

тов составляет 52 % в почвах участка «Каменная степь», 49 % для участка «Ямская степь» и 55 % в почвах участка «Стрелецкая степь».

Также мы провели расчет тесноты корреляционной связи между рН водной суспензии и содержанием гумуса. Установлена отрицательная корреляционная связь между изучаемыми показателями: в почвах участка «Каменная степь» слабая ( $r = -0,51$ ), а для участка «Стрелецкая степь» тесная ( $r = -0,71$ ). С вероятностью 95 % можно утверждать, что степень варьирования рН, обусловленная варьированием содержания гумуса, составляет для «Каменной степи» 26 %, для «Стрелецкой степи» 50 %. В почвах участка «Ямская степь» мы не можем утверждать о наличии связи между указанными параметрами, так как при данном объеме выборки достоверным является значение  $r$ , равное  $-0,33$  и ниже, а в данном случае  $r = -0,24$ .

**Выводы:**

1. Функционирование лесополос в разных условиях лесостепи приводит к снижению уровня актуальной кислотности почв по сравнению с почвами пашни. Соотношение с уровнем актуальной кислотности целинных почв зависит от направленности изменения рН при предыдущем вовлечении почв в распашку.

2. Установлено наличие корреляционной зависимости между уровнем рН и содержанием карбонатов в почве. Наиболее тесная связь между данными показателями установлена для почв участка «Стрелецкая степь»:  $r = 0,74$ . С вероятностью 95 % можно утверждать, что 55 % варьирования уровня рН определяется варьированием содержания карбонатов.

3. В почвах участков «Стрелецкая степь» и «Каменная степь» установлена обратная корреляционная связь между уровнем рН и содержанием гумуса. Наиболее тесная связь прослеживается в почвах участка «Стрелецкая степь»:  $r = -0,71$ . С вероятностью 95 % можно утверждать, что 50 % варьирования уровня рН почв обусловлено варьированием содержания гумуса.

### Литература

1. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. — М.: Изд-во МГУ, 1998. — 272 с.
2. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. — М.: Изд-во МГУ, 1995. — 320 с.
3. Каменная степь: Лесоаграрные ландшафты / Ф.Н. Мильков, А.И. Нестеров, П.Г. Петров и др. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. — 224 с.
4. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова; отв. ред. Г.В. Добровольский. — Смоленск: Ойкумена, 2004 — 342 с.
5. Новых Л.Л., Чендев Ю.Г. Влияние лесополос на морфологические свойства черноземов // Тр. Ин-та геологии ДНЦ РАН. Вып. 61. Почвенный покров — национальное достояние народа: Сб. статей Всерос. научно-практ. конф., посвященной 50-летию Дагестанского Отделения Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, 8-11 окт. 2012 г. — Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников), Институт геологии ДНЦ РАН, 2012. — С. 37-41.

УДК 624.131

### НАБУХАЮЩИЕ ГРУНТЫ КАК ПРИЧИНА ДЕФОРМАЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.В. Овчинников<sup>1</sup>, А.Т. Скиданов<sup>2</sup>, В.П. Бережной<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия  
<sup>2</sup>ООО «Гидроинжстрой-ЮГ», г. Белгород,

Набухающие грунты являются на территории Центрально-Черноземного региона одним из наиболее распространенных видов специфических грунтов. Условия стро-

ительства и эксплуатации зданий и сооружений на них имеют ряд особенностей, что регламентируется в нормативных документах специальными положениями [1].

В качестве наглядных примеров проявления этих специфических свойств грунтов приведем результаты проведенных нами в 2009 – 2012г исследований причин и механизмов деформаций жилых домов в с. Алексеевка Корочанского района.

**Пример 1.** Дом № 5 по ул. Мирошникова в с. Алексеевка жилой, бывшее общежитие, построенное в 1970 г.

Здание в плане прямоугольное 12х30 м, 3-х этажное, безподвальное. По несущему фундаменту 2-х пролетное, 3-й пролет – коридорный образован легкой перегородочной стеной – в половину кирпича. Высота этажей по 2,7м. Наружные стены толщиной 510 мм, внутренние коридорная несущая и коридорная перегородочная соответственно 380 и 120 мм. Стены – кладка из кирпича силикатного на растворе. Перекрытия и покрытие сборные из пустотных плит. Лестничных пролетов 2 по торцам здания. Фундаменты ленточные сборные из железобетонных фундаментных блоков. Глубина заложения фундаментов 1,6 м.

