

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Грекова Михаила Александровича на диссертацию Ибрахим Анас на тему «Разработка нового программного комплекса для анализа пространственных каркасных конструкций», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы диссертации.

В связи с развитием постоянно расширяющихся возможностей современной компьютерной техники возникает потребность в разработке новых, более совершенных программных пакетов для расчета и проектирования строительных конструкций. С помощью усовершенствованного программного обеспечения и вычислительных комплексов можно проводить более детальный анализ конструкций, а также расширять функциональность систем автоматизированного проектирования. Поэтому тема диссертации, направленная на разработку нового программного комплекса на основе метода конечных элементов для выполнения трехмерного моделирования, всестороннего анализа и проектирования каркасных конструкций при введении в программный комплекс возможность автоматизированного расчета осадки фундаментов, вызванных консолидацией грунтов, усовершенствование процедуры расчета критических поперечных нагрузок с учетом упругопластического поведения элементов каркаса; оптимизация алгоритма проектирования железобетонных колонн, несомненно является актуальной.

Новизна полученных результатов. Наиболее значительными новыми результатами диссертации являются:

При разработке программного комплекса использованы новые предложенные автором алгоритмы, ускоряющие работу программы и расширяющие ее функциональность. Создан новый конечно-элементный программный пакет для моделирования, анализа и проектирования пространственных каркасных конструкций с усовершенствованными процедурами расчета осадки оснований, определения критических поперечных нагрузок с учетом упругопластического поведения железобетонных колонн. Разработан метод определения критических поперечных нагрузок с использованием модифицированных матриц жесткости, учитывающая упругопластическое поведение элементов каркаса при формировании пластических шарниров. Разработан алгоритм оптимального проектирования железобетонных колонн, находящихся под совместным действием двусосного изгиба и осевой нагрузки, не требующий предварительного задания распределения арматуры по сечению колонны. Создана библиотека новых инструментов в интерфейсах графической среды для расчета распределения арматуры во всех элементах конструкции, позволяющая изменять детали проектирования удобным и более настраиваемым способом внутри самой программы.

Достоверность полученных результатов и выводов обусловлена корректной постановкой задач, применением для расчетов хорошо апробированных численных методов и алгоритмом, основанных на правильных физических представлениях поведения анализируемых объектов, общепринятых строительных стандартов и правил, а также сравнением результатов по разработанным программам с результатами, полученными с

помощью других сертифицированных программ. Достоверность новых разработанных автором программ подтверждается соответствием результатов расчетов здравому смыслу, законам механики деформируемого тела и строительной механики.

Ценность для науки и практики. Разработан новый, имеющий большое значение в инженерной практике, программный комплекс для моделирования, анализа и проектирования каркасных конструкций при различных воздействиях. При разработке комплекса были усовершенствованы известные процедуры расчета и проектирования конструкций, а также добавлены новые функции, которые расширили возможности применения пакета на практике, повысили точность расчетов, позволили автоматизировать некоторые функции и сделали более удобным и гибким его интерфейс. Так, принятая автоматизированная процедура учета консолидационной осадки фундамента позволяет повысить достоверность расчетов для глинистых грунтов и намывных территорий без привлечения дополнительных вычислений. Расчет конструкций с учетом этого эффекта может помочь конструкторам принять решение об изменении типа фундамента. Предложенный метод определения критических поперечных нагрузок, учитывающий упругопластическое поведение элементов каркаса, позволяет существенно снизить погрешность расчетов по стандартным методикам. Новый алгоритм проектирования железобетонных колонн позволяет автоматизировать процесс определения необходимого количества арматуры и ее оптимального распределения и заметно сократить время расчета. Кроме практической значимости программного комплекса для строительной отрасли созданные автором диссертации схемы расчетов и алгоритмы будут полезны для дальнейшего развития вычислительных методов и усовершенствования других программных продуктов.

Работа объемом 178 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 90 наименований, 77 рисунков и 10 таблиц.

В первой главе дается обзор существующих компьютерных программ, предназначенных для расчета и проектирования конструкций, обзор литературы по применению метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций, в том числе, при анализе реакции конструкции на воздействие сейсмических нагрузок. Приводятся основные теоретические методы и уравнения, применяемые при статическом и динамическом подходе.

Во второй главе приводятся алгоритмы, построенные на основе методов, описанных в первой главе и в совокупности составляющие суть разработанной автором программы.

В третьей главе дается краткое руководство по основным функциям программы, разработанной в диссертации. К ним относятся функции, используемые при моделировании конструкции, функции, используемые для анализа конструкции, функции, используемые при проектировании конструкции. Предложен метод создания новых инструментов для расчета количества и распределения арматуры в элементах конструкции.

В четвертой главе описываются новые функции, разработанные в программе для учета осадки мелкозаглубленных фундаментов при расчете и проектировании многоэтажных каркасных зданий, для упругопластического расчета железобетонных каркасных зданий и оптимального проектирования железобетонных колонн, находящихся под совместным действие двухосного изгиба и осевой нагрузки.

Замечания по работе.

1. В п. 4.1.3. приводится пример расчета взаимодействия фундамента с грунтом. Судя по описанию возможностей программы, в ней не предусмотрена оптимизация формы, размеров и расположения фундаментов для обеспечения минимальных значений дифференциальных осадков. Если это так, то думал ли автор над этой проблемой.
2. Некоторые численные значения параметров берутся с неоправданно высокой точностью. Например, на стр. 141: прочность неограниченного бетона на сжатие 27,58 МПа, деформация того же бетона 0,002219, модуль упругости бетона 24855,58 МПа, модуль упругости стали 199947,98 МПа.
3. Некоторые фразы нуждаются в пояснении, например, на стр. 147: «Кроме того, перед процессом проектирования, пользователь должен определить распределение арматурных стержней по обеим главным осям сечения, а результат расчета предоставляется в виде количества арматуры (мм^2) в общей площади сечения бетона), соответствующий выбранному распределению стержней.»
4. При расчете несущей способности прямоугольной армированной колонны, скорее всего, происходит кручение колонны при двухосном изгибе. Насколько учет такого кручения может повлиять на результаты оптимального проектирования колонн?
5. В таблице 4.2. отсутствуют размерности модулей упругости.

Указанные замечания не умаляют значимости полученных результатов и не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые результаты, имеющие большое значение для практического использования и дальнейшего развития соответствующих программных комплексов.

Диссертация Ибрахим Анас на тему: «Разработка нового программного комплекса для анализа пространственных каркасных конструкций» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Ибрахим Анас заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры вычислительных методов
механики деформируемого тела факультета
прикладной математики – процессов управления СПбГУ



Греков Михаил Александрович

26.05.2023