

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
и цифровому развитию

Д. э. н., профессор

П. А. Дроговоз

_____ 2025 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Шарыкина Михаила Валерьевича на тему
**«Повышение стойкости штампов горячей объёмной штамповки поковок
деталей типа «лопасть»» на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
2.5.7 «Технологии и машины обработки давлением»**

Актуальность темы диссертационной работы

В номенклатуру поковок, имеющих тонкие полотна, входят рычаги, шатуны, рессоры, фланцы, слесарный и медицинский инструмент, а также детали типа «лопасть». Традиционной технологией их изготовления являются процессы горячей объёмной штамповки (ГОШ) на молотах и прессах в условиях мелкосерийного, крупносерийного и массового производства. Формообразующие штампы являются сложными и дорогостоящими инструментами, работающими в тяжёлых условиях, что приводит к их быстрому износу. Поэтому возникает необходимость увеличения срока службы, а так же снижения себестоимости штампов для формообразования деталей типа «лопасть» путём совершенствования технологического процесса изготовления, как детали, так и инструмента, а также исследование процессов износа штампов и прогнозирования их стойкости. Таким образом тема работы является **актуальной**.

Структура и содержание диссертации

Работа изложена на 175 страницах машинописного текста, включает: введение, 5 глав, заключение, 118 рисунков, 33 таблицы, список литературы из 124 источников, приложение.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, поставлена цель, определены задачи исследования, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость, указаны основные положения, выносимые автором на защиту, публикации по теме диссертации и апробация работы.

В Главе 1 рассмотрена группа поковок, удлиненных в плане и имеющих тонкие полотна, обоснован выбор представителей этой группы – деталей типа «лопасть» для их изготовления способами ГОШ, области применения и существующие технологии производства, рассмотрены работы, посвященные мероприятиям по увеличению стойкости штампов. Также обоснован выбор программного комплекса DEFORM 3D для компьютерного моделирования разработанных технологий и оценки стойкости штампов. Приведены факторы, влияющие на стойкость штампового инструмента для ГОШ.

В Главе 2 описаны выбранные детали представители и недостатки производственных процессов их штамповки в условиях ГОШ. Для минимизации количества переходов и возможности возникновения дефектов по незаполнению полостей штампов разработаны новые варианты технологического процесса ГОШ, в результате не только уменьшаются потери металла в отход, но и увеличивается стойкость штампов за счет более равномерного течения металла в гравюре. На разработанные способы ГОШ тонкополотных поковок получено 3 патента.

Глава 3 посвящена компьютерному моделированию действующего и разработанных вариантов технологии ГОШ поковок деталей типа «лопасть» в программном комплексе DEFORM-3D. Основным отличием от производственной технологии является одновременная штамповка двух поковок, что увеличивает производительность. Результаты моделирования по вариантам подлежали сравнению как по основным технологическим параметрам (температурные условия, НДС, силы деформирования, КИМ, качество заполнения металлом гравюры и др.), так и по объемному износу штампов, рассчитанному по модели Арчарда. Согласно полученным данным моделирования, стойкость предлагаемого штампа для алюминиевой поковки, по сравнению с производственным, повысилась на 62%.

По сравнению с производственной технологией горячей объемной штамповки поковки из стали марки 13X11H2B2MФ-Ш, износ штампа по предлагаемому процессу уменьшился на 23%.

В Главе 4 описаны результаты экспериментальных исследований объемного износа образцов. Испытывались три вида образцов из теплостойкой инструментальной стали марки 5ХНВ: термообработанные на

твёрдость 41 HRC; термообработанные на твёрдость 41 HRC и подвергнутые сульфидированию с глубиной слоя 0,1 мм; азотированные на твёрдость 62 HRC с глубиной слоя 0,3 мм. Испытания на машине трения «Шкода-Савин» заключались в воздействии вращающегося твердосплавного ролика на образцы. Нагрузка узла трения составила 10 кг, частота вращения ролика - 675 об/мин, а время каждого испытания 15 мин.

Установлено, что по сравнению с термообработкой стали марки 5ХНВ на твёрдость 41 HRC, дополнительное сульфидирование увеличило износостойкость образцов в среднем на 25%, а проведение азотирования на твёрдость 62 HRC – на 67%.

В Главе 5 планированием многофакторного эксперимента получены математические модели в виде уравнений регрессии, с помощью которых было выявлено, что на величину износа штампового инструмента наибольшее влияние оказывает твёрдость гравюры штампа. При увеличении твёрдости гравюры в 1,5 раза износ уменьшается, в зависимости от процесса, от 1,5 до 6 раз. Также большое влияние оказывает температура заготовки. При снижении температуры заготовки на 14,5-23,5% износ увеличивается на 50-58,5%. Колебание объёма заготовки оказывает меньшее влияние. При увеличении объёма заготовки на 30% износ увеличивается, в зависимости от процесса, от 5 до 33%.

