

РАЗДЕЛ 4.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 624. 01.001

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСАДОК ОТ ДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ НА МАССИВ ГРУНТА, ОБЛАДАЮЩЕГО РЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Иванова М. С.¹, Шабельников С. И.², Шабельникова Д. С.³

¹Донбасский государственный технический университет г. Алчевск

²Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация

³Дорожно-строительное управление г. Симферополь

E-mail: shabelnikov.s @yandex.ru

Работа посвящена методике прогнозирования осадок от действия нагрузки на грунтовый массив, обладающий реологическими свойствами.

Актуальность состоит в уточнении и повышении параметров ползучести грунтового основания и определении условно-мгновенного модуля деформации для грунтов с реологическими свойствами.

Показана проблема прогноза деформаций и поиска путей актуальных решений по их укреплению. Это связано с участвовавшими аварийными ситуациями и потерей основанием устойчивости при устройстве сооружений со слабыми прочностными свойствами лессовидного типа.

Ключевые слова: грунты, реологические свойства, метод прогнозирования осадок

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы состоит в уточнении и повышении параметров ползучести грунтового основания и определении условно-мгновенного модуля деформации для грунтов с реологическими свойствами.

Проблема состоит в усовершенствовании методики прогнозирования параметров, входящих в состав расчетных формул. Которые могли бы позволить оценить прочность и деформации грунтов с реологическими свойствами наиболее достоверно, а также подобрать для них эффективное укрепление.

Существует достаточное количество работ, в которых изучаются и рассматриваются эти процессы с двух точек зрения: геологии – на базе метода натуральных наблюдений; и метода по использованию опыта накопленного веками [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Прямое использование методов без учета конкретных условий во многих случаях приводит к серьезным ошибкам: причиной тому является разнообразие природной обстановки и типов грунтов, влияние человеческого фактора при обработке параметров входящих в состав расчетных формул; условий их залегания, а также гидрогеологических условий.

Анализируя причины и факторы, которые влияют на достоверность применяемых результатов при проектировании оснований и фундаментов, наиболее перспективным в решении данной проблемы является повышение достоверности параметров ползучести грунтового основания и условно-мгновенного модуля

деформации для грунтов с реологическими свойствами, с целью поиска наиболее эффективного способа получения характеристик, входящих в состав расчетных формул.

Целью исследований является решение проблемы: повышение методов прогнозирования за счет достоверности получаемых результатов при определении осадок от действия нагрузки на грунтовый массив, обладающий реологическими свойствами и усовершенствование методологии испытаний.

Существующие способы испытания позволяют получать результаты лишь в первой фазе работы грунта, а в линейном участке с учетом только стабилизированных под нагрузкой деформаций. В последующих фазах работы грунта на нелинейном участке при действии нагрузки во времени используется способ визуальных наблюдений. При этом применяется комплекс трудоемких и длительных: ручных операций, выполняемых рабочими и специалистами с последующей камеральной обработкой. Получение и регистрация информации известными способами во второй и, третьей фазах по-прежнему невозможны.

С целью получения достоверных результатов для исследований была предложена усовершенствованная методика прогнозирования осадок от действия нагрузки на грунтовый массив, обладающий реологическими свойствами и методология испытаний в котлованах, шурфах [1, 2, 3, 4, 5].

Задача исследований осложняется в части установления создания алгоритма, для оценки происходящих процессов в режиме реального времени и параметров, изменяющихся при осадке грунтового массива. Установления влияния внешних факторов и других причин на прочностные и деформационные свойства грунта [1, 2, 3, 4, 5]

В части создания рекомендаций, позволяющих учитывать факторы, влияющие на расчет по определению повышения деформационных свойств, путем усовершенствования методики прогнозирования осадок от действия нагрузки на грунтовый массив, обладающий реологическими свойствами. А, также, возможности применения получаемых результатов при проектировании типа фундаментов и подбора мероприятий по усилению оснований.

