

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Пшеничкиной Валерии Александровны, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Строительные конструкции, основания и надёжность сооружений» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» диссертационную работу Савенкова Антона Юрьевича на тему «Расчет подземных железобетонных сооружений на аварийные воздействия в нелинейной динамической постановке», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Актуальность темы исследования

Защитные сооружения гражданской обороны предназначены для защиты людей в военное время и при чрезвычайных ситуациях мирного времени от косвенного воздействия ядерных и обычных средств поражения. Эти сооружения, включая встроенные убежища, обычно размещаются в приспособляемых для этих целей подвальных помещениях производственных, жилых или общественных зданий, а также в заглубленных сооружениях.

Основные требования к защитным сооружениям включают необходимость выдерживать действие воздушной ударной волны с соответствующим избыточным давлением и предотвращать повреждение конструкций от удара и взрыва боеприпаса. При проектировании помещений для защитных сооружений рекомендуется использовать эффективные объемно-планировочные и конструктивные решения, учитывая современные достижения науки, техники и технологий.

Вместе с тем, действующие нормативные методики для расчета защитных сооружений основаны на линейных статических методах и достаточно приближенных моделях, что может привести к неэффективным проектным решениям. Динамические воздействия на защитные сооружения имеют сложную природу и отличаются кратковременностью, высокой интенсивностью и неопределенностью расчетных параметров, что требует применения нелинейных динамических расчетных моделей и методик, основанные на современных подходах.

В настоящее время задача комплексного расчета подземных сооружений на воздействие воздушной ударной волны в нелинейной динамической постановке с учетом возможного обрушения вышестоящих конструкций здания остается практически неизученной. Это и определяет **актуальность темы диссертации**, посвященной разработке методик расчета подземных сооружений на воздействие ударных волн в газодинамической постановке с

помощью нелинейных динамических методов, в том числе с учетом случайного характера внешнего взрывного воздействия.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (184 наименования). Общий объем диссертации составляет 143 страницы, включая 4 таблицы и 111 рисунков.

Во введении сформулированы цель диссертации, ее актуальность и научная новизна, практическая значимость, сведения об апробации работы, выводы, выносимые на защиту, публикации, структура и объем диссертационной работы. Рассмотрены основные нормативные положения в части расчета подземных сооружений для защиты населения от аварийных ситуаций природного и техногенного характера. Выполнен обзор литературы по данной тематике.

В первой главе приведены основы газодинамических методов расчета, которые применяются в исследованиях. Выполнен обзор моделей материалов и сред используемых для решения задач в нелинейной газодинамической постановке.

Вторая глава посвящена определению параметров исходного воздействия воздушной ударной волны. Рассмотрены сферический и плоский фронты воздушной ударной волны. В результате анализа подходов к моделированию фронта ударной волны при решении задачи взаимодействия ударной волны с сооружением в газодинамической постановке получено, что, использование точечных взрывов (создающих сферический фронт воздушной ударной волны) дает очень короткое время действия фазы сжатия волны, следовательно, заниженные нагрузки на сооружение

Для расчета подземных сооружений должен использоваться плоский фронт ВУВ, который задается графиком избыточного давления с соответствующими расчетными параметрами. Такой подход удовлетворительную согласуется с экспериментальными данными.

Отмечается значительный разброс экспериментальных данных, что указывает на необходимость вероятностного описания исходного воздействия.

Выполнен сравнительный анализ результатов расчета с помощью эквивалентного статического и газодинамического методов на примере двухэтажного каркасно-стенового здания.

Во третьей главе рассмотрены вопросы моделирования взаимодействия ударных волн с грунтовым основанием и подземным сооружением.

Выполнен анализ существующих моделей грунтового основания применимых для решения задач взаимодействия ударных волн, распространяющихся в грунте, с подземным сооружением. Для поставленной в работе задачи принята модель Кулона-Мора.

Приведено решение задачи о взаимодействии воздушной ударной волны на подземное железобетонное сооружение стеновой конструктивной схемы с помощью нелинейного динамического метода. Приведен анализ подходов к моделированию разрушений строительных конструкций, в том числе на примере полевых и численных результатов экспериментов, выполненных зарубежными авторами. Выполнен расчет встроенной подземной части здания на воздействие воздушной ударной волны, волн сжатия в грунте, а также на нагрузки от завала при обрушении вышестоящих конструкций.

