

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СИРИИ

Д.Л. Негурица, Алафар Халиль Саид

Кафедра геодезии и маркшейдерского дела
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 117923

В статье определен состав методов по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений на набухающих глинистых грунтах. Показано, что основные способы управления геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений на глинистых грунтах состоят в регулировании водообмена грунта с окружающей средой. Рассмотрены мероприятия, устраняющие или уменьшающие деформации оснований на набухающих грунтах.

Ключевые слова: геомеханические процессы, строительство подземных сооружений, набухающие грунты, Сирия, рекомендации по управлению

Как известно, глинистые набухающие грунты обладают ярко выраженными особенностями кинетического деформационного поведения, что должно быть учтено при прогнозировании сдвижений и деформаций и проектировании сооружений вблизи горных выработок. Набухающие грунты — пластичные системы, способные как к увеличению, так и к сокращению объема, что создает известные сложности при строительстве на этих грунтах, где набухание и усадка грунтов оснований могут вызвать неравномерные деформации зданий сооружений, в результате чего здания и сооружения либо разрушаются полностью, либо становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации.

В [2; 3; 6] были предложены к использованию аналитические соотношения консолидации грунта Терцаги-Герсеванова для определения усадки набухающих грунтов. Предложена концепция набухающего грунта как высокоподвижной активной к взаимодействиям физико-химической системы, способной к интенсивному обратимому деформационному поведению. Рассмотренный физико-химический подход незаменим при описании набухающих грунтов. Были получены системы аналитических соотношений для прогнозирования сдвижений и деформаций и показано, что деформационное поведение глинистых грунтов непосредственно связано с их фильтрационными характеристиками.

Определение состава методов по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений на набухающих глинистых грунтах. Набухающие грунты занимают около 10% от общей площади Сирии, они распространены в разных регионах страны [5]. Было обнаружено, что многие из зданий, построенных на набухающих грунтах в Сирии, подвергались трещинам и повреж-

дениям, несмотря на то, что многие из них недавно строились. Это говорит о необходимости определения возможных методов для уменьшения повреждения зданий и сооружений, построенных на этих грунтах.

В [4] были представлены общие подходы к описанию методов защиты зданий и сооружений от влияния горных работ. Было показано, что представленные методы защиты зданий и сооружений от влияния горных работ имеют общий характер и для рассмотрения специальных вопросов должны быть предусмотрены углубленные исследования. При разработке принципов, методов и рекомендаций по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений применительно к горно-геологическим условиям Сирии (набухающие грунты) особое внимание должно уделяться вопросам характера деформирования пород. В нашей работе [6] рассматриваются характерные расчеты оснований, построенных на пучинистых и набухающих грунтах. В настоящей работе будет сделан акцент на такие методы защиты зданий и сооружений от влияния горных работ, которые опираются на учет специфики деформации глинистых грунтов.

В таблице 1 представлены данные по мерам защиты эксплуатируемых зданий и сооружений на подрабатываемых территориях [1].

Таблица 1

Меры защиты эксплуатируемых зданий и сооружений на подрабатываемых территориях

Группы методов	Состав методов
Горные — уменьшающие деформации оснований и фундаментов зданий и сооружений	<p>Полная или частичная закладка выработанного пространства.</p> <p>Предварительное усиление и закрепление горных пород в зоне забоя и за контурами обделок горных выработок.</p> <p>Применение проходческих комплексов с закрытым забоем и его пригрузом;</p> <p>Уменьшение сечений и размеров горных выработок.</p> <p>Увеличение расстояний между горными выработками и фундаментами эксплуатируемых зданий и сооружений.</p> <p>Нагнетание тампонажных растворов в заобделочное пространство одновременно или сразу после перемещения проходческих комплексов.</p> <p>Применение монолитной прессбетонной обделки.</p> <p>Выбор метода и технологического режима проходки, обеспечивающих уменьшение перебора грунта в забое и наиболее раннее подкрепление выработки, и др.</p>
Геотехнические — уменьшающие или устраняющие деформации оснований и фундаментов зданий и сооружений	<p>Мероприятия, предохраняющие грунты основания от ухудшения их строительных свойств.</p> <p>Мероприятия, направленные на преобразование строительных свойств грунтов с целью уменьшения деформаций оснований и приспособления их к сдвигам массива горных пород.</p> <p>Усиление фундаментов зданий и сооружений.</p> <p>Передача нагрузок от зданий и сооружений на нижележащие слои грунтов.</p> <p>Отсечение грунтовых оснований зданий и сооружений от горных выработок путем устройства между ними разделительных стенок.</p> <p>Снижение неравномерных осадок и выравнивание зданий и сооружений путем выбуривания грунтов из-под подошвы фундаментов, нагнетания в ограниченный объем грунта твердеющих растворов.</p> <p>Отрывка временных компенсационных траншей для уменьшения усилий от горизонтальных деформаций оснований и др.</p>
Конструктивные — уменьшающие чувствительность зданий и сооружений к деформациям их основания, а также уменьшающие или устраняющие деформации их конструкций	<p>Разделение зданий и сооружений деформационными швами.</p> <p>Усиление отдельных конструктивных элементов или сооружений тяжами, или железобетонными поясами.</p> <p>Установка связей-распорок.</p> <p>Выравнивание зданий и сооружений поддомкрачиванием и др.</p>

