

Утверждаю:

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «Иркутский  
национальный  
исследовательский  
технический университет»



А.М. Кононов

21 декабря 2020 г.

## О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Шкаруба Натальи Александровны «Разработка технологии отбойки пород гидромонитором при наличии в его струе твердых частиц различной крупности» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

### *Структура и содержание работы*

Диссертационная работа Шкаруба Н.А. состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка из 143 наименований, приложений и изложена на 143 страницах.

### *Актуальность темы исследования*

Истощение сырьевой базы и усложнение горнотехнических условий разведанных и эксплуатируемых месторождений определяют необходимость постоянного совершенствования, изыскания, разработки новых технологий и оборудования для ведения горных работ. Это в полной мере относится и к освоению россыпей, значительная часть которых представлена месторождениями и техногенными ресурсами, характеризующимися сложными условиями залегания и трудно разрабатываемыми породами, состоящими из смеси валунов, галечника, песка, суглинка, глин и зачастую обводненными и пораженными многолетней мерзлотой. В сложившейся ситуации проблема разработки и обогащения глинистых пород представляется одной из основных и находится постоянно в области внимания науки и производства.

К одним из давно апробированных решений, доказавших возможность и целесообразность использования в смежных областях и горной промышленности, можно отнести использование энергии воды для разупрочнения и транспорта материалов. Высоконапорные скоростные струи после ввода в них абразивного материала применяются для обработки поверхностей, резания материалов, металлов, горных пород и угля. Разрабатываются горные машины (комбайны) с гидроабразивным

Иркутский национальный исследовательский технический университет
ФГБОУ ВО «ИрТТУ» им. Г.К. Носова
№ №
Дата регистрации 28.12.2020
Фамилия, имя, отчество

инструментом для создания в забоях полостей различного назначения, оконтуривания выработок и разупрочнения массива пород.

Поэтому диссертационная работа, направленная на создание новых технологий разработки глиносодержащих пород и технических средств для ее реализации, является актуальной для науки и практики.

### ***Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства***

Новизна полученных результатов исследований заключается в следующем:

- установлена взаимосвязь силы давления струи гидромонитора на забой от плотности технологической воды при различном содержании в ней тонкодисперсных частиц и расстоянии до забоя;

- выявлено и оценено влияние плотности подаваемой напорной воды на дальность полета струи гидромонитора.

- получена зависимость изменения относительной производительности размыва от крупности подаваемых в струю твердых абразивных частиц для различных диаметров насадки гидромонитора и углов наклонной поверхности.

Значимость результатов исследований для науки заключается в установлении влияния плотности и крупности породных частиц для разных диаметров насадок и напора на показатели работы гидромонитора, включающие давление гидравлической струи на забой, дальность ее полета и изменение производительности отбойки пород гидромонитором от эжектирования в его струю твердых абразивных частиц. Разработан лабораторный стенд для исследования интенсивности отбойки пород напорной струей гидромонитора.

Практическая значимость работы состоит в разработке оригинальной конструкции гидромонитора с устройством эжектирования абразивных частиц в водный поток, обосновании технологий вскрышных и добычных работ, предусматривающих включение в технологический процесс операций по подготовке тонкодисперстных и абразивных смесей. Полученные математические уравнения позволяют производить численную оценку показателей гидравлических работ с использованием двухфазных жидкостей на размыве пород и выполнять эксплуатационные расчеты гидромеханизации горных работ.

Таким образом, можно отметить, что в целом значимость полученных автором результатов исследований выражается в установлении влияния тонкодисперсных и абразивных частиц на показатели гидромониторного размыва, разработке принципиально новой конструкции гидромонитора, а также научно обоснованных методов расчета оценки воздействия насыщенной частицами струи на забой.

Основные результаты работы рассмотрены и реализованы в виде технических решений при технико-экономической оценке возможности применения технологии в условиях месторождения «Шуралинско-Ключевское», а конструктивные решения защищены патентами.

## ***Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации***

Для практического применения могут быть реализованы следующие обоснованные в диссертации технические и методические решения:

- математический аппарат для выполнения расчетов и моделирования работы гидроустановок для размыва глинистых пород;
- технологические решения при обосновании способа разработки и выборе средств гидромеханизации открытых горных работ;
- научно методические разработки при подготовке инженеров горных специальностей, например, в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ИРННТУ, при изучении курсов «Гидромеханизация открытых горных работ».

