

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Медведевой Екатерины Михайловны  
**«Совершенствование технологического процесса производства  
арматурных канатов на основе оценки НДС проволоки методами  
компьютерного моделирования»**, представленной на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
2.6.4. Обработка металлов давлением

### Актуальность темы исследований

Любой стальной канат представляет собой сложную конструкцию, состоящую из многих элементов. Обязательным условием надежной и безопасной эксплуатации канатов является наличие достоверных методов определения их напряженно-деформированного состояния (НДС), обладающих высокой точностью и широкой областью применения. Практика показала, что эффективным инструментом повышения механических свойств, качества канатов и гибкости их производства, необходимых в современных рыночных условиях, является компьютерное проектирование канатов в процессе технологической подготовки производства.

Стальные семипроволочные стабилизированные канаты широко применяют в качестве напрягаемой арматуры предварительно напряженных железобетонных конструкций. Периодический профиль арматурных канатов обеспечивает их надежное сцепление с бетоном, что значительно повышает эксплуатационные характеристики железобетонных изделий без увеличения количества и площади сечения металлической арматуры. Проблему получения арматурных канатов с заданными свойствами Медведева Е. М. решает путем оценки на макро - и микроуровне НДС элементов каната в процессе производства методами компьютерного моделирования. При этом учитывается микромеханика деформирования стали при волочении проволоки и поэтапное изменение внутренних напряжений элементов каната на каждой технологической операции промышленного производства.

### Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 150-ти наименований. Общий объем диссертации 132 страницы, среди которых 74 рисунка, 15 таблиц и 2 приложения.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
за № _____	
Дата регистрации _____	04.03.2011
Фамилия регистратора _____	

## Научная новизна и достоверность полученных результатов

Достоинством диссертационной работы является полнота проведенного исследования. Разработанный автором комплекс мультимасштабных компьютерных моделей процесса волочения исходной заготовки с перлитной структурой позволяет оценить распределение параметров НДС элементов арматурного каната на макро - и микроуровне, определяющее формирование свойств готового изделия при эксплуатации.

Знание характера микромеханики деформирования стали перлитного класса позволяет установить динамику процесса преобразования перлитной структуры относительно оси волочения, а также оценить уровень микронеоднородности деформации металла при волочении и механических свойств готового изделия.

Достоверность результатов работы подтверждена промышленным экспериментом, проведенным в производственных условиях ОАО «ММК-Метиз», и лабораторными исследованиями.

Эксперимент заключался в производстве высокопрочных стабилизированных арматурных канатов диаметром 12,5 мм конструкции 1×7 (1+6) на этапах волочения патентованной заготовки, свивки и стабилизации арматурного каната, исследования промышленных образцов и характеризовался значительными трудозатратами. Сравнительный анализ результатов исследования образцов и результатов моделирования показал высокую сходимость значений (более 70%), что позволяет использовать разработанные компьютерные модели при проектировании новых технологий производства высокопрочных стабилизированных арматурных канатов.

Результаты лабораторных исследований образцов пластически обжатых арматурных канатов показали, что дополнительная операция пластического обжатия свитого каната со степенью деформации 6 % обеспечивает сохранение сформированной в ходе предшествующих технологических операций мелкодисперсной ферритно-цементитной микроструктуры стали и достижение требуемого уровня механических свойств. Это согласуется с экспериментальными данными по пластическому обжатию каната конструкции 1+6 (а. с. №867976 СССР) согласно которым, при принятой степени обжатия, продольная жесткость (усилие, вызывающее единичную относительную деформацию растяжения каната) принимает максимальное значение.

Повышение относительной площади смятия поперечных ребер экспериментальных образцов в процессе совмещенного пластического



обжатия и нанесения периодического профиля на поверхность повивочных проволок в роликовой клети CLF-200 (в 2,8 раз в сравнении со стандартным арматурным канатом) обеспечивает улучшенное механическое сцепление каната с бетоном.

### **Практическая значимость**

Показана возможность значительного снижения сроков и трудозатрат при проектировании технологического процесса производства высокопрочных стабилизированных арматурных канатов в условиях ОАО «ММК-Метиз» за счет дополнительного использования мультимасштабного компьютерного моделирования.

