

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу ШИВУА Аондовасе Джона

«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 «Строительная механика»

Актуальность темы диссертации

В рецензируемой работе рассматривается задача расчета сооружения на сейсмические нагрузки по критерию энергоемкости сооружения. Поставленная задача является фундаментальной в теории сейсмостойкости. В настоящее время в теории сейсмостойкости во всем мире осуществляется переход к многоуровневому проектированию. При этом возникает задача исключить прогрессивное обрушение и малоцикловую усталость несущих конструкций. Для этого необходимо ограничивать работу сил пластического деформирования, т.е. проводить энергетический расчет сейсмостойкости. Автор, как раз, и занимается этим сложным вопросом, что определяет актуальность темы исследований.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, замечания по оформлению диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 198 наименований, включая 128 иностранных источников. Общий объем диссертации оставляет 118 страниц, в том числе 28 рисунков и 12 таблиц.

Обратимся к анализу глав диссертации.

Во введении обоснованы тема и задачи исследования, актуальность рассматриваемой проблемы, формулируются задачи исследования, дается краткая характеристика работы.

Первая глава диссертации посвящена описанию развития теории сейсмостойкости от ее зарождения до наших дней. Основное внимание уделено

энергетическим методам теории сейсмостойкости. Глава содержит уникальный по объему иностранных источников материал, имеющий большое значение для развития российской науки. Вместе с тем, изложение материала нельзя признать удачным, что связано, безусловно, со сложностью использования автором русского языка. В главе много опечаток, например, на русском языке неверно написаны фамилии ряда авторов. На стр.21 Бирбраер (написано Бирбраев), на стр.22 Жарницкого (написано Жарницкий), на стр.31 Трифунак (написано Трифинас) и т. п.

Не все термины, используемые в главе, разъяснены автором. Например, на стр 23 используются понятия пластическая энергия и псевдоскорость, которые не пояснены в тексте работы. Понятие общей входной энергии определяется на стр.23 следующим образом

E_t - общая входная энергия, которая вычисляется в среднем, как $\frac{mS_v^2}{2}$, где S_v - максимальное значение псевдоскорости

На той же странице в п.2 точно так же определяется максимальная кинетическая энергия.

На рис.1.3 нанесена псевдоскорость S_v , а подпись стоит «Энергетический спектр».

Если под псевдоскоростью понимается спектр скорости, то почему он не должен зависеть от периода T ?

На стр.22 упоминается многоуровневый метод проектирования (*multi-level pushover analysis*). Почему вставлено слово *pushover* не ясно. Многоуровневый (*multi-level*) далеко не всегда *pushover* (упрощенный).

Часть параметров в пределах главы называется по-разному, например, в разделе 1.2.5 стр.31 модифицированной интенсивностью по Ариасу названа величина

$$P_d = \frac{I_A}{v^2},$$

где I_A – интенсивность по Ариасу, v - число нулей акселерограммы

На стр.39 после формулы 1.38 модифицированной интенсивностью по Ариасу названа величина

$$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^T \ddot{y}_0^2(t) dt.$$

Указанные неточности затрудняют чтение работы.

Вторая глава посвящена сопоставлению методов оценки энергетических характеристик сейсмического воздействия. Так же, как и первая глава, вторая глава крайне интересна и полезна для развития науки. Изложение материала слишком краткое и рассчитано на высококвалифицированного специалиста в узкой области сейсмостойкого строительства. Автор оперирует понятиями псевдоскорости, средней скорости, энергетического спектра и т.п. не разъясняя этих понятий. Энергетический спектр предполагает расчет нелинейной системы. В случае диссертанта это упругопластическая система с одной степенью свободы. Следовало бы хотя бы написать уравнение движения и условия переходов от нагрузки к разгрузке и наоборот. Даже простейшая нелинейная система, рассмотренная автором, может при интегрировании принести большие неприятности. Проблема состоит в том, что в пределах шага цифровки акселерограммы может возникнуть два перехода (нагрузка-разгрузка и разгрузка –нагрузка). Поэтому возникает необходимость обоснования шага цифровки или уточнения моментов перехода в пределах шага. Как автор решает этот вопрос в рассматриваемой главе не указано.

Третья глава содержит новую оценку энергии сейсмического воздействия, передаваемой сооружению. Полученная оценка имеет большое значение в теории сейсмостойкости. Она может служить основанием для нормирования силы сейсмического воздействия и критерием сейсмостойкости сооружения при действии МРЗ. Не совсем точной является формулировка независимости оценок сейсмостойкости от спектральных характеристик сооружения. Последние определяют параметр λ , который в свою очередь определяет параметр $f_{\max}$.

Четвертая глава посвящена установлению связи между энергоемкостью сооружения и его деформациями. Предложен возможный подход к оценке

прогрессивного обрушения и малоциклового усталости для расчета металлических рам. Возможно, что более эффективный подход может быть основан на сопоставлении показателя SED с энергией монотонного разрушения конструкции.

Пятая глава диссертации содержит подробный пример, иллюстрирующий особенности применения, предлагаемого диссертантом метода расчета. Следует отметить, что вывод автора должен быть ограничен расчетом легких конструкций. В тяжелых железобетонных конструкциях все происходит совсем наоборот. После возникновения больших смещений в колоннах возникают моменты от веса перекрытий, и конструкция оказывается раздавленной собственным весом.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором сформулировано 9 основных результатов и выводов. 6 из них содержатся в общих выводах по работе и 3 – в заключении.

Первый вывод – о неконсервативности известных методов оценки сейсмической энергии, передаваемой сооружению, подтвержден в работе конкретными примерами. Вывод не вызывает возражений.

