стадій штампування у відкритих і закритих штампах показав, що використання закритих штамів для виготовлення штампованок вісесиметричної форми гарячим штампуванням на молотах, гідравлічних і корбових пресах, ГКМ і фрикційних пресах обґрунтоване. Штампування виробів у закритих штампах дозволяє одержати істотний технічний і економічний ефект. У ринкових умовах на це треба звертати увагу, щоб підвищити ефективність виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ганаго О. А. *Безоблойная штамповка на молотах* / О. А. Ганаго, И. Я. Тарновский. – Свердловск : Машиз, 1955. – 87 с.
2. Охрименко Я. М. *Технология кузнечно-штамповочного производства* / Я. М. Охрименко. – М. : Машиностроение, 1966. – 599 с.
3. Mielnik E. M. *Metalworking science and engineering* / E. M. Mielnik. – McGraw-Hill, Inc, 1991. – 976 p.
4. *Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в двух томах* / под ред. М. В. Сторожева. – М. : Машиностроение, 1967. – 435 с.
5. Данченко В. М. *Теорія процесів обробки металів тиском* / В. М. Данченко, В. О. Гринкевич, О. М. Головка. – Дніпропетровськ : Пороги, 2008. – 370 с.
6. Евстратов В. А. *Штамповка крышки на кривошипном горячештамповочном прессе в закрытом штампе с компенсатором* / В. А. Евстратов, В. К. Лобанов // *Машиностроитель*. – 1965. – № 3. – С. 12–15.
7. Артес А. Э. *Штамп с гидроблоком противодавления* / А. Э. Артес. – М. : Станкин, 2009. – 2 с.

Євстратов В. О. – д-р техн. наук, проф. НТУ «ХП».

НТУ «ХП» – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.

E-mail: ewa.ond@mail.ru

Стаття надійшла до редакції 03.02.2012 р.