

По данными изысканий на площадке строительства православного храма во имя Архистратига Божия Михаила в м-не Сухарево г. Минска под подошвой ростверка залегают следующие грунты:

1. Супеси пылеватые средней прочности — $E = 18$ МПа, $h = 4$ м;
2. Суглинки озерные мягкопластичные — $E = 6$ МПа, $h = 2$ м;
3. Суглинки с растительными остатками — $E = 10$ МПа, $h = 1,5$ м;
4. Заторфованные грунты и торф — $E = 3$ МПа, $h = 2,5$ м;
5. Пески средней прочности и прочные — $E = 25$ МПа.

Первоначально был выполнен проект фундамента, состоящего из 480 забивных свай длиной 12 и 14 м с поперечным сечением 0,3 и 0,35 м. Сваи пронизывали слои заторфованных грунтов и погружались в несущий песчаный слой.

Анализ инженерно-геологических условий строительной площадки выявил неэффективность фундамента из длинных забивных свай. При забивке свай атмосферный воздух попадет в слои торфа, что приведет к интенсивному разложению органических веществ, усадке грунта и развитию сил отрицательного трения.

Заключение. Наиболее рациональным решением, в данном случае, является передача всей нагрузки от здания на верхние, относительно прочные, слои основания. Расчет фундаментов в соответствии с [1] показал, что в данных грунтовых условиях ростверк способен воспринимать около 40% нагрузки от здания. Остальную часть нагрузки воспринимают конические выштампованные сваи длиной 3 м и диаметром от 0,5 м в голове до 0,3 м нижнего конца сваи. Схема расположения конических свай в составе ростверка приведена на рис. 5. Общее количество свай составило 285 конических длиной 3 м и 32 забивных (погруженных ранее) длиной 12–14 м. Стоимость первого варианта фундамента из длинных забивных свай составила 372,186 (315,508 – свайное поле и котлован, 56,678 – ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991 г.), второго, из коротких конических – 200,756 (147,01 – свайное поле и котлован, 53,746 – ростверк) тыс. руб. (в ценах 1991 г.). Экономический эффект внедрения разработки составил 171,43 тыс. руб. (в ценах 1991 г.). Стоимость фундаментов снижена почти в 2 раза.

Список цитированных источников

1. P5.01.015.05. Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками. – Минск: БНТУ, 2005 – 24 с.

УДК 624.131.1 (075.8)

О ЗОНАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТОЛЩ В БЕЛАРУСИ В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ИХ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Колпашников Г.А.

Введение. Плейстоценовые (четвертичные) отложения повсеместно развиты на территории Беларуси и являются основанием практически всех инженерных сооружений. Выделяются три характерные зоны по содержанию обломочных фракций – северная и средняя с валуносодержащими фракциями и южная, сложенная преимущественно песчано-глинистыми отложениями. Граница между этими зонами приближенно проходит на севере вдоль границы краевых образований позерского оледенения, на юге вдоль краевых образований сожского оледенения.

Грунтовая толща – это толща горных пород, находящаяся в зоне активного влияния инженерного сооружения. Верхняя граница в подавляющем числе случаев совпадает с дневной поверхностью. Положение нижней границы и, следовательно, её мощность определяется типом сооружения и теми нагрузками, которые эти сооружения оказывают на основание. На карте грунтовых толщ Беларуси [1] нашли отражение особенности грунтовых толщ мощностью 10 метров.

Особенности грунтовых толщ. В северной части Беларуси в области поозерского оледенения основным формообразующим комплексом отложений является поозерский горизонт [2]. Этот основной комплекс, представленный ледниковыми и водно-ледниковыми образованиями, занимает около 40% площади в границах поозерского оледенения. Лишь на отдельных участках он перекрывается галоченовыми накоплениями.

Моренные отложения поозерского ледника распространены повсеместно, слагая обширные моренные равнины. Моренный горизонт выдержан по мощности, которая не превышает 25–30 м. Преобладающими являются твердые супеси и суглинки, реже глины с содержанием гравия и гальки до 10–15%. Поозерской морене свойственна массивная плитчатая, иногда слоистая структура.

