

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
технологический университет»,  
кандидат экономических наук, доцент

С.А. Касперович

М.П.

«02» апреля 2026 г.



## ОТЗЫВ

### ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Позднякова Евгения Петровича  
«Повышение стойкости отделочных пуансонов холодной высадки из  
конструкционных низколегированных сталей с термодиффузионным  
упрочнением», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

#### 1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки.

Цель диссертационной работы представляет собой решение актуальной задачи – разработку технологии упрочнения отделочных пуансонов для холодной высадки головок метизов с наличием элементов гравюры толщиной не более 2 мм в сечении из конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталей с термодиффузионным упрочнением с повышенной стойкостью по сравнению с пуансонами из высоколегированной инструментальной стали. Содержание диссертации Позднякова Е.П. «Повышение стойкости отделочных пуансонов холодной высадки из конструкционных низколегированных сталей с термодиффузионным упрочнением» по решаемым в ней задачам и полученным результатам соответствуют отрасли «Технические науки». Область исследований соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов:

п.1. Взаимосвязь химического, фазового составов и структуры с физическими, механическими, химическими и другими свойствами металлических материалов.

п.2. Теоретические и экспериментальные исследования влияния термических, механических, термохимических, электрофизических, радиационных,

*Вх. № 11-52/31,  
от 03.04.2026г*

акустических и воздействий другой природы, на фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах.

п.3. Влияние структуры на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов, и сплавов; влияние фазового состава и структуры на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий.

п.4. Разработка новых и совершенствование существующих ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической, других видов обработки металлических материалов.

п.7. Создание новых принципов и методик испытаний, исследование эксплуатационных свойств металлов и сплавов, оценка и прогнозирование их работоспособности при взаимодействии с внешними средами.

## **2. Научный вклад соискателя в решение научной проблемы с оценкой его значимости.**

Научный вклад соискателя в решение научной задачи по разработке технологии упрочнения отделочных пуансонов для холодной высадки головок метизов с наличием элементов гравюры толщиной в сечении не более 2 мм с повышенной стойкостью из конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталей состоит в:

- получении результатов расчета методом конечных элементов величины эквивалентных и касательных напряжений, эквивалентных деформаций, и их распределения по сечению рабочих поверхностей отделочных пуансонов, которые позволили сформулировать требования к параметрам упрочненного слоя на конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталях;

- установлении, на основе проведения лабораторных испытаний на изнашивание в условиях малоциклового усталости при циклических контактных напряжениях величиной  $1300 \pm 65$  МПа, износостойкости термоупрочненных инструментальных сталей У8А и 9ХС;

- установлении, путем проведения сравнительных испытаний по осадке инструментальных У8А, 9ХС, Х12М и конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х, возможности выдавливания сложной гравюры холодновысадочных пуансонов из конструкционных сталей за один переход, что позволяет увеличить производительность и уменьшить трудоемкость изготовления таких пуансонов по сравнению с пуансонами из высоколегированной стали Х12М.

- выявлении закономерностей структурообразования при науглероживании традиционно не цементуемых конструкционных низколегированных среднеуглеродистых сталей 40Х, 35ХГСА и 42CrMoS4, установлении увеличения длительности цементации с 8 до 12 часов на повышение объемной доли кар-

бидной фазы и подтверждении влияния марганца и кремния на её снижение в науглероженных слоях указанных сталей;

- получении зависимостей усталостного изнашивания в условиях малоциклового усталости при действии пульсирующих контактных напряжений величиной  $1300 \pm 65$  МПа термодиффузионно-упрочненных слоев сталей 35ХГСА, 40Х и 42CrMoS4 во взаимосвязи со структурой и режимами химико-термической обработки и определении, что максимальной износостойкостью обладают термообработанные цементованные слои стали 35ХГСА после 12-ти часового насыщения и стали 40Х после 8-ми часового насыщения.

- определении влияния обработки холодом, проведенной после закалки, на структуру и износостойкость термодиффузионных слоев улучшаемых сталей 35ХГСА и 40Х, приводящей к снижению износостойкости за счет уменьшения количества остаточного аустенита.

Значимость диссертации состоит в разработке технологии термодиффузионного упрочнения сталей 35ХГСА и 40Х, обеспечивающей формирование структуры и свойств, которые соизмеримы с механическими характеристиками инструментальных сталей и превосходят их по технологическим и эксплуатационным показателям, что привело к снижению затрат на изготовление отделочных пуансонов с наличием элементов гравюры толщиной в сечении не более 2 мм и обладающих в 2,7–3,2 большей стойкостью по сравнению с пуансонами из инструментальной стали Х12М.

### **3. Конкретные научные результаты с указанием их новизны и практической значимости, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень**

Новыми научными результатами являются:

- установлено, что при воздействии циклических контактных напряжений ( $1300 \pm 65$  МПа) в условиях малоциклового усталости, характерных для работы холодновысадочного инструмента, износостойкость термоупрочненной стали У8А, вследствие отсутствия в ней крупных первичных карбидов, соответствует износостойкости высокохромистой стали Х12М и превышает износостойкость стали 9ХС.

