

## **ОТЗЫВ**

на диссертацию Джаксымбетовой Макпал Адликановны «Разработка научно-технических основ технологии производства сортового проката совмещенного деформационно-термической обработкой и оценка соответствия качества требованиям международных стандартов», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073200 – Стандартизация и сертификация

### **1. Актуальность диссертационного исследования**

Диссертация Джаксымбетовой Макпал Адликановны посвящена проблеме повышения качества сортового проката совмещенной деформационно-термической обработкой, предусматривающей сочетание в единый технологический процесс производства трех самостоятельных операций: горячей прокатки, закалки и последующего отпуска. Для решения этой проблемы разработана установка ускоренного охлаждения, обеспечивающая упрочнение движущегося проката методом прерванной закалки с последующим самоотпуском. Она отличается от известных тем, что потоки охлаждающей воды подаются в камеру охлаждения навстречу друг другу, при этом внутри камеры создается противодействие и интенсифицируется процесс охлаждения.

Автором исследованы и определены параметры установки ускоренного охлаждения в зависимости от геометрических размеров нагнетающей форсунки с кольцевым соплом и диаметра упрочняемого профиля. Предложены формулы, позволяющие установить требуемый режим охлаждения в нагнетающих форсунках при переходе от одного профиля к другому. Показано, что по этим формулам можно рассчитать расход и давление воды в зависимости от параметров форсунки или же диаметра упрочняемого профиля и длины камеры интенсивного охлаждения. Металлографическими исследованиями показано, что комплекс конечных механических свойств деформационно-термически упрочненных арматурных профилей определяется формой, количественным соотношением, размерами и характером распределения структурных и фазовых составляющих в объеме стали. Важным достижением диссертанта является установление того, что при деформационно-термическом упрочнении по схеме прерванной закалки с последующим самоотпуском формируется неоднородная по сечению упрочняемого арматурного профиля микроструктура.

В связи с этим тема исследования и полученные результаты является весьма актуальными.

### **2. Объем, структура и содержание диссертации**

Диссертация изложена на 120 страницах, состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 114 наименования и 8 приложений.

Во введении отражена и обоснована актуальность работы, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы. Представлены основные положения, выносимые на защиту, показана апробация результатов исследований.

В первом разделе содержится обзор современного состояния и проблем управления качеством при производстве сортового проката, критическая оценка аспектов управления и методов контроля качества термически упрочнённого проката.

Второй раздел посвящен описанию и выбору для предстоящих исследований оборудования и сертифицированных методик для проведения контроля качества как процесса термоупрочнения арматурного проката на всех технологических стадиях, так и готовой металлопродукции.

Третий раздел посвящен физическому моделированию охлаждающей форсунки с кольцевым соплом и камеры интенсивного охлаждения; разработке охлаждающего устройства для упрочнения движущегося проката методом прерванной закалки с последующим самоотпуском; изготовлению и испытаниям охлаждающего устройства для упрочнения движущегося проката методом прерванной закалки.

В четвертом разделе представлены математическая модель интегрированной деформационно-термической обработки для прогнозирования механических свойств, прокатываемых арматурных профилей; разработанный технологический процесс получения термоупрочненной стержневой арматурной стали; результаты исследования влияния основных технологических факторов на механические свойства проката, а также результаты исследования макро, микро и субструктуры поверхностно-упрочненных арматурных профилей.

В пятом разделе содержится оценка ожидаемой технико-экономической эффективности от внедрения технологии совмещенной деформационно-термической обработки.

В заключении отражена оценка достижения цели и выполнения поставленных задач, поставленных в диссертации, приведены рекомендации по использованию результатов исследований.

В приложении представлены результаты использования результатов диссертации.

### **3. Научная новизна исследования, значимость и достоверность полученных результатов работы**

Научная новизна работы заключается в:

- исследовании особенностей формирования структуры и свойств обрабатываемой стали при совмещении трех самостоятельных операций (горячей прокатки, закалки, отпуска) в единый технологический процесс производства металлопродукции;
- модернизации структуры поверхностного слоя материала путем создания неоднородной градиентно-слоистой структуры при неизменном химическом составе, структуры и физико-механических свойств материала во внутренних слоях.

Исследования выполнены с применением современного научно-исследовательского сертифицированного оборудования и программного обеспечения. Достоверность и обоснованность полученных результатов, научных положений и выводов подтверждена использованием стандартных методов и методик измерения физико-механических и служебных свойств материала, статистического анализа и обработки данных, а также согласованностью полученных результатов с известными экспериментальными данными других авторов.

Материалы диссертации доложены и обсуждены на достаточном количестве научных конференций и семинаров различного уровня.

По теме диссертации опубликовано 21 научных труда, в том числе: 2 статьи в научных изданиях с ненулевым импакт-фактором в наукометрической базе Scopus; 5 статей в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК; 7 – в материалах международных научно-практических конференций; 4 - в изданиях базы данных РИНЦ; издано 3 учебно-методических указаний по материалам диссертации.

### **4. Практическая ценность результатов работы**

Экспериментально определены параметры опытно-промышленной установки деформационно-термического упрочнения: расход и давление охладителя, оптимальные значения геометрических размеров форсунки нагнетания и трубчатой охлаждающей камеры в зависимости от диаметра арматурного профиля в пределах от 10 мм до 25 мм;

Установлено, что при деформационно-термическом упрочнении прокатной продукции главным параметром является температура самоотпуска, влияющая на физико-механические свойства стали. Исходя из этого данный показатель должен подвергаться особому контролю и регулировке при термоупрочнении для получения оптимального сочетания физико-механических свойств.

Разработана установка ускоренного охлаждения для совмещенной деформационно-термической обработки сортового проката в технологическом процессе горячей прокатки.

Сформулированные рекомендации по актуализации пункта 5.6 «Механические свойства» переданы в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) для внесения в ГОСТ 34028-2016 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия» в установленном порядке, совместно с РГП «КазСтандарт» рекомендовано предложение.

## 5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут использоваться для повышения прочностных характеристик арматуры железобетонных конструкций за счет термомеханического упрочнения при деформационно-термической обработке сталей, в том числе при замене легированных сталей более дешевыми упрочненными углеродистыми сталями.

Результаты диссертации рекомендуются к использованию в учебном процессе в профильных вузах.

## 6. Заключение

Диссертация Джаксымбетовой М.А. на тему «Разработка научно-технических основ технологии производства сортового проката совмещенного деформационно-термической обработкой и оценка соответствия качества требованиям международных стандартов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой за счет проведенных автором исследований решена актуальная задача улучшения качества стержневых арматурных профилей.

В целом диссертация имеет внутреннее единство и соответствует нормативным требованиям, а ее автор, Джаксымбетова Макпал Адликановна, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073200 – Стандартизация и сертификация.

Научный консультант,  
доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН,  
Почетный работник высшего профессионального образования РФ,  
заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением»

**Игорь Петрович Мазур**

398055, г. Липецк, ул. Московская, 30.

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Тел.: +7 (4742) 32 81 37

e-mail: mazur@stu.lipetsk.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением



Подпись удостоверяю

Специалист ОК ЛГТУ