

Прочность железобетонных конструкций «нулевого цикла» при допущении возможности раскрытия трещин

Т.А. Жук¹, В.А. Мельников²

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье

УДК692.115

Научная статья

История

Подана в редакцию 13 января 2015
Принята 18 марта 2015

Ключевые слова

фундамент,
трещины в железобетонных
конструкциях,
дублирующая стена,
арматура,
агрессивная среда

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность обеспечения прочности железобетонных конструкций "нулевого цикла" при допущении раскрытия трещин. Объект исследования - расчетная модель типового одиннадцатизэтажного монолитного жилого дома, расположенного в городе Санкт-Петербург. Задача заключается в обосновании применения новой методики путем снижения расхода материалов. В статье определена оптимальная технология устройства двойной внешней стены, призванная защитить несущую стену от вредных воздействий агрессивной среды грунтовых вод. Доказано, что с помощью применения данной технологии можно добиться снижения расхода арматуры.

Содержание

Введение	83
Литературный обзор	83
Цели и задачи	84
Расчет прочности железобетонных конструкций «нулевого цикла» при допущении возможности раскрытия трещин	84
Заключение	88

1

Контактный автор:

+7(921)1862892, der_mag@mail.ru (Жук Татьяна Александровна, магистрант)

2

+7 (812)5353029, pochti.kuzmin@yandex.ru (Мельников Виктор Алексеевич, доцент)

Введение

Прочный фундамент – это основа надёжного здания или сооружения. Именно фундамент и подземная часть здания находятся в самых неблагоприятных условиях, подвержены воздействию грунтовых вод, щелочных соединений и бактериальных наростов. В состав грунтов входят: карбонаты кальция и магния, способные растворяться в воде под агрессивным воздействием углекислоты, сульфаты (чаще всего сульфат кальция – гипс), сульфиды (в виде серного колчедана – пирита), а также хлориды. Данные соединения наиболее опасны для фундаментов в период эксплуатации, что должно учитываться при проектировании [1].

При проектировании зданий и сооружений необходимо предусматривать меры, снижающие воздействие агрессивных сред на внешние строительные конструкции.

Сохранение ведущей роли бетона и железобетона в различных областях строительства требует постоянного совершенствования методов проектирования железобетонных конструкций.

Повышению качества проектирования таких конструкций способствовали многочисленные исследования, выполненные в последние десятилетия, и сопутствовавший им пересмотр норм проектирования. Однако к середине восьмидесятых годов какие-либо пособия, отражающие в достаточной мере современное состояние строительной науки и учитывающие требования действующих норм, практически отсутствовали. Этот пробел, по замыслу ее авторов, должна была восполнить капитальная монография «Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие», вышедшее двумя изданиями — в 1985 и 1990 годах, и по сию пору является настольной книгой инженерно-технических работников проектных и строительных организаций и студентов строительных вузов [2, 3].

Поскольку в бетоне содержится большое количество пор, то напряжения у одного отверстия накладываются на напряжения у рядом расположенного отверстия. В результате в бетонном образце, подвергнутом осевому сжатию, возникают как продольные сжимающие, так и поперечные растягивающие напряжения — вторичное поле напряжений.

Так как сопротивление бетона растяжению на порядок ниже, чем сжатию, а прочность сцепления цементного камня с заполнителями может быть и того меньше, вторичные растягивающие напряжения в сжатом бетоне, ещё далёком от исчерпания прочности, местами достигают предельных значений и приводят к образованию микротрещин.

Трещины в железобетонных конструкциях могут быть вызваны условиями твердения бетона (его усадкой) или силовыми и деформационными воздействиями (внешней нагрузкой, осадкой опор, изменением температуры). Трещины от силовых и деформационных воздействий чаще всего возникают в растянутых зонах сечений, реже – в сжатых. Далее в нашей работе будем рассматривать образование трещин от силовых воздействий.

Трещины в растянутом бетоне, незаметные на глаз, появляются даже в безукоризненно выполненных конструкциях, что обусловлено малой растяжимостью бетона, неспособного следовать за значительными удлинениями арматуры при достаточно высоких рабочих напряжениях. Опыт строительства и эксплуатации сооружений говорит о том, что микротрещины не опасны, а даже напротив – оказывают значительное сопротивление проникновению влаги к арматуре и не нарушают общей монолитности железобетона.

Более крупные трещины понижают жесткость конструкции, облегчают доступ влаги и агрессивных сред к арматуре [1].

Литературный обзор

Значительный вклад в развитие определения параметров прочности и расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям был сделан следующими учеными: Баширов Х.З., Кодыш Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н., Соколов Б.С., Никитин Г.П., Габрусенко В.В., Крыгина А.М., Чернов К.М., Абаканов М.С. [15-20]

Белов Н.Н., Югов Н.Т., Копаница Д.Г., Югов А.А., Черникова Е.В., Мамцев В.С., Устинов А. внесли вклад, рассмотрев в своих работах расчет прочности конструкций из бетонных и железобетонных плит на высокоскоростной удар модельным снарядами [21].

Российскими учеными Настич О.Б., Хворост В.В., Черновым К.М., Башировым Х.З., Федоровым В.С., Колчуновым В.И., Плевковым В.С., Малиновским А.П., Балдиным И.В., Беловым Н.Н., Юговым Н.Т., Копаница Д.Г., Юговым А.А. Кузнецовой И.С., Войцеховским А.В., Николаевым Д.В. были проведены работы по определению прочностных характеристик железобетонных конструкций [22-29].

Также Маилян Л.Р., Баташев В.М. рассмотрели влияние распределения арматуры на прочность и деформативность неразрезных железобетонных балок. Решали вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона. Исследовали прочность, трещиностойкость и деформативность железобетонных элементов кольцевого сечения [30,31].

Дегтерев В.В., Икрамов С. рассмотрели расчёт на прочность изгибаемых железобетонных элементов с учётом характера диаграммы растяжения стали и влияние трещин в бетоне и пластических деформаций арматуры на распределение усилий в статически неопределимых железобетонных балках [31,32].

