

ОТЗЫВ

официального оппонента Лавриненко Владислава Юрьевича

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

На отзыв предоставлена диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы из 350 наименований, приложений. Диссертация изложена на 298 страницах машинописного текста, содержит 327 таблиц и 104 рисунка.

Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время одним из основных способов получения поковок ответственных деталей различных механизмов и машин является горячая и полугорячая объемная штамповка в открытых штампах (облойная штамповка) и закрытых штампах (безоблойная штамповка). Основными недостатками облойной штамповки являются высокий расход металла вследствие больших припусков на поковках и потерь металла при обрезке облоя, а также высокая трудоемкость процесса. При этом применение безоблойной штамповки позволяет получать точные поковки заданного качества с минимальными припусками под дальнейшую обработку резанием.

Вместе с тем, одним из факторов, сдерживающих применение технологий безоблойной штамповки, является сложность получения точной мерной заготовки по диаметру и длине. Кроме этого, для обеспечения необходимых пластических свойств металла, снижения потерь металла от угара, исключения обезуглероживания поверхности заготовки и получения требуемого качества поверхности изготавливаемых поковок при полугорячей объемной штамповке необходимо знать рациональные температурные интервалы нагрева заготовок под штамповку.

Одним из способов получения точных исходных заготовок для последующей безоблойной штамповки является поперечно-винтовая прокатка исходного прутка с разделением на шаровые заготовки. Кроме этого, повышение качества поверхности изготавливаемых поковок возможно путем снижения температуры нагрева заготовок для полугорячей объемной штамповки.

В связи с этим можно отметить, что диссертационная работа Филипповой М.В., направленная на разработку комплексной технологии полугорячей безоблойной штамповки поковок заданного качества из шаровых заготовок, получаемых поперечно-винтовой прокаткой, является актуальной для современного машиностроения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы Филипповой М.В. подтверждена

использованием современных методов моделирования и планирования экспериментов, прошедших широкую апробацию в обработке металлов давлением, а также сопоставлением теоретических данных с данными промышленных экспериментов, которые с высокой воспроизводимостью согласуются между собой. Промышленные эксперименты проводились на промышленных прокатных станах и прессах АО «ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «Гурьевский металлургический завод», ООО «Тонар АГРО», ООО «ТехнОмаш», ОАО «Новокузнецкий вагоностроительный завод».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена полнотой обзора и применением современных методов исследований, адекватных цели и задачам работы. Степень достоверности полученных результатов определяется использованием основных положений механики сплошных сред и теории обработки металлов давлением, и подтверждена сходимостью результатов экспериментальных исследований и теоретических данных, натурными испытаниями, промышленным опробованием и внедрением в производство и апробацией полученных результатов на научно-технических конференциях и семинарах разного уровня. Необходимая для практического применения точность результатов подтверждена удовлетворительной сходимостью экспериментальных и расчетных данных.

Содержание и тема диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 2.6.4 «Обработка металлов давлением» по следующим пунктам:

- п. 1. «Исследование и расчет деформационных, скоростных, силовых, температурных и других параметров разнообразных процессов обработки давлением металлов, сплавов и композитов»;
- п. 2. «Исследование способов, процессов и технологий обработки давлением металлов, сплавов и композитов с помощью методов физического и математического моделирования»;
- п. 4. «Оптимизация способов, процессов и технологий обработки металлов давлением для производства металлопродукции с целью повышения характеристик качества продукции»;
- п. 6. «Разработка способов, процессов и технологий обработки металлов давлением, обеспечивающих экологическую безопасность, экономию материальных и энергетических ресурсов, повышающих качество и расширяющих сортамент изделий».

Научная новизна диссертационной работы.

1. Установлено, что точность шаровых заготовок по массе и объему, получаемых поперечно-винтовой прокаткой, определяется исключением переполнения калибра и отрыва шара от штанг, что позволило усовершенствовать калибровку винтовой прокатки шаровых заготовок и обеспечить точность по массе исходной шаровой заготовки до 8 % отклонения от заданной массы.

2. Установлено влияние разработанной калибровки при поперечно-винтовой прокатке шаровых заготовок на 2-х валковом шаропрокатном стане на распределение напряжений, деформаций, среднего нормального

напряжения по объему шаровых заготовок и в перемышках, что позволило обеспечить схему всестороннего сжатия на всем этапе пластической деформации и исключить риск разрыхления внутри шаровой заготовки.

3. Установлено, что применение предложенной шаровой формы исходной заготовки при безоблойной штамповке осесимметричных типовых изделий, по сравнению с цилиндрической заготовкой, позволяет обеспечить уменьшение неравномерности напряженно-деформированного состояния металла на 15–29 % (изменение средней величины интенсивности напряжений и интенсивности деформаций), уменьшение силы штамповки на 20–30 %, обеспечить использование ресурса пластичности металла менее 25 % и уменьшение энергоемкости штамповки на 10–30 %.

