

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.324.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г.И. НОСОВА»,
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «21»декабря 2023 г. № 3

О присуждении Масленникову Константину Борисовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование технологии и оборудования производства трубного проката класса прочности К60 на основе моделирования термомеханической обработки» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением принята к защите 18.10.2023 г. (протокол № 2) диссертационным советом 24.2.324.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 1742/нк от 13.12.2022 г.

Соискатель Масленников Константин Борисович, 23.12.1987 года рождения, в 2009 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный университет» по специальности «Прикладная информатика (в экономике)».

В 2022 г. окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение.

Работает руководителем проектов в дирекции информационных систем общества с ограниченной ответственностью «Исследовательско-технологический центр «Аусферр», г. Магнитогорск.

Диссертация выполнена на кафедре машин и технологий обработки давлением и машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения» Платов Сергей Иосифович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Официальные оппоненты:

Хотинов Владислав Альфредович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Термообработки и физики металлов ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург);

Мунтин Александр Вадимович – кандидат технических наук, директор инженерно-технологического центра АО «Выксунский металлургический завод» (г. Выкса)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанным Шаталовым Романом Львовичем, доктором технических наук, профессором

кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» и Матвеевым Алексеем Григорьевичем, кандидатом технических наук, заведующим кафедрой «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии» утвержденным проректором по научной работе, кандидатом технических наук Наливайко Антоном Юрьевичем, указала, что работа Масленникова К.Б. актуальна, содержит научную новизну и обладает практической значимостью. Структура работы отражает последовательное выполнение всех поставленных задач, изложена в четырех главах, материалы достоверны и апробированы. Обоснованность результатов работы подтверждена применением их при выполнении НИРиТР по заказу ПАО «ММК».

По мнению ведущей организации, диссертация «Совершенствование технологии и оборудования производства трубного проката класса прочности К60 на основе моделирования термомеханической обработки» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных исследований решена задача получения заданных механических свойств проката из трубных марок сталей класса прочности К60 за счет совершенствования технологии и оборудования толстолистового стана горячей прокатки, которые имеют существенное значение для металлургической промышленности, соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Масленников Константин Борисович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением. Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы и полученных результатов исследований.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 27 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ опубликовано 6 статей, 6 статей – в журналах, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем научных изданий 7,125 п.л. (из них личный вклад соискателя 4,9 п.л.). Сведения об опубликованных работах достоверны, а основные результаты диссертационного исследования изложены в них достаточно полно. Авторский вклад в публикации заключается в постановке цели и задач исследования; прогнозировании микроструктуры при производстве толстолистового проката из трубных марок сталей; изучении изменения свойств трубной марки стали в зависимости от условий прокатки; разработке математической модели процесса ускоренного охлаждения; изучении кинетики распада аустенита низкоуглеродистых, низколегированных высокопрочных сталей; прогнозировании прочностных характеристик при производстве толстолистового проката; совершенствовании технологии и оборудования толстолистового стана 5000 на основе автоматизированного прогнозирования микроструктуры.

К наиболее значимым научным публикациям относятся:

1. Платов, С.И. Особенности прогнозирования микроструктуры при производстве толстолистового трубного проката / С.И. Платов, К.Б. Масленников, В.Л. Корнилов, В.А. Некит, Н.В. Урцев // Производство проката. – 2019. – № 11. – С. 6–12.

2. Урцев, В.Н. Феноменологическая модель кинетики распада аустенита низкоуглеродистых низколегированных высокопрочных сталей / В.Н. Урцев, А.В. Шмаков, Н.В. Урцев, Е.Д. Мокшин, Д.М. Хабибулин, В.Н. Дегтярев, П.А. Стеканов, Ю.Н. Горностырев, М.Л. Лобанов, С.И. Платов, К.Б. Масленников // Сталь. – 2020. – № 7. – С. 54-57.

3. Некит, В.А. Изменение свойств трубной стали в зависимости от условий прокатки на толстолистовом стане / В.А. Некит, С.И. Платов, М.Л. Краснов, В.С. Славин, К.Б. Масленников // Сталь. – 2019. – № 4. – С. 36-38.

