

## ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЛОПАТОК КВД ГТД МЕТОДОМ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ И ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СПЛАВОВ

Масликов И.С., Морозов С.В., Родин Е.В.

Филиал АО «ОДК» «НИИД», i.maslikov@uecrus.com, Москва, Россия

*Ключевые слова: выдавливание, смазочные материалы, Qform, никелевые сплавы.*

Лопатки КВД ГТД являются крупносерийными деталями, заготовки которых изготавливаются методами горячей пластической деформации из жаропрочных титановых, никелевых и, в перспективе, интерметаллидных титановых сплавов. Таким образом повышение стойкости штамповой оснастки является актуальной задачей для обеспечения непрерывности производства авиационных двигателей.

Одним из методов получения заготовок лопаток является горячее выдавливание. Сущность технологии заключается в продавливании металла, заключенного в замкнутую полость, через отверстие сечения меньшего, чем площадь сечения исходного металла. Известно, что выход из строя рабочих поверхностей штамповой оснастки в большинстве случаев связан с износом и разрушением поверхностных слоев матрицы.

Предметом исследования является изучение влияния коэффициента трения на напряжения, возникающие в матрице штампа разъемной конструкции при выдавливании. В настоящее время в качестве технологических смазок используют сотни различных веществ. Трудность выбора оптимального состава смазки для каждого конкретного процесса обработки заключается в том, что она должна одновременно удовлетворять целому ряду требований таких как: малый коэффициент испарения, эффект снижения износа и обладать защитными свойствами от коррозии оснастки. Отсутствие смазки при штамповке или ее неправильный выбор, приводит к преждевременному образованию выкрашиваний или разгарных трещин в штампе.

Для определения напряжений, возникающих в матрице, применено математическое моделирование в программном комплексе QForm, который обладает большой базой данных деформируемых материалов, инструментальных материалов, оборудования и смазок

Таблица 1 - Исходные данные для моделирования

№	Материал заготовки	Материал штампа	Усилие пресса, МН	$T_{заг}, ^\circ$	$T_{инстр}, ^\circ$ С	$\mu$	Смазка
1	ЭП718 (ХН45МВТЮБ Р)	ДИ23 (5Х3В3МФС)	1,6	1120	180	0,2	АГ-4
2						0,25	СТ-26
3						0,3	Масло+ графит
4						0,4	ОГВ-75
5						0,5	Сухое трение

На рис. 1 представлена 3D модель штамповой оснастки для направляющей лопатки 5 ступени, подготовленной для расчета.

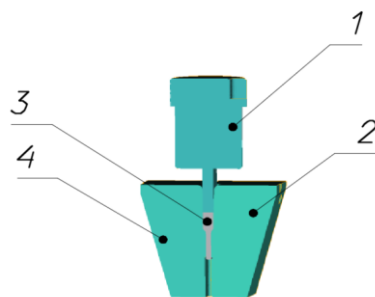


Рисунок 1 – Штамп с пуансоном в программе Qform:  
1-пуансон, 2-левая вставка, 3-заготовка, 4-правая вставка

В качестве критерия оценки напряженно-деформированного состояния штампа был выбран параметр интенсивности напряжений, рис 2. Зависимость интенсивности напряжений от коэффициента трения приведена на графике, рис 3.

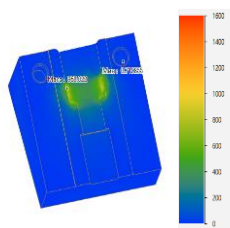


Рисунок 2 – Интенсивность напряжений на инструменте

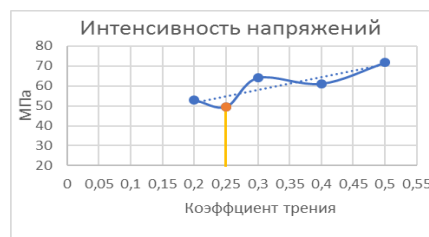


Рисунок 3 - График зависимости интенсивности напряжений от коэффициента трения

### Заключение

Определена зависимость интенсивности напряжений, возникающих в штамповой оснастке, от коэффициента трения при горячем выдавливании.

Найдено значение коэффициента трения  $\mu = 0,25$ , обеспечивающее минимальное напряжение в матрице, при котором достигается максимальный коэффициент запаса прочности материала штампа и соответственно наибольшая стойкость штампа. Этот коэффициент трения соответствует коллоидно-графитовой суспензии СТ-26, что используется на производственном комплексе «Салют» АО «ОДК».

### Список литературы

1. Петров, А.Н. Коллоидно-графитовые смазочные материалы в процессах горячего деформирования сталей и сплавов: монография / А. Н. Петров. – М.: МГМУ «МАМИ», 2012. – 212 с.
2. Петров, А.Н. Коллоидно-графитовые смазочные материалы в процессах обработки металлов давлением: монография / А. Н. Петров. – Москва: Московский Политех, 2019. – 216 с.
3. Петров А.Н., Петров П.А., Петров М. А. Теория обработки металлов давлением: штампы, износ, смазочные материалы: учебное пособие для вузов / А. Н. Петров, П. А. Петров, М. А. Петров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 130 с. – (Высшее образование).

### Сведения об авторах

Масликов Иван Сергеевич, инженер-технолог, i.maslikov@uecrus.com, Россия, Москва, филиал АО «ОДК» «НИИД»

Морозов Сергей Викторович, канд. техн наук, morozov-sv@uecrus.com, Россия, Москва, филиал АО «ОДК» «НИИД»

Родин Евгений Валерьевич, заместитель директора, e.rodin@uecrus.com, Россия, Москва, филиал АО «ОДК» «НИИД»

**INCREASING THE DURABILITY OF DIE TOOLING FOR THE MANUFACTURE OF  
BLANKS FOR LPC GTE BLADES BY HOT DEFORMATION FROM HEAT-RESISTANT  
NICKEL AND INTERMETALLIC ALLOYS**

Maslikov I.S., Morozov S.V.

Branch of JSC "UEC" "NIID", i.maslikov@uecrus.com, Moscow, Russia

*Keywords: extrusion, lubricants, Qform, nickel alloys*

Ensuring reliable operation of dies in production affects the quality of the finished product and their cost in general. The durability of dies is characterized by a set of parameters, one of which is a lubricant. In this paper, we simulated the process of extrusion of the workpiece LPC GTE blades of heat-resistant nickel alloy. Then simulation data was compared with production data.