

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Мищенко Андрея Викторовича на диссертацию Маркиной Юлии Дмитриевны «Расчёт подкраново-подстропильных ферм с учетом упругой податливости узлов примыкания элементов решетки к ездовому нижнему поясу», представленную в диссертационный совет 24.2.356.01, созданный на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции здания и сооружения (технические науки)

Актуальность темы исследования

Большое количество действующих цехов металлургической промышленности были построены десятки лет назад и эксплуатируются в условиях непрерывного режима работы кранов, как правило, при повышенных температурах. В наиболее тяжелых условиях при этом находятся подкрановые конструкции, в которых в ходе эксплуатации накапливаются повреждения материала, что в итоге не редко приводит к преждевременному исчерпанию эксплуатационного ресурса и необходимости полной замены вышедшей из строя подкрановой системы. В связи с этим остро стоит вопрос о разработке корректных методик определения напряженно-деформированного состояния подкрановых конструкций промышленного здания указанного типа с учетом реальных условий работы всех элементов системы.

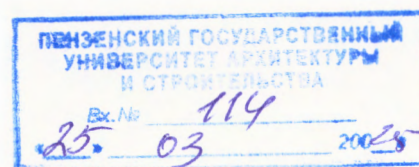
Диссертационная работа Маркиной Ю. Д. посвящена вопросам предварительного и поверочного расчета подкраново-подстропильных ферм – конструкций высокого уровня ответственности, в которых локальное разрушение отдельных наиболее ответственных элементов (узлов) способно вызвать прогрессирующее обрушение всей конструктивной системы, а значит, – остановку металлургического производства с нанесением значительного экономического ущерба и, возможно, стать причиной травматизма и гибели людей.

В связи с вышеизложенным, считаю выбранную тематику исследований в диссертационной работе актуальной.

Оценка содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 141 источник.

Во **введении** выполнено обоснование актуальности темы исследования, показана ее научная новизна и практическая значимость. Объектом исследования являются продольные подкраново-подстропильные фермы с неразрезным ездовым нижним поясом прямоугольного замкнутого сечения, наиболее часто применяемые в промышленном проектировании. Предмет исследования – влияние компонент жесткости соединения элементов решетки с нижним поясом на работу подкраново-подстропильных ферм. Автором сформулирована цель работы и шесть основных задач, решаемых в дальнейшем в диссертации.



В первой главе на основе литературного обзора выполнен анализ конструктивных решений подкрановых конструкций и возникающего в них напряженного состояния при сложных режимах воздействия крановых нагрузок. Исследованы причины возникновения и накопления характерных дефектов в конструкциях, приводящих к разрушениям. Изучены данные по существующей методике проектирования и расчета ППФ. Особое внимание уделено существующей в настоящее время методике назначения геометрических параметров, подбору поперечных сечений элементов и расчету напряженно-деформированного состояния нижнего ездового пояса ферм замкнутого поперечного сечения. Описаны характерные особенности работы ППФ, в результате которых сделаны выводы о необходимости учета пространственной работы ферм и отказе от предположения о шарнирном соединении нижнего ездового пояса с элементами решетки.

Во второй главе выполнены исследования влияния жесткости узловых соединений в ППФ на напряжения в ездовом поясе. В результате КЭ расчета выявлено значительное перераспределение напряжений и деформаций в элементах нижнего пояса фермы. В сравнении со схемой с шарнирным соединением стержней с поясом показано, что принятие схемы с жесткими узлами приводит к снижению максимального прогиба фермы до 20%, снижению напряжений в различных элементах на участках пояса до 42%. Для оценки податливости ездового пояса произведены оценочные расчеты с обоснованием выбора упрощенной расчетной схемы, обеспечивающей достаточную точность. Предложен метод определения податливости узловых соединений.

Третья глава посвящена разработке методики определения усилий в нижнем поясе с учетом упругой податливости решетки в плоскости подкраново-подстропильной фермы и вовлечения решетки в пространственную работу пояса на кручение и изгиб в горизонтальной плоскости. Проверка полученных результатов подтверждена натурно-численными исследованиями.

Исследована работа нижнего пояса при кручении. Рассмотрены методы учета элементов решетки и верхнего пояса в пространственной работе нижнего пояса на кручение. Выявлены параметры, оказывающие влияние на точность определения внутренних усилий и напряжений в элементах фермы при кручении. Приведены результаты сравнения напряжений, полученных аналитическими и численными вычислениями с результатами натуральных измерений.

В четвертой главе изложена методика предварительного расчета подкраново-подстропильных ферм. Проведена серия сравнительных расчетов 36-метровой продольной ППФ Магнитогорского металлургического комбината при различных видах нагрузок и воздействий с проверками по предельным состояниям. Выполнен анализ результатов, полученных по пяти методикам, в числе которых: методика, предложенная в диссертации, методика Руководства по проектированию стальных подкрановых конструкций ЦНИИПСК им. Мельникова и три численных метода. В

результате анализа результатов установлено, что предложенная аналитическая методика предварительного расчета позволяет значительно увеличить точность определения напряжений в сравнении с существующей методикой на величину 16-27%, а в ряде случаев, при изгибе в горизонтальной плоскости, вызванном торможением тележки крана – до 96%.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационному исследованию, которые соответствуют задачам, поставленным в работе, приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, строится на корректных постановках задач, положениях строительной механики с применением обоснованных математических моделей и используемых методов расчета строительных конструкций.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, подтверждается применением строгого математического аппарата, современных прикладных программ, основанных на конечно-элементном анализе, а также сопоставлением полученных результатов с данными натурных измерений и результатами других авторов.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Автором представлена аналитическая методика расчёта подкраново-подстропильных ферм, в которой учитываются следующие факторы:

- влияние упругой податливости элементов решетки при деформировании нижнего пояса в плоскости фермы;
- пространственная работа фермы при изгибе в горизонтальной плоскости и кручении ездового пояса;
- дополнительный изгиб ездового пояса, вызванный узловым эксцентриситетом решётки по отношению к оси ездового пояса;
- влияние несимметричной вертикальной нагрузки, возникающей при одностороннем расположении крана, на горизонтальный прогиб при проверке по второй группе предельных состояний.

