

УТВЕРЖДАЮ

Директор по научной деятельности
АО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева",

д.т.н. В.Ф.Штильман



2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Евсеева Николая Андреевича “Развитие метода расчета зданий монолитной конструктивной системы во взаимодействии с основанием при учете физически нелинейной работы железобетонных конструкций”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 “Строительные конструкции, здания и сооружения”.

Актуальность темы исследований.

При проведении расчетных исследований бетонных и железобетонных сооружений и их оснований одной из наиболее сложных и трудоемких задач является учет нелинейности физико-механических характеристик, как материала основания, так и самого сооружения. Обычно при выполнении исследований материал работа железобетонных конструкций рассматривается в рамках линейно-упругой модели. Однако в работе железобетонных конструкций, хотя и в меньшей степени, чем основания, но также неизбежно проявляется нелинейный характер зависимости деформаций и напряжений. Физическая нелинейность железобетона определяется множеством факторов и связана, в первую очередь, с трещинообразованием, пластическими и реологическими свойствами бетона. Поэтому для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций ответственных зданий и сооружений с учетом совместной работы с основанием желательно учитывать нелинейное поведение железобетона. Особенную актуальность учет физической нелинейности работы железобетонных конструкций в расчетах имеет в случаях, когда могут ожидать значительные деформации конструкций: при расчетах тяжелых высотных зданий, а также в случаях сложных инженерно-геологических условий.

При проектировании сооружений промышленно-гражданского строительства ввиду достаточной сложности расчетных схем, учитывающих нелинейную работу материала, нелинейными

расчетами сооружений в целом обычно пренебрегают, учитывая физически нелинейную работу железобетонных конструкций упрощенно, путем понижения жесткостных параметров элементов в линейно-упругой модели с помощью понижающих коэффициентов и ограничиваются нелинейными расчетами отдельных конструктивных элементов и узлов. Следовательно, вопросы назначения понижающих коэффициентов жесткости для железобетонных конструкций, рассмотренные в представленной диссертации, являются весьма актуальными для теории и практики.

Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации состоит в разработке, адаптации и реализации методики упрощенного расчета железобетонных конструкций, основанной на применении коэффициентов снижения жесткости расчетных сечений при линейно-упругой постановке взамен выполнения значительно более сложных нелинейных расчетов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Полученные автором результаты соответствуют проведенным ранее исследованиям. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач в области расчетных исследований строительных конструкций промышленных и гражданских зданий. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

1. В работе установлено, что использование приводящихся в отечественных и в зарубежных источниках литературы значений коэффициентов, упрощенно учитывающих снижение жесткости конструкций за счет физически нелинейной работы, может приводить к завышению жесткости конструкций. Показано, что их не всегда допустимо использовать в расчетах, учитывающих взаимодействие сооружения и основания.

2. Предложена функция изменения коэффициента снижения изгибной жесткости железобетонного сечения после трещинообразования при длительном действии нагрузки, зависящая от ряда параметров сечения. Полученную функцию можно эффективно использовать, например, для оценки деформаций железобетонных конструкций при длительно действующих нагрузках.

3. Разработана упрощенная методика учета снижения жесткости конструкций. Показано, что результаты совместных расчетов основания и сооружения в рамках предложенной методики могут с удовлетворительной точностью согласовываться с результатами расчета с использованием нелинейной деформационной модели.

4. Показано, что учет физической нелинейности железобетона в совместных расчетах сооружения и основания оказывает большое влияние на полученные величины деформаций и

усилий в конструкциях, что может быть важно при выборе проектных решений. Установлено, что использование упругой модели железобетона с нормативными величинами коэффициентов снижения жесткости приводит к недооценке неравномерности осадок сооружения.

Степень разработанности темы исследований.

