

УДК 691

## **АНАЛИЗ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Шабаев С.Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Литвинов С.А., студент гр. СДм-201, I курс

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»  
г. Кемерово

На сегодняшний день нерудные каменные строительные материалы получили широкое распространение в дорожном строительстве. Это объясняется, с одной стороны, новыми технологическими возможностями при производстве и укладке материала, чем достигается высокое качество, а также требуется все меньше энерго- и трудозатрат, с другой – ремонтпригодностью и легкостью содержания. Однако прочностные свойства материала ещё до конца не изучены.

Вопросам изучения прочностных характеристик нерудных строительных материалов (НСМ) и крупнообломочных грунтов (КОГ) посвящены работы Алимсеитова Д.Н., Бабенко В.А., Варламовой Л.А., Верховзина И.И., Вознесенского Е.А., Горбачёва А.Г., Козионова В.А., Колоса А.Ф., Кудерина М.К., Кудрявцева А.Н., Кузнецова Н.Л., Кульжигитова Р.К., Леуса А.С., Ломтадзе В.Д., Мартеля Н.А., Рыспаева Б.С., Сагыбековой А.О., Сайнова М.П., Свиридова В.Л., Фуниковой В.В., Чистякова П.А., Шабаева С.Н., Шаламанова В.А., Шехтмана Е.И., Штарка А.И., Штыкова В.И. и многих других исследователей.

Исследования, проводимые под руководством Шабаева С.Н. [1,2,3,4], позволили установить, что увеличение размера частиц однофракционной среды приводит к возрастанию не только угла внутреннего трения, но и удельного сцепления. Также был предложен усовершенствованный вариант клиновой установки типа КУ-54, с помощью которой стало возможно адекватно оценивать сдвигоустойчивость предварительно уплотнённых крупнозернистых сред по методу косо́го среза и выявить необходимые прочностные характеристики материала, а именно, угол внутреннего трения и сцепление. На сдвиговой установке уже другого типа, исследовательская группа под началом Сагыбековой А.О. [5] определила, что остаточная прочность является более точной характеристикой сопротивления грунтов. Получены выводы, что уплотнение КОГ зависит от размера зёрен, количества и состава заполнителя, формы крупных обломков и характера их поверхности, от прочности обломков, а также от начальной плотности

укладки структурных элементов. Саинов М.П., изучая работы исследователей прошлого века [6], заметил, что степенная функция хорошо описывает возрастание значения модуля сдвига КОГ в зависимости от напряжения обжатия грунта, а также определил, что гравийно-галечниковый грунт менее деформируем и имеют более высокую прочность, чем горная масса при тех же условиях.

Результаты исследований Козионова В.А. и др. [7,8] подтвердили армирующее влияние крупных включений на прочностные свойства КОГ, была установлена связь между параметрами прочности, структуры и физического состояния грунта. Отмечено, что с увеличением размера включений и их количества повышаются прочностные характеристики грунта, а повышение влажности ведёт к их снижению. В то же время, другая команда исследователей под руководством Колоса А.Ф. [9] выявила, что повышение окатанности зёрен приводит к существенному снижению сцепления между зёрнами в щебёночном балласте, однако практически не влияет на угол внутреннего трения.

Вопросам исследования прочностных характеристик КОГ также посвящены работы учёных под руководством Вознесенского Е.А. об особенностях деформирования модельных КОГ при неравнокомпонентном нагружении в условиях полного водонасыщения и отсутствия воды в порах грунта [10]. Было доказано, что величина бокового давления грунта в водонасыщенных условиях существенно зависит от вертикальной нагрузки, в отличие от грунта в сухом состоянии, где эта зависимость выражена менее чётко. Также была установлена существенная роль девиаторной составляющей в объёмном сжатии КОГ.

Немалый вклад в изучение данной темы внесли исследования Кудрявцева А.Н. [11], в которых он рассматривал предпосылки для уточнения прочностных характеристик неукреплённых каменных материалов, указаны преимущества и недостатки двух наиболее популярных слоёв дорожной одежды. Им были выработаны и предложены некоторые поправки и изменения в нормативную базу в связи с увеличением транспортного потока и действующих нагрузок. Кузнецов Н.Л. и Козионов В.А. [12] наряду с этим доказали преимущество расчётного метода ДальНИИС перед методом прямого среза, который, в свою очередь, имеет большие погрешности в ходе повторений испытаний. А Свиридов В.Л. [13] указал на высокую технико-экономическую эффективность смесей с содержанием малопрочных материалов в районах, не обеспеченных прочными горными породами, проведя исследования по изучению их прочностных характеристик.

