

УДК 699.841

На правах рукописи

КОЛЧИНА АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОБЕЗОПАС-
НОСТИ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ
В Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКЕ**

6М072900 – Строительство

Специализация: Расчет и проектирование зданий и сооружений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание академической степени
магистра техники и технологии

Республика Казахстан

г. Усть–Каменогорск 2011

Работа выполнена в Восточно-Казахстанском техническом
университете им. Д. Серикбаева

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Чернавин Валерий Юрьевич

Официальный оппонент: директор ТОО «Востокагропромпроект»
Урунтаев Жумаш Кусаинович

Защита состоится «21» июня 2011 г. в 9.00 часов на заседании диссер-
тационного совета Восточно-Казахстанского технического университете им.
Д. Серикбаева по адресу г.Усть-Каменогорск, ул. Д. Серикбаева, 19.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиоте-
ке Восточно-Казахстанского технического университете им. Д. Серикбаева.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Герасимов Евгений Петрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. После введения СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах» сейсмичность территории г. Усть-Каменогорск повысилась до 7 баллов. В качестве объектов исследования были выбраны кирпичные жилые дома существующей застройки. Как показывают опыты минувших землетрясений, такие здания по ряду причин подвергаются наибольшей степени повреждений среди других конструктивных типов зданий. А с учетом того, что проектирование и строительство практически всех кирпичных домов осуществлялось до внесения изменений в действующие нормативные документы Казахстана, все они являются потенциально сейсмоопасными.

На территории городов, подверженных землетрясениям, задача оценки из воздействий, предупреждения и защиты от них является даже более важной, чем ликвидация их последствий. Хорошо известно, что затраты на предотвращение стихийных бедствий оказываются в десятки раз меньше по сравнению с величиной предотвращенного ущерба. Но любые намерения повысить сейсмобезопасность не имеют никакого смысла, а любые финансовые вложения и другие усилия в этих целях - безосновательны до тех пор, пока исходные и конечные (целевые) показатели риска отсутствуют. Это обуславливает актуальность оценки сейсмического риска для кирпичных зданий территории г. Усть-Каменогорска, на основании которого можно сделать заключение о целесообразности антисейсмического усиления.

Цели и задачи исследований. Цель работы заключается в анализе целесообразности антисейсмического усиления существующих жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска с точки зрения их сейсмостойкости и сейсмобезопасности.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие задачи:

- анализ конструктивных типов существующих жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска;
- инженерный анализ последствий землетрясений для конструктивных типов кирпичных зданий, наиболее распространенных в городе;
- анализ существующих методик определения сейсмического риска;
- адаптация методики расчета сейсмического риска Воробьева В.Г для существующих жилых кирпичных зданий.

Научная новизна исследований:

1. Анализ объемно-планировочных и конструктивных решений существующих жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска;
2. Расчет сейсмического риска как вероятности отказа конструкции и вероятности гибели людей для существующих жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска.

Практическая значимость исследования:

1. Адаптирована методика расчета сейсмического риска Воробьева В.Г для кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска
2. Даны рекомендации по целесообразности антисейсмического усиления существующих кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях:

- ✓ X Республиканская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (ВКГТУ 22,23 апреля 2010 г.);
- ✓ XI научно-техническая конференция посвященная 20-летию Республики Казахстан (ВКГТУ, подсекция «Строительство зданий, сооружений и транспортных коммуникаций» 21,22 апреля 2011).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в сборниках научных трудов:

1 А.С. Колчина, А.А. Москаленко, В.Ю. Чернавин. Выбор оптимальной конструкции антисейсмических поясов при сейсмоусилении существующих кирпичных зданий [статья]// Сборник трудов «творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» - Усть-Каменогорск, 2010 – с. 104-105.

2 А.С. Колчина, В.Ю. Чернавин. Вопросы оценки сейсмического риска существующих кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска [статья]// Сборник трудов «творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» - Усть-Каменогорск, 2011.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, рекомендаций, списка литературы (26 наименования), 1 приложение, 30 рисунков и 16 таблиц. Общий объём диссертации – 60 страниц.

Ключевые слова: сейсмический риск, сейсmobезопасность зданий и сооружений, сейсмостойкость зданий и сооружений, сейсмоусиление.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, указана цель и основные задачи исследований, их научная и практическая значимость.

В первой главе проводится анализ конструктивных типов жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска. В таблице 1 приведены статистические данные по этажности, количеству домов, квартир, общей площади существующих кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска за 2005 год.

Таблица 1 – Статистика по существующим кирпичным зданиям г. Усть-Каменогорска за 2005 г.