Предложенная методика дает более точные результаты расчёта подкраново-подстропильных ферм в сравнении с ранее используемой аналитической методикой. Она может быть применена как для проверочного, так и для предварительного расчёта с назначением сечений элементов конструкции.

В диссертации обоснована необходимость учёта жесткости узловых соединений элементов решетки с ездовым поясом на стадии предварительного расчёта подкраново-подстропильной фермы. Выявлены закономерности изменения линейных и угловой податливостей ездового пояса в зависимости от геометрических параметров фермы.

Теоретическая и практическая значимость выполненных исследований подтверждается следующими результатами:

- разработана аналитическая методика предварительного расчета подкраново-подстропильных ферм с учетом упругой податливости узловых соединений и пространственной работы всей конструкции;

- представлен аналитический метод определения усилий в нижнем поясе с учетом упругой податливости решетки в плоскости фермы. Выполнено уточнение расчётной схемы нижнего пояса при расчёте на изгиб в вертикальной плоскости. Предложена методика определения жесткости упругих опор, моделирующих работу решетки;

- обоснована применимость методики определения узловых моментов от внецентренного примыкания элементов решетки к нижнему поясу для предварительного расчёта подкраново-подстропильной фермы как однопролётной конструкции.

Результаты исследования использованы при написании монографии «Подкраново-подстропильные фермы. Особенности конструкции, работы и расчета», внедрены в проектную, научно-исследовательскую и учебную деятельность, что подтверждено четырьмя актами внедрения.

Основные результаты опубликованы в 21 научной работе, из которых 8 – в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, докладывались на Региональных, Всероссийских и Международных конференциях, а также удостоены дипломов победителя Всероссийских и Международных конкурсов.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки) по следующим пунктам:

1. Построение и развитие теории, разработка аналитических и вычислительных методов расчёта механической безопасности и огнестойкости, рационального проектирования и оптимизации конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений.

3. Развитие теории и методов оценки напряжённого состояния, живучести, риска, надёжности, остаточного ресурса и сроков службы строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе при чрезвычайных ситуациях, особых и запроектных воздействиях, обоснование критериев приемлемого уровня безопасности.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации (с. 5) и автореферате (с. 4) сказано, что «узлы соединения решетки с нижним поясом обладают в плоскости системы бóльшей изгибной жесткостью, чем сами элементы решетки. Поэтому, в отличие от классической фермы, все стержни ППФ испытывают изгиб в ее плоскости...», «... наблюдается образование пластических деформаций именно в присоединяемых элементах (в стойке и раскосах), а не в самом узле. Таким образом, крепление системы решётки к ездовому поясу нельзя считать шарнирным».

Отсюда следует, узлы соединения элементов решетки с нижним поясом надо принимать либо жесткими, либо упругоподатливыми, что существенно изменит напряженное состояние в стержнях. Однако в сформулированных задачах (АР: с. 6, п. 1; дис: с. 7, п. 1) выполняется оценка влияния жесткости узловых соединений лишь на напряжения в ездовом поясе. В качестве расчетной схемы нижнего пояса принята балка на вертикальных упругих опорах, имитирующих работу элементов решетки без угловых связей (дис: рис. 2.32).

Требуется пояснить отсутствие угловых связей на расчётной схеме в узлах нижнего пояса.

2. В главе 3, разд. 3.2 сказано, что элементы решетки при учете пространственной работы системы «оказывают поддерживающее влияние на ездовую пояс, уменьшают его смещение, усилия и напряжения», но не указано, что сами они (элементы решетки) при этом – догружаются.

Требуются пояснения об учете пространственного изгиба стержней фермы.

3. Рекомендация для дальнейшего исследования работы ППФ.

В диссертации представлены расчёты конструкции только на статические нагрузки. Вместе с тем, работа подкрановых конструкций существенно отличается от обычных изгибаемых – необходимостью восприятия динамических крановых нагрузок, которые характеризуются большими ускорениями, не периодичностью, ударным характером. Данные факторы весьма негативно сказываются на общем состоянии системы, а также – напряженном состоянии на локальных участках и в соединениях.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация написана четким научным языком, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора. Графические материалы легко читаемы и информативны. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.


Результаты выполненного исследования находят практическое применение в области расчета и проектирования несущих металлических конструкций производственных зданий.

Считаю, что диссертация «Расчёт подкраново-подстропильных ферм с учетом упругой податливости узлов примыкания элементов решетки к ездовому нижнему поясу» соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024), является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения по предварительному и проверочному расчёту подкраново-подстропильных ферм, имеющие существенное значение развития

строительной отрасли, а ее автор, Маркина Юлия Дмитриевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Официальный оппонент,

доктор технических наук (05.23.17 – Строительная механика), доцент, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин



14.03.2025

Мищенко Андрей Викторович

Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирское высшее военное командное ордена Жукова училище» (НВВКУ, Новосибирское высшее военное командное ордена Жукова училище) Министерство обороны Российской Федерации

Почтовый адрес: 630117, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Иванова, д. 49.

Тел.: +7 (383) 332-40-42

E-mail: mishchenko.av59@yandex.ru

Подпись Мищенко А.В. подтверждаю
начальник строевого
отделения



Д. Базаркин

С отрывком официального оппонента диагонально
31 марта 2025 года