

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу *Божко Руслана Игоревича* на тему: *«Обоснование рациональных параметров рабочего процесса нагнетательной эрлифтной установки для очистки шахтных водосборных емкостей»*, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины

Актуальность темы исследования

Добыча угля в подземных условиях, и проведение подготовительных горных работ требуют удаления из шахтных водосборных емкостей воды с примесями твердых частиц. Выполнение этой операции зачастую требует применения тяжелого ручного труда в опасных условиях.

Тема диссертационного исследования Божко Р.И. является актуальной, так как посвящена решению научно-технической задачи расширения области применения нагнетательных эрлифтных установок для очистки шахтных водосборных емкостей путем обоснования рациональных параметров их рабочих процессов. Применение нагнетательных эрлифтных установок будет способствовать снижению доли ручного труда в подземных условиях горных предприятий.

Актуальность темы обусловлена также недостатком эрлифтных установок традиционной технологической схемы – невозможностью напорного транспортирования шахтной воды к потребителю после ее выхода из воздухоотделителя. Потребность в этом может возникать в случае вертикальных ограничений высоты подъемной трубы с воздухоотделителем в стесненных условиях горных выработок либо при значительной протяженности отводящего трубопровода и невозможности обеспечить его требуемый гидравлический уклон.

В разработанных соискателем установках имеет место напорное транспортирование шахтной воды при утилизации энергии исходящего из воздухоотделителя воздуха, что обеспечивает работу нагнетательных эрлифтных установок без снижения энергетической эффективности в сравнении с эрлифтными установками традиционной технологической схемы.

Оценка содержания и качества оформления

Диссертация содержит 277 страниц машинописного текста и состоит из введения, 5 разделов, заключения, приложений и списка использованных источников из 113 наименований, представленных на 14 страницах, иллюстрируется 71 рисунком и содержит 9 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована научно-техническая задача, отражена связь работы с научно-исследовательскими госбюджетными темами, определена цель и задачи исследований, содержится научная новизна и практическая значимость полученных результатов, положения, выносимые на защиту, дана информация об апробации, публикациях и структуре диссертации.

В первом разделе проведен подробный анализ особенностей эксплуатации шахтных водосборных емкостей, а также основных используемых схем и средств очистки.

Убедительно продемонстрировано, что одними из наиболее эффективных средств для дальнейшего совершенствования и внедрения в условиях горнодобывающих предприятий являются эрлифтные установки.

Обоснована актуальность напорного транспортирования шахтной воды (гидросмеси) от эрлифта к потребителю в условиях вертикальных ограничений возможной высоты подъемной трубы при очистке шахтных водосборных емкостей.

Во втором разделе содержатся разработанные физическая и математическая модели рабочего процесса нагнетательного эрлифта, результаты численного решения математической модели и подтверждения ее адекватности экспериментальными исследованиями.

Сравнение экспериментальных и расчетных параметров работы нагнетательных эрлифтов позволили подтвердить адекватность математической модели рабочего процесса. Среднее отклонение расчетной подачи от полученной экспериментально для всех исследуемых значений высоты перепада ΔH_n не превышает 17% при прочих равных условиях. Также подтверждает адекватность математической модели сравнение расчетных удельных расходов воздуха для нагнетательного и традиционного эрлифтов с существующей эмпирической зависимостью, полученной в результате многочисленных экспериментальных исследований учеными кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ». Среднее отклонение в значениях удельных расходов воздуха q в оптимальном режиме работы нагнетательного и традиционного эрлифтов в сравнении с эмпирической зависимостью не превышает 15% в диапазоне относительного погружения $\alpha = 0,45 \div 0,85$.

В третьем разделе приведено аналитическое обоснование степени повышения энергетической эффективности работы эрлифтных установок традиционной технологической схемы с воздушоструйным компрессором и достижимых диапазонов увеличения высоты подъема нагнетательных эрлифтных установок с воздушоструйным и радиальным нагнетателем без снижения энергетической эффективности рабочего процесса данных установок в сравнении с традиционной за счет утилизации энергии исходящего частично сжатого воздуха.