4. Получены уравнения регрессии сопротивления металла деформации, пластических свойств металла и поверхностного угара при нагреве сталей марок: СтЗсп, 20, 20ХН, 40, 40Х, 40ХН, 65Г, 35ХГСА, 18ХГТ, 18Х2Н4МА в интервале температур полугорячей штамповки, позволившие с применением обобщенной функции желательности установить рациональные температурные интервалы нагрева для полугорячей штамповки.

5. Получена 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, позволяющая получить рациональную форму торцевой части поковки.

Практическая значимость диссертационной работы.

1. Экспериментально установлено, что применение шаровых заготовок, получаемых на станах поперечно-винтовой прокатки и имеющих отклонение по массе до 8 %, для безоблойной штамповки круглых в плане изделий позволяет уменьшить потери металла на 20–22 % и минимизировать последующую обработку резанием полученного изделия.

2. Освоена в условиях стана поперечно-винтовой прокатки 40–80 новая калибровка и производство высокоточных шаровых заготовок диаметром до 120 мм с повышенным качеством поверхности и однородностью макроструктуры.

3. Разработана комплексная ресурсосберегающая технология полугорячей безоблойной штамповки круглых в плане стальных поковок из шаровых заготовок, включающая: получение точных по массе шаровых заготовок без разрыхления в осевой зоне на станах поперечно-винтовой прокатки; нагрев шаровой заготовки до рациональных температур полугорячей штамповки; безоблойная штамповка осесимметричных поковок из шаровой исходной заготовки; окончательное прямое выдавливание поковки с требуемой геометрией в закрытом штампе.

3. Разработаны технологические процессы безоблойной штамповки из шаровой заготовки: поковок деталей «Шестерня» (экономия металла 0,65 кг на одной поковке и снижение расхода электроэнергии на 22% по сравнению с штамповкой с облоем); поковок деталей «Шайба упорная» и «Фланец» (экономия металла на одной поковке до 22%) и автоматизированный комплекс

штамповки поковок детали «Корпус форсунки» (экономия металла 30 тонн и годовой экономический эффект 9,5 млн. руб.).

Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Изложение работы соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, и включает следующие разделы: введение, информационно-аналитический обзор состояния вопроса (глава 1), проведение теоретических и экспериментальных исследований (главы 2 и 3), апробация и внедрение разработанного комплекса технологий полугорячей штамповки шаров в промышленности (главы 4 и 5), основные результаты и выводы, список используемых литературных источников и Приложения.

Во введении изложены актуальность темы диссертационной работы, степень ее разработанности, описаны методы и методология исследования, сформулирована цель работы и задачи исследования, приведена научная новизна полученных результатов, практическая и научная значимость работы. Разработаны основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения о степени достоверности и апробации результатов работы.

В первой главе диссертационного исследования проведён обзор теоретических и экспериментальных трудов российских и зарубежных учёных, связанных с темой диссертационной работы. Показано, что современная технология горячей штамповки представляет собой сложный комплекс различных по своему характеру операций, основной целью которых является максимальный учет физических, теплофизических, механических и термомеханических свойств конкретного металла, изучение свойств в процессе технологического процесса. На основании выполненного аналитического обзора сформулированы цель и основные задачи исследования.

Во второй главе приведен анализ напряженно-деформированного состояния металла в процессе получения шаровых заготовок, включая разработку виртуальной модели стана поперечно-винтовой прокатки, поковок деталей типа «фланец», «шестерня» и «корпус форсунки распылителя» методом компьютерного моделирования. Исследовано использование ресурса пластичности при получении шаровых заготовок и штамповке деталей фланец и шестерня. Рассмотрено преимущество применения в качестве исходных шаровых заготовок, вместо цилиндрических, как обеспечивающих меньшие неравномерность деформации и силу формообразования.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований операций разделения металла на шаровые заготовки стана поперечно-винтовой прокатки, изучения влияния температуры на прочностные и пластические характеристики металла, а также процессы окисления металла при нагреве перед штамповочными операциями. Показаны результаты определения сопротивления деформации и пластичности десяти наиболее распространенных сталей в интервале температур 600–1000 °С. Оценка достоверности результатов распределения деформаций и напряжений по объему поковок по распределению твердости с использованием в качестве модельного материала алюминия показала, что результаты моделирования близки экспериментальным данным.

Четвертая глава посвящена совершенствованию комплекса технологий полугорячей штамповки, включая расчет калибровки валков для прокатки шаровых заготовок, исследования качества шаровых заготовок, определения температурных интервалов нагрева заготовок для последующей полугорячей штамповки. По результатам проведенных исследований была разработана и внедрена в производство рациональная технология штамповки шаров, позволившая увеличить производительность их изготовления почти в два раза.

В пятой главе представлены результаты промышленного внедрения технологий полугорячей объемной штамповки. Результаты исследований позволили разработать технологии получения деталей с применением полугорячей безоблойной штамповки и внедрить их на пяти предприятиях с суммарным экономическим эффектом 13 млн. 89,3 тыс. рублей.

Разработанная комплексная технология полугорячей объемной штамповки внедрена в производство на следующих машиностроительных предприятиях: ОАО «Гурьевский металлургический завод» (Кемеровская обл., г. Гурьевск); АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (Кемеровская обл., г. Новокузнецк); ООО «Тонар АГРО» (Алтайский край, г. Барнаул); ООО «ТехнОмаш» (Алтайский край, г. Барнаул); ОАО «Новокузнецкий вагоностроительный завод» (Кемеровская обл., г. Новокузнецк) со значительным экономическим эффектом.

