

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), доктор технических наук, профессор

В.А. Косьянов

«13» февраля 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ) на диссертацию Тропакова Артёма Валерьевича, выполненную на тему «Обоснование метода расчета силы сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров горных предприятий в зависимости от условий эксплуатации» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 «Горные машины»

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Тропакова Артёма Валерьевича посвящена надежности долговечности ленточных конвейеров, которые эксплуатируются на предприятиях, входящих в топливно-энергетический комплекс Российской Федерации.

Ленточные конвейеры широко используются для транспортировки полезных ископаемых в силу того, что характеризуются меньшими затратами в сравнении с другими видами транспорта, тем самым оказывая положительное влияние на эффективность работы горнодобывающего предприятия.

Опыт эксплуатации показывает, что основным элементом конструкции конвейера, от которого зависит надежность и долговечность работы, является роlikоопора. К одной из главных причин преждевременного выхода из строя конвейерных роликов относят использование пластичных смазок, несоответствующих условиям, в которых эксплуатируются ленточные конвейеры. В свою очередь работоспособность смазок в большой степени обусловлена величиной эффективной вязкости, которую во многом

определяет температура окружающей среды. Таким образом, во время эксплуатации конвейерных роликов в условиях низких температур величина вязкости смазки повышается, вследствие чего возрастает сопротивление вращению роликов, что при определенных отрицательных температурах может привести к стопорению и раннему выходу из строя трубы ролика.

В связи с этим разработка метода расчета сопротивления вращению роликов, который учитывает влияние температуры и других эксплуатационных факторов, является актуальной научной задачей, позволяющей уточнить тяговый расчет ленточных конвейеров, тем самым снизить затраты на транспортировку и повысить энергоэффективность горнодобывающего предприятия.

2. Содержание диссертационной работы

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных литературных источников, состоящего из 91 наименования, изложена на 139 страницах, включая 35 рисунков и 38 таблиц.

Во введении приведено описание актуальности исследования, сформулированы цели и идея работы, поставлены основные задачи исследования и изложены научные положения, представлены сведения о научной новизне, практической значимости, достоверности и апробации результатов исследования.

В первой главе выполнен анализ условий эксплуатации ленточных конвейеров, использующихся в горнодобывающей отрасли. Подробно рассмотрены особенности конструкций роликов ленточных конвейеров. Проведен анализ современных источников информации, посвященных вопросам тягового расчета ленточных конвейеров. Установлено, что изложенные ранее теории не учитывали исследований влияния на тяговый расчет ленточных конвейеров параметров по таким научным направлениям, как теория смазки, теория упругости, виброреологические явления в узлах и механизмах, а также влияние характеристик пластичных смазок на работу роликов конвейеров горных предприятий. Автором была доказана необходимость проведения экспериментальных исследований сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров горных предприятий в зависимости от режимов работы с использованием существующих современных технологий и материалов с целью уточнения полученных ранее эмпирических зависимостей.

Во второй главе для решения основной задачи исследования сопротивления вращению роликов была разработана математическая модель,

для которой на основе обобщения существующих работ выделены факторы и параметры, определяющие сопротивление вращению конвейерного ролика. На основании выбранных параметров, в соответствии с теорией подобия и размерностей, были определены базисные параметры и составлены безразмерные комплексы. Особенностью данной модели является то, что эксплуатационные факторы приведены в безразмерном виде, тем самым предоставляя возможность использовать данную модель на подобных объектах.

В третьей главе выполнен анализ различных методов планирования эксперимента. В качестве наиболее подходящего метода автором был выбран метод полного факторного эксперимента, который подходит к описанию сложных процессов, происходящих во время работы подшипникового узла конвейерного ролика. Были выбраны показатели (факторы) и интервалы изменения каждого показателя. В число факторов были включены: нагрузка на ролик, скорость вращения, температура внешней среды. Был принят вид уравнения регрессии, позволяющий определить сопротивление вращению ролика. Приведено описание методики обработки результатов эксперимента. В следующей главе произведен статистический анализ и сделаны выводы о значимости и об адекватности результатов эксперимента.