Грунты естественного основания по данным нашего бурения и лабораторных исследований – глины оливково-зеленые палеоген-неогенового возраста, тонкослоистые, с мелкими гнездами и тонкими примазками песка мелкого и пыли. В верхних интервалах до глубины 1,5-2,5 м имеет характерные признаки изменения под влиянием инфильтрации поверхностных и испарения грунтовых вод. Коричневый и желтый цвет гнезд и примазок песка, новообразования в виде карбонатных стяжений, так называемые «журавчики», мелкие гнезда нитевидных сеток и побежалости солей. Это свидетельствует о длительном режиме засоления грунтов за счет испарения грунтовых вод, что обуславливает наличие так называемой структурной связности.

Второй особенностью глины явно измененной засолением и другими процессами и глины практически не измененной, условно коренной является сильная набухаемость, что в совокупности с полевыми признаками указывает на преобладание в минеральном составе глинистой фракции минералов группы монтмориллонита. В природном залегании глина полутвердая, а верхних интервалах на период работ – начала весеннего снеготаяния – тугопластичная.

Обследование показало, что основные дефекты в конструкции здания состоят в следующем:

- вертикально-ступенчатая трещина по всей высоте северной стены рядом с левым лестничным пролетом с шириной раскрытия до 20-30 мм – основная по размеру и по негативному влиянию на состояние конструкции здания;
- на той же стене несколько ступенчато-вертикальных и прерывистых трещин с шириной раскрытия 1-8 мм, отходящих от оконных проемов;
- по продольной внутренней несущей стене, особенно у лестничных пролетов трещины ступенчато-вертикальные и прерывистые с шириной раскрытия 1-5 мм.
- в торцевой наружной стене с восточной стороны у угла в пределах 1-2 этажей трещина ступенчато-вертикальная с шириной раскрытия 1-5 мм.
- в коридоре со стороны главного входа – осадка полов до 100 мм с уклоном в сторону торцевой стены.
- по не несущим стенам – продольной по коридору и поперечных между комнатами – множественные трещины ступенчато-наклонные с раскрытием 1-5 мм и более, а также просадки продольной стены с отрывом кладки от потолочной плиты до 40мм и ее наклон в центральной части здания в сторону коридора.

Состояние здания по совокупности критериев определено как аварийное.

Инженерно-геологические условия площадки здания.

В геоморфологическом отношении площадка расположена на водораздельном участке с абсолютными отметками поверхности 203,5-204,5 м между 2-х безымянных балок субширотного простирания, впадающих в р. Корень, проходящих в 650 м – южная

балка и в 450 м – северная балка. Абсолютные отметки тальвегов балок 155 – 160 м, отметка уреза р. Корень, протекающей в 1,3 км – 131 м. Перепад отметок площадки относительно тальвегов балок 49-55 м, реки – 73 м. Площадка ровная, слабо наклонная на юго-запад.

В балках проявления грунтовых вод, что более выражено в северной балке в виде их выходов на отметках около 202 м и ручья. В южной балке это проявляется в виде пересыхающего водотока с истоком на отметках 198-199 м.

На участке площадки дома влияние грунтовых вод сказалось в формировании солонцов. Это подтверждается характерными для режима засоления изменениями глин основания предположительно полтавского возраста в виде минеральных новообразований: карбонатных стяжений – журавчиков, нитевидных и гнездовых солевых налетов – возможно гипса, ожелезнение примазок песка и окаймляющих их глинистых прослоев. Интенсивность этих проявлений затухает с глубиной, особенно при глубине более 2,5 м, что указывает на хорошие водоупорные свойства глин.

По результатам полевых работ с бурением и проходкой шурфов и лабораторных исследований в разрезе выделено 3 литологических разности.

1. Почва насыпная черноземная с редкими включениями глин местных и строительного мусора.