В заключении сформулированы результаты и выводы по диссертационной работе. Основные научные результаты, полученные автором, их последовательность и содержание отражают структуру работы, соответствуют сформулированным задачам, свидетельствуют о полноте их решения и достижении поставленной цели.

Оценка содержания диссертации

Анализ содержания диссертационной работы убеждает в ее завершенности. Материалы диссертации структурированы в логической последовательности, принятая терминология соответствует ГОСТам, а стиль изложения общепринятым нормам. В целом работа изложена грамотным техническим языком. Каждая глава содержит важные результаты научных исследований автора и сопровождается подробными выводами. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и ее основные положения.

Работа соответствует направлениям исследований специальности 2.5.7

«Технологии и машины обработки давлением», поскольку в ней разрабатывается и исследуется технология горячей объемной штамповки поковок деталей типа «лопасть», являющихся представителями группы поковок, удлиненных в плане и имеющих тонкое полотно, что соответствует пунктам 1 «Закономерности деформирования материалов и повышения их качества при различных термомеханических режимах, установление оптимальных режимов обработки» и пункту 6 «Методы оценки напряженного и деформированного состояния и способы увеличения жесткости, прочности и стойкости штампового инструмента» новой редакции паспорта научной специальности 2.5.7.

Научная новизна диссертационной работы

заключается в следующих результатах исследования, полученных соискателем:

- компьютерных моделях вариантов процесса формообразования поковок деталей типа «лопасть», позволяющих обосновать температурно-силовые режимы технологического процесса с помощью варьирования технологических факторов, непосредственно влияющих на работоспособность штампов, связанную с механизмом абразивного износа;
- выявленном характере изменения и максимальных значениях энергосиловых параметров для новых вариантов технологии горячего деформирования сдвоенных поковок;
- закономерностях, отражающих влияние изменения объема и способа установки и позиционирования исходной заготовки в штампе, а также внесенных изменений в конструкцию самого штампа на величину износа его рабочих поверхностей;
- математических моделях многокритериальной оптимизации, устанавливающих степень влияния технологических параметров процесса горячей объемной штамповки (температуры и объема заготовки, твердости гравюры штампа, теплового напора, напряженно-деформированного состояния штампового и деформируемого металлов) на интенсивность истирания наиболее уязвимых конструктивных элементов штампа, которая зависит от площади активного контакта растекающегося металла с элементами рабочих поверхностей штампа при изготовлении поковок типа «лопасть».

Практическую значимость представляют

компьютерные модели и уравнения регрессии рассматриваемых вариантов технологических процессов ГОШ поковок с тонким полотном;

новые варианты технологий ГОШ поковок деталей типа «лопасть», обеспечивающие повышение износостойкости штампового инструмента: до 62 % – для поковок из алюминиевого сплава АК4-1 и до 23 % – при штамповке поковок из жаропрочной стали 13X11H2B2MФ-Ш;

новые конструктивные решения, обеспечивающие перераспределение потоков металла при заполнении рабочих полостей штамповой оснастки, что позволяет снизить расход металла на изготовление поковок деталей типа «лопасть» из АК4-1 на 12 %, а также повысить производительность за счёт штамповки сдвоенных поковок. Рационализация формы, размеров и способа расположения в ручье штампа заготовки при штамповке поковок из стали 13X11H2B2MФ-Ш позволяет повысить КИМ на 15 %;

результаты эксперимента по объемному износу образцов из штамповой стали 5ХНВ показали, что по сравнению с термообработкой на твёрдость 41 HRC, дополнительное сульфидирование увеличило износостойкость в среднем на 25%, а проведение азотирования на твёрдость 62 HRC – на 67%.

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требования ВАК Российской Федерации.

Положения, выносимые автором на защиту:

1. Выявленная зависимость износостойкости гравюры штампов для штамповки поковок деталей типа «лопасть» от изменений геометрических параметров заготовок и гравюры штампа, влияния циклически изменяющегося температурного поля заготовки на НДС, а также конструктивных параметров рабочих элементов штампов.

2. Новые варианты технологических процессов горячего деформирования тонкополотных поковок и полученные результаты компьютерного моделирования, включающие: оценку износостойкости гравюры штампа по модели Арчарда и степени заполнения ручья металлом; анализ напряженно-деформированного состояния и силовых характеристик процесса формоизменения поковок, а также изменяющихся во времени температурных полей металла поковок и штампового инструмента.

3. Математические модели в виде уравнений регрессии,

построенные в соответствии со стандартными методами математической статистики и теории математического планирования экспериментов, позволяющие определить величину износа штампового инструмента после однократной штамповки для предложенных вариантов технологических процессов ГОШ и промышленной реализации новых технологий.

