

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Доброногова Виктория Юрьевна



**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ НАТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАБОЙНЫХ
СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ НОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УРОВНЯ**

Специальность 05.05.06 – «Горные машины»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание научной степени
кандидата технических наук

Алчевск – 2017

Работа выполнена в ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» на кафедре «Горная энергомеханика и оборудование», г. Алчевск

Научный руководитель: **Корнеев Сергей Васильевич**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедры «Горная энергомеханика и оборудование» ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет» (г. Алчевск)

Официальные оппоненты: **Шабаев Олег Евгеньевич**,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедры «Горные машины»
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», ДНР (г. Донецк)

Яценко Виктор Александрович,
канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры «Инженерная и
компьютерная педагогика»
ГОУВПО «Донецкий национальный университет»,
ДНР (г. Донецк)

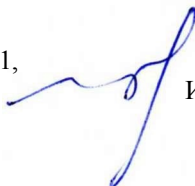
Ведущая организация: Стахановский учебно – научный институт горных и образовательных технологий ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля» (г. Стаханов)

Защита состоится 12 октября 2017 г. в 10:00 часов на заседании специализированного ученого совета Д 01.008.01 при ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» по адресу: ауд. 1203, ул. Артема, 58, г. Донецк, 283001. Тел./факс +38(062)304-30-55, e-mail: uchensovet@donmtu.org.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» по адресу: корпус 2, ул. Артема, 58, г. Донецк, 283001. Сайт университета [http:// donntu.org](http://donntu.org).

Автореферат разослан « ____ » _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 01.008.01,
доктор технических наук, доцент



И.А. Бершадский

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Перед угольной промышленностью Донбасса стоит задача существенного повышения технико-экономических показателей добычи угля. Нагрузка на очистные забои угольных шахт может быть увеличена в результате повышения надежности забойного оборудования, в том числе и забойного скребкового конвейера (ЗСК). Количественные показатели надежности и долговечности конвейера определяются уровнем нагрузок в тяговом органе (ТО) в режимах установившегося движения, пуска и заклинивания. Защита ЗСК от экстренных перегрузок осуществляется путём ограничения максимального момента в результате применения гидромuft постоянного заполнения (ЗСК с гидродинамическим приводом) или отключения асинхронных электродвигателей (ЭД) при снижении скорости привода до значения, составляющего 85% от номинальной скорости (ЗСК с двухскоростными ЭД). При защите «по скорости» наблюдается существенный разброс момента срабатывания защиты и максимальных нагрузок в ТО. При неблагоприятном стечении обстоятельств возможны порывы цепей. Уровень натяжений ТО при установившемся движении, который определяет его долговечность, помимо прочего, определяется первоначальным натяжением, осуществляемым, как правило, приводом, исходя из опыта обслуживающего персонала, в расчете на самые тяжелые условия эксплуатации. Также остаются высокими удельные затраты энергии скребкового конвейера.

Поиск альтернативных средств повышения надежности, долговечности конвейера, а также снижения затрат энергии при его установившемся движении приводит к многофункциональным гидравлическим натяжным устройствам (ГНУ), которые способны осуществлять регулирование натяжения ТО при установившемся движении конвейера, выполнять защитные функции от экстренных перегрузок, демпфировать колебания ТО, повысить безопасность, оперативность и эффективность процесса монтажного натяжения.

Степень разработанности темы. Несмотря на значительный объем исследований в области создания и повышения эффективности забойных скребковых конвейеров, применение в их составе ГНУ остается весьма ограниченным, а их возможности не реализованы в полной мере. Причина заключается в недостаточной исследованности влияния ГНУ на процессы в ТО, отсутствии доказательной базы их эффективности и рекомендаций по выбору рациональных значений параметров и режимов работы. При создании ГНУ необходимы новые комплексные подходы и технические решения, удовлетворяющие современным требованиям к забойным скребковым конвейерам нового технического уровня.

Проблеме исследования нагрузок в силовой системе ЗСК посвящены труды А.В. Бермана, Б.Л. Давыдова, А.А. Долголенко, А.В. Евневича, В.П. Кондрахина, С.В. Корнеева, В.П. Крота, А.В. Леусенко, А.Г. Петрова, Н.С. Полякова, В.И. Сафонова, Б.А. Скородумова, Г.И. Солода, А.Г. Соснина, Л.Н. Сигалова, В.К. Смирнова, А.О. Спиваковского, Н.И. Стадника, Б.Я. Стажевского, И.Я. Стажевского, Л.И. Чугреева, О.Е. Шабаева, Л.Г. Шахмейстера, Л.Н. Ширина, И.Г. Штокмана, Б.А. Эйдермана, Г. Гудера и др.

Известны исследования гидравлических натяжных устройств скребковых конвейеров и работы по их созданию Г. Армоната, Ю.Э. Варченко, К.П. Вихерса, В.М. Горлова, С.В. Корнеева, Г. Крегера, Л.Н. Сигалова, Л.Н. Ширина, В.Г. Яцких и др.

Цель и задачи. Цель исследования – повышение эффективности забойных скребковых конвейеров за счет выбора параметров и режима работы многофункциональных автоматических гидравлических натяжных устройств на основе установления закономерностей формирования нагрузок в тяговом органе.

Указанная цель достигается за счет решения следующих задач:

- разработать статические модели забойного скребкового конвейера с автоматическим гидравлическим натяжным устройством с телескопическим рештаком, позволяющие учитывать изменчивость загрузки конвейерного става при перемещении выемочной машины и его изломы в профиле;
- установить закономерности формирования нагрузок в ТО в рабочем режиме работы конвейера, обосновать способы и определить эффективность регулирования натяжения ТО;
- разработать динамические модели забойных скребковых конвейеров, в том числе с гидравлическими натяжными устройствами, наделенными защитными функциями, и установить закономерности нагружения ТО в режимах экстренных перегрузок конвейера;
- определить параметры настройки и показатели эффективности ГНУ как средства защиты от экстренных перегрузок;
- провести экспериментальные исследования, подтверждающие правильность теоретических положений и работоспособность ГНУ в режимах экстренного заклинивания ТО конвейера;
- разработать научно-практические рекомендации по разработке системы автоматического управления натяжением ТО посредством ГНУ и применению многофункциональных автоматических ГНУ.