Как следует из полученных в результате расчетов и приведенных в качестве примеров зависимостей, среднее отклонение удельного расхода рабочего воздуха эквивалентного нагнетательного и эквивалентного традиционного эрлифтов $q_{рэн}/q_{рт}$ не превышает 5÷10% при прочих равных условиях, что доказывает возможность работы эрлифтных установок с равноценной энергоэффективностью в диапазонах значений $0,43 \leq \alpha \leq 0,95$, $1 \leq H \leq 10$ м, $0,5 \leq \Delta H_n \leq 2,5$ м, $p_p = 0,4 \div 0,8$ МПа.

Для нагнетательных эрлифтных установок с исследуемым рядом радиальных нагнетателей при абсолютном давлении во всасывающем патрубке $p_{a\text{вс}} = 1,25 \cdot 10^5$ Па доказана возможность увеличения высоты подъема до 16,5% и подачи до 23% в

сравнении с эрлифтными установками традиционной технологической схемы без снижения энергоэффективности работы установок при их эксплуатации с высотой подъема $14,7 \leq H \leq 60,7$ м и высотой переподъема $\Delta H_n \leq 2,42$ м в диапазоне значений относительного погружения смесителей $0,15 \leq \alpha \leq 0,9$.

Четвертый раздел содержит результаты экспериментальных исследований работы нагнетательных эрлифтных установок с воздухоструйным компрессором и радиальным нагнетателем.

В результате экспериментальных исследований установлено, что среднее отклонение расчетной подачи нагнетательного эрлифта от полученной экспериментально для оптимального режима работы составляет $\Delta Q_{э,опт} = 9,9$ %, для режима максимальной подачи – $\Delta Q_{э,макс} = 16,9$ % для всего исследуемого диапазона высоты переподъема, что подтверждает адекватность разработанной математической модели рабочего процесса нагнетательного эрлифта эксперименту.

В пятом разделе содержится акт внедрения результатов работы в учебный процесс кафедры «Энергомеханические системы» ГОУВПО «ДОННТУ», акт принятия к внедрению ОП «Шахта имени Челюскинцев» ГУП «ДУЭК» нагнетательной эрлифтной установки для очистки приемных колодцев водоотливных насосов гор. 270 м. Рассчитана экономическая эффективность от внедрения этой установки, составляющая 263,9 тыс. руб. в год. Также приведены рекомендации по дальнейшему практическому использованию нагнетательных эрлифтных установок в различных отраслях промышленности.

В заключении автор приводит общие выводы и излагает результаты диссертационного исследования.

Текст диссертации изложен последовательно, корректно, грамотным техническим языком, с достаточным уровнем аргументации. Иллюстрации, приведенные в работе, достаточно высокого качества и информативны. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам на соискание ученых степеней. Содержание автореферата отражает краткое содержание диссертации.

Степень достоверности и апробация результатов

Научные положения и выводы, приведенные в диссертационной работе, Божко Р.И., в достаточной степени обоснованы. Разработанная физическая и математическая модели корректны, принятые допущения обоснованы.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается обоснованностью принятых допущений, использованием апробированных методов математического моделирования и статистической обработки экспериментальных данных, а также приемлемой сходимостью результатов численного решения и экспериментальных данных. Среднее отклонение расчетного и измеренного значений подач нагнетательного эрлифта составило: в оптимальном режиме работы – 9,9 %, в режиме максимальной подачи – 16,9 %.

Апробация работы: основные положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение на 10 международных научно-практических конференциях.

Наиболее значимые результаты диссертационной работы опубликованы в 11 работах, из которых 5 – в рецензируемых изданиях ВАК, 6 – по материалам международных научных конференций.

Научная новизна полученных результатов

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью поставленных задач и принятых допущений, достаточным объемом аналитических и экспериментальных исследований.

1. Разработана математическая модель рабочего процесса нагнетательного эрлифта, отличающаяся от известных учетом избыточного давления в выходном сечении подъемной трубы, что обеспечивает переподъем шахтной воды (гидросмеси) относительно уровня сливного отверстия воздухоотделителя.

2. Впервые установлены рациональные области применения нагнетательных эрлифтных установок, использующих в качестве источников пневмоэнергии воздушоструйные компрессоры и радиальные нагнетатели, и обеспечивающих очистку шахтных водосборных емкостей без снижения энергоэффективности работы в сравнении с установками традиционной технологической схемы за счет утилизации энергии исходящего частично сжатого воздуха.

3. Теоретически обоснован физический процесс напорного транспортирования гидросмеси нагнетательными эрлифтными установками за счет избыточного давления в воздухоотделителе без учета аэрации жидкости, что подтверждено результатами экспериментов.

