

ным намагничиваться в магнитном поле, что позволяет применять методы магниторазведки. В целом распределение значений магнитной восприимчивости соответствует количеству содержания гематита и магнетита: при большем содержании железистых минералов выше и магнитная восприимчивость.

**Заключение.** После завершения испытаний была проведена работа по выявлению закономерностей между составом, строением и свойствами исследуемых базальтов. Выявлены прямая зависимость между прочностью на одноосное сжатие и плотностью, а также обратная зависимость между прочностью и пористостью. Подтверждено предположение, что образцы с более крупными кристаллами обладают худшими прочностными свойствами по сравнению с образцами с более мелкими кристаллами. Выявлено влияние структуры пустотного пространства на прочностные свойства: крупные поры создают слабые места, приводящие к более раннему разрушению. Выявлена и корреляция между составом образцов и их свойствами: свойства образцов с более высоким содержанием глинистых минералов сильнее изменялись при замачивании.

Таким образом, несмотря на сложности в выводах, вызванные большим разбросом характеристик кайнотипных эффузивных пород, между составом, строением и свойствами исследуемых базальтов прослеживается чёткая зависимость.

Дополнительно в ходе испытаний было подтверждено наличие зональности в подушечных базальтах: пробы двух образцов явно разделялись на две группы, значительно различающиеся по плотности.

1. Гирина О.А., Баженов Е.В. Магнитные свойства базальтов Толбачинского дола [http://repo.kscnet.ru/992/1/Girina\\_Bazgenov.pdf](http://repo.kscnet.ru/992/1/Girina_Bazgenov.pdf) (дата обращения 14.09.2024).
2. Грунтоведение / Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиянгиров Р.С.; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005 – 1024 с.
3. Фролова Ю.В. Скальные грунты и методы их лабораторного изучения. – М.: КДУ. 2015. – 222 с.

## **ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВ ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО ДУШАНБИНСКОГО КОМПЛЕКСА ВБЛИЗИ СЕЛА ХОДЖИЁН РАЙОНА РУДАКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**Кобилев Б.Ш.,**

*магистрант МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация  
Научный руководитель – Шанина В.В., канд. геол.-минерал. наук, стар. науч. сотрудник*

Ключевые слова. Лёссовые грунты, лёсс, гранулометрический состав, ареометр, влажность, плотность, глубина, суглинки.

Keywords. Loess soil, loess, granulometric composition, hydrometer, humidity, density, depth, loam.

Лёссовые грунты широко распространены на территории Таджикистана, все лёссовые отложения имеют покровный характер, т.к. большая часть равнин и долин покрыты лёссами. В связи с увеличением объемов строительства в Таджикистане необходимость изучения лёссовых грунтов возрастает. Проектирование и возведение сооружений на лёссовых грунтах – одна из наиболее важных проблем современной инженерной геологии.

Цель исследований заключается в определении характеристик гранулометрического состава лёссовых грунтов верхнечетвертичного душанбинского комплекса вблизи села Ходжиён, района Рудаки.

Для определения гранулометрического состава были отобраны 10 образцов лёссовых грунтов ненарушенного сложения из верхнечетвертичного душанбинского комплекса вблизи села Ходжиён района Рудаки. Отложения душанбинского комплекса слагают и III-ю, и I-ю надпойменные террасы реки Кафирниган.

**Материал и методы.** Образцы были отобраны из обнажения вблизи села Ходжиён района Рудаки с глубин 1–10 м с помощью штыковой лопаты и кирки, в виде монолитов размера 20х20х20 см, упакованных в полиэтиленовую пленку для сохранения влажности.

Образцы в общем виде – это суглинки светло-коричневого и коричневого цвета, с включениями корней растений и примесей карбонатов, так как реагируют с соляной кислотой. Структура образцов выражена обломками до 5 мм с характерными кусковатыми отдельностями, шероховатым изломом и наличием макропор до 0,5 мм, ориентированных в трёх направлениях. По мере глубины отбора образцов влажность варьируется от слабо влажного до влажного, с средней плотностью и полутвердой консистенцией. Текстура массивная однородная.

