

Восточно-Казахстанский Государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева

УДК 624.014

МАЛЫХ МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

Исследование жесткости каркасов промышленных зданий и сооружений  
при горизонтальных воздействиях

6N0729 «Строительные конструкции, здания и сооружения»

РЕФЕРАТ  
диссертации на соискание академической степени  
магистра техники и технологии

Научный руководитель:  
А. В. Хапин  
кандидат технических наук, профессор

г. Усть-Каменогорск, 2010 год

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Диссертация посвящена исследованию жесткости каркасов промышленных зданий и сооружений при горизонтальных воздействиях.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из списков определений, обозначений, введения, четырех глав и заключения, включая литературный обзор и приложения. Объем работы составляет 95 страниц.

### **Перечень ключевых слов**

Горизонтальные сейсмические воздействия, карта сейсмического районирования, каркасные здания, горизонтальный перекося этаж, программный комплекс «SCAD», статический расчет, метод конечных элементов, горизонтальные крановые воздействия, каркасные здания, дефекты строительных конструкций, оценка сейсмобезопасности зданий, результаты натурного обследования зданий, горизонтальные предельные прогибы колонн, открытая крановая эстакада, сбор нагрузок для особого сочетания, усиление колонн каркаса, расчетная схема, уменьшение расчетных сейсмических нагрузок, мостовые краны.

### **Актуальность темы**

В нашем городе, где сосредоточены предприятия цветной металлургии, большую роль играет обследование существующих промышленных зданий и сооружений. Это связано с новыми требованиями современной нормативно-технической документации, так как в эксплуатации находится большое количество зданий, построенных 30 и более лет назад. Некачественный монтаж, ошибки в конструировании, несвоевременное выполнение ремонтно-восстановительных работ ведут к накоплению дефектов и повреждений. При сейсмическом воздействии влияние этих факторов усугубляется.

В связи с изменением карты сейсмического районирования необходимо производить расчет многоэтажных промышленных зданий и сооружений на горизонтальные сейсмические воздействия.

Необходимость производить такой расчет установлена на примере многоэтажного здания фильтровально-сушильного отделения ТОО "Казцинк", расположенного в г. Усть-Каменогорске. Здание расположено в районе, сейсмичность которого при уточнении карт сейсмического районирования была повышена. Горизонтальные сейсмические деформации в этом здании превышают допускаемые нормами проектирования. В результате это может вызвать повреждения несущих кирпичных стен лестничных клеток с

образованием в них трещин, а также разрушить заделку швов и привести к обрушению навесных панельных стен. Горизонтальные деформации могут вызвать потерю устойчивости колонн каркаса, несмотря на то, что они имеют достаточную несущую способность и могут воспринимать действующие нагрузки.

Также немаловажно производить расчет одноэтажных промышленных зданий и сооружений на горизонтальные крановые деформации. Одним из таких примеров служит открытая крановая эстакада на территории АО "Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат", расположенная в г. Усть-Каменогорске. На эстакаде была предусмотрена работа одного мостового крана грузоподъемностью 10 т, а фактически смонтированы два крана грузоподъемностью по 10 т каждый. Анализ результатов измерения деформаций при действии крановых нагрузок показал, что наибольшие отклонения железобетонных и стальных колонн от вертикали в плоскости, перпендикулярной крановому пути превышают допустимые значения.

Мостовые краны в зданиях вызывают повреждения подкрановых конструкций, поэтому необходимо производить расчет на деформации каркасов при горизонтальных крановых нагрузках. Таким примером служит здание, расположенное на территории АО "Усть-Каменогорский арматурный завод" в г. Усть-Каменогорске. Превышение допускаемых смещений кранового рельса в плановом и высотном положении может происходить из-за динамических воздействий кранов при перекосах крановых мостов или их повышенной деформативности.