2. Глина оливково-зеленая тонкослоистая с примазками и мелкими гнездами песка мелкого ожелезненного от желтого до бурого и редкими включениями мелких карбонатных стяжений от мучнистых до каменных. Обладает структурной связностью, свидетельствующей в данных условиях о длительном режиме засоления грунтов за счет испарения грунтовых вод. На это указывают характерное затухание с глубиной, особенно глубже 2,5 м интенсивности ожелезнения, уменьшения количества и размеров карбонатных журавчиков, мучнистых нитевидных сеток и других новообразований, а также заметно меньшей набухаемостью по сравнению с более глубокими и соответственно менее измененными по визуальной характеристике глинами. Глины этого слоя в нижних интервалах твердые, в верхних интервалах полутвердые.

3. Глина оливково-зеленая тонкослоистая, с весьма редким и слабым пятнистым ожелезнением примазок песка.

В составе глин слоев 2-3 преобладают минералы группы монтмориллонита, чем объясняется сильная набухаемость грунтов.

В низах слоя 1 и верхних интервалах глин с прослоями и гнездами песка в период повышенной влажности и инфильтрации снеготалых и ливневых вод наблюдаются водопроявления, что связано с трещиноватостью указанных грунтов.

Обводнение насыпных грунтов обратных засыпок не связано с природными грунтовыми водами, а полностью обусловлено инфильтрацией дождевых и снеготалых вод с крыши и прилегающей территории и утечками из водопровода и канализации.

#### Результаты исследований и выводы.

1. По совокупности критериев и признаков в основе механизма деформации здания лежит сильная набухаемость глин слоев 2-3 и периодичная смена их увлажнения и высыхания. Как последствия высокой набухаемости грунтов и циклического обводнения – высыхания конкретно в механизме деформации здания в различной мере сказалось сочетание: ослабления прочностных свойств, давления за счет набухания и последующего уплотнения в периоды отсутствия поступления воды в пристенные карманы обратной засыпки.

2. По результатам выполненных нами лабораторных испытаний глины характеризуются величиной набухаемости до 33%, а давление набухания при этом достигает 0,32-0,33 МПа. В верхнем интервале, где глины изменены процессами засоления и ожелезнения и представляют зону выветривания этих глин мощностью 0,5-1,5, показатели набухаемости понижены. Величина набухания составляет 22 %, а давление набухания до 0,25 МПа. Лабораторные испытания выполнены в соответствии с действующими ГОСТ [2, 3, 4].

3. По расчетам развиваемое при замачивании грунтов давление набухания сопоставимо с действующими на основание нагрузками. Положение усугубляется переменным во времени характером увлажнения и обратимостью деформаций глин, их уплотнением и усадкой при уменьшении влажности. Увлажнение происходит с некоторой систематичностью по сезонам года за счет ливневых и снеготалых вод и эпизодичностью за счет дождей и утечек из водонесущих коммуникаций.

4. Основную отрицательную роль сыграло разрушение пристенной отмостки от износа и не организованность поверхностного стока ливневых и снеготалых вод, особенно с северной стороны дома. Уклон поверхности земли здесь направлен к дому, крыльцо дома сыграло роль заграждения для стока поверхностных вод. Именно здесь у ближайшего к крыльцу лестничного пролета и произошли основные деформации.

В пользу изложенных причин и механизма деформации дома свидетельствует уже то, что дом простоял относительно нормально более 30 лет. А деформации были во многом спровоцированы не правильно проведенными мероприятиями по благоустройству в части организации поверхностного стока.

Также подтверждением наших выводов о механизме деформаций здания является то, что расположенный рядом пяти этажный жилой дом вследствие более высоких нагрузок на основание, которые по оценочным расчетам меньше давления набухания, не испытывает деформаций.

5. По нашим выводам, для стабилизации основания и предотвращения дальнейших деформаций здания достаточно провести мероприятия по грамотной организации поверхностного стока, устройству отмостки и ливневых лотков и ремонт водонесущих коммуникаций.

