

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Ихно Анны Владимировны на тему: «Регулирование напряженно-деформированного состояния конструкций металлического каркаса обвязки ванных стекловаренных печей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность темы исследования

Достижение мирового уровня технической эффективности в производстве стекла – приоритетная задача стекольной промышленности страны. На сегодняшний день возникла необходимость решения важной научно-технической задачи по сбережению энергетических и материальных ресурсов при производстве стекла, поскольку стекольная промышленность является энергоемкой отраслью народного хозяйства. Тепловая экономичность и производительность промышленного стекловарения в значительной степени зависит от организации тепловой работы печей. В условиях достигнутых предельных температур эксплуатации оgneупорной кладки интенсификация варки стекла становится возможной при оптимизации внешнего теплообмена и рациональном использовании тепловой энергии в варочном бассейне печи.

Поэтому определение температурных и механических процессов внутри и снаружи агрегата печи с возможностью их регулирования на основе результатов численного моделирования влияния технологического процесса этапов жизненного цикла печи на напряженно-деформированное состояние конструкций каркаса, является актуальной темой исследования, имеющей важное народнохозяйственное значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, полученных в диссертационной работе, подтверждается использованием корректных современных методов компьютерного моделирования и применением современного оборудования при проведении натурных экспериментальных исследований. Помимо этого, обоснованность результатов подтверждается обширной апробацией основных результатов исследований на научных, научно-практических конференциях, форумах и чтениях, в опубликованных работах, внедрением в образовательную и проектную деятельность.

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка использованной литературы (178 наименований) и приложений. Общий объем

работы составляет 184 страницы, в том числе 103 страницы основного текста, 25 полных страниц с рисунками и таблицами, 22 страницы списка использованной литературы, 34 страницы приложений.

Во **введении** изложена общая характеристика работы, представлено обоснование актуальности темы, сформулированы цели и задачи исследований, представлены объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, практическая ценность результатов работы, а также методология и методы исследования. Указана связь диссертационных исследований с научно-исследовательскими работами кафедры.

В **первом разделе** представлен анализ состояния вопроса. Дано оценка принципиальных конструктивных решений металлических каркасов печей стекловаренного производства. Выполнен критический анализ существующих методик расчета конструкций каркаса печей, на основании которого сделаны выводы о достаточной приближенности их характера. Проанализированы подходы к учету технологического режима при определении силы распора свода стекловаренной печи. Проведен анализ возможности продления службы ванных стекловаренных печей.

В завершение раздела на основании выполненного критического анализа сформулированы цели, задачи и методы исследования, применяемые в работе.

Разработанная структурно-логическая схема исследований дает представление об особенностях проведения исследований.

Во **втором разделе** представлен результат выбора и обоснование возможности использования выбранных методов и методики для проведения численных и экспериментальных исследований при оценке напряженно-деформированного состояния металлического каркаса на этапах жизненного цикла стекловаренной печи.

Приведены результаты предварительного численного исследования. В разделе произведен детальный анализ технологических особенностей эксплуатации данного рода сооружений. Выявление основных температурных площадок стационарного режима. На основании систематизации технологических процессов эксплуатации стекловаренных печей составлена матрица формирования расчетных сочетаний нагрузок, которая дает представление о характере, этапах возникновения с вероятностью их проявления. Моделирование технологического процесса стекловаренной печи основано на пошаговом приложении нагрузки для каждой температурной ступени нагрева.

В **третьем разделе** представлены результаты численного исследования напряженно-деформированного состояния конструкций каркаса полученные с использованием конечно-элементного анализа. При моделировании температурных режимов в расчетной схеме и регулировании НДС каркаса

предложен алгоритм учета регулировки тяжей. По предложенной методике редуцирования напряжений в расчетной модели стабилизация напряжений в колонне достигается за счет изменение длины тяжа. Представлены результаты сравнительного анализа напряжений в колонне каркаса по предложенной методике и влияние механизма регулировки на перемещения кладки свода.

Приведены результаты анализа расчетная схема плоской рамы из пластинчатых элементов. Предложенные приемы снижения кручения ветвей колонн каркаса печи, вызванного неравномерным распределением давления от распора свода, предполагают значительный эффект.

В четвертом разделе представлены методика и результаты экспериментальных исследований влияния технологического процесса эксплуатации на напряженно-деформированное состояние конструкций металлического каркаса стекловаренной печи. Проведены впечатляющие экспериментальные исследования натурного характера, основной задачей которых является определение переходного и эксплуатационного напряженно-деформированного состояния каркаса обвязки ванной стекловаренной печи.