### **Цель и задачи исследования**

Целью данной диссертационной работы является выполнение проверочных расчетов деформативности для разработки мероприятий по ее снижению.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие задачи:

- анализ областей практического использования расчетов каркасов зданий и сооружений по деформациям и требований нормативных документов;
- анализ способов определения деформаций при горизонтальных крановых или сейсмических нагрузках;
- выполнение практических примеров расчета и оценка результатов;
- разработка путей снижения деформаций.

### **Объект исследования**

Жесткости колонн каркасов существующих промышленных зданий и сооружений при горизонтальных сейсмических или крановых воздействиях .

## **Методы исследования**

Примененные в работе подходы к решению поставленных задач основываются на методах изучения литературы, а также анализа и сравнения результатов расчета и путей снижения деформаций.

## **Полученные результаты**

Получены проверочные расчеты рассматриваемых зданий, выявлено несоответствие полученных результатов требованиям нормативных документов.

Получен анализ экспериментальных исследований колонн каркаса открытой крановой эстакады, также выявлено несоответствие требованиям нормативных документов.

Получены проверочные расчеты для рассматриваемых способов повышения жесткости каркаса зданий, проведен анализ полученных результатов.

## **Научная новизна работы заключается в следующем:**

- показана важность выполнения расчетов на горизонтальные деформации для каркасов промышленных зданий и сооружений существующей застройки;
- разработаны способы повышения жесткости каркасов для существующих промышленных зданий и сооружений, в которых расчетные горизонтальных деформации превышают допустимые.

## **Научная и практическая значимость работы состоит в следующем:**

- по результатам проведенных проверочных расчетов выявлена необходимость выполнения мероприятий для повышения жесткости каркаса;
- выполнены конструктивные мероприятия, обеспечивающие требуемую надежность колонн каркаса зданий.

Полученные в данной диссертации результаты исследования могут быть применены для повышения жесткости каркасов существующих промышленных зданий и сооружений

## **Степень обоснованности**

Научные положения и выводы, изложенные в диссертационной работе, полностью обоснованы, соответствуют современным представлениям теории сооружений, теории сейсмостойкости и теории надежности. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений и обусловлена применением

современных методов исследования, сопоставлением с нормативными документами.

### **Сведения о публикациях**

Основные положения диссертационной работы опубликованы в статье:  
М.А. Малых, А.В. Хапин. К вопросу определения деформаций каркасов промышленных зданий и сооружений при горизонтальных нагрузках// Материалы IX Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Усть-Каменогорск, ВКГТУ. 2010 г. с. 124 – 126.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана практическая значимость, а также общая характеристика работы и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор существующих методов определения горизонтальных деформаций.

В данной главе рассмотрены:

- общие положения определения горизонтальных сейсмических нагрузок для многоэтажных зданий и оценка сейсмобезопасности существующих зданий и сооружений согласно СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах»;

- общие положения определения горизонтальных предельных прогибов колонн одноэтажных зданий и сооружений от крановых нагрузок.

Также в этой главе дано описание программного комплекса «SCAD», работа которого построена на методе конечных элементов. С помощью него в данной работе будут осуществляться практические расчеты.

Во второй главе приведены конструктивные решения исследуемых зданий, а также проведен анализ дефектов строительных конструкций.

В данной главе приведены:

- здание фильтровально-сушильного отделения ТОО "Казцинк", расположенное в г. Усть-Каменогорске (дано описание конструктивного решения, схематические планы этажей на разных отметках, разрезы здания, а также дан анализ дефектов колонн каркаса и ограждающих конструкций покрытия и кровли);

- открытая крановая эстакада на территории АО "Усть-Каменогорский титано-магниевого комбинат", расположенная в г. Усть-Каменогорске (дано

описание конструктивного решения, схематический план, разрезы эстакады, а также дан анализ экспериментальных исследований колонн каркаса открытой крановой эстакады);

- здание арматурного завода в пролетах № 1-7, расположенное на территории АО "Усть-Каменогорский арматурный завод" в г. Усть-Каменогорске (дано описание конструктивного решения, схематический план, разрезы здания, а также дан анализ дефектов колонн каркаса).

