

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
работе ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г. И. Носова»
О. Н. Тулупов

« 30 » _____ 10 _____ 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

**ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»**

**на диссертационную работу Леонтьева Александра Анатольевича
«Обоснование рациональных параметров шахтных трубопроводных
пневмоподъемных установок», представленную на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности
2.8.8 – «Геотехнология, горные машины»**

Актуальность темы исследования.

В условиях увеличения глубины залегания ископаемых и повышения производительности горнодобывающих предприятий возникла настоятельная необходимость оснащения их стационарными установками нового поколения. Альтернативой канатному способу шахтного подъема стал пневмоподъём, основанный на использовании энергии сжатого воздуха. С начала 1990-х годов известна конструкция установки, перемещение грузёного скипа в которой осуществляется за счёт энергии сжатого воздуха, причём скип движется непосредственно по стволу, полностью перекрывая его сечение. Данная пневмоподъёмная установка (ППУ) была свободна от недостатков канатных установок, но имела собственные, препятствующие её широкому применению. Трубопроводные установки, более совершенные в конструктивном отношении, представляют собой следующий шаг развития скипового пневмоподъёма. Однако физические процессы, протекающие в ППУ при её работе, были изучены недостаточно, что препятствовало выполнению достоверных проектировочных расчётов. Учитывая конструктивную привлекательность и прогнозируемые высокие эксплуатационные характеристики ППУ, исследование, направленное на обоснование рациональных параметров установки на стадии проектирования, следует считать актуальным.

Анализ содержания диссертационного исследования.

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников из 112 наименований. Основной текст работы изложен на 178 страницах, включая 15 таблиц, 59 рисунков, имеет 5 приложений.

Во введении (с. 4-8) обоснована актуальность темы диссертации, указаны объект и предмет, цель, идея, основные задачи исследования, сформулированы результаты, имеющие научную новизну и основные положения, выносимые на защиту, практическая значимость, апробация результатов диссертационного исследования.

В первой главе диссертации «Перспективы совершенствования шахтного скипового подъёма. Постановка задач исследования» (с. 9-31) проанализирован современный уровень развития скипового подъёма, показаны недостатки канатных подъёмных установок и достоинства ППУ как перспективного вида транспорта. Как итог главы сформулированы задачи исследования.

Во второй главе «Теоретические основы расчёта скиповых пневмоподъёмных установок» (с. 32-97) дана классификация трубопроводных пневмоподъёмных установок по различным признакам, выполнен анализ вариантов конструктивного исполнения установок, представлено принципиальное устройство двухтрубной ППУ с замкнутой схемой. Получены выражения, описывающие теплообменные процессы в подъёмном трубопроводе замкнутой схемы, послужившие базой для определения зависимости скорости и ускорения гружёного сосуда от времени движения, а также от диаметра трубопроводов. Выведены зависимости кинематических параметров порожнего сосуда в спускном трубопроводе от времени движения. Решение уравнений позволяет определить необходимые энергетические параметры нагнетательного агрегата в соответствии с техническим заданием на проектирование ППУ. Рассмотрен вопрос уплотнения зазоров между стенками сосуда и трубопровода и выдвинута идея адаптивных уплотнений, трансформирующихся из контактных в бесконтактные под действием перепада давления воздуха.

В третьей главе «Моделирование скиповой пневмоподъёмной установки» (с. 98-129) описано экспериментальное исследование модели ППУ в масштабе 1:10, на основании которого с использованием теории подобия и методов статистической обработки результатов эксперимента подтверждена достоверность результатов теоретического исследования. Выполнен прогноз значений объёмного КПД ППУ с различными типами уплотнений.

В заключении (с. 130-131) автором сформулированы выводы по научной работе, приведены и обобщены основные научные и практические результаты диссертационного исследования.

Диссертация характеризуется логически выстроенной структурой. Леонтьев А. А. грамотно излагает материал, использует достаточное количество статистических данных, хорошо понимает современную ситуацию в

горнодобывающей отрасли, умело использует физико-математические методы исследования.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования.

К результатам диссертационного исследования, полученным лично автором и обладающим признаками научной новизны, относятся:

- классификация трубопроводных пневмоподъёмных установок по конструктивным признакам;
- обоснование рациональности выполнения ППУ по двухтрубной замкнутой схеме;
- формулы для нахождения конструктивных и энергетических параметров ППУ замкнутой схемы, характеризующейся минимальными энергозатратами;
- теоретическое описание теплообменных процессов в подъемном трубопроводе, позволяющее аналитически определить среднюю скорость гружёного сосуда;
- формулы, описывающие кинематику порожнего сосуда;
- зависимость давления в спускном трубопроводе под порожним сосудом от времени движения и способ повышения ускорения гружёного сосуда за счёт рекуперации кинетической энергии порожнего сосуда;
- теоретический анализ кинематики сосуда в периоды неустановившегося движения;
- формулы, позволяющие прогнозировать величину объёмного КПД установки в зависимости от расхода воздуха в трубопроводах и зазора в бесконтактных направляюще-уплотнительных устройствах.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационном исследовании.

Достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций обоснована корректным использованием положений аэро- и термодинамики, механики жидкости и газа, теоретической механики, методов математического и физического моделирования, теории подобия, апробированных методов экспериментальных исследований, теорий вероятности и математической статистики и подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, относительное расхождение которых не превышает пределов, обусловленных физическими особенностями исследуемых объектов.

Научная и практическая значимость результатов диссертационного исследования заключаются в следующем:

- даны рекомендации по выбору наиболее целесообразной конструктивной схемы ППУ в соответствии с техническим заданием на проектирование и условиями эксплуатации;

- получены аналитические зависимости для определения рациональных конструктивных и энергетических характеристик ППУ на стадии проектирования;

- предложены конструкции трубопровода, загрузочной и разгрузочной станций, направленные на снижение аэродинамического сопротивления трубопровода и уменьшение времени рабочего цикла установки.

- предложены конструкции адаптивных уплотнений зазора между сосудом и стенкой трубопровода, способных в зависимости от величины избыточного давления воздуха изменять свой вид с контактных на бесконтактные и повысить таким образом их долговечность при ограничении утечки допустимым значением.

Результаты исследования получили одобрение ОАО «Уральская горно-металлургическая компания».

По результатам исследования автором было **опубликовано** 11 статей, из которых пять – в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Кроме того, автором получен патент на изобретение, объектом которого является компонент конструкции ППУ.

Автореферат достаточно полно **отражает основное содержание** диссертации.

Принимая во внимание актуальность темы диссертации, достаточный уровень её научной новизны, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, можно сделать заключение, что А. А. Леонтьев решил заявленные задачи и достиг цели исследования.

В то же время представленное диссертационное исследование, как и практически любая оригинальная научная работа, не лишено отдельных **недостатков и дискуссионных положений**.

1. Не представлены развёрнутые технические характеристики воздуходувок, которые, по мнению автора, следует использовать в составе нагнетательных станций ППУ. Отсутствуют пояснения, почему автор ссылается именно на воздуходувки производства *Siemens* и каким образом при дальнейшей работе осуществлять их импортозамещение.

2. В уравнениях, описывающих кинематику порожнего скипа (пп. 2.2.3.1), фигурирует коэффициент сопротивления $\zeta = 30$. Не разъяснено, каким образом может быть достигнута такая его величина.

3. В качестве одного из компонентов схем ППУ (п. 2.1.1) автор указывает пневмосистему. Следовало бы пояснить, выпускаются ли в настоящее время средства управления параметрами воздушного потока, пригодные для применения в составе ППУ.

4. Основные положения диссертационной работы изложены в научных публикациях преимущественно издательств Уральского государственного

горного университета, что несколько сокращает географию ознакомления работой широкой научной общественности.

5. В цели работы говорится об обосновании рациональных кинематических, динамических, энергетических и геометрических параметров пневмоподъемной установки. Хотелось бы понять, что подразумевается под рациональными параметрами? К сожалению, для наглядности в конце диссертации не представлен свод рекомендуемых параметров разработанной установки, особенно при таком колоссальном их количестве.

6. Не ясно, в каких программных комплексах осуществлялось математическое моделирование и построение графических зависимостей в диссертационной работе.

Следует подчеркнуть, что данные замечания имеют частный характер, не ставят под сомнение научную состоятельность подготовленной работы и не влияют на её общую положительную оценку.

Изложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Диссертация Леонтьева Александра Анатольевича «Обоснование рациональных параметров шахтных трубопроводных пневмоподъёмных установок» является выполненной самостоятельно научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития теории и практики горного машиностроения, обладающей актуальностью и научной новизной.

2. Диссертация характеризуется внутренним единством, содержит новые обоснованные научные результаты и положения. Основные научные результаты прошли апробацию, в том числе в пяти научных статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях, указанных в перечне Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России.

3. Диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Леонтьев Александр Анатольевич заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Отзыв подготовлен Курочкиным А.И., к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой горных машин и транспортно-технологических комплексов ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова».

Почтовый адрес: 455000, Россия, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38. Тел.: 8 (3519) 29-85-45. Электронная почта:

Диссертация и отзыв на неё обсужден и одобрен на заседании кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов ФГБОУ ВО

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова» «19» октября 2023 г. (протокол № 2).

Заведующий кафедрой горных машин
и транспортно-технологических
комплексов
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»,
к.т.н., доцент

Курочкин Антон Иванович