

УДК 625.084

На правах рукописи

**ИГНАТЕНКО ЮРИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ**

**УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ С НЕПОЛНЫМ  
ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ.**

6М072900 - Строительство

**Автореферат**

диссертация на соискание академической степени  
магистра техники и технологии

Республика Казахстан  
г. Усть-Каменогорск, 2011

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

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
Махиев Б.Е.

Официальный оппонент: директор ТОО "ИПЦ  
Востоккранэнерго"  
Подскребко С.Н.

Защита состоится 22 июня 2011 г. в 9 в Восточно-Казахстанском  
государственном техническом университете (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева по  
адресу: г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева 19 ауд. Г - 2 - 418.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук

Герасимов Е.П.

**Актуальность работы.** Сейсмические районы Казахстана занимают около 18% от общей площади территории республики. Здесь проживают более 6 млн. человек, т.е. примерно 40 % от общей численности населения Казахстана. При этом численность населения, проживающего в девятибалльной зоне составляет 1,7 млн. человек; в восьмибалльной зоне – 1,1 млн. человек; в семибалльной зоне 2,0 млн. человек и шестибалльной зоне – 1,2 млн. человек.[1]

Благоприятные природно-климатические условия, наличие ценных сырьевых и энергетических ресурсов в сейсмических районах обусловили сосредоточение в них значительной части производственного и сельскохозяйственного потенциала республики.

В сейсмических районах Казахстана расположено примерно 38 % общего жилого фонда, сконцентрировано около 28 % производственных фондов промышленности и сельского хозяйства. Здесь расположено 37 % предприятий строительной отрасли и выполняется более 35 % годового объема подрядных строительных работ [1].

Экспертная оценка состояния существующей застройки в сейсмически опасных районах, выполненная в 1990 году, показала, что жилые здания общей площадью 16,5 млн. м<sup>2</sup> требовали сейсмоусиления; 10 млн. м<sup>2</sup> подлежали сносу. В настоящее время доля несейсмостойких зданий не снизилась, поскольку за последние 10 лет объемы строительства постоянно сокращались, несейсмостойкие здания не сносились и не усиливались.

Поскольку значительная часть территории Казахстана характеризуется высоким уровнем сейсмической опасности, даже не самые сильные из возможных землетрясений причиняют более или менее регулярный ущерб экономике республики. Так, например, только за последние 12-14 лет прямой ущерб от землетрясений на территории республики составил более \$ 1 млрд. долларов США. [1]

Для снижения сейсмического риска и опасных социально-экономических последствий разрушительных землетрясений необходимо осуществление комплекса защитных мероприятий, мобилизация для этих целей научного и производственного потенциалов.

В настоящее время особо актуальной проблемой обеспечения безопасности населения и сохранности материальных ценностей является повышение уровня сейсмобезопасности и надежности зданий и сооружений существующей застройки.

В сейсмических районах Республики Казахстан наибольшую опасность представляют несейсмостойкие здания и сооружения существующей застройки городов и населенных пунктов. Поэтому, несмотря на кризисное состояние экономики, актуальное значение приобретает последовательное проведение работ по восстановлению и усилению несейсмостойких объектов, в первую очередь зданий школ, детских учреждений и объектов здравоохранения, а

также объектов, разрушение которых может привести к серьезным техногенным катастрофам.

Проведенные КазНИИССА исследования на протяжении последних нескольких десятков лет показывают, что более 30% зданий Республики относятся к сейсмоопасным. Около 35-38% зданий можно отнести к сейсмостойким. Оставшиеся 30% зданий требуют проведения специальных исследований, поскольку их сейсмостойкость зависит от качества выполнения строительных работ, качества стыковых соединений. При этом было отмечено, что наиболее уязвимыми при землетрясениях являются здания с несущими и самонесущими кирпичными стенами и деревянными перекрытиями постройки 30-60-х годов прошлого века [2]. Если, например, в г. Алматы с сейсмичностью в 10 баллов здания такого типа подлежат только сносу, то в семибалльной зоне их можно усилить. К сожалению, по этому вопросу практически нет информации. В научной литературе дан ряд рекомендаций по усилению каменных зданий с железобетонным перекрытием, но ничего не сказано про деревянные. И если применять эти методы, то реконструкция будет нецелесообразна с финансовой точки зрения. Поэтому для таких типов зданий необходимо разрабатывать отдельные методики по усилению.

