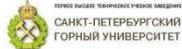


# Направление «Автоматизация производства и технологии машиностроения»

## Условия обеспечения многократной проходимости горнотранспортного агрегата



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ В РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Аспирант 3 г.в. каф. Машиностроения, рук. проф. Михайлов А.В.

**Аннотация.** Освоение нераспаханых территорий включает в себя транспортировку грузов по слабым основаниям от забоя до места разгрузки посредством специализированной техники – горнотранспортных агрегатов ГТА – в трудных природно-климатических условиях. Для эффективного осуществления перевозок сырья по торфяному месторождению необходимо учитывать условия эксплуатации горнотранспортного агрегата, влияющие на проходимость техники по слабым основаниям, накладывающую ограничения на массу перевозимого груза.

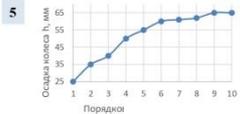


Существующая техника, часто застревающая при проезде по слабым грунтам, не в полной мере осуществляет главную транспортную задачу – при минимальных затратах энергии максимально производителью транспортировать сырье.



Для комплексной оценки проходимости транспортных агрегатов по грунтам с низкой несущей способностью используются обобщенные оценочные показатели опорной проходимости:

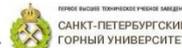
- коэффициент сцепного веса;
- коэффициент сцепления;
- коэффициенты сопротивления грунта, шпны качению;
- коэффициент бульдозерного сопротивления при качении;
- коэффициент удельной силы тяги



Сезонные изменения погодных условий оказывают значительное влияние на проходимость ГТА (проходимость, маневренность). Таким образом, повышается бульдозерное сопротивление качению, снижается сцепление опорной поверхности с грунтом, а, следовательно, и скорость передвижения ГТА по

Исследования влияния прохода на уплотнение почвы показывают, что основная часть происходит во время транспортного средства дают меньший эффект

## ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗЬБЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ БУРОВЫХ ШТАНГ

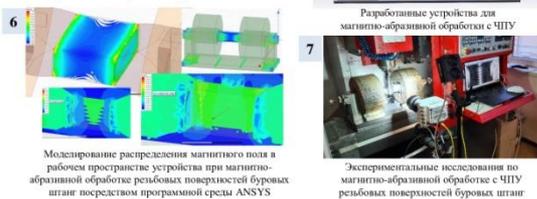
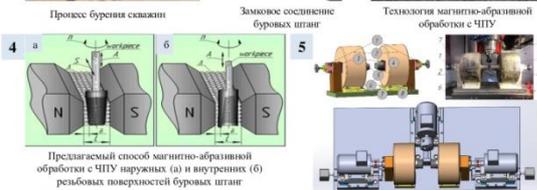


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ В РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

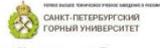
Студент гр. ТАММ-19 Щеглова Р.А.  
Научный руководитель: к.т.н., асс. каф. Машиностроения Кекелин А.И.

**Аннотация.** В процессе функционирования оборудования для бурения нефтяных и газовых скважин наиболее нагружаемыми элементами конструкций являются резьбовые соединения, которые зачастую, вследствие динамических условий эксплуатации, претерпевают разрушение. По этой причине с целью повышения эксплуатационных свойств резьбовых соединений предлагается на окончательной стадии их изготовления применять технологию магнито-абразивной обработки с ЧПУ, позволяющую комплексно воздействовать и улучшать состояние сопрягаемых резьбовых поверхностей.



- **Казаков Ю.А.** Анализ климатических и дорожных условий эксплуатации горнотранспортного агрегата на слабых грунтах *Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Алиева Лейла.** Обеспечение качества гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания с помощью хонингования алмазными брусками *Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Максимов Д.Д.** Формирование качества поверхностей сложного профиля изделий из алюминиевого сплава АМц с применением магнито-абразивной обработки *Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Щеглова Р. А.** Финишная обработка резьбы для повышения работоспособности резьбовых соединений буровых штанг *Санкт-Петербургский горный университет.*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ХОНИГОВАНИЯ АЛМАЗНЫМИ БРУСКАМИ

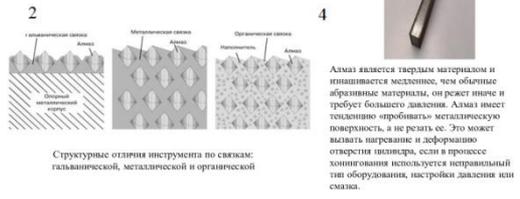


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ В РОССИИ

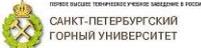
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Студент группы ТАММ-19 Алиева Лейла, руководитель – доцент Халитомов А.Д.

**Аннотация.** Гильзы цилиндров двигателя внутреннего сгорания (ДВС) горных машин при работе испытывают большие нагрузки. Основными дефектами гильз цилиндров, образующимися при эксплуатации являются - трещины, износ наружной поверхности, излом бурта, износ посадочных поясков, износ внутренней (рабочей) поверхности. Предотвратить износ поверхности гильзы можно с помощью технологического обеспечения качества (точности и шероховатости рабочей поверхности гильзы цилиндра) за счет совершенствования процесса хонингования. Хонингование позволяет получить требуемые размеры, обеспечить точность и минимальные отклонения между диаметрами в разных точках гильзы цилиндра ДВС.



## ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ ИЗ АЛЮМИНЕВОГО СПЛАВА АМц С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

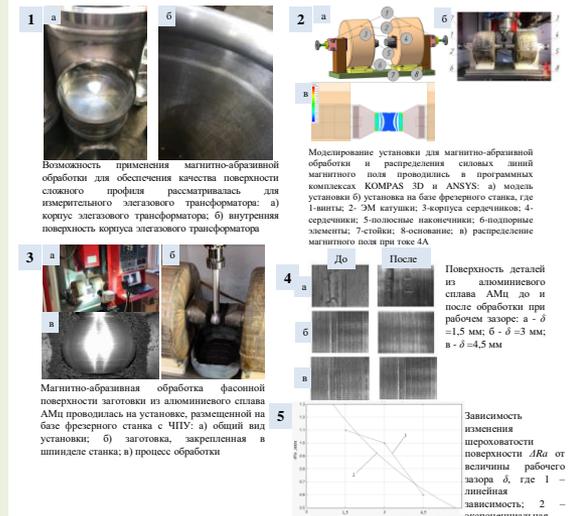


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ В РОССИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Аспирант Максимов Д.Д., рук. проф. Маскоров В.В.

**Аннотация.** Изложен вопрос технологического обеспечения качества поверхностей сложного профиля изделий алюминиевого сплава АМц. Рассмотрено применение магнито-абразивной обработки с целью формирования качества поверхности сложного профиля и использование различных параметров магнито-абразивной обработки. В результате теоретических и экспериментальных исследований установлена зависимость изменения шероховатости поверхности от величины рабочего зазора.



# Направление «Горные машины, технологии переработки и транспортирования»

• **Волчихина А.А.** Оборудование и технологии для проведения работ по дозакладке выработанного пространства

*Санкт-Петербургский горный университет.*

• **Мякотных А.А., Князькина В.И.** Акустический сигнал шестеренного насоса, как критерий оценки загрязненности рабочей жидкости трансмиссии гидравлического экскаватора

*Санкт-Петербургский горный университет.*

• **Ракитин И.В.** Способ сохранения эксплуатационной производительности канатных экскаваторов путём применения самозатачивающихся зубьев ковша.

*Санкт-Петербургский горный университет.*

## ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ДОЗАКЛАДКЕ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА



Аспирант гр. ТТШМ-20а-2 Волчихина А.А., рук. доцент. Васильева М.А.

**Аннотация.** Отработка месторождений с подземной добычей ведется с закладкой пустот. Существуют различные способы закладки и дозакладки выработанного пространства, к примеру, бетононасосы, торкет установки или металлические машины, но они не обеспечивают полную закладку и не применимы при дозакладочных работах.

Нами разработана конструкция мобильной закладочной установки (МЗУ), защищенная рядом патентных свидетельств, предназначенная для проведения работ по закладке/дозакладке выработанного пространства твердодисперсными смесями с одновременным ступенем закладочной пульпы и отводом отработанной воды для ее повторного применения. Транспортирование ступенчатой пульпы в выработанное пространство осуществляется магнитным перистальтическим насосом.

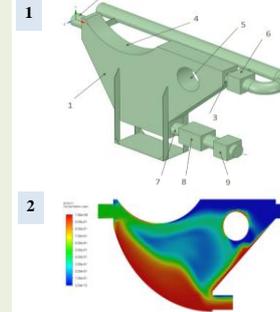
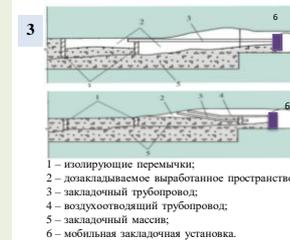


Рисунок 1 - Мобильная закладочная установка: 1 – центральный резервуар; 2 – впускной патрубок; 3 – выпускной патрубок; 4 – отклоняющий гидродинамический профиль; 5 – цилиндрический гидродинамический профиль; 6 – ультразвуковой поточный плотностер; 7 – патрубок для ступенчатой смеси; 8 – перистальтический насос; 9 – ультразвуковой поточный плотностер.

МЗУ функционирует по принципу осадительной камеры, оснащенной гидродинамическими профилями и перистальтическим насосом.

Рисунок 2 – Модель многофазного потока распределения плотности расчетной области

Для оценки работоспособности установки и определения распределения твердых частиц в корпусе при ее работе была настроена модель многофазного расчета потоков в Ansys Fluent ( $\nu = 5.5 \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $M_1 = 233,15 \text{ кг/с}$ ;  $M_2 P_1 = 500 \text{ Па}$ ). Характер картины распределения массовой доли частиц в расчетной области соответствует представлению о механизме работы МЗУ.



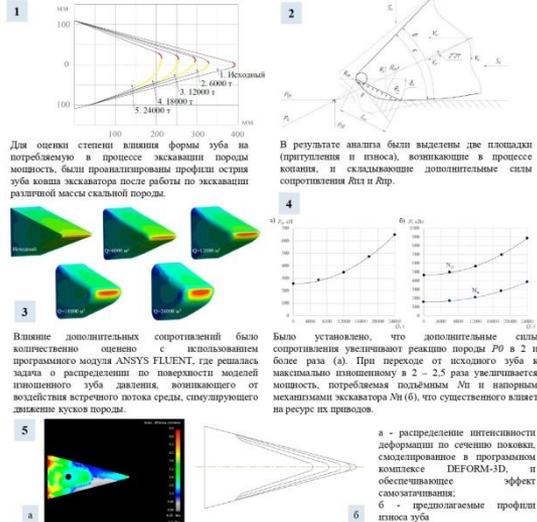
Место размещения МЗУ определяется объемом и пространственным расположением пустот, интенсивностью и направлением развития горных работ. Производительность МЗУ технически зависит от скорости движения волны локальных деформаций рабочего канала насоса и его площади сечения.