Работа написана доступным техническим языком, хорошо иллюстрирована графиками и таблицами, представлены ссылки на большое количество современных отечественных и зарубежных научных публикаций и библиографических источников. Выводы по работе основаны на полученных соискателем результатах исследования.

Замечания по диссертационной работе.

1. В главе 2 приведено сравнение результатов компьютерного моделирования процессов безоблойной штамповки круглых в плане поковок из цилиндрической и шаровой заготовок, а также результаты моделирования процесса прямого выдавливания. При этом не указано, какую принимали температуру нагрева цилиндрической заготовки для безоблойной штамповки и температуру нагрева заготовки для прямого выдавливания.

2. Из диссертации не ясно, какой материал заготовок использовали при проведении экспериментальных исследований процесса получения шаровых заготовок на стане поперечно-винтовой прокатки при температуре 900...1100°С.

3. К ответственным деталям типа шестерня предъявляют требования к благоприятному расположению волокнистого строения (макроструктуры) относительно контура детали и ее рабочих контактных поверхностей. При штамповке поковок из цилиндрических заготовок возможно контролировать течение металла и, соответственно, получаемое волокнистое строение поковки, т.к. известно исходное расположение волокон в заготовке относительно направления штамповки и течения металла.

При штамповке из шаровой заготовки исходное расположение волокон в заготовке относительно направления штамповки и течения металла контролировать затруднительно или невозможно, что может привести к

получению крайне неблагоприятного волокнистого строения детали после обработки резанием и снижению ее эксплуатационных свойств.

4. В работе предложено снизить температуру нагрева исходных заготовок из сталей Ст.3сп, 20, 20ХН, 40, 40Х, 40ХН, 65Г, 35ХГСА, 18ХГТ, 18Х2Н4МА для штамповки круглых в плане поковок с температур горячей штамповки (до 1100°С) до температур полугорячей штамповки (830...870°С). При этом сопротивление деформированию исследуемых сталей повышается примерно в 1,6...2,0 раза, что приведет к повышению нагрузок на рабочий инструмент штампов и, очевидно, к снижению его стойкости.

Однако вопрос обеспечения стойкости штампов в работе не исследован.

5. Не ясно, каким образом результаты компьютерного моделирования и экспериментальных исследований процессов поперечно-винтовой прокатки шаровых заготовок, полугорячей безоблойной штамповки и прямого выдавливания были использованы при разработке технологий полугорячей безоблойной штамповки различных поковок (глава 5).

6. К ответственным деталям типа шестерня предъявляют требования к благоприятному расположению волокнистого строения (макроструктуры) относительно контура детали и ее рабочих контактных поверхностей. При штамповке поковок из цилиндрических заготовок возможно контролировать течение металла и, соответственно, получаемое волокнистое строение поковки, т.к. известно исходное расположение волокон в заготовке относительно направления штамповки и течения металла.

При штамповке из шаровой заготовки исходное расположение волокон в заготовке относительно направления штамповки и течения металла контролировать затруднительно или невозможно, что может привести к получению крайне неблагоприятного волокнистого строения детали после обработки резанием и снижению ее эксплуатационных свойств.

Данные замечания не снижают существенно научной и практической значимости диссертации.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Ясно приведена общая характеристика работы, кратко раскрыто содержание всех глав диссертации и сделано заключение по выполненным исследованиям. Также в автореферате приведен список основных опубликованных работ, отражающих положения диссертации.

Всего по теме диссертации опубликовано 60 печатных работ, в том числе 2 монографии, 58 статей в журналах и сборниках статей, 19 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК для опубликования результатов докторских диссертаций, 5 – в иностранных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

Диссертация и автореферат диссертации по структуре и оформлению соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Заключение по диссертационной работе.

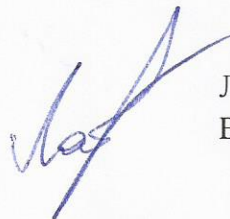
Диссертационная работа Филипповой М.В. является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической проблемы создания комплексной технологии полугорячей безоблойной штамповки, изложены технические и технологические разработки, имеющие важное значение для развития металлургической и машиностроительной отраслей промышленности, и внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертационная работа Филипповой М.В. по цели и задачам исследований, содержанию, результатам исследований, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук (п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а её автор Филиппова Марина Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением.

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора технических наук Филипповой Марины Владимировны и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой
«Технологии обработки материалов»
МГТУ им. Н. Э. Баумана
доктор технических наук, доцент
(05.02.09 - Технологии и машины обработки давлением)



Лавриненко
Владислав Юрьевич

06.03.2026



ВЕРНО

СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ
КАДРОВОЕ АДМИНИСТРИРОВАНИЕ
РОДОВА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА



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

Адрес: 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1, Москва, 105005

<https://bmstu.ru>

E-mail: bauman@bmstu.ru

Телефон: +7 (499) 263-63-91