В соответствии с высокой плотностью сжимаемость моренных отложений незначительна: показатели механических свойств характеризуют морену, как плотный, слабосжимаемый грунт. Модули сжимаемости, полученные при компрессионных испытаниях в интервале нагрузок 0,1–0,3 МПа, находятся в пределах от 9 до 10–15 и даже 20 МПа. Сопротивление сдвигу моренных грунтов также обычно достаточно высокое. Данный тип грунтов можно считать надежным основанием для ответственных сооружений, что обусловлено их плотным сложением, очень низкой пористостью и слабой сжимаемостью.

Типичным представителем глинистых водно-ледниковых отложений являются известные в инженерно-геологической практике ленточные глины, широко развитые на севере Республики Беларусь. Они занимают значительное место в разрезе поозерских образований. Широкое развитие получили ледниково-озерные отложения в пределах Полоцкой и Дисненской низин, достигающие мощности 37 м. В северо-западном и северо-восточном направлении ледниково-озерные грунты замещаются или перекрываются флювиогляциальными песками, залегающими на глубинах от 5–7 до 20 м. Они представлены мелкими песками и редким включением гравия и единичной гальки.

Для ледниково-озерных грунтов характерна параллельная горизонтальная слоистость. Также встречается диагональная, косая, облегающая слоистость различных типов. Мощность годичных лент изменяется от нескольких мм до 3–4 см. Косо- и диагонально-слоистые текстуры свойственны отложениям более грубого состава по сравнению с горизонтально-слоистой толщей и представлены разнозернистым песком, иногда с гравием. Ленточным глинам свойственна высокая пористость (до 60–65%) и высокая естественная влажность. Чаше она выше влажности верхнего предела пластичности, т.е. в естественных условиях глины находятся в скрыто текущем состоянии. Ленточные глины обладают четко выраженной анизотропией в отношении к целому ряду свойств благодаря особенностям своего микростроения. В частности, их водопроницаемость, являющаяся величиной небольшой, значительно выше вдоль напластования, чем перпендикулярно к нему. У песчаных и пылеватых прослоев (в основном определяющих водопроницаемость вдоль напластования) коэффициент фильтрации равен 10^{-4} – 10^{-6} см/с, а у глинистых он снижается до 10^{-8} см/с. Ленточные глины в есте-

ственном состоянии могут быть без значительных деформаций выдерживать нагрузки до 0,3–0,4 МПа, даже если их естественная влажность превышает верхний предел пластичности. Осадка толщи водонасыщенных ленточных глин под сооружением усиливается при переслаивании глинистых и песчаных прослоев. Последние играют роль естественных дренажей, отводящих выжимаемую из глинистых прослоев воду.

Сопротивление сдвигу ленточных глин различно в зависимости от места расположения поверхности сдвига. Оно больше для песчаных и меньше для глинистых прослоев. Кроме того, ввиду анизотропности грунта, это сопротивление зависит от угла сдвигающего усилия по отношению к поверхности прослоев.

Центральная зона, обозначенная в вышеуказанных границах, характеризуется разнообразием, как по вещественному составу, так и по прочностным и деформационным свойствам. Наиболее изученными являются флювиогляциальные пески, широко распространенные в пределах Березинской равнины. По данным лабораторных исследований они плотные и средней плотности, маловлажные. Допустимые нагрузки на них равны: для пылеватых песков 2,7 МПа, мелких 4,4 МПа независимо от влажности.

Ледниковые отложения – моренные супеси и суглинки наиболее детально были изучены на Минской возвышенности.

Обычно моренные грунты имеют твердую консистенцию, реже встречаются пластичные и тугопластичные и лишь в единичных случаях мягкопластичные. Несмотря на то, что моренные отложения в целом характеризуются значительной плотностью и слабой сжимаемостью, они в периоды переувлажнения превращаются в текучепластичные. Это свойство моренных грунтов особенно часто проявляется в верхней зоне, мощностью 1,5–2,0 м иногда до 3 м там, где отсутствует почвенно-растительный слой. Если средние значения предельного сопротивления сдвигу моренных супесей, суглинков и лессовидной супесей в верхней части разреза в естественном состоянии изменяются в пределах 1,3–5,8 МПа, то в переувлажненном от 0,19 до 1,3 МПа (по данным полевых исследований методом пенетрации).

