

Проректору по научной работе
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)», д.т.н., профессору
Равиковичу Юрию Александровичу
125993, г. Москва, Волоколамское ш., 4

Уважаемый Юрий Александрович!

Направляем Вам отзыв ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» как ведущей организации по диссертации Зуева Евгения Александровича на тему «Исследование напряжено-деформированного состояния и механизмов разрушения объектов тяжелого машиностроения», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Приложение: Отзыв в 2-х экземплярах.

Проректор по учебно-методической работе ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
к.т.н., доцент.



Коршунов С.В.

Уддел документационного обеспечения МАИ

13.05.2022

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебно-методической работе
ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)),

кандидат технических наук, доцент

Коршунов Сергей Валерьевич

«» 2022 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Зуева Евгения Александровича

«Исследование напряжено-деформированного состояния и

механизмов разрушения объектов тяжелого машиностроения»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и

аппаратуры»

Актуальность темы исследования, соответствие специальности и цель диссертационной работы

Объекты тяжелого машиностроения, такие как механические и гидравлические прессы и прокатные станы эксплуатируются на металлургических предприятиях более 30-50 лет. Обеспечение надежности и безопасности использования тяжелых машин, подверженных воздействию комплекса нагрузок, которые могут вызвать разрушение базовых деталей конструкции, входит в число актуальных проблем, стоящих перед различными отраслями промышленности. Особенно важной эта проблема является в отрасли машиностроения, являющейся основой в оборонной промышленности России.

Значительное число аварийных простоев объектов тяжелого машиностроения связано с разрушением базовых деталей и необходимостью их замены. Произвести новую базовую деталь для уникального оборудования в кратчайшие сроки представляется практически невыполнимой задачей, поэтому необходимость определения механизмов разрушения, разработки методик контроля напряженного состояния и предложения системы непрерывной диагностики определяют актуальность работы, направленной на обеспечение надежного функционирования тяжелого машиностроительного оборудования при дальнейшей длительной эксплуатации. Преимуществом диссертации является подтверждение теоретических и расчётных результатов экспериментальными

Отдел документов
обеспечения МАИ

«13» 05 2022 1

данными. Поэтому тема диссертационной работы является актуальной и соответствует специальности 01.02.06 – «Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры».

Основными *целями и задачами* диссертационной работы являются:

1. Обеспечение безотказной работы базовых деталей без ограничения срока эксплуатации при проектных режимах работы.
2. Разработка современных методик контроля напряженно-деформированного состояния, обеспечивающих высокую точность полученных результатов.
3. Исследование сходимости результатов между значениями, полученными в ходе виртуальных испытаний, выполненных с помощью метода конечных элементов и измерениями, полученными в натурных испытаниях.
4. Разработка системы контроля напряженного состояния базовых деталей и обнаружения трещин усталости, которая позволит узнавать обо всех нарушениях проектных режимов работы и предотвращать аварийные разрушения оборудования.

Значимость полученных результатов

Выбранные направления исследования существенно расширяют область знаний в проектировании машиностроительного оборудования и имеют важное *прикладное и теоретическое значение*. Полученные результаты проверены на крупных металлургических предприятиях России:

- изменение галтели днища гидравлического цилиндра с целью обеспечения усталостной долговечности выполнено на АО «Волжский трубный завод»;
 - устранение концентратора напряжений в стенке гидравлического цилиндра и исходящих от него усталостных трещин путём угольной разделки с последующей наплавкой проведено на АО «Волжский трубный завод»;
 - расчёт коэффициента запаса усталостной прочности колонн, определение напряженного состояния и контроль наличия предварительной затяжки стыка «колонна – гайка – поперечина» методом электротензометрии выполнено в АО «СМК», АО "Металлургический завод "Электросталь", АО «Ижорский Трубный Завод – Северсталь», ОАО «Всероссийский институт легких сплавов», АО «Арконик СМЗ», ОАО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат»;
 - определение напряженно-деформированного состояния, выявление концентраторов, восстановление и модернизация поперечины выполнены для ползуна механического прессы в ПАО «ОДК-Сатурн» и для основания гидравлического прессы в АО «Ступинская Металлургическая Компания»;
- Перечисленные работы выполнялись на уникальном машиностроительном оборудовании, произведенным в нескольких экземплярах или небольшой серией, но применяемые методики могут быть использованы при модернизации другого оборудования, или же при проектировании нового.