Однако результаты всех этих работ определены на частицах, размер фракции которых был найден на лабораторных ситах с круглыми отверстиями. Изменения в нормативной базе требуют перейти на использование набора сит с квадратными отверстиями. В связи с этим, данные прошлых исследований нуждаются в корректировке, требуется

сопоставить оба набора лабораторных сит и найти зависимость между ними, что позволит более обоснованно подходить к определению прочностных характеристик нерудного строительного материала.

### Список литературы:

1. Шабаев С.Н. Проблемы оценки сдвигоустойчивости конструктивных слоев дорожной одежды из зернистых материалов. С.Н. Шабаев, Э.З. Горбунова, Н.А. Мартель, А.И. Штарк. Сборник материалов XI Всерос. научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 16-19 апр. 2019 г., Кемерово [Электронный ресурс]. Кемерово: ФГБОУ ВО КузГТУ, 2019, 60107. (Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wpcontent/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/60107.pdf>).
2. Метод косо́го среза для определения прочностных характеристик предварительно уплотненных крупнозернистых сред. С.Н. Шабаев, Н.В. Крупина, В.А. Шаламанов, Н.А. Мартель, А.И. Штарк. УДК 622.2. Известия Уральского государственного горного университета. 2020. Вып. 3. С. 115-122.
3. Шабаев С.Н, Аксенова О.Ю, Мартель Н.А, Штарк А.И. Особенности определения прочностных свойств раздробленных горных пород (зернистых материалов) методом косо́го среза. УДК622: Сборник материалов XII Всероссийская научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» 21-24 апреля 2020 г.
4. Шабаев С.Н. Влияние крупности частиц одноразмерной сыпучей зернистой среды на прочностные характеристики. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2020. Т.18. №2. С. 62-70.
5. А.О. Сагыбекова, Д.Н. Алимсеитов, А.Г. Горбачёв, Б.С. Рыспаев. Изучение прочностных характеристик крупнообломочного грунта и модели крупнообломочного грунта. Проблемы науки. 2018. №12. С. 34-37.
6. Саинов М.П. Параметры деформируемости крупнообломочных грунтов в теле грунтовых плотин. Строительство: наука и образование.2016. №1. С. 15-33.
7. В.А. Козионов, М.К. Кудерин, Л.А. Варламова, Р.К. Кульжигитов. Оценка прочности глинистых грунтов с включениями дресвы и щебня. Наука и техника Казахстана. УДК 624.131:539.415. №2. 2007. С. 18-26.
8. Р.К. Кульжигитов, В.А. Козионов. Влияние включений дресвы на прочность глинистых грунтов при одноплоскостном сдвиге. Наука и техника Казахстана. УДК 624.131.3. №3. 2007. С. 57-63.
9. А.Ф. Колос, П.А. Чистяков, А.С. Леус, Е.И. Шехтман, В.И. Штыков. Влияние формы зёрен щебёночного балласта на его прочностные свойства.

Бюллетень результатов научных исследований. УДК 625.1.5. 2017. С. 148-160.

10. Е.А. Вознесенский, В.В. Фуникова, В.А. Бабенко. Особенности деформирования модельных крупнообломочных грунтов в условиях неравнокомпонентного трёхосного сжатия. Вестник МГУ. Серия 4. Геология. №4. 2013. С. 43-50.

11. Кудрявцев А.Н. О прочностных характеристиках неукрепленных каменных материалов слоев оснований при проектировании дорожных одежд [Текст] А. Н. Кудрявцев, С.В. Лугов, В.П. Носов. Вестник МАДИ. 2017. № 4. С. 79-84.

12. Н.Л. Кузнецов, И.И. Верхозин. Сравнительный анализ методов определения прочностных свойств крупнообломочных грунтов Непско-Ботубинской антеклизы. Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. УДК 624.131.439. 2019. С. 41-53.

13. Свиридов В.Л. Применение малопрочных каменных материалов в конструкциях дорожных одежд. Ползуновский вестник. №1. 2014. С. 167-172.