

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Цветных металлов и материаловедения

институт

Обработка металлов давлением

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Д.С. Ворошилов

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г

МД

наименование ВКР (МД, ДП, ДР, БР)

22.04.02.00.10 Технологии ювелирной и художественной обработки металлов, 22.04.02 Металлургия

наименование темы, код и наименование специальности (специализации), направления,

Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов

магистерской программы

с применением программ компьютерного проектирования и моделирования

Научный руководитель/  
руководитель \_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент, канд. техн. наук

должность, ученая степень

О.С. Лебедева

инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

подпись, дата

О.Д. Кривопишина

инициалы, фамилия

Рецензент \_\_\_\_\_

подпись, дата

канд. техн. наук, \_\_\_\_\_

старший научный

сотрудник, КГАУ

«ККФПНиНТД»

должность, ученая степень

Д.И. Усков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

подпись, дата

О.С. Лебедева

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Цветных металлов и материаловедения

---

институт

Обработка металлов давлением

---

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Д.С. Ворошилов

подпись          инициалы, фамилия

«07» июня 2021 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту Кривопишиной Олесе Дмитриевне

фамилия, имя, отчество

Группа ЦМ19-35М Направление (специальность) 22.04.02 Металлургия

номер

код

22.04.02.00.10 Технологии ювелирной и художественной обработки металлов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_

Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов  
с применением программ компьютерного проектирования и моделирования

Утверждена приказом по университету № 18358/с от 24.10.2019 г.

Руководитель ВКР О.С. Лебедева, доцент кафедры обработки металлов давлением, канд.техн.наук  
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР оговорены в специальной развернутой программе  
исследований

Перечень разделов ВКР

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ДРАГОЦЕННЫХ  
МЕТАЛЛОВ И МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЕЕ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.

3.РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И ЭНЕРГОСИЛОВЫХ  
ПАРАМЕТРОВ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
СЛИТКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ  
ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ С ЗАВОДСКИМИ  
ОПЕРАЦИЯМИ.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКИ В  
ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DEFORM 3D.

Перечень графического материала Презентация в PowerPoint

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

подпись

О.С. Лебедева

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

О.Д. Кривопишина

подпись, инициалы и фамилия студента

« 07 » июня 2021 г

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа магистра на тему «Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов с применением программ компьютерного проектирования и моделирования» содержит 87 страниц машинописного текста, 29 рисунков, 13 таблиц, библиографический список из 40 позиций.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Платина и палладий высокой чистоты, ковка, холодная листовая прокатка, мерный слиток, DEFORM-3D.

**ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ** – технология производства слитковой продукции из драгоценных металлов и сплавов.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** – Повышение эффективности производства слитковой продукции из драгоценных металлов, направленных на пополнение золотовалютных резервов и их диверсификацию.

В качестве задач исследования, вытекающих из цели, ставилось следующее.

- 1) Изучить современное состояние развития промышленного сегмента драгоценных металлов, учитывая спросовую, отраслевую, материальную и экономическую его составляющие.
- 2) Проанализировать действующую технологию получения слитковой продукции из основных металлов платиновой группы высокой чистоты.
- 3) Предложить решения по сокращению потерь драгоценных металлов, направленные на усовершенствование существующей технологии производства на счет внедрения высокоэффективных операций с применением современных автоматизированных универсальных программ.
- 4) Оценить достоверность предлагаемых технологических решений с применение современных программ компьютерного проектирования и моделирования.

Во введении обоснована актуальность темы, где показано текущее состояние развития рынка драгоценных металлов, в том числе платиновых.

Отмечены приоритетные направления развития в текущем сегменте, определяющие цель и задачи повышения эффективности производства драгоценных металлов за счет минимизации количества отходов и увеличения коэффициента полезного действия.

В первой главе достаточно подробно изучен вопрос материального характера, а именно свойства основных металлов платиновой группы и сплавов на их основе. При этом характеристика по отраслевой их принадлежности, где акцент сделан на инвестиционную составляющую текущего вопроса.

Во второй главе рассмотрены особенности реализации действующей заводской технологии изготовления слитковой продукции из основных металлов платиновой группы.

В Третьей главе приведены предлагаемые технологические мероприятия, позволяющие оптимизировать действующую схему производства слитковой продукции за счет внедрения более высокоэффективных операций. Здесь предложено заменить процессковки на холодную листовую прокатку с последующей формовкой для получения соответствующего оттиска, закрепленного для такой продукции в ГОСТ. При этом для повышения точности технологических расчетов оценка пластической деформации при холодной листовой прокатке рассматриваемой группы материалов проводилась с применением унифицированной программы PROVOL.

