



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

Руслан Александрович Барышев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
http://www.sfu-kras.ru, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001

«02» _____ 2022 г.

№ _____
от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Медведевой Екатерины Михайловны «Совершенствование технологического
процесса производства арматурных канатов на основе оценки НДС проволоки
методами компьютерного моделирования»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением

Актуальность диссертационного исследования

На сегодняшний день арматурные канаты являются одним из массовых видов металлопродукции с глубокой степенью переработки, качество которых напрямую определяет стоимость железобетонных конструкций. В данном случае актуальность исследования изменения напряженно-деформированного состояния каната в процессе его многооперационной обработки определяется тем, что напряженно-деформированное состояние, наряду с микроструктурой металла, существенно влияет на эксплуатационные свойства готового изделия. Но при этом измерить или оценить внутренние напряжения в ходе производственного процесса изготовления длинномерного изделия порой очень сложно. В связи с чем, в работе большое внимание уделено проблеме поэтапного учета напряженного состояния металла в процессе его обработки.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
за № _____	_____
Дата регистрации	05.03.2022
Фамилия регистратора	_____

Рассмотренные в диссертационной работе вопросы и полученные научные результаты оказывают существенное влияние на современные подходы к проектированию технологических процессов производства длинномерных металлических изделий.

Оценка содержания и оформления диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Текст диссертации изложен на 132 страницах, проиллюстрирован 74 рисунками и содержит 15 таблиц.

Первая глава диссертации отражает современный уровень производства арматурных канатов, как в России, так и за рубежом. Выполнен обзор современных конструкций арматурных канатов и предъявляемых к ним требований мировых стандартов. В ходе анализа основных и дополнительных технологических операций процесса производства стабилизированных арматурных канатов, автор выделил операцию калибрующего пластического обжатия как одну из благоприятно влияющих на внутренние напряжения каната и имеющих потенциал управления напряженно-деформированным состоянием каната.

Во **второй главе** проведено исследование процесса волочения проволоки посредством компьютерного моделирования. В результате было получено поэтапное (попроходное) изменение напряженно-деформированного состояния металла на микро- и макроуровнях, которое далее использовалось для моделирования процесса свивки проволок в канат и его стабилизации. В ходе мультимасштабного моделирования были наглядно продемонстрированы фундаментальные закономерности эволюции микроструктуры металла проволоки, заключающиеся в изменении межпластинчатого расстояния, толщины цементитных пластин и ориентации пластин относительно оси волочения. Компьютерное моделирование процесса производства стабилизированного арматурного каната позволило выявить влияние параметров процесса стабилизации на перераспределение внутренних

напряжений, в частности сочетание натяжения 70 или 82 кН с температурой в диапазоне 360-380°C приводит к двукратному снижению остаточных напряжений во всех слоях проволоки, что также благоприятно сказывается на сохранении канатом собственной геометрии после снятия внешних нагрузок.

Третья глава работы содержит результаты исследования образцов проволоки и стабилизированных арматурных канатов конструкции К7 диаметром 12,5 мм, полученных в ходе промышленного эксперимента на площадке ОАО «ММК-Метиз». Проанализировано влияние параметров процесса стабилизации каната на его механические свойства и на изменение остаточных напряжений. Посредством сравнительного анализа реальных и рассчитанных на основе компьютерных моделей данных о микроструктуре и механических свойствах проволок была показана высокая прогнозирующая способность разработанных моделей, что позволило на их основе осуществить исследования следующей главы.

В **четвертой главе** дополнительно проведена оценка влияния операции калибрующего пластического обжатия на изменение остаточных напряжений каната на основе компьютерного моделирования, а также верификация полученных результатов в ходе промышленного эксперимента. В результате автор, систематизировав полученные данные, разработал рекомендации по совершенствованию действующего технологического процесса производства стабилизированного арматурного каната конструкции К7 и диаметром 12,5 мм.

В заключении сформулированы общие выводы по работе.

Структура диссертации отражает последовательное выполнение всех поставленных задач. Автореферат в полной мере отражает содержание основных разделов диссертации.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Новизна основных научных результатов работы

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Впервые предложено оценивать на макро- и микроуровне распределение параметров напряженно-деформированного состояния проволок арматурного каната, которое оказывает существенное влияние на формирование эксплуатационных свойств готового каната.

2. Для однозначной оценки и учета оказываемого влияния термомеханической обработки высокопрочного стабилизированного арматурного каната на его напряженное состояние были определены закономерности изменения распределения остаточных и свивочных напряжений в проволоках исследуемого каната.

