

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора
ОАО «НПО ЦКТИ», д.т.н., профессор



Судаков А.В.

« 28 » 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И.Ползунова»
(ОАО «НПО ЦКТИ»), 191167, Санкт-Петербург, Атаманская ул., д. 3/6
на диссертацию Поповой Ирины Павловны

«Исследование сопротивления разрушению сплава базовой композиции 45X25H35C2Б и разработка методов оценки работоспособности реакционных змеевиков высокотемпературных установок пиролиза», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа И.П. Поповой посвящена установлению наиболее вероятных причин преждевременного выхода из строя труб змеевиков высокотемпературных установок пиролиза углеводородного сырья, изготовленных из разработанных в ЦНИИ КМ «Прометей» жаропрочных сплавов марок 45X26H33C2Б2 и 45X26H33B5C2Б, обладающих повышенными уровнями жаростойкости и стойкости к науглероживанию, расчетно-экспериментальному исследованию сопротивления разрушению материала змеевиков и разработке метода оценки ресурса реакционных труб с учетом особенностей их эксплуатации. Эта работа является дальнейшим развитием исследований, выполненных в докторской диссертации научного руководителя д.т.н. Орыщенко А.С.

Металл реакционных труб в процессе эксплуатации подвергается как длительному воздействию статических напряжений, так и малоциклового термостатическому нагружению. Ситуация осложняется процессами науглероживания и износа металла змеевиков. До последнего времени эти трубы изготавливались из штатных отечественных материалов марок 45X25H35C и 45X24H20C и имели ресурс не более 2÷5 лет при проектном ресурсе ~10 лет.

Выполненные в настоящей работе исследования механизмов повреждения центробежно-литых реакционных труб в условиях процесса пиролиза и особенностей механического поведения новых материалов марок 45X26H33C2Б2 и 45X26H33B5C2Б в условиях длительной эксплуатации, которые до последнего времени были изучены явно недостаточно, и, главное, создание адекватной методики расчетного определения долговечности реакционных труб с учетом ме-

Вх. № <u>3677</u>	Исполнено
<u>02</u> <u>12</u> <u>20</u> <u>14</u> г.	В ДЕЛО
Основн. <u>3</u> л.	№ _____
Прил. _____ л.	подп. _____

ханизмов их повреждения, свидетельствует о большой актуальности рецензируемой работы. То, что настоящая работа посвящена исследованиям, обеспечивающим доведение ресурса реакционных труб до проектного уровня, свидетельствует о ее практической направленности.

Диссертация содержит 211 страниц текста, перечень использованной литературы содержит 99 публикаций отечественных и зарубежных авторов.

Работа состоит из шести глав, в которых

- рассмотрены механизмы повреждения реакционных труб в процессе эксплуатации (глава 1);

- с использованием современных методик определены длительная прочность и ползучесть для металла шва Св-40Х26Н32С2Б, характеристики усталости основного металла и металла шва; критические значения J_c - интеграла для основного металла; зависимости скорости роста трещин ползучести от значений S^* -интеграла; зависимость скорости роста усталостной трещины; величины критической деформации материала с учетом жесткости напряженного состояния (глава 2);

- разработана методика расчетного определения напряженнодеформированного состояния и ресурса труб при стационарном нагружении с учетом роста слоя кокса и вызванных этим изменений температуры (глава 3);

- произведена оценка ресурса реакционных змеевиков по критерию циклической прочности на стадии зарождения трещины (глава 4);

- выполнены расчетно-экспериментальные исследования кинетики трещины в материале реакционной трубы при длительном нагружении (глава 5);

- сформулирована процедура оценки ресурса трубных элементов змеевиков на стадии развития трещины и проведена оценка критического размера трещины в трубах по критериям несущей способности и статической трещиностойкости материала (глава 6).

Существенной научной новизной обладают разработанные автором:

- общая схема оценки ресурса реакционных змеевиков установок пиролиза на основе анализа различных возможных механизмов повреждения и предельных состояний реакционных труб;

- методика определения скорости роста трещины применительно к трубным элементам змеевиков в условиях ползучести на основе S^* - интеграла;

- выявление наиболее значимого эксплуатационного фактора повреждения реакционных труб установок пиролиза – коксообразование и создание методики учета этого механизма при оценке ресурса труб;

- методика оценки ресурса трубных элементов змеевиков при наличии в них трещиноподобных дефектов.

Считаем, что разработанные диссертантом методики учета влияния отложений и трещиноподобных дефектов в трубах на их ресурс могут быть использованы при определении ресурса паропроводных труб.

По работе может быть сделан ряд замечаний:

1. При определении распределения температуры в сечениях реакционных труб следовало бы использовать решения задач нестационарной теплопроводности.

2. Измерения катетометром перемещение захватов по линии действия растягивающей силы при определении C^* -интеграла обладают невысокой точностью. Поэтому следовало бы оценить возможные ошибки при использовании методик роста трещин в трубах змеевиков.

3. Применительно к ресурсу реакционных труб (~10 лет) следовало бы проводить испытания на заметной большей базе ($>>1000$ ч).

4. Следовало бы заметно расширить объем металлографических и электронно-микроскопических исследований основного металла и металла шва, с помощью которых выявить температурно-временные особенности накопления повреждений в реакционных трубах в условиях, приближенных к эксплуатационным.

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа И.П.Поповой, обладающая существенной новизной, заслуживает высокой оценки. Автореферат диссертации находится в соответствии с её содержанием.

Следует отметить хороший технический язык и высокое качество оформления диссертации.

Материалы, приведенные в диссертации, обладают завершенностью, о чем свидетельствует использование в ООО «СИБУР-Кстово» разработанной автором методики определения времени безопасной эксплуатации труб с трещинами при стационарном режиме пиролиза, и оценки допускаемых в ней размеров трещиноподобных дефектов, что подтверждено Актом использования результатов диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов подтверждается широким использованием статистических методов обработки результатов. Основные результаты работы опубликованы в авторитетных изданиях.

Можно утверждать, что научные положения работы, сделанные выводы и предложенные рекомендации вполне обоснованы.

Диссертация И.П. Поповой соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, как по полученным научным результатам, так и по практическому значению работы. Автор, несомненно, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09-Материаловедение (машиностроение).

Отзыв на диссертацию Поповой И.П. рассмотрен и утверждён на заседании Научно-технического совета ОАО «НПО ЦКТИ», протокол № 6 от 25.11.2014 г.

Заместитель председателя Научно-технического совета,
Заместитель генерального директора ОАО «НПО ЦКТИ»,
д.т.н., профессор
Заведующий отделом ресурса, технической диагностики
и ремонтно-восстановительных технологий металлов
энергооборудования ОАО «НПО ЦКТИ»,
д.т.н., профессор

E-mail: general@ckti.ru



Хоменок
Леонид Арсеньевич
(812) 7174381



Рыбников
Александр Иванович
(812) 5508227