

ОТЗЫВ

официального оппонента проф., д.т.н. Кузьмина Евгения Викторовича на диссертацию Князькина Егора Алексеевича на тему: «Обоснование параметров энергоэффективных схем водоотлива подземного рудника с использованием энергии гидропотоков», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

Актуальность избранной темы

Диссертация Князькина Егора Алексеевича направлена на решение актуальной научно-практической задачи – повышение энергоэффективности системы водоотлива подземного рудника за счет использования энергии свободно перемещающихся гидропотоков.

Основываясь на официальных статистических данных и на глубоком анализе научной литературы, автор показал, что доля энергетической составляющей в себестоимости готовой продукции горнодобывающих предприятий весьма высока и достигает 37–40%. При этом, постоянно растущие затраты на энергоносители, связанные, в первую очередь, с переходом горных работ на большие глубины, предопределили изыскание новых, нетрадиционных технологических решений, обеспечивающих сокращение общего электропотребления рудников. Одним из способов улучшения экономических показателей при разработке рудных месторождений является повышение энергоэффективности горного производства за счет использования энергии природных и технологических гидропотоков, перемещаемых непосредственно в горнотехнической системе. Среди основных преимуществ технологии с использованием энергии гидропотоков, помимо повышения энергоэффективности, следует отметить сокращение эксплуатационных затрат на содержание водоотливных станций за счет повышения качества очистки рудничных вод, сокращения числа эксплуатируемых водосборников, а также полной автоматизации процессов осушения горных выработок.

Обобщение мирового опыта использования потенциальной энергии техногенных водных ресурсов выявило перспективы технологий с преобразованием энергии перепускаемых в системе шахтных выработок рудничных вод. Однако, вопросы, связанные с преобразованием энергии гидропотоков в ходе реализации основных и вспомогательных процессов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, в известных трудах не нашли достаточного отражения, что определило цель и задачи диссертации. Исследованиями в диссертации была установлена возможность применения разработанных технологических решений в условиях подземного рудника.

В связи с этим, диссертация Е.А. Князькина, посвященная обоснованию параметров схем водоотлива с использованием энергии гидропотоков, имеет важное

значение для безопасного и устойчивого функционирования горнодобывающих предприятий России и полностью соответствует критерию актуальности кандидатской диссертации.

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

Автором получен ряд новых положений, имеющих важное теоретическое и практическое значение для горной промышленности России:

1. Выбор рациональной схемы и структуры системы водоотлива должен осуществляться с учетом объемов генерации энергии посредством гидроэлектростанции малой мощности, условий очистки воды в гидроциклонах без внешнего энергопотребления и возможности снижения высоты подъема жидкости насосами при рациональном перераспределении очищенных гидропотоков внутри горно-технической системы рудника на технологические нужды.

Положение соответствует п. 6 «Разработка и научное обоснование критериев и технологических требований для создания новой горной техники и оборудования» Паспорта специальности 25.00.22. Достоверность и обоснованность положения сомнений не вызывает и основывается на анализе научно-технической литературы и проведении автором исследований с использованием апробированных и авторских методик.

2. Эксплуатация системы рудничного водоотлива с использованием гидроэлектростанции малой мощности должна включать создание сети регулировочных водосборников на вышележащих горизонтах объемом $V_{\text{водосб.}} = \frac{N_{\text{ген}}}{\rho \cdot g} \cdot t_{\text{осад.}}$, м³, где: $N_{\text{ген}} = (Q_{\text{ест.}} + Q_{\text{тех.}}) \cdot H_{\text{г.р.РБ}}$, Вт – установленная мощность гидроэлектростанции; H , м – напор воды, созданный высотой перепуска; ρ , кг/м³ – плотность воды; g , м/с² – ускорение свободного падения; $t_{\text{осад.}}$, с, – время осаждения взвешенных частиц в гидропотоке; $Q_{\text{ест.}}$, м³/с – естественный максимальный водоприток; $Q_{\text{тех.}}$, м³/с – максимальный приток технологической воды; $H_{\text{г.р.}}$, м – глубина разработки месторождения; при этом перепуск накопленного объема воды $V_{\text{водосб.}}$ должен осуществляться по вертикальным или крутонаклонным скважинам, исключая горизонтальные или слабонаклонные участки на пути следования потока к гидротурбине активного типа.

Положение соответствует п. 9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» Паспорта специальности 25.00.22 и основано на выполненных автором диссертации теоретических и практических исследованиях. На основании представленных в диссертации материалов защищаемое положение следует считать обоснованным.