На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов (все отзывы положительные):

1. Радкевич Михаил Михайлович, докт. техн. наук, профессор, профессор Высшей школы «Машиностроение», ФГАОУ ВО «Санкт-

Петербургский политехнический университет Петра Великого»: 1. В автореферате не приведено обоснования выбора используемой методики определения теплового эффекта распада аустенита. 2. Автор в формулах не указывает размерность входящих значений.

2. Гречников Федор Васильевич, академик РАН, докт. техн. наук профессор, заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением» и Чертков Геннадий Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Обработка металлов давлением» Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»: В качестве замечания можно отметить отсутствие в автореферате информации об экономической полезности предложенных технических решений.

3. Лобанов Михаил Львович, докт. техн. наук, профессор, канд. физ.-мат. наук, профессор кафедры термообработки и физики металлов Институт Новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»: без замечаний.

4. Сивак Борис Александрович, канд. техн. наук, профессор, первый заместитель генерального директора Акционерного общества Акционерная холдинговая Компания «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения имени академика Целикова»: К замечанию по работе можно отнести отдельные редакционные неточности.

5. Фастыковский Андрей Ростиславович, докт. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Обработка металлов давлением и материаловедения» ЕВРАЗ ЗСМК» федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Сибирский индустриальный университет»: 1. Очень мелкий текст в графиках, сложный при чтении и анализе. 2. Возможно, было

бы правильной при определении деформационного разогрева использовать известную формулу, основанную на учете работы деформации.

6. Рубаник Василий Васильевич, докт. техн. наук, профессор, заведующий лабораторией физики металлов Государственного научного учреждения «Институт технической акустики НАН Беларуси»: 1. Не совсем понятно, каким образом соискателем была получена формула (3), позволяющая рассчитывать деформационный разогрев единичного участка длины раската. Необходимо отметить, что не все параметры, входящие в формулу (3) приведены в тексте автореферата, а также отсутствуют размерные единицы параметров, входящих в данную формулу. 2. Соискатель на стр. 9 указывает, что: «... считая КПД привода равным 0,75, затраченная мощность составляет 33,5 МВт., Расход металла через клеть равен ~ 4700 кг/с, получаем оценку величины разогрева, не превышающую 11,8°C на проход». Однако в формуле (3) отсутствуют составляющие для расчета изучаемого параметра – деформационного разогрева, в частности, затраченная мощность и расход металла через клеть.

7. Попов Владимир Владимирович, докт. техн. наук, профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук: 1. В автореферате представлены пять задач, четыре основных положения, выносимые на защиту и три пункта научной новизны. Почему эти цифры разнятся. 2. В п.5 заключения указано повышение ряда физико-механических свойств в диапазоне 1-14%. На наш взгляд, некорректно объединять такой широкий диапазон.

8. Горбатюк Сергей Михайлович, докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры инжиниринга технологического оборудования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»: 1. Насколько точен метод определения повышения

температуры проката при деформации по КПД привода. Достаточно ли данной точности при исследовании теплового состояния проката.

2. Возможно ли применение полученной математической модели прогнозирования значений механических свойств проката на аналогичных толстолистовых станах горячей прокатки.

9. Зайдес Семен Азикович, докт. техн. наук, профессор кафедры материаловедения, сварочных и аддитивных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»:

1. При изложении актуальности исследуемого вопроса отсутствует описание проблемы, требующей решения. В работе использовано расплывчатое выражение «требуемый уровень физико-механических свойств». Какие конкретно физико-механические характеристики проката К60 не отвечали требованиям и почему?

2. Отсутствует обоснование режимов опытных прокаток, указанных в табл.2.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным научно-практическим опытом, высокой квалификацией, активной научной позицией, наличием работ, связанных с прогнозированием физико-механических свойств, путем моделирования теплового состояния проката, известностью научных и практических достижений в области обработки металлов давлением и технологии производства толстолистового проката. Наличие публикаций в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science подтверждает их способность квалифицированно определить и оценить научную и практическую ценность, новизну исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика расчета распределения температуры по толщине проката из трубной марки стали класса прочности К60 при термо-

механической обработке;

предложены новые зависимости, описывающие изменение коэффициента теплоёмкости стали марки 06Г2МБ от температуры при горячей деформации и последующем охлаждении;

доказана необходимость учёта теплового эффекта распада аустенита в установленном диапазоне температур $A_3 \sim 880^\circ\text{C} - A_1 \sim 700^\circ\text{C}$ при теплофизическом моделировании;

