

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В СИРИИ В УСЛОВИЯХ НАБУХАЮЩЕГО ГРУНТОВО-ПОРОДНОГО МАССИВА

Халиль Саид Алафар

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198

В статье определены структура и классификация методов по управлению геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в Сирии в условиях набухающего грунтово-породного массива. Рассмотрены разные методы защиты зданий и сооружений, позволяющие устранить или уменьшать деформации оснований зданий и сооружений на набухающих грунтово-породных массивах.

Ключевые слова: геомеханические процессы, освоение подземного пространства, набухающие массивы, Сирия, классификация

Ранее нами были представлены общие подходы к описанию методов защиты зданий и сооружений от влияния горно-строительных работ [3; 5]. Разработаны рекомендации по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземной части зданий и сооружений в Сирии, рассмотрены методы усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений на набухающих грунтах [3]. В настоящей статье рассмотрены структура и классификация методов по управлению геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в Сирии в условиях набухающего грунтово-породного массива, включая и методы защиты зданий и сооружений, которые опираются на учет специфики деформации глинистых грунтов Сирии.

Современный подход к выбору методов управления геомеханическими процессами при освоении подземного пространства отличается использованием комплексных решений и сочетанием горных, геомеханических, конструктивных, технологических, методических и иных решений, заложенных учеными И.В. Баглашовым, М.А. Иофисом, Б.А. Картозия, Э.В. Каспарьяном, А.А. Козыревым, А.Б. Макаровым, А.Г. Протосеня, А.А. Мустафаевым, Е.А. Сорочаном, В.М. Улицким, А.Г. Шашкиным, К.Г. Шашкиным и др.

Следует также отметить, что учеными В.М. Улицким, А.Г. Шашкиным и К.Г. Шашкиным недавно разработаны принципиальные подходы по системе методов управления геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений, изложенные в Концепции геотехнического сопровождения.

Концепция геотехнического сопровождения построена по принципу непрерывного обслуживания этапов жизненного цикла строительства с выделением содержания работ по каждому этапу.

Один из элементов Концепции геотехнического сопровождения — профилактические меры, включающие мониторинг за деформациями породного массива при ведении горных и горностроительных работ.

В числе других перспективных решений при разработке состава методов по управлению геомеханическими процессами можно указать методические подходы, примером которых могут служить методы корректировки расчетных соотношений деформаций оснований на набухающих глинистых грунтах, описанные в [2].

Следует указать на актуальность использования таких решений, как моделирование и расчет грунтовых оснований как необходимый элемент методов управления геомеханическими процессами.

Еще одну группу методов составляют специальные технологические решения, которые создаются на основе учета комплекса факторов — особенностей свойств набухающих грунтов и характера воздействия на них.

Применительно к набухающим грунтам Сирии при разработке специальных технологических решений должны быть приняты во внимание характерные особенности набухающих грунтов с учетом фактора погоднo-климатических условий со сменой сезона дождей на засушливый период.

Как следует из обобщения данных по экспериментальным свойствам глинистых грунтов Сирии, выполненных в работах [1; 4], а также результатов моделирования деформаций оснований, принципиальные особенности поведения набухающих грунтов Сирии определяются следующими факторами:

- характером и интенсивностью взаимодействия поверхностных слоев набухающего грунта с атмосферой, при этом взаимодействие происходит посредством теплопередачи и переноса влаги;

- взаимодействием поверхностных слоев набухающего грунта с атмосферой в значительной степени подавляющимся при использовании методов тепло- и гидроизоляции поверхности раздела грунт — атмосфера;

- генезисом, составом и характеристиками грунтов Сирии (например, каолиновая и монтмориллонитовая глины).

На рисунке представлена структура методов управления геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в условиях набухающих грунтов Сирии.