Зарубежными учеными Баджа М., Пунмиа Б. Ц., АжокКумарДжан, АрунКр., Харр М.,Е.Венкатрамаих Ц., Витлов Р., Чеунг Ю. К., Зинкивиц О.Ц., Десаи Ц. С., Кристиан Дж. Т., Боуланжер Р. В., Куррас Ц. Дж., Куттер Б. Л., Вильсон Д. В., Абжхари А., Николау С., Мюлонакис Ж., Газетас Ж., Тазох Т., Брандл Х., Маужери М., Мотта Е., РацитиЕ., ПлевковВ.С, МалгановА.И.,ШтуковП.В., КалашевК.В., СаркисовД.У., БалдинИ.В, БалдинС.В., Колмагоров А.Ж. был сделан большой вклад в науку в изучении грунтов и взаимодействие фундаментов мелкого и глубокого заложения. Изучение грунтовых механизмов, сейсмических воздействий грунтов, взаимодействие бетонных конструкций в агрессивных условиях [33-42].

В данной статье предложены решения возможности экономии расхода арматуры при помощи применения новой, разработанной методики с применением дополнительной стены в данном проекте. Внедрение новой инновационной технологии, устройство двойной стены, при помощи которой удастся защитить несущую стену от вредных воздействий агрессивной среды грунтовых вод, удастся снизить диаметр арматуры. Это позволяет выиграть в финансовом плане, не нарушая конструктивные расчеты здания.

Также представлены результаты проверки ручного расчета в программном комплексе SCAD, что позволяет наглядно продемонстрировать, какие изменения происходят за счет применения дублирующей стены.

Цели и задачи

Цель исследования: применение меньшего диаметра арматуры и допущение возможности раскрытия трещин в железобетонных конструкциях нулевого цикла.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать применение данной методики;
- дать подробный экономический анализ снижения расхода материалов.

Расчет прочности железобетонных конструкций «нулевого цикла» при допущении возможности раскрытия трещин

Используя новую разработанную методику с применением дополнительной стены в данном проекте, появляется возможность экономии расхода арматуры. Внедрение новой инновационной конструкции - устройство двойной стены, при помощи, которой удастся защитить несущую стену от вредных воздействий агрессивной среды грунтовых вод - позволяет снизить диаметр арматуры. Это обеспечивает преимущество в финансовом плане, не нарушая конструктивные расчеты здания.

Проектирование фундаментов, эксплуатирующихся в агрессивной среде, производится с учетом требований СНиП 2.03.11-85:Свайные фундаменты [4]. При проектировании бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, их коррозионную стойкость следует обеспечивать применением коррозионностойких материалов, добавок, повышающих коррозионную стойкость бетона и его защитную способность для стальной арматуры, снижением проницаемости бетона технологическими приемами, установлением требований к категории трещиностойкости, ширине расчетного раскрытия трещин, толщине защитного слоя бетона [4].

В случае недостаточной эффективности названных выше мер должна быть предусмотрена защита поверхности конструкции. Для обеспечения защиты конструкции нами предлагается устройство дополнительной наружной стены.

В процессе образования трещин различают три этапа: возникновение трещин, когда они могут быть невидимыми; появление трещин, когда они видны невооруженным глазом (шириной 0,05...0,1 мм); и раскрытие трещин до предельно возможного значения. Проектирование бетонных и железобетонных конструкций для работы в условиях агрессивной среды следует вести с учетом дополнительных требований, предъявляемых СНиП 2.03.11-85: Свайные фундаменты [4]. Во избежание раскрытия продольных трещин следует принимать конструктивные меры (устанавливать соответствующую поперечную арматуру), а для предварительно напряженных элементов, кроме того, ограничивать значения сжимающих напряжений в бетоне в стадии предварительного обжатия (см. п. 1.29 СНиП 2.03.01-84). Подземные горные выработки [5].

С увеличением нагрузки появляются новые трещины. Блоки между первичными трещинами в процессе трещинообразования делятся, как правило, на 2...3 участка, так что расстояния между трещинами становятся примерно одинаковыми. Весь процесс трещинообразования по мере нарастания нагрузки носит затухающий характер, и в работе конструкции наступает момент, когда новые трещины уже не появляются, а рост нагрузки сопровождается только раскрытием старых трещин. Стабилизация трещинообразования наступает при напряжениях в арматуре, в сечениях с трещинами в пределах 250...300 МПа.

В нормах проектирования максимально допустимая ширина продолжительного раскрытия трещин для конструкций, эксплуатируемых в обычных условиях, принята равной 0,3 мм. В некоторых справочниках эта величина рассматривается и как граница, за которой наступает аварийное состояние конструктивных элементов [5].

Был произведен расчет подвальной стены многоэтажного здания на возможность допустимого трещинообразования в стене "нулевого цикла". И применение дублирующей стены [7, 8].

Рассмотрим расчетную модель здания на примере 11-ти этажного типового жилого монолитного дома, используемого в строительных проектах группы компаний ООО «БАЛТКОМ», с применением в подземной части здания «дублирующей стены». При расчёте конструкций нулевого цикла и создании его расчётной схемы наиболее оптимальным с точки зрения точности и производительности является способ моделирования двойной стены с помощью программного комплекса SCAD.

В системе строится вся модель будущего здания в целях:

- определения усилий в конструкциях «нулевого цикла»;
- уточнения количества свай;
- определения расчетного армирования основных несущих конструкций «нулевого цикла»;
- проверка общей устойчивости здания.

На данном этапе мы задались всеми необходимыми параметрами для построения расчетной модели в программном комплексе SCAD. Общая геометрия определяется из раздела Архитектура.

После ввода всех необходимых данных в системе проводится расчет. Найденные усилия и перемещения в элементах не должны превышать допустимых значений, что подтверждает прочность и жесткость конструкций.

