

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ КАРБОНАТНЫХ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ

Кусбекова М.Б.¹, Жамбакина З.М.², Пермяков М.Б.³

Email: Kusbekova1798@scientifictext.ru

¹Кусбекова Маруан Балабековна - кандидат технических наук, доцент;

²Жамбакина Зауреш Мажитовна - кандидат технических наук, доцент,

кафедра строительства,

Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева,

г. Алматы, Республика Казахстан;

³Пермяков Михаил Борисович - доцент, кандидат технических наук, доктор PhD, директор,

Институт строительства, архитектуры и искусств,

заведующий кафедрой,

кафедра строительного производства,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Магнитогорский

государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Аннотация: специфические свойства карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов обусловлены их ярко выраженной гетерогенностью. При этом в отличие от обычных грунтов, состоящих из твёрдой, жидкой и газообразной фаз, здесь имеет место гетерогенность самой твёрдой фазы грунта. Отдельные составные части минерала твёрдой фазы грунта обладают различной устойчивостью по отношению к внешним воздействиям. Особенно важно существование в засоленных пылевато-глинистых лёссовых грунтах водонеустойчивых минералов-солей, растворяющихся при техногенных воздействиях. В составе карбонатных пылевато-глинистых лёссовых грунтов могут быть указаны соединения практически нерастворимые (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), труднорастворимые (CaCO_3 , MgCO_3), среднерастворимые (CaSO_4) и легкорастворимые (хлориды, сульфаты).

Ключевые слова: грунт, глина, испытания, вода, осадка.

PHYSICAL AND CHEMICAL MODEL OF DEFORMABILITY OF CARBONACEOUS DUSTY AND CLAY LOESSIAL SOILS IN THE BASIS

Kusbekova M.B.¹, Zhambakina Z.M.², Permyakov M.B.³

¹Kusbekova Maruan Balabekovna - Associate Professor, PhD;

²Zhambakina Zauresh Mazhitovna - Associate Professor, Ph.D.,

Department of building,

Kazakh national research university of K. I. Satpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan

³Permyakov Mikhail Borisovich - Associate Professor, Dr. PhD, Director,

Institute of Construction, Architecture and Art, Chair;

Department of building production,

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

Abstract: specific properties of carbonaceous dusty and clay loessial soils are caused by their pronounced heterogeneity. At the same time unlike the routine soils consisting of solid, fluid and gaseous phases heterogeneity of the hardest phase of a soil takes place here. Separate constituents of mineral of a solid phase of a soil have various stability in relation to external influences. Existence in the salted dusty and clay loessial soils of the water unstable minerals-salts which are dissolved at technogenic influences is especially important. As a part of carbonaceous dusty and clay loessial soils connections almost insoluble (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), of low solubility (CaCO_3 , MgCO_3), middle soluble (CaSO_4) and readily soluble can be specified (chlorides, sulfates).

Keywords: soil, clay, testing, water, sediment.

УДК 624.131

Гетерогенная модель карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов должна быть дополнена характеристикой состояния воды в грунте. Это объясняется его крупнопылеватым составом, промежуточным между песком и глиной. Пороговые значения влажности, при которых резко изменяются свойства карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов, по всем их разновидностям, остаются приблизительно одинаковые.

Характерная особенность карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов заключается в наличии видимых невооружённым глазом вертикальных канальцев и макропор [1]. При кратковременном увлажнении и просадке грунты ведут себя различно, но по большей части значительное количество макропор сокращается. Причина этого состоит в цементации пор и канальцев глинистыми коллоидами, легко-, средне- и труднорастворимыми солями. В большей части просадка происходит за счёт закрытия

межчастичных и межагрегатных пор при растворении коллоидной и солевой цементации сформированной легкорастворимыми солями. В условиях длительного увлажнения и непрерывной фильтрации, при соответствующем внешнем давлении, растворяется и ослабляется солевая цементация пор и канальцев сформированная средне- и труднорастворимыми солями. Последствия этих процессов, протекающих в грунте, приводят к развитию в них суффозионных деформаций.

Механизм влияния агрессивных вод на солевую компоненту, связывающую каркас грунта, объясняется их расклинивающим и растворяющим действием, которое проявляется при движении воды через поры и микротрещины солевого цемента [4]. Процесс этот может протекать путём диффузионного обмена, пропорционально градиенту химической концентрации. Карбонатные пылевато-глинистые лессовые грунты обычно неоднородны в фильтрационном отношении из-за различной величины пор.

Движение фильтрационных потоков в них осуществляется преимущественно по макропорам, следовательно рассоление агрессивных в крупных порах протекает более интенсивно, чем в более мелких и тупиковых.

Установлено, что исследуемые грунты с пористостью свыше 40% при взаимодействии с агрессивными водами ведут себя несколько иначе, чем обычные. Если глины при подтоплении и фильтрации через них агрессивных растворов набухают и увеличиваются в объёме, то карбонатные пылевато-глинистые лессовые грунты не набухают, а уплотняются. При этом, чем больше давление действует на грунт, тем сильнее он уплотняется [7].

