

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Якубова Голибджона Гафоровича

на тему «Совершенствование гидротранспортных систем разработкой и исследованием эжекционных устройств»

по специальности

**05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин на соискание
ученой степени кандидата технических наук**

Актуальность темы исследования. Эжекторы широко применяются в промышленности для решения разнообразных задач. Например, в системах гидротранспорта сыпучих материалов во избежание контакта абразивной твердой фракции гидросмеси с проточной частью основного насоса; при строительстве сооружений на водоемах при проведении земляных донных работ и многих других. Помимо прочего, это обусловлено простой конструкцией и высокой надёжностью эжекторов ввиду отсутствия в их проточной части подвижных элементов. В своей работе Якубов Г.Г. исследовал применение эжекционных устройств для решения актуальной задачи: повышения эффективности регулирования подачи нерегулируемых насосных агрегатов. Так, вместо дроссельного регулирования автор предложил использовать эжектор с изменяемой площадью сопла во всасывающей трубе основного насоса и показал, что КПД такого способа регулирования может превышать КПД дроссельного регулирования на 20%. Кроме того, в диссертации рассмотрено применение эжектора в качестве гидрометателя для транспорта сыпучих материалов в отвалы, что в ряде случаев является более экономичным способом транспорта по сравнению с трубопроводным.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что проведенные автором исследования являются актуальными.

Оценка структуры и содержания работы. Диссертационная работа Якубова Г.Г. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 178 наименований, содержит 116 страниц машинописного текста.

Содержание и структура диссертации соответствуют поставленным цели и задачам.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены методы

исследования, научная новизна, основные положения диссертации, выносимые на защиту, изложена теоретическая и практическая значимость результатов исследования, их достоверность и апробация.

В первой главе приведен обзор и анализ применяющихся в данное время систем гидротранспорта на основе гидроэлеваторов, а также обзор и анализ существующих методик расчёта и проектирования эжекторов для таких систем. В этой же главе формулируется идея применения эжектора как вспомогательного устройства для регулирования подачи нерегулируемых насосов.

Вторая глава посвящена изучению энергетических характеристик агрегата питания с регулируемым эжектором. Показано, что применение эжектора для регулирования подачи нерегулируемых насосов позволяет уменьшить потери удельной механической энергии по сравнению с дроссельным регулированием и повысить кавитационную устойчивость основного насоса.

В третьей главе Якубов Г.Г. в рамках принятых им допущений разрабатывает математическую модель рабочего процесса гидрометателя, на основе которой получает технические характеристики аппарата. Анализом характеристик установлено, что существует оптимальное значение отношения площадей поперечных сечений сопла и смесительной камеры, при котором достигается наиболее эффективный режим работы гидрометателя. При этом данное соотношение определяется относительной плотностью гидросмеси. Кроме того, установлено, что применение конического сопла за смесительной камерой в гидрометателе является нецелесообразным ввиду снижения эффективности работы аппарата. Рассмотрен вопрос расчёта дальности полета струи гидросмеси, выходящей из гидрометателя. На основе дифференциальных уравнений движения отсека струи Якубов Г.Г. получает аналитическое выражение зависимости дальности полета струи от угла установки гидрометателя относительно горизонта.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям гидрометателя. Автор приводит описание экспериментальной установки, метод проведения испытаний и результаты экспериментов. Экспериментальное исследование проводилось в два этапа. На первом этапе определены дальность полета струи, активный и подпиточный расходы воды и пассивный расход

пульпы. На основе этих данных рассчитывались коэффициент эжекции и КПД аппарата, а также дальнобойность струи. На втором этапе эксперимента исследовался максимально достижимый коэффициент эжекции аппарата. Результаты опытных исследований дальности полета струи показывают качественное совпадение с расчетными данными, что подтверждает корректность полученных в третьей главе аналитических зависимостей. На основании исследований сделаны выводы об оптимизации конструкции гидрометателя.

В завершение четвертой главы автор разрабатывает методы расчёта регулируемого эжектора для насосного агрегата с минимальным энергопотреблением и гидрометателя с минимальными расходами воды и энергии при заданных подаче и дальности полета сыпучего материала, которые проиллюстрированы примерами.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автор корректно применяет общеизвестные уравнения механики сплошных сред для математического описания рабочего процесса гидроагрегатов, обоснования полученных результатов и заключений. Достоверность теоретических зависимостей и характеристик подтверждена экспериментальными исследованиями.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных Якубовым Г.Г. результатов подтверждается тем, что математическое описание рабочих процессов строится на общеизвестных уравнениях сохранения массы и энергии, количества движения, а также экспериментальными исследованиями, проведенными в ЮУрГУ, результаты которых не противоречат результатам, полученным другими авторами.