Идея работы заключается в повышении эффективности забойных скребковых конвейеров в результате применения многофункциональных гидравлических натяжных устройств, выбора параметров настройки и режима работы, соответствующих конкретным условиям эксплуатации.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются процессы нагружения силовой системы конвейера с гидравлическими натяжными устройствами в режиме установившегося движения и при экстренных перегрузках, а предметом – параметры и способы управления ГНУ, обеспечивающие повышение эффективности конвейера в режиме установившегося движения и при экстренных перегрузках.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- впервые установлено влияние режимов работы гидравлического натяжного устройства и координаты положения выемочной машины при ее перемещении по рештачному ставу забойных скребковых конвейеров на уровень суммы средних нагрузок в тяговом органе на приводных звездочках и, соответственно, на его износную долговечность;

- впервые получены зависимости критериев эффективности регулирования натяжения тягового органа забойных скребковых конвейеров (поддержания наименьшего в тяговом контуре натяжения на заданном уровне) по фактору износной долговечности шарниров цепей от погонной массы груза;

- получила дальнейшее развитие методика тягового расчета забойных скребковых конвейеров, учитывающая изломы конвейерного става в профиле и позволяющая определять затраты энергии в зависимости от первоначального натяжения тягового органа;

- впервые установлено, что реальная мощность, затрачиваемая приводом забойного скребкового конвейера на перемещение тягового органа по изогнутому в плане рештачному ставу, находится в линейной зависимости от предварительного натяжения цепей;

- впервые получило теоретическое обоснование явление обратного удара в сбегавшей с привода ветви забойного скребкового конвейера при ее заклинивании на непреодолимом препятствии и срабатывании защиты от перегрузок, заключающейся в отключении приводных двигателей, управляемых муфт или срабатывании тепловой защиты гидромуфт.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость заключается в установлении закономерностей формирования нагрузок в тяговом органе конвейера с ГНУ при установившемся движении с учетом перемещения выемочной машины по конвейерному ставу, числа приводов и изломов става в профиле, а также динамических нагрузок при заклинивании тягового органа и критериев эффективности применения гидравлических натяжных устройств.

Практическая значимость заключается в том, что:

– предложены компоновочные схемы гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров и законы регулирования натяжения при установившемся движении конвейера;

– разработана методика расчета критериев эффективности регулирования натяжения тягового органа забойных скребковых конвейеров по фактору износной долговечности шарниров цепей от погонной массы груза при различных законах управления натяжением;

– разработана методика расчета сопротивлений движению тягового органа конвейера по изогнутому в профиле рештачному ставу и оценки эффективности регулирования натяжения по фактору потребления электроэнергии;

– разработаны программа и методика экспериментальных исследований режимов работы скребкового конвейера с гидравлическим натяжным устройством;

– создан натурный стенд для исследования режимов работы скребкового конвейера с гидравлическим натяжным устройством;

– обоснованы типы конструктивных элементов ГНУ и параметры настройки предохранительных клапанов для конвейеров СП250.11 и КСД27;

– разработаны функциональная и принципиальная схемы системы автоматического управления натяжением тягового органа конвейера с гидравлическими натяжными устройствами в режиме установившегося движения.

Методология и методы исследования. В теоретической части исследований использовались: основывающиеся на принципе Даламбера методы математического моделирования динамических силовых систем конвейера, при исследовании нагрузок в режиме установившегося движения тягового органа – метод обхода по контуру, численные методы решения систем дифференциальных уравнений движения силовой системы конвейера «привод-тяговый орган-гидравлическое натяжное устройство-препятствие» и систем алгебраических уравнений взаимодействия тягового органа конвейера со стыками рештаков. При проведении экспериментальных исследований – методы тензометрии, методы статистической обработки экспериментальных данных для идентификации параметров модели, а также для проверки адекватности моделируемых и экспериментальных процессов.

Положения, выносимые на защиту:

– критерий эффективности регулирования натяжения тягового органа забойных скребковых конвейеров (поддержания наименьшего в тяговом контуре натяжения на заданном уровне) по фактору износной долговечности шарниров цепей, определяемый с учетом переменного характера загрузки конвейера, представляется для одноприводных конвейеров в виде отношения линейных функций от погонной массы груза, а для двухприводных конвейеров, в общем случае, – в виде отношения линейной функции к сумме

линейной и обратно-пропорциональной функций от погонной массы груза, причем вид коэффициентов в данных функциях определяется способом натяжения, характеристиками конвейера, распределением нагрузки между приводами и условиями эксплуатации;

- мощность, затрачиваемая приводом скребкового конвейера типа СП (цепи расположены в направляющих става) на преодоление сопротивления движению тягового органа и груза по изогнутому в профиле решетчатому ставу, находится в линейной зависимости от заданного натяжения $S_{\min 3}$, которое при регулировании натяжения поддерживается в точке тягового контура с наименьшим натяжением цепей, а при нерегулируемом натяжении устанавливается в такой же точке при максимальной нагрузке става;

- в аварийном режиме экстренного нагружения скребкового конвейера, вызванного заклиниванием сбегавшей с привода ветви тягового органа на непреодолимом препятствии, при защитном отключении приводных двигателей или срабатывании тепловой защиты гидромуфт в сбегавшей ветви (по ходу конвейера перед препятствием) возникают ударные нагрузки, при определенном стечении обстоятельств значительно превосходящие максимальные нагрузки в набегающей ветви и разрывную прочность тягового органа.

Степень достоверности и апробация результатов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью поставленных задач и принятых допущений, достаточным объемом аналитических исследований, согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований. Расчетные значения максимального усилия в ТО при его заклинивании отличаются от экспериментальных значений не более чем на 9%. Согласно проверке по критерию Стьюдента при уровне значимости, равном 0,05, принимается гипотеза о равенстве расчетных значений математическим ожиданиям соответствующих экспериментальных данных. Таким образом, подтверждается адекватность математической модели конвейера в режимах заклинивания тягового органа реальному конвейеру.

Личный вклад соискателя состоит в постановке научной задачи, формулировании цели, задач исследований и разработке структуры научного исследования; в определении адаптивного закона управления натяжением тягового органа конвейера; в совершенствовании функциональной схемы системы автоматического управления гидравлическими натяжными устройствами забойных скребковых конвейеров; в разработке алгоритмов и программного обеспечения методик тягового расчета, проводимого с учетом изменчивости положения выемочной машины на конвейерном ставе и изогнутости става в профиле; в корректировке математических моделей динамической системы конвейеров; в анализе и обобщении результатов теорети-

ческих и экспериментальных исследований; в обосновании повышения эффективности конвейеров в результате применения многофункциональных гидравлических натяжных устройств; в формулировании научных положений.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались: на научно-практических конференциях ДонГТУ, г. Алчевск, 2008-2013; 2015-2016 «Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства»; международных научно-практических конференциях: «Перспективные методы и технические средства повышения эффективности энергоемких установок и технологических комплексов горно-металлургической промышленности» (Кривой Рог, 2010 г.); «Институты и механизмы инновационного развития в экономике, менеджменте, образовании, юриспруденции, экологии, биологии, политологии, психологии, медицине, философии, филологии, социологии, химии, математике, технике, физике» (Санкт-Петербург, 2013 г.); «Инновационные перспективы Донбасса» (Донецк, 2017 г.); на научном семинаре кафедры «Горнозаводской транспорт и логистика» (ДонНТУ, Донецк, 2017 г).

