

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**Кандидата технических наук Хохлова Дмитрия Николаевича на диссертационную работу Абдулоева Алишера Бегмуродовича на тему «Деформационная анизотропия галечника и ее учет в расчетах прочности и устойчивости грунтовых плотин», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология**

### **Актуальность темы исследований**

Учеными доказано, что слоистые скальные и нескальные грунты обладают свойством естественной или наведенной анизотропии. В результате отсыпки, разравнивания и уплотнения гравийно-галечникового грунта возникает трансверсально-изотропный материал с горизонтальной слоистостью, физико-механические свойства которого будут отличаться вдоль и поперек оси слоистости. Свойство фильтрационной анизотропии в теле грунтовых плотин хорошо известно, однако экспериментальных данных о деформационной и прочностной анизотропии грунтов упорных призм грунтовых плотин и о ее влиянии на напряженно-деформированное состояние и устойчивость не много. В связи с этим, разработка методики учета анизотропных свойств гравийно-галечникового грунта в расчетах напряженно-деформированного состояния и устойчивости грунтовых плотин является актуальной задачей, имеющей как теоретическое, так и практическое значение.

### **Структура и содержание работы**

**В первой главе** приведены результаты исследований фильтрационной, деформационной и прочностной естественной и наведенной анизотропии грунтов. Рассмотрены методики учета анизотропных свойств в расчетах напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований и в расчетах устойчивости откосов и склонов. Отмечено, что практически отсутствуют

расчетные методики оценки устойчивости откосов склонов и откосов грунтовых плотин с учетом анизотропных свойств грунтов.

В связи с отсутствием информации об анизотропных физико-механических свойствах гравийно-галечниковых грунтов, отсыпаемых в тело грунтовых плотин, обоснована необходимость их экспериментальных исследований.

**Во второй главе** приведены результаты экспериментальных исследований деформационной анизотропии гравийно-галечникового грунта в двуштамповом одомере и в вакуумном стабиломере. Получено, что гравийно-галечниковые грунты более деформируемы поперек оси слоистости, чем по направлению слоистости, а деформационная анизотропия (соотношение модулей деформации поперек и вдоль слоистости соответственно) имеет максимальное значение 1,9 при напряжении 0,04 МПа и уменьшается до 1,3 при напряжении 7,34 МПа. Также исследованы напряжения, возникающие на контактах частиц галечникового грунта при нагружении, показано, что превышение этих напряжений предела прочности частиц галечникового грунта приводит к дроблению частиц и деформациям.

**В третьей главе** приводятся результаты экспериментальных исследований прочностной и деформационной анизотропии галечникового грунта методом трехосного сжатия. По результатам обработки экспериментов, выявлены деформационная и прочностная анизотропия послойно уложенных галечниковых грунтов. Угол сдвига по направлению оси слоистости получен на  $3^{\circ} \div 5^{\circ}$  ниже, чем перпендикулярно направлению оси слоистости.

Так же на основе проведенных экспериментов автором получены зависимости изменения угла сдвига галечникового грунта вдоль и поперек слоистости в зависимости от плотности его сложения в диапазоне  $16 \div 22 \text{ кН/м}^3$  и действующего напряжения.

**В четвертой главе** разработана методика учета анизотропных свойств гравийно-галечникового грунта в расчетах устойчивости откосов грунтовых плотин. В предложенной методике предлагается определять угол сдвига



галечникового грунта в каждом отсеке на кривой обрушения в зависимости от угла между направлением вектора главных напряжений и осью слоистости.

Проведены расчеты устойчивости откосов грунтовых плотин разных конструкции и высоты в программе Otkos-22 с применением предложенной методики учета прочностной анизотропии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что учет анизотропных прочностных свойств галечниковых грунтов в теле плотины ведет к снижению коэффициента устойчивости откосов на 3÷11%.

По результатам расчетов предложены номограммы с корректирующими коэффициентами для учета анизотропии в расчетах устойчивости откосов плотин различной высоты, сложенных галечниковыми грунтами, с экраном или с ядром.

**В пятой главе** приводятся расчеты напряженно-деформированного состояния Нурекской плотины с учетом анизотропных механических свойств гравийно-галечникового грунта в программном комплексе Plaxis по модели Jointed rock. Расчеты показали, что учет анизотропии в расчетах напряженно-деформированного состояния грунтовых плотин, снижает расчетные значения осадок и смещения в теле грунтовых плотин по сравнению с подобными расчетами по модели Мора-Кулона и приближает их к данным натурных наблюдений за деформациями Нурекской плотины в период строительства.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием сертифицированных приборов при проведении экспериментов и сертифицированных расчетных программ при численных исследованиях; сопоставлением результатов экспериментальных исследований физико-механических свойств гравийно-галечникового грунта с результатами исследований отечественных и зарубежных ученых; сопоставлением результатов расчетов напряженно-деформированного

состояния Нурекской плотины с данными натуральных наблюдений за ее осадками и смещениями.

