

## Письменный отзыв официального рецензента

на диссертацию Джаксымбетовой Макпал Адликановны на тему «Разработка научно-технических основ технологии производства сортового проката совмещенного деформационно-термической обработкой и оценка соответствия качества требованиям международных стандартов», представленную в диссертационный совет по защите докторской диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073200 – «Стандартизация и сертификация» при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина»

| №п/п | Критерии   | Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)  | Обоснование позиции официального рецензента  |
|------|--|--|--|
| 1.   | Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам | <p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p> | <p>Представленная диссертация в полной мере соответствует направлению развития науки и стратегии «Казахстан - 2050», Указа Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 года № 636 «Об утверждении Национального плана развития Республики Казахстан до 2025 года».</p> <p>Тема диссертации имеет тесную взаимосвязь с Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы, видением политики индустриализации является достижение среднего уровня конкурентоспособности самых развитых стран Организации экономического сотрудничества и развития в обрабатывающей промышленности к 2035 году путем увеличения доли Республики Казахстан в мировом экспорте обрабатывающей промышленности и сокращения разрыва от развитых стран в производительности всех факторов.</p> |
| 2.   | Важность для науки   | Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта  | Работа вносит существенный вклад в науку, ее важность хорошо раскрыта. Разработаны формулы для определения расхода и давления воды в установке ускоренного охлаждения в зависимости от геометрических размеров нагнетающей форсунки и диаметра охлаждаемого профиля, позволяющие установить требуемый уровень охлаждения при переходе от одного профиля к другому. Разработана регрессионная модель формирования механических свойств арматурного проката из углеродистой стали марки Ст5сп при совмещенной деформационно-термической обработке. Полученные модели позволяют прогнозировать прочностные и пластические свойства стали при изменении основных параметров термомеханического упрочнения.   |
| 3.   | Принцип самостоятельности  | <p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) <b>Высокий;</b></p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>   | Уровень самостоятельности высокий. При выполнении диссертационной работы докторантом самостоятельно выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, о чем свидетельствуют авторские разработки, подтвержденные публикациями в научных изданиях различного уровня.   |

|    |                              |  |  |
|----|------------------------------|--|--|
| 4. | Принцип внутреннего единства | <p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p><b>1) Обоснована;</b><br/> <b>2) Частично обоснована;</b><br/> <b>3) Не обоснована.</b></p>                  | <p>Актуальность диссертации обоснована. В настоящее время большинство известных технологий производства упрочненных арматурных профилей предусматривают применение установок ускоренного охлаждения с прямоточными охлаждающими форсунками. Особенность разрабатываемой технологии заключается в том, что для интенсивного охлаждения движущегося арматурного проката наряду с прямоточными форсунками применяются противоточные форсунки, чередующиеся между собой. Это не только интенсифицирует процесс охлаждения движущегося арматурного проката, но и существенно сокращает длину участка ускоренного охлаждения.</p>  |
|    |                              | <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p><b>1) Отражает;</b><br/> <b>2) Частично отражает;</b><br/> <b>3) Не отражает</b></p>             | <p>Содержание диссертации отражает тему диссертации. В результате проведенных исследований разработаны технологические основы производства арматурного проката совмещением горячей прокатки с упрочняющей термической обработкой и выполнена оценка соответствия качества требованиям международных стандартов EN 10080, EN 1992-1-1 и межгосударственного ГОСТ 34028-2016. Убедительно показано, что совмещенная деформационно-термическая обработка приводит как к техническим, так и к экономическим преимуществам.</p>   |
|    |                              | <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p><b>1) соответствуют;</b><br/> <b>2) частично соответствуют;</b><br/> <b>3) не соответствуют</b></p> | <p>Цель и задачи соответствуют теме диссертации. Цель работы заключается в разработке научно-технических основ технологии производства арматурных профилей, являющихся самым массовым видом сортового проката, получаемых путем совмещения горячей прокатки с термической обработкой в технологической линии прокатного стана, в соответствии с ГОСТ 34028-2016 - «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия» и EN 10080-2011 Арматура для железобетонных конструкций. Сварная арматура. Общие положения.</p> <p>Усовершенствована установка для ускоренного охлаждения (УУО) стержневых арматурных профилей, определяющим элементом которой являются прямоточные и противоточные нагнетающие форсунки, имеющие кольцевое сопло, в которое встроена камера охлаждения трубчатого типа. Установлены основные геометрические параметры УУО в зависимости от размеров форсунки с кольцевым соплом и диаметра упрочняемого профиля. Определен рациональный внутренний диаметр камеры охлаждения, который больше диаметра арматурного проката в 2,0-2,5 раза. Представлены формулы, определяющие необходимый охлаждающий режим в форсунках, подающих жидкость для охлаждения проката в процессе перехода к различным профилям. Формулы позволяют определить давление и расход охлаждающей жидкости с учетом конструктивных особенностей нагнетающих</p> |