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в 18 работах, из которых: 13 статей в специальных изданиях, 5 научных работ по материалам конференций.

Диссертационная работа содержит 174 страниц машинописного текста и состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 74 источников на 8 страницах и 7 приложений на 8 страницах. Основной текст, изложенный на 157 страницах, иллюстрируется 49 рисунками и содержит 5 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе дана оценка и указываются пути повышения надежности забойных скребковых конвейеров угольных шахт, проведен анализ конструкций и опыта эксплуатации известных гидравлических натяжных устройств.

Также проведен анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований ЗСК с ГНУ, проведенных отечественными и зарубежными учеными.

Установлено: 1) эффективность забойных скребковых конвейеров, эксплуатируемых в сложных условиях очистных забоев, остается неудовлетворительной из-за низкой надежности ТО и повышенных затрат энергии при транспортировании груза; 2) несмотря на многочисленные подтверждения влияния натяжения ТО на энергоемкость процесса транспортирования, количественные закономерности такой взаимосвязи в явном виде отсутст-

вуют; 3) в настоящее время является установленным факт снижения потребляемой конвейером мощности в рабочем режиме при уменьшении уровня предварительного натяжения ТО, однако наблюдаемое на практике явление остается недостаточно изученным теоретически; 4) известны зависимости, отражающие влияние натяжений ТО на его долговечность по фактору износа шарниров цепей при постоянной нагрузке, однако отсутствуют зависимости, позволяющие учитывать одновременно переменный характер натяжений при перемещении вдоль става пункта загрузки (выемочной машины), число приводных станций и приводных блоков в них, способ предварительного натяжения; 5) известны конструктивные исполнения конвейеров с ГНУ, выполняющим функции монтажного натяжения, а также опытные разработки ГНУ, осуществляющих автоматическое регулирование натяжения в рабочем режиме работы конвейера. Для обоснования целесообразности применения ГНУ также в качестве средства защиты от экстренных перегрузок и снижения натяжений ТО путем их автоматического регулирования в рабочем режиме, т. е. расширения функций ГНУ, необходимы дополнительные исследования, которые ранее не проводились; 6) препятствием для разработки методов определения показателей эффективности конвейеров, оборудованных ГНУ, и на их основании определения рациональных параметров и режимов работы ГНУ, а также широкого применения ГНУ является недостаточная изученность динамических процессов, протекающих в ТО конвейеров в режимах его экстренного торможения.

Анализ состояния вопроса показывает, что гидравлические натяжные устройства забойных скребковых конвейеров могут быть компонентой многофункциональной системы, осуществляющей, кроме безопасного монтажного натяжения, регулирование натяжения при установившемся движении ТО и защиту от экстренных перегрузок. Вместе с тем, отсутствует доказательная база эффективности работы гидравлических натяжных устройств, для разработки которых необходимо знать закономерности формирования нагрузок в ТО ЗСК при участии ГНУ.

Во втором разделе приведены результаты моделирования рабочего режима работы конвейеров, в которых предварительное натяжение производится традиционным способом, а также автоматическими ГНУ, установлены закономерности формирования нагрузок в ТО, а именно: пропорциональные износной долговечности суммы средних усилий натяжения в ТО в точках тягового контура, в которых осуществляется взаимный поворот звеньев цепей.

В качестве критериев эффективности регулирования натяжения приняты: по фактору износа шарниров цепи – отношение износной долговечности в случае регулирования к износной долговечности в случае базового нерегулируемого натяжения; по фактору потребления энергии – отношение

мощностей, затрачиваемых на перемещение ТО и груза, соответственно, в случае регулируемого N_p и в случае базового нерегулируемого натяжения N_{np} .

Разработана методика расчета натяжений ТО забойных скребковых конвейеров, которая позволяет учитывать равновероятное положение выемочной машины на конвейерном ставе при ее перемещении вдоль очистного забоя, способ управления натяжением и число приводных станций.

Установлены зависимости критерия эффективности K_T управления натяжением ТО ЗСК по фактору износной долговечности шарниров цепей ТО от среднего значения погонной массы груза ρ :

- для конвейеров с одним приводом

$$K_T = \frac{c_{0np} + c_{1np}\rho}{c_{0p} + c_{1p}\rho}, \quad (1)$$

где c_{0p} (нр), c_{1p} (нр) – коэффициенты, учитывающие способ натяжения ТО, характеристики конвейеров и условия эксплуатации:

- если $W_{II} > 0$, то

$$c_{0np} = 4S_{\min 3} + W_{xx} + 2W_{II} + fL\rho_{\max}; c_{1np} = fL/6; c_{0p} = 4S_{\min 3} + W_{xx} + 2W_{II}; c_{1p} = fL/2;$$

- если $W_{II} < 0$, то

$$c_{0np} = 4S_{\min 3} + W_{xx} - 2W_{II} + fL\rho_{\max}; c_{1np} = fL/6; c_{0p} = 4S_{\min 3} + W_{xx} - 2W_{II}; c_{1p} = fL/2;$$

$S_{\min 3}$ – заданное по условию повсеместного растяжения цепей минимальное усилие натяжения ТО; W_{xx} – сопротивление движению ТО в режиме холостого хода; W_{II} – сопротивление движению порожняковой (нижней) ветви ТО; f – удельное сопротивление движению груза; L – длина конвейера; ρ_{\max} – максимально возможное значение погонной массы груза на конвейере;

- для двухприводных конвейеров

$$K_T = \frac{d_{0np} + d_{1np}\rho}{d_{0p} + d_{1p}\rho + d\rho^{-1}}, \quad (2)$$

где d_{0p} (нр), d_{1p} (нр), d – коэффициенты, учитывающие способ натяжения ТО, характеристики конвейеров, распределение нагрузки между приводными станциями и условия эксплуатации:

$$d_{0np} = 4S_{\min 3} - 2W_{II} + (k_{кр} + 2)(W_{xx} + fL\rho_{\max}) / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} > W_{II};$$

$$d_{0np} = 4S_{\min 3} + 2W_{II} + (k_{кр} - 2)(W_{xx} + fL\rho_{\max}) / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} < W_{II};$$

$$d_{1np} = fL/6; d_{0p} = 4S_{\min 3} + W_{xx} + 2A / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} > W_{II};$$

$$d_{0p} = 4S_{\min 3} + W_{xx} - 2A / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} \leq W_{II};$$

$$d_{1p} = B(k_{кр} + 2) / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} > W_{II};$$

$$d_{1p} = B(k_{кр} - 2) / k_{кр}, \text{ если } W_{\max} / k_{кр} \leq W_{п};$$

$$d = A^2 / Bk_{кр}, \text{ если } W_{xx} / k_{кр} < W_{п} \text{ и } W_{\max} / k_{кр} > W_{п};$$

$$d = 0, \text{ если } W_{xx} / k_{кр} \geq W_{п} \text{ или } W_{\max} / k_{кр} \leq W_{п}; A = W_{xx} - k_{кр}W_{п}; B = fL/2;$$

W_{\max} – сопротивление движению ТО при максимальном заполнении става;
 $k_{кр}$ – коэффициент кратности тягового усилия хвостового привода суммарному тяговому усилию, характеризующий распределение нагрузок между приводами.