Научная новизна заключается в том, что автором выявлены анизотропные механические свойства послойно уложенных гравийно-галечниковых грунтов в теле грунтовых плотин; получены зависимости изменения угла сдвига для грунта в зависимости от плотности его сложения в диапазоне  $16 \div 22 \text{ кН/м}^3$  и действующего напряжения; предложена методика учета анизотропных свойств галечникового грунта в расчетах устойчивости откосов грунтовых плотин и номограммы с корректирующими коэффициентами для учета анизотропии в расчетах устойчивости откосов грунтовых плотин разных конструкций и разной высоты; показано влияние анизотропных механических свойств грунта упорных призм плотины на расчетные значения осадок, смещений и коэффициент трещинообразования ядра каменно-земляной плотины.

Основные результаты отражены в 12 научных публикациях, из которых 4 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 работа опубликована в журнале из международной базы цитирования Scopus и 7 публикаций на всероссийских и международных конференциях.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая и практическая значимость заключается в следующем:

- на основе экспериментальных исследований выявлено, что послойно уложенные гравийно-галечниковые грунты обладают анизотропными деформационными и прочностными характеристиками;
- получены зависимости изменения модулей деформации и углов сдвига в зависимости от напряженного состояния по направлению оси слоистости и по направлению перпендикулярному оси слоистости;
- разработана методика расчета устойчивости откосов грунтовых плотин с учетом прочностной анизотропии;



- предложены номограммы с корректирующими коэффициентами для учета анизотропии в расчетах устойчивости откосов грунтовых плотин с экраном и с ядром для плотин высотой 50÷300 м.

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

Диссертационное исследование Абдулоева Алишера Бегмуродовича представляет собой законченную работу. Полученные соискателем результаты в виде научных положений, выводов и рекомендаций свидетельствуют о достижении основной цели диссертации путем решения поставленных задач. Полученные соискателем результаты в виде научных положений, выводов и рекомендаций подкреплены необходимым объемом экспериментальных и численных исследований, которые направлены на усовершенствование существующих методов расчетного обоснования конструкций грунтовых плотин.

### **Замечания**

1. В главе 4 выполнялись расчеты устойчивости откосов плотин для построения номограмм корректирующих коэффициентов для учета анизотропии, расчеты устойчивости выполнялись как с учетом анизотропных свойств, так и без их учета. Из диссертации не ясно, какие физико-механические свойства использовались в расчетах без учета анизотропии.

2. В диссертации не обоснована причина, по которой углы сдвига галечникового грунта при расчетах устойчивости с учетом анизотропии грунта принимаются в зависимости от угла между направлением векторов главных напряжений и осью слоистости, а не в зависимости, например, от угла между наклоном основания отсека обрушения и осью слоистости.

3. Было бы ценно выполнить расчеты устойчивости откосов Нурекской плотины, исходные данные для расчетов устойчивости которой имеются в диссертации, с использованием предложенных в главе 4 корректирующих

коэффициентов и по предложенной методике с учетом анизотропии, сравнить результаты.

4. В 5 главе диссертации не приведены источники данных по которым приняты физико-механические свойства для расчета напряженно-деформированного состояния Нурекской плотины в таблице 5.1. Так же не приведены свойства грунтов для расчета напряженно-деформированного состояния плотины по модели Мора-Куллона, хотя результаты этого расчета даны.

5. В разделе 4.4 главы 4 выполнен расчет устойчивости откосов на особое сочетание нагрузок с учетом сейсмических воздействий, хотя исходные данные по принятым сейсмическим воздействиям в диссертации не даны.

6. В 5 главе диссертации проведено моделирование напряженно-деформированного состояния Нурекской плотины по модели поведения грунта Jointed Rock. Данная модель (согласно описания, приведенного в справочных материалах к программе Plaxis) применяется для моделирования скального массива с наличием трещин. В диссертации желательно было бы обосновать применимость данной модели для расчета напряженно деформированного состояния анизотропного галечникового грунта.

### **Заключение**

Приведенные замечания не снижают ценности представленной работы. Диссертационная работа Абдулова Алишера Бегмуродовича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной.

Диссертация на тему «Деформационная анизотропия галечника и ее учет в расчетах прочности и устойчивости грунтовых плотин» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных

на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Абдулоев Алишер Бегмуродович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

### **Официальный оппонент**

Кандидат технических наук, доцент  
кафедры Гидротехнических и  
транспортных сооружений  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный  
университет»



**Хохлов Дмитрий Николаевич**

«24» апреля 2024 г.

Адрес: 603000 г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65

E-mail: gs\_hohllov@mail.ru

Тел.: +79200315741

Подпись руки Хохлов Д.Н. заверяю,  
проректор по научной работе ННГАСУ,  
Д.В. Мониц