Лабораторные исследования проводились ареометрическим методом в лаборатории грунтоведения Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Данный метод позволяет определить содержание фракций диаметром 1-0,002 мм в породе и не требует применения сложных аппаратур, используется очень просто и даёт достаточно точные результаты [4].

**Результаты и их обсуждение.** В результате лабораторных исследований были определены: влажности грунтов весовым методом; влажность нижнего предела пластичности методом раскатывания в шнур; влажность верхнего предела пластичности методом балансирного конуса; числа пластичности и показатели консистенции и классифицирование грунтов по данным характеристикам; плотности твердой компоненты засоленных грунтов пикнометрическим методом; гигроскопической влажности, плотности грунтов методом режущего кольца, пористости и коэффициента пористости, гранулометрического состава грунтов ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава» [1].

По полученным данным построены графики зависимости состава, строения и свойств грунтов от глубины залегания, треугольная диаграмма Фере для выражения гранулометрического состава, интегральные кривые гранулометрического состава, гистограмма распределения частиц по размерам.

Влажность исследуемых лёссовых грунтов с глубиной увеличивается от 7,1% до 11,6%. Образцы отобраны осенью, в дождливый период, и в результате испарения влажность увеличивается с глубиной. В данный период времени испарение идет значительно медленнее чем летом. Гигроскопическая влажность образцов составляет 0,5%–1,6%. Влажность верхнего предела пластичности ( $W_L$ ) исследуемых грунтов варьирует от 27,3% до 30,6%, малые значения  $W_L$  фиксированы на малых глубинах. Влажность нижнего предела пластичности ( $W_P$ ) увеличивается с глубиной от 18,4 до 21,0%. Образцы с 1 м и 10 м, что соответствует максимальной и минимальной глубине, имеют максимальное и минимальное значения  $W_P$ . В соответствии с классификацией по ГОСТ 25100-2020 таблица Б.13 данные грунты называются суглинки [2]. Показатель текучести ( $I_L$ ) исследуемых грунтов изменяется в пределах от -1,46 до -0,75, по этим результатам по ГОСТ 25100-2020 таблица Б.16 грунты являются твердыми суглинками [2]. Значения плотности исследуемых лёссовых грунтов с глубиной увеличивается от 1,48 до 1,93 г/см<sup>3</sup>, что обусловлено закрытием пор, а пористость уменьшается ввиду роста литостатического давления вышележащих грунтов. Плотность скелета грунтов с глубиной увеличивается от 1,38 г/см<sup>3</sup> до 1,73 г/см<sup>3</sup>. Плотность твердой компоненты лёссовых грунтов определялась пикнометрическим методом с использованием авиационного керосина. Плотность твердых частиц лёссовых грунтов колеблется в пределах от 2,70 г/см<sup>3</sup> до 2,77 г/см<sup>3</sup>. Пористость грунтов с глубиной уменьшается от 50,3% до 37,3%. Значение коэффициента пористости грунтов данной территории с глубиной уменьшается от 1,01 д.ед. до 0,60 д.ед. Возможно уменьшение коэффициента пористости с глубиной связано с увеличением литостатического давления от вышележащих пород.

По результатам гранулометрического анализа в отобранных образцах грунтов, не содержится частиц фракции 0,5–1 мм. Частицы размером от 0,5 мм до 0,1 мм менее 10%. Содержание частиц фракции > 0,002 мм свыше 10 процентов, за исключением образцов отобраны с глубины 1 и 6 м. Содержание песчаной фракции (> 0,05 мм) колеблется от 18% до 40%, пылеватой фракции (0,05–0,002 мм) колеблется от 53% до 68%, и глинистая фракция (< 0,002 мм) колеблется в пределах от 3% до 14%.

По классификации В.В. Охотина образец с глубины 1 м – супесь легкая пылеватая, так как содержание глинистой фракции 3–6% и содержание пылеватых частиц больше чем

песчаных (песчаных 40%, пылеватых 57%), а образец с глубины 6 м – супесь тяжелая пылеватая, так как содержание глинистых частиц 6–10% и содержание пылеватых частиц больше чем песчаных (песчаных 29%, пылеватых 62%), а образцы с глубинами 2–5 и 7–10 м – суглинки легкие пылеватые, так как содержание глинистых частиц 10–15% и содержание пылеватых частиц больше чем песчаных (песчаных 18–36%, пылеватых 53–68%).