Как видно из табл. 1, во всех группах методов (горных, геотехнических и конструктивных) есть технологические приемы воздействия на горные породы и грунты с целью усиления и закрепления горных пород, мероприятия, предохраняющие грунты основания от ухудшения их строительных свойств, а также способы управления строительными свойствами грунтов с целью уменьшения деформаций оснований и приспособления их к сдвигениям массива горных пород и ряд других методов.

В отношении грунтов в фазе усаживания имеются ряд указаний на мероприятия, устраняющих или уменьшающих деформации оснований:

- устройство свайных фундаментов с прорезкой толщи свайными фундаментами из забивных, набивных, буронабивных и других типов свай, а также столбами или лентами из грунта, закрепленного химическим, термическим или другими способами;

- глубинное уплотнение с предварительным замачиванием нижних слоев грунта, регулируемое замачивание, а также другие методы;

- уплотнение грунта тяжелыми трамбовками или устройством грунтовой подушки, препятствующей замачиванию грунтов сверху;

- уплотнение грунтов в фазе усаживания предварительным замачиванием (в том числе глубинными взрывами) для устранения усадки в нижних слоях толщи, снижения их деформативности и повышения несущей способности;

- проведение водозащитных мероприятий при строительстве зданий на грунтах в фазе усаживания для предотвращения или снижения вероятности замачивания основания зданий и развития неравномерных осадок и просадок грунтов, контроля за состоянием водонесущих сетей и для возможности их осмотра и ремонта.

Суммируя исследования и результаты, представленные нами в работах [2; 3; 6], можно указать на ряд принципиальных положений:

- глинистые грунты могут находиться как стадии усаживания, так и в стадии набухания;

- деформационное поведение глинистых грунтов непосредственно связано с их фильтрационными характеристиками.

- интенсивность деформационных процессов в глинистых грунтах определяется комплексом факторов — способностью грунта к водопоглощению и водоотделению, наличию степеней свободы, характеру и величине внешних нагрузок, состоянию внешней среды по ее способности к водопоглощению и водоотделению, а также от ряда других факторов.

Таким образом, основные способы управления геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений состоят в регулировании водообмена грунта с окружающей средой.

В этом плане имеет смысл обратить внимание на те методы и технологии, которые используются в строительстве с использованием в основании слабых глинистых грунтов. При строительстве сооружений в слабых водонасыщенных грунтах можно указать на такие методы, как фильтрующая пригрузка, песчаные подушки, известковые сваи, электрохимическая обработка, свайные фундаменты и метод интенсивного ударного уплотнения.

В таблице 2 приводится состав рекомендованных методов по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений на набухающих глинистых грунтах.

Таблица 2

Состав рекомендованных методов по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений на набухающих глинистых грунтах

Наименование метода	Преимущества	Недостатки	Тип метода
Проведение водозащитных мероприятий при строительстве зданий	Высокая эффективность в случае интенсивного водообмена	Необходима методическая проработка применительно к особенностям грунтов	Методический
Устройство свайных фундаментов	Высокая эффективность для глинистых грунтов	Высокая стоимость технологии	Конструктивный
Метод усиления грунта вяжущими веществами	Пригоден для грунтов широкого спектра	Затратная технология	Химический
Динамическая уплотнение (ударное уплотнение)	Высокая эффективность	Высокая энергоемкость технологии	Динамический
Вертикальное дренирование	Эффективно в водонасыщенных органических и минеральных сильносжимаемых грунтах	Малая эффективность для грунтов с низким водообменом	Конструктивный
Полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим	Низкие эксплуатационные деформации	Высокая стоимость технологии	Конструктивный
Применение компенсирующих песчаных подушек	Пригодны для водонасыщенных грунтов	Ограниченная эффективность	Конструктивный
Цементирование	Высокая эффективность	Затратная технология	Химический
Укрепление известью, золой	Низкая стоимость исходных материалов	Необходимость отбора сырья	Физический

Применение и выбор того или иного в конкретной ситуации определяется на основе комплекса данных:

- расчетных прогнозируемых значений параметров сдвижений и деформаций глинистых грунтов в фазе набухания или усаживания с учетом нагрузки от сооружения;
- испытаний грунтов в лабораторных условиях;
- инженерно-геологические обследования проектируемого объекта;
- мониторинга деформаций на этапе строительства и эксплуатации;
- природно-климатических многолетних наблюдений;
- иных данных, перечень которых определяется с учетом особенностей территорий и возводимого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Актуализированная редакция. СНиП 2.01.09-91. М., 2012.
- [2] Негурица Д.Л., Алафар Халиль Саид. Аналитические соотношения для описании деформационного поведения набухающего грунтов при строительстве подземных сооружений // Труды научной школы-семинара молодых ученых и студентов с международным участием. М.: РУДН, 2015. С. 310—315.