**Цель работы.** Разработка рекомендаций по проектированию и сейсмоусилению каменных зданий с неполным деревянным каркасом.

**Задачи исследования.**

► Провести анализ конструктивных решений каменных зданий существующей застройки с неполным деревянным каркасом с позиций сейсмобезопасности;

► изучить характер повреждений строительных конструкций в стадии эксплуатации, в том числе при землетрясении;

► расчетным путем выявить причины возможного разрушения зданий при землетрясении ;

► разработать рекомендации по сейсмоусилению зданий существующей застройки и по проектированию новых зданий.

**Объект исследования.** Для исследования приняты каменные здания с неполным деревянным каркасом существующей застройки, в частности склады ДБС РЦ КМТК ТОО "Казцинк", расположенные в г. Риддере.

**Методы исследования** – теоретические расчеты, анализ последствий землетрясений и характера разрушений зданий существующей застройки в разных странах мира.

**Научная новизна работы.** Каменные здания с неполным деревянным каркасом считаются одними из самых сейсмоопасных и до настоящего времени практически не подлежали усилению, а существующие способы требуют больших физических и экономических затрат. Нами был разработан способ повышения сейсмостойкости зданий такого типа. Суть метода – в повышении жесткости конструкции здания через создание антисейсмического пояса. В роли сейсмопояса нами было предложено использовать существующий

мауэрлат, который дополнительно крепится к стенам через клеештыревое соединение.

**На защиту выносятся.**

- Экономическая целесообразность и актуальность усиления каменных зданий с неполным деревянным каркасом;

- Методы усиления каменных зданий с неполным деревянным каркасом

- Готовые расчеты зданий до и после усиления.

**Практическая полезность заключается** во внедрении разработанных конструктивных решений в практику усиления зданий существующей застройки.

**Связь темы с планами научных работ.** Работа выполнялась на основании утвержденного решением Ученого Совета АСФ тематического плана НИР факультета на 2010-2011г.

**Апробация работы** Результаты работы докладывались и обсуждались:

- на научных семинарах кафедры "Строительство зданий, сооружений и транспортных коммуникаций" ВКГТУ им. Д. Серикбаева,

**Структура и объем диссертации.** Магистерская диссертация состоит из Введения, 4 разделов и Заключения. Она изложена на 75 страницах и содержит – рисунков, -- таблиц и список использованных источников из – наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** дается общая характеристика работы и обосновывается ее актуальность.

**В первом разделе "АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ"** дано обоснование актуальности сейсмоусиления зданий для Республики в целом и для Восточно-Казахстанской области в частности.

Проанализирован характер повреждения зданий существующей застройки. Разрушение таких зданий происходит по двум причинам: слабые кирпичные стены (по СНИП РК 2.03-30-2006 8 пунктов из 10 не соответствуют норме сейсмобезопасности) и недостаточная жесткость покрытия здания вследствие отсутствия сейсмопояса и связей между стропилами.

Приводятся конкретные примеры конструктивного решения зданий на примере складов ДБС №4 и ДБС №10 РЦ КМТК ТОО "Казцинк" с анализом их сейсмобезопасности и выявлением факторов, усугубляющих опасность сейсмического воздействия.

Исходя из результатов анализа было определено направление исследований, поставлена цель и сформулированы задачи работы, обоснована их практическая значимость.

**Во втором разделе "АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ПОВРЕЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ "** были детально описаны дефекты зданий складов в стадии эксплуатации. Указаны

повреждения несущих конструкций крыши и чердачных перекрытий, а также повреждения стен и фундаментов.