Таким образом, получено **первое научное положение**.

В качестве примера рассчитаны значения K_T и абсолютные значения ресурса ТО для распространенного в Донбассе конвейера СП250 при значениях ρ_{\max} , равных $\rho_{\text{доп}}$, где $\rho_{\text{доп}}$ – погонная масса груза, соответствующая приемной способности конвейера, $k_{нр}$, где $k_{н}$ – коэффициент неравномерности грузопотока, и ρ (рисунки 1 и 2).

В результате регулирования натяжения максимальные значения коэффициента повышения износной долговечности ТО в одноприводных и двухприводных конвейерах СП250 с распределением тягового усилия в соотношении 1:1 ($k_{кр}=2$) при погонной массе $\rho=108$ кг/м, $\rho_{\text{доп}}=180$ кг/м и $k_{н}=1,5$, что соответствует реальным условиям эксплуатации, составляют, соответственно, 4,2 и 2,6.

В течение нормативного срока службы конвейера СП250 регулирование натяжения позволяет снизить вдвое число замен цепей по фактору износа шарниров.

Для расчета потребления энергии при движении ТО в зависимости от уровня натяжений разработана методика тягового расчета, позволяющая рассчитывать локальные сопротивления движению ТО на изломах конвейерного става в профиле при различных способах натяжения с учетом провисания ТО между изломами.

Полученные диаграммы натяжений имеют нелинейный характер, тем более заметный, чем больше ρ и S_1 – натяжение ТО в точке его сбегания с головного привода, особенно на грузовой ветви конвейера.

Натяжения цепи H_i перед i -м выпуклым изломом ($i=0, 1, \dots, n_{\max}$), учитывая, что $H_0=S_1/n_{ц}$, где $n_{ц}$ – число цепей в ТО:

$$H_i = H_{i-1}k_i + a_i = \frac{S_1}{n_{ц}} \prod_{l=1}^i k_l + \sum_{l=1}^{i-1} (a_l \prod_{m=l+1}^i k_m) + a_i, \quad (3)$$

где k_l , k_m , a_l и a_i – коэффициенты и свободные члены, которые определяются геометрическими и конструктивными параметрами става, сопротивлениями движению ТО и груза, загрузкой конвейера и отражают логику контакта цепи с решетками i -го участка става.

Мощность на приводном валу со звездочками:

$$N = v n_{\text{ц}} (H_0 - H_{n_{\text{max}}}) = S_1 \left(\prod_{l=1}^{n_{\text{max}}} k_l - 1 \right) + \sum_{l=1}^{n_{\text{max}}-1} \left(a_l \prod_{m=l+1}^{n_{\text{max}}} k_m \right) + a_{n_{\text{max}}}, \quad (4)$$

где v – скорость конвейера.

Разработан ориентированный на применение компьютерных технологий алгоритм вычисления сопротивлений движению и потребляемой мощности, который позволяет отказаться от громоздких аналитических зависимостей.

Расчетные зависимости потребляемой мощности N от ρ и $S_{\text{min}3}$, полученные, в качестве примера, для одноприводных конвейеров типа СП приведены на рисунке 3. Из анализа рисунка 3 и формулы (4), в которой значения коэффициентов k_l и свободных членов a_l мало зависят от натяжения, видно, что $N\rho$ и N являются линейной функцией от $S_{\text{min}3}$ и ρ .

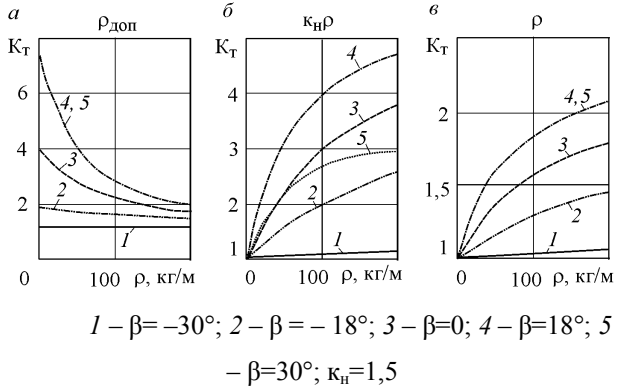
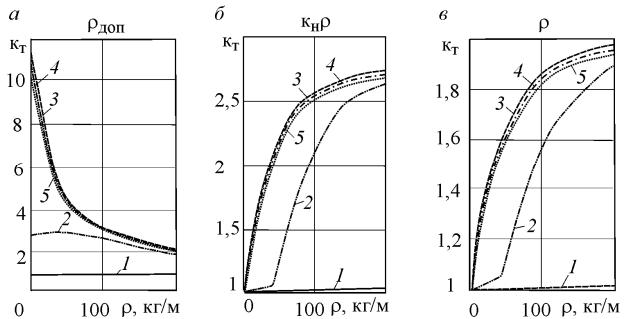


Рисунок 1. Зависимости критерия повышения ресурса K_T от погонной массы груза ρ и угла установки β конвейера с одним приводом



$$1 - \beta = -30^\circ; 2 - \beta = -18^\circ; 3 - \beta = 0^\circ; \\ 4 - \beta = 18^\circ; 5 - \beta = 30^\circ$$

Рисунок 2. Зависимости критерия повышения ресурса K_T от погонной массы ρ и угла установки β двухприводного конвейера СП250 при $k_{\text{кр}}=2$

Отсюда вытекает **второе научное положение.**

Потребление мощности по мере увеличения $S_{\min 3}$ от 0 до 20 кН возрастает, например, в случае регулируемого натяжения при $\rho=115$ кг/м в 2,3, при $\rho=70$ кг/м в 3,12 и при $\rho=0$ в 10,46 раз.

Регулирование натяжения позволяет существенно снизить потребление энергии, особенно это заметно в режиме холостого хода конвейера, например, при $S_{\min 3}$, равном 2 кН, – в 3,6 раза, что указывает на целесообразность регулирования натяжения ТО также и с энергетической точки зрения.

Автоматическое регулирование натяжения реальных конвейеров, с учетом равновероятного местонахождения выемочной машины на ставе конвейера, способствует снижению потребления энергии, например, для конвейеров СП250 – до 40 %.