3. Увеличение производительности рудничного водоотлива достигается очисткой рудничных вод в гидроциклонах без внешнего энергопотребления путем рациональной взаимосвязи конструктивных параметров и пространственного расположения горных выработок, объема перераспределяемых в них гидротоков с обеспечением давления потока $P_{\text{мин.г-цикл.}} \leq P_{\text{пот.}} \leq P_{\text{макс.г-цикл.}}$, Па, где: $P_{\text{макс.г-цикл.}}$ Па – максимальное, $P_{\text{мин.г-цикл.}}$ Па – минимальное для функционирования гидроциклона рабочее давление, определяемое техническими характеристиками.

Положение соответствует п. 9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» Паспорта специальности 25.00.22 и его достоверность и обоснованность базируется на значительном объеме и надежности используемых в диссертации исходных данных и результатах лабораторного эксперимента. Защищаемое положение следует считать обоснованным.

4. Снижение внешнего водопотребления рудника через перераспределение гидротоков системы рудничного водоотлива после очистки воды в гидроциклонах достигается формированием на вышележащих горизонтах накопительных емкостей объемом $V_{\text{выпр.}} \geq Q_{\text{тех.ном.}} \cdot t_{\text{позр.}}$, м³ и при глубине разработки $H_{\text{гд.}} > H_{\text{тех.ном.}}$, м, где $Q_{\text{тех.ном.}}$, м³/с – номинальный расход технической воды оборудованием рудника; $t_{\text{позр.}}$, ч – время непрерывной эксплуатации оборудования; $H_{\text{тех.ном.}}$, м – требуемый гидравлический напор, определяемый техническими характеристиками применяемого оборудования на основных (бурение, закладка) и вспомогательных (орошение забоев, промывка трубопроводов, обеспыливание, пожаротушение) технологических процессах.

Положение соответствует п. 9 «Научное обоснование параметров горнотехнических сооружений и разработка методов их расчета» и п.7 «Разработка теоретических положений и технических решений по использованию подземного пространства» Паспорта специальности 25.00.22 и его обоснованность базируется на результатах теоретических и лабораторных исследований, проведенных автором.

В целом обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на теоретических положениях, сформулированных в исследованиях российских и зарубежных ученых, и на проведенных собственных теоретических, лабораторных и натурных исследованиях.

2. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов диссертации обеспечивается надежностью и представительностью исходных данных; корректностью постановки задач исследований; сопоставимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований; использованием современного оборудования и апробированных методик; положительными результатами опытно промышленной апробации технологии рекуперации энергии в системе водоотлива на «Центральном» подземном руднике АО «ЮГК».

Техническая новизна проведенных исследований подтверждается полученным патентом РФ на изобретение № 2742480 «Способ водоотлива горного предприятия»

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

К основным научным результатам представленной на оппонирование диссертации следует отнести:

– определены новые подходы к снижению общего энергопотребления системой водоотлива путем преобразования потенциальной энергии гидропотоков в электрическую и использования энергии гидропотоков для повышения эффективности работы применяемого оборудования без внешнего энергопотребления путем рациональной взаимосвязи конструктивных параметров горных выработок и гидродинамического оборудования;

– разработана методика определения параметров горнотехнической системы с применением гидротехнических установок для преобразования энергии гидропотоков в подземном руднике с учетом влияния природных и техногенных факторов на объем водопритока в подземные выработки, гидрогеологических и климатических условий, глубины ведения горных работ, доли собственной энергии в энергетическом балансе рудника, пространственного расположения горных выработок, содержания взвешенных веществ в локальных гидропотоках подземных горизонтов.

Практическая значимость работы заключается в разработке энергоэффективных структурных схем рудничного водоотлива, обеспечивающих снижение внешнего электро- и водопотребления рудника за счет внутренней генерации электрической энергии и перераспределения гидропотоков системы рудничного водоотлива после очистки в гидроциклонах путем направления части потока на основные (бурение, закладка) и вспомогательные (орошение забоев, промывка трубопроводов, обеспыливание) технологические процессы; обосновании конструкции системы перепускных скважин; повышении автоматизации процессов очистки рудничной воды; разработке технологических рекомендаций по переходу с классической схемы водоотлива на схему с рекуперацией энергии гидропо-

токов.

Результаты исследований могут быть использованы на действующих горных предприятиях с высокой долей энергозатрат на систему водоотлива.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные результаты исследований можно рекомендовать к использованию при проектировании и эксплуатации горнотехнической системы для обеспечения безопасного и эффективного осушения глубоких выработок.

3. Оценить содержание диссертации, ее завершенность.

Работа является завершенным научным исследованием, изложена последовательно, грамотно, доступным языком с использованием современной терминологической базы, принятой в горной науке и производстве. Обработку результатов исследований соискатель выполнил при помощи современных компьютерных технологий. Диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым к научно-исследовательской работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Структура и объем работы. Диссертация представлена на 158 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения и содержит 69 рисунков, 32 таблицы, библиографический список из 113 наименований.