При проектировании используем две стены. Одна стена выполняет несущую функцию, вторая – защитную. Защитная стена толщиной 120 мм, выполнена из гидротехнического бетона, защитный слой межстенного пространства заполняет эструдированный пенополистирол. Защитная стена обеспечивает не только сухость, но и защиту несущей стены от агрессивного воздействия грунтовых вод (рис.2) [8]. Такие модели в настоящее время получили распространение как численные расчеты основания зданий в трехмерной постановке с помощью программно-вычислительных комплексов Plaxis, Ansys, FemModels, SCAD, Лира, Roboti др. [9-11].

Дублирующая стена выполнена из монолитного железобетона, армирована в 1 ряд, также имеется зазорный рубец на уровне земли, который выполняет функцию поддержки облицовочного кирпича 1-го этажа и нейтрализации опасного воздействия расширения грунта в зоне промерзания на основную несущую стену, что позволяет продлить срок службы основания и позволяет сделать расчет в SCAD с условием раскрытия трещин. Обеспечивает экономию армирования на 1 м² при раскрытии трещин, так как можно использовать арматуру меньшего диаметра.

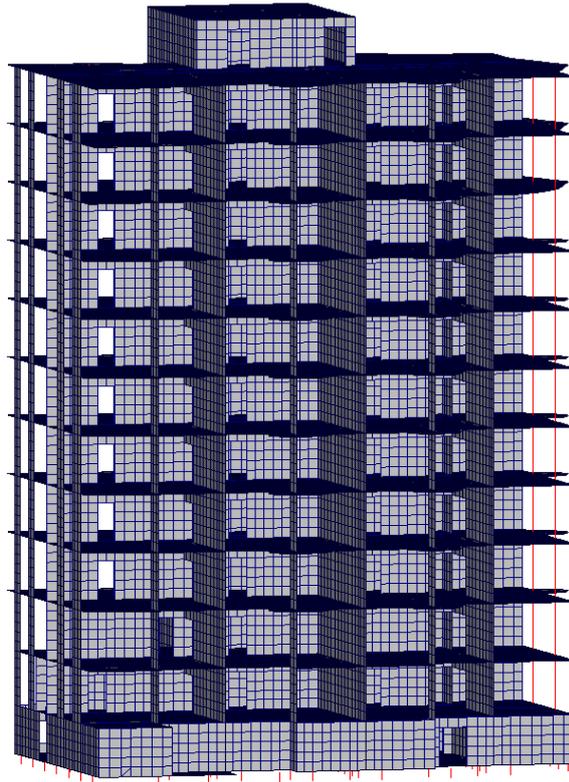


Рисунок 1. Общий вид расчетной модели. Типовой жилой дом

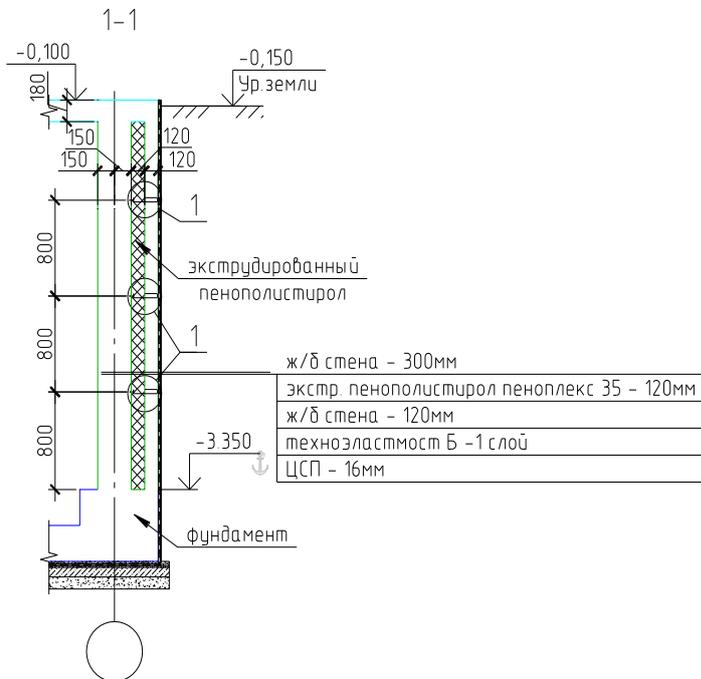


Рисунок 2. Элемент стены

При помощи программы SCAD был произведен расчёт [9], благодаря которому наглядно видно, какие изменения происходят за счет применения дублирующей стены. В первом варианте расчет сделан без дублирующей стены и, соответственно, без раскрытий трещин. В результате расчетный диаметр рабочей арматуры составил 22 мм, шаг 300 мм. Расчетная схема представлена на рисунке 3. Вторым вариантом рассчитан с применением дублирующей стены и, соответственно, с раскрытием трещин, после получения результатов получено значение диаметра арматуры 16 мм шаг 300 мм. Удалось снизить диаметр применимой арматуры.

