

Восточно-Казахстанский Государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева

УДК 624.042.7

БАЛБАСОВА МАРИНА АНАТОЛЬЕВНА

Реконструкция производственных зданий при внедрении инновационных технологий для повышения сейсмобезопасности на примере ТОО «Казцинк»

6N0729 «Строительство»  
(профильное направление)

РЕФЕРАТ

диссертации на соискание академической степени магистра техники и  
технологии по специальности строительство

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

г. Усть-Каменогорск  
2010 г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Данная магистерская работа посвящена разработке рекомендаций по сейсмическому усилению стен зданий существующей застройки аффинажного отделения цеха рафинации и аффинажа с использованием метода торкретирования.

### 1 Объем и структура диссертации

Магистерская диссертация изложена на 75 страницах, состоит из:

- титульный лист;
- содержание;
- определения;
- сокращения;
- введение;
- глава 1;
- глава 2;
- глава 3;
- глава 4;
- заключение;
- список использованных источников.

В диссертационной работе имеются 3 приложения:

- приложение А;
- приложение Б;
- приложение В.

### 2 Количество иллюстраций, таблиц, использованных литературных источников

Диссертационная работа включает следующее количество иллюстраций, таблиц и использованных литературных источников:

- иллюстраций – 41;
- таблиц – 5;
- использованных литературных источников – 20.

### 3 Перечень ключевых слов

Основной перечень ключевых слов в данной диссертационной работе:

- торкретбетонирование;
- торкретирование;
- комплексная конструкция;
- сейсмобезопасность;
- сейсмоусиление;

- дефекты;
- высолы;
- кирпичные стены;
- конструктивное решение зданий;
- аффинажное отделение;
- конструктивное решение;
- демонтаж;
- рекомендации по усилению;
- существующая застройка;
- реконструкция.

#### 4 Актуальность исследования

Здания и сооружения гражданского, военного, промышленного и транспортного назначения являются основой экономики любого государства мира. По оценкам специалистов, значительное количество этих объектов в силу естественного старения и коррозии находится в предаварийном и аварийном состоянии, что создает угрозу техногенных аварий и катастроф. Постоянный контроль технического состояния зданий и своевременные меры по ремонту и восстановлению – единственный способ решения вопроса долговременной и безопасной эксплуатации основных фондов.

Развитие строительства оставляет после себя большое количество зданий и сооружений, требующих своевременного восстановления, которое требует разработку рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации зданий после реконструкции.

Эксплуатация производственных зданий предприятий цветной металлургии в условиях промышленной атмосферы требует систематического выполнения ремонтно-восстановительных работ. Часто такие работы проводятся без остановки технологических процессов, либо с минимальными по времени остановками. В условиях изменения карты сейсмического районирования, существующие здания требуют и сейсмоусиления.

В связи с введением в действие новой карты сейсмического районирования Республики Казахстан и увеличением сейсмичности района строительства в г. Усть-Каменогорске до 7 баллов, существующие здания не соответствуют обязательным требованиям норм проектирования в сейсмических районах. Наиболее уязвимые здания типа Б, к которым относятся каменные (кирпичные) здания в настоящее время являются самым распространенным типом в сейсмических районах.

Кирпичная кладка характеризуется сравнительно невысоким сопротивлением действию динамических нагрузок. Анализ прошедших землетрясений показал, что кирпичные здания получают, как правило, наибольшие повреждения по сравнению с другими типами зданий.

Опыт землетрясений свидетельствует о следующих наиболее важных факторах, имеющих решающее значение для обеспечения сейсмостойкости

зданий с несущими кирпичными стенами.

В зданиях такого типа прочность несущих элементов, естественно, определяется прочностными характеристиками кирпичной кладки, надежность которой, в свою очередь зависит от качества кирпича, раствора и от сцепления кирпича с раствором.

В отличие от других строительных материалов (стали, железобетона) кирпичная кладка не обладает запасами несущей способности, поскольку хрупкие материалы, к которым относятся различные кладки, не обладают способностью к развитию пластических деформаций. Если внешняя нагрузка даже в течение короткого промежутка времени вызовет в таком материале напряжения, превышающие предел упругости (который для хрупких материалов почти отвечает пределу прочности), то несущая способность материала исчерпывается и наступает разрушение. Поэтому перегрузки, имеющие место при любом землетрясении, чрезвычайно опасны для кирпичных кладок.