В отличие базовых вариантов использование результатов, от ранее проводимых исследований в полевых условиях и с помощью усовершенствованной методики прогнозирования осадок, методологии испытаний для грунтов с реологическими свойствами, возможно получение реальных данных, влияющих на проектирование вида фундаментов и на способы укрепления оснований [6].

Для достижения поставленной цели потребовалось выполнить усовершенствование методики прогнозирования осадок грунтов. Усовершенствовать методологию испытания путем применения комплекса для исследований деформационных свойств грунтов [1, 2, 3, 4, 5].

Новый вариант предусматривает использование реальных грунтов с реологическими свойствами, реальной нагрузки, усовершенствованной методики определения осадок за счет блока математического аппарата входящего в состав мобильного комплекса и действующего в режиме реального времени [5, 6].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Одним из главных факторов, влияющих на оценку качества основания при проектировании фундаментов, является отсутствие достоверных характеристик, входящих в состав расчетных формул при определении осадок грунтов с реологическими свойствами.

Несмотря на экономическую нестабильность и финансовые затруднения продолжается инженерное освоение природных и искусственных оснований, сложенных грунтами лессовидного типа и обладающими реологическими свойствами. Устройство фундаментов в подобных условиях и исследование поведения грунтового массива во всех случаях проводится на основе поиска наиболее экономичного решения с целью снижения предстоящих затрат.

Однако такой подход не всегда себя оправдывает. Аварийные ситуации в этих условиях возникают чаще по причинам не полноценных исследований при оценке устойчивости оснований, что и приводит к разрушениям сооружений. В связи с этим возникает ряд вопросов и задач, требующих своего не традиционного решения по проблеме экспериментального и теоретического исследования прогноза поведения грунта в сложных инженерно-геологических условиях.

Так, например, использование, завышенных модулей деформаций при прогнозе осадок оснований и в расчетах сооружений приводит в одних случаях к недопустимым деформациям сооружений. В других – к завышению расчетных дополнительных усилий в конструкциях. В случае расположения сооружений на грунтах лессовидного типа, обладающими реологическими свойствами приводит к аварийным ситуациям, причины которых требуют своего детального исследования и наличия соответствующего оборудования, а также современного приборного оснащения.

Важность проблемы более повысится, если уточнить хотя бы один из параметров ползучести грунтового основания условно-мгновенный модуль деформации и время стабилизации осадок от сооружений на длительно деформирующихся грунтах.

С целью повышения достоверности оценки реальных параметров ползучести грунтового основания и определения причин его деформаций от действия нагрузки на грунт, обладающий реологическими свойствами, предлагается методика прогнозирования параметров при устройстве сооружений со слабыми прочностными характеристиками.

Научная новизна данной работы заключается в методике определения параметров ползучести грунтового основания, обладающих релаксационными свойствами и влиянии их на устойчивость грунтового массива. Существующие нормативные документы предусматривают расчеты грунтовых оснований и сооружений по двум предельным состояниям – по несущей способности и по предельным деформациям. Эти расчеты проводятся на различной математической и физической основе и не связаны друг с другом. При типовом проектировании эти методы широко используются. Однако, при более сложных ситуациях, как говорит профессор Зарецкий Ю. К. (в своих работах), они не могут быть применены. Таким

примером могут служить расчеты длительной устойчивости грунтового основания, обладающими реологическими свойствами. Исследования показывают, что длительная прочность глинистых грунтов изменяется, уменьшаясь во времени. Определение устойчивости оснований по минимальным характеристикам прочности приводит к сложным проектным решениям.

Отсутствие реальных сведений о напряженно-деформированном состоянии не дает возможности оценить достоверно деформации грунтового основания и его предельного состояния. Поэтому проблема прогноза оценок предельных состояний важна.

Объектом исследования представлены грунты, которые предназначены под застройку сооружений со слабыми реологическими грунтовыми свойствами, на территории Крымского региона (Рис. 1.).



Рис. 1. Общий вид участка, предназначенного под застройку сооружения.

Исследуемые основания сложены грунтами лессовидного типа, обладающими реологическими свойствами. На данной территории была изучена возможность ее использования под строительство и приняты наиболее эффективных мероприятий по усилению основания.

