

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу БАДЮЕВА А.С.  
«ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАМЫВНЫХ  
ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ  
(на примере Норильского промышленного района)»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук  
по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

Актуальность исследований А.С. Бадюева очень высока. Проблема грамотного и безопасного проектирования, строительства и эксплуатации хранилищ отходов горно-рудной промышленности возникла много лет назад, и в современном мире приобретает всё большую и большую важность. Это происходит вследствие высокой опасности складированных отходов, их воздействия на окружающую среду и здоровье населения, а также угрозы аварий. Особую остроту проблема устойчивости хвосто- и шламохранилищ приобретает в условиях криолитозоны, где растепление основания может вести к необратимым катастрофическим последствиям. В этом плане поставленная диссертантом цель направлена на решение необходимых вопросов.

**Научная новизна работы** заключается в установлении закономерностей формирования физико-механических свойств хвостов в намывных массивах и основных видов микроструктур, составлении классификации намывных грунтов; определении соотношения между максимальной плотностью и оптимальной влажностью хвостов; математическом описании зависимости технологических параметров возведения геотехнического массива от геометрических характеристик участка складирования, физико-механических свойств хвостов и климатических условий.

Диссертационная работа имеет важное **практическое значение**, которое состоит в разработанной методике, позволяющей оптимизацию параметров намывного техногенного массива, прогноз высоты годового намыва и сроков возведения и, что особенно важно, - в возможности составления сетевых графиков производства работ.

Диссертация начинается с анализа существующих способов возведения намывных техногенных массивов (Глава 1), в которой рассмотрены литературные источники и нормативные документы освещающие основные аспекты проблемы организации и эксплуатации хвостохранилищ с акцентом на условия криолитозоны. Детально охарактеризованы климатические и мерзлотно-геологические условия Норильского промышленного района, на территории которого расположен объект исследования – хвостохранилище Лебяжье. Информация, представленная в этой главе, изложена очень информативно и подробно, дает полное представление о проблемах строительства, безопасности и экологически чистой эксплуатации техногенных массивов.

Глава 2, в которой содержится описание комплексного исследования состава, структуры, свойств техногенных грунтов, а также аналитического обоснования методики определения параметров процесса возведения намывных сооружений, написана подробно, начиная от методики исследований грунтов и результатов, полученных в процессе работы, и заканчивая сделанными выводами, которые явились основой для первого защищаемого положения. В качестве замечания к этой главе отметим, что было бы лучше, если бы описание методик и получаемые результаты были бы разделены.

*Первое защищаемое положение* отражает результаты определения физико-механических свойств хвостов, основных видов микроструктур и типов контактов между структурными элементами, что позволило составить классификацию намывных грунтов, для прогноза технологической и экологической безопасности хвостохранилища.

Положение вполне обосновано и доказано.

*Второе защищаемое положение* посвящено определению оптимальной влажности и консолидационных характеристик. Для этого были применены расчетные методы и экспериментальные исследования. В тексте диссертации обоснованы принципы и критерии физико-математического моделирования намыва ограждающей дамбы, физическая модель для изучения параметров намыва, оценена её адекватность. Детально описано проведение лабораторных экспериментов по моделированию намыва ограждающей дамбы. Разработка и изготовление лабораторной установки для экспериментов по намыву – уже само по себе ценный результат, который к тому же привел к определению годового цикла намыва хвостохранилища. Определение оптимальной влажности намывного слоя было проведено методом стандартного уплотнения, путем моделирования процесса заполнения пор водой для твердой фракции и расчетным путём. В результате А.С. Бадоев определил значение оптимальной влажности 20 %, после чего возможен намыв следующего слоя. Этот вывод имеет важное теоретическое и практическое значение. Глава 3, в которой содержится материал по этому разделу исследований, хорошо иллюстрирована, выводы логично вытекают из проведенных расчетов и экспериментов.

*Третье защищаемое положение* определяет период прекращения намыва геотехнического массива при отрицательных температурах.