Во время землетрясения здание сопротивляется сейсмическим воздействиям как цельная пространственная конструкция только при надежной связи всех несущих конструкций (продольных, поперечных стен и перекрытий) между собой. Если такие связи отсутствуют или оказываются недостаточно прочными, происходит отрыв продольных стен от поперечных, а в отдельных случаях и обвалы стен, перпендикулярных направлению максимальных сейсмических нагрузок. При этом полностью или частично падают перекрытия, что равносильно полному разрушению зданий. Этот вид разрушения является преобладающим в зданиях, где отсутствуют или недостаточны антисейсмические меры. Для предотвращения такого рода разрушений следует предусматривать специальные конструктивные меры, способствующие равномерному распределению и восприятию сейсмических нагрузок между несущими конструкциями сооружений. С этой целью устраиваются антисейсмические пояса по периметру несущих стен, надежно замоноличиваются перекрытия, армируются углы и пересечения кладки.

В общем случае антисейсмические меры, осуществляемые в зданиях с несущими стенами, направлены, с одной стороны, на усиление связей между отдельными конструктивными элементами для обеспечения их совместной работы при землетрясении, с другой, на усиление прочности самих несущих конструкций.

Пространственная жесткость зданий обеспечивается, в основном, работой перекрытий, которые играют роль горизонтальных диафрагм, распределяющих сейсмическую нагрузку между несущими конструкциями зданий, от жесткости перекрытий в своей плоскости во многом зависит распределение нагрузки между несущими конструкциями здания, а, следовательно, и его сейсмостойкость.

Как отмечалось, уязвимыми местами зданий при землетрясениях являются участки сопряжения продольных и поперечных стен. В этих местах концентрируются напряжения, вызывающие срез и отрыв стен

одного направления от стен другого направления. Эти напряжения возникают как при работе стен в своей плоскости, так и при действии сейсмических сил из плоскости стен.

Для обеспечения совместной работы кладки стен различного направления в углах и пересечениях устанавливаются арматурные сетки.

В выше перечисленных способах сейсмоусиления говорилось о вновь возводимых зданиях, но в настоящее время в эксплуатации находится большое количество различных зданий и сооружений, которые не отвечают сейсмостойкому строительству и являются сейсмоопасными, к тому же, эксплуатируются в условиях повышенной агрессивности внешней среды, приходят в неудовлетворительное состояние через 15-20 лет работы и требуют ремонта.

Выше были отмечены недостатки каменных конструкций, обусловленные прочностными и деформативными свойствами каменных кладок, плохо сопротивляющихся действию сейсмических нагрузок. Железобетон, как известно, материал, обладающий гораздо большей сопротивляемостью сейсмическим нагрузкам; для него перегрузки, имеющие место при землетрясениях, не представляют столь большой опасности, как для каменных (хрупких) материалов.

Поэтому следует признать вполне оправданным и целесообразным использовать каменные кладки в так называемых комплексных конструкциях, путем усиления кирпичных стен вертикальными сетками из арматуры в слое высокопрочной штукатурки или торкретбетона. Данная технология позволяет повысить сейсмостойкость зданий и восстановить их эксплуатационные характеристики.

Поскольку выбор способа усиления определяется индивидуальностью конкретного здания, его конструктивными особенностями, поэтому разработка способов сейсмоусиления зданий, имеющих нетиповые конструктивные решения, являются актуальной.

## 5 Цель и задачи исследования

Целью магистерской работы является разработка рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации зданий после реконструкции и частичного демонтажа строительных конструкций.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- анализ конструктивного решения зданий существующей застройки аффинажного отделения цеха рафинации и аффинажа;
- проверочные расчеты строительных конструкций зданий, остающихся после демонтажа, с учетом сейсмических нагрузок;
- разработка рекомендаций по сейсмоусилению.