Экспериментальные исследования подтвердили корректность результатов выполненных численных исследований с использованием в системе каркаса обвязки «тяжей-компенсаторов» по предложенной методике редуцирования напряжений.

В пятом разделе представлены результаты поиска рациональных параметров для управления напряженно-деформированным состоянием каркаса обвязки печи. Предложена методика расчета металлического каркаса обвязки ванных стекловаренных печей, основанная на алгоритмах расчета конструкций металлического каркаса обвязки стекловаренной печи с учетом напряженно-деформированного состояния свода. По предложенной методике расчета несущей способности колонн каркаса при снятии в них напряжений с помощью «тяжей-компенсаторов» достигается значительное сокращение металлоемкости каркаса (до 30 %).

Следует отметить значительный практический интерес применения разработанной методики при визуальной оценке напряженно-деформированного состояния свода печи по установленным предельным значениям его подъема.

По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Корректность изложения научного материала, наглядная иллюстрация полученных результатов в виде таблиц, графиков и структурных схем позволяют объективно оценивать содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

К основным научным результатам, полученных автором, следует отнести:

- уточненные значения параметров напряженно-деформированного состояния конструкций металлического каркаса печи с учетом особенностей их эксплуатации;
- уточненные значения напряженно-деформированного состояния свода печи при переменном эксцентризите приложения продольной нагрузки;
- алгоритм формирования расчетной модели с учетом уточненных технологических и эксплуатационных нагрузок;
- методы регулирования НДС конструкций в расчетной модели за счет изменения жесткостной характеристики тяжа;
- определение поправочного коэффициента ($\gamma_T=1,23$), учитывающего регулировку опор свода при определении расчетного сопротивления колонн каркаса печи;
- методику расчета металлического каркаса обвязки ванных стекловаренных печей, отличается от существующих методик подходами к управлению напряженно-деформированным состоянием конструкций с учетом параметров жизненного цикла и учетом напряженно-деформированного состояния свода.

По диссертации имеется ряд замечаний:

1. В работе не раскрыто моделирование потери устойчивости внецентренно-сжатых элементов каркаса обвязки печи с учетом развития ограниченных пластических деформаций и не проанализировано влияние начальных несовершенств и случайных эксцентризитетов на напряженно-деформированное состояние конструкций.
2. Следовало бы рассмотреть форс-мажорные ситуации, например, такие как аварии (прогорание участков свода, стен бассейна, горелок) с разрушением конструктивных элементов системы металлического каркаса обвязки ванных стекловаренных печей непрерывного действия.
3. Следовало провести исследование на усталостную прочность «тядей-компенсаторов».
4. Из работы не ясно, увязывается ли реализуемая методика расчета металлических каркасов обвязки стекловаренных печей с требованиями Еврокодов.

Заключение

Высказанные замечания и пожелания не умаляют общего весьма положительного впечатления о рецензируемой работе. В целом, автором рассмотрен широкий спектр проблем, решающих важнейшие народно-хозяйственные задачи, проведены теоретические и экспериментальные исследования влияния технологического процесса эксплуатации на напряженно-деформированное состояние конструкций металлического каркаса стекловаренной печи. Представлены результаты поиска рациональных параметров для управления напряженно-деформированным состоянием каркаса обвязки печи являются обоснованными и достоверными, что подтверждается данными экспериментальных и численных исследований.

Считаю, что диссертационная работа на тему: «Регулирование напряженно-деформированного состояния конструкций металлического каркаса обвязки ванных стекловаренных печей» представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную на достаточно высоком научно-техническом уровне, отвечает существующим требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор **Ихно Анна Владимировна** заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения».

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой металлических конструкций
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»
доктор технических наук, профессор



В.В. Зверев

Подпись заведующего кафедрой металлических конструкций ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» доктора технических наук, профессора Зверева Виталия Валентиновича заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»
к.т.н., доц.

А.С. Колобанов
А.С. Колобанов

Контактные данные: ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,
398055, РФ, г. Липецк, ул. Московская, д. 30; телефон +7 (4742) 328-000;
E-mail: mailbox@stu.lipetsk.ru



Подпись удостоверяю
Специалист ОК ЛГТУ

Ю.В. Дорущева / 01.06.14г.