

УТВЕРЖДАЮ

**Главный конструктор-
начальник отделения 2.00**


В.Я. Беркович
«16» 04 2014 г

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1 Наименование закупки:

1.1 Экспериментальные исследования элементов трубопровода из аустенитной стали с трещиноподобными дефектами.

2 Целевое назначение работы

2.1 Работа выполняется в рамках НИОКР ВВЭР-ТОИ. Целью работы является проведение экспериментальных исследований на моделях колена и прямолинейного участка трубопровода Ду 350 или Ду 300 из стали 08X18H10T с трещинами для обоснования применимости концепции ТПР и подтверждения методик расчета .

3 Технические требования к выполнению работ

3.1 Введение

3.1.1 В соответствии с техническим заданием на разработку проектов ВВЭР-ТОИ и АЭС-2006 для трубопроводов первого контура используется концепция ТПР. Для соединительного трубопровода и трубопроводов САОЗ, выполняемых из аустенитной стали 08X18H10T, отсутствует экспериментальное подтверждение на масштабных моделях результатов расчетного обоснования применимости концепции ТПР. При экспериментальном подтверждении расчетного обоснования применимости концепции ТПР требуется определить критические размеры сквозных трещин при заданных нагрузках, или несущую способность элемента трубы (колена или прямого участка) с трещиной заданного размера.

3.2 Содержание работ

3.2.1. Для обоснования применимости концепции ТПР к аустенитным трубопроводам ВВЭР-ТОИ и АЭС-2006 и для подтверждения методик расчета выполняются экспериментальные исследования на элементах трубопроводов из аустенитной стали 08X18H10T. При этом выбирается наиболее нагруженный прямолинейный участок со сварным швом и колено трубопровода. Для элементов трубопровода моделируются максимальные расчетные напряжения исходя из проектных расчетов трубопроводов.

Выполняется испытание модельного прямолинейного участка трубы со сквозной трещиной, расположенной в кольцевом направлении сварного шва при действии внутреннего давления и изгибающего момента. Сварной шов выполняется по монтажной технологии, принятой для соединительного трубопровода в техническом проекте.

Изгибающий момент моделируется таким образом, чтобы реализовались максимальные расчетные напряжения в сварном шве, которые представлены в техпроекте . Размеры трещины выбираются на основе консервативных предтестовых расчетов с тем, чтобы поверхностная трещина была стабильной при максимальных расчетных нагрузках, и при дальнейшем нагружении и превращении в сквозную трещину оставалась стабильной.

Рассматривается глубокая поверхностная трещина (отношение глубины трещины к толщине составляет около 0,9) с размерами меньше критических при максимальных расчетных нагрузках. Изгибающий момент увеличивается до прорыва перемычки и образования течи. После прорыва перемычки должна образоваться стабильная течь без разрыва трубы. Это будет считаться подтверждением консервативности расчетной методики и критического размера трещины.

В процессе эксперимента определяется напряженное состояние в окрестности трещины и раскрытие трещины в зависимости от нагружающего момента и внутреннего давления.

3.2.2 Для подтверждения консервативности определения критических размеров трещин проводится испытание колена с «докритической» поверхностной продольной трещиной. Размеры трещины выбираются на основе консервативных расчетов с тем, чтобы поверхностная трещина была стабильной при максимальных расчетных нагрузках, и при дальнейшем нагружении и превращении в сквозную трещину оставалась стабильной. Для рассматриваемой продольной трещины, в качестве основного расчетного случая, принимается максимальное расчетное давление. После проверки стабильности поверхностной трещины под действием максимального расчетного давления, трещина дорастивается до сквозной путем циклического изменения внутреннего давления. После прорыва перемычки должна образоваться стабильная течь без разрыва колена. Это будет считаться подтверждением консервативности расчетной методики и критического размера трещины.

На колене трубопровода с угломгиба 90° для выполнения предтестовых расчетов рассматриваются три типа осевых трещин: вдоль боковой образующей, по внешнему и внутреннему радиусугиба. Определяется минимальная критическая трещина из рассмотренных при действии максимальных расчетных нагрузок. В дальнейшем для экспериментов из трех рассмотренных местоположений трещины выбирается одно местоположение, которое дает наименьшую критическую длину трещины. В соответствии с рекомендациями нормативного документа при расчетах осевых трещин в трубопроводах рекомендуется выбирать режим с максимальным давлением. В данном проекте «ВВЭР-ТОИ» в качестве максимального рассматривается расчетное давление (17,64 МПа).

3.3 Этапы работ

3.3.1 При подготовке экспериментальных исследований необходимо предусмотреть следующие этапы:

- заказ и изготовление на заводе или закупку имеющихся (если такие имеются) двух участков труб длиной около трех метров из аустенитной стали 08X18H10T с условным диаметром Ду 350 или Ду300;

- изготовление 90° колена из одного участка по технологии, принятой для технического проекта;

- вырезку металла из труб для проведения испытаний на образцах и определения характеристик металла;

- изготовление модели участка трубы со сварным швом и заложеным в нем кольцевым дефектом;

- изготовление модели с коленом и заложеным в нем осевым дефектом;

- подготовку стенда и оборудования для проведения испытаний ;

3.3.2 При разработке программы экспериментальных исследований необходимо предусмотреть выполнение работ в несколько этапов. Например, для модели прямого участка со сварным швом испытания рекомендуется проводить для следующих основных этапов.

На первом этапе повышение давления до номинального значения при нормальных условиях (16,2 МПа) для проверки герметичности системы.

