

УДК 621.73.073

Холодняк Ю. С.  
Подлесный С. В.  
Григорьев А. А.  
Цимбалист В. В.  
Щербатых С. В.

### ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАНДАЖИРОВАННЫХ ШТАМПОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

На нынешнем этапе развития отечественной промышленности особо актуальной остаётся проблема экономии материальных и энергетических ресурсов. Определённый вклад в решение этой проблемы и призвана внести данная работа, являющаяся продолжением работ Донбасской государственной машиностроительной академии по созданию экономичной штамповой оснастки для получения заготовок лопаток авиационных газотурбинных двигателей.

В ОАО «Мотор Сич», как и на ряде других предприятий авиадвигательостроения бывшего СССР, при штамповке поковок из жаропрочных сталей и титановых сплавов широко используются бандажированные штампы (рис. 1), каждая из половин которых (полуштамп) состоит из литой обоймы 1 и охватываемой ею конической рабочей вставки 2, в которой размещают гравюру штампа [1].

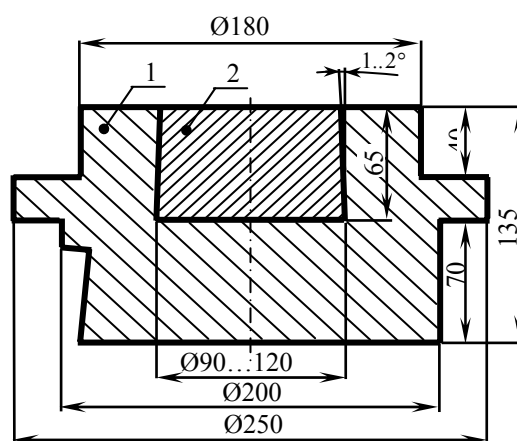


Рис. 1. Полуштамп литой бандажированный:  
1 – обойма; 2 – вставка

Указанные штампы изготавливают по технологии [2], разработанной более 20 лет назад. В качестве материала вставок используют литую быстрорежущую сталь Р18Л или Р6М5Л, обойму отливают из стали 5ХНВЛ. Сочленение вставки с обоймой происходит при отливке последней в керамическую форму, на дно которой перед заливкой устанавливают вставку в сыром (отожжённом) состоянии. Закалку штампа производят путём обдува его сжатым воздухом после извлечения из литейной формы, затем следуют операции отпуска и механообработки.

Основной недостаток этих штампов – их сравнительно невысокая стойкость и, как следствие, значительные удельные (в расчёте на 1 т поковок) затраты на производство оснастки.

В ранее опубликованной работе [3] вскрыты основные причины невысокой стойкости указанных штампов: литая структура вставок и небольшая глубина их прокаливаемости, обусловленная несовершенством реализуемого режима закалки. По результатам этой работы намечены радикальные пути повышения стойкости бандажированных штампов. Это – замена существующего материала вставок более качественными материалами, прежде всего порошковой быстрорежущей сталью [4], и изменение технологии изготовления полуштампов, подразумевающее раздельное изготовление обойм и вставок (с термообработкой последних по оптимальному режиму) и последующее их сочленение по прессовой посадке. При этом вставки перестают быть коническими.

Результаты последующей работы [5], в которой вставки изготавливали из стали Р6М5Ф3 – МП производства завода «Днепроспецсталь» (г. Запорожье), в полной мере подтвердили эффективность указанных изменений в конструкции и технологии изготовления бандажированных штампов. Вместе с этим они дали импульс для дальнейшего совершенствования конструкции названных штампов в направлении повышения их экономичности [6–11]. Основная идея этих усовершенствований – достижение возможности неоднократного использования обойм, в которые запрессовываются рабочие вставки.

Первая из усовершенствованных конструкций [7], в которой обоймы выполнены сборными, была принята к опытно-промышленному внедрению на Снежнянском машиностроительном заводе ОАО «Мотор Сич» (СМЗ) и подверглась более чем полуторагодичной эксплуатации при производстве заготовок для серийных лопаток из титановых сплавов ВТ8 и ВТ3-1.

Целью настоящей работы является обобщение опыта эксплуатации штампов указанной конструкции с оценкой их технико-экономической эффективности.

Принципиальная схема полуштампа со сборной обоймой представлена на рис. 2. Он состоит из бандажа 1, в который запрессована цилиндрическая вставка 2, донной части 3, винтов 4 и штифтов 5, с помощью которых бандаж и донная часть образуют сборную обойму.

