

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

НИТУ «МИСиС»

Филонов М.Р.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Князева Ярослава Олеговича «Разработка технологии штамповки поковок компрессорных лопаток авиационных газотурбинных двигателей из титанового сплава», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09. «Технологии и машины обработки давлением».

Актуальность для науки и практики. В технических требованиях к лопаткам авиационного двигателя предъявляются очень жесткие требования, в частности к отклонениям профиля пера. Поэтому их изготовление весьма сложный и дорогостоящий процесс. Существует ряд способов производства данных деталей: литьё, высокоскоростная механическая обработка, вальцовка профиля пера лопатки с предварительной протяжкой замка. Однако литьё оказывается весьма дорогостоящим при производстве лопаток последних ступеней компрессора высокого давления, кроме того, из-за небольшой толщины пера напуски на механическую обработку при высокоскоростном фрезеровании также велики, поэтому наиболее рациональным для производства таких лопаток использовать технологию с формированием профиля пера методом холодного вальцевания. Но для данного технологического процесса необходимо использовать заготовку с пером близкую по форме к готовому изделию.

В литературном обзоре (раздел 1) показано, что использовать классические заготовительные процессы применительно к производству поковок лопаток небольшой длины со значительным перепадом площадей

поперченного сечения либо не эффективно, либо невозможно. Поэтому предложено использовать технологию с комбинированием процессов высадки и выдавливания на заготовительных переходах и осуществлять их в закрытом штампе с разъемными матрицами, а, учитывая широкое распространение кривошипно горячештамповочных прессов, в качестве оборудования предложено использовать именно их. Для избегания заклинивания в конструкции штампа предусмотрен компенсатор в виде продолжения перьевой части в который может истекать металл. Такая конструкция позволяет истекать избытку металла в случае ошибки при резке заготовки. Однако, истечения металла в компенсатор происходит в любом случае и нужно точно знать значение данной величины, поскольку в противном случае может возникнуть незаполнение штампа, и как следствие появятся дефекты в конечной поковке.

Основное внимание в работе уделено изучению процесса выдавливания предварительно высаженной заготовки в закрытом штампе с компенсатором. Исследование зависимости удлинения перьевой части от геометрических параметров и коэффициента трения имеет важное значения для практического применения данной технологии.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства. Изучение удлинения перьевой части в процессе высадки в закрытом штампе с компенсатором требует проведения большого количества экспериментов, при помощи которых может быть установлено как влияют те или иные параметры на изучаемый процесс. Поскольку материал из которого изготавливаются лопатки дорогостоящий, то проведение таких экспериментов весьма затратно, поэтому вместо натурального эксперимента проводилось его моделирование методом конечных элементов. Для начала (раздел 2) было изучено применение метода конечных элементов к решению задач горячего деформирования металлов, затем была выбрана программа QForm, поскольку она весьма хорошо зарекомендовала себя в данной сфере и позволяет получать точные результаты, близкие к реальности. После этого

была принята методика проведения исследования: в ходе исследования изучили отношение удлинения перьевой части поковки к первоначальной длине поковки (относительное удлинение заготовки) от отношения геометрических параметров к диаметру перьевой части, а также влияние на изучаемый параметр степени деформации и коэффициента трения. В ходе исследования установлено, что квадратную замковую часть можно заменить на осесимметричную, а это позволило увеличить скорость расчета. На следующем этапе (раздел 3) изучалось само влияние на относительное удлинение формы заготовки и инструмента, степени деформации и коэффициента трения. Было установлено, что наибольшее влияние на изучаемый параметр оказывает первоначальная длина пера, поэтому при разработке зависимости, позволяющей рассчитать размеры заготовки, данный параметр был принят как основной, а остальные параметры брались с поправкой относительно него. В заключении раздела 3 проведены ряд экспериментов, показавшие, что расхождение удлинения перьевой части на практике и в ходе эксперимента составила от 2 до 4%.

В разделе 4 разработана методика, позволяющая рассчитать все размеры заготовки по переходам от окончательной поковки к первоначальным размерам заготовки. Кроме того предложены рекомендации, для уменьшения величины относительного удлинения в процессе высадки, также приведены рекомендации по геометрии поковки перед штамповкой в окончательном штампе, позволяющие избежать заковов на последнем переходе.

Значимость для науки результатов исследования заключается в том, что изучение напряженно-деформированного состояния в процессе высадки замковой части предварительно выдавленной заготовки, исследование влияния геометрических параметров и коэффициента трения на относительное удлинение перьевой части поковки позволило разработать модель данного процесса и в конечном счете разработана методика

проектирования технологических процессов компрессорных лопаток со значительным перепадом площадей поперечного сечения.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что они позволяют рассчитать размеры заготовки по переходам с учетом относительного удлинения перьевой части поковки, а использование данного процесса позволило отказаться от изготовления лопаток путем высокоскоростного фрезерования и повысило коэффициент использования металла с 10,3 до 46,5%

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Считаю целесообразным продолжить работу в данном направлении объединения процессов высадки и выдавливания на заготовительных переходах для деталей со значительным перепадом площадей поперечного сечения в одну технологическую операцию. Рекомендую использовать результаты диссертационной работы в деятельности научно-исследовательских организаций, конструкторских бюро и промышленных предприятий, занимающихся производством авиационных двигателей.

Общие замечания

1. Необходимо было более подробно рассмотреть напряженно деформированное состояние в процессе высадки, уделить больше внимание распределению напряжений в замковой части поковки.

2. В работе желательно было не использовать термин «относительное удлинение», поскольку он уже используется в определениях механических свойств материала

Оценка оформления диссертационной работы. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми требованиями. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации. Выводы и заключения базируются на строгом методологическом единстве.

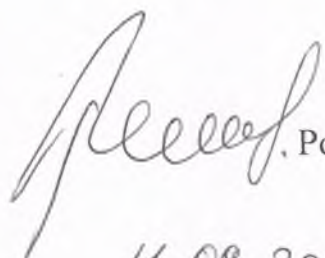
Материалы диссертации достаточно широко представлены в публикациях автора: по теме диссертации опубликовано 6 трудов, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях перечня ВАК

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для теории процессов изготовления деталей небольшой длины со значительным перепадом площадей поперечного сечения. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Плагиат в ходе изучения диссертации не обнаружен. Работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Князев Ярослав Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – «Технологии и машины обработки давлением».

Отзыв по диссертационной работе заслушан на расширенном заседании кафедры «Технология и оборудование трубного производства» «11» сентября 2014 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой Технологии
и оборудования трубного производства,
д-р техн. наук, профессор

 Романцев Б.А.

11.09.2014 г.

Романцев Борис Алексеевич

Заведующий кафедрой, профессор, доктор технических наук

Телефон: (495) 638 45 73, 236 73 13 (кабинет Г-405)

E-mail: nx-omd@mail.ru, totp.misis@mail.ru

119991, Москва, Ленинский проспект, д. 4