Применение калибрующего пластического обжатия со степенью относительного обжатия по площади  $\varepsilon=6\%$  способствует:

- снижению уровня остаточных напряжений, накопленных после процессов волочения и свивки проволок в канат, до соизмеримых со значениями напряжений стабилизированного арматурного каната (при достижении требуемого уровня механических свойств);

- возможности исключения из производства энергозатратного нагрева с натяжением при операции стабилизации.

Одновременное нанесение в процессе калибрующего пластического обжатия на наружный участок повивочных проволок периодического профиля позволяет упростить технологический процесс производства арматурных канатов за счет исключения операций профилирования каждой из шести повивочных проволок каната, повысить производительность процесса. Повышение относительной площади смятия поперечных ребер экспериментальных образцов в роликовой клети CLF-200 (в 2,8 раз в сравнении со стандартным арматурным канатом) обеспечивает улучшенное механическое сцепление каната с бетоном.

### **Оценка содержания диссертации и автореферата**

Диссертационная работа изложена четким, технически грамотным языком, результаты исследований отражены в многочисленных рисунках и нескольких таблицах. Оформление диссертации отвечает требованиям ГОСТ и ВАК РФ. По теме исследований автором написано десять научных публикаций, которые достаточно полно отражают содержание диссертации. Среди них имеется 3 статьи в научных журналах из перечня ВАК РФ и 2 статьи – в журналах, индексируемых в международной наукометрической

базе Scopus и Web of Science. Результаты работы докладывались на многих ежегодных международных и всероссийских конференциях.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям и выводам диссертации.

### **Замечания и вопросы по диссертации**

1. В диссертации нарушена очередность размещения рисунков (см. рис. 2.15); на стр. 108 имеются неточности при ссылке на позиции рис. 4.23.

2. Приведенные на рис. 2.9 реологические свойства микроструктурных составляющих перлитной стали, используемые в качестве исходных при построении компьютерной модели процесса волочения патентированной заготовки, отличаются по прочностным и деформационным показателям от указанных в качестве источника данных работы [139], в частности, по допустимой деформации цементита. Это должно отразиться на начале процесса дробления цементитных пластин.

3. В главе 2 не объясняется причина изменения приведенного на рис. 2.15 характера распределения продольных остаточных напряжений в сечении проволоки после суммарного обжата  $q_{\Sigma} \geq 82\%$  (например, снижение сжимающих остаточных напряжений на оси проволоки с 1200 до 450 МПа). В главе 3 (стр. 79) это снижение объясняется процессами, происходящими с микроструктурными составляющими перлита, со ссылкой на рис. 3.9, однако конкретные пояснения не приведены.

4. В главе 4 (стр. 92) некорректно назван способ калибрующего пластического обжата каната. Способ осуществляется не прокаткой, а протяжкой (волочением) через неприводные ролики (тянущее усилие прикладывается к переднему концу каната).

5. В автореферате при описании главы 4 упоминается о формировании в центре каната кольца сжимающих остаточных напряжений. Однако в диссертации ничего не сказано об условиях формирования этого кольца, его влиянии на перераспределение продольных остаточных напряжений по сечению и эксплуатационные свойства каната.

6. В диссертации не сказано о выборе критерия для определения повышения эффективности процесса производства арматурного каната на 3%.

Указанные замечания не снижают общий высокий уровень диссертационной работы и ее научную и практическую ценность.

### **Заключение**

Диссертационная работа Медведевой Екатерины Михайловны «Совершенствование технологического процесса производства арматурных канатов на основе оценки НДС проволоки методами компьютерного моделирования» представляет собой законченную научно-




исследовательскую работу, которая выполнена на актуальную тему и обладает научной новизной и практической значимостью. Основные положения, выносимые на защиту, в диссертации отражены корректно. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертационная работа отвечает квалификационным требованиям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (пп. 9-11 и 13-14), а её автор Медведева Екатерина Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.4. Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент Даненко Владимир Филиппович, кандидат технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), доцент, заместитель заведующего кафедрой «Технологии материалов», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»


«02» 03 2022 г.

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

400005 г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д.28  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»  
Тел.: 89053984690  
E-mail: omd@vstu.ru

Я, Даненко Владимир Филиппович, даю согласие на использование моих персональных данных при оформлении документов, связанных с защитой диссертации Медведевой Екатерины Михайловны и их дальнейшую обработку.

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