введены уточнения известных теплофизических моделей изменения теплового состояния прокатываемой заготовки на всех этапах её производства и определен диапазон изменения коэффициента теплоёмкости стали марки 06Г2МБ, который составил $[0,42 - 1,31]$ Дж/(г·К);

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано, что интегральный тепловой эффект распада аустенита трубной марки стали класса прочности К60 составляет 87 Дж/г;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методики теплофизического и статистического анализа, а также методики проведения дилатометрических исследований и дифференциальной сканирующей калометрии;

изложено влияние деформационного разогрева и теплопотерь заготовки на распределение температуры по толщине проката в процессе контролируемой термомеханической обработки;

раскрыты особенности формирования теплового состояния толстолистового проката при термомеханической обработке;

изучено изменение теплового состояния проката при реверсивной горячей прокатке и ускоренном охлаждении;

проведена модернизация оборудования на толстолистовом стане. Предложена новая конструкция коллектора ламинарного охлаждения и схема его расположения на толстолистовом стане горячей прокатки;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и приняты к использованию в составе специализированного программного обеспечения, интегрированного в технологические процессы ПАО «ММК» и учебный процесс ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», технические решения для производства толстолистового проката из трубных марок сталей класса прочности К60;

определены значения технологических параметров усовершенствованного режима производства толстолистового проката из трубных марок стали класса прочности К60;

создана усовершенствованная схема пирометрических измерений в технологической линии толстолистового стана горячей прокатки 5000 ПАО «ММК»;

представлены рекомендации по совершенствованию технологического процесса в условиях ламинарного охлаждения на толстолистовом стане горячей прокатки 5000 ПАО «ММК»;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

эксперименты проведены с использованием современного исследовательского и экспериментального оборудования: прибора синхронного термического анализа Netzsch STA 449C Jupiter, анализатора SIAMS 600, использование которых подтверждают адекватность полученных экспериментальных данных. В работе сопоставлены результаты теоретических исследований с данными протоколирования технологического процесса и аттестации физико-механических свойств готовой продукции толстолистового стана горячей прокатки 5000 ПАО «ММК»;

теория диссертационного исследования построена на базе накопленных проверенных знаний в области теплофизических процессов при горячей прокатке и ускоренном охлаждении и статистического анализа и моделирования;

идея базируется на анализе теоретического и практического опыта производства толстолистового проката класса прочности К60 для труб большого диаметра, с учётом условий их эксплуатации и возможностей

оборудования для их производства, что не противоречит опубликованным результатам, представленным в независимых источниках;

использованы сравнения полученных автором результатов и результатов производственных измерений и испытаний готовой продукции;

установлен высокий уровень сходимости теоретических и практических результатов, полученных автором в результате компьютерного моделирования, с результатами промышленных экспериментов и испытаний, а также с данными из независимых литературных источников;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, современные измерительные системы, представительные выборочные совокупности, высокопроизводительные компьютерные комплексы и современное лицензионное программное обеспечение.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач исследования; в разработке алгоритма расчёта распределения температуры по толщине горячекатаного проката из трубных марок сталей при его производстве; в получении новых зависимостей, описывающих поведение коэффициента теплоёмкости в диапазоне температур, соответствующих условиям горячей прокатки и ускоренного охлаждения; в уточнении математической модели, позволяющей прогнозирование значений механических свойств горячекатаного проката из стали марки 06Г2МБ в определенном диапазоне температуры; в формулировке основных положений и выводов диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания. В отзыве ведущей организации:

1. Формулировка «трубный прокат», присутствующая в теме, задачах и тексте работы - не является общепринятой.

2. Не достаточно исследовано влияние дифференцированного ускоренного охлаждения на формирование внутренних напряжений в листовом прокате и плоскостность.

3. По данным работы, величина деформационного разогрева заготовки при прокатке не превышает 12 °С. Целесообразность учета данной величины в расчёте дальнейшего распределения температур требует подтверждения опытными данными.

4. Имеющаяся в работе новизна технических и технологических решений по УО толстолиствого проката на стане 5000 не подкреплена заявками на изобретения и патентами.

5. В актах внедрения не приведены количественные результаты практического использования результатов исследования диссертанта.

6. В тексте диссертации имеются опечатки.