Качество оформления работы. Диссертация написана технически грамотным языком, изложена последовательно, грамотно и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации, раскрывает идею, защищаемые положения, научную новизну и содержит выводы.

Публикации по работе. По диссертационной работе опубликовано 16 статей, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент на изобретение. Печатные работы автора всесторонне и полно освещают основные положения диссертации.

Апробация работы. Основные результаты, положения и выводы докладывались и обсуждались на Международном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, 2019 и 2021); 14-м Международном симпозиуме «Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях» (Белгород, 2019); VI Международной научно-технической конференции «Решение технологических и экологических проблем горных производств на территории России, ближнего и дальнего зарубежья» (Москва, 2019); X Международной конференции «Комбинированная геотехнология: переход к новому технологическому укладу» (Магнитогорск, 2019); II Международной научно-практической конференции «Наука и инновационные разработки – Северу» (Мирный, 2019); 14-й Международной научной школе молодых

ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых» (Москва, 2019); Международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность» (Севастополь, 2019); VIII International Scientific Conference «Problems of Complex Development of Georesources» (Хабаровск, 2020); Международной научной школе академика К.Н.Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» (Москва, 2020); II Всероссийской научно-практической конференции «Золото. Полиметаллы. XXI век» (Пласт, 2020).

4. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, высказать мнение о научной работе соискателя в целом

Неоспоримым достоинством работы является разработанная методика определения параметров горнотехнической системы с применением гидротехнических установок для преобразования энергии гидропотоков в подземном руднике. Данная методика базируется на учете влияния природных и техногенных факторов, объема водопритока в подземные выработки, гидрогеологических и климатических условий, глубины ведения горных работ, доли собственной энергии в энергетическом балансе рудника, пространственного расположения горных выработок, содержания взвешенных веществ в локальных гидропотоках подземных горизонтов. Автором получен ряд новых научных положений, имеющих важное теоретическое и практическое значение для горной промышленности России.

Замечания по диссертации:

1. В параграфе 2.3 диссертации следовало рассмотреть технические решения для удаления или использования на технологические нужды шламовых отходов, образуемых в результате работы гидроциклона.

2. В ходе натурных исследований был выбран центробежный насос, функционирующий в режиме реверса, но методика подбора насоса в диссертации не раскрыта.

3. Работа существенно выиграла, если бы при 3D моделировании также изучался режим работы нескольких насосных установок для определения параметров для регулирования высоты водяного столба в полости перепускных скважин, необходимой для нормального функционирования гидроциклона, как это теоретически описано в параграфе 2.3.

4. При описании конструкции экспериментального стенда, созданного в лабораторных условиях, отсутствуют входные электротехнические и гидравлические характеристики применяемого оборудования, что затрудняет восприятие и воспроизведение полученных результатов.

5. Потребляемый ток в первой части лабораторного эксперимента измерен с шагом 0,002 А, при этом, на достоверность полученных результатов может влиять погрешность измерительного прибора.

Указанные замечания не снижают значимость диссертации. Полученные ре-

зультаты и выводы изложены последовательно в соответствии с решаемой задачей и образуют единство сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту.

Содержание диссертации, научные положения, основные результаты и выводы диссертации соответствуют паспорту специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

5. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Оценивая диссертацию Е.А. Князькина в целом, следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой, свидетельствующей о личном вкладе автора в развитие горной науки. В диссертации на основе выполненных автором исследований дано решение актуальной задачи – научно обоснованы параметры энергоэффективных схем водоотлива подземного рудника с использованием энергии гидротоков, что имеет важное значение для эффективного и устойчивого функционирования горнопромышленного комплекса России.

Судя по представленным материалам, диссертация написана лаконично, обладает внутренним единством, содержит новые значимые научные результаты. Заявленная автором цель работы реализована и в достаточном объеме отражена в публикациях. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации по всем квалификационным признакам: цели, задачам, пунктам научной новизны, практической значимости, положениям, выносимым на защиту. Диссертация полностью соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и заслуживает положительной оценки, а ее автор, Князькин Егор Алексеевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 - Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Официальный оппонент:
профессор, доктор технических наук,
главный специалист
АО «Центральный проектно-
технологический институт»



Кузьмин Е.В.

«18» мая 2021 г.

Я, Кузьмин Евгений Викторович, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 49, стр. 74

Тел.: 8(915)043-91-79

E-mail: eugen.kuzmin2017@yandex.ru

Подпись проф., д.т.н. Кузьмина Евгения Викторовича удостоверяю:

Генеральный директор АО
«Центральный проектно-
технологический институт»



Тарасов М.А.