### ***Замечания по диссертационной работе***

По диссертационной работе и автореферату имеются следующие замечания:

1. При обосновании актуальности исследования не отражен опыт разработки, фактическое состояние и перспективы освоения россыпей средствами гидромеханизации. Не приведены структура, удельный вес гидравлических работ в общем объеме открытых разработок, технические, экономические, энергетические, экологические и другие показатели вскрышных и добычных работ при размыве пород в «целике» (кроме месторождения «Шуралинско-Ключевское»).

В частности, сделана ссылка на данные ФГУП ЦНИГРИ о вовлечении в разработку различными способами 70% запасов золотоносных россыпей. Сколько же россыпей целесообразно обрабатывать с использованием гидравлик? На чем основано утверждение, что большая часть этих запасов является непривлекательной в силу высокого содержания глинистых грунтов?

2. Автором делается вывод о необходимости удаления тонкодисперсных глинистых частиц крупностью 0,005 мм из технологического процесса (стр. 22) и отмечается, что фактически большинство горнодобывающих предприятия при работе по схеме оборотного водоснабжения из прудов-отстойников применяют технологическую воду со значительным содержанием взвешенных тонкодисперсных частиц глины. Не значит ли это, что предприятия уже давно работают по технологии с использованием твердых частиц для размыва пород и анализ результатов позволяет получить фактические показатели всех процессов гидромеханизации? Если это так, то почему не использовали это и не проводили натурные наблюдения?

3. По результатам лабораторных исследований сила удара струи гидромонитора о забой при содержании в напорной воде тонкодисперсных грунтовых частиц увеличивается в зависимости от плотности смеси до 10%, и, по мнению автора, наибольший положительный эффект наблюдается при малых насадках гидромонитора и небольших напорах. Однако напор при проведении опытов устанавливался наибольший и одинаковый для разных диаметров насадок  $H_0 = 10$  м, рис. 6-8), а численные значения силы давления

больше при увеличении диаметра насадки. В чем выражается эффект, если сила давления на забой при равных плотностях смеси и давлении выше для насадок большего диаметра?

4. На рис. 6 автореферата (рис. 21 в диссертации) приведена зависимость производительности отбойки от концентрации взвесей в воде. Требуется пояснить как она отстроена, если все наблюдения проводились при концентрации взвеси в воде  $6,5 \text{ т/м}^3$ .

5. Используемый в расчетах удельный вес грунтовых частиц ( $1,6-1,7 \text{ т/м}^3$ ) соответствует плотности грунта в горном массиве. Частицы грунта (глина, супесь, песок) имеют более высокую плотность  $2,6-2,75 \text{ т/м}^3$  (в среднем  $2,65 \text{ т/м}^3$ ).

6. Если, по данным автора, сила воздействия струи гидромонитора на забой увеличивается при концентрации взвесей  $6,5 \text{ г/л}$  на  $6,8-15,2\%$ , то за счет чего производительность отбойки возрастает в  $2,1-3,0$  раза. К тому же известно, что с увеличением концентрации взвесей в воде ухудшается размыв и дезинтеграция рыхлых отложений. По данным рис. 26, производительность отбойки при концентрации взвесей  $6,5 \text{ г/л}$  возрастает всего на  $0,25\%$ .

7. Утверждение, что большее содержание тонкодисперсных грунтовых частиц в напорной воде приведет к возможности уменьшения объема прудов в большей степени носит предположительный характер. На конец отработки в илоотстойник необходимо будет уложить такой же объем твердого, что и при работе гидромонитора на чистой воде и обеспечить очистку воды до нормативных требований. Осаждение тонкодисперсных частиц в воде без специальных методов очистки вообще затруднительно, поэтому (*ранее отмечено и автором, что при работе мониторов на предприятиях используется не чистая вода*) эффективность очистки кроме всего прочего будет определяться и конструкцией отстойника.

8. Предположение о том, что износ гидромониторной установки также будет примерно равен износу при работе на технически чистой воде не убедительно, так как исследований не проводилось. Ссылки на литературные источники относятся к гидротранспорту пород, а это характеризуется иными параметрами потока.