Применение мобильных закладочных установок, способных одновременно ступать закладочный материал и подвигать его в заполняемые полости с низким напряжением сдвига делает подобное оборудование применимым в широких пределах горно-геологических и технологических условий, позволяя существенно сократить объемы незаполненных пустот и повысить безопасность ведения горных работ.

## СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАНАТНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ САМОЗАТАЧИВАЮЩИХСЯ ЗУБЬЕВ КОВША

Студент гр. ГМ-17 Ракитин И.В., рук. проф. Боболов В.И.

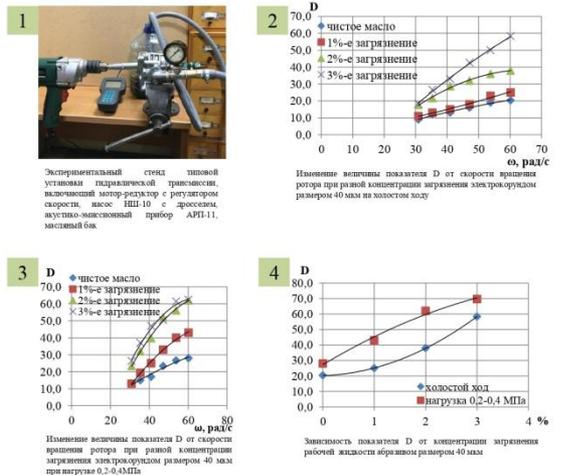
**Аннотация.** Отличительной особенностью всех горных машин, в том числе и одноковшовых карьерных экскаваторов, является крайне тяжелые условия эксплуатации, сопровождаемые стремлением достигнуть высоких показателей производительности, превращающих планы. Совокупность этих факторов выражается в низком ресурсе зубьев ковша, работа которых вызывает несоответствие поточных характеристик экскаватора заданным, т.е. изношенные зубья приводят к существенному увеличению сопротивления породы внедрению ковша. Данное несоответствие обуславливает существенное отклонение выработки экскаваторов от ее номинальной величины, способствует интенсификации деградационных процессов, ведущих к ускоренному снижению остаточного ресурса узлов и агрегатов экскаваторов, что способствует увеличению количества отказов, повышению сложности и трудоемкости ремонтных работ, снижению эксплуатационной производительности, и, как следствие, росту себестоимости эксплуатации горной массы. Решить проблему позволяет применение зубьев, самозатачивающихся в процессе работы.



## АКУСТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА, КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ТРАНСМИССИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

магистрант гр. ТТМ-19 Мякотных А.А., науч. рук.: д.т.н., проф. Иванов С.Л.

**Аннотация.** В процессе развития механизации машин горной промышленности на первый план выходит поддержание работоспособности и безопасности рабочих органов и машины в целом. Совершенствование технического обслуживания заключается во внедрении обслуживания по фактическому состоянию объекта, которое позволяет наблюдать за его состоянием в реальное время. Данное исследование основано на предположении о влиянии загрязненности рабочей жидкости трансмиссии на акустический сигнал. Применение бортовой системы оценки загрязненности рабочей жидкости позволит сократить время простоя оборудования во время планово-предупредительных ремонтов, а также сократить траты при закупке рабочей жидкости трансмиссии гидравлического экскаватора в силу максимального истощения ресурса.



# Направление «Электро- теплоэнергетика и электротехника минерально-сырьевого комплекса»



## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СПАСАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО С ВЫСОТЫ НА ОСНОВЕ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

Студент гр. Э-408 Гарафутдинов Д.Р., рук. проф.д.т.и Саттаров Р.Р

**АННОТАЦИЯ:** В данной статье рассматривается возможность использования магнитоэлектрического тормоза взамен редукторных механизмов и механизмов имеющих внешнее трение например, лебедки, блоки, триподы, для эвакуации людей с высоты. Внедрение современных мощных магнитных материалов позволяет усовершенствовать и оптимизировать конструкции и принципы работы различных устройств. Устройство с постоянными магнитами, более надежно, так как в нем отсутствуют трущиеся элементы и оно независимо от источников электроэнергии.

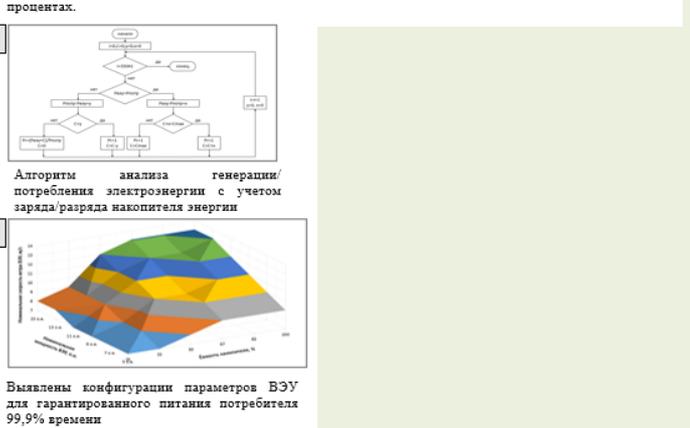
В соответствии с требованиями приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 16 ноября 2020 г. № 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» при проведении спасательных работ на высоте необходимо предусмотреть применение спасательных средств, позволяющих осуществлять эвакуацию людей в случае аварии или несчастного случая при производстве работ на высоте [1].

