

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Титкова Сергея Олеговича на тему: «Уточнение ветровой нагрузки на башенные металлические градирни с учетом особенностей конструктивной формы и этапов возведения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность избранной темы

Стальные решетчатые башни являются часто встречающимися в практике типами сооружений промышленного строительства. Одними из наиболее распространенных представителей таких конструкций служат башенные металлические градирни (БМГ). Безусловно, наиболее часто БМГ используются в коксохимической и тяжелой промышленности, что, в свою очередь, обуславливает необходимость повышения их надежности и совершенствования методов проектирования.

Многолетний опыт эксплуатации градирен показал практичность и рациональность их применения для охлаждения оборотной воды, однако они не лишены определенных недостатков, в частности - высокая подверженность к нарушению проектной формы, как в процессе монтажа, так и эксплуатации градирни, что обусловлено необходимостью учета целого ряда факторов. Одним из таковых является необходимость корректного приложения ветровой нагрузки, учитываемой при расчете элементов конструкции градирен на прочность и устойчивость. Реализация отказа конструкций вследствие действия ветровой нагрузки весьма велика, так как данная нагрузка дает наибольший вклад в напряженно-деформированное состояние градирни. Нарушение проектной геометрии не позволяет продолжать дальнейшую эксплуатацию, и требует выполнения капитального ремонта или в отдельных случаях замены, что приводит к значительному материальному ущербу и финансовым убыткам предприятия.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод об актуальности решаемой научно-технической задачи уточнения ветровой нагрузки на конструкцию БМГ с учетом монтажных стадий.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Апробация основных результатов исследований на научных и научно-практических конференциях и семинарах, освещение в опубликованных работах, успешное внедрение в образовательную и практическую деятельность позволяет сделать вывод об обоснованности полученных автором результатов, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе.

Представленная диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка использованной литературы (157 наименований) и приложений. Общий объем работы составляет 179 страниц, в том числе 127 страниц основного текста, 31 полных страниц с рисунками и таблицами, 15 страниц списка использованной литературы, 52 страницы приложений.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цели и задачи, научная новизна, практическая ценность результатов работы и ее связь с государственными научными программами, представлены объект и предмет исследования.

В **первом разделе** автором анализируется состояние вопроса с позиций критического анализа существующих методик расчета конструкций металлических градирен, отражение этих вопросов в редакциях современных норм проектирования. Также, проанализирован опыт решения научно-технической задачи численными и экспериментальными методами. На основании выполненного анализа сформулированы цели, задачи и методы исследования, применяемые в работе.

Во **втором разделе** представлено обоснование возможности дальнейшего использования выбранных автором методик, применяемых при проведении численных и экспериментальных исследований для нахождения эпюр ветрового воздействия на БМГ различной формы с учетом монтажных стадий.

В **третьем разделе** представлены результаты проведенных экспериментов в аэродинамической трубе МАТ-1. Определены локальные аэродинамические коэффициенты C_{pi} и характер их распределения по поверхности моделей с учетом конструктивной формы и этапов возведения сооружения. Приведен анализ полученных данных для каждой конструктивной формы БМГ и этапности строительства. Представлены результаты проведенных экспериментов по визуализации ветрового потока различными методами.

В **четвертом разделе** представлены результаты численных исследований обтекания ветровым потоком БМГ, выполненных с помощью метода конечных объемов. Приведены результаты проведенной верификации полученных экспериментальных данных. Выполнена оценка полученных ветровых нагрузок в конечно-элементной постановке. Выявлен вклад от влияния ветрового воздействия на напряженно-деформированное состояния БМГ.

В **пятом разделе** на основании анализа и верификации численных и экспериментальных исследований представлены результаты, заключающиеся в определении огибающих эпюр ветрового воздействия с учетом особенностей конструктивной формы и процесса возведения. Приведены рекомендации по применению полученных эпюр ветрового воздействия и составлению конечно-элементных моделей.

Все разделы завершаются соответствующими выводами.

В общих **выводах** по работе изложены наиболее существенные результаты исследований.

В качестве общей оценки диссертационной работы следует отметить четкую логическую последовательность излагаемого материала, его хорошую систематизацию и структурирование.

Рассматриваемая диссертационная работа является завершенным научным трудом. Автореферат диссертации в полной мере отражает ее основное содержание.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов исследований подтверждается корректным использованием принципов моделирования, заложенных в численных и экспериментальных исследованиях и удовлетворительным совпадением их результатов.

На мой взгляд, главной особенностью работы, которая составляет основу сформулированных автором положений научной новизны, является успешное выполнение большого объема целого ряда экспериментальных исследований в лаборатории строительной аэродинамики «ДОННАСА» и последующим обобщением и систематизацией полученных данных. На основе исследований проведена верификация численных результатов.

Основная научная новизна и практическая значимость полученных результатов состоит:

- результаты численных исследований моделей БМГ, подтверждающие основные результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований;
- получены распределения локальных аэродинамических коэффициентов с учетом особенностей конструктивной формы и этапов возведения башенных каркасно-обшивных градирен;
- разработаны рекомендации по применению полученных ветровых нагрузок на каркасно-обшивные башенные металлические градирни с учетом особенностей конструктивной формы и процесса возведения.

Замечания

1. При определении аэродинамических коэффициентов по поверхности градирен не учтено образование технологической наледи у горловины, что может исказить параметры ветровой нагрузки для зимних условий эксплуатации.

2. В работе указывается возникновение вихрей, скручивающих градирни, однако методика определения ветровой нагрузки с учетом кручения отсутствует.

3. Для пространственных стержневых систем таких, как башенные градирни, необходимо знать распределение энергии турбулентного потока ветра по частотам, то есть энергетические спектры или спектральную плотность пульсационной компоненты скорости ветра. Их работы не ясно, анализировалась ли энергетические спектры пульсационной составляющей воздействия ветра на конструкцию градирни.

4. В работе стоило исследовать колебания, связанные со срывом вихрей с внешней поверхности конструкции градирни, в том числе и те, которые сопровождаются образованием вихревой дорожки Кармана и приводят к резонансному вихревому возбуждению сооружения на одной из его собственных частот.

Общие выводы

Представленная к оппонированию диссертация является завершенной научно-исследовательской работой. Тематика исследования актуальна и

своевременна, а приведенные результаты работы являются решением важных научно-практических задач в области нормирования ветровой нагрузки с учетом особенностей конструктивной формы и процесса возведения для конструктивных элементов башенных металлических градирен, в том числе, с учетом монтажных стадий. Высказанные замечания не снижают научной новизны и практической ценности полученных результатов, работа отвечает требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Совета министров ДНР № 2-13 от 27.02.2015 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Титков Сергей Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим я, Гаранжа Игорь Михайлович, даю согласие на обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

Гаранжа Игорь Михайлович

129337, РФ, г. Москва,

Ярославское шоссе, д.26

Тел./факс: +7(926) 284-55-17

E-mail: garigo@mail.ru

/И. М. Гаранжа/

Подпись кандидата технических наук, доцента, кафедры металлических и деревянных конструкций Гаранжи Игоря Михайловича заверяю

Начальник УРП НИУ «Московский государственный строительный университет»

/О.И. Перевезенцева/