Количество этажей	Количество домов, шт	Количество квартир, шт	Общая площадь, м ²
2	239	2 999	144 862,18
3	120	3 041	179 642,41
4	74	3 399	186 009,23
5	265	19 903	944 912,86
6	8	1 335	50 342,10
9	118	12 136	700 444,11
10	8	1 076	64 336,77
12	10	1 196	78 177,40
14	7	606	30 135,51
16	4	320	17 712,81
Итого			
	853	33875	2 396 575,56

Анализ существующей застройки позволил выделить конструктивные типы кирпичных зданий, которые наиболее распространены в городе.

К ним относятся:

- 2-х этажные здания с деревянными перекрытиями 1950 - 1960 г;
- 5-и этажные здания с железобетонными перекрытиями 1960 - 1970 г;
- 9-и этажные здания с железобетонными перекрытиями 1971 - 1981 г.

Во второй главе производится инженерный анализ последствий землетрясений для конструктивных типов жилых кирпичных зданий, представленных в г. Усть-Каменогорске. На основе данного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Характерными повреждениями зданий с несущими стенами из кирпича или каменной кладки являются:

- отрыв продольных стен от поперечных,
- отрыв углов стен, выпадение участков кладки,
- диагональные трещины в стенах и простенках (нередко трещины различной ориентации),
- трещины в перемычках,

- смещение перекрытий, разрушение углов опирания перемычек на стены,
- отклонение стен от вертикали,
- оконтурирование ранее заложенных проемов,
- разрывы антисейсмических поясов.

Повреждения таких зданий происходят вследствие недостаточного сцепления кирпича в кладке, отсутствия или неправильного армирования стен, больших расстояний между несущими стенами, наличия проемов большой высоты и ширины, недостаточной жесткости перекрытий для распределения сейсмической нагрузки.

2. Анализ показывает, что стены зданий из кирпичной кладки, выполненные без специальных мер сейсмозащиты, при землетрясениях интенсивностью 7 баллов получают сильные повреждения, а при 8 баллах многие конструкции разрушаются, часто отмечаются обвалы отдельных конструкций. При 9-балльных землетрясениях разрушения и обвалы носят массовый характер.

В третьей главе определены критерии целесообразности антисейсмического усиления на основе методов теории риска. Для этого проанализированы существующие методики определения сейсмического риска. В Казахстане до настоящего времени нет нормативных методик определения риска от опасных процессов. В зависимости от поставленных целей применяют различные методики определения расчетных показателей риска. При непосредственном использовании этих методик могут возникать определенные трудности, наиболее существенные из которых связаны с отсутствием учета:

- фактического срока существования зданий;
- уровня ответственности зданий;
- повреждений, накопленных в зданиях за время существования;
- вероятность сейсмического поражения зданий носит случайный характер и подчиняется некоторым законам;
- учета того, что при ограниченном сроке службы количество сейсмических воздействий на здание или сооружение из условия практической значимости конечно;
- оценки сейсмической опасности для людей.

Для устранения указанных трудностей предлагается использовать методику В.Г. Воборьева, основанную на положениях ранее выполненных исследований, изложенных в работах [1, 2, 3, 4] и в изобретении по патенту [5].

Предлагаемая методика имеет ряд особенностей, обусловленных тем, что:

- опасность представляют не землетрясения сами по себе, а здания, получающие повреждения и разрушения от воздействия на них землетрясений, и степень повреждения которых может меняться в процессе эксплуатации;
- здания имеют ограниченный и убывающий с течением времени срок службы, за пределами которого вести речь об ущербе от землетрясений некорректно;

- для зданий значимо конечное число сейсмических событий, которое в соответствии с теоремой Чебышева [6] при известной сотрясаемости территории лимитируется сроком службы объекта.

При принятии решения о расчетной сейсмичности здания следует рассмотреть выполнение следующих условий:

- непревышения значимого уровня конструкционного риска для объекта n -ого уровня ответственности;

- соблюдение требования по обеспечению приемлемого уровня сейсмобезопасности.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{констр.проектн.}}^{\text{расчетн}} = 1 - R = 1 - R_1 \cdot R_2 = 1 - P_0(T, t, \lambda_I^S) \cdot R_3 \cdot R_1 \geq P_{\text{констр.норм}}^{\text{мин}}(I) \\ P_{\text{сейсмобез.}}^{\text{расчетн}} = R \cdot P_4 \cdot P_5 \geq P_{\text{сейсмобез.}}^{\text{норм}}(I), \end{array} \right.$$

где:

$P_{\text{констр.проектн.}}^{\text{расчетн}}$ - конструктивная расчетная надежность проектируемого объекта;