Представленная работа является развитием известного подхода к расчету конструкций с учетом их взаимодействия с деформируемым полупространством, однако в ней исследуется вклад учета физически нелинейной работы конструкций при взаимодействии сооружения с деформируемой средой основания. Несмотря на высокую актуальность данной темы, например, в случае сложных инженерно-геологических условий и существенной податливости основания, в научно-технической литературе был выявлен дефицит работ, посвященных анализу эффектов взаимодействия нелинейно деформируемой конструктивной системы сооружения и деформируемого полупространства, в связи с чем данная тема нуждалась в дополнительных исследованиях.

Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований достигаются

- корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования;
- применением современного математического аппарата;
- оценкой достоверности результатов исследований на основе разработанных методов верификации, основывающихся на их сопоставлении с данными, полученными на основе нормативных методик;
- подтверждением полученных результатов с данными, полученными в результате натурных экспериментов на существующем объекте.

Научная значимость работы.

Автором предложена методика учета нелинейной работы железобетонных конструкций путем введения понижающих коэффициентов жесткости, позволяющих заменить расчеты конструкций в рамках моделей нелинейного деформирования железобетона на упрощенные квазиупругие расчеты без существенной потери точности. Разработанная методика может быть использована при дальнейшем развитии методов расчетов железобетонных сооружений с учетом физической нелинейности материала.

Практическая значимость работы.

Предлагаемая автором методика дает возможность значительно упростить расчетные исследования строительных сооружений и конструкций с учетом нелинейной работы железобетона. Применение такой упрощенной методики может быть актуальным в практике расчетов железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий.

Теоретическая значимость работы заключается в дальнейшем развитии методов расчетов железобетонных сооружений и их оснований, что является вкладом в развитие современной строительной науки.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов

Физически нелинейная работа железобетонных конструкций оказывает значительное влияние на результаты расчета взаимодействия системы "сооружение – основание". Таким образом, при оценке деформаций объекта нового строительства на основании, либо дополнительных деформаций существующего сооружения, попадающего в зону влияния нового строительства, необходимо правильно назначить жесткость конструкций с учетом их физически нелинейной работы. В данных условиях достаточно сложно и трудоемко использовать для расчетов строительных конструкций нелинейные модели. В связи с этим автором предложена методика расчета таких конструкций с использованием упруго-линейных моделей с введением для учета фактической нелинейности физико-механических характеристик понижающих коэффициентов жесткости железобетонных конструкций. Применение данной методики позволит в ряде случаев эффективно назначить жесткость материалов сооружения при использовании упругих моделей, обеспечив, таким образом, хорошее соответствие результатам значительно более трудо- и ресурсоемких нелинейных расчетов.

Структура диссертационной работы.

Диссертация состоит из 5 глав, введения, заключения, списка литературы и 7 приложений, содержит 148 страниц основного текста, 103 рисунков и 6 таблиц. Список литературы включает 133 наименования, в том числе 47 на иностранных языках.

В первой главе кратко рассмотрены особенности нелинейной работы железобетонных конструкций. Описаны методы учета нелинейного характера работы железобетонных конструкций в расчетных исследованиях. Дан обзор методик и рекомендаций по учету нелинейной работы железобетона при проведении расчетных исследований.

Во второй главе анализируются различные, в том числе упрощенные, подходы по учету физической нелинейности в линейно-упругих расчетах железобетонных конструкций. Выполнено сравнение результатов расчета железобетонного элемента с использованием рекомендуемых в отечественных нормативных документах коэффициентов снижения жесткости с результатами расчета конструкции с использованием нелинейной модели железобетона при длительном действии нагрузки. Производится сравнение результатов, полученных при применении величин понижающих коэффициентов, представленных в отечественных и зарубежных нормах со значениями, полученными с использованием нелинейной деформационной модели работы железобетона.

В третьей главе представлена разработанная автором работы упрощенного учета физически нелинейной работы железобетонных конструкций. Результаты расчетов прогибов железобетонной балки по предложенной методике сопоставляются с результатами нелинейных расчетов и натурных экспериментов при длительном действии нагрузки. На основе проведенных расчетных исследований делается вывод о том, что следование указаниям норм по назначению понижающих коэффициентов жесткости железобетонных конструкций приводит к большей жесткости конструкций по сравнению с нелинейной моделью.