С целью повышения достоверности оценки реальных величин о деформации оснований и предельного состояния предлагается уравнение определяющее время t_c практической стабилизации осадки основания и время T уплотнения основания от

сооружения.

Поставленная цель достигается в практических задачах, связанных с возведением сооружений на длительно деформирующихся грунтах, определением времени стабилизации осадок.

Так, теоретически стабилизация осадок достигается величиной конечной осадки S_k и наступает при t стремящемся к бесконечности.

Время t_c практической (на 95 %) стабилизации S_i штампа находится из уравнения:

$$0.95 \cdot S_i = S_k + (S_0 - S_k) \cdot e^{-S_0 \cdot t_c / S_k \cdot n} \quad (1),$$

где S_0 и S_k – конечная (условно-мгновенная) и конечная осадка;
 S_i – промежуточная осадка, соответствующая моменту времени t_i ;
 n – параметр времени релаксации;

$$n = h / E_m + E',$$

P_h – коэффициент вязкости грунта;
 E_m – мгновенный модуль деформации;
 E' – промежуточный модуль деформации;
 e – экспонента.

Время T уплотнения основания сооружения устанавливается, исходя из следующей зависимости.

$$T = t_c \left(\frac{H}{h} \right)^m, \quad (2)$$

где H – сжимающая толща основания сооружения;
 h – сжимающая толща грунта под штампом;
 m – показатель уплотнения данного грунта во времени, отражающий его состав, состояние и реологические свойства.

По полученным параметрам возможно выполнить, построение соответствующих кривых ползучести основания при постоянном давлении $P_0=200$ кПа и релаксации давлений под подошвой штампа (Рис. 2).

Сопоставление кривых ползучести и релаксации наглядно показывает, что во времени перемещения штампа для достижения стабилизирующего состояния грунта требуется в десять раз меньше времени, чем при статической нагрузке.

Это подтверждает большую практическую ценность полевых испытаний грунта на релаксацию с целью определения его реологических и деформационных свойств (Рис. 3).

Таким образом, полученные реальные параметры, входящие в состав расчетных формул для определения реологических глинистых грунтов по результатам полевых испытаний, позволяют с достаточной степенью достоверности прогнозировать развитие осадки оснований сооружений во времени и определять полную стабилизированную, а не условно стабилизированную осадку основания.

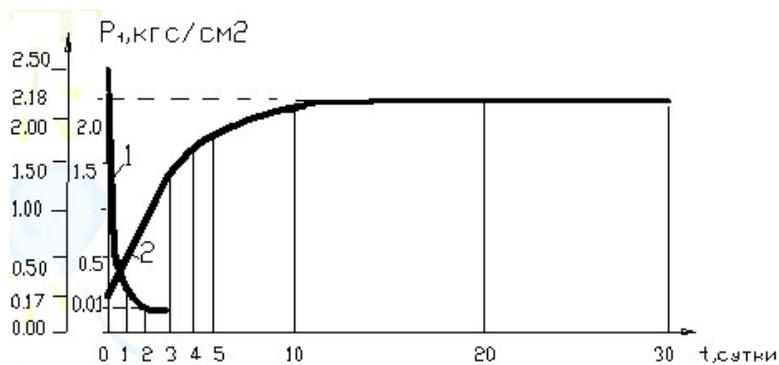


Рис. 2. График кривых ползучести основания при постоянном давлении $P_0=200$ кПа и релаксации давлений под подошвой штампа: 1 – напряжения, 2 – ползучесть.



Рис. 3. Общий вид испытательного объекта после определения его реологических и деформационных свойств при помощи свай.

Последнее обстоятельство представляется нам чрезвычайно важным, поскольку практика свидетельствует о зачастую больших расхождениях между прогнозируемыми конечными осадками длительно деформирующихся оснований,

полученных по результатам стандартных штамповых или лабораторных испытаний грунтов, и реальными осадками. В этом отношении весьма показательны результаты исследований при длительной деформируемости глинистых грунтов.

Численные значения параметров, были получены на основе многократных полевых испытаний в шурфах штампом и при помощи свай (Рис. 3.).