Проблема эвакуации людей при чрезвычайных ситуациях в высотных сооружениях, не оборудованных современными средствами безопасности, является общей для всех структур жизни обеспечения. Средства спасения с высоты является не только последней, а часто и единственной возможностью произвести безопасную эвакуацию людей из зоны ЧС.

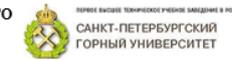


Рисунок.1 Эвакуация людей с высоты

и, (рисунок.1) особенно в условиях чрезвычайной ситуации, смогло бы спустить человека с высоты на максимальное, его на безопасное расстояние. Существует множество и механизмов с различными передаточными числами для устройства для спуска с высоты. ается возможность применения саморегулируемого в качестве устройства для спуска людей с высоты. Принцип во взаимодействии вихревых токов, которые индуцируются с первичным магнитным полем, создаваемым постоянным током, характеризуются конкретными требованиями к назначению, величине тормозного момента, роторы индран или конуса [2-3]. **ктерический тормоз** ский тормоз с раскрывающимся ротором работает с высоты, происходит движение ротора и повышается раскрытию элементов ротора и уменьшению воздушного и магнитам. При уменьшении воздушного зазора, между водятся вихревые токи, создаваемые магнитным потоком сдвигается, происходит замедление движения ротора до зеточный тормоз с постоянными магнитами можно так же оших на высоте [3]. рмозах с ПМ осуществляется за счет увеличения или и вторичным элементом демпфера, которое способствует и ЭДС наводимых на вторичный элемент. На рисунке 2а и вьдвинутом роторе и рассеивающем магнитное поле ндсигнет максимальный тормозной момент. На рисунке 2б олений, т.е. не создающий тормозного момента [4-5]. оза, зависит от специфики и условий эксплуатации. гоэлектрические устройства имеющие небольшой вес и ыльный вес и простота конструкций позволяют в минимальный жеиче что особенно важно при ЧС.

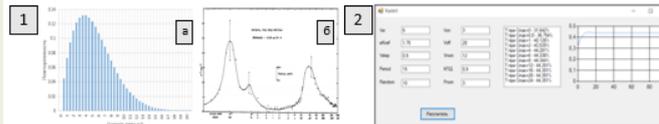


## ВЫБОР НОМИНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИБРИДНОГО КОМПЛЕКСА С ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ И НАКОПИТЕЛЕМ

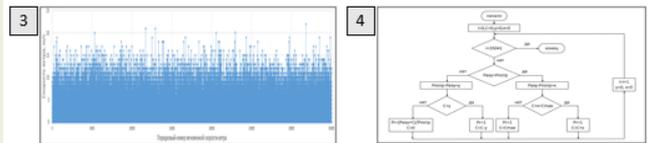


Студент гр. ЭРАМ-20 Емельянов Е.А., рук. доц. Бельский А.А.

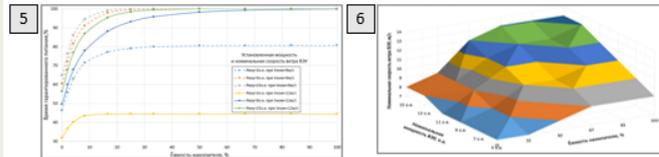
Проектирование электротехнического комплекса с ветроэлектрическими установками осложняется отсутствием возможности качественно оценить эффективность от их внедрения. Для повышения эффективности работы данных систем, необходимо решить актуальную задачу, связанную с моделированием динамического режима процессов генерации и потребления электроэнергии, заряда и разряда накопителя в течение длительного промежутка времени.



Модель изменчивости скорости ветра описывается: а - распределением Вейбулла, б - спектральным распределением Ван-дер-Ховина. В работе рассматривается осреднённый интервал 15 минут.



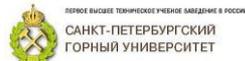
Получен график изменения скорости ветра в течение года с интервалом 15 минут (35040 точек).



Влияние увеличения ёмкости буферного накопителя на время гарантированного питания.

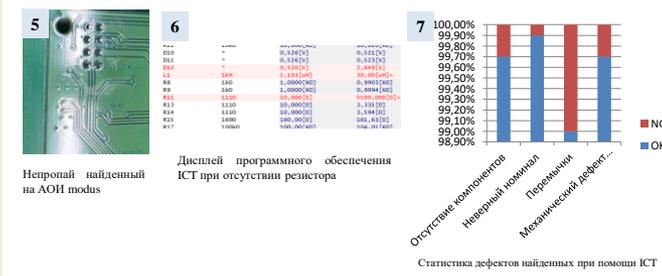
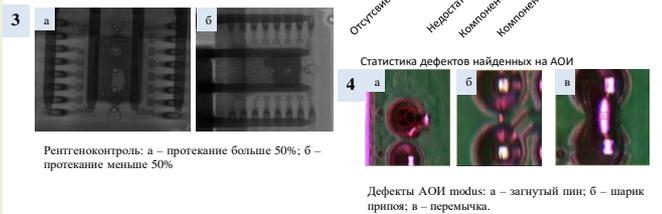
Выявлены конфигурации параметров ВЭУ для гарантированного питания потребителя 99,9% времени

## СТАТИСТИКА ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



Студент гр. ПЭ-17 Мордвинцева Ю.А., рук. ассис. Белицкий А.А.