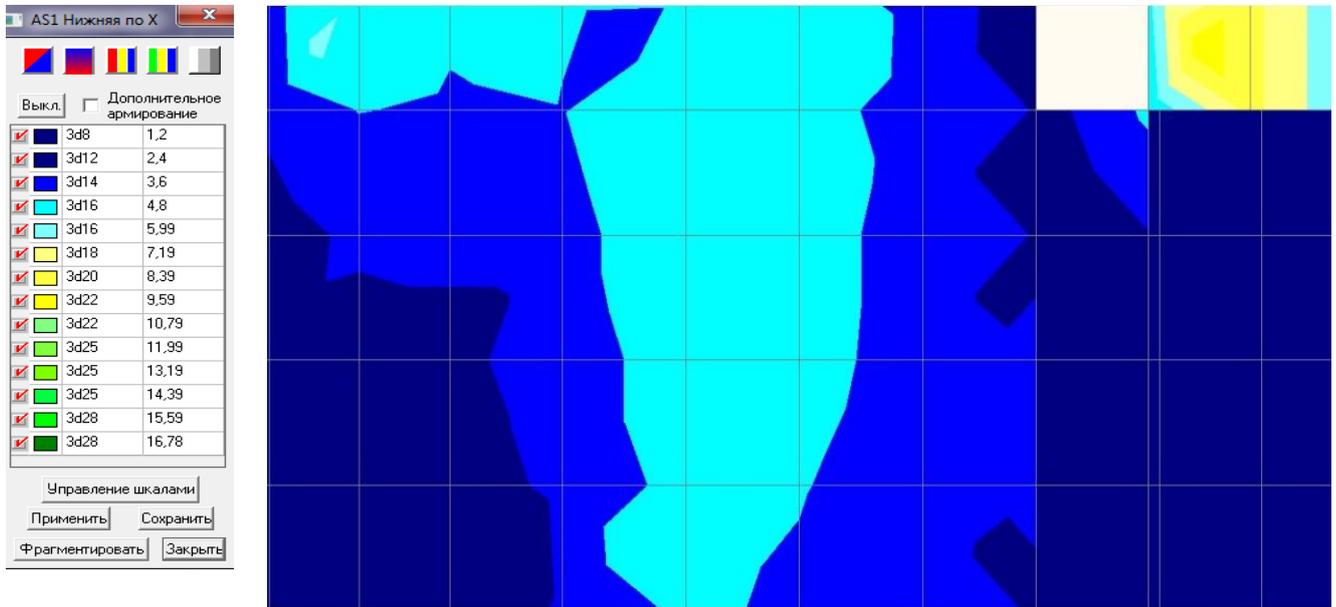


Рисунок 3. Отображение изополей армирования пластин без раскрытия трещин

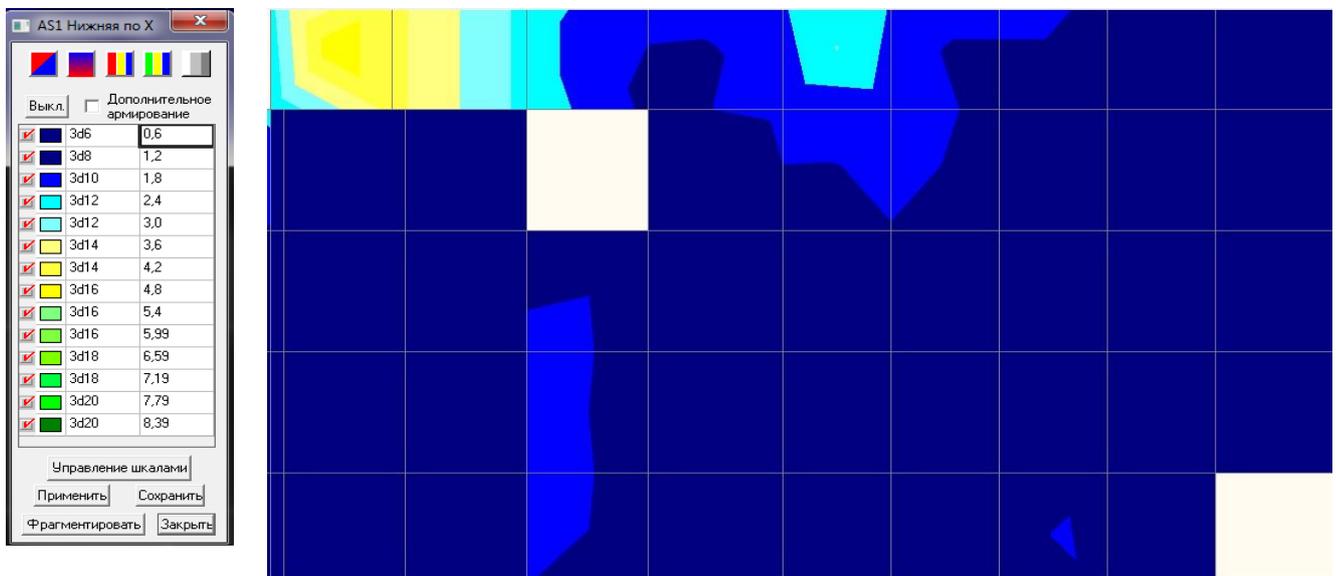


Рисунок 4. Отображение изополей армирования пластин с раскрытием трещин

Как видно по изополям, использование данной методики дает возможность применения арматуры меньшего диаметра в несущей стене.

Экономический эффект, получаемый вследствие применения данной методики, обосновывается снижением расхода материала т.к. посредством снижения диаметра арматуры мы добьемся снижения расхода массы арматуры на 1 погонный метр стены. Пример армирования стены (рисунок 5).

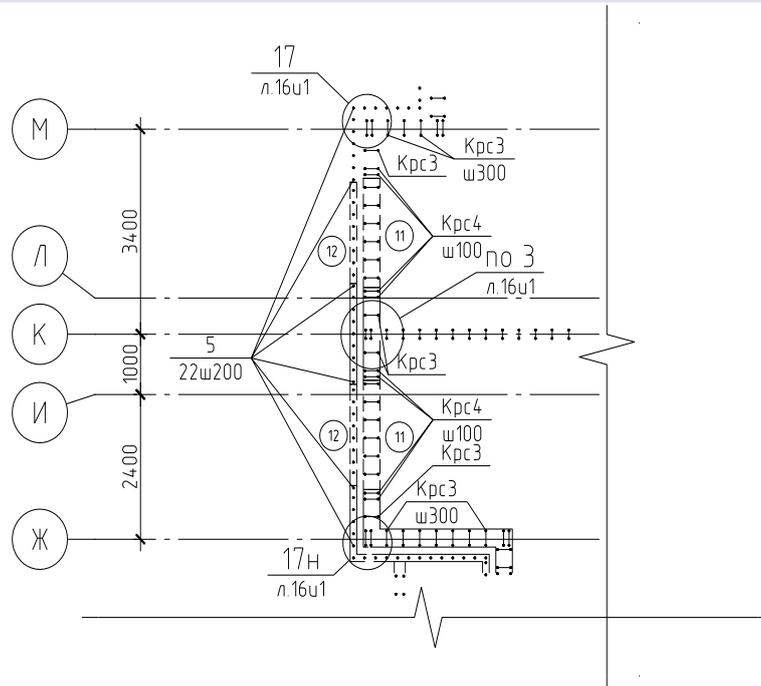


Рисунок 5. План армирования стены

Рассмотрим 20 погонных метров стены высотой 3м. В соответствии с ценами в СПб на 2015 г. можно оценить экономическую целесообразность применения дублирующей стены (таблица 1).