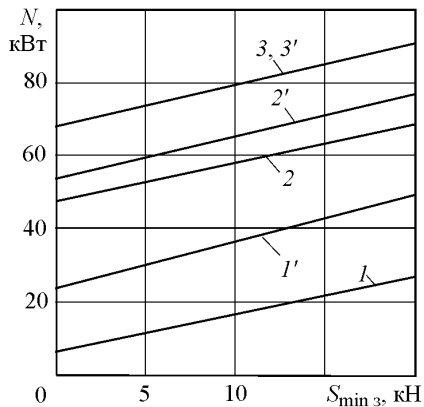
В третьем разделе для обоснования эффективности и параметров защиты посредством ГНУ забойных скребковых конвейеров проведено моделирование режимов заклинивания ТО, приводящих к экстренным перегрузкам.

Расчетные схемы конвейеров, в состав которых включены модели ГНУ, выполняющих в соответствии с заданным алгоритмом защитные функции, представляются в виде сосредоточенных масс, соединенных упруго-вязкими связями.

На рисунках 4 и 5 приводятся полученные в результате моделирования диаграммы нагружения силовой системы двухприводных конвейеров с гидродинамическим приводом СП250.11 без ГНУ и с ГНУ, выполняющим защитные функции при жестком заклинивании ТО.

Получило теоретическое подтверждение явление возникновения ударных нагрузок на участке ТО, сбегавшем с приводных звездочек (обратного удара), в момент отключения ЭД или срабатывания тепловой защиты ГМ.

В результате анализа полученных данных сформулировано **третье научное положение**.



1, 2, 3 – регулируемое натяжение;
1', 2', 3' – нерегулируемое натяжение;
1, 1' – $\rho=0$; 2, 2' – $\rho=70$ кг/м;
3, 3' – $\rho=115$ кг/м

Рисунок 3. Зависимости мощности N от натяжения $S_{\min 3}$

Ударные нагрузки в сбегавшей с привода ветви ТО могут быть снижены до приемлемого уровня в результате применения в качестве оперативного средства защиты гидравлических натяжных устройств и немедленного отключения после срабатывания защиты приводных двигателей.

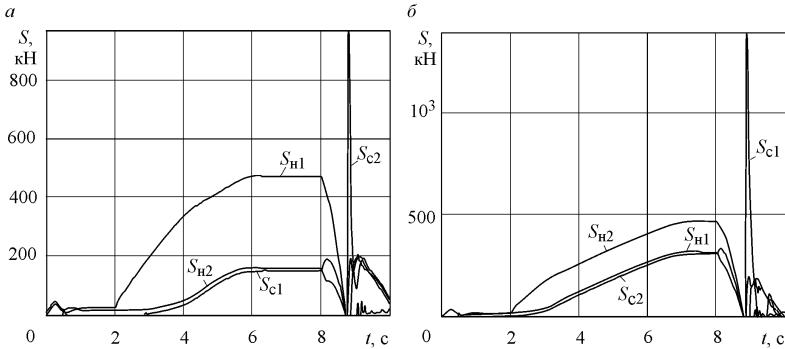


Рисунок 4. Диаграммы процесса заклинивания ТО конвейера СП250.11 с отключением ЭД при $l_3=190$ (а) и 390 м (б)

Результаты аналогичных исследований, проведенных для конвейера КСД27 с электромеханическим приводом, отражены на рисунке 6. Также предусматривается срабатывание предохранительного клапана ГНУ по уровню давления в гидроцилиндрах с последующим отключением приводных ЭД. ГНУ является эффективным средством защиты при высоких темпах нагружения, характерных для случаев заклинивания набегающей ветви ТО вблизи привода.

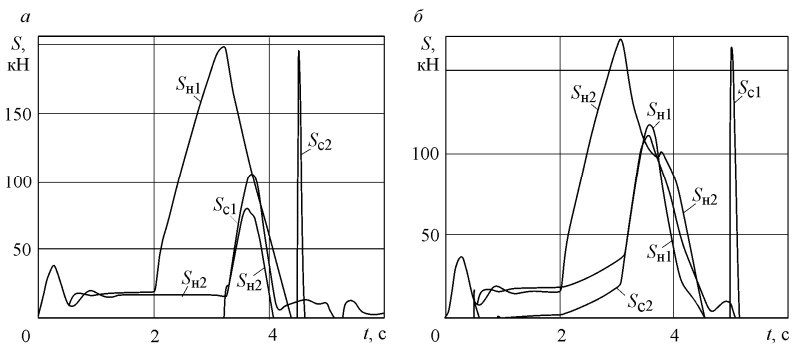


Рисунок 5. Диаграммы процессов заклинивания ТО конвейера СП250.11 при срабатывании ГНУ и отключении ЭД при $l_3=190$ м (а) и $l_3=390$ м (б)

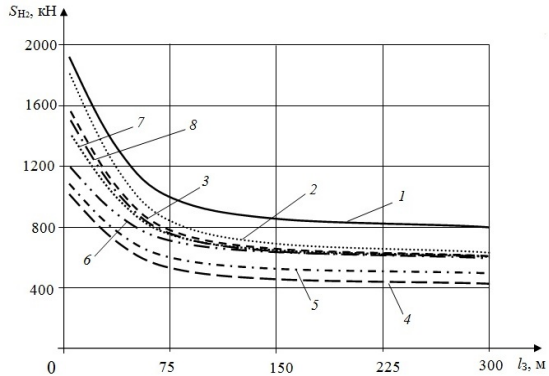
При этом нагрузке, по сравнению с «защитой по скорости», принятой в базовом конвейере, могут быть снижены в 1,1...1,36 раз. В обоих случаях обоснованы типоразмеры гидроцилиндров и предохранительных клапанов, а также установлены рациональные значения параметров защиты. Доказана целесообразность и установлена область эффективного применения ГНУ в качестве средства оперативной защиты.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью проверки:

1) работоспособности многофункционального ГНУ при экстренных перегрузках в сочетании с отключением приводного ЭД; 2) адекватности динамической модели ССК с ГНУ реальному конвейеру.

Разработаны методика и программа проведения экспериментальных исследований ГНУ в составе скребкового конвейера СП63 с гидродинамическим приводом и стендовая установка, включающая ГНУ с узлом раздвижности, контрольно-измерительную и регистрирующую аппаратуру.

Установлено, что применение ГНУ при экстренных стопорениях ТО позволяет снизить уровень максимальных усилий в ТО до 14 %. Применение ГНУ в сочетании с отключением приводного электродвигателя позволяет снизить максимальные нагрузки в ТО в 1,45 раза. Благодаря применению ГНУ увеличивается продолжительность процесса нагружения и создаются предпосылки для комплексной эффективной защиты от экстренных перегрузок. Рассмотрены варианты работы ГНУ при различных значениях давления настройки предохранительного клапана (ПК). Экспериментально подтверждена возможность возникновения обратного удара при отключении электродвигателя в момент заклинивания ТО и устранения обратного удара посредством ГНУ.