**Аннотация.** В данной работе представлена статистика наиболее частых дефектов при поверхностном монтаже на предприятии, которое занимается выпуском электронной продукции. Статистика была собрана благодаря трем видам контроля: рентгеноконтроль, автоматическая оптическая инспекция и внутрисекционного тестирования.



# Направление «Транспорт и логистика в минерально-сырьевом комплексе»

• **Попиль С. В., Егоров А.В.** Оценка влияния дефектов на надежность эксплуатации трубопроводов промышленного назначения.

*Научно-исследовательский университет «Московский энергетический институт»*

• **Атрощенко В.А.** Способы повышения срока службы деталей насосов систем гидротранспорта хвостов обогащения железной руды.

*Санкт-Петербургский горный университет.*

• **Гостинщиков Д.А.** Обеспечение работоспособного состояния системы питания Scania XPI

*Санкт-Петербургский горный университет.*

• **Исмаилов Р.Э.** Совершенствование процесса мойки карьерных самосвалов

*Санкт-Петербургский горный университет.*

Стендовый доклад VIII Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2021»

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ НА НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ



МОИ

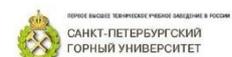
Магистранты гр. С-06м-20 Попиль С.В., Егоров А.В., рук. к.т.н. Шпиков А.А.

**Аннотация.** Проблема повреждаемости трубопроводов, транспортирующих среды различного назначения чрезвычайно актуальна, поскольку газификация приводит к экологическим и экономическим потерям, а в худшем случае к травмам и гибели людей. Такие трубопроводы, зачастую, используются в агрессивных условиях и под высоким внутренним давлением, перенося среду, которая катализирует процесс деградации или появления новых дефектов. В связи с этим в работах исследователей как в России, так и за рубежом, вплоть до настоящего времени, много внимания уделяется вопросам повышения достоверности выявления дефектов и вопросам прогнозирования развития и роста дефектов трубопроводов. Например, при анализе влияния на надежность и безопасность эксплуатации трубопроводов форм дефектов типа утонений, в своих исследованиях авторы используют упрочнения, основанные на рекомендациях нормативных документов, численное моделирование уточненных форм дефектов вплоть до точного воспроизведения формы и размеров в программах имитационного моделирования.



Трубопроводы атомной, энергетической (а), нефтедобывающей (б) отраслей могут транспортировать среды различного химического состава, быть разных диаметров и толщин. В реальных условиях эксплуатации на трубопроводах наблюдаются дефекты как эксплуатационного, так и усталостного характера. Например: а) трещиноподобный

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОЙКИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

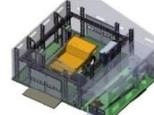


Студент гр. АХ-17 Исмаилов Р.Э., рук. доцент Федотов В.Н.

**Аннотация.** В данной работе предложено решение проблемы очистки загрязнения горных самосвалов пылью. Удаление карьерной пыли возможно путем использования щелочного моющего средства и омывающей воды.

Основные источники загрязнения стационарного оборудования и подвижной техники пылью на горных предприятиях являются: пыль при производстве взрывных работ, транспортировании карьерных грузов, сдувании пыли с поверхностей отвалов и площадок, укладке горной массы в отвалы и склады.

Пыль оседает на кузовных деталях рабочей техники. Наиболее опасны мелкодисперсные частицы. Чем меньше диаметр частиц, тем большими адгезионными свойствами они обладают, то есть ведут себя как сплюскающиеся.



1. Выполнить уочорочно-моющие раооты техники, эксплуатирующейся в карьерах с преобладанием карьерной пыли, например, с применением автоматизированного комплекса для мойки бульдозерных карьерных грузовиков RHP81, в составе моющего средства должно быть вещество, у которого рН больше 7. По данному критерию подходит щелочные моющие средства с добавлением поверхностно-активных веществ.
2. Пену моющего средства наносят при температуре от 10 до 40 °С на открытые поверхности автомобиля не более чем на 2-3 минуты, т.к. щелочная среда отрицательно влияет на хромовые и пластиковые элементы кузова.

В результате её на поверхности металла возникает электродвойной слой. Она представляет собой барьер, который противостоит положительному заряду частиц транспортируемой пыли и

3. При трении между частицами пыли образуются электрические заряды.
  - остаточная наэлектризованность пыли от предыдущей стадии обработки;
  - электризация её трением при транспортировке;
  - имеется естественная положительная зарядность металлической поверхности.
 В результате её на поверхности металла возникает электродвойной слой. Она представляет собой барьер, который противостоит положительному заряду частиц транспортируемой пыли и
4. Магнитное устройство активирует водные молекулы, воздействуя на них магнитным зарядом, понижая поверхностное натяжение воды и создавая режим мягкой воды. Таким образом, в системе водоподготовки идет процесс растворения обычно нерастворимых жестко связанных минеральных отложений (спилкаты, матиновые и кальциевые соли).

