

*А. Е. Овсенёв*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

ovsenev1993@mail.ru

## РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ УЗЛА ВРЕЗКИ ПАТРУБКА СИСТЕМЫ ПОДПИТКИ В ГЛАВНЫЙ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ ТРУБОПРОВОД РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВВЭР-1000

*Расчет на статическую прочность является одним из расчетных методов обоснования продления сроков эксплуатации оборудования реакторной установки ВВЭР-1000. В работе представлен расчет на статическую прочность узла врезки патрубка системы подпитки в главный циркуляционный трубопровод реакторной установки ВВЭР-1000. На основании расчетов можно сделать заключение, что статическая прочность узла врезки патрубка системы подпитки соответствует требованиям технического стандарта для всех проектных режимов эксплуатации.*

*Ключевые слова: атомная электростанция; реакторная установка; врезка патрубка системы подпитки; главный циркуляционный трубопровод; статическая прочность; продление сроков эксплуатации.*

*А. О. Ovsenev*

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

## STATIC STRENGTH CALCULATION OF SECTION BRANCH PIPE CUTTING-IN OF THE MAKEUP SYSTEM IN THE MAIN CIRCULATION PIPELINE OF REACTOR PLANT WWER-1000

*A static strength calculation is one of the calculation methods which are used to justify an operation lifetime extension of reactor plant WWER-1000 equipment. This work presents the static strength calculation of section branch pipe cutting-in of the makeup system in the main circulation pipeline of reactor plant WWER-1000.*

*Based on the calculation it may be concluded that the static strength calculation of section branch pipe cutting-in of the makeup system meets the engineering standard requirements for every design basis operation mode.*

*Key words: nuclear power plant; reactor plant; frame-tube system feeding; main circulation pipelines; static strength; extension of service life.*

Главный циркуляционный трубопровод (рис. 1) является составной частью первого контура реакторной установки (РУ). Он соединяет между собой основное оборудование установки, образуя циркуляционный контур, и предназначен для осуществления циркуляции теплоносителя из реактора в парогенераторы и обратно.