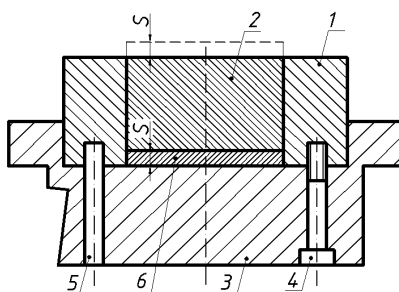


Рис. 2. Полуштамп со сборной обоймой:

1 – бандаж; 2 – вставка; 3 – донная часть; 4 – винт; 5 – штифт; 6 – компенсирующая прокладка

В новом полуштампе высота вставки соответствует высоте бандажа. При первом ремонте бандаж отделяют от донной части, вставку выпрессовывают из него на высоту  $S$ , необходимую для восстановления гравюры, после чего производится снятие с торца вставки слоя материала толщиной  $S$  и гравюру углубляют до исходного состояния. Отремонтированный полуштамп собирают, подкладывая под вставку компенсирующую прокладку 6 соответствующей толщины ( $S$ ). Указанная процедура повторяется при каждом из последующих ремонтов до тех пор, пока высота вставки не достигнет минимально допустимого значения и изношенная вставка будет заменена новой.

Рабочие вставки в штампах для опытно-промышленного внедрения имели диаметр 90 мм и были изготовлены из прутка быстрорежущей порошковой стали Р6М5Ф3-МП производства завода «Днепроспецсталь»; диаметр прутка – 102 мм. Вставки обработаны на твердость HRC 63...65 по обычному режиму. Материал бандажей, донных частей и компенсирующих прокладок – ковкая сталь 5ХНМ (HRC 50). Натяг в соединении бандажей и вставок составил около 0,3 мм на диаметр (посадка  $\text{Ø}90 \text{ H8/z8}$ ).

Опытные штампы использовали на операциях штамповки и калибровки, осуществляемых на электровинтовых прессах  $\text{Ф}1734$  и  $\text{Ф}1736$ ; для штамповки использовали предварительно экструдированные заготовки (рис. 3).

Результаты эксплуатации опытных штампов фиксировались в паспортах, действующих на заводе.

Обобщение этих результатов показало, что межремонтная стойкость опытных штампов (использовавшихся на операциях как штамповки, так и калибровки) в среднем составляет 3300 штук поковок, что более чем вдвое больше, чем у традиционных (литых) штампов

при одинаковом с ними числе возможных ремонтов – 5. Причины выхода из строя опытных штампов такие же, как и у традиционных: искажение формы гравюры и неглубокие разгарные трещины.

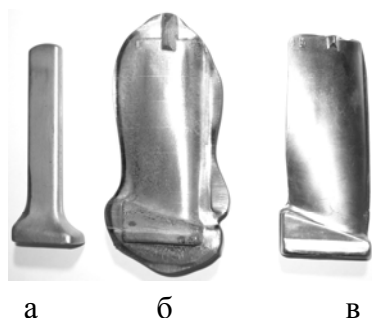


Рис. 3. Переходы изготовления поковки лопатки:

а – экструдированная заготовка; б – штампованная заготовка; в – поковка после обрезки облоя и калибровки

В целом штампы со сборной обоймой оказались вполне приемлемыми для широкого внедрения в производство. Вместе с тем в процессе их опытной эксплуатации выявился их один существенный недостаток – появление задигов на бандажах от выпрессовываемых вставок, что, по-видимому, является следствием чрезмерной величины напряжения, заложенного в конструкцию этих штампов.

Указанное обстоятельство не позволило реализовать в опытных штампах идею повторного использования бандажей; их решено было заменять вместе со сменой отработанных вставок, а повторно использовать только донные части обойм. Очевидно, что реализация указанной идеи станет возможной только после установления оптимальной величины натяга в соединении бандажа со вставкой.

Расчеты показывают, что переход на штампы описанной конструкции, даже в случае одноразового использования бандажей, сулит значительный экономический эффект – порядка 3,4 тыс. грн на 1 т поковок.

Решение задачи оптимизации величины натяга между бандажом и вставкой, открывающей путь к повторному использованию бандажей, позволит не только увеличить эффективность описанных штампов со сборной обоймой, но и реализовать на практике другие эффективные конструкции подобных штампов, в частности, конструкцию [10], в которой бандаж и донная часть составляют единое целое – неоднократно используемую обойму с запрессованной в нее рабочей вставкой максимальной возможной высоты (рис. 4).

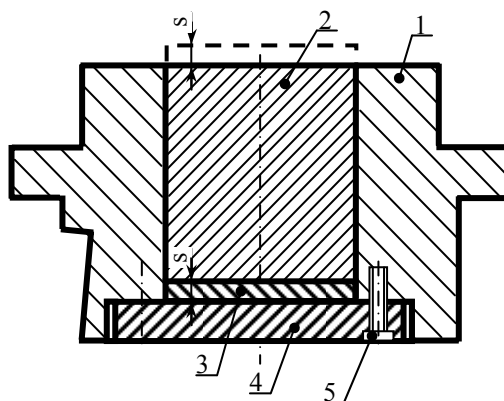


Рис. 4. Полуштамп с цельной обоймой:

1 – обойма; 2 – вставка; 3 – компенсирующая прокладка; 4 – крышка; 5 – винты

Преимущество указанной конструкции – в дополнительной экономии быстрорежущей стали за счет уменьшения (в процентном соотношении) утилизируемых остатков рабочих вставок.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что усовершенствованная конструкция бандажированных штампов – со сборными обоймами и запрессованными в них рабочими вставками из порошковой быстрорежущей стали – более экономична в сравнении с традиционными (литыми) штампами для лопаток авиамоторостроения и может быть рекомендована к широкому промышленному внедрению.