|    |                         |  |  |
|----|-------------------------|--|--|
|    |                         |  | <p>форсунок, величину расхода и давления воды для разных диаметров упрочняемого арматурного профиля, а также длины камеры охлаждения.</p> <p>Исследовано влияние основных технологических параметров режимов упрочнения продолжительности интенсивного охлаждения, паузы между окончанием конца горячей прокатки и началом интенсивного охлаждения, давления и расхода воды, диаметра упрочняемого профиля, содержания углерода в рамках ГОСТ 380-2005 на конечные механические свойства упрочняемого арматурного проката.</p> <p>Показано, что при деформационно-термическом упрочнении движущегося проката, комплексным параметром, определяющим физико-механические свойства стали, является температура самоотпуска. Именно этот параметр рекомендуется контролировать и регулировать в процессе упрочнения для получения заданного сочетания физико-механических свойств арматурного проката.</p> <p>Отмечено, что производство термомеханически упрочненных арматурных профилей из рядовой малоуглеродистой стали Ст5 открывает перспективу замены (на основе принципа равной прочности) дорогой низколегированной стали 35ГС упрочненной малоуглеродистой сталью.</p> |
|    |                         | <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p><b>1) полностью взаимосвязаны;</b></p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>   | <p>Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, что подтверждается последовательным изложением поставленных задач, взаимосвязью теоретических исследований и экспериментальных результатов.</p>  |
|    |                         | <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p><b>1) критический анализ есть;</b></p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p> | <p>Критический анализ новых решений (паузы от конца прокатки и началом интенсивного охлаждения, продолжительности ускоренного охлаждения и температуры конца горячей прокатки) имеется и аргументирован. На основе критического анализа современного состояния технологии производства термоупрочненных арматурных профилей, результатов опытно-промышленных исследований обоснована эффективность разработанной технологии, которая может быть взята в качестве базового варианта для промышленной технологии деформационно-термически упрочненного арматурного проката. Размещение установки ускоренного охлаждения непосредственно за чистой клетью прокатного стана обеспечивает процессу термического упрочнения преимущества перед другими способами, заключающиеся в том, что такой технологический процесс термической обработки является таким же непрерывным и производительным, как и сам процесс горячей прокатки со скоростью 7-10 м/с.</p>   |
| 5. | Принцип научной новизны | <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p><b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b></p>  | <p>Научные результаты и положения являются частично новыми.</p> <p>Методы влияния температуры отпуска на изменения структуры и свойств объемно-закаленного сплава достаточно хорошо изучены, однако в поверхностном слое формирование</p>  |