Предложенная в работе система контроля напряженного состояния в колоннах, цилиндрах и поперечинах обеспечит соблюдение проектных режимов работы, рекомендованных заводом изготовителем и позволит предотвращать аварийное разрушение оборудования.

Научная новизна

В диссертационной работе Зуева Е.А. получены следующие основные результаты, определяющие ее *научную новизну*:

1. Проверена и подтверждена на практике методика оценки запаса усталостной прочности применительно к базовым деталям объектов машиностроения сложной геометрической формы, произведенных из конструкционных сталей различных марок.
2. Предложен и успешно реализован метод определения напряженно-деформированного состояния колонн гидравлических прессов, а также контроля затяжки стыков гаек колонн узла «колонна – гайка – поперечина» методом электротензометрии.
3. Предложен и реализован метод определения концентраторов напряжений в технологических окнах поперечин, подтвержденный результатами тензометрии, а также увеличен коэффициент запаса путем изготовления вставок под размер отверстия с последующим привариванием полуавтоматической сваркой.
4. Впервые в практической эксплуатации гидравлических прессов реализована технология бандажирования разрезной гайки колонны с целью недопущения потери предварительной затяжки при сползании гайки с разрушенной коррозией резьбы.

Достоверность проведенных исследований

При выполнении расчётов в диссертации используются широко известные методы определения запасов прочности на основе трудов С.В. Серенсена, В.П. Когаева, Р.М. Шнейдеровича, а также применяется современное моделирование методом конечных элементов. При выполнении натурных испытаний используются независимые друг от друга методы обнаружения дефектов и определения напряженно-деформированного состояния. Достоверность теоретических предположений и инженерных решений, развитых в диссертации, доказана продолжительной безотказной эксплуатацией базовых деталей объектов тяжелого машиностроения, в которых успешно внедрены предложенные технические решения.

Структура и объем работы

Рецензируемая диссертационная работа Зуева Е.А. изложена на 168 страницах машинописного текста, имеет достаточное количество поясняющих иллюстраций (115) и таблиц результатов расчетов и испытаний (6). Список

литературы состоит из 68 наименований. Структура диссертации: введение; 4 главы с краткими заключениями и пояснениями; общее заключение с формулировкой основных результатов.

Введение содержит достаточно подробное обсуждение поставленной проблемы и наиболее важных научных результатов по теме диссертации. Обоснована актуальность работы, представлены цели и задачи исследования, определена новизна и научная значимость полученных автором результатов, приведены сведения об апробации результатов диссертационной работы, основные положения, выносимые на защиту.

В *первой главе* представлены основные сведения и известные причины разрушения объектов тяжелого машиностроения. Приведены примеры разрушений различных типов базовых деталей, таких как станины, поперечины, гидравлические цилиндры и колонны. Определены недостатки предшествующих трудов по теме диссертации, сделаны выводы о необходимости совершенствования как методик оценки напряженного состояния и запаса прочности на этапе проектирования, так и методик проведения испытаний.

Вторая глава описывает применение различных методов оценки напряженно-деформированного состояния базовых деталей. Описана методика и примеры использования актуального на настоящее время расчётного анализа методом конечных элементов. Перечислены требования, предъявляемые к программным комплексам, исследуемым моделям, накладываемым граничным условиям и параметрам дискретизации модели. Описаны расчётные схемы, позволяющие с высокой точностью оценивать напряженно-деформированное состояние базовых деталей сложной формы. Помимо расчётных методов, применительных в основном для виртуального моделирования, представлены методы определения реального состояния тяжелого машиностроительного оборудования. Перечислены методы неразрушающего контроля и способы их применения к объектам тяжелого машиностроения. Описана методика проведения электротензометрии.

