

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

ФИЛИППОВА ЮЛИАНА КИРИЛЛОВИЧА

на диссертацию Филипповой Марины Владимировны «Разработка комплексной технологии полугорячей штамповки точных по массе поковок из шаровой заготовки», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы работы. В настоящее время до 90 % стальных поковок производится с применением технологии горячей объемной штамповки из цилиндрических заготовок. Применение данной технологии сопровождается значительными потерями металла в облой, угар, снижением качества поверхности вследствие окалинообразования и обезуглероживания стали. Для повышения качества поковок и снижения потери металла актуальной задачей является разработка новых технологий производства стальных изделий.

В диссертационной работе автор решает важные задачи: разработка математических моделей процессов прокатки шаровых заготовок на станах поперечно-винтовой прокатки и полугорячей штамповки поковок из полученных шаровых заготовок; научное обоснование интервала температур полугорячей штамповки с использованием данных по реологическим свойствам сталей различных марок; проведение экспериментальных исследований и освоение новых малоотходных технологий прокатки и штамповки и внедрение их в производство.

По своей тематике и полученным результатам диссертационная работа представляет собой комплексное исследование технологии полугорячей безоблойной штамповки стальных поковок. Автором выполнен обзор научно-технической литературы, по результатам которого сформулированы цели и задачи исследования; разработаны математические модели процессов

поперечно-винтовой прокатки и безоблойной объемной штамповки круглых в плане поковок; проведены экспериментальные исследования изучаемых технологий; получены данные о силовых затратах, температурных интервалах обработки и свойствах сталей различных марок.

Структура и содержание диссертации. Диссертация объемом 298 страниц состоит из введения, пяти глав, основных выводов, библиографического списка из 350 наименований и приложений.

Во введении обоснована актуальность научной проблемы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, приведены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, а также их апробация.

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической литературы по операциям комплексной технологии горячей объемной штамповки стальных поковок. На основе проведенного анализа автором сформулированы следующие ключевые выводы:

установлено, что существующая комплексная технология горячей объемной штамповки для круглых в плане стальных поковок не является оптимальной;

отсутствуют данные по сопротивлению металла деформации, его пластическим свойствам и величине поверхностного угара при нагреве в температурном интервале полугорячей штамповки;

отсутствуют исследования напряженно-деформированного состояния металла и методики расчета силовых параметров для изучаемого процесса полугорячей объемной штамповки;

целесообразно рассматривать и исследовать не отдельные операции разделения металла на заготовки, нагрев металла под штамповку и операцию штамповки, а комплекс операций полугорячей штамповки для решения задачи ресурсосбережения на всех этапах реализации технологии.

Вторая глава посвящена компьютерному моделированию операций поперечно-винтовой прокатки и полугорячей объемной штамповки,

выполненного с помощью программ моделирования QForm-3D и Deform-3D. Описаны операции комплексной технологии полугорячей штамповки стальных поковок. Приведены результаты компьютерного моделирования формоизменения и напряженно-деформированного состояния металла в процессе прокатки и штамповки. Установлено, что при штамповке из шаровой заготовки неравномерность деформации на 5–10% меньше, чем при штамповке из цилиндрической заготовки, при этом максимальная величина степени использования ресурса пластичности (показатель Кокрофта-Латэма) составляет 0,083–0,18.

В третьей главе приведены методики и данные экспериментальных исследований в лабораторных и промышленных условиях процессов разделения металла на стане поперечно-винтовой прокатки (шаропрокатном стане), а также результаты по изучению влияния температуры на прочностные и пластические свойства металла, процессы окисления при его нагреве. Исследованы и приведены данные по реологическим свойствам металла в интервале температур полугорячей штамповки для 10 марок сталей.

В четвертой главе описаны результаты расчета калибровки валков для прокатки шаровых заготовок диаметром 120 мм, исследования качества шаровой заготовки; определения рациональных температур нагрева заготовок для полугорячей штамповки с применением функции желательности. Определены оптимальные размеры заготовки для штамповки шаров большого диаметра.

В пятой главе представлены результаты промышленного освоения и внедрения комплексных технологий полугорячей объемной штамповки стальных поковок. На основе результатов проведенных исследований разработаны и внедрены в производство на АО «ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «Гурьевский металлургический завод», ОАО «Новокузнецкий вагоностроительный завод», ООО «Тонар-Агро», ООО «ТехноМаш» различные технологии получения поковок из сталей с применением

комплексной технологии полугорячей безоблойной штамповки. Совокупный экономический эффект от внедрения новых технологий, предложенных автором, составил более 13 млн. рублей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации. Обоснованность предложенных решений и выводов подтверждается применением фундаментальных положений теории пластичности и механики сплошных сред, соответствием полученных результатов моделирования и экспериментальных данных. Достоверность результатов работы обоснована корректным использованием современных математических методов; адекватностью разработанных математических моделей; применением современных методов статистической обработки результатов; а также практикой изготовления продукции при промышленной апробации новых технологических решений.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации. Основное содержание и результаты исследований диссертации опубликованы в 60 печатных работах, включая 19 статей в рецензируемых журналах их перечня ВАК РФ, 5 переводных статей в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 2 монографиях. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Результаты исследований в достаточной степени опубликованы в научной печати и обсуждены на конференциях различного уровня, в том числе и международных.