**Пример 2.** Дом № 3 жилой также по ул. Мирошникова в с. Алексеевка, 200 м от рассмотренного выше дома № 5 на север.

Здание панельное, в плане прямоугольное 12х57,4 м, 2-х этажное, 4-х подъездное, с подвалом. Высота этажей и подвала по 2,7 м. Подвал засыпан грунтом на 0,6 – 0,7 м, остаточная высота подвала 2,0 – 2,1 м. Грунт водонасыщенный за счет поступления снеготалых и дождевых вод и утечек из канализации.

Фундамент ленточный монолитный бетонный. По вскрытию в шурфах толщиной 0,6 м. Глубина низа фундамента 2,55 м от верха отмостки. Под фундаментом подготовка из песка оранжевого мелкого толщиной 0,05 – 0,07 м. Толщина панелей наружных 0,25 м. Перекрытия из плит монолитных по секциям.

Отмостка бетонная шириной 1,0 м. С тыльной стороны от подъездов и с торцевой юго-западной стороны бетон отмостки в существенной мере разрушен. Отмостка ремонтировалась. В связи с формированием в ходе эксплуатации здания обратного уклона поверхность отмостки выравнивалась покрытием асфальтом.

Грунты непосредственного естественного основания по данным вскрытия и лабораторных исследований в рамках настоящей работы неоднородны в плане и разрезе, хотя и близки по свойствам в отношении поведения под фундаментом.

С юго-западного торца здания непосредственно под фундаментом залегают глины оливково-серые палеоген-неогенового возраста, тонкослоистые, с мелкими гнездами и тонкими примазками песка мелкого.

В верхних интервалах глина имеет характерные признаки изменения под влиянием инфильтрации поверхностных и испарения грунтовых вод с сопутствующими процессами: коричневый и желтый цвет гнезд и примазок песка. Постепенно к низу эти проявления затухают. В интервале 12,2-13,5 м песок мелкий глинистый водонасыщенный. Под песком мел выветрелый до дресвяно-щебнистого состояния.

С северо-восточного торца здания от низа фундамента до глубины 4,0 м суглинки коричневого тяжелый в нижнем интервале с включением гнезд оливково-серых глин. Характерны для суглинка новообразования в виде карбонатных стяжений, так называемых журавчиков, мелких гнезд, нитевидных сеток и побегалости солей.

В интервале 4,0-4,8 м песок желтовато-серый мелкий сильно глинистый водонасыщенный. Глубже – до вскрытой глубины 15,2 м разрез одинаковый с разрезом на южной стороне здания, включая глины оливково-серые в интервале 4,8-12,0 м.

Таким образом, по результатам бурения и шурфования геологический разрез под домом характеризуется фациальной изменчивостью, закономерно увязывающейся с положением участка на пологом склоне.

Главной особенностью инженерно-геологических условий участка, определившей деформации здания, является наличие в его основании глины оливково-зеленой, обладающей высокой набухаемостью. В природном залегании глина твердая и полутвердая, а верхних интервалах на период работ тугопластичная.

Механизм и причина деформации здания по нашим выводам заключается в следующем. Эпизодическое и неравномерное поступление снеготалых и ливневых вод, а также утечек стоков из канализации в обратную засыпку котлована фундамента обуславливает неравномерное по площади набухание глин при замачивании с поднимающим давлением на фундамент. При последующем усыхании глин происходит снятие давления набухания, усадка основания и фундамента.

По материалам визуального осмотра на период работ конца марта – начала апреля 2012 г., когда дотаивал последний снег, основные особенности деформации здания следующие. Обращает на себя внимание концентрация основных дефектов на юго-западном фланге здания, со стороны 4-го подъезда. По стенам северо-восточного фланга здания дефектов нет. По нашим выводам в этом сказываются следующие 3 основных обстоятельства.

Первое – это весьма различный геологический разрез по флангам. У 4-го подъезда залегание непосредственно в основании фундамента глин оливково-серых сильно набухающих, а у 1-го подъезда непосредственно в основании фундамента залегают с небольшой мощностью суглинки и пески.

Второе, усугубляющее первое, это южная экспозиция фланга здания, что подвергает грунты более сильным колебаниям по влажности, а бетон отмостки более сильному влиянию морозных циклов.