Обоснованность и степень достоверности результатов и выводов

Подтверждается использованием известных научных гипотез, теоретических методов, корректных ограничений и допущений, полученных анализом технической информации из достоверных источников: монографий, справочников, периодических изданий и патентов. Результаты теоретического исследования основаны на разработанных математических и компьютерных моделях процесса ГОШ.

Практические результаты получены на сертифицированном и поверенном испытательном оборудовании с помощью современной регистрирующей аппаратуры и подтверждаются удовлетворительным согласованием расчетных результатов с результатами экспериментальных исследований.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

По материалам диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе в 5 изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, 3 в материалах и сборниках научных трудов конференций, а также получено 3 патента РФ на изобретения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Следует рекомендовать к использованию полученные в работе научные и практические результаты на предприятиях машиностроительного комплекса и строительной индустрии, судостроения и атомной энергетики. Разработанный комплекс теоретических, технических и технологических решений необходимо использовать в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 15.03.01 «Машиностроение» и 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», а также аспирантов по научной специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Замечания

1. На странице 110 диссертации констатируется: «Как видно из рисунков 3.8 и 3.10 максимальный износ верхней половины штампа на 1,1% выше вследствие особенности конструкции данного штампа». Обычно верхняя половина штампа нагревается и, как следствие изнашивается, меньше, чем нижняя. Поэтому данное утверждение представляется спорным. По крайней мере требует пояснения или экспериментального подтверждения.
2. Из анализа рисунка 3.3 следует, что интенсивность напряжений в алюминиевой поковке на последнем переходе штамповки производственного процесса в зоне заусенца будет наименьшей. Однако, как следует из анализа рисунка 3.4 средние напряжения в зоне заусенца будут наибольшими. При этом конструкция заусенечной канавки не указана, что затрудняет оценку представленной информации. Это же относится и к рисункам 3.62 и 3.63.
3. В диссертации большое внимание уделено анализу напряженно-деформированного состояния заготовки. Анализу напряженно-деформированного состояния штампа внимание уделено существенно меньше. При этом рассматривается только гравюра штампа, а остальные размеры штампа не указываются. Что несколько противоречит теме диссертации.

Часть текста выполнена небрежно. В частности:

4. На рисунке 3.6 на горизонтальной оси отсутствуют цифры, что затрудняет восприятие представленной информации.
5. На странице 72 присутствует фраза «Максимальное значение силы деформирования в производственном процессе (рисунок 3.6) составляет 4,29 МН, что не превышает мощности оборудования». Мощность и сила это разные величины.
6. Также на странице 72 присутствует фраза «Интенсивность деформаций (эффективные, эквивалентные или накопленные деформации) изображена на рисунке 3.5 и определяет накопленную степень деформации». Интенсивность деформаций и накопленные деформации это разные величины.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные и оригинальные технические, технологические и конструктивные решения, направленные на совершенствование процесса горячей объемной штамповки поковок деталей типа «лопасть». Предложенные разработки способствуют повышению износостойкости прессовых и молотовых штампов при повышении КИМ, а также увеличению производительности за счет штамповки, реализуемой в один переход на прессе с учетом сдваивания поковок и за два удара на молоте. Эти разработки вносят значительный вклад в дальнейшее развитие отечественного машиностроения.

Достоверность изложенных в диссертации результатов и выводов подтверждается использованием известных научных гипотез, теоретических методов, корректных ограничений и допущений, полученных анализом технической информации из достоверных источников, и результатами экспериментальных исследований.

Количество и качество публикаций Шарыкина М.В. отвечает п.п. 11, 13 Положения о присуждении ученых степеней. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание и соответствует п. 25 Положения о присуждении ученых степеней.

Сформулированная цель достигнута успешным решением поставленных задач исследования, которые соответствуют паспорту научной специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Перечисленное дает основание считать, что диссертационная работа Шарыкина Михаила Валерьевича на тему: «Повышение стойкости штампов горячей объемной штамповки поковок деталей типа «лопасть»» соответствует критериям, установленным п.п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 02.08.2016 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025). Автор диссертации Шарыкин Михаил Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Отзыв на кандидатскую диссертацию Шарыкина Михаила Валерьевича «Повышение стойкости штампов горячей объемной штамповки поковок деталей типа «лопасть»» обсужден и утвержден на заседании кафедры МТ-6 «Технологии обработки давлением» федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский

государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (протокол № 3 от «09» октября 2025 г.), на котором присутствовало 15 научно-педагогических работников, проголосовавших: «за» - 15 чел.; «против» - нет.; «воздержались» - нет.

Заведующий кафедрой
технологий обработки давлением
доктор технических наук, профессор



Евсюков Сергей Александрович

Лица, подписавшие отзыв, выражают согласие на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя Шарыкина М.В. и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 105005, г. Москва, внутренняя территория городской муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1

тел.: +7 (499) 263 63 91,

эл.почта: bauman@bmstu.ru

сайт: <https://bmstu.ru>