Для оценки прочности кладки и качества примененных материалов были проведены испытания кирпича и цементно-песчаного раствора, а также выполнено экспериментальное определение временного сопротивления кладки на отрыв по неперевязанным швам. Представлены таблицы с результатами исследований.

В итоге был проведен анализ соответствий и несоответствий конструктивного решения зданий требованиям норм проектирования в сейсмических районах.

**В третьем разделе “ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ СКЛАДА ДБС №4 РЦ КМТК ТОО “Казцинк”** представлены расчеты рам каркаса, выполненные на персональном компьютере по программе "SCAD".

Выполнен сбор нагрузок для основного сочетания (постоянные нагрузки, нагрузки от снега, нагрузки от ветра, кратковременные нагрузки) и особого сочетания (расчет на действие сейсмической нагрузки). Результаты расчета приведены в рисунках и в приложениях.

Проведен анализ загрузки стен и деревянных конструкций (с учетом сейсмического воздействия и без него), анализ результатов статического расчета. Он показал, что наиболее нагруженной оказалась наружная стена. Проверка несущей способности стен выполнена в соответствии с нормами проектирования на персональном компьютере по программе "Камин" программного комплекса "SCAD Office 7-31". Стены выполнены из кирпича глиняного пластического прессования, марка камня М75, марка раствора М25.

Анализ результатов проверочного расчета существующей конструкции здания показал, что несущая способность стен и простенков без учета сейсмических нагрузок достаточна. Однако при учете сейсмического воздействия на кирпичные стены и простенки несущая способность не достаточна.

Проверка несущей способности деревянных конструкций здания склада выполнялась в соответствии с нормами проектирования на персональном компьютере по программе "Декор" программного комплекса "SCAD Office 7-31". Расчетные усилия приняты по результатам статического расчета рамы.

По результатам расчета оказалось что, несущая способность деревянных балок чердачного перекрытия обеспечена.

**В четвертом разделе “Рекомендации по усилению и дальнейшей эксплуатации”** представлены способы по усилению каменных зданий с неполным деревянным каркасом.

Описан метод создания антисейсмического пояса. Антисейсмический пояс – монолитный пояс с непрерывным армированием, располагаемый в уровнях перекрытий или покрытий каменных зданий. Армопояс должен иметь зону для опирания перекрытий и устраиваться на всю ширину стены. Высота не менее 150 мм., класс бетона не ниже В12,5. Антисейсмические пояса

армируются пространственными каркасами с продольной арматурой 4d10 при сейсмичности площадок строительства 7 и 8 баллов и не менее 4d12 при сейсмичности 9 и 10 баллов.[3]

Нами был разработан новый метод усиления каменных зданий с неполным деревянным каркасом, суть метода в том, что в роли сейсмического пояса будет использоваться существующий мауэрлат, который будет крепиться с кирпичной кладкой наружных стен при помощи клеештыревого соединения.

Метод клеештыревого соединения заключается во введении в заранее пробуренные отверстия арматуры периодического профиля, перед введением отверстие продувают а затем под давлением через штуцера вводится высокопрочный клеящий состав обеспечивающий создание полной монолитности конструкции[7]. Стержни должны быть посажены на глубину 300 мм в кирпичную кладку с шагом 600мм по периметру здания

В соединениях используется очищенная от ржавчины и обезжиренная стальная арматура периодического профиля диаметром от 10 до 16 мм классов А300 - А400. Допускается использовать арматуру А240 со сплошной нарезкой резьбы по длине вклеивания.

Для вклеивания используют эпоксидные компаунты на базе смол ЭД20 с наполнителем - молотым песком (маршалитом) в количестве до 200 весовых частей от веса смолы. При необходимости обеспечения повышенной огнестойкости соединения возможно применение эпоксидных клеев специального состава с температурой стеклования около 70 °С. [8]

Помимо создания сейсмопояса был предложен способ повышения жесткости перекрытия при помощи установки дополнительных связей крестового типа выполненных из стальной ленты размером 40x3 мм, которая крепится в уровне перекрытия между стропилами при помощи гвоздей.