Научная новизна и достоверность научных положений и результатов диссертации. Научной новизне соответствуют следующие результаты диссертации:

– доказано, что применение шаровых заготовок для штамповки круглых изделий, в отличие от цилиндрических заготовок, полученных из прутков, позволяет значительно повысить точность исходных заготовок для

штамповки, что в свою очередь позволяет перейти от облойной к более эффективной безоблойной штамповке.

– установлено, что точность шаровых заготовок по массе и объему, получаемых поперечно-винтовой прокаткой, определяется исключением переполнения калибра и отрыва шара от штанг, что было достигнуто за счет применения разработанного условия равенства элементов калибровки валков – ширины реборды и длины перемычки.

– изучено течение металла при поперечно-винтовой прокатке шаровых заготовок повышенной точности по массе. Установлено влияние разработанной калибровки на распределение напряжений, деформаций, среднего нормального напряжения по объему шаровых заготовок и в перемычках.

– изучено течение металла при безоблойной штамповке осесимметричных типовых изделий из шаровой заготовки. Установлено, что применение шаровой заготовки, по сравнению с цилиндрической, обеспечило уменьшение неравномерности напряженно-деформированного состояния металла на 15–29 % (изменение средней величины интенсивности напряжений и интенсивности деформаций), уменьшение силы штамповки на 20–30 %, при этом использование ресурса пластичности металла составило менее 25 % и в целом позволило уменьшить энергоемкость штамповки на 10–30 %.

– исследованы сопротивление металла деформации, пластические свойства и величина поверхностного угара стали марок: стЗсп, 20, 20ХН, 40, 40Х, 40ХН, 65Г, 35ХГСА, 18ХГТ, 18Х2Н4МА в интервале температур полугорячей штамповки. Получены уравнения регрессии сопротивления металла деформации, пластических свойств металла и поверхностного угара при нагреве.

– адаптирована и применена обобщенная функция желательности для многокритериальной оптимизации температурных режимов полугорячей штамповки.

– установлены рациональные температурные интервалы нагрева исследуемых марок сталей, которые, в зависимости от марки стали, находятся в интервале 750–870 °С, обеспечивающие получение поковок с заданными характеристиками качества.

– получена и исследована зависимость относительной удельной силы выдавливания от коэффициента вытяжки, угла наклона матрицы, коэффициента трения при полугорячей штамповке прецизионной поковки детали «корпус распылителя» прямым выдавливанием в закрытом штампе.

Практическая значимость полученных результатов.

Практическую значимость представляют следующие разработки автора диссертации:

– разработанная методика расчета калибровки валков стана поперечно-винтовой прокатки для производства геометрически точных шаровых заготовок с отклонением по массе не более 8 %;

– калибровка валков стана поперечно-винтовой прокатки для прокатки шаровых заготовок диаметром 60; 80; 90; 120 мм;

– технология разделения металла на точные шаровые заготовки большого диаметра 90–120 мм на станах поперечно-винтовой прокатки 40–80;

– полученные температурные интервалы для полугорячей штамповки сталей ст3сп, 20, 20ХН, 40, 40Х, 40ХН, 65Г, 35ХГСА, 18ХГТ, 18Х2Н4МА;

– технология прецизионной полугорячей штамповки поковок круглых в плане из шаровой заготовки;

– технологический процесс полугорячего выдавливания поковок типа «корпус форсунки» для дизельных двигателей из точной цилиндрической заготовки.

Основные разработки автора, характеризующиеся научной новизной, теоретической и практической значимостью, вносят существенный вклад в науку и имеют важное хозяйственное значение для экономики Российской Федерации.

Вопросы и замечания. Вместе с тем по работе имеются следующие замечания:

1. По каким справочным данным определялись теплофизические свойства стали при моделировании разделения металла на шаровые заготовки на стане поперечно-винтовой прокатки?

2. Какой интервал температур соответствует полугорячей штамповке? В диссертации приведены различные температуры полугорячей штамповки: 750-850 °С (стр. 7) и 600-900 °С (стр. 6).

3. Почему в качестве модельного материала для штамповки шаров большого диаметра (стр. 200) был использован алюминий?

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы и полученных в диссертации результатов исследований.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертация Филипповой Марины Владимировны «Разработка комплексной технологии полугорячей штамповки точных по массе поковок из шаровой заготовки» актуальна, содержит научную новизну, обладает практической значимостью и является законченной научно-квалификационной работой. Материалы диссертации достоверны, достаточно апробированы и опубликованы в научной печати. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением (пункты 1, 2, 4, 6).

Основные результаты диссертации Филипповой Марины Владимировны направлены на решение научной проблемы, связанной с развитием научных основ и разработкой комплексной ресурсосберегающей технологии полугорячей безоблойной штамповки и практической реализацией их на производстве. Это безусловно, имеет важное хозяйственное значение для экономики Российской Федерации.

В целом диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Филиппова Марина

Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты Филипповой М.В.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», профессор, доктор технических наук по специальности 05.03.05 – Процессы и машины обработки давлением

14.01.2026

Юлиан Кириллович Филиппов

Подпись Филиппова Ю.К. заверяю:



Наименование организации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии.

Почтовый адрес: 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16

Тел.: +7 916-366-0480

E-mail: yulianf@mail.ru

Официальный сайт: <https://mospolytech.ru>