Таблица 1. Результат экономического анализа

№ позиции	Наименование работ	Без учета раскрытий трещин (Ø 28, М 250)	С учетом раскрытия трещин (Ø 20, М 150)
1	Объем бетона несущей стены	18 м ³	18 м ³
2	Объем бетона дублирующей стены	-	7,2 м ³
3	Стоимость бетона(1м ³)	2 8000 р.	2 500 р.
4	Сумма объема бетона	50 400 р.	63 750 р.
5	Объем стали	3 845 кг	3 845 кг
6	Стоимость 1 т. металла 24 500 р.	94 202 р.	72 250 р.
7	Объем пенополистеролпеноплекс 35 (м ²)	-	1089,8
8	Стоимость пенополистеролпеноплекс 35. 1 м ² - 268 р.	-	65 063 р.
Итого:		144 602 р.	201 063 р.

Вывод:

Применение данной технологии позволило сэкономить массу арматуры, снизив ее стоимость на 21 952 р. в расчете на 20 п.м. несущей стены.

Закключение

Используя новую разработанную методику с применением дополнительной стены в данном проекте, появляется возможность экономии расхода арматуры. Внедрение новой инновационной конструкции устройства двойной стены позволяет защитить несущую стену от вредных воздействий агрессивной среды грунтовых вод, вследствие чего удастся снизить и диаметр арматуры. Это позволяет выиграть в финансовом плане, не нарушая конструктивную часть проекта.

Литература

- [1]. Голышев А.Б., Бачинский В.Я., Полищук В.П. Железобетонные конструкции. Киев, 2001. С. 418.
- [2]. Голышев А.Б. Проектирование железобетонных конструкций. 1985. С.493.
- [3]. Костерин Э.В. Основания и фундаменты. М., 1990. С.428.
- [4]. СНиП 2.02.03.-85. Свайные фундаменты.
- [5]. СНиП 2.02.03.-84* Свайные фундаменты.
- [6]. СНиП 2.02.01.-83. Основания зданий и сооружений.
- [7]. Камаев В.С., Алексеев С.И. Учет жесткости параметров зданий при расчетах оснований и фундаментов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Томск ТГАСУ 2007. №3. С. 165-172.
- [8]. Норовков Ю.В. Специалист-инженер. ООО., "Новострой Проект Северо-запад".
- [9]. Константинов И.А., Соколов В.А. Каркасные здания и сооружения. Расчет усилий с помощью программы SCAD. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та. 2009. С. 39.
- [10]. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артаманова А.Е. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013. 2013. С. 376.
- [11]. Терехов А.Н., Брыксин Т.А., Литвинов Ю.В. Архитектура среды визуального моделирования QReal // Системное программирование. Вып. 4. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2009. С. 171-196
- [12]. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1986. С.173.
- [13]. Алексеев С.И. Основания и фундаменты. СПб.: Изд-во ПГУПС. 2007. С. 111.
- [14]. Baleshwarsingh, ningombamthoibasinghinfluenceofpilesloadsettlementbehaviourofraftfoundation, [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. // URL: <http://www.ijest.info/docs/IJEST11-03-12-171.pdf>
- [15]. Баширов Х.З. Определение параметров прочности нормальных сечений в железобетонных составных конструкциях. Москва. Изд-во ООО "Центр Трансстройиздат". 2013. С.23-25
- [16]. Кодыш Э. Н., Никитин И. К., Трекин Н. Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. Москва. Изд-во Ассоц. строительных вузов. 2010. С.352
- [17]. Соколов Б. С., Никитин Г. П. Прочность горизонтальных стыков железобетонных конструкций // Москва. Изд-во Ассоц. строительных вузов. 2010. С.101.
- [18]. Габрусенко В. В. Влияние дефектов заводской технологии на прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций. Новосибирск. Изд-во НГАСУ. 2012. С.44.
- [19]. Баширов Х.З., Крыгина А.М., Чернов К.М. Экспериментальные исследования прочности железобетонных составных конструкций по наклонным сечениям. Москва. Изд-во Рекламно-издательская фирма "Стройматериалы". 2013. С. 32-36.
- [20]. Абаканов М.С. Прочность железобетонных конструкций при малоцикловых нагружениях типа сейсмических. Москва. Изд-во Российская ассоциация по сейсмостойкому строительству и защите от природных и техногенных воздействий. 2013. С.30-34
- [21]. Белов Н.Н., Югов Н.Т., Копаница Д.Г., Югов А.А., Черникова Е.В., Мамцев Р.С., Устинов А. М. Расчет прочности конструкций из бетонных и железобетонных плит на высокоскоростной удар модельным снарядами. Томск. Изд-во Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 143-157.
- [22]. Настич О.Б., Хворост В.В. Прочность и долговечность железобетонных конструкций корпуса измельчения известняка камыш - бурунский ЖК. Кривой Рог. Изд-во Криворожский национальный университет. 2013. С. 29-32.
- [23]. Крыгина А.М., Чернов К.М., Баширов Х.З. Прочность железобетонных конструкций по наклонным трещинам первого и второго типов. Москва. Изд-во ООО "Издательство ПГС". 2013. С. 16-18
- [24]. Баширов Х.З., Федоров В.С., Колчунов В.И., Чернов К.М. Прочность железобетонных конструкций по наклонным трещинам первого типа. Санкт-Петербург. Изд-во Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2012. С. 50-54