R - риск развития в проектируемом объекте повреждений, превышающих установленный уровень (вероятность появления отказа объекта);

$P_{\text{констр.норм}}^{\text{мин}}(I)$ - минимально допустимая конструктивная надежность объекта при принятом уровне ответственности; данный показатель может быть принят по результатам математического обоснования или в виде норм;

$P_{\text{сейсмобез.}}^{\text{расчетн}}$ - расчетная безопасность проектируемого объекта;

$P_{\text{сейсмобез.}}^{\text{норм}}(I)$ - минимально допустимая безопасность объекта, устанавливаемая в зависимости от уровня его ответственности, которая не может превышать показатели смертности от несчастных случаев, сложившиеся для рассматриваемой территории; данный показатель был вычислен в работе [7];

R_1 - риск (вероятность появления отказа) развития в здании поврежденный по причинам, не связанным с сейсмической активностью региона;

R_2 - риск (вероятность появления отказа) развития в здании поврежденный вследствие сейсмических воздействий;

R_3 - риск развития на объекте с определенной конструктивной схемой повреждений при сейсмических воздействиях интенсивностью I ; величина данного показателя определяется по шкале сейсмических воздействий;

P_4 - вероятность нахождения людей в здании за расчетный период;

P_5 - вероятность гибели или ранения людей при развитии в здании повреждений сверх установленного уровня;

$P_0(T, t, \lambda_I^S)$ - вероятность воздействия землетрясения интенсивностью I на территорию S с рассматриваемым объектом на протяжении уменьшающегося со временем его срока службы $\tau(t)$.

В четвертой главе сделано заключение о сейсмостойкости и сейсмобезопасности существующих жилых кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска и даны рекомендации оп целесообразности их антисейсмического усиления.

Двухэтажные здания с деревянными перекрытиями старой постройки 1950 - 1960 г сейсмоусиливать нецелесообразно, так как для них редкие высокоинтенсивные землетрясения практически не значимы. Для пятиэтажных и девятиэтажных зданий с железобетонными перекрытиями вероятность отказа конструкции не превышает допустимую вероятность отказа, но социальный риск слишком велик, поэтому необходимо выполнить сейсмоусиление таких зданий.

Далее в работе сделан обзор существующих конструкций сейсмоусиления на основании патентного и научно-исследовательского поиска. На основе результатов магистерской работы [8] наиболее эффективным, экономически выгодным и технологичным сейсмоусилением является устройство сталефибробетонного антисейсмического пояса в уровнях покрытий и перекрытий.

В заключении на основе расчета ожидаемого сейсмического риска как вероятности отказа конструкции и вероятности гибели людей сделаны выводы о сейсмостойкости и сейсmobезопасности существующих кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска. Даны рекомендации по целесообразности усиления существующих кирпичных зданий г. Усть-Каменогорска.

АНДАТПА

Антисейсмикалық күшейту мақсатымен, келе жатқан сейсмикалық тәуекелдігінің әсерінен құрылыстың істен шығуы және адамдардың қайтыс болуы мүмкін, Өскемен қаласының кірпіш ғимараттарының санағы жүргізілді.

Жұмыс барысында:

- Өскемен қаласының кірпіш ғимараттарының құрылыстық типтердің анализі жасаланды;

- қалада неғұрлым таралған кірпіш ғимараттарының құрылыстық типтеріне күшті жер сілкіністерінің инженерлік әсерлері қарастырылған;

- сейсмикалық тәуекелді анықтаудың бар әдістері қарастырылды;

- В.Г. Воробьевтің сейсмикалық тәуекелді анықтаудың санақ әдісі бейімделінді.

Жұмыстың нәтижесі ретінде Өскемен қаласындағы кірпіш ғимараттарының сейсмикалық күшейту туралы ұсыныстар болып табылады.

ABSTRACT

An expected seismic risk was estimated for existing brick buildings in Ust-Kamenogorsk city like rejection probability of construction and loss of live probability to find out if a seismic reinforcement of brick buildings would be reasonable.

Progress of work:

- it was made a structural type analysis of existing brick buildings in Ust-Kamenogorsk city;

- it was made an engineering survey of severe earthquakes aftereffects for brick buildings types prevailing in the city;

- existing methods of seismic risk estimating were examined;

- V.G Vorobiev's seismic risk estimating method was adopted for existing brick buildings.