Второй вывод указывает на консервативность предложенной диссертантом оценки сейсмической энергии. Этот вывод подтвержден численными расчетами на нескольких примерах реального воздействия. Есть надежда, что он носит общий характер. Вывод сформулирован достаточно слабо. Оценка автора является новой и открывает возможность развития современной теории сейсмостойкости.

Третий вывод констатирует факт, что диссертант получил некоторые формулы, которые позволяют связать величину входной энергии с деформациями в сооружении. При этом учитывается циклическое накопление деформаций. Этот вывод не вызывает возражений.

Четвертый вывод констатирует, что в работе установлена связь между суммарными циклическими перемещениями и критерием малоциклового усталости. Такая связь действительно установлена.

Пятый вывод представляется весьма важным. Диссертант утверждает, что его исследование позволяет оценить сейсмостойкость сооружения, минуя многочисленные динамические расчеты. В определенной степени для этого вывода в работе имеются основания. Автор, правда, вводит показатель λ , который имеет смысл коэффициента динамичности. Однако в целом подход, предложенный в диссертации, может обеспечить достаточно простое и эффективное проектирование сейсмостойких конструкций. Для этого вместо сейсмического балла задается предлагаемый диссертантом показатель SED, а далее проектируется конструкция с энергоемкостью, превышающей этот показатель. Если это окажется экономически приемлемым, то дальнейшего уточнения может и не потребоваться.

Шестой вывод говорит о том, что пятый вывод требует дальнейшего развития. Лучше было бы их объединить.

Седьмой вывод (первый вывод заключения) констатирующий. Диссертантом действительно был развит энергетический метод оценки сейсмостойкости сооружений, позволяющий оценивать сейсмостойкость с разумным запасом, минуя динамические расчеты. Хотя доведение предложений автора до практических расчетов требует еще большой доработки.

Восьмой вывод содержит рекомендацию использовать предлагаемый метод на начальном этапе проектирования, что позволит избежать рассмотрения многочисленных вариантов не работоспособных несущих конструкций. Этот вывод вполне справедлив и хорошо сформулирован.

Девятый вывод о направлении дальнейших исследований не вызывает возражений.

Достоверность и научная новизна полученных результатов подтверждается использованием апробированных методов строительной механики, а также соответствием результатов работы данным других

исследований, работающих в этой области, прежде всего в области сейсмостойкого строительства. Новым в работе оценка сверхху энергии, передаваемой сооружению землетрясением.

Ценность для науки и практики.

Научно-практическая ценность работы состоит, в следующем

- Полученная диссертантом оценка энергии, передаваемой сооружению землетрясением, имеет большое значение для развития теории сейсмостойкости и может быть основой для совершенствования нормативных методов расчета сооружений на действие МРЗ.
- соискатель разработал эффективный подход к оценке проектных решений на предварительных стадиях проектирования и проиллюстрировал свои предложения на примере расчета здания с металлическим каркасом.

По работе необходимо высказать ряд замечаний.

- 1) *В тексте диссертации имеется ряд опечаток и неточностей, упомянутых при анализе содержания работы*
- 2) *В обзорной части (стр.22) отмечается, что в нормах России используются расчеты на действие ПЗ и МРЗ. Это не так. В последней редакции СП, упомянутой в диссертации, ошибочно использованы термины ПЗ и МРЗ, а расчет выполняется только на сильные землетрясения с существенным повреждением конструкций (коэффициент редукции $K_1=0.25$). Просто для более ответственных сооружений уровень МРЗ и требования к расчеты повышены. В обсуждаемой сейчас редакции СП эта терминологическая ошибка устранена и используются понятия расчетного и контрольного землетрясений (оба МРЗ).*
- 3) *В работе не освещены детали построения автором энергетических спектров, о чем говорилось в описании второй главы диссертации. У рецензента нет сомнений в правильности результатов, но это следовало бы описать в работе, т.к. процедуры построения могут быть различными и имеют интерес сами по себе. Кроме того, энергетические спектры должны зависеть от соотношения вязких и пластических потерь.*

4) При оценке энергоемкости сооружений при циклических нагружениях в ряде работ (И.И.Гольденблат, В.В.Москвитин) в качестве предельной энергоемкости рассматривается работа монотонного разрушения. Такой подход намного проще, чем использованный автором в главе 4. Хотелось бы знать, почему диссертант пошел другим путем для анализа энергоемкости.

5) За рубежом широко используются сокращения, которые нравятся диссертанту. Сокращения из трех букв (DOF – число степеней свободы) еще можно понять, но такие сокращения, как УПСОСС совместно с языковыми неточностями и неоднозначностью терминов делают отдельные страницы работы совершенно нечитаемыми.

Публикация основных положений диссертации.

Основные положения диссертации опубликованы в бпечатных работах автора. Из 6 публикаций – 2единоличные, 3 публикации представлены в журналах списка ВАК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая диссертационную работу ШИВУА Аондовасе Джонав целом, можно утверждать, что она является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, важной для развития строительной механики. В работе предложен новый энергетический показатель опасности сейсмического воздействия и разработаны основы методики оценки сейсмостойкости сооружений по критерию энергоемкости.

Результаты исследований представлены в научных публикациях и апробированы на конференциях различного уровня. Автореферат соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Замечания по диссертации, высказанные выше, не влияют на общую положительную оценку выполненной работы.

Представленная диссертация и автореферат соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842».

Автор диссертации— ШИВУА Аондовасе Джон – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика».

Официальный оппонент:
доктор технических наук
профессор

Уздин Александр Моисеевич

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Петербургский государственный
университет путей сообщения Императора Александра I»,
профессор кафедры «Теоретическая механика»,
зам.зав. кафедрой по научной работе.

190031, г. Санкт-Петербург,
Московский пр., 9
Тел. 8 (812) 457-82-49, 457-89-25
E-mail: dou@pgups.edu
<http://www.pgups.ru>