- [25]. Плевков В.С., Малиновский А.П., Балдин И.В. Оценка прочности и трещиностойкости железобетонных конструкций по Российским и зарубежным нормам. Изд-во Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 144-153
- [26]. Белов Н.Н., Югов Н.Т., Копаница Д.Г., Югов А.А.. Расчет прочности конструкций из бетонных и железобетонных плит при высокоскоростном ударе. Изд-во Издательство Сибирского отделения РАН. 2005. С. 165-173
- [27]. Маилян Л.Р. О влиянии распределения арматуры на прочность и деформативность неразрезных железобетонных балок. В сб.: Вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона. Ростов-на-Дону, РИСИ, 1976.
- [28]. Баташев В.М. Исследование прочности, трещиностойкости и деформативности железобетонных элементов кольцевого сечения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. техн. наук. Москва 1964. С. 19.
- [29]. Дегтерев В.В. Расчёт на прочность изгибаемых железобетонных элементов с учётом характера диаграммы растяжения стали. ВНИИ Транспортного строительства. Сообщ. 143, М., 1959.
- [30]. Икрамов С. Влияние трещин в бетоне и пластических деформаций арматуры на распределение усилий в статически неопределимых железобетонных балках // Труды среднеазиатского политехнического института. Ташкент, 1957.
- [31]. Braja M. Das. Advanced soil mechanics. New York: Taylor & Francis Group, 2008. P. 567.
- [32]. Punmia B. C., Ashok Kumar Jain, Arun Kr. Jain. Soil mechanics and foundations. Firewall Media, 2005. P. 940.
- [33]. Harr M. E. Foundations of theoretical soil mechanics. NY McGraw Hill, 1966.
- [34]. Venkatramaiah C. Geotechnical engineering. New Age International, 2007. P. 926.
- [35]. Whitlow R. Basic soil mechanics. Prentice Hall, 2001. P. 592.
- [36]. Harr M. E. Mechanics of particulate media: a problem-solving approach. New York: 1977. P. 543.
- [37]. Buefler H., Lieb H., Meier G. Frictionless contact between an elastic stamp and elastic foundation // IngenieurArchiv. 1982. Vol. 52. Pp. 63-76.
- [38]. Cheung Y.K., Zienkiewicz O.C. Plate and tank on elastic foundation: An application of finite element method // International Journal of Solids and Structures. 1965. Vol. 1. No.4. Pp. 451-456.
- [39]. Desai C.S., Christian J.T. Numerical methods in geotechnical engineering. New York: McGraw-Hill, 1977. P. 783.
- [40]. Boulanger R.W., Curras C.J., Kutter B.L., Wilson D.W., Abghari A. Seismic soil-pile-structure interaction: experiments and analyses. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Vol. 125. Issue 9. Pp. 750-759.
- [41]. Nicolaou S., Mylonakis G., Gazetas G., Tazoh T. Kinematic pile bending during earth-quakes: analysis and field measurements. Geotechnique. 2001. Vol. 51. Issue 5. Pp. 425-440.
- [42]. Brandl H. Cyclic preloading of piles and box-shaped deep foundations. Proceedings of the International Geotechnical Conference. Moscow, 2010. Vol. 1. Pp. 3-28.
- [43]. Maugeri M., Motta E., Raciti E. Kinematic interaction for piles embedded in soils with a shear modulus increasing with depth. Proceedings of the International Geotechnical Conference. Moscow, 2010. Vol. 3. Pp. 895-902.
- [44]. Plevkov V.S., Malganov A.I., Baldin I.V., Stukov P.V., Kalachev K.V., Sarkisov D.U. Estimation of operated ferro-concrete structures strength of usual and prestressed reinforcing under longitudinal forces, bending and twisting moments. 8th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology KORUS 2004. -V. 2. -Tomsk, Tomsk Polytechnic University. -June 26-July 3, 2004. P. 342-344.
- [45]. Plevkov V.S., Baldin I.V., Baldin S.V., Kolmagorov A.G. La solidite et la fissuration dynamique des constructions en beton armee soumises a l'action des sollicitations compliques. Revue des sciences. Universite gamal Abdelnasser de Conakry. Republique de Guinee. -№ 8. -2010. P. 58-63.

Provision of resistibility of reinforced concrete structures of "zero cycle" assuming possibility of cracking

T.A.Zhuk¹, V.A. Melnikov²

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskayast., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 26February2014
Accepted 18March2014

Keywords

basement,
cracks in concrete structures,
to double outer wall,
fittings,
aggressive environment

ABSTRACT

Possibility of ensuring durability of ferroconcrete designs of "a zero cycle" at an assumption of disclosure of cracks is considered in article. Object of research –is settlement model of the standard eleven-floor monolithic house located in the city of St. Petersburg. The task consists in justification of application of a new technique by decrease in the consumption of materials. In article the optimum technology of the device of a double external wall urged to protect a bearing wall from harmful effects of hostile environment of ground waters is defined. It is proved that by means of application of this technology it is possible to achieve decrease in an expense of fittings.

¹ Corresponding author:
+7 (921) 186 2892, der_mag@mail.ru (Tatiana Aleksandrovna Zhuk, Graduate Student)
² +7 (812) 535 3029, pochti.kuzmin@yandex.ru (Viktor Alekseevich Melnikov, Associate Professor)