- [3] *Негурица Д.Л., Алафар Халиль Саид*. Прогнозирование сдвижений и деформаций при строительстве подземных сооружений на набухающих глинистых грунтах // Труды XII международной научной школы молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых». ИПКОН РАН, 2015. С. 119—126.
- [4] *Сученко В.Н., Алафар Халиль Саид*. Методы защиты зданий и сооружений от влияния горных работ // Вестник РУДН. 2014. № 2. С. 119—123.
- [5] *Abed A.A.* “The effect of swelling pressure on the bearing capacity of swelling soil”, *Master Thesis*, Al Baath University, Homs, Syria, 2003.
- [6] *Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said*. Features of the monitoring of the development of deformation processes in the construction of underground structures on heaving and swelling soils in the conditions of the Syrian Arab Republic. Reports of the xxiii international scientific symposium «miner’s week — 2015». Moscow mining Institute, nust MISIS, 2015. P. 16—20 (In electronic form).

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR MANAGEMENT OF THE GEOMECHANICAL PROCESSES IN THE CONSTRUCTION OF UNDERGROUND STRUCTURES IN SYRIA

D.L. Neguritsa, Alafar Khalil Said

Department of geodesy and mine surveying
Peoples’ Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 117923

In the article present the composition of methods for managing geomechanical processes in the construction of underground structures on swelling clay soils. It was shown that the main methods to management geomechanical processes in the construction of underground structures consist in the regulation of ground water exchange with the environment. The activities, eliminating or reducing the strain of foundations on swelling soils. Protection measures to solve the issue of reducing the influence of deformation of the base of the underground structures and prevent damage to buildings and structures built on swelling soils.

Key words: geomechanical processes, construction of underground structures, swelling soils, Syria, management recommendations

REFERENCES

- [1] Houses and building an working area and breaking ground. Actualizing redaction. SNIp 2.01.09-91. Moscow, 2012. [Zdanija i sooruzhenija na podrabatyvaemyh territorijah i prosadochnyh gruntah. Aktualizirovannaja redakcija. SNIp 2.01.09-91. Moskva, 2012.]
- [2] Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said. Analytical for writing of ground deformation on underground building. In books of works of school scientists and students. M.: PFUR, 2015. S. 310—315. [Neguritsa D.L., Alafar KHalil Said. Analiticheskie sootnoshenija dlja opisaniij deformacionnogo povedenija nabuhajushhego gruntov pri stroitel’stve podzemnyh sooruzhenij. V sbornike trudov nauchnoj shkoly-seminara molodyh uchenyh i studentov s mezhduнародnym uchastiem. M.: RUDN, 2015. S. 310—315].

- [3] Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said. Prognostic of going and deformation on underground building. In books of works of 12 international school scientists and students «Problems of use of mineral resources in XXI age». IPKON RSA, 2015. S. 119—126. [Neguritsa D.L., Alafar KHalil Said. Prognozirovanie sdvizenij i deformatsij pri stroitel'stve podzemnyh sooruzhenij na nabuhajushhih glinistyh gruntah. V sbornike trudov 12 mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly molodyh uchenyh i specialistov «problemy osvoenija nedr v xxi veke glazami molodyh». IPKON RAN, 2015. S. 119—126.]
- [4] Suthenko V.N., Alafar Khalil Said. Methods of guards of buildings an mining influence. Bulletin of PFUR. Series “Engineering Researches”. 2014. № 2. P. 119—123. [Suchenko V.N., Alafar KHalil' Said. Metody zashity zdaniy i sooruzhenij ot vlijanija gornyh rabot. Vestnik RUDN. 2014. № 2. S. 119—123.]
- [5] Abed A.A. “The effect of swelling pressure on the bearing capacity of swelling soil”, *Master Thesis*, Al Baath University, Homs, Syria, 2003.
- [6] Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said. Features of the monitoring of the development of deformation processes in the construction of underground structures on heaving and swelling soils in the conditions of the Syrian Arab Republic. Reports of the xxiii international scientific symposium «miner's week — 2015». Moscow mining Institute, nust MISIS, 2015. P. 16—20 (In electronic form).