хематизации, ля дефектов, ния (давление, условия, Различные удалаты что ешталитов о безопасной борповода

менциальный й дефекта, но менее : отсутствуют

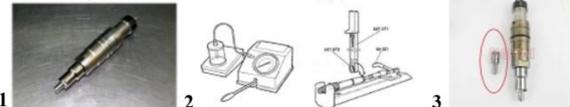
ект в стената на

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ SCANIA XPI



Студент гр. АХМ19 Гостинщиков Д.А., рук. проф. Афанасьев А.С.

**Аннотация.** Жесткие требования к нормам токсичности отработавших газов стали основным направлением развития в разработке новых топливных систем для дизельных двигателей. Поэтому научные исследования, посвященные повышению эффективности функционирования топливной аппаратуры, представляются практически значимыми. Одним из основных элементов, влияющих на работоспособность системы питания дизельного двигателя Scania XPI, является топливная форсунка [1]. Технология технического обслуживания и ремонта автомобилей Scania предусматривает только замену топливных форсунок Scania XPI, однако их можно отремонтировать и в техническом плане это не представляет принципиальной сложности, при этом стоимость ремонта значительно ниже стоимости новой форсунки.

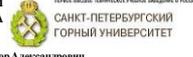


1. Внешняя очистка.
2. Подготовка к проверке на нагрузочном стенде.
3. Проверка на нагрузочном стенде.
4. Проверка работоспособности.
5. Проверка окончания выстрела.
6. Проверка давления начала подъема иголки.
7. Проверка качества распыления топлива.
8. Разборка, очистка и замена деталей.
9. Сборка.



После ремонта форсунку рекомендуется применять комплексе для проверки и регулировки форсунки системы питания Common Rail CRistina-SPECIAL. Он Существует пять основных параметров, по которым проверяется каждая форсунка: максимальная подача; Ремонт форсунки позволяет устранить любую неисправность, которая привела к отказу форсунки и восстановить

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ДЕТАЛЕЙ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ГИДРОТРАНСПОРТА ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ



Аспирант 2 года обучения Атрощенко Виктор Александрович

**Аннотация.** Установлено, что главной причиной недостаточной эффективности систем гидротранспорта для перекачки хвостов обогащения является интенсивный гидравризионный износ проточных частей грунтовых насосов. Наиболее негативные последствия на работу гидросистемы оказывает гидравризионный износ рабочего колеса насоса, ведущий к снижению напорных характеристик. Сформулированы основные способы повышения срока службы деталей грунтовых насосов. Одним из перспективных путей повышения износостойкости частей насоса является гуммирование. Описаны параметры, влияющие на износостойкость гуммированных деталей. Экспериментально определено, что использование в качестве материалов труб полуретан вместо стали при перекачке хвостов обогащения железной руды существенно продлевает их срок эксплуатации. На основании экспериментальных данных предложено использовать для защиты частей грунтового насоса покрытие на основе полиуретана.

1. При использовании грунтовых насосов основная часть затрат связана с заменой изнашиваемых деталей. Установлено, что наиболее подвержены гидравризионному износу рабочие колеса, бронесетки и корпус насоса. Особенно негативное влияние на работу гидросистемы оказывает гидравризионный износ рабочего колеса, в результате увеличения которого возникают дополнительные динамические нагрузки, ведущие к разбалансировке привода насоса, повышенной вибрации, увеличению нагрузок на опорные подшипники и снижению срока службы привода насоса.
2. Одним из перспективных путей повышения износостойкости частей насоса является гуммирование. Для гуммирования деталей в основном применяется резиновая смесь, основой которой служит натуральный или синтетический каучук. Ряд исследований показал, что в условиях гидротранспорта качество обогащения железной руды полуретаном обладает гораздо большей износостойкостью по сравнению с другими материалами.

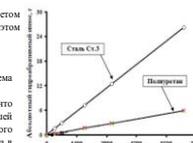
На кафедре транспортно-технологических процессов и машин были проведены экспериментальные испытания износостойкости футерованных материалов. Была спроектирована и собрана гидротранспортная установка, непрерывно перекачивающая гидросмесь хвостов обогащения железной руды по замкнутому контуру. Сутью этой установки является воспроизведение условий гидропротирания, приближенное к реальным условиям на горно-обогатительных комбинатах. В качестве исследуемых образцов использовались отрезки труб из стали и полуретана. Износность гидравризионного износа оценивалась по потерю массы образца. Абсолютное значение износа определяется как разность масс образца до проведения эксперимента и после:

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

Абсолютный износ также можно выразить в объемной величине с учетом объема перекачанной пульпы и плотности  $\rho$  исследуемых образцов. В этом случае удельный износ, см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> может быть вычислен по формуле:

$$I = \frac{\Delta m}{\rho V}$$

Графические зависимости износа исследуемых материалов от объема перекачанного твердого материала приведены на рисунке. В соответствии с проведенными испытаниями видно, что полуретановый отрезок трубы обладает сравнительно большей износостойкостью, чем стальной. На основании данного эксперимента мы можем предположить, что применение полуретана в качестве покрытия деталей грунтового насоса, в частности рабочего колеса, может существенно увеличить срок его службы.



# Направление «Материаловедение и технология обработки материалов»

## СТРУКТУРА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДОВ НИКЕЛЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКОЙ



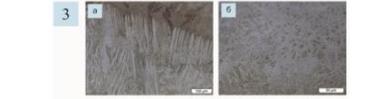
Новосибирский государственный технический университет  
НГТУ

Студент гр. ММ-701 Егосин К. Д., рук. к.т.в. Осипца Т. С.