Замечания

Выполненные исследования обладают достаточно высоким научным уровнем, однако имеются некоторые недостатки, которые могут быть предметом дискуссии:

1. Объем разделов 1 и 3 завышен ввиду того, что встречаются близкие по смыслу формулировки, часть из которых можно было убрать.

2. Автор в работе (раздел 2) рассматривает двухфазную смесь без учета плотности твердых частиц, принимая допущение о том, что гидросмесь будет иметь среднюю плотность не более 1200 кг/м^3 , что в соответствии с ранее проведенными на кафедре энергомеханических систем ДонНТУ исследованиями позволяет рассматривать трехфазную смесь как двухфазную. Однако в реальных условиях горного предприятия плотность транспортируемой эрлифтом гидросмеси может оказаться выше указанного значения, что внесет погрешность в результаты исследований.

3. В диссертационной работе одним из допущений является то, что структура водовоздушного потока в подъемной трубе снарядная, а значит относительное

погружение должно находиться в диапазоне $\alpha \geq 0,4 \dots 1$, однако в реальных условиях горных предприятий при гидроочистке может возникать необходимость в эрлифтах, работающих с относительным погружением $\alpha \leq 0,4$, что вносит некоторые ограничения в область применения разработанных установок.

4. В разделе 4 диссертации недостаточно внимание уделено описанию методов математического планирования экспериментальных исследований, однако эксперименты проведены в необходимом объеме с соблюдением всех существующих требований, а их результаты обработаны с использованием элементов математической статистики.

5. Не ясно, почему при исследовании нагнетательной эрлифтной установки с воздухоструйным компрессором взят диапазон изменения высоты переподыема $\Delta H_n = 0,5 \dots 2,5$ м.

6. В списке использованных источников имеются работы, касающиеся автоматизированного управления эрлифтных установок (п. 29 - 31), однако автор не рассматривает вопросы автоматизации, поэтому, на мой взгляд, эти источники можно было не включать в список.

7. Отмечу подробное рассмотрение источников литературы [1 - 58] в 1 разделе, с конкретным указанием рассматриваемого вопроса, однако источники [110 - 113] упомянуты только 1 раз и не понятно, на что именно в этих источниках автор сделал ссылку.

Тем не менее, приведенные выше замечания не уменьшают научно-практическую значимость диссертационной работы и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Божко Руслана Игоревича на тему: «Обоснование рациональных параметров рабочего процесса нагнетательной эрлифтной установки для очистки шахтных водосборных емкостей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача расширения области применения нагнетательных эрлифтных установок для очистки шахтных водосборных емкостей угольных предприятий за счет рациональных параметров их рабочих процессов при обеспечении напорного транспортирования шахтной воды (гидросмеси) и утилизации энергии исходящего из воздухоотделителя частично сжатого воздуха, что обеспечивает работу нагнетательных эрлифтных установок без снижения энергетической эффективности в сравнении с эрлифтными установками традиционной технологической схемы.

Тема и содержание диссертации соответствует п.1 «Изучение закономерностей внешних и внутренних рабочих процессов в горных машинах, комплексах и агрегатах с учетом внешней среды» и п.3 «Обоснование и оптимизация

параметров и режимов работы машин и оборудования и их элементов» паспорта специальности 05.05.06 – Горные машины.

Работа содержит обоснованные и достоверные научные выводы. Автореферат с достаточной полнотой отражает содержание диссертации.

В целом, диссертационная работа отвечает требованиям п. 2.2 – 2.6, 2.11 и 2.13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Совета министров ДНР № 2-13 от 27 февраля 2015 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Божко Руслан Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
по специальности 05.05.06 – Горные машины,
заведующий кафедрой «Подвижной состав железных дорог»
ГБОУВО «Донецкий институт железнодорожного транспорта»



[Handwritten signature]

Н.В. Паламарчук

Я, Паламарчук Николай Владимирович, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

[Handwritten signature]

Н.В. Паламарчук

Подпись Паламарчук Н.В. удостоверяю.
Начальник отдела кадров



[Handwritten signature]

Е.Н. Гончарук

Адрес: 283018, г. Донецк, ул. Горная, 6, ГБОУВО «ДонИЖТ»,
тел.: +38(062) 319-03-43, e-mail: institut-transporta@mail.ru,
официальный сайт: <http://drti.donbass.com>