Третье, это общий уклон проезда длиной около 300 м перед рядом домов и поступление с этого проезда ливневых и снеготалых вод на отмостку торца дома у подъезда 4 и газон, что обуславливает дополнительное увлажнение грунтов на этом участке. Усугубляется последнее поглощением здесь поверхностных вод по неуплотненной засыпке траншеи водопроводной трубы.

Геоморфологическое положение участка и проявление инженерно-геологических процессов аналогично таковым на участке дома № 5.

Основным грунтом в разрезе основания здания являются глины оливково-серые обладающие набухаемостью 18 %, относящиеся к сильно набухающим. Давление набухания этих глин по лабораторным исследованиям составило 0,22 МПа. По совокупности признаков, в том числе приуроченности трещин в панелях стен и подвалов, подтверждаемых приближенными расчетами, такое давление достаточно для подъема здания с ленточным бетонным фундаментом шириной 0,6 м. Эпизодическое и неравномерное замачивание обуславливает значительную неравномерность поднимающего давления, чем вызвано образование трещин в панелях стен здания. В части влияния периодического замачивания на состояние здания обращает на себя внимание приуроченность разрывных деформаций к бессточным понижениям в поверхности асфальта, основные из которых у подъезда № 4.

#### Результаты исследований и выводы.

1. По совокупности данных, полученных в ходе обследования здания, результатам изучения геолого-гидрогеологических условий и лабораторных исследований причина деформации здания обусловлена исключительно обводнением грунтов водами атмосферных осадков и утечек из водопровода и канализации, поступающими в обратную засыпку и пристенные карманы. Учитывая, что в основании фундамента глины

оливково-серые, являющиеся водоупорными и сильно набухающими вода скапливается в грунтах обратной засыпки как в бессточном не проницаемом накопителе.

2. В механизме деформации определяющую роль сыграла сильная набухаемость грунтов основания – глин оливково-серых на фоне переменного во времени увлажнения и обратимость деформаций глин, их уплотнение при усыхании и набухание при увлажнении. Северный торец и центральная часть здания вследствие значительно меньших изменений влажности грунтов, находящихся практически постоянно в увлажненном состоянии не подверглись деформациям.

3. Основную отрицательную роль на этом здании, как и в первом примере, также сыграла не организованность поверхностного стока ливневых и снеготалых вод, особенно со стороны фасада и торца здания у подъезда №4.

4. Для стабилизации основания и предотвращения дальнейших деформаций здания достаточно провести мероприятия направленные на предотвращение увлажнения грунтов основания, аналогичные рекомендованным для дома № 5.

Приведенные результаты исследований с учетом наличия в районе других жилых и производственных зданий в аналогичных условиях с набухающими глинами палеоген-неогенового возраста указывают на необходимость проведения обследований этих зданий на предмет уяснения угрозы их деформаций и заблаговременного проведения необходимых мероприятий.

### Литература

1. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

2. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

3. ГОСТ 24143-80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки.

4. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.

УДК 551.4

## АНТРОПОГЕННАЯ АКТИВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОПОЛЗANIA НА ТЕРРИТОРИИ КИЕВА

В.Г. Пазинич<sup>1</sup>, В.В. Стецюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия наук высшего образования Украины, г. Киев,

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

Одним из наиболее резонансных генетических типов экзогенных геолого-геоморфологических процессов на территории Киева и его окраин являются процессы оползания (в широком употреблении – оползни). Для проявления и развития этих процессов природные условия Киева являются едва ли не наиболее благоприятными на территории равнинной части Украины. Эти условия являются классическими и Киев издавна служил прекрасным полигоном для изучения процессов оползания, которые значительно усложняют строительство и эксплуатацию гражданских и промышленных сооружений мегаполиса. Такими необходимыми и существующими природными и антропогенного характера условиями на территории Города<sup>1</sup>, которые полностью отвечают классическим являются следующие:

- слоистое геологическое строение осадочного чехла территории, который содержит водопроницаемые и водоупорные литологические разности;

<sup>1</sup> – этим названием авторы отдают дань уважения выдающемуся произведению М.А. Булгакова «Белая гвардия» и памяти самого автора