## 6 Объект исследования

Объектами данной диссертации являются здания существующей застройки аффинажного отделения Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк», свойства материалов для каменной кладки и способов усиления каменной конструкций.

## 7 Методы исследования

В диссертационной работе используются 2 метода исследования при внедрении инновационных технологий усиления каменных конструкций зданий существующей застройки:

- экспериментально-теоретический;
- проектно-конструкторский.

## 8 Полученные результаты, их новизна, научная и практическая значимость

В данной магистерской работе разработаны рекомендации по усилению кирпичных стен зданий существующей застройки аффинажного отделения цеха рафинирования и аффинажа с использованием метода торкретирования.

Новизна исследования заключается в индивидуальном подходе к расчету, оценке технического состояния и усилению строительных конструкций, включая определение прочностных характеристик стеновых материалов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в использовании полученных рекомендаций при разработке и реализации проекте усиления зданий аффинажного отделения.

## 9 Сведения о публикациях

Результаты исследования по повышению сейсмобезопасности промышленных зданий существующей застройки, часть которых представлена в диссертации, опубликована в статье в сборнике Республиканской научно-практической конференции (ВКГТУ им. Д. Серикбаева):

- «Повышение сейсмобезопасности промышленных зданий существующей застройки» (апрель, 2010г.).

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, формулируется ее цель и задачи.

В первой главе указана актуальность сейсмоусиления.

Рассмотрены различные способы существующих технических и конструктивных решений усиления каменных стен зданий.

Проведен анализ способов сейсмоусиления и выбран наиболее оптимальный вариант, подходящий для стен зданий существующей застройки аффинажного отделения цеха рафинации и аффинажа, – с использованием метода торкретирования.

Во второй главе рассмотрены конструктивное решение и техническое состояние существующей застройки аффинажного отделения Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк».

Проведен анализ конструктивного решения каждого здания, а именно:

- электролизного цеха №1;
- цеха выщелачивания №1;
- аффинажного отделения;
- шламового, плавильного отделения и вентиляторной;
- административно-бытовых и охранных помещений;
- ювелирного отделения и трансформаторной;
- участка по производству ртути ХМО.

Выявлены основные дефекты кирпичных стен существующей застройки аффинажного отделения.

Проделана экспериментально-исследовательская работа материалов, а именно, кирпичной кладки, кирпича и раствора. Проведены испытания кирпичной кладки на определение временного сопротивления осевому растяжению по неперевязанным швам, а также на определение прочности кирпича при сжатии и изгибе и определении прочности раствора при сжатии.

Проведен анализ несоответствия конструктивного решения зданий аффинажного отделения ТОО «Казцинк», расположенного в г. Усть-Каменогорске обязательным требованиям норм проектирования по строительству в сейсмических районах.

В третьей главе сделаны проверочные расчеты на примере участка по производству ртути химико-металлургического отделения.

Расчет рам каркаса выполняется по программе вычислительного комплекса Structure CAD ("SCAD"), который является универсальной расчетной системой конечноэлементного анализа конструкций и

ориентирован на решение задач проектирования зданий и сооружений достаточно сложной структуры.

Проверку несущей способности элементов кирпичных стен выполняется по программе КАМИН программного комплекса "SCAD". Программа КАМИН предназначена для проверок несущей способности конструктивных элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии с нормативными требованиями.

В четвертой главе дана оценка технического состояния кирпичных стен зданий существующей застройки аффинажного отделения Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк».

Разработаны рекомендации по дальнейшей эксплуатации зданий существующей застройки аффинажного отделения цеха рафинации и аффинажа.

Проведен анализ соответствия после сейсмоусиления конструктивного решения зданий аффинажного отделения ТОО «Казцинк», расположенного в г. Усть-Каменогорске обязательным требованиям норм проектирования по строительству в сейсмических районах.

В заключении диссертации сформулированы основные выводы о проделанной работе.

Полученные в данной магистерской работе рекомендации по сейсмическому усилению кирпичных стен, позволят повысить процент соответствия конструктивного решения зданий существующей застройки аффинажного отделения Усть-Каменогорского металлургического комплекса ТОО «Казцинк» обязательным требованиям норм проектирования по строительству в сейсмических районах, т.е. снизить сейсмическую опасность.



Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

М.А. Балбасова, Б.Е. Махиев. Повышение сейсмобезопасности промышленных зданий существующей застройки. Творчество молодых - инновационному развитию Казахстана: Материалы X Респ. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 22, 23 апреля 2010 г. - Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2010. - ч.I. – С.23.

## АННОТАЦИЯ

Тақырыбы «Казцинк» ЖШС-ның үлгісінде сейсмикалық қауіпсіздікті арттыру үшін инновациялық технологияларды енгізген кезде өндірістік ғимараттарды қайта жаңарту» диссертация магистрант М.А.Балбасовамен орындалды.

Осы жұмыстың мақсаты «Казцинк» ЖШС-ның аффинаждық бөлімшесінің бұрыннан бар құрылысының ғимараттарын Қайта құрылымдау және құрылыс құрылғыларын жарым-жартылай бөлшектегеннен кейін қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету бойынша ұсынымдар жасау болып табылды.

Осы жұмыста ғимараттардың тастан жасалған қабырғаларын күшейтудің әртүрлі техникалық және құрылымдық шешімдері қаралды және ең қолайлы нұсқасы – торкреттендіру тәсілін қолданумен күшейту тандап алынды.

Бұрыннан бар ғимараттардың тас қалауының беріктік сипаттамалары эксперименттік тәсілмен анықталды.

Аффинаждық бөлімше ғимараттарының құрылымдық шешімдерінің сейсмикалық қауіпті аудандардағы жобалау нормаларының міндетті талаптарына сәйкестігін талдау жасалды.

Сейсмикалық жүктемелердің есептелуімен, бөлшектеуден қалған ғимараттардың құрылыстық құрылымдарын тексеру есебі жасалды.

Торкреттердіру жолымен аффинаждық бөлімше ғимараттарының қабырғаларын сейсмикалық күшейту бойынша ұсынымдар жасалды.

## АННОТАЦИЯ

Диссертация на тему «Реконструкция производственных зданий при внедрении инновационных технологий для повышения сейсмобезопасности на примере ТОО «Казцинк» выполнена магистрантом Балбасовой М.А.

Целью данной работы явилась разработка рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации зданий существующей застройки аффинажного отделения ТОО «Казцинк» после реконструкции и частичного демонтажа строительных конструкций.

В данной работе рассмотрены различные технические и конструктивные решения усиления каменных стен зданий, и выбран оптимальный вариант - усиление с использованием метода торкретирования.

Экспериментально определены прочностные характеристики каменной кладки существующих зданий.

Проведен анализ соответствия конструктивного решения зданий аффинажного отделения обязательным требованиям норм проектирования в сейсмоопасных районах.

Произведены проверочные расчеты строительных конструкций зданий, остающихся после демонтажа, с учетом сейсмических нагрузок.

Разработаны рекомендации по сейсмическому усилению стен зданий аффинажного отделения путем торкретирования.

## ABSTRACT

Dissertation on the theme “Reconstruction of Industrial Buildings along with Implementation of Innovative Seismic Safety Improvement Technology. Kazzinc Ltd. example” was done by undergraduate Balbassova M.A.

Reconstruction of Industrial Buildings along with Implementation of Innovative Seismic Safety Improvement Technology. Kazzinc Ltd. example.

The purpose of the present paper is to develop recommendations on ensuring safe upkeep of the existing buildings of Kazzinc Ltd. Precious Metals Refining Section after reconstruction and partial dismantling of building structures.

Present paper considers various engineering and construction solutions for reinforcement of buildings masonry walls. Shotcreting reinforcement is selected as the optimum option.

Strength characteristics of the existing buildings masonry work have been experimentally determined.

The analysis has been carried out on compliance of the construction solution of Precious Metals Refining Section buildings with mandatory requirements of earthquake zones design standards.

Checking calculations of buildings structures remaining after dismantling has been carried out with account of seismic loads.

Recommendations on seismic reinforcement of walls of Precious Metals Refining Section buildings by means of shotcreting have been developed.