При этом оценка достоверности исследований, приведенных в четвертой главе, подтверждена результатами моделирования с применением современного программного продукта DEFORM-3D, который адаптирован под специфику реализации технологического процесса при получении слитковой продукции из основных металлов платиновой группы высокой чистоты. При этом построена геометрическая трехмерная модель валков и заготовки в SolidWorks для рассматриваемых условий обработки по предлагаемым технологическим решениям.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Цветных металлов и материаловедения


институт

Обработка металлов давлением

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Д.С. Ворошилов

подпись      инициалы, фамилия

«23» 06 2021 г

МД


наименование ВКР (МД, ДП, ДР, БР)

22.04.02.00.10 Технологии ювелирной и художественной обработки металлов, 22.04.02 Металлургия

наименование темы, код и наименование специальности (специализации), направления,  
Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов

магистерской программы

с применением программ компьютерного проектирования и моделирования

Научный руководитель/  
руководитель 

подпись, дата

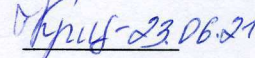
доцент, канд. техн. наук

должность, ученая степень

О.С. Лебедева

инициалы, фамилия

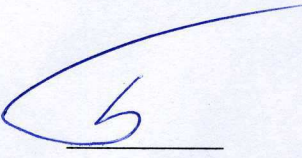
Выпускник

  
подпись, дата

О.Д. Кривопишина

инициалы, фамилия

Рецензент

  
подпись, дата

канд. техн. наук,

старший научный

сотрудник, КГАУ

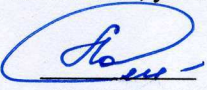
«ККФПНИНТД»

должность, ученая степень

Д.И. Усков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

О.С. Лебедева

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Цветных металлов и материаловедения

---

институт

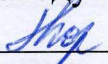
Обработка металлов давлением

---

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Д.С. Ворошилов  
подпись      инициалы, фамилия

« 07 » июня 2021 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту Кривопишиной Олесе Дмитриевне

фамилия, имя, отчество

Группа ЦМ19-35М Направление (специальность)

22.04.02 Металлургия

номер

код

22.04.02.00.10 Технологии ювелирной и художественной обработки металлов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы

Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов с применением программ компьютерного проектирования и моделирования

Утверждена приказом по университету № 18358/с от 24.10.2019 г.

Руководитель ВКР О.С.Лебедева, доцент кафедры обработки металлов давлением, канд. техн. наук

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР оговорены в специальной развернутой программе исследований

Перечень разделов ВКР

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕНИЕ НА ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.

3 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЛИТКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ С ЗАВОДСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ.

4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DEFORM 3D.

Перечень графического материала Презентация в PowerPoint

Руководитель ВКР

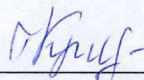


подпись

О.С. Лебедева

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению



О.Д. Кривопишина

подпись, инициалы и фамилия студента

« 07 » июня 2021 г



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа магистра на тему «Исследование технологии производства мерных слитков из драгоценных металлов с применением программ компьютерного проектирования и моделирования» содержит 87 страниц машинописного текста, 29 рисунков, 13 таблиц, библиографический список из 40 позиций.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Платина и палладий высокой чистоты,ковка, холодная листовая прокатка, мерный слиток, DEFORM-3D.

**ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ** – технология производства слитковой продукции из драгоценных металлов и сплавов.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** – Повышение эффективности производства слитковой продукции из драгоценных металлов, направленных на пополнение золотовалютных резервов и их диверсификацию.

В качестве задач исследования, вытекающих из цели, ставилось следующее.

- 1) Изучить современное состояние развития промышленного сегмента драгоценных металлов, учитывая спросовую, отраслевую, материальную и экономическую его составляющие.
- 2) Проанализировать действующую технологию получения слитковой продукции из основных металлов платиновой группы высокой чистоты.
- 3) Предложить решения по сокращению потерь драгоценных металлов, направленные на усовершенствование существующей технологии производства за счет внедрения высокоэффективных операций с применением современных автоматизированных универсальных программ.
- 4) Оценить достоверность предлагаемых технологических решений с применение современных программ компьютерного проектирования и моделирования.

Во введении обоснована актуальность темы, где показано текущее состояние развития рынка драгоценных металлов, в том числе платиновых.

Отмечены приоритетные направления развития в текущем сегменте, определяющие цель и задачи повышения эффективности производства драгоценных металлов за счет минимизации количества отходов и увеличения коэффициента полезного действия.

В первой главе достаточно подробно изучен вопрос материального характера, а именно свойства основных металлов платиновой группы и сплавов на их основе. При этом приведена характеристика по отраслевой их принадлежности, где акцент сделан на инвестиционную составляющую текущего вопроса.

Во второй главе рассмотрены особенности реализации действующей заводской технологии изготовления слитковой продукции из основных металлов платиновой группы.

В Третьей главе приведены предлагаемые технологические мероприятия, позволяющие оптимизировать действующую схему производства слитковой продукции за счет внедрения более высокоэффективных операций. Здесь предложено заменить процессковки на холодную листовую прокатку с последующей формовкой для получения соответствующего оттиска, закрепленного для такой продукции в ГОСТ. При этом для повышения точности технологических расчетов оценка пластической деформации при холодной листовой прокатки рассматриваемой группы материалов проводилась с применением унифицированной программы PROVOL.

При этом оценка достоверности исследований, приведенных в четвертой главе, подтверждена результатами моделирования с применением современного программного продукта DEFORM-3D, который адаптирован под специфику реализации технологического процесса при получении слитковой продукции из основных металлов платиновой группы высокой чистоты. При этом построена геометрическая трехмерная модели валков и заготовки в SolidWorks для рассматриваемых условий обработки по предлагаемым технологическим решениям.