Диссертация в достаточной мере апробирована. Четыре публикаций по теме диссертации, в том числе три работы в изданиях, определенных перечнем ВАК, достаточно полно отражают содержание диссертации.

При выполнении диссертационной работы соискателем получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Предложена математическая модель рабочего процесса агрегата питания с эжекционным регулированием подачи, позволяющая анализировать рабочий процесс и прогнозировать энергетические характеристики, включая экстремальные. Последние устанавливают взаимосвязь безразмерных параметров агрегата, при которых достигается наибольший КПД;

2. Разработана математическая модель эжекционного гидрометателя, позволяющая выявить основные параметры рабочего процесса и рассчитать характеристики. На основе дифференциальных уравнений движения отсека струи и экспериментальных исследований выведена формула для определения дальности полета струи гидросмеси в атмосфере эжекционным устройством;

3. Разработаны новые методики расчёта эжекционного устройства для агрегата питания и гидрометателя.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов. В диссертации Якубов Г.Г. предложен новый способ транспортировки сыпучих материалов при помощи эжектора, а именно применение эжектора в качестве гидрометателя. Такое решение позволяет упростить систему транспорта, повысить её долговечность и надёжность, уменьшить металлоёмкость. Разработанные автором математические модели и методы расчёта позволяют проектировать оптимальные с точки зрения энергоэффективности и затрат воды гидрометатели и эжекторы, соответствующие максимально достижимому КПД при регулировании подачи.

Замечания по диссертационной работе:

1. Без анализа привода иглы 5 на рисунке 2.1. утверждать о сохранении простоты и надёжности при замене дросселя эжекционным устройством с регулируемой площадью выходного сечения сопла сомнительно.

2. С. 61. Нет методики определения концентрации гидросмеси до эксперимента, во время работы установки, после эксперимента.

3. В эксперименте применяются не поверенные приборы.

4. С. 68 рисунок 4.4. Гидросмесь $T/J=0,35$. Это отношение песка к воде до метателя или после? Объёмное или массовое? Нет примера расчёта этого показателя.

5. С. 72, вопросы по данным таблиц 4.1, 4.2 и 4.3:

- как согласуются расходы, приведённые в таблице 4.1, $Q_o=365$; $Q=607$; $Q_{подп}=89 \text{ см}^3/\text{с}$, если «равномерная загрузка гидрометателя возможна только при расходах подпитки больших 70% по отношению к расходам твердого материала, с. 66);
- нет расчёта коэффициентов эжекции и эффективности по песку;

6. Опечатки допущены на страницах 9, 21, 36, 38, 41, 61 и др.

С. 46: В подрисуночной надписи рисунка 2.4 и в тексте под ним обозначения линий 1 и 2 не соответствуют.

С. 65, X_k – дальность полета струи гидросмеси по определенному уровню; h (см. рисунок 4.1), но на рисунке X_k нет. На этом же рисунке $h=125$; $2h=25$.

В таблицах 4.1 и 4.2 указано «Аппарат с короткой рабочей камерой», но длины камер указаны разные.

С. 75 В таблицах 4.4 и 4.5 указано «Аппарат с одним центральным соплом», при этом в таблице 4.5 « $d_o=3 \times 4,5 \text{ мм}$ ».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положение о присуждении ученых степеней».

В целом отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости рассматриваемой диссертации.

Диссертация Якубова Голибджона Гафоровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержатся решения актуальных задач повышения энергоэффективности регулирования подачи насосов и увеличения производительности, долговечности и надёжности транспортных систем сыпучих материалов, имеющих существенное значение, в частности, для горнодобывающей и строительной отраслей, что соответствует требованиям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

По своему содержанию диссертация соответствует специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин

Официальный оппонент:
доктор технических наук, профессор
Фоминых Александр Васильевич,
профессор кафедры «Технические системы и
сервис в агробизнесе»,
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Курганская государственная
сельскохозяйственная академия
имени Т.С. Мальцева»



Докторская диссертация защищена
по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

Адрес места основной работы: 641300, Российская Федерация,
Курганская обл., Кетовский р-н, с. Лесниково

Рабочий телефон: 8 912 839 0253
Адрес эл. почты: prof_fav@mail.ru

31.05.2021

