

УДК 621.73

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ТУРБИННОЙ ЛОПАТКИ ИЗ СТАЛИ 12Х13

Ярослав Игоревич Яковлев

*Студент 4 курса, бакалавриат,  
кафедра «Технологии обработки давлением»  
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: А. И. Алимов,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки давлением»*

Объектом исследования является технология изготовления рабочей лопатки цилиндра низкого давления паровой турбины из нержавеющей стали 12Х13. Трехмерная модель данной детали представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Модель лопатки цилиндра низкого давления

Данный тип детали характеризуется криволинейностью поверхности пера и большой разницей в площади поперечного сечения пера и хвостовика, что приводит к низкой технологичности детали.

Целью работы является получение детали без дефектов за счет использования рационального способа получения предварительной заготовки, максимально уменьшив при этом количество переходов.

При выполнении работы для моделирования процессов обработки давлением был использован программный комплекс QForm.

В работе были исследованы несколько процессов штамповки лопатки с разными способами получения предварительной заготовки:

Классические методы: радиальное обжатие (коэффициент использования материала КИМ=0,74), высадка (КИМ=0,59).

Предложенный метод: винтовое выдавливание (КИМ=0,60).

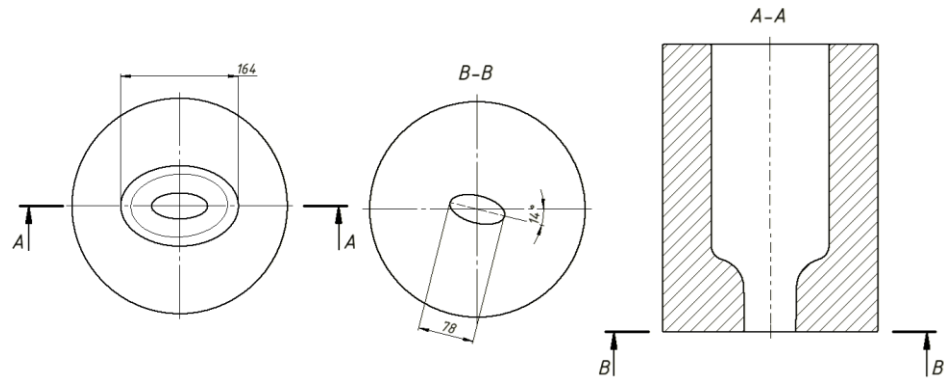
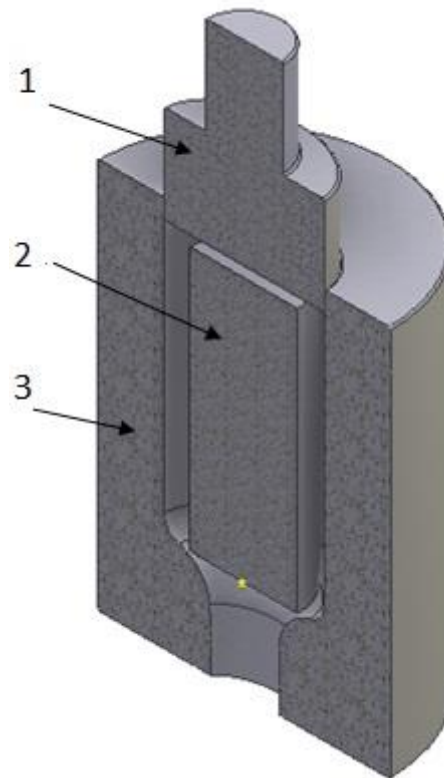


Рисунок 2. Эскиз матрицы для винтового выдавливания.



1-пуансон, 2-заготовка, 3-матрица.  
Рисунок 3. Модель штамповой оснастки

Рациональным методом получения заготовки был признан метод радиального обжатия по следующим причинам:

- самый высокий коэффициент использования материала (КИМ=0,74);
- равномерное распределение облоя;

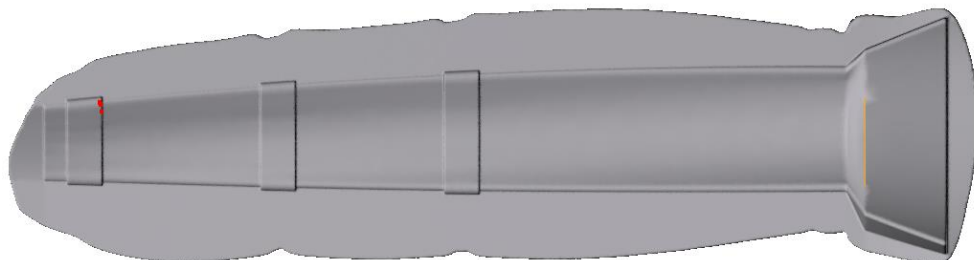


Рисунок 4. Поковка после моделирования в QForm.

Главным недостатком данного метода является необходимость наличия в парке оборудования радиально-обжимной машины.

В случае отсутствия необходимого оборудования, предпочтительным является предложенный метод с винтовым выдавливанием, который обладает следующими преимуществами:

- хорошее позиционирование заготовки в окончательном ручье;
- простота использования.

Было предложено конструктивное изменение поковки, которое помогло избавиться от такого дефекта, как зажим.

Расчетная поковка представлена на рисунке 5.