По результатам гранулометрического анализа по классификации ГОСТ 25100-2020, грунт с глубины 1 м суглинок лёгкий песчанистый, т.к. содержание песчаной фракции ( $2,0-0,05$  мм)  $\geq 40\%$ , а число пластичности  $7 < I_p \leq 12$  (7,1), грунты с глубин 2–10 м – суглинки лёгкие пылеватые.

Изменение содержания глинистых, пылеватых, песчаных частиц с глубиной не имеет четкой закономерности, возможно это связано с минеральным составом, агрегированностью частиц, водоудерживающей способностью, условиями накопления, генезисом и др. факторами.

По полученным данным гранулометрического состава было составлена общая треугольная диаграмма Фере для образцов, построена гистограмма распределения частиц по размерам по результатам гранулометрического анализа грунта для всех образцов и построены интегральные кривые гранулометрического состава для каждого образца.

В треугольной диаграмме Фере видно, что у образцов, отобранных с глубины 1 и 6 м содержание глинистых частиц менее 10%. Образец грунта с глубины 10 м имеет содержание песчаных частиц менее 20%. В среднем все образцы по содержанию песчаных частиц попадают в интервал от 50% до 70%. Интегральные кривые изменяются полого и в дифференциальных кривых пик кривой пологий, это свидетельствует о неоднородности грунтов.

Коэффициент неоднородности был подсчитан для двух грунтов (с глубинами отбора 1 и 6 м), т.к. в данных грунтах содержание глинистых частиц менее 10%, и по коэффициенту неоднородности исследуемые грунты являются неоднородными, так как коэффициент неоднородности  $> 5$  (8,6 и 10,2). Наиболее высокими значениям коэффициента неоднородности обладает образец с глубины 1 м – значение коэффициента неоднородности у этого образца достигает 10,2, а наименьшее значение коэффициента неоднородности характерно для образца с глубины 6 м, который равняется 8,6.

**Заключение.** Таким образом, по полученным данным, в ходе проведения лабораторных испытаний грунтов верхнечетвертичного душанбинского комплекса вблизи села Ходжиён района Рудаки, отобранных с глубины 1–10 м, можно сделать следующие выводы. Цвет грунтов с глубиной изменяется от светло коричневого до коричневого, это связано с изменением влажности. Влажность грунтов с глубиной увеличивается от 7,1 до 14,0%, что, возможно, связано с испарением. Влажность верхнего предела пластичности с глубиной увеличивается от 27,3 до 30,6%. Влажность нижнего предела пластичности с глубиной увеличивается от 18,4 до 21,0%. Значение числа пластичности изменяется в пределах от 7,7 до 10,7%. По результатам этих данных грунты по ГОСТ 25100-2020 являются суглинками легкими пылеватыми и песчанистыми. Показатель консистенции с глубиной изменяется в пределах от -1,46 до -0,75, по этим результатам по ГОСТ 25100-2020 грунты являются суглинками твердыми ( $I_L < 0$ ). Плотность грунтов с глубиной увеличивается от 1,48 до 1,93 г/см<sup>3</sup>, что связано с увеличением геостатического давления с глубиной. Значение плотности твердой компоненты грунта изменяется в пределах от 2,70 до 2,77 г/см<sup>3</sup>. Значение плотности скелета грунта с глубиной увеличивается от 1,38 до 1,73 г/см<sup>3</sup>. Пористость грунтов с глубиной уменьшается от 50,3 до 37,1%. Значение коэффициента пористости с глубиной уменьшается от 1,01 до 0,60. Содержание песчаной фракции ( $> 0,05$  мм) колеблется от 18 до 40%, пылевой фракции (0,05-0,002 мм) колеблется от 53 до 68% и глинистая фракция ( $< 0,002$  мм) колеблется в пределах от 3 до 14%.

1. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: Стандартинформ, 2015. 15 с.

2. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ 2020. 41 с.

3. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Стандартинформ 2019. 23 с.

4. Лабораторный практикум по грунтоведению. Под редакцией В.А. Королёва, В.Н. Широкова и В.В. Шаниной. М.-Д.: К 10-летию открытия филиала МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Душанбе, 2019. 240 с.