9. На графике (рис. 17) по горизонтальной оси не указаны численные значения крупности материала. Почему на графиках (рис. 17, 18, 20, 21) приводятся только относительные результаты? Не отражены показатели давления струи на забой и, хотя бы приблизительно технологические данные размыва, например, удельный расход воды и электроэнергии на отбойку, напоры?

10. Средняя крупность твердых абразивных частиц для лабораторных экспериментов была принята  $0,15-0,41 \text{ мм}$  (стр. 68). Полученные зависимости (рис. 5 автореферата и рис. 18 диссертации) представлены в интервале крупности  $1,5-4,0 \text{ мм}$ . Это масштабирование?

Не ясно, как установлена область применения предложенных в диссертации зависимостей в натуре (в т.ч.  $H_0$ ;  $\lambda$ ;  $d_n$ ).

11. Трудно согласиться с рекомендациями автора по уменьшению параметров отстойников и целенаправленному эжектированию твердых частиц в напорную струю гидромонитора, так как некоторое увеличение его производительности заметно усложняет технологию горных работ, увеличивает расход электроэнергии на перекачку твердого материала, усиливает износ насосов и трубопроводов абразивными частицами.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации насосного оборудования загрязненность воды не должна превышать 5 г/л [Лешков В.Г. Теория и практика разработки россыпей...., стр. 308], а при большом содержании глины – 10-15 г/л [Андреев М.М. Определение обеспеченности водой промывочных установок, работающих на оборотной воде.– Колыма, 1966. – № 3].

12. Требуют пояснения возможность работы и конструкция грохота с диаметром отверстий 4 мм на хвостах обогащения (рис. 34), так как на практике при попытках классифицировать гидросмесь забиваются сита с отверстиями в несколько раз больше.

13. Возможное увеличение производительности отбойки породы (по данным лабораторных исследований в 2-3 раза) и принятые показатели удельных расходов на размыв  $20,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$  против  $3,07 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , (без пояснения технической и технологической возможностей промывки, обогащения и размещения в отстойнике песков, например, в объеме 2229 тыс.  $\text{м}^3$ ) при незначительном росте инвестиционных вложений и эксплуатационных затрат позволяют судить о эффективности предложенной технологии с использованием в жидкости размыва твердых абразивных частиц и без экономических расчетов. Всё же несколько оптимистичны и сомнительны показатели рентабельности и ВНД (табл. 28).

### *Заключение*

Отмеченные замечания несколько снижают значимость работы, однако не меняют общей положительной оценки диссертации в целом.

Текст диссертации и автореферата содержат достаточное количество иллюстраций, ссылок, математических расчетов и справочных данных. Материал изложен логически последовательно, стиль изложения лаконичен и доступен для восприятия.

Результаты исследований опубликованы в 16 печатных работ, в т. ч. в 6 изданиях, входящих в Перечень ВАК, получено 3 патента РФ на изобретения и 1 патент РФ на полезную модель. Основные положения диссертации представлялись на 10 конференциях различного уровня, включая международный. Это говорит о том, что с исследованиями знаком широкий круг научных работников, преподавателей и специалистов, работающих в области горного дела.

Диссертационная работа Шкаруба Натальи Александровны на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится научно-обоснованное решение задачи по разработке технологии и параметров размыва пород струей

гидромонитора, содержащей в воде твердые частицы, что позволит обеспечить эффективность разработки глинистых пород.

Диссертация на тему «Разработка технологии отбойки пород гидромонитором при наличии в его струе твердых частиц различной крупности» отвечает требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842, а ее автор Шкаруба Наталья Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Диссертация Шкаруба Н.А. «Разработка технологии отбойки пород гидромонитором при наличии в его струе твердых частиц различной крупности» и отзыв на нее рассмотрены на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых (протокол № 4 от 15.12.2020 г.).

Зав. кафедрой разработки  
месторождений полезных  
ископаемых ИРННТУ, д.т.н., проф.

Тальгамер  
Борис Леонидович

Профессор кафедры разработки  
месторождений полезных  
ископаемых ИРННТУ, д.т.н.

Дудинский  
Федор Владимирович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРННТУ»)

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
Телефон / факс кафедры «РМПИ»: 8 (3952) 40-51-04.  
Электронная почта: [talgamer@istu.edu](mailto:talgamer@istu.edu).