1, 2 – 1-й и 2-й пики нагрузок при отсутствии защиты, 3 – защита «по скорости», 4-8 – защита посредством ГНУ при настройке ПК на 6; 8; 10; 15; 20 МПа

Рисунок 6. Зависимости максимальных нагрузок в ТО конвейера КСД27 от длины заклинившего участка

Для оценки адекватности моделей проведено сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований. Установлено, что расхождение расчетных и средних экспериментальных значений максимальных нагрузок в ТО не превышает 9 %.

В пятом разделе приводятся рекомендации по практическому применению ГНУ в составе системы автоматического управления (САУ) натяжением ТО забойного скребкового конвейера.

Разработаны функциональная (рисунок 7) и принципиальная схемы САУ натяжением конвейера посредством ГНУ, обеспечивающие выполнение законов адаптивного автоматического управления натяжением ТО посредством хвостового ГНУ, которые определяются по формулам:

- для двухприводного конвейера

$$p_3 = p_0, \text{ если } l > 0; \quad (5)$$

$$p_3 = 2S_{\min 3} + 10^3 \eta N_x / v / \pi d^2, \text{ если } F_x \geq W_{\Pi} \text{ и } l = 0; \quad (6)$$

$$p_3 = 2S_{\min 3} + 2W_{\Pi} - 10^3 \eta N_x / v / \pi d^2, \text{ если } F_x < W_{\Pi} \text{ и } l = 0 \quad (7)$$

- для одноприводного конвейера

$$p_3 = p_0, \text{ если } l > 0; \quad (8)$$

$$p_3 = 4(S_{\min 3} + W_{\Pi}) / \pi d^2, \text{ если } W_{\Pi} \geq 0 \text{ и } l = 0; \quad (9)$$

$$p_3 = 4S_{\min 3} / \pi d^2, \text{ если } W_{\Pi} < 0 \text{ и } l = 0. \quad (10)$$

Здесь p_0 – рабочее давление в гидравлической сети, которое подается в ГЦ хвостового ГНУ при провисании ТО; F_x – тяговое усилие, реализуемое хвостовым ГНУ; l – стрела провиса ТО в точке l тягового контура; d – диаметр ГЦ; η – КПД привода.

Из приведенных законов управления видно, что в качестве входных величин в САУ натяжением необходимо применять потребляемые мощности N_f и N_x ЭД, давления p_f и p_x в гидроцилиндрах ГНУ и провис l цепей в точке l тягового контура.

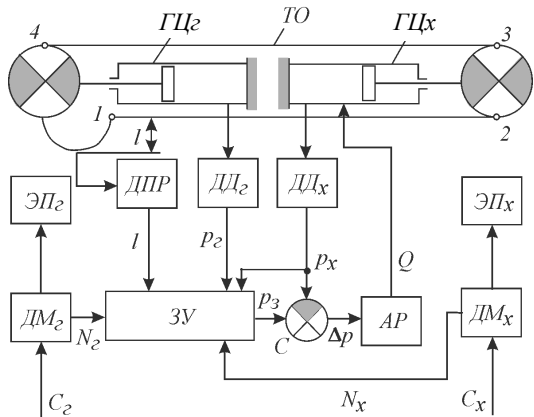


Рисунок 7. Функциональная схема САУ натяжением тягового органа скребкового конвейера

Также необходимо задаться минимальным натяжением ТО, заданным по условию повсеместного растяжения цепей $S_{\min 3}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, в которой на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная, имеющая существенное народно-хозяйственное значение научно-техническая задача, заключающаяся в повышении эффективности забойных скребковых конвейеров за счет выбора параметров и режима работы многофункциональных автоматических гидравлических натяжных устройств на основе установления закономерностей формирования нагрузок в тяговом органе.

Основные результаты заключаются в следующем.

1. Проведенный анализ состояния вопроса показал, что гидравлические натяжные устройства забойных скребковых конвейеров, в принципе, могут быть использованы в качестве многофункциональной системы, осуществляющей, кроме безопасного монтажного натяжения, регулирование натяжения при установившемся движении тягового органа и защиту от экстренных перегрузок. Вместе с тем отсутствуют критерии для обоснования параметров, режимов и эффективности работы гидравлических натяжных устройств, для разработки которых необходимо знать закономерности формирования нагрузок в тяговом органе конвейера под воздействием гидравлических натяжных устройств.

2. Разработан способ автоматического управления натяжением тягового органа двухприводного скребкового конвейера, оснащенного гидравлическими натяжными устройствами с телескопическим рештаком и силовыми гидроцилиндрами, входящими в состав головной и хвостовой приводных станций, по уточненному адаптивному закону, согласно которому заданное минимальное натяжение поддерживается в точке тягового контура с наименьшим натяжением, находящейся в зависимости от загрузки конвейера и угла его установки в ветви, сбегающей с головного привода или с хвостового. Способ отличается тем, что натяжение осуществляется гидравлическим натяжным устройством, входящим в состав хвостовой приводной станции, причем для реализации уточненного закона управления измеряются давление в гидроцилиндрах натяжных устройств и потребляемая мощность приводов обеих приводных станций.

3. Для исследования закономерностей формирования нагрузок в тяговом органе и оценки эффективности регулирования натяжения разработаны: 1) методика тягового расчета забойного скребкового конвейера, позволяющая, в отличие от типовой методики, учитывать изменчивость положения

выемочной машины на ставе конвейера, число приводных станций, соотношение их мощностей и способ натяжения тягового органа; 2) методика расчета локальных сопротивлений движению цепей, возникающих при взаимодействии провисающих на вогнутых участках пилообразного в профиле става со стыками рештаков, и силы тяги, которая, в отличие от типовой методики, позволяет рассчитывать составляющую потребляемой приводом мощности, приходящуюся на перемещение тягового органа, в зависимости от способа регулирования и уровня натяжения ТО.

4. Критерий эффективности регулирования натяжения тягового органа забойных скребковых конвейеров (поддержания наименьшего в тяговом контуре натяжения на заданном уровне) по фактору износа долговечности шарниров цепей, определяемый с учетом переменного характера загрузки конвейера, представляется в случае одноприводных конвейеров в виде отношения линейных функций от погонной массы груза, а в случае двухприводных конвейеров – в виде отношения линейной функции к сумме линейной и обратно-пропорциональной функций от погонной массы груза, причем вид коэффициентов в данных функциях определяется способом натяжения, характеристиками конвейера, распределением нагрузки между приводами и условиями эксплуатации.