**Аннотация.** В работе проведено исследование структуры покрытия на основе NiP85015 на стальную подложку методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки. С помощью рентгенофазового анализа было установлено, что материал покрытия состоит из интерметаллической фазы Ni<sub>3</sub>Al и материала основы. Твердость полученного покрытия в два раза выше твердости исходного материала.



Образцы для исследований подготавливались по схеме наплавки электронным пучком с электромагнитной разветкой. Полученный материал состоит из трех слоев: 1 – зона покрытия, 2 – зона термического влияния, 3 – зона исходного материала



Структура покрытия характеризовалась дисперсным строением с различной плотностью роста дендритов по глубине: а – у границы с подложкой, б – в самом покрытии



Зависимость уровня твердости по Виккерсу от глубины показывает двукратный рост твердости от исходного материала к наплавленному. Применяя методы рентгенофазового анализа удалось выявить двухфазное строение полученного покрытия: фазы Ni<sub>3</sub>Al и фазы на основе  $\alpha$ -железа, которое входит в состав материала подложки

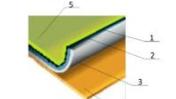
## ТЕМПЕРАТУРОСТОЙКОСТЬ ЛАЗЕРНЫХ ПЛЕНОК В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ МАРКИРОВКЕ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

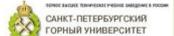
Ст. гр. МНМ-19 Алхимова В.А., асп. Трошина Е.Ю., каф. МТХИ

**Аннотация.** Данная работа освещает важность разработки лазерных пленок с высокой температуростойкостью. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности промышленных предприятий за счет использования материалов с уникальными свойствами. В исследовании рассмотрены меры, направленные на маркировку производственных машиностроительных изделий из стали из контроля и защиты. Многие комплектующие изделия и детали машиностроительной отрасли работают при температурах до 700 °С. А существующие пленки для их маркировки имеют более низкую рабочую температуру. Поэтому повышение температуростойкости полимерной лазерной пленки является основной целью исследования.



Структура пленочного материала по слою (1 – лазерный полимерный слой; 2 – основной (носительный) полимерный слой; 3 – клеевой; 4 – антидиффузионный слой; 5 – склеивающий материал)

## ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СРЕДНЕ-ТЕЖЕЛОПЛАВКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Студент 21.6. Михайлов А.В., рук. проф. д.т.н. Прикин Е.П., доц. к.т.в., доц. Сивков А.В.

**Аннотация.** Актуальность развития машиностроения, авиационной и нефтехимической промышленности в значительной степени зависит от качества и эксплуатационных характеристик металловедения. Среди широкого спектра методов химико-термической обработки стоит выделить термическое поверхностное легирование сталей изделий из высоколегированной среды, позволяющее варьировать на себя состав поверхностных слоев в широком интервале и обеспечивать работоспособность в условиях повышенных механических нагрузок, а также агрессивной среды и высокой температуры. В работе приведены результаты разработки, протестирования, апробации и испытаний разработанных опытно-конструкторских установок для осуществления процесса поверхностного легирования из среды легированных металлических расплавов легированного металла. Проведена апробация метода легирования транспортного рельса флюидом в расплавленном соде. Устройство запатентовано № 2111701 от 03.04.2019г.

1. На рисунке изображены аппарат и технологическая линия для проведения поверхностного легирования стали в расплавленном соде, запатентованном № 2111701

2. В качестве основного термического оборудования были выбраны электроды лабораторной мощности мощностью СДЭС-1001.

СВЭС-1001 (1)	
T, °C	1100
Среда в ванне	Ванадий
V, л	10
P, кВт	7,2

3. На исследуемые образцы наносились покрытия с использованием электролитической установки с регулируемой силой тока, частотой и формой импульсов и биполярной импульсной схемой.

4. Проведены испытания электролитического легирования на образцах.

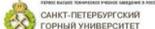
- Повышение коррозионной стойкости металлических изделий;
- Увеличение износостойкости изделий;
- Повышение механической прочности изделий;
- Повышение стойкости к агрессивным средам;
- Повышение износостойкости изделий;
- Увеличение срока службы изделий;
- Увеличение стойкости к агрессивным средам;
- Увеличение срока службы изделий;
- Увеличение стойкости к агрессивным средам;
- Увеличение срока службы изделий;

5. Проведены испытания на прочность образцов.

Апробация экспериментальной установки проводилась путем поверхностного легирования изделий из стали 20. Для этого транспортный рельс на основе стали из партии был погружен в расплавленный ванну (на основе Ni<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>Co<sub>2</sub> (6)). Поверхностное легирование образцов проводилось при температуре 700 °С в течение 1,5 часов. Средняя толщина слоя после погружения в ванну – 18 мкм. Ni<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>Co<sub>2</sub>, 5 мкм. В ходе анализа полученных результатов возможна оценка применимости вакуумного метода легирования транспортного рельса флюидом в расплавленном соде в присутствии атмосферы инертных газов, где и совместно использование позволяет сохранить первоначальному покрытию обрабатываемого изделия, повысить качество и

