

ОТЗЫВ

ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Беяева Вячеслава Семеновича
на диссертационную работу Ниджада Амр Яхья Раджех
«МЕТОД РАСЧЕТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА МАКСИМАЛЬНОЕ
РАСЧЕТНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ МАКРОМОДЕЛИ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.17 «Строительная механика»

Отзыв составлен на основании следующих материалов: 1) диссертации общим объемом 141 лист; 2) автореферата объемом 17 страниц; 3) 5 публикаций, в том числе 4 в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки эффективных и практически реализуемых при проектировании методов расчета строительных конструкций с учетом возможности развития значительных неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений. Это требование непосредственно связано с появлением новых российских норм сейсмического проектирования, в которые включены понятия «проектного землетрясения» (ПЗ) и «максимального расчетного землетрясения» (МРЗ). Согласно введенным в действие нормам (СП 14.13330.2013) *«в расчетах на МРЗ следует осуществлять проверку несущей способности конструкций, включая общую устойчивость сооружения или его частей, при максимальных горизонтальных перемещениях, с учетом вертикальной составляющей сейсмических ускорений»*. В настоящее время отсутствуют универсальные методики решения такого рода существенно нелинейных задач в условиях высоко

сейсмического воздействия землетрясений. Как следствие, для расчетной оценки эффектов разрушения конструкций сооружений разрабатываются специальные конечно-элементные модели большой размерности, ориентированные на программные комплексы типа *ANSYS*. Значительная трудоемкость и высокая стоимость этого подхода вполне очевидны.

Без сомнения для сравнительно простых конструкций, например, рамных более целесообразно использование упрощенных моделей расчета, позволяющих конкретно определить их несущую способность при действии экстремальных нагрузок. Получившее распространение в практике проектирования применение простейших одномассовых моделей не только для рамных конструкций, но и в случае более сложных сооружений приводит к существенным ошибкам при анализе их устойчивости и безопасности в целом. Можно с уверенностью утверждать, что рецензируемая диссертационная работа является начальным шагом в продвижении упрощенных моделей оценки пластического ресурса рамных конструкций с приближенными к реальным представлениям взаимодействия различных видов внутренних усилий и имеет пионерный характер. Изложенное дает основание считать диссертационную работу не только актуальной, но и чрезвычайно своевременной.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что впервые создан методический аппарат для расчета рамных конструкций в условиях высокоинтенсивных сейсмических нагрузок, не требующий применения больших программных комплексов и пригодный для использования в практике проектирования. При этом разработана методика определения поверхностей текучести, исследованы особенности их построения в угловых точках, построены алгоритмы расчета, реализованные на широко распространенных программных комплексах, и проведена их апробация.

Принципиально новым в исследовании является применение метода макромоделей Ю.Л. Рутмана, позволяющее автору снизить размерность решаемой динамической модели и получить компактные алгоритмы, сокращающие временной ресурс задач.

По-новому в исследовании решается вопрос об учете упрочнения материала конструкций путем отслеживания в процессе расчета за положением вектора пластических перемещений и проверки условия разгрузки на каждом шаге динамического анализа.

Теоретическая значимость диссертации определяется разработкой методик, расширяющих возможности метода макромоделей при определении поверхностей текучести, с учетом их сингулярности, жесткостных и инерционных параметров рамных конструкций и проведении динамических расчетов в условиях пластического деформирования систем с двумя и более степенями свободы.

Ценными с теоретической точки зрения представляются также результаты сопоставления построения поверхностей текучести рамных конструкций на основании упругопластического решения, применение метода псевдожесткостей и «эталонного» решения, полученного с помощью ПК «ANSYS», а также предложение о переходе от перемещений к деформациям в методе макромоделей.

Что касается практической значимости исследования, то она не вызывает сомнения, так как с учетом новых нормативных документов практика проектирования требует создания доступных для широкой реализации средств анализа поведения конструкций при МРЗ, разработка которых для рамных конструкций и составляет результат рецензируемой диссертации.

Достоверность и доказательность научных положений, выводов и рекомендаций, сформированных в диссертации, основывается на использовании современного математического аппарата, теории сейсмостойкости, теории упругости и пластичности, составлении алгоритмов расчета и сопоставительном анализе результатов аналитического и численного методов расчета.

На защиту автором выносятся 5 основных положений, часть из которых несомненна, а часть нуждается в дополнительном обсуждении.

1. В первом положении утверждается, что разработана методика исследования поверхностей текучести рамных конструкций.

Для рамных конструкций с двумя степенями свободы с использованием метода упругопластической макромоделли получены уравнения движения, содержащие коэффициенты зависимости между скоростями обобщенных перемещений и усилиями, которые определяются из уравнения поверхности текучести рамной конструкции. Уравнения выведены без учета демпфирования системы, что является, по моему мнению, серьезным ограничением и недостатком применяемой модели, поскольку именно свойства рассеяния энергии являются определяющими при расчете динамики упругопластических систем. В диссертации отсутствует какой-либо анализ вносимых погрешностей.

Построение поверхностей текучести проведено с помощью метода предельного равновесия с расчетом в численной и аналитической формах и упругопластического метода. При этом допускалось, что работа конструкции внутри поверхности текучести конструкции является чисто упругой, и как только обобщенная реакция рамной конструкции достигает любой точки поверхности текучести, рамная конструкция превращается в механизм, т.е. теряет устойчивость. Это предположение представляется не бесспорным для нестационарного знакопеременного процесса сейсмического воздействия и требует расширенного подтверждения.