5. Регулирование натяжения является эффективным способом повышения долговечности тягового органа по фактору износа шарниров цепей. Для конвейера СП250 значения критерия эффективности K_t , полученные исходя из реальных условий эксплуатации, например при $\rho_{\max}=\rho$ и $\rho_{\max}=1,5\rho$, могут достигать значений, равных, соответственно, 2 и 4,2 (один привод), 2 и 2,6 (два привода, распределение тягового усилия в соотношении 1:1).

6. Установлено, что мощность, затрачиваемая приводом скребкового конвейера типа СП на преодоление сопротивления движению тягового органа и груза по изогнутому в плане рештачному ставу, находится в линейной зависимости от заданного натяжения $S_{\min 3}$, которое при регулировании натяжения поддерживается в точке тягового контура с наименьшим натяжением цепей, а при нерегулируемом натяжении устанавливается в такой же точке при максимальной загрузке става. Мощность, потребляемая в типичных условиях эксплуатации приводом конвейера типа СП при $S_{\min 3}$, изменяющемся в пределах от 0 до 20 кН, в случае регулирования натяжения возрастает: при $\rho=115$ кг/м в 2,3, при $\rho=70$ кг/м в 3,12 и при ρ , стремящемся к нулю, в 10,46 раз.

7. Для порожнего конвейера СП250 при $S_{\min 3}=2$ кН мощность на приводном валу, потребляемая в случае регулирования натяжения, в 3,6 раза меньше аналогичной мощности $N_{\text{пр}}$, потребляемой при отсутствии регулирования. В максимально груженом конвейере ($\rho=115$ кг/м) в обоих случаях потребление мощности одинаковое. При равновероятном нахождении ком-

байна в любой точке конвейерного става при $\rho=115$ кг/м и $S_{\min 3}=2$ кН потребление мощности в случае регулирования натяжения снижается в среднем в 1,4. Таким образом, регулирование натяжения эффективно также и с энергетической точки зрения.

8. Разработаны динамические модели силовой системы конвейеров с гидродинамическим (конвейер СП250.11) и с электромеханическим (КСД27) приводом для исследования процессов экстренного нагружения при заклинивании тягового органа, отличающиеся от известных моделей тем, что в их состав органично включены модели ГНУ, выполняющих функции оперативной защиты от экстренных перегрузок.

9. Основное назначение ГНУ, выполняющего функцию оперативной защиты от экстренных перегрузок, заключается в существенном снижении интенсивности нагружения тягового органа, что позволяет повысить эффективность основного средства защиты.

10. Рациональные значения давления настройки предохранительного клапана ГНУ находятся в пределах: для конвейера СП250.11 при диаметре гидроцилиндров 125 мм – от 2 до 6 МПа, для конвейера КСД27 при диаметре гидроцилиндров 200 мм – от 10 до 20 МПа.

11. Применение в конвейере с гидродинамическим приводом ГНУ в качестве средства защиты от экстренных перегрузок позволяет снизить максимальные нагрузки в набегающей на привод ветви ТО до 11 %, а применение ГНУ в сочетании с немедленным после срабатывания ПК отключением ЭД – до 45 %.

12. В аварийном режиме экстренного нагружения скребкового конвейера с гидромуфтами, вызванного заклиниванием сбегавшей с привода ветви тягового органа на непреодолимом препятствии, при защитном отключении приводных двигателей или срабатывании тепловой защиты гидромуфт в сбегавшей ветви (по ходу конвейера перед препятствием) возникают ударные нагрузки, при определенном стечении обстоятельств значительно превосходящие максимальные нагрузки в набегающей ветви и разрывную прочность тягового органа.

13. Ударные нагрузки в сбегавшей с привода ветви тягового органа конвейера с гидродинамическим приводом могут быть снижены до приемлемого по условию прочности цепей уровня в результате применения в качестве оперативного средства защиты гидравлических натяжных устройств и немедленного отключения после его срабатывания приводных двигателей.

14. ГНУ, применяемое в качестве компоненты системы защиты от экстренных перегрузок в составе конвейера КСД27 с электромеханическим приводом, совместно с отключением ЭД позволяет снизить максимальные нагрузки в ТО, в сравнении с «защитой по скорости», в 1,1...1,32 раза до уровня, обеспечивающего надежную эксплуатацию ТО.

15. Расчетные значения максимального усилия в ТО при его заклинивании отличаются от экспериментальных значений не более чем на 9 %. Согласно проверке по критерию Стьюдента при уровне значимости, равном 0,05, принимается гипотеза о равенстве расчетных значений математическим ожиданиям соответствующих экспериментальных данных, что подтверждает адекватность математической модели конвейера в режимах экстренного стопорения тягового органа реальному конвейеру.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Научные работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях

1. Корнеев, С.В. Динамика забойных скребковых конвейеров с гидравлическими натяжными устройствами /С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова // Сб. науч. трудов ДонГТУ.– Алчевск, 2009. – Вып. 28. – С.44-51.
2. Корнеев, С.В. Регулирование натяжения цепей забойных скребковых конвейеров /С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова //Сб. науч. трудов ДонГТУ. Алчевск, 2010. – Вып. 30. – С. 41-52.
3. Корнеев, С.В. Закон управления гидравлическими натяжными устройствами скребковых конвейеров/ С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова // Сб. науч. трудов ДонГТУ. – Алчевск, 2010. – Вып. 31. - С. 33-40
4. Доброногова, В.Ю. О применении многофункциональных гидравлических натяжных устройств в двухприводных забойных скребковых конвейерах / В.Ю. Доброногова //Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг, 2011. – Вып. 28. – С. 140-145.
5. Корнеев, С.В. Моделирование экстренных перегрузок забойных скребковых конвейеров с гидродинамическим приводом и гидравлическими натяжными устройствами / С.В. Корнеев, В.И. Сафонов, В.Ю. Доброногова // Сб. науч. трудов ДонГТУ. – Алчевск: ИПЦ Ладо, 2012. – Вып. 36. - С. 35-43.
6. Корнеев, С.В. Ударные нагрузки в тяговом органе забойных скребковых конвейеров с гидродинамическим приводом /С.В. Корнеев, В.И. Сафонов, В.Ю. Доброногова // Уголь Украины. – 2012. – №12 – С. 17-20.
7. Корнеев, С.В. Методика тягового расчета забойных скребковых конвейеров с изогнутым в профиле ставом/ С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова, В.П. Долгих // Сборник научных трудов НГУ.– Днепропетровск, 2012. – Вып. 38. – С. 48-54.
8. Корнеев, С.В. Моделювання статичних навантажень вибійних скребкових конвеєрів/ С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова, В.П. Долгих // Мі-

жнр. зб. наук. праць: Прогресивні технології і системи машинобудування. - 2014. – Вип. 3(49). – С. 93-100, (включен в РИНЦ).

9. Корнеев, С.В. Оперативная защита от перегрузок забойных скребковых конвейеров с электромеханическим приводом / С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова, В.П. Долгих // Изв. вузов. Горн. журнал. – 2016. – №5. – С. 69-75.