As result of the work the recommendations about seismic reinforcement of existing brick buildings in Ust-Kamenogorsk city reasonability were developed.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воробьев В.Г. Определение расчетной сейсмичности объектов с учетом расчетного срока службы.//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 5, 2001, с.8-9
- 2 Воробьев В.Г. Учет срока эксплуатации объектов при проектировании в сейсмически опасных районах.//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 2, 2002, с.10-914
- 3 Воробьев В.Г., Уздин А.М. Проблемы реставрации архитектурно-исторических памятников, расположенных в сейсмически опасных районах.//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 2, 2003, с.4-9
- 4 Воробьев В.Г. Расчет ожидаемого сейсмического риска для застроенных территорий с учетом срока эксплуатации зданий в застройке.//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. № 1, 2007, с.29-32
- 5 Воробьев В.Г. Патент РФ № 2215104. Способ определения расчетного срока службы здания или сооружения
- 6 Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. – Киев: Техніка, 1975; с.768,646
- 7 Е.А.Дериглазова, Е.П.Герасимов, В.Ю.Чернавин Оценка экономически неопенимых последствий отказа строительных конструкций, характерных для Республики Казахстан// Материалы X Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2010, Часть I, с.63-64.
- 8 Москаленко А. А. Анализ эффективности конструктивных решений сейсмоусиления кирпичных зданий существующей застройки// Диссертации на соискание академической степени магистра техники и технологии, ВКГТУ 2011
- 9 Смирнов В. И. Сейсмоизоляция для вновь проектируемых и усиления существующих зданий// Сейсмостойкое строительство. Сейсмоизоляция зданий и сооружений, №4, 2004.
- 10 Акбиев Р. Т., Смирнов В. И., Чубаков М. Ж. Сейсмоусиление государственного концертного зала в г. Грозном. //Сейсмостойкое строительство. Сейсмозащита и сейсмоизоляция зданий и сооружений, №3, 2009.
- 11 Айзенберг Я. М., Акбиев Р. Т., Гасиев А. А., Першин А. Ю. Сейсмостойкость конструкций с использованием системы стальной несъемной опалубки//Сейсмостойкое строительство. Проектирование, строительство и реконструкция сейсмостойких зданий и сооружений, №4, 2008
- 12 Айзенберг Я. М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов. М., Стройиздат, 1976. -229 с.
- 13 Айзенберг Я. М., Смирнов В. И и др. Эффективные системы сейсмоизоляции. Исследования, проектирование, строительство. // Сб. ВНИИН-

ТПИ, Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2002. №1, с.31-37

14. Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций – труды института 21 (31), КазНИИССА 2006, с.229-232

15. Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций – труды института 20 (30), КазНИИССА 2001, с.66-67

16. Заключение об инженерно-геологических условиях территории кварталов №-№-21-22 города Лениногорска. – Геотехконтора. Москва, 1955.

17 РДС РК 1.04-07-2002. Правила оценки физического износа зданий и сооружений/ ТОО “Институтом ”Казкоммунпроект“. – Алматы: KAZGOR, 2003. – 43 с.

18 В. В. Габрусенко. Аварии, дефекты и усиление железобетонных и каменных конструкций*. Общество железобетонщиков Сибири и Урала, Новосибирск – 62 с.

19 К Аверьянов В.Н., Баулин Ю.И., Кофф Г.Л., Лутиков А.И., Миндель ИТ., Несмеянов С.А., Севостьянов В.В. «Комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозного (Уточнение исходной сейсмичности. Сейсмическое микрорайонирование. Сейсмический риск). Научный редактор С.И.Полтавцев. М. 1996, - 107 с.

20 Мартемьянов А.И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М., Стройиздат, 1985, 254 с.

21 Харитонов В.А., Шолохов В.А. Организация восстановительных работ после землетрясения./ Под ред. В.А.Харитонова. - 2-е изд. персработ. и доп. - М.: Стройиздат, 1989, - 272 с: ил.

22 Полтавцев СИ., Айзенберг Я.М., Кофф Г.Л., Мелентьев А.М., Уломов В.И. Сейсмостойкое районирование и сейсмостойкое строительство (методы, практика, перспектива), М. ГУП ЦПП, 1998, 259 с.

23 Михно Е.П, Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. М. Лтомиздат, 1979, 288 с.

24 Мартемьянов А.И., Ширин В.В. Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением. - М.: Госстройиздат, 1962, -284 с.

25 Матвеев Е.П, Афанасьев А.А., Данютин А.И. Патент РФ №2119029 «Способ возведения мансардных этажей из объемных блоков», 1988

26 Воробьев В.Г. Повышение сейсмостойкости зданий за счет надстройки эксплуатируемых этажей. 3-я Российская конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (тезисы докладов), Сочи, М, Госстрой России, 1999, с. 142