- изучены закономерности структурообразования при науглероживании конструкционных улучшаемых сталей 40Х, 35ХГСА и 42CrMoS4, не относящихся к классу цементуемых. Установлено, что увеличение длительности цементации с 8 до 12 часов приводит к повышению доли карбидной фазы с 15 об. % до 40 об. % в слоях стали 40Х, с 10 об. % до 15 об. % в слоях стали 35ХГСА и с 30 об. % до 40 об. % в слоях стали 42CrMoS4. Подтверждено, что дополнительное легирование сталей кремнием и марганцем уменьшает объемную долю карбидной фазы в цементованных слоях и способствует их гомогенизации.

Подтверждено, что повышение содержания кремния снижает количество углерода на поверхности и толщину заэвтектоидной зоны, а также уменьшает размеры частиц карбидов и увеличивает микротвердость поверхности.

- впервые установлены зависимости усталостного изнашивания термодиффузионно-упрочненных слоев сталей 35ХГСА, 40Х и 42CrMoS4 от их структурного состояния и режимов химико-термической обработки. Показано, что высокую износостойкость имеют науглероженные слои стали 35ХГСА после проведения 12-часовой и стали 40Х после 8-часовой цементации, структура которых включает мартенсит, до 15 об. % избыточных карбидов с размером частиц до 10 мкм, аустенит (10–17 об. %), а также содержащих до 1,67 мас. % углерода. Установлено, что увеличение содержания углерода в цементованных слоях сталей с  $\geq 1,8$  мас. % приводит к образованию более 30 об. % крупных ( $> 10$  мкм) карбидов, снижающих сопротивление сплавов усталостному разрушению. На основании полученных результатов предложены режимы термодиффузионной обработки отделочных пуансонов с мелкими элементами гравюры (толщиной до 2 мм в сечении), изготавливаемых из конструкционных улучшаемых сталей, обеспечивающих повышение в 2,7–3,2 раза износостойкости по сравнению с пуансонами, традиционно изготавливаемыми из высоколегированной инструментальной стали Х12М.

- исследовано влияние обработки холодом, проведенной после закалки, на структуру и износостойкость термодиффузионных слоев улучшаемых сталей 35ХГСА и 40Х. Установлено, что дополнительное охлаждение сталей до температур ниже температуры конца мартенситного превращения понижает их износостойкость в 1,0–1,5 раза за счет уменьшения количества  $\gamma$ -фазы в поверхностных слоях стали 35ХГСА на 14–20 % и для стали 40Х – на 41–56 %.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке технологии упрочнения мелкогабаритных отделочных пуансонов из традиционно не цементуемых среднеуглеродистых низколегированных конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х, обеспечивающей возможность замены дорогостоящей инструментальной стали Х12М, которая не производится в Республике Беларусь и требует более трудоемкой технологии обработки при изготовлении сложнопрофильной гравюры инструмента. Технология упрочнения внедрена на ОАО «Гомельский завод литья и нормалей», которая показала повышение их стойкости в 2,7–3,2 раза по сравнению с аналогичными пуансонами, первоначально изготавливаемыми из инструментальной стали Х12М.

Экономическая значимость результатов диссертации состоит в снижении трудоемкости изготовления сложнопрофильного мелкогабаритного холодновысадочного инструмента с использованием доступных среднеуглеродистых низколегированных конструкционных сталей отечественного производства 35ХГСА и 40Х взамен дорогостоящей импортной инструментальной стали

X12M при одновременном повышении стойкости.

Социальная значимость полученных результатов состоит в снижении зависимости от импортной высоколегированной инструментальной стали, улучшении технологических условий производства отделочных пуансонов холодной высадки и повышении ритмичности работы штамповочного оборудования за счет увеличения стойкости инструмента.

#### **4. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.**

Представленная диссертация по актуальности, уровню научной новизны, практической, экономической и социальной значимости отвечает всем требованиям, предъявленным ВАК к кандидатским диссертациям в области технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Она является законченной научно-исследовательской работой, в которой решена важная научно-практическая задача, заключающаяся в разработке технологии упрочнения отделочных пуансонов холодной высадки с повышенной стойкостью из конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталей, что в соответствии с п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 26 научных работ, в том числе 10 статей в журналах и сборниках, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 1 статья в сборнике научных трудов, 10 статей в сборниках материалов конференций, 4 тезисов докладов, 1 патент на полезную модель Республики Беларусь.

Из анализа результатов, представленных в диссертации Позднякова Е.П. и его публикациях по теме диссертации, однозначно следует, что научная квалификация соискателя полностью соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

#### **5. Рекомендации по практическому использованию результатов работы.**

Разработанная технология термодиффузионного упрочнения конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х рекомендуется к внедрению на промышленных предприятиях для изготовления отделочных пуансонов холодной высадки для производства метизной продукции, а также может быть перспективна при изготовлении опорных и распределительных дисков аксиально-поршневых насосов. Результаты работы могут быть использованы в образовательном процессе

учреждений высшего образования при подготовке студентов и магистрантов технических специальностей.