Эти параметры установлены с помощью усовершенствованного устройства управляющего процессом испытания по предложенному, уравнению (1) и зависимости (2) [5].

Так как, предложенное уравнение было введено в виде блока в систему управления, как алгоритм, в одну из подпрограмм, это позволило с достаточной степенью достоверности прогнозировать развитие осадки оснований от сооружений во времени и определять полную стабилизацию, а не условно стабилизированную осадку основания, обладающего реологическими свойствами.

Последнее обстоятельство представляется нам чрезвычайно важным, поскольку практика свидетельствует о зачастую больших расхождениях между прогнозируемыми конечными осадками длительно деформирующихся оснований, полученными по результатам стандартных штамповых или лабораторных испытаниях грунтов, и реальными осадками. Это дает возможность оценить и подобрать более реальный режим передачи нагрузки на основание с длительно деформирующимися грунтами во времени. Также применить мероприятия, способствующие укреплению основания путем применения буронабивных свай.

Рекомендуем к применению в организациях, производящих инженерно-геологические испытания, научно-исследовательским и проектным институтам проектирующих фундаменты.

Экономический эффект увеличится от внедрения предложенного на одно испытание не менее чем в три раза за счет достоверно, полученных величин из реальных условий о времени полной стабилизации осадок длительно деформирующегося грунта.

ВЫВОДЫ

В заключение можно сказать следующее:

- с помощью усовершенствования методики прогнозирования и способа исследований возможно учесть факторы, влияющие на прочностные свойства грунтового массива и материала, из которого изготовлена конструкция;
- предлагаемая методика прогнозирования осадок, при испытании реологических и деформационных свойств грунтов, в режиме реального времени, позволила усовершенствовать методику на основе реальных данных и внесения элементов новизны путем усовершенствования блоков в системе управления;
- обновлен математический аппарат в виде отдельного блока, введенного в основной блок системы управления, что позволяет оценить состояние грунтового массива, в реальном режиме времени.

Список литературы

1. Муни Будху. Книги: механика грунтов, Париж, Издательство: Вайли-Блэквелл, 2015. С 35–38
2. Лучников Е. Т. Общий отчет ТК 208. Стабильность в инженерной практике / Е. Т. Лучников, Р. Дж Фаннин // Проблемы и инновации в геотехнике: Учеб. 18-го междунар. конф. по механике грунтов и инженерной геологии. - Париж, Франция, 2013. С. 2137–2144
3. Демчишин М. Неустойчивость различных типов генетического откосов / М. Демчишин, Т. Криль // 7^{ой} Европейский конгресс по региональному геонаучному картографическим и информационных системы (12.06–15.06.2012). – Болонья, Италия, 2012. С 78–79.
4. Зошенко, М. Современная практика определения прочностных характеристик связных грунтов методами проникновения / М. Зошенко, Ю. Винников, А. Яковлев // Прог. от XLV Дунай – Европейской конференции по геотехнике / Словацкого технологического университета. – Братислава, 2010. С. 245–253.
5. Иванова М.С., Левченко А.А. Программное обеспечение по обработке опытных данных, получаемых методом экспресс-анализа при определении физико-механических характеристик грунтов // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип.60-К.: НДІБК, 2004. С. 427–428.
6. Иванова М.С., Иванов А.П. Усовершенствование методики испытаний грунтов в скважинах // Ж-л. № 1 (37), «Вестник». – МАНЭБ. ДГМИ – Алчевск: 2001. С.98.

**THE METHODOLOGY FORECASTING SEDIMENT FROM ACTION LOAD
ON UNPAVED MASSIF, POSSESSING THE RHEOLOGICHESKIMI
PROPERTIE**

Ivanova M.S.¹, Shabel'nikov S.I.², Shabelnikova D.S.³

¹*DonSTU, Alchevsk*

²*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation*

³*DSC Simferopol*

E-mail: shabelnikov.s @yandex.ru

Work is devoted to a forecasting technique a deposit from action of load of the soil massif having rheological properties.

