РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ СНОСА ЗДАНИЙ

RATIONAL DESIGN OF FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN CLAY SOILS USING MATERIALS AFTER THE DEMOLITION OF BUILDINGS

УДК-69

Золотухин Сергей Николаевич
Кандидат технических наук, доцент
Воронежского государственного технического университета,
Россия, г. Воронеж
Макарычев Константин Владимирович
Старший преподаватель
Воронежского государственного технического университета,
Россия, г. Воронеж
Телегин Алексей Михайлович
Магистр кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
Воронежского государственного технического университета,
Россия, г. Воронеж
Левищев Михаил Юрьевич
Магистр кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
Воронежского государственного технического университета,
Россия, г. Воронеж
Крикунов Александр Дмитриевич
Магистр кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
Воронежского государственного технического университета,

Россия, г. Воронеж
Zolotuhin Sergej Nikolaevich
telegin96@gmail.com
Makarychev Konstantin Vladimirovich
Telegin Aleksej Mihajlovich
telegin96@gmail.com
Levishchev Mihail YUr'evich
Krikunov Aleksandr Dmitrievich

Аннотация

В статье отражен опыт рационального проектирования и устройства фундаментов на глинистых грунтах в стесненных условиях городской застройки пятиэтажного жилого дома, расположенного по адресу: г. Воронеж, наб. Массалитинова, д.16а. Рассмотрены типовые ошибки при производстве работ на стадии проведения инженерно геологических изысканий и последующем согласовании полученных данных с проектными организациями. Описан метод объемной цементации грунтов основания в общих случаях и описано его применение на конкретном объекте совместно с использованием сталеплавильного шлака.

Annotation

The article reflects the experience of rational design and construction of foundations on clay soils in the cramped conditions of urban development of a five-story residential building located at the address: Voronezh, nab. Massalitinova, d. 16A. Typical errors in the production of works at the stage of engineering and geological surveys and subsequent approval of the data obtained with design organizations are considered. The method of bulk cementation of base soils in General cases is described and its application on a specific object together with the use of steelmaking slag is described.

Ключевые слова: Строительство на глинистых грунтах, расчет и проектирование фундаментных плит в стесненных условиях городской застройки, применение метода цементации грунтов.

Keywords: Construction on clay soils, calculation and design of Foundation slabs in cramped conditions of urban development, application of the method of soil cementation.

Введение

Все работы по строительству зданий и сооружений начинаются с подготовки исходных данных для разработки проектной документации, а именно с проведением инженерно-геологических изысканий (ИГИ) [1].

На сегодняшний день определение гидрогеологических условий на участках со сложной гидрогеологией является очень сложной и дорогостоящей работой, с которой в состоянии справиться не каждая организация, в результате чего возникает проблема некачественной подготовки инженерно-геологических изысканий (ИГИ) для проектирования зданий, на которые, в свою очередь опираются проектировщики при разработке рабочей документации, что ведет к принятию ошибочных решений и, как следствие, к появлению дефектов и повреждений в конструкциях зданий[2].

На примере г.Воронеж, можно с уверенностью сказать, что большая часть территории с простыми гидрогеологическими условиями уже застроена, а технологии для строительства в сложных гидрогеологических условиях только начинают развиваться, из-за чего нередко можно встретить нерациональные решения по устройству “золотых” фундаментов.

В данной статье, в качестве примера рационально запроектированного фундамента, мы решили описать процесс проектирования и строительства фундамента под пятиэтажный жилой дом, расположенный по адресу г. Воронеж, наб. Масалитинова, д.16а, с которой кафедра строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова столкнулась в 2015 году [3].

Актуальность работы

- Снижение себестоимости квадратного метра здания в 2 раза за счет принятия верных конструктивных решений при проектировании фундаментов и оптимизации материалов усиления грунтового основания.
- Сохранение экологической обстановки в регионе, за счет сокращения объемов вывозимого мусора на свалки города.