В четвертой главе приведено описание выполненных экспериментальных исследований. Был выполнен анализ экспериментальных моделей, использовавшихся ранее, для определения сопротивления вращению в подшипниковых узлах роликов и сделан вывод, о необходимости разработки нового стенда и метода экспериментального исследования сопротивления вращению конвейерных роликов.

Экспериментальное исследование подшипниковых узлов роликов проводилось на разработанном автором стенде для определения коэффициента сопротивления вращению конвейерных роликов. Испытательный стенд позволяет измерять сопротивление вращению ролика в зависимости от нагрузки и частоты вращения, с одновременным измерением температуры подшипникового узла ролика. Изменение сопротивления вращения и температуры ролика измерялось в режиме реального времени с использованием частотного преобразователя и термопары. В эксперименте, также учитывалось влияние типа пластичной смазки, применяемой в подшипниковом узле на величину коэффициента сопротивления вращению ролика.

В результате выполненных экспериментальных исследований были получены зависимости коэффициента сопротивления вращению ролика от скорости его вращения и приложенной нагрузки, для различных видов

смазок отечественных и зарубежных производителей. Были определены регрессионные зависимости сопротивления вращению ролика от нагрузки и скорости вращения, отдельно для каждого вида смазки. Приведены графики, показывающие изменение сопротивления вращению ролика в зависимости от температуры.

В ходе выполнения экспериментальных исследований было выявлено, что вращение роликов при температурах ниже минус 20°C сопровождается высокочастотной вибрацией и изменением величины момента сопротивления вращению, которое не может быть выражено с помощью линейной аппроксимации. Произведен сравнительный расчет силы сопротивления вращению ролика с более ранней методикой определения коэффициента сопротивления вращению, который показал, что использование предлагаемого автором метода позволяет установить, что расчетная сила сопротивления вращению ролика в 1,9 – 2,7 раза меньше, в зависимости от условий эксплуатации.

3. Научная новизна диссертационной работы

В результате решения задач, сформулированных в диссертации, автором были получены новые научные результаты, к числу которых следует отнести:

1. Полученную автором математическую модель сопротивления вращению конвейерного ролика, которая позволяет описать зависимости сопротивления вращению роликов от температуры эксплуатации, типа применяемых пластичных смазок, конструктивных параметров роликов и подшипников, величины нагрузки на ролик и скоростей движения ленты с точностью до эмпирических коэффициентов.
2. Разработанный метод экспериментального определения сопротивления вращению ролика, который с использованием современного оборудования и материалов позволяет измерять величину момента сопротивления в подшипниковых узлах конвейерного ролика в зависимости от текущей температуры и скорости вращения в режиме реального времени.
3. Виброреологический эффект, обнаруженный при низких температурах, близких к рекомендуемым предельным температурам эксплуатации пластичных смазок. Данный эффект характеризуется тем, что в контактах тел качения с дорожкой качения происходит резкое снижение сопротивления вращению, перемежающееся с резким его ростом.
4. Полученные эмпирические зависимости сопротивления вращению роликов от размеров роликов и подшипников, вида пластичной смазки, величины нагрузки на ролик и скорости движения конвейерной

ленты, в которых влияние внешней температуры учитывается отдельно в виде температурного коэффициента.

Научная новизна исследования заключается в следующем. В ходе проведенного анализа воздействия эксплуатационных факторов на конвейерный ролик разработана математическая модель, учитывающая зависимость величины сопротивления вращению роликов от размеров подшипников, вязкости пластичной смазки, а также скорости вращения и нагрузки на ролик. Автором разработан новый метод по экспериментальному определению сопротивления вращению ролика.