В четвертой главе решена задача оценки надежности встроенного в многоэтажное здание подземного сооружения при воздействии воздушной ударной волны с учетом возможного обрушения надземной части.

В главе рассматриваются классические методы оценки надежности сооружений. Воздействие воздушной ударной волны моделируется в зависимости от статистических характеристик двух случайных величин: эффективной массы взрывчатого вещества и расстояния от центра взрыва. Вероятностный расчет проводился методом статистических испытаний.

Выполнена оценка надежности встроенного подземного сооружения при воздействии воздушной ударной волны с учетом обрушения строительных конструкций вышестоящего здания, в том числе с учетом полученных на момент образования завала повреждений в плите перекрытия над подземной частью. Вероятность отказа железобетонного перекрытия подвала составила $P_f = 0,001$.

В заключении приведены выводы по итогам выполненных исследований

Степень обоснованности и достоверности научных положений, результатов и выводов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечивается корректной постановкой задачи, использованием фундаментальных положений строительной механики, строгостью математических формулировок, применением многократно апробированных численных методов решения краевых задач. Основные результаты работы прошли апробацию на ряде российских и международных конференциях.

Научная новизна

Научная новизна работы состоит в разработке нелинейных динамических расчетных моделей и методик, предназначенных для исследования поведения подземных сооружений при сложном комплексе нагрузок, вызванных воздействием воздушной ударной волны, в том числе с учетом обрушения вышестоящих конструкций здания, а также с учетом случайного характера внешнего воздействия.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в развитии нелинейных динамических методов расчета для применения к расчетам подземных сооружений с учетом конструктивной нелинейности (разрушения конструкций). Результаты исследований могут быть применены исследовательскими и проектными организациями при проектировании встроенных подземных сооружений от воздействия воздушных ударных волн и падающих предметов, а также при проведении численных экспериментов для верификации моделей подземных сооружений по результатам натурных исследований отдельных несущих элементов.

Замечания

1. Стр. 64, 70. Название конструктивной схемы двухэтажного здания – каркасно-стеновая, но не колонно-стеновая.

2. В п.3.1 на стр.72 при описании структуры грунта и его поведения под нагрузкой некорректно используется термин «почва»: «сухая (насыщенная) почва», «почвенный каркас», «модели почвы». Очевидно, что его следует заменить на «грунт».

3. На стр.114 для моделирования процесса взрыва принимается функция избыточного давления $P(t)$, зависящая от 2-х случайных величин: эффективной массы взрывчатого вещества $Q_{эф}$ и расстояния от центра взрыва R . Автор определяет функцию $P(t)$ как нестационарный случайный процесс (стр.20, автореферат). Однако, согласно В.Д.Райзеру, такие процессы называются детерминированными случайными процессами, или, по определению В.С.Пугачева – элементарными случайными процессами и не относятся к классу нестационарных. Поэтому нет необходимости определять закон распределения в сечениях процесса (стр.116).

4. Стр.116. Коэффициент вариации для растянутого бетона $v_n=0,165$.


5. Какова приблизительно скорость реализации на ЭВМ алгоритма вероятностного расчета пятиэтажного железобетонного здания методом статистических испытаний (для одного цикла или в целом)?

Выше изложенные замечания и вопросы не снижают научную и практическую значимость представленной диссертационной работы и ее общую положительную оценку.

Заключение

Диссертационная работа Савенкова Антона Юрьевича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Расчет подземных железобетонных сооружений на аварийные воздействия в нелинейной динамической постановке» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Савенков Антон Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Заведующая Кафедрой "Строительные конструкции, основания и надёжность сооружений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»)

Д.т.н., профессор  Пшеничкина Валерия Александровна
« 25 » августа 2023г.

Адрес: 400074, г.Волгоград, ул.Академическая,1; тел.: (8442) 96-98-30
vap_hm@list.ru

Подпись Пшеничкиной В.А. заверяю:

Начальник Управление кадров
и социального развития



Кувшинов Р.М.