|           |  |  |  |
|-----------|--|--|--|
|           |  | <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>   | <p>структуры и свойств металла происходит при ускоренном и регулируемом охлаждении формированием неоднородной градиентно-слоистой структуры за счет градиента температуры и остаточного тепла центральных незакаленных зон, называемый самоотпуском, поэтому рекомендуется регулировать и контролировать температуру самоотпуска путем изменения давления и расхода охлаждающей воды. Результаты исследований по особенностям формирования градиентно-слоистой структуры при совмещенной деформационно-термической обработке, позволяющее получить практически композиционный слой в материале с необходимыми свойствами поверхностного упрочненного слоя, описаны в данной работе впервые.</p>  |
|           |  | <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?<br/> 1) полностью новые;<br/> <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b><br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>   | <p>Выводы диссертации являются частично новыми. Зависимость физико-механических свойств сталей от температуры отпуска известна и подробно описана во многих литературных источниках. Однако в данной работе новыми являются данные о влиянии температуры самоотпуска на прочностные свойства стали после так называемой прерванной закалки, когда интенсивное охлаждение прерывается в зависимости от требуемых конечных физико-механических свойств, т.е. регулируется продолжительностью интенсивного охлаждения при высокотемпературной термомеханической обработке.</p>  |
|           |  | <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:<br/> 1) полностью новые;<br/> <b>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</b><br/> 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p> | <p>Технические, технологические и экономические решения являются частично новыми и обоснованными.<br/> Технологические преимущества совмещения горячей прокатки с последующей термической обработкой заключаются в возможности использования для упрочнения арматурного проката остаточного тепла под прокатку, в меньшей длительности процесса, в получении более чистой от окалины поверхности, в возможности высокотемпературной деформационно-термической обработки, значительно повышающей механические свойства стали. Экономические достоинства включают отсутствие дополнительных расходов электроэнергии и топлива, резкое снижение потребности в рабочей силе, отсутствие термических нагревательных печей и другого оборудования.</p> |
| <p>6.</p> | <p>Обоснованность основных выводов</p> | <p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>                       | <p>Все основные выводы обоснованы физическим и математическим моделированием с применением методов планирования активного эксперимента типа ПФЭ-2<sup>3</sup> (полный факторный эксперимент из трех факторов на двух уровнях), методов металлографического анализа оптической и электронной микроскопией количественного и качественного анализа микро- и субструктуры, методов определения механических свойств арматурного проката.</p>  |

|    |  |   |   |
|----|--|---|---|
| 7. | Основные положения, выносимые на защиту                                      | <p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?<br/> <b>1) доказано;</b><br/> 2) скорее доказано;<br/> 3) скорее не доказано;<br/> 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?<br/> 1) да;<br/> <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?<br/> <b>1) да;</b><br/> 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:<br/> 1) узкий;<br/> 2) средний;<br/> <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?<br/> <b>1) да;</b><br/> 2) нет</p> | <p>Установлено, что конечные механические свойства арматурного проката определяются величиной и формой зерен, их взаимных расположений и морфологии, соотношением структурных и фазовых составляющих, структурной текстурой.</p> <p>На основе стендовых исследований влияния ширины кольцевой щели и диаметра упрочняемого профиля на расход и давление воды и статистической обработки данных, полученные формулы позволяют установить оптимальные конструктивные параметры охлаждающих форсунок с целью определения потребного количества и давления охладителя для осуществления деформационно-термического упрочнения. Получение формул требует больших усилий и является непростой задачей.</p> <p>Результаты математического моделирования определены варьированием температуры прокатки, паузы от конца прокатки до начала интенсивного охлаждения и продолжительности интенсивного охлаждения. Результаты опытно-промышленных работ по влиянию основных технологических параметров режима деформационно-термического упрочнения могут применяться как в промышленности, так и сотрудниками научных учреждений.</p> <p>Результаты исследования микроструктуры и механических свойств термоупрочненного арматурного проката, опубликованы в отечественных и зарубежных научных журналах, а также доложены на трёх международных научно-практических конференциях.</p> |
| 8. | Принцип достоверности, достоверность источников и предоставляемой информации | <p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана<br/> <b>1) да;</b><br/> 2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:<br/> <b>1) да;</b><br/> 2) нет</p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и</p>  | <p>Методологической основой исследований в работе является идея о существовании глубокой связи между структурой и физико-механическими, технологическими, служебными свойствами сталей и сплавов. Полученные экспериментальные результаты исследований в работе являются иллюстрацией центрального принципа материаловедения, согласно которому свойства металлических материалов всегда определяется их конечной внутренней структурой.</p> <p>В диссертационной работе применялись следующие методы: физическое и математическое моделирование экспериментов, методы металлографического анализа образцов (оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия), методы количественного и качественного анализа микроструктуры с применением программного обеспечения Thixomet PRO; методы определения механических свойств образцов согласно стандартам ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия» и EN 10080-2005 «Арматура для железобетонных конструкций».</p> <p>Теоретические выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны. Это подтверждается экспериментальными исследованиями,</p>  |