Третья глава посвящена проведению расчётов базовых деталей на прочность. Определены основные причины разрушений — появление и рост трещин усталости в зонах концентрации напряжений. Моделирование проектных режимов нагружения выявляет конструкторские или технологические ошибки, допущенные либо во время проектирования, либо во время использования оборудования.

Четвертая глава посвящена разработке системы постоянного контроля напряженно-деформированного состояния и предупреждения разрушений базовых деталей. Приведены примеры использования методик оценки напряженного

состояния, описанных в предыдущих главах применительно к стационарно установленной системе.

В заключении приведены основные выводы, сделанные по результатам проведенного в диссертационной работе исследования.

В целом, изложение материала в диссертации четкое. Все результаты снабжены примерами и методиками расчета, для большинства расчётов проведена оценка сходимости с испытаниями, выполненными на реальном оборудовании.

Текст *автореферата* полностью соответствует содержанию диссертации. Список *опубликованных работ* по теме диссертации, состоящий из 15 пунктов, дает полное представление об объеме проведенных исследований. *Апробация* работы представлена в виде докладов на конференциях.

Замечания

1) Предложенная во второй главе расчётная схема четверти пресса имеет две плоскости симметрии, а в некоторых расчётных случаях допускается введение третьей плоскости, рассекающей колонну посередине. Такая расчётная модель позволяет выполнить узел «основание – штамповый набор» без учёта верхней поперечины и гидравлических цилиндров. При этом не ясно, на какой высоте необходимо проводить сечение колонны, т.к. утверждение, что жесткость на изгиб верхней и нижней поперечин равны не совсем верно, т.к. существует еще и подвижная поперечина, которая в данном расчётном случае отсекается вместе с верхней поперечиной.

2) Выводы о сравнении экспериментальных данных с численными результатами сделаны на основе электротензометрических испытаний, выполненных для четверти конструкции, и не дают полного представления об её напряженно-деформированном состоянии, учитывая то, что результаты измерений указывают на несимметричную работу оборудования.

3) Описанная система постоянного контроля напряженно-деформированного состояния и предупреждения разрушений базовых деталей не была полноценно внедрена, а испытывалась лишь частично.

Заключение

Рассмотренная диссертация «Исследование напряжено-деформированного состояния и механизмов разрушения объектов тяжелого машиностроения» Зуева Е.А. является законченной научно-квалификационной работой, которая полностью удовлетворяет требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. В работе решена актуальная научно-

техническая задача, что позволяет существенно расширить возможности контроля состояния уникальных объектов тяжелого машиностроения для обеспечения их долговечной работы. Достоверность полученных результатов, их теоретическое и практическое значение не вызывают сомнений. Сформулированные замечания не изменяют общего положительного отношения к диссертации.

По теме диссертации автором опубликовано 15 печатных работ, в том числе три статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Основные результаты докладывались на конференциях.

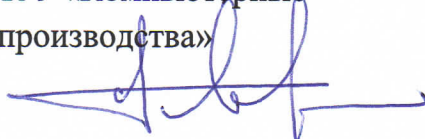
Автореферат в полном объеме отражает результаты диссертации.

Таким образом, рецензируемая диссертация Зуева Евгения Александровича удовлетворяет всем критериям и требованиям, установленным Положением «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Зуев Евгений Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Диссертация и автореферат Зуева Е.А. заслушаны, обсуждены и одобрены на заседании кафедры РК-9 «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, 15 апреля 2022 года, протокол № 8 от 15 апреля 2022 года.

Отзыв составил:

Заведующий кафедрой РК-9 «Компьютерные системы автоматизации производства»
д.т.н., профессор



Гаврюшин
Сергей Сергеевич

« 6 » мая 2022 г.

Контактные данные организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

Телефон: +7 (499) 263 63 91

Веб-сайт: <https://bmstu.ru/>

Адрес электронной почты: bauman@bmstu.ru

С отзывом ознакомлен
13.05.2022г. 