Входящие в структуру методы можно условно разделить на группы:

- методы, с помощью которых формируются базы данных для проектирования и строительства зданий и сооружений, — инженерно-геологические изыскания, экспериментальные исследования набухающих грунтов, моделирование и расчет грунтовых оснований;

- нормативные методы защиты эксплуатируемых зданий и сооружений;

- дополнительные методы — профилактические меры, методические подходы, специальные технологические решения, методы усиления оснований и фундаментов, а также основных конструкций зданий.

Специальные технологические решения при строительстве подземной части зданий и сооружений на набухающих грунтах Сирии заключаются в регулировании водо-, теплообмена грунта с окружающей средой.



Рис. Структура методов по управлению геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в Сирии в условиях набухающего грунтово-породного массива
 [Structure of methods for management of geomechanical processes during the development of underground space in Syria in the conditions of swelling soil-rock mass]

На основании вышеизложенного в таблице приводится классификация методов по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземной части зданий и сооружений на набухающих грунтах Сирии.

Таким образом, управление геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в условиях набухающего грунтово-породного массива может быть реализовано с использованием разработанных методов, учитывающих специфику деформации набухающих глинистых грунтов Сирии.

Таблица

Классификация методов по управлению геомеханическими процессами при освоении подземного пространства в Сирии в условиях набухающего грунтового-породного массива [Classification of methods for management of geomechanical processes during the development of underground space in Syria in the conditions of swelling soil-rock mass]

Наименование метода	Преимущества	Недостатки	Тип метода
Группа методов, с помощью которых формируются базы данных для проектирования зданий и сооружений	Позволяет повысить достоверность проектных решений	Высокие трудозатраты и стоимость	Инженерно-геологические изыскания, экспериментальные исследования, моделирование и расчет грунтовых оснований
Нормативные горные, геотехнические, конструктивные меры защиты эксплуатируемых зданий и сооружений на подрабатываемых территориях	Высокая эффективность для оснований на структурно-устойчивые грунтовые основания	Недостаточно эффективны для оснований на слабых грунтах	Комплексные решения
<i>Профилактические меры</i> , включающие геомеханический мониторинг за деформациями породного массива при ведении горно-строительных работ	Своевременное обнаружение признаков, предшествующих возникновению аварийных ситуаций	В случае оснований на слабых грунтах требуется методическая доработка для учета дополнительных осадок	Методический
<i>Методические подходы</i> (корректировка расчетных соотношений деформаций оснований на набухающих глинистых грунтах)	При расчете деформаций оснований позволяет учесть особенности набухающих глинистых грунтах	Необходимо дополнение нормативных документов	
Методы усиления оснований и фундаментов, а также основных конструкций зданий			
Цементирование	Высокая эффективность	Затратная технология	Химический
Усиление грунта вяжущими веществами	Пригоден для грунтов широкого спектра	Затратная технология	
Динамическое уплотнение (ударное уплотнение)	Высокая эффективность	Высокая энергоемкость технологии	Динамический
Предварительное замачивание основания	Устранение свойства набухания грунтов	Требует много времени	Методический
Укрепление известью, золой	Низкая стоимость исходных материалов	Необходимость отбора сырья	Физический

Применение компенсирующих песчаных подушек	Пригодны для водонасыщенных грунтов	Ограниченная эффективность	Конструктивный
Армирование оснований	Стабилизирует горизонтальные деформации	Недостаточно эффективно для набухающих грунтов	
Устройство свайных фундаментов	Высокая эффективность для глинистых грунтов	Высокая стоимость технологии	
Углубление фундамента ниже зоны колебания водосодержания	Пригоден при необходимости переноса подошвы фундамента на более плотные нижележащие слои грунта.	Значительная трудоемкость	
Увеличение опорной площади фундаментов, подведение железобетонных плит	Эффективно для высоконагруженных оснований	Недостаточно эффективно для набухающих грунтов	
Изменение конструктивной схемы здания, устройство металлических поясов и тяжей	Сохраняет устойчивость зданий при появлении дефектов	Ограниченная эффективность для набухающих грунтов	
Различные способы компенсационного нагнетания	Достаточная эффективность как локальное решение	Малая эффективность для набухающих грунтов	
Специальные технологические решения			
Экранирование поверхности грунтового основания от тепло- влагообмена с атмосферой	Снижает интенсивность тепло- влагообмена грунтового основания с атмосферой	Необходимо методическое решение определения зоны экранирования	Конструкционно-технологический
Полная или частичная замена слоя набухающего грунта ненабухающим	Низкие эксплуатационные деформации	Высокая стоимость технологии	Конструктивный
Вертикальное дренирование	Эффективно в водонасыщенных органических и минеральных сильносжимаемых грунтах	Малая эффективность для грунтов с низким водообменом	