В третьей главе выполнены проверочные расчеты рассматриваемых зданий, с применением расчетных программ для ЭВМ.

Расчеты выполнены с помощью многофункционального программного комплекса «SCAD». Для здания фильтровально-сушильного отделения был произведен расчет на горизонтальные сейсмические нагрузки, а для открытой крановой эстакады и здания арматурного завода в пролетах № 1-7 – на горизонтальные крановые нагрузки.

Исходными данными являлись геометрические размеры рам, а также действующие нагрузки, определенные на основании результатов натурного обследования здания и норм проектирования. Произведен сбор нагрузок основного сочетания и сбор нагрузок для особого сочетания. Выполнен статический расчет.

В результате получены проверочные расчеты рассматриваемых зданий на горизонтальные сейсмические или крановые деформации, выявлено несоответствие полученных результатов требованиям нормативных документов.

Также расчетом определено, что колонны каркаса здания фильтровально-сушильного отделения имеют достаточную несущую способность и могут воспринимать действующие нагрузки. Но горизонтальные деформации могут вызвать потерю устойчивости колонн каркаса (они не удовлетворяют условиям второго предельного состояния). В связи с этим рассмотрены способы повышения жесткости каркаса здания:

- усиление колонн здания за счет изменения сечения;
- путем уменьшения расчетных сейсмических нагрузок за счет замены тяжелых железобетонных плит покрытия и кровли на более легкую конструкцию из профилированного настила и эффективного утеплителя из минераловатных плит.

Получены проверочные расчеты для рассматриваемых способов повышения жесткости каркаса здания, результаты которых соответствуют требованиям нормативных документов. Проведен анализ полученных результатов.

В четвертой главе приведены способы повышения жесткости каркасов для каждого рассмотренного промышленного здания и сооружения при

горизонтальных крановых или сейсмических нагрузках, в которых расчетные горизонтальные деформации превышают допустимые.

Внесены предложения по дальнейшей эксплуатации исследуемых зданий и сооружений.

В заключении сформулированы основные выводы о важности выполнения расчетов на горизонтальные сейсмические или крановые деформации для каркасов промышленных зданий и сооружений существующей застройки.

## АНДАТПА

«Өндірістік үймереттердің қаңқаларының көлденең әсерден пайда болған өзгеруін анықтау» тақырыбындағы диссертациясына орындаған М. А. Малых.

Нормативтік құжаттардың талаптарының ескерілуімен қалыптың өзгеруі бойынша құрылыс пен ғимарат қаңқаларын есептеуді талдау, сондай-ақ, көлбеу кранның немесе сейсмикалық күш түскен кездегі қалыптың өзгеруінің көлемін анықтау тәсілдеріне талдау жасалған. Тексеру есептері мен нәтижелерді бағалаудың практикалық үлгілері орындалған. Горизонтальді крандық немесе сейсмикалық күш түскен кездегі қалыптың өзгеруін азайту жолдары қарастырылған.

## АННОТАЦИЯ

Диссертация на тему «Исследование жесткости каркасов промышленных зданий и сооружений при горизонтальных воздействиях» выполнена Малых М. А.

Проведен анализ областей практического использования расчетов каркасов зданий и сооружений по деформациям, с учетом требований нормативных документов, а также анализ способов определения деформаций при горизонтальных крановых или сейсмических нагрузках. Выполнены практические примеры проверочных расчетов и оценка результатов. Разработаны пути снижения деформаций при горизонтальных крановых или сейсмических нагрузках.

## INTRODUCTION

The dissertation on a theme «Investigation of fixity of carcasses of industrial buildings and constructions with horizontal intensities » is executed by Malykh M. A.

Areas of practical application of estimates of carcass deformations has been analyzed with account of specification documents. Also an analysis of methods of determination of deformations at horizontal crane and seismic intensities has been carried out. Practical examples of testing estimates and evaluation of results has been implemented. Ways of reducing deformations has been developed for cases of horizontal crane and seismic intensities.