Суффозионная осадка таких грунтов происходит в результате доуплотнения грунтовой среды в процессе химической суффозии и при фильтрации через них водных растворов. Солевая цементация грунта при этом ослабляется, а кристаллизационно-конденсационные связи между частицами и агрегатами теряются, разрушаясь местами полностью. При этом происходит более плотная переупаковка частиц и агрегатов. Величина суффозионных деформаций тем больше, чем выше исходная засоленность грунта и чем значительнее его выщелоченность на данный момент времени. Следовательно, суффозионные деформации в определённой степени следует рассматривать как структурные, обусловленные процессом перехода грунта из недоуплотнённого состояния в состояние нормальной плотности.

Деформационные свойства карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов при изменениях их гидрохимического режима в основании зависят от изменений, протекающих с солями, цементирующими минеральные частицы и агрегаты грунта.

Наряду с фильтрационным действием растворов на величину и характер развития суффозионных деформаций большое влияние оказывает растворяющая способность грунтовых вод [8].

Природа суффозионных деформаций карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтов под нагрузкой при замачивании активными реагентами объясняется разрушением цементирующих солевых плёнок грунта. Влияние кислых или солевых водных растворов представляется следующим образом. Молекулы раствора, проникая в микротрещины солевого цемента, проявляют расклинивающее действие. Эффект этого действия усугубляется активностью раствора к содержащим в грунте солям. В итоге расклинивающее и растворяющее действие фильтрата способствует структурным изменениям в грунте, приводящим к развитию суффозионных деформаций под нагрузкой.

Общая картина развития суффозионных деформаций в основании определяется следующими процессами, протекающими при подтоплении и фильтрации со стороны агрессивных грунтовых вод. Растворяющее и фильтрационное воздействие растворов со временем оказывает всё большее и большее влияние на засоленный грунт, приводящее к коренной ломке его структуры.

Обильное увлажнение в условиях значительной пористости, присущей карбонатным пылевато-глинистым лессовым грунтам, вызывает утолщение обволакивающих каждую частицу плёнок связанной воды. Утолщение таких плёнок при этом играет роль смазки, снижающей трение и облегчающей скольжение частиц одна о другую. При этом происходит ослабление и потеря связанности агрегатов грунта, сформированная цементацией коллоидами и легкорастворимыми солями. Описанный процесс в основаниях, сложенных карбонатными пылевато-глинистыми лессовыми грунтами, проявляется в виде просадочных деформаций.

В дальнейшем начинает проявляться эффект растворения средне- и труднорастворимых солей, присутствующих в грунте в кристаллическом состоянии и в форме солевого цемента. Структурное сцепление, обусловленное солевой цементацией агрегатов и частиц в результате растворения цементирующих солей, в значительной степени утрачивается и со временем полностью исчезает. Вынос растворённых солей фильтрационным потоком ещё больше усугубляет процесс разрушения структуры грунта и приводит к быстрому развитию суффозионных деформаций.

Следовательно, основными факторами, обуславливающими величину и характер развития деформаций в карбонатных пылевато-глинистых лессовых грунтах в условиях напряжённого состояния, являются: продолжительность фильтрации через толщу грунта, количество и вид солей, содержащихся в

нем, пористость и гранулометрический состав грунта, агрессивность подземных вод и интенсивность приложения внешней нагрузки.

Список литературы / References

1. *Пермяков М.Б., Веселов А.В., Токарев А.А., Пермякова А.М.* Исследование технологии погружения забивных свай различных конструкций // *Архитектура. Строительство. Образование*, 2015. № 1 (5). С. 12-17.
2. *Пермяков М.Б., Пермякова А.М.* Архитектурно-строительному факультету -70 // *Архитектура. Строительство. Образование*, 2012. № 1. С. 9-17.
3. *Пермяков М.Б., Чернышова Э.П. и др.* Архитектурно-строительный факультет: 1942 - 2012 гг.: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 102 с.
4. *Permyakov M.B.* Building residual life calculation at hazardous production facilities // *Advances in Environmental Biology*. Volume 8, Number 7, 2014. Pp. 1969-1973.
5. *Chernyshova E., Permyakov M., Chernyshov E., Galimshina A.* Sustainable living in Sweden – passive house approach // *Архитектура. Строительство. Образование*, 2016. № 1 (7). С. 142-146.
6. *Чернышова Э.П., Пермяков М.Б., Григорьев А.Д.* Первый квартал города Магнитогорска как историческое архитектурное наследие. Научные труды SWorld, 2013. Т. 49. № 3. С. 85-88.
7. *Пермяков М.Б.* Анализ аварий производственных зданий и сооружений // *Архитектура. Строительство. Образование*, 2014. № 1 (3). С. 264-270.
8. *Пермяков М.Б., Чернышова Э.П., Пермякова А.М.* Предотвращение аварий эксплуатируемых зданий и сооружений // *Сборник научных трудов Sworld «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития»*. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. Т. 50. № 3. С. 38-43.