Relevance consists in refining and increase of parameters of creep of the soil basis and determination conditional мгновенного the deformation module for soil with rheological properties.

The problem of the forecast of deformations and search of ways of actual decisions in their strengthening is shown. It is connected with the become frequent emergencies and loss by the stability basis in case of the device of constructions with weak strength properties of lessovidny type.

For the purpose of increase of reliability of an assessment of actual parameters of creep of the soil basis and determination of the reasons of its deformations from action of load of the soil possessing rheological properties the technique of forecasting of parameters in case of the device of constructions with weak strength characteristics is offered.

The existing regulating documents provide calculations of the soil bases and constructions for two limiting conditions – on the bearing capability and on limiting deformations. These calculations are carried out on various mathematical and physical basis and are not connected with each other. In case of standard designing these methods are widely used.

However, in case of more difficult situations as professor Yu.K. Zaretsky speaks (in the works), they cannot be applied. Calculations of long stability of the soil basis, the possessing rheological properties can be such example. Researches show that the long durability of clay soil changes, decreasing in time. Determination of stability of the bases according to the minimum characteristics of durability leads to difficult project decisions.

Lack of real data on the intense deformed condition does not give the chance to estimate authentically deformations of the soil basis and its limiting condition. Therefore the problem of the forecast of limiting estimates of conditions is important.

The received actual parameters which are a part of settlement formulas for definition of rheological clay soil by results of field tests allow with sufficient degree of reliability to predict development of draft of the bases of constructions in time and to determine the basis draft full stabilized, but not conditionally stabilized.

The last circumstance is represented to us extremely important as practice testifies to often big divergences between the predicted final rainfall is long the deformed bases, received by results of standard the shtampovykh or laboratory researches of grunkt, and real rainfall. Results of researches at long deformability of clay soil are in this regard very indicative.

Keywords: soil, rheological properties, prediction method precipitate

References

1. Muni Budhu. Knigi: mekhanika gruntov (The Muni Budhu. Books: Mechanics soils), Parizh, Izdatel'stvo: Vayli-Blekvell, 2015. S 35–38
2. Luchnikov E. T. Obshchiy otchet TK 208. Stabil'nost' v inzhenernoy praktike (Stability in engineering practice) // Problemy i innovacii v geotekhnike: Ucheb. 18-go mezhdunar. konf. po mekhanike gruntov i inzhenernoy geologii. - Parizh, Franciya, 2013.S. 2137–2144
3. Demchishin M. Neustoychivost' razlichnykh tipov geneticheskogo otkosov (Volatility of different types of genetic slopes) // 7oy Evropeyskiy kongress po regional'nomu geonauchnomu kartograficheskikh i informacionnykh sistemy (12.06–15.06.2012). – Bolon'ya, Italiya, 2012. S 78–79.
4. Zoshchenko M. Sovremennaya praktika opredeleniya prochnostnykh harakteristik svyaznykh gruntov metodami proniknoveniya (The modern practice of determining the strength characteristics of cohesive soils methods of penetration) // Proc. ot XLV Dunay – Evropeyskoy konferencii po geotekhnike / Slovackogo tekhnologicheskogo universiteta. – Bratislava, 2010. S. 245–253.
5. Ivanova M.S., Levchenko A.A. Programmnoe obespechenie po obrabotke opytnykh dannykh, poluchaemykh metodom ekspres-analiza pri opredelenii fiziko-mekhanicheskikh harakteristik gruntov (The software for processing of the experimental data obtained by the method of rapid analysis in the determination of the physico-mechanical properties of soils) //Budivel'ni konstrukcii. Mizhvidomchiy naukovno-tekhnichniy zbirnik. Vip.60-K.: NDIBK, 2004.S. 427–428.
6. Ivanova M.S., Ivanov A.P. Uovershenstvovanie metodiki ispytaniy gruntov v skvazhinah (Improving soil testing methods in wells) // ZH-l. № 1 (37), «Vestnik». - MANEB. DGMI – Alchevsk: 2001.S.98.

Поступила в редакцию 16. 04. 2016 г.