3. Определена степень калибрующего пластического обжатия каната конструкции К7 диаметром 12,5 мм, которая способствует минимизации неблагоприятного распределения внутренних напряжений в высокопрочном стабилизированном арматурном канате после всех предшествующих операций обработки.

4. Для количественной оценки уровня механических свойств готового арматурного каната с помощью компьютерных моделей установлен характер микромеханики деформирования стали на этапе волочения проволоки, заключающийся в реориентации перлитной структуры относительно оси волочения.

Значимость результатов для производства заключается в том, что полученные знания способствуют совершенствованию существующей технологии производства стабилизированных арматурных канатов конструкции К7 диаметром 12,5 мм без существенных трудозатрат.

Практическое значение результатов работы определяется тем, они нашли применение при реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства совместно с учреждением высшего образования (Договор с Минобрнауки России № 02.G25.31.0178 от 01 декабря 2015 г.).

Обоснованность и достоверность научных результатов

Достоверность полученных научных результатов была подтверждена обширным промышленным экспериментом по производству стабилизированных арматурных канатов, проведенным в условиях действующего технологического производства ОАО «ММК-Метиз». Лабораторные исследования микроструктуры и свойств промышленных образцов проведены на современном оборудовании по стандартизированным методикам.

Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанный комплекс компьютерных моделей процесса волочения патентованной катанки, процесса свивки проволок в канат и его последующей стабилизации может применяться при проектировании технологических процессов производства арматурных канатов широкой номенклатуры на соответствующих металлургических предприятиях для минимизации трудозатрат и полной реализации наукоемкого потенциала рассматриваемой технологии с позиции гибкого управления свойствами готового изделия. При этом полученные в работе сведения носят междисциплинарный характер и могут быть полезны в областях проектирования и прогнозирования стойкости строительных конструкций, в т.ч. ответственного назначения. Научные знания о закономерностях перераспределения внутренних напряжений каната в результате изменения параметров его обработки могут быть применены в учебном процессе в технических вузах при подготовке специалистов в области обработки металлов давлением.

Общие замечания по работе

По содержанию диссертационной работы имеются следующие замечания.

1. Задачи и выводы по диссертационной работе, на наш взгляд, недостаточно отражают полноту полученных автором результатов исследований. Это подтверждают выводы по главам, приведенные в диссертации.

2. Пункт 4 практической значимости отражает актуальность темы диссертационной работы, поэтому должен быть указан в этом разделе.

3. Сложно проводить анализ результатов моделирования, так как на рисунках слишком мелкий цветовой ключ (например, рис. 6 и 7 автореферата или рис. 2.36 диссертации), а также не ясно, как верифицировались данные по реологическим свойствам, внесённые в программный комплекс ABAQUS для исследуемого сплава.

4. На наш взгляд полученные данные моделирования целесообразно было бы представить в виде графических зависимостей, например, зависимости продольных остаточных напряжений от степени деформации (см. рис. 6 автореферата). Тогда закономерности их изменения, отмеченные в п. 2 научной новизны, были бы наглядно подтверждены.

5. Нет обоснования, почему степень деформации при моделировании выбрана именно 3, 6 и 9 %, поэтому необходимо было использовать методики планирования исследований, обосновав уровни варьирования параметров.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

Заключение

Диссертация «Совершенствование технологического процесса производства арматурных канатов на основе оценки НДС проволоки методами компьютерного моделирования» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные Медведевой Е.М., имеют существенное значение для сталепроволочного и канатного производства не только в отечественном

сегменте, но и в международном масштабе. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Медведева Екатерина Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Диссертационная работа Медведевой Е.М. и отзыв на нее обсуждены на заседании кафедры «Обработка металлов давлением» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (протокол № 2 от 01 марта 2022 г.).

Председатель семинара,
заведующий кафедрой
обработки металлов давлением
института цветных металлов
и материаловедения,
кандидат технических наук
(научная специальность
05.16.05 – Обработка металлов давлением),
доцент


подпись

Ворошилов Денис Сергеевич

Отзыв подготовил:
Профессор кафедры
обработки металлов давлением
института цветных металлов
и материаловедения,
доктор технических наук
(научная специальность
05.16.05 – Обработка металлов давлением),
профессор


подпись

Сидельников Сергей Борисович



ФГАОУ ВО СФУ	
Подпись <i>С.С. Сидельников</i> заверяю	
Делопроизводитель <i>В.В.</i>	
« 04 » 03	20 2022 г.