Цели статьи

- Повышение качества инженерно-геологических изысканий (ИГИ)
- Снижение стоимости строительства фундаментов

Задачи статьи

- Популяризация рационального подхода к проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений.
- Усреднение грунтовых условий под подошвой фундамента, что приводит к увеличению прочностных характеристик глинистых грунтов основания.
- Демонстрация экономической эффективности применения технологии укрепления глинистых грунтов.

Общая часть

При проектировании фундаментов зданий и сооружений необходимо не слепо следовать полученным результатам инженерно геологических изысканий, а проверить полученные данные на площадке строительства совместно с производителями ИГИ. Данный подход поспособствует ещё на подготовительном этапе проектирования фундаментов определиться с возможными вариантами фундаментов, выбрать наиболее рациональный тип фундамента и согласовать его как с исполнителями ИГИ, так и с заказчиком, что в итоге приведет к значительному ускорению процесса проектирования и исключит возможность возникновения ситуации по полные переработки проекта фундаментов.

Особое внимание при проверке геологических изысканий следует уделять глинистым грунтам и наличию воды в грунтовом основании, так как видов глинистых грунтов очень много и у исполнителя ИГИ “велик соблазн” без

настоящего исследования проб классифицировать грунт на своё усмотрение, что в свою очередь приведет к неверному решению при проектировании и строительстве фундамента, при этом условно “хорошим” случаем считается устройство “золотого” фундамента, с тратой значительных средств и времени на его строительство, плохой же случай может привести к выходу из работы конструкций фундамента и даже человеческим жертвам. Наличие воды в составе грунтов основания так же порой опускается, в следствие того, что для определения данного показателя используется дорогостоящее лабораторное оборудование и необходимы аккредитованные квалифицированные специалисты, способные безошибочно произвести на нём работы, а показатель водонасыщенности является одним из наиболее важных при классификации грунта[4].

Безусловно, без проведения повторных геологических изысканий сторонней независимой организацией, невозможно подтвердить абсолютную подлинность выводов ИГИ, но при выезде на объект совместно с производителями ИГИ и представителем заказчика, можно визуально и аналитически уточнить ряд важных вопросов. О влажности глинистых грунтов можно судить по наличию на их поверхности капель воды; о возможности присутствия водонапорных участков можно судить об удаленности от рек или озер и изучению ранее выполненных геологических изысканиях участков в районе строительства. Так же следует обсудить возможность усиления, либо замены слабых грунтов, так как зачастую выводы по результатам ИГИ составляются без рассмотрения данных вариантов [5].

Методы по укреплению глинистых грунтов очень активно входят в повседневность при строительстве фундаментов, соответственно и технологий на сегодняшний день можно встретить много – от механического уплотнения до электрического воздействия на грунт с целью обезвоживания грунта. В рамках статьи, мы рассмотрим наиболее актуальный и вариативный метод цементации грунтов.

Суть метода цементации грунтов сводится к приданию грунту определенных свойств за счет добавления цемента в структуру. Цементация представляет собой перемешивание грунта с раствором цемента. Для этого применяется шнековый бур с пустой штангой (отверстием по всей длине). Во время работы шнека через отверстие подается цемент, который перемешивается с грунтом. Такой метод недорогой и эффективный, поэтому его часто применяют во влажных грунтах. Взамен цемента имеется возможность использования шлака, что значительно удешевляет стоимость[6].

Вышеописанный подход и технология применялись на практике при проектировании и строительстве фундамента под пятиэтажный жилой дом, расположенный по адресу г.Воронеж, наб.Массалитинова, д.16а.[3]

Участок застройки характеризуется овражистой местностью, по которой бьёт более 12-ти ручьев, в результате деятельности которых образуется намывной грунт, имеющий крайне низкую несущую способность, по мимо этого присутствуют участки различных песчаных и глинистых грунтов различных свойств, что на первый взгляд приводит к необходимости устройства крайне дорогостоящего свайного фундамента, опирающегося на надежные грунты, залегающие на глубине до 13 метров от уровня планировки. Нежелание заказчика устраивать “золотой” фундамент привело его на кафедру строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова, специалисты которой предложили произвести оптимизацию запроектированного свайного фундамента при помощи использования широко внедряемой технологии объемной цементации грунтов.