10. Корнеев, С.В. Оценка эффективности регулирования натяжения цепей забойного скребкового конвейера по фактору износной долговечности / С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова, В.П. Долгих // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 4. – С. 28-35, (включен в РИНЦ).

11. Корнеев, С.В. Экспериментальные исследования гидравлического натяжного устройства забойного скребкового конвейера при стопорении тягового органа / С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова, В.П. Долгих // Сб. науч. трудов ДонГТУ. – Алчевск, 2016. – Вып.3 (46). – С.135-142, (включен в РИНЦ).

12. Корнеев, С.В. Адаптивное управление натяжением забойных скребковых конвейеров/ С.В. Корнеев, В.А. Зотов, В.Ю. Доброногова // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №3. – С. 14-18, (включен в РИНЦ).

13. Корнеев, С.В. Принципы построения системы автоматического управления гидравлическим натяжным устройством скребкового конвейера / С.В. Корнеев, В.А. Зотов, В.Ю. Доброногова.// Сб. науч. трудов ДонГТУ, Алчевск, 2017. – Вып. 5 (48). – С. 11-18, (включен в РИНЦ).

Научные работы и тезисы докладов в материалах конференций

14. Доброногова, В.Ю. Обоснование дополнительных функций гидравлических натяжных устройств/ В.Ю. Доброногова// Тезисы докладов Всеукраинской научно-практической конференции «Совершенное состояние и перспективы развития транспортных систем горных предприятий», 6-7 декабря 2012года, г. Днепропетровск. – Днепропетровск: НГУ, 2012. – С17.

15. Корнеев, С.В. Адаптация забойных скребковых конвейеров при существенной неравномерности загрузки става / С.В.Корнеев, В.Ю. Доброногова // Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции, 27-28 декабря 2013 года, г. Санкт-Петербург. / Институты и механизмы инновационного развития в экономике, менеджменте, образовании, юриспруденции, экологии, биологии, политологии, психологии, медицине, философии, филологии, социологии, химии, матема-

тике, технике, физике. – СПб.: Изд-во «КультурИнформПресс», 2013 – С. 71-73, (включен в РИНЦ).

16. Доброногова, В.Ю. Обоснование параметров и режимов работы гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров нового технического уровня / В.Ю.Доброногова // Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры «Машин металлургического комплекса», 13-14 октября 2016 года, г. Алчевск. – Алчевск: ДонГТУ, 2016. – С. 50-51.

17. Зотов, В.А. Управление гидравлическим натяжным устройством скребковых конвейеров / В.А. Зотов, С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова// Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры «Машин металлургического комплекса», 13-14 октября 2016 г., г. Алчевск. – Алчевск: ДонГТУ, 2016. – С. 52-53.

18. Корнеев, С.В. Критерии эффективности многофункциональных гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров /С.В. Корнеев, В.Ю. Доброногова //Материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. Инновационные перспективы Донбасса, г. Донецк, 24-25 мая 2017г. – Т. 3, Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов. – Донецк: ДонНТУ, 2017. – С. 119-123.

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве:

[1] – совершенствование динамических моделей конвейера с ГНУ; [2, 3, 12, 17] – установление законов управления гидравлическим натяжным устройством, [5, 6, 11] – анализ результатов моделирования и условий возникновения ударных нагрузок в сбегавшей ветви ТО; [7, 8] – оценка эффективности ГНУ по фактору снижения потребляемой мощности; [9] – оценка эффективности защиты конвейера КСД27 от экстренных перегрузок посредством ГНУ; [9, 15, 18] – определение критерия эффективности «по фактору износа» шарниров цепей; [13] – идея многофункциональных ГНУ, разработка функциональной схемы системы управления ГНУ.

АННОТАЦИЯ

Доброногова В.Ю. Обоснование параметров и режимов работы гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров нового технического уровня. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 - «Горные машины» - Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки ДНР, Донецк, 2017.

Разработаны статические и динамические модели конвейера с много-

функциональными гидравлическими натяжными устройствами. Установлены закономерности формирования нагрузок в тяговом органе забойных скребковых конвейеров в рабочем режиме и при экстренных перегрузках, в том числе опасных ударных нагрузок при заклинивании сбегающей с приводной звездочки ветви тягового органа, а также значения критериев эффективности применения ГНУ по фактору износа шарниров цепей, потребления энергии и максимальных натяжений ТО.

Получены новые теоретические и экспериментальные результаты, позволившие научно обосновать параметры и режимы работы гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров нового технического уровня.

Разработаны рекомендации по созданию эффективных multifunctional гидравлических натяжных устройств, способных осуществлять монтажное натяжение тягового органа, регулирование натяжения в рабочем режиме и оперативную в сочетании с отключением приводных электродвигателей защиту силовой системы конвейера от экстренных перегрузок.

Ключевые слова: забойный скребковый конвейер, гидравлическое натяжное устройство, тяговый орган, нагрузки, критерии эффективности.

ABSTRACT

Dobronogova V. Yu. Substantiation of parameters and operating modes of the hydraulic tensioning devices scraper conveyors of a new technological level. – the manuscript.

Thesis for a Degree of Candidate of Science (Engineering) in specialty 05.05.06 – «Mining Machines» - State Educational Institution of Higher Professional Education «Donetsk National Technical University» of the Ministry of Education and Science of DPR, Donetsk, 2017.

Developed static and dynamic model of the conveyor with multifunctional hydraulic tensioning devices. The regularities of formation of loads on the traction body of the scraper conveyors in operation and under emergency overloads, including dangerous shock loads in case of jamming down with the drive sprocket of a branch of the traction body on as well as the values of criteria of efficiency of the use of hydraulic tensioning device by the factor of wear of the joints of chains, energy consumption and maximum tension the traction body.

Obtained new theoretical and experimental results, which allowed to substantiate scientifically the parameters and modes of operation of the hydraulic tensioning devices scraper conveyors of a new technological level.

Developed guidelines for creating effective multifunctional hydraulic tensioning devices, capable of mounting the tension of the traction body, regulation of tension in the operating mode and operating in combination with the disabling

of the drives protection of the power system of the conveyor from emergency overloads.

Key words: scraper conveyor, hydraulic tensioning device, the traction body, loads, performance criteria

Подписано в печать 04.07.2017. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офс. Печать RISO. Усл. печ. л. 1,0.

Тираж 100 экз.

Издательство не несет ответственность за содержание
материала, предоставленного автором к печати.

Издатель и изготовитель:

ГОУВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, ЛНР, 94204

(ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ ЦЕНТР, ауд. 2113, т/факс 2-58-59)

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя
и распространителя средства массовой информации

МИ-СГР ИД 000055 от 05.02.2016.