Адекватность предполагаемой макромодеи проверялась на основании сравнения полученных годографов. Отличия результатов, полученных из решения уравнений макромодеи, и результатов конечноэлементного упругопластического решения, реализованного в ПК «*ANSYS*» при малом значении коэффициента упрочнения, не превышают по мнению автора 5 - 10%. Корректность этой количественной оценки вызывает сомнение (см. например рис. 2.6) и ее использование нуждается в более детальном обосновании. Также не бесспорно постулированное применение результатов расчетов в ПК «*ANSYS*» в качестве «эталонных». Более представительным, по нашему мнению, было бы сравнение с экспериментальными данными.

Исследования поверхностей текучести для пяти широко используемых рамных конструкций предложенным автором методом в рамках принятых допущений сомнений не вызывает и позволяют аналитически определить уравнения всех ломаных участков поверхности.

2. Во втором положении утверждается, что разработан алгоритм расчета макромоделей рамных конструкций.

Алгоритмы динамического расчета рамных конструкций разработаны с использованием макромодеи с учетом и без учета упрочнения материала конструкции при аппроксимации поверхности текучести эллипсом, интегрирование выполнялось методом Рунге-Кутты 4-го порядка. В обоих случаях решения доведены до количественных оценок для нескольких типов рамных конструкций. В качестве замечания следует отметить, что основное внимание при анализе результатов расчета уделено более простому варианту модели без учета упрочнения. Для этого случая проведено сравнение с результатами расчета модели с одной степенью свободы и с «эталонными» данными вычислений, полученными в ПК «*ANSYS*», на воздействие инструментальных акселерограмм. Показано, что расчеты с использованием упругопластической макромодеи дают более близкие результаты к «эталонному» решению. Анализ второго, более

практически интересного варианта с учетом упрочнения материала не оправдано сокращен.

Одновременно можно указать на недостаточную обоснованность выбора параметров исходного сейсмического воздействия акселерограмм. Остается не ясным, можно ли считать их представительными и как изменятся показания расчетов при переходе к иным параметрам.

3. В пятом положении утверждается, что создан метод расчет рамных конструкций на МРЗ с использованием макромоделей.

Формулировка этого положения завышает, по нашему мнению, достигнутый уровень исследования. По сути дела, в диссертационной работе получена совокупность методик конкретизирующих применение метода макромоделей Ю.Л. Рутмана для динамических расчетов упругопластических рамных конструкций при использовании ряда существенно упрощающих допущений. Следует повторить, что основной целью расчета на МРЗ является проверка несущей способности конструкций, включая общую устойчивость. Эта цель реализована в неполной мере без рассмотрения вопросов устойчивости, без анализа рассеяния энергии при многоцикловом сейсмическом нагружении.

В то же время необходимо отметить, что полученная совокупность методик без сомнения является существенным развитием метода упругопластического расчета рамных конструкций, первым шагом к усложнению моделей расчета сооружений при действии экстремальных сейсмических нагрузок, практическим переходом от рассмотрения только систем с одной степенью свободы.

С учетом новизны исследования сделанные замечания, относятся, в основном, к разряду пожеланий для возможных дальнейших исследований и не изменяют общую положительную оценку диссертации.

Подводя итог анализу содержания диссертационной работы, необходимо отметить концептуальное единство всех этапов исследования,

завершенность которого подтверждается возможностью проведения в рамках принятых допущений количественной оценки состояния рамных конструкций при интенсивных сейсмических воздействиях землетрясений и обоснованного выбора конструктивных решений при проектировании сооружений.

Содержание работы свидетельствует о достаточно высокой квалификации автора как научного работника, владеющего широким набором современных методов исследования и способного решать на высоком уровне сложные практические интересные задачи.

Основные результаты автора опубликованы в 5 печатных работах, дающих достаточно полное представление о существе методических подходов.

В автореферате достаточно полно изложены результаты диссертационной работы.

Тема диссертации и представленные материалы соответствуют паспорту научной специальности ВАК: 05.23.17 – Строительная механика, пункт 7 « Теория и методы расчета сооружений в экстремальных ситуациях (землетрясения, ураганы, взрывы, и так далее)», поскольку посвящены разработке методов расчета рамных конструкций при МРЗ.

Оформление диссертации соответствует предъявляемым требованиям.

Таким образом, рецензируемое диссертационное исследование Ниджада Амра Яхья Раджеха является законченным научным трудом, содержащим новые научные результаты в области упругопластического расчета рамных конструкций при экстремальных сейсмических воздействиях, представляющие значительный практический интерес для

создания безопасных сооружений. Представленная диссертация соответствует требованиям п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Амир Яхья Раджех Ниджад заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика».

Заместитель директора северо-западного филиала

ОАО «СоюзМорНии проект»

Заслуженный деятель науки РФ

Доктор технических наук, профессор

Вячеслав Семенович Беляев

27 мая 2014

Подпись Заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора Беляева Вячеслава Семеновича заверяю.

Директор северо-западного филиала

ОАО «Союз Мор Нии проект»

27 мая 2014

Т. Дымов

188852 Ленинградская область Выборгский район, пос. Выборгское, ул. Ю.

Литвинова д.1 к. тел. 8-921-05-04 дом. 8-812-492.

E-mail: lauranbel@gmail.com.

Основное место работы:

Северо-Западный филиал ОАО "проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт морского транспорта (Союзморниипроект)"

заместитель директора по научной работе

Почтовый адрес организации, телефон, электронная почта:

199106 СПб, Средний проспект В.О., д.86, оф.410; 640-28-97; E-mail: smniip_spb@mail.ru