В четвертой главе приводятся результаты расчетов большепролетного железобетонного сооружения. Расчетная модель МКЭ состоит из оболочечных и стержневых конечных элементов. Используется нелинейная деформационная модель работы железобетона. В главе выполнено сопоставление нелинейных численных расчетов с использованием ПК «Лира-САПР» с нелинейными расчетами по СП 63.13330 и данными натурных измерений. Разработаны и апробированы рекомендации по проведению процедуры верификации численных решений, позволяющей удостовериться в корректности результатов нелинейного расчета конструкции.

В пятой главе представлены результаты решения модельных задач, включающего ряд расчетов системы "сооружение – основание" с использованием упругой и нелинейной деформационной моделей железобетона. Также представлены результаты расчетов, выполненных для существующего объекта – 17-ти этажного жилого здания. Выполнена количественная и качественная оценка влияния физически нелинейной работы железобетонных конструкций на НДС сооружения на упругом основании. Произведено сравнение результатов нелинейного расчета с результатами, полученными в соответствии с нормативными подходами и с предлагаемой уточненной методикой назначения изгибной жесткости. Показано, что разработанная методика позволяет получать результаты, демонстрирующие удовлетворительное соответствие результатам нелинейных расчетов.

Замечания по диссертационной работе.

1. Завышенная жесткость в линейно-упругом расчете приведет, разумеется, к меньшим деформациям, но, при этом, к большим напряжениям в конструкции, а значит, позволит получить более консервативную оценку прочности конструкции. Возможно, это и было целью назначения таких коэффициентов в действующих нормативных документах – получить завышенные напряжения в запас?

2. В работе различные результаты приводятся в сравнении с "нелинейным расчетом". Зачастую не поясняется, какие именно предпосылки нелинейного расчета при этом принимаются, что затрудняет понимание текста работы и представленных результатов.

3. Складывается впечатление, что основное преимущество предлагаемой методики, по сравнению с непосредственным учетом нелинейного поведения бетона, является сокращение

машинного времени, однако, в работе не проведен достаточно подробный сравнительный анализ расчетного времени при решении различных задач, применении различных инструментов (программных комплексов и параметров решателя), не указаны характеристики применяемых при этом аппаратных средств (объем памяти, количество процессорных ядер, применение графических ускорителей, распараллеливание вычислений и т.п.). Предложенный в главе 5 пример показал что "время, затрачиваемое на решение нелинейной модельной схемы 2А, рассмотренной в п. 5.2, превышает время решения упругой в 95 раз (95 мин – нелинейная схема, 1 мин – упругая схема)", но 95 минут - это вполне допустимое время для решения практических задач. Подготовка пользователем расчетной схемы, для реализации предлагаемой в работе методики сама по себе может потребовать большего времени при отсутствии каких-либо специальных инструментов автоматизации.

4. Положения вывода 1, по-видимому, не следовало выносить в качестве вывода по диссертационной работе, поскольку это общеизвестная информация, а не результат выполненных в автором исследований. Вывод 2 так же не может являться выводом по диссертации. Он содержит обоснование актуальности работы, а не ее результаты.

5. Автор пишет о важности *"учета физической нелинейности при анализе напряженно-деформированного состояния расчетных схем здания для нештатных ситуаций"* (см. Вывод 7), что, разумеется, справедливо, хотя термин "нештатные ситуации" не принято использовать в инженерно-строительной практике, очевидно автор подразумевает особые и аварийные воздействия. В тоже время в работе не рассматриваются вопросы применения предлагаемой методики к расчетам на действие нагрузок особого сочетания, например, сейсмических.