Так же для усиления каменной кладки предложен способ нанесения слоя торкрет-бетона. [9]

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

В данной магистерской диссертации был выполнен ряд поставленных задач.

Был выполнен осмотр каменных зданий с неполным деревянным каркасом существующей застройки, проведен анализ конструктивного решения этих зданий и выявлены основные проблемы по причине которых может произойти их разрушение под действием землетрясения

На персональном компьютере был проведен расчет одного из складов, выполнен расчет рам и выполнен сбор нагрузок для основного и особого сочетания.

В итоге был представлен ряд методов по усилению зданий такого типа позволяющих повысить их сейсмостойкость до необходимых, в нашей области, 7 баллов. Данная методика усиления поможет сохранить нам большое количество зданий в нашей области, которые до этого подвергались только сносу.

Диссертация выполнена в соответствии с действующими требованиями и нормами проектирования, полностью отвечает поставленным задачам и дополняет правила проектирования сейсмостойких зданий.

### ***Опубликованная работа по теме диссертации.***

Игнатенко Ю.В., Махиев Б.Е. “Обеспечение сейсмобезопасности каменных зданий с неполным деревянным каркасом” Республиканская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Усть-Каменогорск, 2011 г.

## Список использованной литературы

- 1) Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций. Труды института. Выпуск 21(31). КазНИИССА. 2006 г.
- 2) Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций. Труды института. Выпуск 22(32). КазНИИССА. 2007 г.
- 3) СНиП РК 2.03-30-2006 “Строительство в сейсмических районах”
- 4) ГОСТ 24992-81. Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке. М.: Госстрой СССР, 1981. – 9 с.
- 5) . СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
- 6) СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Госстрой СССР. М.: Стройиздат 1982.
- 7) Пособие по усилению несущих конструкций зданий и сооружений реконструируемых промышленных предприятий. Алма-Ата. Казахский Промстройниипроект Госстроя Каз ССР. 1986г.
- 8) СТО 36554501-002-2006. Деревянные цельные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета. Москва. 2006

## АННОТАЦИЯ

**Тема диссертации:** “Обеспечение сейсмобезопасности каменных зданий с неполным деревянным каркасом”

**Ключевые слова:** сейсмостойкое строительство, усиление, деревянный каркас, антисейсмический пояс.

**Актуальность работы:** В сейсмических районах Республики Казахстан наибольшую опасность представляют несейсмостойкие здания и сооружения существующей застройки городов и населенных пунктов. Поэтому, несмотря на кризисное состояние экономики, актуальное значение приобретает последовательное проведение работ по восстановлению и усилению несейсмостойких объектов, в первую очередь зданий школ, детских учреждений и объектов здравоохранения, а также объектов, разрушение которых может привести к серьезным техногенным катастрофам.

**Цель работы:** разработка рекомендаций по проектированию и сейсмоусилению каменных зданий с неполным деревянным каркасом.

**Объект исследования:** для исследования приняты каменные здания с неполным деревянным каркасом существующей застройки, в частности склады ДБС РЦ КМТК ТОО “Казцинк” расположенные в г. Риддер.

**Научная новизна работы:** каменные здания с неполным деревянным каркасом считаются одними из самых сейсмоопасных и до настоящего времени практически не подлежали усилению, а существующие способы требуют больших физических и экономических затрат. Нами был разработан способ повышения сейсмостойкости зданий такого типа. Суть метода в повышении жесткости конструкции здания через создание антисейсмического пояса. В роли сейсмопояса нами было предложено использовать существующий мауэрлат, который дополнительно крепится к стенам через клеештыревое соединение.

**Практическая значимость:** заключается во внедрении разработанных конструктивных решений в практику усиления зданий существующей застройки.

**Структура и объем диссертации:** магистерская диссертация состоит из Введения, 4 разделов и Заключения. Она изложена на -- страницах и содержит -- рисунков, -- таблиц и список использованных источников из -- наименований.