## **6. Замечания по диссертации.**

1. В материалах Главы 1 не приведено необходимых сведений о работе пуансонов холодной высадки (нагрузки, напряженное состояние, причины разрушения).

2. Весьма сомнительны выводы об отрицательном влиянии обработки холодом на износостойкость рассматриваемых материалов, тем более на рисунках 3.4 и 3.6 показано существенное измельчение структуры.

3. При исследовании поверхностных слоев с высоким содержанием карбидной фазы анализ микротвердости было бы рационально дополнить анализом микрохрупкости.

4. Не доказано, что прочность и твердость сердцевины конструкционных сталей достаточна для работы рассматриваемого инструмента.

5. Не доказана перспективность упрочнения среднеуглеродистых конструкционных сталей именно цементацией. На наш взгляд, для решения поставленной в работе цели следовало бы рассмотреть наряду с цементацией и другие способы упрочнения. Например, азотирование и боросилицирование.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую ценность работы, имеют дискуссионный характер и не ставят под сомнение достоверность полученных экспериментальных данных и научную квалификацию соискателя.

## **Заключение**

Диссертационная работа Позднякова Евгения Петровича «Повышение стойкости отделочных пуансонов холодной высадки из конструкционных низколегированных сталей с термодиффузионным упрочнением», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной квалификационной научной работой, подготовленной соискателем под руководством научного руководителя. По уровню научной новизны и практической значимости она соответствует требованиям п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук. Работа полностью соответствует области технических наук и специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Соискатель Поздняков Е.П. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук за получение новых, научно обоснованных экспериментальных результатов в области структурообразования отделочных пуан-

сонов холодной высадки с наличием элементов гравюры толщиной в сечении не более 2 мм из конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталей с термодиффузионным упрочнением, включающие:

- определение напряженно-деформированного состояния на рабочих поверхностях отделочных пуансонов и обоснование замены высоколегированной инструментальной стали на конструкционные низколегированные стали с диффузионным упрочнением поверхностного слоя;

- установление влияния термоциклического отжига на технологическую пластичность инструментальных сталей X12M, 9XC, У8А и конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х в состоянии поставки и после изотермического отжига и обоснование возможности применения указанных конструкционных сталей для замены ими инструментальных сталей при изготовлении сложнопрофильных гравюр мелкоразмерных отделочных пуансонов холодной высадки методом выдавливания без проведения дополнительного отжига;

- выявление влияния вида и режимов диффузионного упрочнения с последующей термической обработкой, в том числе и обработкой холодом, на структуру, фазовый и химический состав, зависимости изнашивания в условиях малоциклового усталости при пульсирующих напряжениях для цементованных и нитроцементованных слоев конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталей;

- разработку технологии термодиффузионного упрочнения конструкционных сталей 35ХГСА и 40Х, которая позволяет изготавливать из них мелкоразмерные отделочные пуансоны, имеющие в 2,7–3,2 раза более высокую стойкость по сравнению с пуансонами из инструментальной высоколегированной стали X12M и способствует сокращению импорта дорогостоящих сплавов, повышению рентабельности и снижению затрат при изготовления отделочных пуансонов холодной высадки,

что в совокупности обеспечило внесение существенного вклада в развитие теории и практики получения и использования термодиффузионных слоев на конструкционных среднеуглеродистых низколегированных сталях, полученных химико-термической обработкой и позволило решить прикладную проблему повышения стойкости мелкоразмерных отделочных пуансонов холодной высадки.

Эксперт по диссертационной работе Позднякова Е.П. назначен приказом ректора учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» № 178 от 17.03.2026 г.

Доклад соискателя и проект отзыва на диссертационную работу Позднякова Е.П. рассмотрены на расширенном научном собрании кафедры материаловедения и проектирования технических систем Белорусского государственного

технологического университета (протокол №1 от 31.03.2026 г.), организованно-го по приказу ректора № 178 от 17.03.2026 г.

В работе расширенного научного собрания кафедры материаловедения и проектирования технических систем Белорусского государственного технологического университета приняли участие 12 человек, имеющих ученые степени, в том числе 2 доктора наук и 10 кандидатов наук.

Соискатель выступил с докладом и ответил на заданные ему вопросы. Состоялось обсуждение доложенных результатов исследований и проекта отзыва оппонировающей организации, подготовленного экспертом.

Результаты открытого голосования участников семинара, имеющих ученые степени, относительно принятия отзыва по диссертационной работе и по вопросу присуждения Позднякова Е.П. ученой степени кандидата технических наук:

«за» – 12 (единогласно), «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Выражаем свое согласие на размещение отзыва оппонировающей организации на официальном сайте Белорусского национального технического университета.

Председатель научного собрания,  
заведующий кафедрой «Материаловедение и проектирование технических систем», кандидат технических наук, доцент

Д.В. Куис

Секретарь научного собрания  
доцент кафедры «Материаловедение и проектирование технических систем», кандидат технических наук, доцент

М.Н. Пищов

Эксперт  
доцент кафедры «Материаловедение и проектирование технических систем», кандидат технических наук, доцент

С.Е. Бельский

*Отзыв и согласие  
в свет 03.04.2026г.  
М.А. Садык*