5. Достоверность и обоснованность исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений подтверждена актуально сформулированной целью и задачами исследования с использованием классических научных методов, положений математической статистики, теории подобия и размерностей, теоретической механики, гидродинамической теории смазки, методов выполнения экспериментальных исследований и обработки экспериментальных данных. Сходимость экспериментальных данных с теоретическими по критерию Стьюдента обеспечивается при уровне значимости 0,20.

6. Практическая значимость диссертационной работы

Практическая ценность работы заключается в том, что на основе разработанного метода расчета сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров сформированы рекомендации по рациональному использованию различных типов пластичных смазок и определению коэффициента сопротивления вращению роликов.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Основные результаты диссертации нашли применение и включены в плановые проектно-конструкторские разработки в Акционерном обществе «ТЯЖМАШ» (АО «ТЯЖМАШ»), Обществе с ограниченной ответственностью «ИЦ Интехком» (ООО «ИЦ Интехком»), о чем свидетельствуют акты о внедрении результатов диссертационной работы.

Также полученные выводы и результаты можно рекомендовать к применению на предприятиях и в организациях, занимающихся проектированием и эксплуатацией ленточных конвейеров.

8. Общая оценка и замечания по диссертационной работе

Диссертация является законченной квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором исследований дано новое решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке метода расчета сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров горных предприятий в зависимости от конструктивных параметров роликов и подшипников, температуры эксплуатации, типа применяемых пластичных смазок, нагрузок на ролик и скоростей движения ленты. Диссертация отвечает установленным требованиям, написана технически грамотным научно-техническим языком. Автореферат полностью отражает ее содержание.

По теме диссертации опубликованы три работы в изданиях, входящих в перечень утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, содержание которых полностью отражает основные научные результаты работы.

В тоже время диссертационная работа не лишена недостатков. Среди них следует выделить:

1. В исследовании недостаточно полно проанализированы существующие методы расчета момента сопротивления вращению конвейерного ролика. Рекомендуются провести сравнение уже существующих методов расчета с предложенным автором методом. Отсутствие патента на метод, предлагаемый автором, затрудняет установить его новизну и снижает впечатление о работе.

2. В экспериментальной части диссертации не указано, с какой скоростью происходило изменение температуры подшипникового узла, тогда как температура является одним из основных показателей в расчетах.

3. Отсутствует пояснение, какие именно свойства пластичной смазки влияют на появление виброреологического эффекта в подшипниках ролика при низких температурах.

Отмеченные недостатки не снижают важности основных результатов и выводов диссертации и не влияют на положительную оценку всей работы.

9. Заключение

В целом диссертационная работа по актуальности темы, постановке и решению задач исследований, а также научным результатам и практическому выходу, представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области тягового расчета ленточных конвейеров. Это достигается за счет применения метода определения сопротивления

вращению конвейерных роликов, который учитывает влияние таких эксплуатационных факторов, как конструктивные параметры роликов и подшипников, температура эксплуатации, тип применяемых пластичных смазок, нагрузка на ролик и скорость движения ленты. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют важное значение для развития горнодобывающей отрасли в целом и горного машиностроения страны. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Диссертационная работа Тропакова Артёма Валерьевича на тему «Обоснование метода расчета силы сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров горных предприятий в зависимости от условий эксплуатации» соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры горного дела ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), протокол № 6 от 13 февраля 2020 г.

Заведующий кафедрой горного дела

докт. техн. наук, профессор

Тел.: +7 (495) 461-37-77, доб. 21-27

E-mail: grabskyaa@mgri.ru

А.А. Грабский

Ученый секретарь кафедры «Горное дело»

канд. техн. наук, доцент

Тел.: +7 (495) 461-37-77, доб. 21-27

E-mail: yashinvp@mgri.ru

В.П. Яшин

«13» февраля 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

Адрес: 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.23

Тел.: +7 (495) 461-37-77, доб. 11-05. E-mail: office@mgri.ru