Рисунок 1. Рельеф строительной площадки при производстве работ



Рисунок 2. Вывозимые намывные грунты



Рисунок 3. Вывозимые намывные грунты

При выезде специалистов кафедры на объект были выявлены несоответствия выводов инженерно-геологических изысканий фактическому состоянию грунтового состояния, а предложенный, на основании ИГИ, проект свайных фундаментов было предложено значительно изменить с учетом производства работ по объемной цементации грунтов.

В рамках данного объекта были произведены следующие операции:

- Абсолютно ненадежный намывной грунт заменяется сталеплавильным шлаком вперемешку с существующими глинистыми грунтами, в результате чего прочность на сжатие полученного грунтобетона на первые сутки составила более 1МПа, а на 90 суток – 25Мпа.
- С учетом выполненного усиления грунтов основания проектной организацией были произведены перерасчеты, по результатам которых было решено отказаться от свайных фундаментов в пользу плитного монолитного фундамента, что в 9 раз удешевило и значительно ускорило производство строительных работ.



Рисунок 4. Сталеплавильный шлак, перемешиваемый с существующим грунтом[3].



Рисунок 5. Процесс создания грунтобетона[3]



Рисунок 6. Процесс создания грунтобетона[3]



Рисунок 7. Полученное грунтобетонное основание[3]



Рисунок 8. Фундаментная плита, устроенная по усиленному грунтобетонному основанию[3]

По прошествии семи лет эксплуатации здания дефектов и повреждений, а именно трещин по фасадам здания не выявлено, что говорит об успешном применении технологии объемной цементации грунтов[7].



Рисунок 9. Отобранные пробы грутобетона по прошествии 90 суток показали прочность на сжатие 25Мпа.



Рисунок 10. Фасад здания на момент 2017г.

Выводы

- Объединение усилий проектировщиков, ученых, технологов, инженеров, лаборантов и строителей позволило снизить стоимость строительства фундамента в 9 раз, за счет рационального подхода к работам
- Объемная цементация грунтов позволяет возводить здания даже на болотистых участках
- Повторное использование строительных материалов, изделий и конструкций позволяет прекратить вывоз строительного мусора на свалки ТБО

Литература

1. Методическое пособие ≪Перечень исходных данных для подготовки проектной документации на строительство, реконструкцию и/или техническое перевооружение Объектов капитального строительства≫ г. Москва 2014 г. 114 с.
2. П.П.Климентов, В.М.Кононов. Методика гидрологических исследований, 1989 г. – 12 с.

3. [Электронный ресурс] https://www.youtube.com/watch?v=G9cTQDAOrY4 (Дата обращения 08.06.2020)

4. Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаева и др. Механика грунтов, основания и фундаменты, 2015г. – 78 с.

5. В.М. Безрук, И.Л. Гурячков, Т.М. Луканина, Р.А. Агапова, Укрепленные грунты - М.1982

6. Патент RU 2 656 656 C2 Золотухин Сергей Николаевич и др. Способ объемной цементации грунтов. 2017г. - 28 с.

7. Лещинский М.Ю., Скрамтаев Б.Г. Испытание прочности бетона. 1973г. - 214 с.

Literature

1. Methodological guide Перечень List of source data for the preparation of project documentation for construction, reconstruction and / or technical re-equipment of capital construction Objects≫ Moscow 2014 114 p.

2. P. P. Klimentov, V. M. Kononov. Methodology of hydrological research, 1989-12 p.

3. [Electronic resource] https://www.youtube.com/watch?v=G9cTQDAOrY4 (accessed 08.06.2020)

4. L. N. Shutenko, A. G. Rud, O. V. Kichaeva, etc. Soil mechanics, bases and foundations, 2015. – 78 S.

5. V. M. Bezruk, I. L. Guryachkov, T. M. Lukanina, R. A. Agapova, Fortified soils-M. 1982

6. Patent RU 2 656 656 C2 Zolotukhin Sergey Nikolaevich et al. Method of bulk cementation of soils. 2017-28 p.

7. Leshchinsky M. Yu., Skramtaev B. G. Testing the strength of concrete. 1973g. - 214 p.