## АҢДАТПА

**Диссертация тақырыбы:** “Тастам және жартылай ағаш қаңқалы ғимараттардың сейсмологиялық қорғанысым қамтамасыз ету”.

**Негізгі сөз:** сейсмологиялық құрылыс, нығайту, ағаш қаңқа, сейсмикаға қарсы белдеме.

**Жұмыстың маңыздылығы:** Қазақстандағы сейсмикалық аудамдарда сейсмика жағына нашар қаладағы және елдімекендердегі үйлер мен ғимараттар өте көп қауіп төндіреді. Сондықтан экономиканың құлдырауына қарамастан ең маңызды құрылыс нысандарын, мектептер, балабақшалар, ауруханалар және тағы басқа құрылыс нысандарының техногенді болдырмау үшін қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу керектілігі.

**Жұмыстың мақсаты:** Тасты және жартылай ағаш қаңқалы ғимараттардың сейсмикалық нығайту және өңдеу ұсыныстарын жобалау.

**Нысанды зерттеу:** Риддер қаласындағы ДБС РЦКМТК “Казцинк” ЖШС-нің тас және жартылай ағаш қаңқалы салынған қоймалы зерттеуге алынды.

**Ғылым жетістіктерілік жұмыстарды:** тас және ағаш қаңқалы ғимараттар сейсмика жағынан өте қауіпті деп саналады және осы күнге дейін ғимараттар нығайтылмады; ал бұрынғы тәсілдер өте көп күшпен; шығын қажет етеді. Сондықтан біз осындай ғимараттардың сейсмикалық тұрғыдан нығайтылуын арттыру тәсілдерін зерттедік. Бұл айла ғимараттың конструкциясын антисейсмикалық белдеменен нығайтумен тиімділігін арттыру. Сейсмбелдеме ролінде ғимараттың құрастырылған мауэрлатты пайдаланып темір қоққыштар арқылы қабырғаларға қағамыз.

**Тәжірбиелі маңыздылық:** бұл қолдамыстың маңыздылығын тәжірбие ретінде бұрын солынған ғимараттардың нығайтылуға.

**Диссертация көлемі мен құрымы:** магистірлік диссертация, кіріспе, 4 бөлім және қорытындыдан тұрады. Олар 80 бетпарақтарда 15 суреттерден, 17 таблицалардан және 30 пайдаланылған деректер тізімі атауларынан тұрады.

## ABSTRACT

***Dissertation subject:*** "Seismic safety of stone buildings with partial wooden frame "

***Keywords:*** earthquake-resistant construction, reinforcement, wooden frame, anti-seismic bond.

***The paper relevance:*** In seismic regions of the Republic of Kazakhstan the major danger is associated with earthquake-prone buildings and constructions existing in cities and towns. Therefore, despite the crisis state of the economy, the following works become relevant: consistent restore and reinforcement of earthquake-prone objects, especially schools, childcare and healthcare facilities, as well as objects, destruction of which could lead to serious man-made disasters.

***The paper objective:*** To develop recommendations on designing and seismic reinforcement of stone buildings with partial wooden frame.

***Object of research:*** the research studied existing stone buildings with partial wooden frame, in particular warehouses LLP KazZinc located in Ridder.

***Scientific novelty:*** stone buildings with partial wooden frame are considered to be among the most earthquake-prone constructions, and so far they practically have not been reinforced, besides, current methods require great labor and economic costs. We have developed a method to improve seismic resistance of the buildings of such type. The essence of the method is to increase stiffness of the building frame applying an anti-seismic bond. We proposed to use an existing mauerlat as the bond additionally attached to the walls by adhesive-and-pin joint.

***Practical significance:*** consists in implementation of designed constructive solutions in order to reinforce existing buildings.

***The paper structure and volume:*** Master's dissertation includes introduction, 4 chapters and conclusion. It is composed of -- pages and contains – figures, -- tables and a reference list of sources used with - items.