6. В работе решения для оценки параметров НДС железобетонных элементов, полученные в соответствии с принятой в действующих нормах методикой, называются "точными", хотя это вряд ли обоснованно. Под "точностью" обычно понимают степень близости некоего значения величины к ее истинному значению. В нормативной методике определение параметров НДС бетонных и железобетонных конструкций по методу предельных состояний осуществляется в условиях неопределенности в исходной информации, учитываемой рядом коэффициентов – условий работы, сочетаний нагрузок и др. Считать такие параметры "истинными", по-видимому, некорректно.

7. В части оформления и стиля диссертационной работы следует отметить, что, к сожалению, в ней содержится значительное количество описок и опечаток, неправильное использование предлогов, падежей, пропущенные слова и т.д. Кроме того, работа достаточно тяжело читается и изобилует обычно не используемыми, или неудачными оборотами, например, "анализ и обобщение ... подходов по упрощенному математическому моделированию нелинейной работы железобетонных конструкций в численных расчетах упругих схем", или "Решением квазиупру-

гой задачи инженеры получают представляющие интерес конечные результаты НДС конструктивной системы здания." и т.п. в том же духе.

Заключение

Считаем, что диссертационная работа Евсеева Николая Андреевича "Развитие метода расчета зданий монолитной конструктивной системы во взаимодействии с основанием при учете физически нелинейной работы железобетонных конструкций", является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи по выработке уточненной методики расчета железобетонных конструкций с учетом нелинейной работы материала. Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки научной и практической ценности рассматриваемой диссертации.

Автор опубликовал 9 научных работ по теме диссертации, из них 8 относятся к изданиям, рекомендуемым ВАК и индексируемым Scopus.

Работа соответствует критериям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842.. Вопросы, решенные диссертантом в работе, имеют **существенное значение** для решения важных прикладных задач в области проектирования и строительства железобетонных сооружений. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждение ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 "Строительные конструкции, здания и сооружения".

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации.

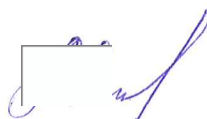
Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании отдела №360 "Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений" АО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева" "01" апреля 2021 г., протокол №1.

Присутствовало: 32 из 43 сотрудников отдела.

Результаты голосования "за" - 32, "против" - нет, "воздержались" - нет.

Начальник отдела №360

"Статика и сейсмостойкость бетонных
и железобетонных сооружений"



А.Е.Скворцова

Доктор технических наук,

Главный научный сотрудник



А.М.Юделевич

**Личную подпись
удостоверяю:** Начальник
отдела управления персоналом

А.Е. Скворцова

А.М. Юделевич

Е.Ю. Вишневская

Сведения о ведущей организации

Акционерное общество "Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е.Веденеева" Адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, Гжатская ул., д. 21.
Тел.: +7(812)535-54-45. Факс: +7(812)535-67-20. Сайт: <http://www.vniig.rushydro.ru>. E-mail: vniig@vniig.ru

Сведения о лицах, подписавших отзыв

Штильман Владимир Борисович, доктор технических наук.
Шифр научной специальности, по которой была защищена докторская диссертация и ее расшифровка: 05.23.07 – "Гидротехническое строительство"
Должность: Директор по научной деятельности АО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева"
Адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 21, каб. 417,
Тел. +7(812)493-93-78, E-mail: ShtilmanVB@vniig.ru

Скворцова Анна Евгеньевна
Должность: Начальник отдела №360 "Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений" АО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева"
Адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 21, каб. 488.
Тел. +7(812)493-93-39, E-mail: SkvortsovaAE@vniig.ru

Юдеlevич Александр Михайлович, доктор технических наук.
Шифр научной специальности, по которой была защищена докторская диссертация и ее расшифровка: 05.23.07 – "Гидротехническое строительство"
Должность: Главный научный сотрудник лаборатории №362 "Статика и термика бетонных сооружений" отдела №360 "Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений" АО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева"
Адрес: 195220, г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 21, каб. 397.
Тел. +7(812)493-94-77, E-mail: YudelevichAM@vniig.ru