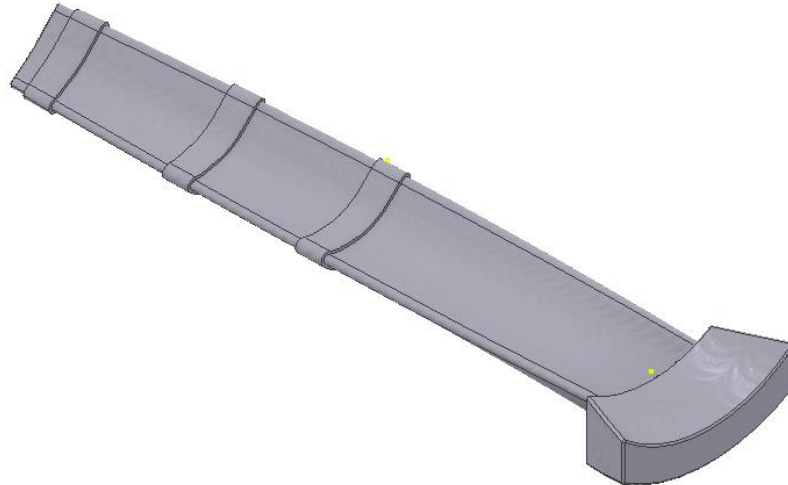


Рисунок 5. Расчетная поковка.

С помощью моделирования процесса горячей штамповки в окончательном ручье в программном комплексе QForm, была получена поковка с дефектом зажим в зоне перехода от хвостовика к перу, который показан на рисунке 6.

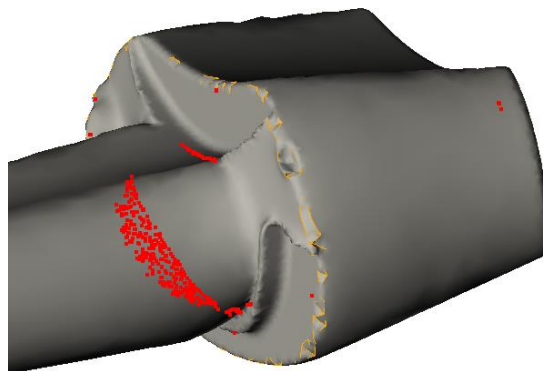


Рисунок 6. Дефект зажим.

Были назначены дополнительные напуски и уклоны, показанные на рисунке 7.

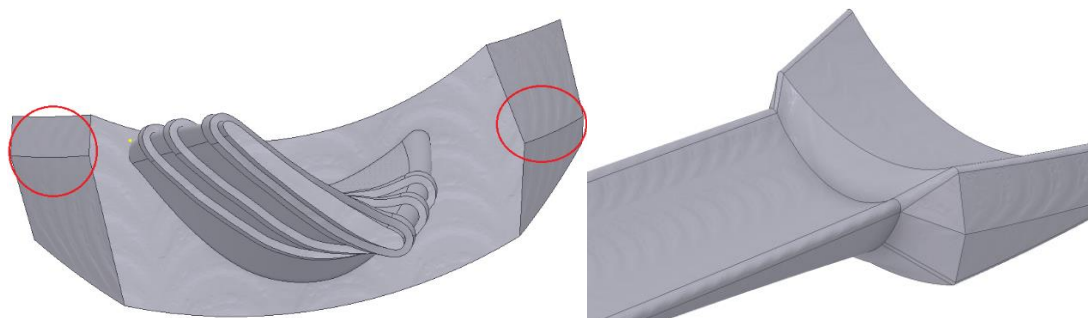


Рисунок 7. Предложенные напуски и уклоны у расчетной поковки.

Была получена поковка без дефектов.

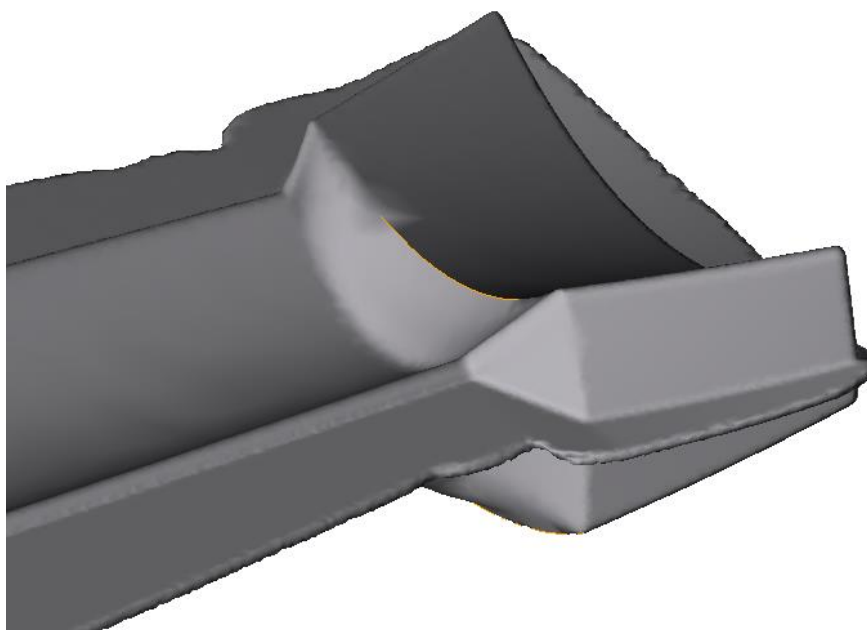


Рисунок 8. Полученная поковка.

Вывод: Самым рациональным методом получения заготовки для штамповки в окончательном ручье является метод радиального обжатия по следующим причинам:

- самый высокий КИМ (КИМ = 0,74);
- равномерное распределение облоя;
- отсутствие дефектов.

### Литература

1. Семенов Е. И. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х томах, Т.2. Горячая объемная штамповка. С.7-29, 31-81,235-329.
2. Бушуев М. Н. Технология производства турбин. 400 с.
3. Крымов В. В. Производство лопаток газотурбинных двигателей. 374 с.