References

- [1]. Golyshev A.B., Bachinskiy V.Ya., Polischuk V.P. *Zhelezobetonnyye konstrukcii* [Reinforced concrete structures] // Kiev, 2001. S. 418.
- [2]. Golyshev A.B. *Proektirovanie zhelezobetonnykh konstruktsiy* [Design of reinforced concrete structures] // *Spravochnoe posobie*. 1985. S. 493.
- [3]. Kosterin E.V. *Osnovaniya i fundamente* [Bases and foundations] M., 1990. S. 427.
- [4]. SNiP 2.02.03.-85. *Svainyefundamenty*. [SNiP 2.02.01-85. Pile foundations]
- [5]. *SNiP 2.02.03.-84* yavlyayetsya pereizdaniyem SNiP 2.03.01-84 s izmeneniyami, utverzhennymi postanovleniyami Gosstroya SSSR ot 8 iyulya 1988 g. № 132 i ot 7 avgusta 1988 g. № 169.*
- [6]. SNiP 2.02.01.-83. *Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy* [SNiP 2.02.01-83*. Foundations of buildings and structures]
- [7]. Kamaev V.S., Alekseev S.I. *Uchet zhestkosti parametrov zdaniy pri raschetah osnovaniy i fundamentov*. [Accounting stiffness parameters of buildings in the calculation bases and foundations] // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. Tomsk TGASU 2007. №3 s. 165-172
- [8]. Norovkov Yu.V. *Specialist (inzhener) OOO, "Novostroy Proekt Severo-zapad"*
- [9]. Konstantinov I.A., Sokolov V.A. *Karkasnye zdaniya i sooruzheniya. Raschet usiliy s pomoschiu programmy SCAD. Metodicheskie ukazaniya* [Prefab buildings and facilities. Calculation efforts using the SCAD] // SPb.: Izd-vo Politehn. Un-ta. 2009, 39s.
- [10]. Gorodetskiy D.A., Barabash M.S., Vodopianov R.Yu., Titok V.P., Artamanova A.E.. *Programmnyy kompleks LIRA-SAPR 2013* [Software package LIRA- SAPR 2013] // *Uchebnoe posobie Elektronnoe izdanie*, 2013g., – 376 s.
- [11]. Terehov A.N., Bryksin T.A., Litvinov Yu.V. *Arhitektura sredy vizual'nogo modelirovaniya QReal* [Architecture visual modeling environment QReal.] // *Sistemnoe programmirovaniye*. Vyp. 4. SPb.: Izd-vo SPbGU. 2009, s. 171-196
- [12]. Berlinov M.V., Yagupov B.A. *Primery rascheta osnovaniy i fundamentov* [Examples of calculation bases and foundations] // M.: Stroyizdat, 1986. – 173 s.
- [13]. Alekseev S.I. *Osnovaniya i fundamente* [Bases and foundations] // *Uchebnoe posobie* SPb.: Izd-vo PGUPS, 2007. – 111 s.
- [14]. *Baleshwar singh, ningombam thoiba singh influence of piles on load settlement behaviour of raft foundation*, [web source]. Sistem.trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.ijest.info/docs/IJEST11-03-12-171.pdf>
- [15]. Bashirov H.Z. *Opreделение parametrov prochnosti normal'nykh secheniy v zhelezobetonnykh sostavnykh konstruktsiyakh*. [Determination of strength parameters of the normal sections of reinforced concrete composite structures] Moskva. Izd-vo OOO "Centr Transstroyizdat". 2013. S.23-25
- [16]. Kodysh E. N., Nikitin I. K., Trekin N. N. *Raschet zhelezobetonnykh konstruktsiy iz tyazhelogo betona po prochnosti, treshchinostoikosti i deformatsiyam* [Calculation of reinforced concrete structures of heavy concrete for strength, fracture toughness and deformation] Moskva. Izd-vo Assots. stroitel'nykh vuzov. 2010. s.352
- [17]. Sokolov B. S., Nikitin G. P. *Prochnost' gorizonta'nykh stykov zhelezobetonnykh konstruktsiy* [Strength of horizontal joints of reinforced concrete structures] Moskva. Izd-vo Assots. stroitel'nykh vuzov. 2010. s.101
- [18]. Gabrusenko V. V. *Vliyaniye defektov zavodskoy tekhnologii na prochnost, zhestkost i treshchinostoykost zhelezobetonnykh konstruktsiy* [The influence of defects on factory technology strength, toughness and crack resistance of reinforced concrete structures]. Novosibirsk. Izd-vo NGASU. 2012. S.44.
- [19]. Bashirov Kh.Z., Krygina A.M., Chernov K.M. *Eksperimentalnyye issledovaniya prochnosti zhelezobetonnykh sostavnykh konstruktsiy po naklonnym secheniyam*. [Experimental research strength concrete composite structures on inclined sections] Moskva. Izd-vo Reklamno-izdatelskaya firma "Stroymaterialy". 2013. S. 32-36.
- [20]. Abakanov M.S. *Prochnost zhelezobetonnykh konstruktsiy pri malotsiklovnykh nagruzheniyakh tipa seismicheskikh*. [Durability of reinforced concrete structures under seismic type low-cycle loading] Moskva. Izd-vo Rossiyskaya assotsiatsiya po seymostoykomu stroitelstvu i zashchite ot prirodnykh i tekhnogennykh vozdeystviy. 2013. S.30-34
- [21]. Belov N.N., Yugov N.T., Kopanitsa D.G., Yugov A.A., Chernikova Ye.V., Mamtsev R.S., Ustinov A. M. *Raschet prochnosti konstruktsiy iz betonnykh i zhelezobetonnykh plit na vysokoskorostnoy udar modelnym snaryadom*. [Strength calculation of structures made of concrete and reinforced concrete slabs on the high-speed impact model projectile]. Tomsk. Izd-vo Tomskiy gosudarstvennyy arhitekturno-stroitel'nyy universitet. 2013. S. 143-157.
- [22]. Nastich O.B., Khvorost V.V.. *Prochnost i dolgovechnost zhelezobetonnykh konstruktsiy korpusa izmelcheniya izvestnyaka kamyshe - burunskiy ZhRK*. [The strength and durability of concrete structures housing cane crushing limestone - Burun iron ore concentrate]. Krivoy Rog. Izd-vo Krivorozhskiy natsionalnyy universitet. 2013. S. 29-32.
- [23]. Krygina A.M., Chernov K.M., Bashirov Kh.Z. *Prochnost zhelezobetonnykh konstruktsiy po naklonnym treshchinam pervogo i vtorogo tipov*. [Durability of reinforced concrete structures on the inclined crack of the first and second types]. Moskva. Izd-vo OOO "Izdatelstvo PGS". 2013. S. 16-18
- [24]. Bashirov Kh.Z., Fedorov V.S., Kolchunov V.I., Chernov K.M. *Prochnost zhelezobetonnykh konstruktsiy po naklonnym treshchinam pervogo tipa*. [Durability of reinforced concrete structures on the inclined crack of the first and second types]. Sankt-Peterburg. Izd-vo Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arhitekturno-stroitel'nyy universitet. 2012. S. 50-54