|          |                                      |   |  |
|----------|--------------------------------------|---|--|
|          |                                      | <p>подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):<br/> <b>1) да;</b><br/> <b>2) нет</b></p> | <p>согласованием теоретических и экспериментальных исследований по термоупрочнению арматурного проката путем совмещения горячей пластической деформации и термической обработкой, серией опытно-промышленных экспериментов в условиях сортопрокатного производства АО «Арселор-Миттал Темиртау» (ныне Карагандинский металлургический комбинат) с разработкой технологических режимов деформационно-термического упрочнения стержневых арматурных профилей и описанием технических характеристик установки ускоренного охлаждения, актом испытания технологических режимов термомеханического упрочнения арматурного проката из углеродистых сталей марок Ст5сп и Ст5пс испытательной лабораторией ТОО «АстанаСпецКонтроль», актом использования в учебном процессе результатов НИР докторанта в Казахском агротехническом исследовательском университете им. С. Сейфуллина.</p> |
|          |                                      | <p>8.4 Важные утверждения <b>подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены</b> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>   | <p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу отечественных и зарубежных авторов с 1970 по 2023 г.г. Охват научной литературы составляет более 50 лет.</p>  |
|          |                                      | <p>8.5 Использованные источники литературы <b>достаточны/не достаточны</b> для литературного обзора</p>   | <p>Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора (список использованных источников составляет 114 наименований)</p>  |
| <p>9</p> | <p>Принцип практической ценности</p> | <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:<br/> <b>1) да;</b><br/> <b>2) нет</b></p>  | <p>Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено получение высокопрочного состояния в арматурном прокате периодического профиля, которое осуществляется регулированием и контролем паузы между концом горячей прокатки и началом интенсивного охлаждения, продолжительности охлаждения, температуры деформации (прокатки) состоящее в том, что закалке подвергается «горяченаклепанный» аустенит с высоким уровнем дефектов кристаллического строения, прежде всего, дислокаций, приводящей к высокому комплексу механических свойств вследствие эффекта высокотемпературной термомеханической обработки. Показано, что минимальная пауза между концом горячей прокатки и началом интенсивного охлаждения позволяет тормозить развитие статических и динамических рекристаллизационных процессов, приводящих к разупрочнению металла.</p>                              |
|          |                                      | <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:<br/> <b>1) да;</b><br/> <b>2) нет</b></p>                                    | <p>По результатам проведенных экспериментальных исследований, в Центральный институт по разработке стандартов направлено предложение об актуализации способа производства (пункт 5.6 «Механические свойства») Межгосударственного Стандарта ГОСТ34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия». Разработанные режимы опытно-промышленной технологии термоупрочнения арматурного проката совмещенной</p>  |

|     |                                 |   |   |
|-----|---------------------------------|---|---|
|     |                                 |   | деформационно-термической обработкой, а также принципы компоновки узлов установки ускоренного охлаждения могут быть приняты в качестве базового варианта для внедрения промышленной технологии термомеханического упрочнения арматурного проката периодического профиля.  |
|     |                                 | 9.3 Предложения для практики являются новыми?<br>1) полностью новые;<br>2) <b>частично новые (новыми являются 25-75%);</b><br>3) не новые (новыми являются менее 25%) | Предложения, указанные в диссертации для практики, являются частично новыми. Установки ускоренного охлаждения с прямоточными нагнетающими форсунками для термоупрочнения сортового проката известны и используются, применение в установке ускоренного охлаждения наряду с прямоточными форсунками и нагнетающими противоточными форсунками существенно интенсифицирует процесс охлаждения движущегося проката и приводит к уменьшению общей длины установки термоупрочнения. |
| 10. | Качество написания и оформления | Качество академического письма:<br>1) <b>высокое;</b><br>2) среднее;<br>3) ниже среднего;<br>4) низкое.   | Качество академического письма данной диссертации является высоким. Материал диссертации изложен грамотно с использованием необходимой терминологии. Подтверждено умение диссертанта писать доступно и доходчиво. Оформление диссертационной работы выполнено в соответствии с требованиями установленных стандартов.   |

**Заключение:** Диссертационная работа на тему «Разработка научно-технических основ технологии производства сортового проката совмещенного деформационно-термической обработкой и оценка соответствия качества требованиям международных стандартов», является завершенным научным исследованием, соответствует требованиям Правил присуждения степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).

**Решение официального рецензента** – ходатайствовать перед Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК о присуждении Джаксымбетовой Макпал Адликановны степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073200 – «Стандартизация и сертификация».

**Официальный рецензент:**  
PhD, ассоциированный профессор,  
заведующий кафедрой «Металлургия и  
материаловедение» НАО «Карагандинский  
индустриальный университет»

Ержанов Алмас  
Сатыбалдыевич

15.04.2024г.