- **Егосин К.Д.** Структура покрытий на основе алюминидов никеля, полученных вневакуумной электронно-лучевой наплавкой  
*Новосибирский государственный технический университет.*
- **Якимаха М. Н., Пилипенко А. Р.** 3D-визуализация как способ реконструкции флюоритовых ваз из собрания Горного музея  
*Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Михайлов А.В.** Поверхностное легирование сталей легкими металлами  
*Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Трошина Е.Ю., Алхимова В.А.** Температуростойкость лазерных пленок в машиностроительной маркировке  
*Санкт-Петербургский горный университет.*
- **Гречихина И.А., Голожавцов Н.С., Шерстнева А.Б.** Применение DLC – покрытий в тяжело нагруженных узлах горных машин и оборудования  
*Санкт-Петербургский горный университет.*

## ПРИМЕНЕНИЕ DLC – ПОКРЫТИЙ В ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Студенты гр. МММ-47 Голожавцов Н.С., Гречихина И.А., Шерстнева А.Б., рук. ас. Шаров В.Д.

**Аннотация.** В работе рассмотрены свойства DLC-покрытий, их применение в тяжело нагруженных узлах горных машин и оборудования.

Таблица 1 – Физико-механические свойства DLC-покрытий

Физико-механические свойства	DLC sp-C	DLC sp <sup>2</sup> -C	Алмаз (наноразмерный)
Структура	Аморфный углерод	Аморфный углерод	Алмаз
Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,4-3,6	3,2-3,4	0,306
Микротвердость НВ, ГПа	50-100	15-40	70-100
Коэффициент трения	0,15-0,08	0,1-0,04	0,2-0,05

Для устранения основных недостатков: низкой адгезионной прочности, высоких остаточных напряжений, низкой термостойкости, алмазоподобные покрытия дополнительно легируют, например, S, W, Ti, N, Si, карбиды, нитридами и оксидами. DLC-покрытия могут одновременно быть твердыми и эластичными, обладать низким коэффициентом трения и износа, т.к. покрытия состоят из атомов углерода, как с алмазными, так и с графитоподобными связями. Таким образом, применение DLC-покрытий в горнодобывающей промышленности высокоэффективно и перспективно ввиду высокого уровня их физических и механических свойств. Их использование приводит к снижению износа, увеличению срока эксплуатации тяжело нагруженных деталей горных машин и оборудования в 5 – 20 раз, а также повышает экономический эффект на производстве.

Рисунок 1 – Снимок поверхности DLC-покрытия, легированного Ti

Рисунок 2 – Строение DLC-покрытия с различными видами связей

Рисунок 3 – Атомная структура DLC-покрытия

Рисунок 4 – Эффективность использования покрытия алмазоподобным углеродом

## 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ РЕКОНСТРУКЦИИ ФЛЮОРИТОВЫХ ВАЗ ИЗ СОБРАНИЯ ГОРНОГО МУЗЕЯ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

М. Н. Якимаха, А. Р. Пилипенко кафедра МТХИ ФБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**Руководитель:** доцент кафедры МТХИ, старший научный сотрудник Горного музея кандидат искусствоведения Н. В. Борюкова

**Аннотация.** Исследование поставило перед собой задачу реконструкции музейных предметов с использованием методов 3D-визуализации, дающей возможность восстанавливать облик памятников с максимальной точностью для определения их места в истории и культуре является развитие реставрационной и архитектурной деятельности, которое невозможно без поиска новых методов визуального представления.



Проведена фиксация современного состояния фрагментов. Далее осуществлено фотофиксирование фрагментов с одинаковыми параметрами режима съемки, на каждую единицу привнес – 100 растровых фотографий



Полученные снимки загружены в программу Agisoft Metashape для построения статичных ортостереоскопических пар



На основе полученных цифровых аналогов созданы модели, были выделены фрагменты и проведены реставрационные работы

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

- Сформированы сканы и построены модели музейных предметов;
- Проведена фотофиксирование фрагментов, сделаны обмеры параметров фрагментов объектов;
- На основе сканов и проведено составление полноразмерных моделей из сканов предметов из других коллекций, на которых найдены места утраченных элементов и выполнены последние работы реставрации с помощью программы Metashape.

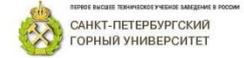
# Направление «Приборы и методы контроля, метрологическое обеспечение, оценка качества»

Heyi Tesfaye Buta.

Перспективы пульпопроводного транспорта в Эфиопии

Санкт-Петербургский горный университет.

## Prospects for slurry transport in Ethiopia



Heyi Tesfaye Buta - PM-19 group, Scientific adviser - Ph.D. Katsan I.F.

**Abstract.** Slurry is the mixture of solid particles and a liquid, usually water. When the solid particles in the liquid are small and finely ground, the mixture is called fine slurry (non-settling), and when the particles are larger, it is called coarse slurry. We can use slurry transport for:

- Mining products Fe (Brazil and China), Cu (Chile), coal (USA);
- Crude oil (Russia), phosphate (Morocco and others), wastes and tailings in slurry form to disposal sites;
- Dredging also uses slurry pipeline to transport saddle dam soil, gravel, or soil dredged from a river is often pumped with water;
- Clinker producer uses a mixture of raw materials which is called a slurry. Cement may be piped as a slurry in building construction.



Slurry pipe line used in Madagascar Transporting NiNO<sub>3</sub>



Floating slurry specially in Russia in summer and internal enterprise



OCP group in Morocco for transporting Phosphate