Указанная конструкция позволяет более чем вдвое увеличить стойкость штампов, обеспечить повторное использование донных частей обойм и за счет этого экономить до 3,4 тыс. грн в расчете на 1 т поковок.

Для достижения максимальной эффективности указанной и других подобных конструкций бандажированных штампов целесообразно провести дальнейшие исследования в направлении оптимизации величины натяга между бандажами и вставками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петрова Т. А. Прогрессивная технология изготовления и контроля штампов для горячего деформирования заготовок / Т. А. Петрова, В. Н. Старченков. – М. : ВНИИТЭМР, 1990. – 56 с.
2. Прогрессивная технология изготовления и контроля штампов для горячего деформирования. Руководящий технический материал : РТМ 1.41970 – 89/НИИТ. – М., 1989. – 36 с.
3. Пути повышения эффективности литых бандажированных штампов / Ю. С. Холодняк, В. К. Заблоцкий, И. Ю. Холодняк и др. // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. – Краматорськ : ДДМА, 2004. – С. 114–116.
4. Порошковая быстрорежущая сталь – перспективный материал для рабочих элементов тяжелонагруженных штампов / Ю. С. Холодняк, Г. А. Кочеров, С. В. Подлесный, Ю. А. Дарда // Совершенствование процессов и оборудования обработки давлением в машиностроении и металлургии. – Краматорск : ДГМА, 1999. – С. 292–294.
5. Опыт использования порошковой быстрорежущей стали для рабочих элементов тяжелонагруженных штампов / Ю. С. Холодняк, Е. Ю. Роменский, Г. А. Кочеров, В. В. Цимбалист // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – С. 602–605.
6. Совершенствование конструкции бандажированных штампов / Ю. С. Холодняк, Е. Ю. Роменский, Г. А. Кочеров, В. В. Цимбалист // Вісник ДДМА. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – № 1 (3). – С. 70–72.
7. Пат. 12987 Україна, МПК В21J 13/02. Штмп напруженої конструкції / Холодняк Ю. С., Роменський Є. Ю., Кочеров Г. А., Цимбаліст В. В.; власник : Донбаська державна машинобудівна академія. – и 2005 07393; заявл. 25.07.05; опубл. 15.03.06, Бюл. № 3. – 2 с.
8. Пат. 19191 Україна, МПК В21J 13/02. Штмп напруженої конструкції / Холодняк Ю. С., Роменський Є. Ю., Кочеров Г. А., Цимбаліст В. В.; власник : Донбаська державна машинобудівна академія. – и 2006 04578; заявл. 25.04.06; опубл. 16.12.06, Бюл. № 12. – 2 с.
9. Пат. 28821 Україна, МПК В21J 13/02. Штмп напруженої конструкції / Холодняк Ю. С., Подлесний С. В., Роменський Є. Ю., Кочеров Г. А., Цимбаліст В. В.; власник : Донбаська державна машинобудівна академія. – и 2007 08473; заявл. 23.07.07; опубл. 25.12.07, Бюл. № 21. – 2 с.
10. Пат. 36255 Україна, МПК В21J 13/02. Штмп напруженої конструкції / Холодняк Ю. С., Подлесний С. В., Роменський Є. Ю., Кочеров Г. А., Цимбаліст В. В.; власник : Донбаська державна машинобудівна академія. – и 2008 03102; заявл. 11.03.08; опубл. 27.10.08, Бюл. № 20. – 2 с.
11. Пат. 42989 Україна, МПК В21J 13/02. Штмп напруженої конструкції / Холодняк Ю. С., Подлесний С. В., Роменський Є. Ю., Кочеров Г. А., Цимбаліст В. В.; власник : Донбаська державна машинобудівна академія. – и 2009 02512; заявл. 20.03.09; опубл. 27.07.09, Бюл. № 14. – 2 с.

Холодняк Ю. С. – канд. техн. наук, доц. кафедры ТМ ДГМА;

Подлесный С. В. – канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой ТМ ДГМА;

Григорьев А. А. – студент ДГМА;

Цимбалист В. В. – гл. металлург СМЗ;

Щербатых С. В. – вед. технолог СМЗ.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

СМЗ – Снежнянский машиностроительный завод ОАО «Мотор Сич», г. Снежное.

E-mail: texmex@dgma.donetsk.ua