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Махер Шауки Омар*. Набухающие грунты и строительство на них (в условиях Сирийской Арабской Республики): дисс. ... канд. техн. наук. Харьков, 2002. 145 с.
- [2] *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». М.: ИПКОН РАН, 2015. С. 119—126.
- [3] *Негурица Д.Л., Алафар Халиль Саид*. Разработка рекомендаций по управлению геомеханическими процессами при строительстве подземных сооружений в Сирии // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2016. № 1. С. 22—27.
- [4] *Салим Б.* Исследование поведения глинистых грунтов в южном регионе Сирии: дисс. магистра техн. наук. Дамаск (Сирия), 2003 (на арабском языке).
- [5] *Сученко В.Н., Алафар Халиль Саид*. Методы защиты зданий и сооружений от влияния горных работ // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2014. № 2. С. 119—123.

CLASSIFICATION OF METHODS FOR MANAGEMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES DURING THE DEVELOPMENT OF UNDERGROUND SPACE IN SYRIA IN THE CONDITIONS OF SWELLING SOIL-ROCK MASS

Khalil Said Alafar

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

In the article defined the structure and classification of methods for management of geomechanical processes during the development of underground space in Syria in the conditions of swelling soil-rock mass. The different methods of protection of buildings and constructions which eliminate or reduce deformation of the bases of buildings and structures on swelling soil-rock masses.

Key words: geomechanics processes, development of underground space, swelling masses, Syria, classification

REFERENCES

- [1] *Maher Shauki Omar*. Nabuhajushhie grunty i stroitel'stvo na nih (v uslovijah Sirijskoj Arabskoj Respubliki) [Swelling soils and building on them (in terms of the Syrian Arab Republic)]. Diss. ... kand. tehn. nauk. Har'kov, 2002. 145 p.
- [2] *Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said*. Prognozirovanie sdvizhenij i deformacij pri stroitel'stve podzemnyh sooruzhenij na nabuhajushhih glinistyh gruntah [The prediction of displacement and deformation during construction of underground structures in swelling clay soils]. Trudi XII mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly molodyh uchenyh i specialistov «problemy osvoenija nedr v XXI veke glazami molodyh». IPKON RAN [In books of works of XII international school scientists and students "Problems of use of mineral resources in XXI age". M.: IPKON RAS]. 2015. Pp. 119—126.
- [3] *Neguritsa D.L., Alafar Khalil Said*. Razrabotka rekomendacij po upravleniju geomechanicheskimimi processami pri stroitel'stve podzemnyh sooruzhenij v Sirii [Development of recommendations for

- management of the geomechanical processes in the construction of underground structures in Syria]. *Vestnik RUDN [Bulletin of PFUR]*. 2016. No. 1. Pp. 22–27.
- [4] *Salim B.* Issledovanie povedenija glinistyh gruntov v juzhnom regione Sirii [The study of the specifications of swelling soils in Daraa (Syria)]. Diss. magistra tehn. nauk. Damasskij universitet (Sirija), 2003.
- [5] *Suchenko V.N., Alafar KHalil Said.* Metody zashhity zdaniy i sooruzhenij ot vlijanija gornyh rabot [Methods of guards of buildings an mining influence]. *Vestnik RUDN [Bulletin of PFUR]*. 2014. No. 2. Pp. 119–123.