

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

кандидата технических наук, Жабко Андрея Викторовича, на диссертацию Гурьева Дмитрия Витальевича «Прогноз устойчивости насыпных дамб с учетом пространственной изменчивости прочностных свойств техногенных суглинистых грунтов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Представленная диссертация включает введение, 4 главы, заключение, библиографический список из 111 наименований, 2 приложения. Объем диссертации – 140 страниц компьютерного текста (14 кегль, шрифт «Times New Roman»), 46 таблиц, 38 рисунков.

### **Актуальность темы диссертации**

На современном этапе развития добывающей отрасли в нашей стране и за рубежом в широких масштабах осуществляется строительство специальных намывных (насыпных) гидротехнических сооружений – хвостохранилищ, предназначенных для складирования отходов производства, эксплуатация которых требует обеспечения и соблюдения строгого технологического регламента, невыполнение которого приводит к серьезным авариям и даже катастрофам.

С середины XX века серьезные аварии дамб хвостохранилищ имели место на нескольких отечественных горных предприятиях: Хинганском ГОКе (Хабаровский край), Сорском ГОКе (Хакасия), Качканарском ГОКе (Свердловская область), Карамкенском ГОКе (Магаданская область), зарубежных предприятиях: Бая-Маре (Румыния), Згориграде (Болгария), Става, Тренто, (Италия). Это далеко не полный перечень аварий на хвостохранилищах.

Отличительной особенностью данных сооружений является еще и то, что угроза их разрушения и соответственно возможность экологической и

социальной катастроф остается и надолго после закрытия предприятий. Этот многотонный склад токсичных и ядовитых отходов навечно будет нести потенциальную опасность, причиной которой могут стать банальное обильное снеготаяние или продолжительные дожди. При разрушении хвостохранилищ ядовитые отходы по системам ручьев, притоков и рек, а также тектонических разломных зон разносятся на многие километры, загрязняя почву и крупные водоемы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Возможны также разрушения инфраструктуры, сопровождающиеся многочисленными жертвами.

Как показывает статистика, число аварий на хвостохранилищах от года к году не уменьшается, вероятность их возникновения не зависит от технологии возведения, места нахождения, континента, степени компьютеризации технологического процесса и т.д.

Пожалуй, единственным способом предотвращения катастрофы, связанной с разрушением дамб хвостохранилищ, не считая полного отказа от их использования, является их качественное проектирование с учетом всех возможных силовых воздействий на нее за все время ее существования. Разумеется, такое проектирование возможно лишь при достоверных данных о физико-механических свойствах техногенных грунтов и оснований, их пространственной изменчивости, степени обводненности (влажности) и т.д.

Таким образом, сказанное выше полностью подтверждает актуальность темы работы, выбранной автором для исследования. Более того, правильно выбраны главенствующие факторы, определяющие долговременную безопасность дамб хвостохранилищ, то есть предмет исследования и их наибольшая уязвимость – пространственная изменчивость, то есть цель работы.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Значения плотности  $\rho$  и угла внутреннего трения  $\varphi$  грунтов подчи-

няются нормальному, сцепления  $C$  – логнормальному законам распределения, при этом диапазоны изменчивости характеристик техногенных грунтов для условий Кузбасса превышают рекомендуемые СП 11-105-97 в 1,8 – 5 раз, а различие обобщенных характеристик  $\rho$ ,  $\varphi$  и  $C$  выше и ниже депрессионной кривой находятся в пределах точности вычислений.

2. Снижение сцепления  $C$  и угла внутреннего трения  $\varphi$  техногенных суглинистых грунтов выражаются тесной ( $\eta \geq 0,87$ ) параболической зависимостью от естественной влажности  $W$  (при  $W = 20 - 30 \%$ ).