В отзыве официального оппонента Хотинова В.А.:

1. Анизотропия механических свойств в листе вдоль и поперек направления прокатки определяется, в первую очередь, структурно-фазовым состоянием аустенита (размером зерен/субзерен, типом границ, плотностью дислокаций, кристаллографической текстурой) как при черновой, так и при чистовой прокатке. Чем обусловлен выбор используемых в работе параметров деформации листа при прокатке?

2. При низкотемпературных режимах прокатки (ниже температуры A_3) фазовое γ - α -превращение и рекристаллизация и/или полигонизация феррита могут протекать одновременно. Каким образом можно разделить наложение тепловых эффектов этих превращений и как учесть этот эффект в предложенной модели?

3. Одним из недостатков работы является отсутствие в обзоре литературных источников информации об аттестации проката после КТМО. В тексте приведены только требования стандарта к химическому составу стали и уровню прочностных свойств проката. В то же время для построения регрессионной модели расчета в качестве переменных использовались 43 физико-механических свойства (табл. 3.1). Каковы физические основы выбора столь широкого круга характеристик? Почему в качестве более значимых из 43 характеристик выбраны 12 свойств, приведенных в табл. 4.5?

4. Какой из пяти изученных экспериментальных режимов прокатки и на основании, каких экспериментальных данных можно рекомендовать в качестве основного при изготовлении проката класса прочности К60?

5. Изменение, каких из предложенных в работе технологических параметров КТМО позволит получить прокат более высокого класса прочности, например, К70 или К80?

6. Проведенная в работе оценка деформационного разогрева металла при чистовой прокатке по режиму 1 показала, что она находится в диапазоне $\Delta t = 1,0 \dots 10,0$ °С за проход (табл. 2.10). Достаточна ли точность измерения температуры пирометром для регистрации столь малого теплового эффекта?

7. В работе предложена схема совершенствования системы КИП ТЛС «5000» за счет расширения пирометрического контроля по ширине проката на входе в установку ускоренного охлаждения. Почему это усовершенствование введено только на участке перед ускоренным охлаждением, а не на других участках стана, например, перед чистовой прокаткой листов?

В отзыве официального оппонента Мунтина А.В.:

1. В выводах по главам не достаёт конкретных численных значений и качественных результатов.

2. Один из пунктов научной новизны отражает определение фактических значений коэффициента теплоёмкости исследуемой стали. Однако, наряду с коэффициентом теплоёмкости в практических расчётах широко применяется коэффициент теплопередачи, уточнение которого также может быть весьма полезными для данного научного исследования.

3. В качестве рекомендованного совершенствования системы контрольно-измерительных приборов приводится расширение системы пирометрических измерений. Чем обоснован выбор данной методики, а не применение тепловизора?

4. В ряде работ российских и зарубежных исследователей отмечается влияние параметров нагрева заготовки на механические свойства готового

листа. Это связано, в частности, с растворением частиц (например, нитрида титана) и соответствующим увеличением размеров аустенитных зёрен в слябе. Как данный фактор учитывался в математической модели прогнозирования физико-механических свойств?

5. Таблица 3.1 «Основные параметры частных выборок по физико-механическим свойствам» содержит данные, послужившие основой для построений регрессионных моделей. Однако по указанным параметрам есть вопросы: встречаются нереалистичные значения, например, твёрдость HV 104,5 или равномерное удлинение 53 %. Как можно объяснить наличие таких значений?; есть механические свойства, которые имеют крайне малый размер выборки, например CTOD -20 (2 значения) или DWTT -10 (17 значений). Зачем данные механические свойства приведены в разделе и таблице? И проводился ли для них регрессионный анализ?

От членов диссертационного совета:

1. Голубчик Э.М.: Какие допущения приняты при решении тепловой задачи? Как в модели учитывался градиент температуры верхней и нижней поверхностей проката? Насколько этот градиент существенный? Физический смысл коэффициента устойчивости K ? В представленную модель входят практически все химические элементы. Как проверялась математическая модель? В рекомендованном технологическом процессе обжатие 15 %. Это единичное или суммарное?

2. Огарков Н.Н.: В названии указано совершенствование технологии и оборудования для производства трубного проката. Покажите математическую зависимость, в которой рассчитаны элементы оборудования? Как учитывалась скорость перемещения теплового потока при охлаждении и нагреве. К какому виду быстро- или медленно-движущихся источников относится решаемая в диссертации задача? Чему равен критерий Пекле.