Лессовидные супеси и суглинки получили развитие на Минской, Новогрудской возвышенностях, в пределах Копыльской, Ошмянской гряд, Оршанско-Могилевского плато.

Особенности инженерно-геологического изучения лессовидных грунтовых толщ связаны со сложными условиями их залегания. Мощность лессовидных пылеватых супесей и суглинков обычно невелика (до 3–5 м). На южных и юго-западных склонах Минской возвышенности она увеличивается до 10–12 м. В ряде разрезов (Минск, Дзержинск) в лессовидных отложениях наблюдается слоистость, особенно в нижней части, а на склоновых участках она прослеживается по всей толще. На большей части территории возвышенности просадочность лессовидных супесей и суглинков отсутствует. Относительная просадочность по компрессионным и штамповым (с замачиванием) испытаниям обычно не превышает 0,01. В составе лессовидной грунтовой толщи Минской возвышенности встречаются суглинки, реже супеси с прослоями пылеватого и мелкого песка. Естественная влажность лессовидных супесей в районе г. Минска составляет 16%, объемный вес 1,84–2,08 г/см³, объемный вес скелета 1,60–1,82 г/см³, коэффициент пористости – 0,51–0,77. Угол внутреннего трения колеблется в широких пределах, от 10 до 39° у лессовидных супесей и 24–29° у суглинков, сцепление от 0,19 до 0,26 МПа у супесей и от 0,33 до 41 МПа у суглинков.

По данным компрессионных испытаний наиболее высокие значения модуля деформации (92–117 МПа) получены для грунтов твердой консистенции. Лабораторными исследованиями показано, что супеси и суглинки теряют прочность и устойчивость в результате их способности к набуханию и размоканию. Особенно важно учитывать это обстоятельство в откосах и котлованах, которые напрямую подвергаются воздействию атмосферных осадков.

На территории Беларуси лессовидные грунты занимают около 10% её площади и распространены южнее главного пояса конечных морен, в основном отдельными участками и островами. Наиболее крупные из них в геоморфологическом отношении находятся в пределах Оршанско-Могилёвского плато, Минской и Новогрудской возвышенностей, Мозырско-Брагинской и Копыльской гряд. Залегают лессовидные грунты в комплексе с другими генетическими типами отложений – моренными, флювиогляциальными, озерными, аллювиальными и др. Они располагаются на склонах моренных гряд и платообразных участках водоразделов рек с абсолютными отметками 140–150 м и имеют мощность от 0,5 до 10 и более метров с преобладанием в 2–4 м [3].

Относительная просадочность лессовидных грунтовых толщ определена на 82 образцах, из которых просадочные свойства имели 16 образцов. При давлении 0,2–0,3 МПа относительная просадочность варьирует в пределах 0,014–0,047. Для остальных образцов, составляющих 80% от общего числа, относительная просадочность измеряется тысячными и десятитысячными долями. Просадочные свойства наиболее характерны для лессовидных отложений Горецкого, Мстиславльского и Новогрудского районов.

На фоне общей изменчивости лессовидных отложений Беларуси для всех районов, за исключением Мозырско-Брагинской гряды, наблюдаются (с вероятностью от 5 до 42%) отдельные разности, способные проявлять деформацию просадки при дополнительных нагрузках 0,2–0,3 МПа.

Значительные материальные потери связаны с деформационными процессами в набухающих грунтах, широко развитых в центральной зоне. Особенно отчетливо они проявились в Солигорском горнопромышленном районе, где имели место деформации зданий и сооружений, выход из строя подземных коммуникаций и др. Были проведены экспериментальные работы по изучению деформационных свойств грунтов, залегающих в основании зданий и сооружений. При свободном набухании относительное линейное приращение высоты для отдельных образцов составило порядка 0,145–0,190 и более, что позволило отнести их к набухающим грунтам. Деформация грунтов увеличивается при их промерзании, т.к. при подъеме уровня грунтовых вод в зоне промерзания оказываются грунты с набухающими свойствами.