3. Сокращение трудоемкости прогноза устойчивости дамбы на этапе проектирования обеспечивается аналитическим методом, реализованным в программе “Устойчивая насыпь”; определением характеристик грунтов по региональной таблице обобщенных значений; аппроксимацией уравнением первого порядка геометрических параметров дамбы, прочностными характеристиками грунтов; отысканием наиболее напряженной поверхности скольжения путем формализации профиля дамбы, депрессионной кривой, действующих нагрузок и воздействий аналитическими уравнениями, при которой коэффициент устойчивости соответствует нормативному значению.

Доказательству первых двух научных положений посвящены вторая и третья главы, где достаточно развернуто и убедительно, обосновываются законы распределения физико-механических параметров, анализируется пространственная изменчивость показателей свойств, устанавливаются взаимосвязи между ними.

В четвертой главе разрабатывается метод (алгоритм) аналитического прогноза устойчивости, где подробно рассматриваются и аналитически обосновываются схемы расчета устойчивости и определения наиболее напряженных поверхностей скольжения для устойчивого, неустойчивого и наклонного слоистого оснований.

К доказательной базе диссертации и степени обоснованности научных положений и выводов диссертации замечаний не имеется.

## **Достоверность, новизна и значение научных положений и выводов для науки и практики**

Достоверность результатов исследований подтверждается широким перечнем объектов исследования (18 горнопромышленных предприятий Кузбасса) достаточно представительной статистической выборкой (284 пробы) и теснотой корреляционной связи (корреляционные отношения по модулю более 0,8). Считаю, что этого более чем достаточно.

Именно учет пространственной изменчивости прочностных показателей и установление статистической, достаточно надежной, взаимосвязи между прочностными характеристиками грунтов и их влажностью, как наиболее простого и, в то же время, информативного показателя для рыхлых грунтов, следует считать новизной данных исследований, имеющей существенное значение для отрасли знаний.

Практическое значение основных результатов исследований заключается в создании базы данных физико-механических свойств суглинистых грунтов для условий Кузбасса, разработке экспресс-метода определения параметров дамбы на стадии проектирования, основанного на использовании корреляционной связи коэффициента устойчивости с прочностными свойствами грунтов.

В качестве пожелания, хотелось бы рекомендовать автору в дальнейших исследованиях, помимо фактора влажности, учесть влияние на физико-механические свойства минералогического и гранулометрического составов грунтов.

### **Замечания и вопросы по диссертации.**

*– неточности формулировок и недостатки в оформлении.*

**1. Достаточно скудно обоснована актуальность весьма актуальной темы исследований** (лишь второе предложение первого абзаца). Автор почти сразу переходит к существующим проблемам. Все-таки, актуальность состоит не в том, что "... изменчивость показателей в пределах сооружения может превышать 50% ...", но в том, что недостатки проектиро-

вания могут привести к экологической катастрофе, гибели сотен людей, нашем “научном бессилии” перед этими явлениями и т.д.

**2. Неудачно сформулирована идея работы.** Идея – это то, что позволяет своеобразно и изящно достигнуть цели, решить задачу. Быть может, идея заключалась в использовании тесной корреляционной взаимосвязи между физико-механическими свойствами и достаточно просто определяемым показателем – влажностью.

**3. Неудачно сформулировано третье научное положение.** Цель научного исследования, даже в самой сугубо прикладной науке, заключается в объяснении происходящих процессов и возникающих явлений. Сокращение трудоемкости прогноза, разработка программы ЭВМ – это не наука, а практическое значение выполненной работы.

**4. Новизна исследований не может заключаться в анализе и обобщении – это личный вклад автора.**

**5. Стандартная методика проведения испытаний сама по себе не может выступать гарантом достоверности научных положений и выводов.** Любая методика – это субъективизм, имеющий лишь некоторое приближение к истине, кроме того, стандартная абсолютно не означает правильная или точная. Это же касается и метрологических проверок.