- [25]. Plevkov V.S., Malinovskiy A.P., Baldin I.V. *Otsenka prochnosti i treshchinostoykosti zhelezobetonnykh konstruksiy po Rossiyskim i zarubezhnyim normam*. [Evaluation of the strength and crack resistance of reinforced concrete structures under Russian and international standards]. Izd-vo Tomskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet. 2013. S. 144-153
- [26]. Belov N.N., Yugov N.T., Kopanitsa D.G., Yugov A.A.. *Raschet prochnosti konstruksiy iz betonnykh i zhelezobetonnykh plit pri vysokoskorostnom udare*. [Strength calculation of structures made of concrete and reinforced concrete slabs under high speed impact]. Izd-vo Izdatelstvo Sibirskogo otdeleniya RAN. 2005. S. 165-173
- [27]. Mailyan L.R. *O vliyaniy raspredeleniya armatury na prochnost i deformativnost nerazreznykh zhelezobetonnykh balok*. V sb.: *Voprosy prochnosti, deformativnosti i treshchinostoykosti zhelezobetona*. [The effect of the distribution of reinforcement for strength and deformability of continuous reinforced concrete beams. In the book : Questions of strength, deformability i treshchinostoykosti concrete]. Rostov-na-Donu, RISI, 1976.
- [28]. Batashev V.M. *Issledovaniye prochnosti, treshchinostoykosti i deformativnosti zhelezobetonnykh elementov koltseвого secheniya. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kand. tekhn. nauk*. [Investigation of strength, fracture toughness and deformability of concrete elements of the ring section. Abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences]. Moskva 1964. S. 19.
- [29]. Degterev V.V. *Raschet na prochnost izgibayemykh zhelezobetonnykh elementov s uchetom kharaktera diagrammy rastyazheniya stali*. [Calculation of flexural strength of reinforced concrete elements taking into account the nature of the stress-strain diagram of steel]. VNII Transportnogo stroitelstva. Soobshch. 143, M., 1959.
- [30]. Ikramov S. *Vliyaniye treshchin v betone i plasticheskikh deformatsiy armatury na raspredeleniye usily v staticheski neopredelimykh zhelezobetonnykh balkakh* [Influence of cracks in concrete and plastic deformations in the reinforcement force distribution in statically indeterminate reinforced concrete beams]// Trudy sredneaziatskogo politekhnicheskogo instituta. Tashkent, 1957.
- [31]. Braja M. Das. *Advanced soil mechanics* // New York: Taylor & Francis Group, 2008. P. 567.
- [32]. Punmia B. C., Ashok Kumar Jain, Arun Kr. Jain. *Soil mechanics and foundations* // Firewall Media, 2005. P. 940.
- [33]. Harr M. E. *Foundations of theoretical soil mechanics* // NY McGraw Hill, 1966.
- [34]. Venkatramiah C. *Geotechnical engineering* // New Age International, 2007. P. 926.
- [35]. Whitlow R. *Basic soil mechanics* // Prentice Hall, 2001. P. 592.
- [36]. Harr M. E. *Mechanics of particulate media: a probiemisting approach* // New York: 1977. P. 543.
- [37]. Bufler H., Lieb H., Meier G. *Frictionless contact between an elastic stamp and elastic foundation* // IngenieurArchiv. 1982. Vol. 52. Pp. 63-76.
- [38]. Cheung Y.K., Zienkiewicz O.C. *Plate and tank on elastic foundation: An application of finite element method* // International Journal of Solids and Structures. 1965. Vol. 1. No.4. Pp. 451-456.
- [39]. Desai C.S., Christian J.T. *Numerical methods in geotechnical engineering* // New York: McGraw-Hill, 1977. P. 783.
- [40]. Boulanger R.W., Curras C.J., Kutter B.L., Wilson D.W., Abghari A. *Seismic soil-pile-structure interaction: experiments and analyses* // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Vol. 125. Issue 9. Pp. 750-759.
- [41]. Nicolaou S., Mylonakis G., Gazetas G., Tazoh T. *Kinematic pile bending during earth-quakes: analysis and field measurements* // Geotechnique. 2001. Vol. 51. Issue 5. Pp. 425-440.
- [42]. Brandl H. *Cyclic preloading of piles and box-shaped deep foundations* // Proceedings of the International Geotechnical Conference. Moscow, 2010. Vol. 1. Pp.3-28.
- [43]. Maugeri M., Motta E., Raciti E. *Kinematic interaction for piles embedded in soils with a shear modulus increasing with depth* // Proceedings of the International Geotechnical Conference. Moscow, 2010. Vol. 3. Pp. 895-902.
- [44]. Plevkov V.S., Malganov A.I., Baldin I.V., Stukov P.V., Kalachev K.V, Sarkisov D.Uu. *Estimation of operated ferro-concrete structures strength of usual and prestressed reinforcing under longitudinal forces, bending and twisting moments* // 8th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology KORUS 2004. -V. 2. -Tomsk, Tomsk Polytechnic University. -June 26-July 3, 2004. P. 342-344.
- [45]. Plevkov V.S., Baldin I.V., Baldin S.V., Kolmagorov A.G. *La solidite et la fissuration dynamique des constructions en beton armees soumises a l'action des sollicitations compliques*. Revue des sciences // Universite gamal Abdelnasser de conakry. Republique de guinee. № 8. 2010. P. 58-63.

Жук Т.А., Мельников В.А. Прочность железобетонных конструкций «нулевого цикла» при допущении возможности раскрытия трещин // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №4(31). С. 82-93.

Zhuk T.A., Melnikov V.A. Provision of resistibility of reinforced concrete structures of "zero cycle" assuming possibility of cracking. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 4(31), Pp. 82-93. (rus)