Проведенные исследования определили необходимость учета изменений инженерно-геологических свойств оснований под влиянием процессов подтопления осваиваемых территорий.

Южная зона, представленная с поверхности в основном песками, вместе с тем в целом ряде мест имеет сложное строение на глубине заложения фундаментов зданий и сооружений [4]. По своим специфическим особенностям грунтовые толщи отличаются по содержанию включений и условиям залегания. Вещественный состав покровных флювиогляциальных отложений представлен песками с гравием и галькой. На отдельных участках кровля песков перекрывается лессовидными слабопросадочными супесями и суглинками. В составе отложений встречаются желтые, мелкие пески с бурыми прослоями ожелезнения,

что позволяет отнести их к категории плотных, цементированных грунтов. Они обладают слабой окатанностью кварцевых зерен, плотно упакованы, устойчивы при нагрузках в стенках котлованов. Южная зона занимает территорию Белорусского Полесья, где широким распространением пользуются отложения речных террас. На геологических разрезах в составе аллювиальных отложений, покрывающих супесчано-суглинистую толщу, повсеместно преобладают слоистые мелкие пески с высоким содержанием тонкодисперсной фракции и выдержанным литологическим составом по простираению. При проектировании сооружений должно учитываться наличие на малых глубинах (порядка нескольких метров) супесей и суглинков, обладающих высокой степенью просадочностью, что подтверждено бурением разведочных скважин.

Заключение. Выявленные зоны и закономерности строения в них грунтовых толщ, их прочностных и деформационных свойств ориентируют изыскателей и проектировщиков на получение достоверных данных и на их основе реализацию безопасного строительства инженерных объектов.

Список цитированных источников

1. Колпашников, Г.А. Инженерная геология – Мн.: УП «Технопринт», 2005. – 132 с.
2. Повловская, И.Э. Полоцкий ледниково-озерный бассейн. Строение, рельеф, история развития. – Мн.: Наука и техника, 1994 – 121 с.
3. Колпашников, Г.А. Происхождение и свойства лессовидных отложений Республики Беларусь: материалы межд. научно-технич. конф. «Геотехника Беларуси: наука и практика». – № 3-4. – 2003. – С. 273-278.
4. Колпашников, Г.А. Инженерно-геологические особенности четвертичных отложений восточной части Белорусского Полесья как оснований зданий и сооружений // Строительная наука и техника. – 2008. – №6 (21). – С. 17-19.

ERFAHRUNGEN BEI DER HERSTELLUNG EINER HYDRAULISCH VERFESTIGTEN TRAGSCHICHT IM ORTMISCHVERFAHREN UNTER VERWENDUNG DES SPEZIALBINDEMITEMLS „INFRACTETE ST“

Monika Schad

Gliederung:

1. Angaben zum Sanierungssystem „Verfestigung mit InfraCrete ST“
2. Anforderungen an die geotechnische Ausgangssituation
3. Bauablauf für die Herstellung der hydraulischen Verfestigung im Baumischverfahren
4. Qualitätsüberwachung der Bauausführung
5. Zusammenfassende Bewertung / Gegenüberstellung Baumischverfahren und Standardbauweise

1. Angaben zum Sanierungssystem „Verfestigung mit InfraCrete ST“. Bei dem Sanierungssystem handelt es sich um ein Sonderbauverfahren, bei welchem der im Bereich der Ausbaustrecke anstehende pechhaltige Straßenbaustoff aufgefräst und als Asphaltgranulat in die hydraulisch verfestigte Tragschicht eingebunden wird. Die Herstellung der hydraulischen Verfestigung erfolgt im Baumischverfahren (mixed-in-place), dies bedeutet, dass das Mischgerät auf der für die Bodenbehandlung vorbereiteten Schicht fährt und das aufgebraute Bindemittel und die gegebenenfalls erforderliche Wassermenge einarbeitet.