*– принципиальные замечания.*

**6. Почему для отыскания связей между случайными параметрами (показатели свойств грунтов), регрессионно-корреляционному анализу автор не предпочел конфлюэнтный анализ.**

**7. Непонятно, что подразумевал автор (стр. 88 диссертации, 4 абзац): “Плотность грунтов не оказывает значимого влияния на коэффициент устойчивости...”.** Например, в случае однородного откоса, предельная высота обратно пропорциональна объемному весу (плотности), то есть оказывает, да еще какое влияние.

**8. Автору диссертации, при разработке алгоритма аналитического метода к программе ЭВМ (четвертая глава), следовало бы использовать более обоснованный способ оценки устойчивости откосов и оп-**

### **ределения наиболее опасной поверхности скольжения.**

Здесь необходимы разъяснения. Используемые автором диссертации в качестве эталонных способов оценки устойчивости (способов суммирования сил) способ алгебраического сложения сил и многоугольника сил обладают рядом существенных недостатков, которые не позволяют оценить реальную точность прогнозирования коэффициента устойчивости.

Существует большое количество способов (несколько десятков) расчета устойчивости однородных откосов. Каждый из этих способов наделен теми или иными недостатками. Способ алгебраического сложения сил является наиболее простым, наглядным и фактически является прообразом исторически первых способов оценки устойчивости по методу предельного равновесия (способы Терцаги, Феллениуса, Хюльтина, Иванова, круглоцилиндрической поверхности, моментов и т. д.). Поэтому его часто используют для предварительных и оценочных расчетов. Вместе с тем способу присущи существенные недостатки:

- a) для произвольной криволинейной (не круглоцилиндрической) поверхности скольжения критерий устойчивости (коэффициент устойчивости) не отражает необходимых и достаточных условий равновесия призмы смещения (данный тезис вытекает уже из самого названия способа, т. е. векторные величины складываем алгебраически – парадокс);
- b) пренебрегается влиянием межблоковых реакций на коэффициент устойчивости;
- c) способ не позволяет обосновать положение и форму наиболее опасной (слабой, напряженной) поверхности скольжения.

Аналогичные недостатки имеются и у способа многоугольника сил.

Далее, производя итерационный расчет, для нахождения наиболее слабой поверхности скольжения (хорд), и, суммируя силы способом алгебраического сложения, вносится неизбежная погрешность в геометрию определяемой поверхности скольжения в силу некорректности целевой функции (способа суммирования). В случае, когда поверхность скольжения выходит в основание дамбы (неустойчивое основание) погрешность

прогнозирования геометрии поверхности скольжения еще более возрастает, в силу несовершенства формул 4.10, 4.11 и 4.20 диссертации. И, так далее.

Таким образом, усложнение задачи, при использовании упомянутых способов оценки устойчивости, приводит к росту неопределенности результатов расчета.

**То есть, 10% расхождение коэффициента устойчивости (стр. 5 автореферата) определенного аналитическим методом и с использованием эмпирических зависимостей, о которых говорит автор, не означает, что абсолютная погрешность составляет те же 10%.**

С другой стороны, задачи выбора или разработки обоснованного способа оценки устойчивости автор перед собой не ставил – это вопрос отдельного и весьма непростого исследования, стоящий перед человечеством без малого 250 лет. В этой связи думаю, что пункт 4.3 диссертации можно было бы опустить, тем более что этому вопросу посвящены достаточно глубокие исследования, выполненные, в том числе, оппонентом.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней**

Работа изложена достаточно грамотным научным языком, основные выводы и результаты носят завершённый характер, правильно раскрывают теоретическое значение научных положений диссертации и естественно вытекают из её содержания.

Полученные в диссертации результаты полностью соответствуют поставленным целям и задачам. Структура диссертации и автореферата имеют логическую последовательность, ясность и полноту изложения. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Личное участие автора в полученных результатах подтверждается достаточным количеством публикаций. Всего опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 наиболее представительных статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК России для публикаций результатов дис-