В результате комплексных модельных исследований, включающих физическое моделирование способов намыва хвостохранилища, исследование физико-механических свойств хвостов в режиме намыва и последующей консолидации, было определено, что период прекращения намыва равен времени консолидации намывного слоя до наступления температуры  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Замечание к этому разделу, так же, как и к некоторым другим, касается представленных в таблицах расчетных параметров. Например, таблица 4.2. Объем хвостов за год в м<sup>3</sup> приведен с невообразимой точностью – до см<sup>3</sup>, что не имеет смысла. Расчетным путем можно получить сколько угодно значащих цифр, но это не означает реальной картины. Нужно округлять до разумной точности.

Общее замечание ко всему тексту (аналогично замечанию к Главе 2) – методы расчета и экспериментального моделирования следовало бы объединить в одну главу Методы исследования, а в смысловых главах изложить полученные результаты.

Также в работе непонятно, как осуществляется контроль над толщиной намываемого слоя техногенного грунтового массива и как производится мониторинг достижения заданной влажности намываемого слоя?

**Достоверность** сделанных в диссертации выводов определяется фактическим материалом, квалификацией автора при обработке данных, сочетанием теоретических и экспериментальных исследований и грамотным анализом литературных данных. В целом, диссертация производит хорошее впечатление, т.к. тема выбрана очень актуальная, эксперименты и расчеты проведены на высоком научном уровне, материал хорошо обработан и изложен.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Работа апробирована на ряде международных, всероссийских и региональных конференциях. По теме диссертации опубликовано 26 работ, из них 4 статьи, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 4 статьи в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных Scopus, ряд статей в сборниках научных конференций и 1 патент. Это более, чем достаточно для подтверждения квалификации, т.е. результаты работы достаточно широко освещены и апробированы.

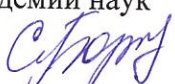
Можно сделать вывод, что Александром Сергеевичем проведена большая работа по исследованию процессов намыва геотехнических массивов, что представляет большую практическую ценность, но вместе с тем вносит большой вклад в фундаментальные знания о физико-механических свойствах отходов, складываемых в хвостохранилища. Поставленные в работе задачи полностью выполнены и цель достигнута. Работа написана, в целом, грамотно и хорошо иллюстрирована рисунками и таблицами фактического и расчетного материала, полученного автором.

Диссертация соответствует паспорту специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» в пунктах: 1. Состав и строение не мерзлых, талых и мерзлых пород (грунтов) как многокомпонентных систем, физико-химические явления и процессы при взаимодействии компонентов грунта. Структурные связи и их

природа, процессы структурообразования в грунтах; 2. Физические, физико-механические и физико-химические свойства грунтов, природа их деформируемости и прочности, корреляция между свойствами, классификационные и расчетные показатели свойств грунтов; 3. Напряженное состояние массивов пород (грунтовых толщ), оценка их прочности, устойчивости и деформируемости при природных и техногенных нагрузках; 8. Технические средства и технологии исследования состава и свойств грунтов в лабораторных и полевых условиях; 12. Физическое, математическое, аналоговое и другое моделирование геологических, геокриологических и инженерно-геологических процессов, прогноз их развития во времени-пространстве, оценка и управление геологическими опасностями и геологическими рисками.

Диссертационная работа А.С. Бадоева удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. (№ 842) (ред. от 21.04.2016), и может рассматриваться как завершенная научно-квалификационная работа, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для инженерной геологии, мерзлотоведения и грунтоведения.

Считаю, что диссертация А.С. Бадоева отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор достоин присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Заведующая лабораторией геоэлектрохимии  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука  
Сибирского отделения Российской академии наук  
доктор геол.-мин. наук, профессор  Бортникова Светлана Борисовна  
03.09.2020

630090, Новосибирск. Проспект академика Коптюга, 3, ИНГГ СО РАН  
e-mail: [bortnikovasb@ipgg.sbras.ru](mailto:bortnikovasb@ipgg.sbras.ru)  
Тел.: 913 726 95 02

Я, Бортникова С.Б., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