3. Румянцев М.И.: Формулы для расчета усилий прокатки и Δt разработаны вами или они являются программными? В чем заключается

научная новизна модели для расчета теплоемкости? Какова достоверность этих уравнений, содержащих полиномы 5-го порядка? Какова температура A_3 для сталей класса прочности К60? Погрешность представленной модели составляет 13,7 %. С чем это связано? Насколько существенна такая погрешность для выводов вашей модели? На каких толщинах получены графики? Какую характеристику вы используете для расчета суммарного обжата?

4. Мезин И.Ю.: В автореферате табл. 3 представлены интервалы значений. Это реальные значения химических элементов? Полученная теплофизическая модель зависит от химического состава стали?

5. Терентьев Д.В.: Какая модель была взята за основу при прогнозировании значений механических свойств проката из трубных марок сталей? Почему именно эта модель? Какова достоверность исходной модели?

6. Чикишев Д.Н.: Назовите физические свойства, представленные на слайде 28? Чем обосновано расстояние на коллекторах равное 1,5 м?

7. Тулупов О.Н.: Как возможно адаптировать результаты вашей работы для других комплексов? Например, г. Выкса.

8. Железков О.С.: На графиках моделирования теплового состояния раската, представленных на 20 и 21 слайдах, наблюдаются резкие скачки температуры. Это теоретические или экспериментальные значения?

Соискатель Масленников К.Б. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Допущения принимались для решения задачи теплоотвода при контакте с валком, использовалась задача двух полубесконечных тел. Считались отдельно граничные условия теплоотвода с верхней и нижней поверхностей. Оценка производилась послойно. Градиент изменения температур достигает 100°C . В работе, устойчивость связана с тепловыми потоками. Коэффициент устойчивости – это эмпирический коэффициент, он подбирается исходя из условий, представленной модели. Класс прочности стали – К60, марка 06Г2МБ. Практика показала, что предлагаемая модель

может использоваться для многих марок сталей. Обжатие указано за один проход.

2. Совершенствование элементов оборудования представлены в виде рекомендаций по изменению дроссельных заслонок. Задача решалась для быстродвижущихся источников.

3. Формулы, используемые для расчета усилий прокатки, заимствованы от других автором и являются полезными, в случае моделирования процесса. Она отличается тем, что учитывается влияние температуры на теплоёмкость исследуемой стали. Коэффициент детерминации по представленным уравнениям составляет более 95 %. Температура A_3 расчетная составляет 840°C , а фактически полученная 880°C . На практике применялась температура 880°C . Сходимость для теплофизической модели является приемлемой. Расчёт математической модели, приведённый в презентации, осуществлён для толщины 21,6 мм. Для расчета суммарного обжатия используется соотношение толщин до и после прохода.

4. В таблице 3 автореферата представлены реальные значения независимых переменных. Теплофизическая модель, как показала практика, применима для широкого диапазона химических составов.

5. За основу была взята математическая модель, разработанная Гареевым А.Р. в диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук на тему «Совершенствование термомеханических режимов деформирования непрерывнолитых слябов и конструкции линии охлаждения ШСП с целью повышения качества продукции». Для анализа данной модели имелся полный набор данных, и на мой взгляд, она являлась более адекватной, чем другие рассмотренные модели.

6. Одним из них является балл зерна. Рекомендации обоснованы статистическими данными.

7. Модель адаптирована, но требует исследования в аппаратной части, изучении оборудования, расчете характерных по длительности

технологических операций, и корректировке настроечных параметров модели.

8. На рассматриваемых слайдах приведены расчётные значения. Резкие скачки свидетельствуют о том, что с поверхностного слоя происходит интенсивный теплоотвод.

На заседании 21 декабря 2023 г. диссертационный совет **принял решение** за разработку научно-обоснованных технических и технологических решений по совершенствованию технологии и оборудования производства проката из трубных марок сталей класса прочности К60, предназначенных для производства электросварных прямошовных высокопрочных труб большого диаметра, направленных на получение требуемых физико-механических свойств, обеспечивающих надежную и безопасную эксплуатацию магистральных трубопроводов, и имеющих существенное значение для металлургической и нефтегазовой отраслей, присудить Масленникову Константину Борисовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за: 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета



[Signature]
Моллер Александр Борисович

[Signature]
Звягина Елена Юрьевна

21.12.2023 г.