На втором этапе модель с дефектом необходимо подвергнуть циклическому нагружению для создания в вершине дефекта усталостной трещины

На третьем этапе проводится подъем давления до номинального значения в режиме НЭ. Далее модель нагружается изгибающим моментом до величины, соответствующей максимальному расчетному режиму. На этом этапе должна быть проверена стабильность трещиноподобного дефекта в модели.

На четвертом этапе давление поддерживается на уровне номинального давления в НЭ, а изгибающий момент увеличивается от величины, соответствующей максимальному расчетному значению до прорыва перемычки между трещиной и наружной поверхности. После прорыва перемычки должна образоваться стабильная течь, которая может быть зарегистрирована визуально (телекамерами). Это будет считаться подтверждением консервативности расчетной методики и критического размера трещины.

На пятом этапе осуществляется герметизация кольцевой трещины и проводится увеличение изгибающего момента вплоть до потери несущей способности или разрыва трубы.

3.4 Требования при проведении экспериментальных работ

3.4.1 При проведении экспериментальных исследований на натуральных трубопроводах с трещиноподобными дефектами при параметрах первого контура АЭС с ВВЭР должны учитываться имеющийся отечественный и зарубежный опыт и результаты исследований.

3.4.2 Организация исполнитель экспериментальных исследований должна иметь стенд и вспомогательное оборудование для проведения испытаний и обладать достаточным опытом (не менее 3 лет) проведения испытаний труб с трещинами для качественного выполнения работ в назначенный календарным планом срок. Опыт проведения натуральных испытаний трубопроводов или оборудования с трещиноподобными дефектами, находящихся под давлением первого контура, должен быть подтвержден соответствующими публикациями и отчетами.

3.4.3 Испытательный стенд должен позволять решать задачи по нагружению модели изгибающим моментом не менее 1000 кНм и внутренним давлением не менее 20 МПа; иметь измерительную систему, позволяющую регистрировать в зависимости от времени нагружающие факторы: давление, изгибающий момент и требуемые параметры: напряженно-деформированное состояние в окрестности трещины и вдали от нее; раскрытие берегов в центре трещины и по ее фронту.

3.4.4 Должны использоваться средства для дистанционного видеонаблюдения в ходе проведения экспериментов с записью необходимых фрагментов.

3.4.5 Для предотвращения гильотинного мгновенного разрушения трубы и для контроля роста трещины, должна быть предусмотрена акустико-эмиссионная аппаратура, позволяющая регистрировать страгивание трещины и контроль ее роста при циклическом и статическом нагружениях.

3.4.6 Должна быть предусмотрена вырезка металла из заготовок труб для получения фактических данных по механическим характеристикам основного металла и металла сварного шва. Определению подлежат такие механические характеристики, как предел текучести, предел прочности, относительное удлинение, относительное сужение и ударная вязкость. Механические характеристики основного металла первой модели могут быть приняты по сертификатным данным трубы, из которой она изготовлена. Поскольку свойства колен могут изменяться при изготовлении, то определение свойств колен должно проводиться после технологического цикла изготовления колена. После проведения испытания и разрезки модели определяются свойства металла сварного шва.

4 Требования к объему технической документации:

4.1 По результатам работы Заказчику передаётся Акт сдачи-приемки с приложением отчетных документов согласно таблице 1 п. 6

5 Место выполнения работ:

5.1 Работа выполняется Исполнителем в месте его нахождения.

6 Этапы выполнения работ

6.1 Сроки выполнения работ и наименования этапов выполнения работ представлены в календарном плане в приложении к данным техническим требованиям.

Таблица 1

№ Этапа	Наименование работ	Срок выполнения	Ориентировочный процент от цены договора с НДС	Отчетные материалы
1	Разработка и согласование программы испытаний. Приобретение трубы и колена. Изготовление моделей колен и прямого участка с трещинами для испытаний. Подготовка стенда и оборудования для проведения испытаний	11.2014	49	Акт Аннотационный отчет Программа испытаний
2	Вырезка и изготовление образцов для определения механических свойств металла колен и прямой трубы. Проведение испытаний по определению механических свойств на образцах	08.2014	13	Акт Аннотационный отчет Экспресс-отчет с определением свойств материала
3	Проведение экспериментальных исследований, в том числе испытания с присутствием представителя Заказчика и Генерального Заказчика.	07.2015	25	Акт Аннотационный отчет,
4	Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований	11.2015	7	Акт Аннотационный отчет, Экспресс-отчет с результатами испытаний
5	Подготовка отчета по результатам экспериментальных исследований	12.2015	6	Акт Аннотационный отчет Отчет с результатами испытаний

7 Прочие условия

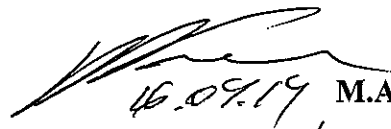
7.1 Отчётная документация в окончательно оформленном виде предоставляется Заказчику Исполнителем за 3 рабочих дня до срока окончания работы в следующем объеме:

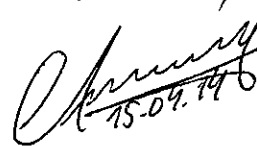
- один экземпляр учтённой копии на бумажном носителе в несброшюрованном виде;
- два экземпляра учтённой копии на бумажном носителе в сброшюрованном виде;

- электронная версия отчётной документации на цифровом носителе (один экземпляр в формате исходного файла, один экземпляр отсканированной версии документа в формате PDF или TIFF).

~~Заместитель главного конструктора-
начальник отдела 2.10~~

Начальник отдела 2.09


16.09.19 М.А. Быков


15.04.19 Л.А. Лякишев