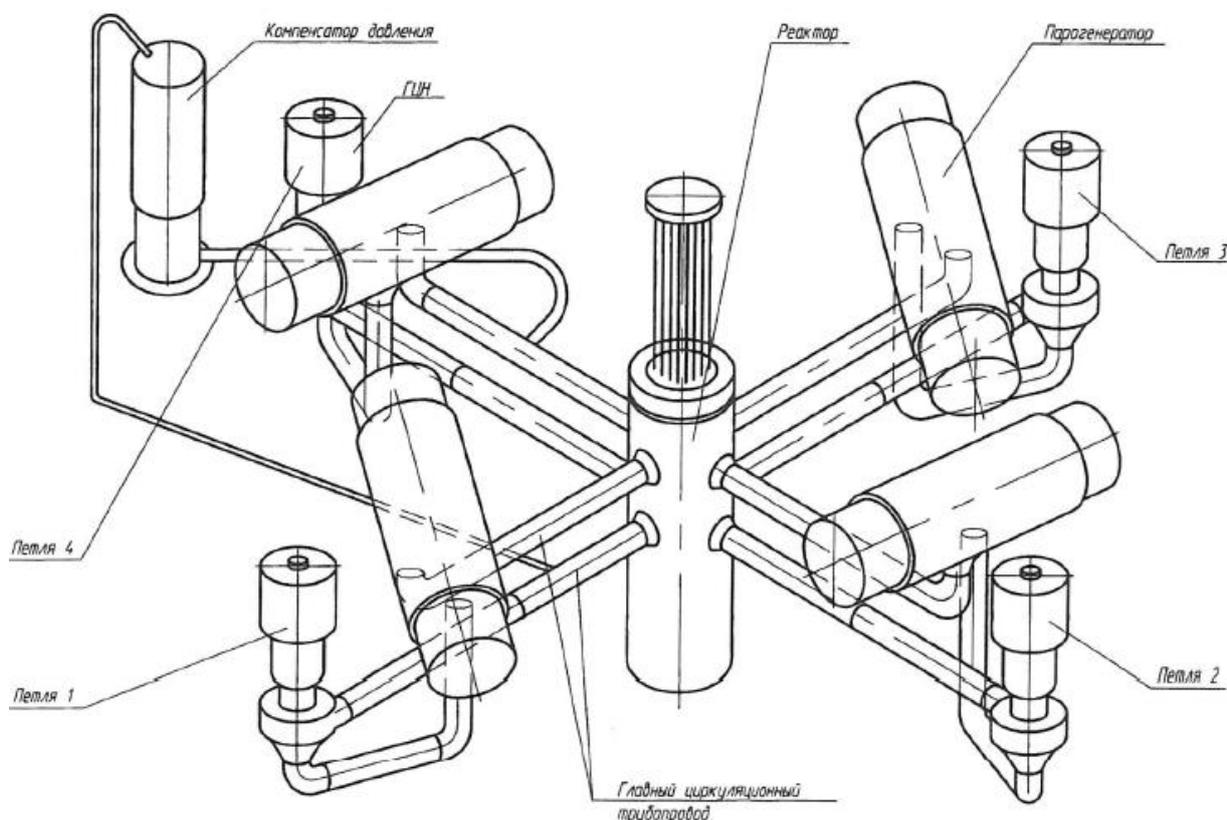


Рис. 1. Общая схема главного циркуляционного трубопровода

Для обеспечения нормальной и безопасной эксплуатации РУ, а также для контроля параметров первого контура, главный циркуляционный трубопровод (ГЦТ) вварены патрубки и штуцера, которыми ГЦТ соединен с различными системами. Одна из таких систем – узел врезок штуцеров системы подпитки (рис. 2).

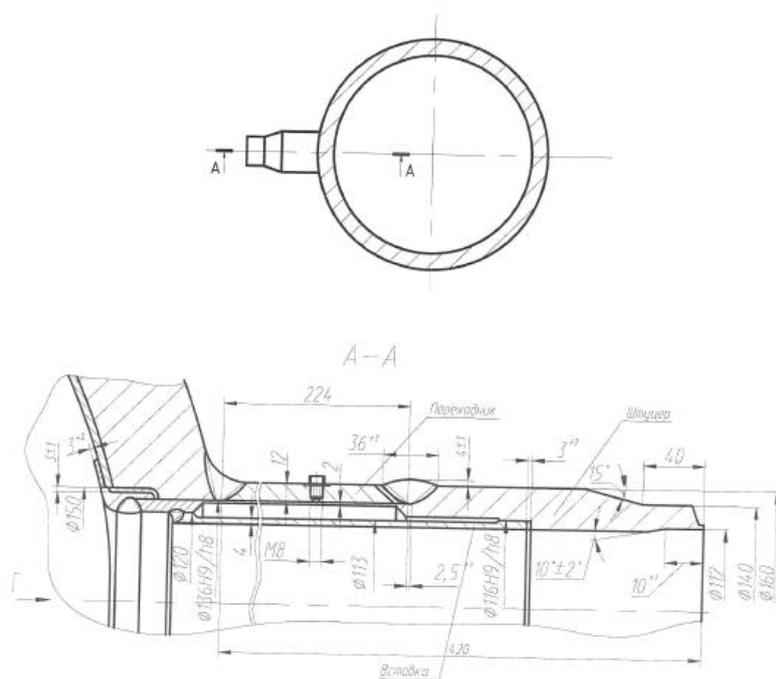


Рис. 2. Эскиз узла врезки патрубка системы подпитки

Расчет на статическую прочность рассматриваемого узла выполнялся с использованием программного комплекса ANSYS Mechanical [1]. В начале расчета разрабатывается конечно-элементарная модель узла врезки патрубка системы подпитки в ГЦТ (рис. 3).

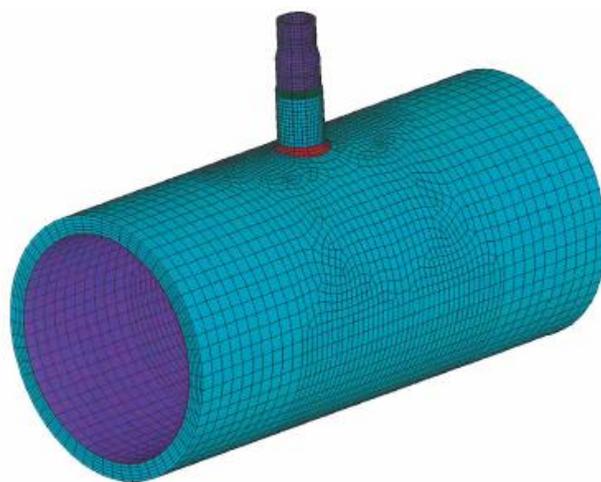


Рис. 3. Эскиз узла врезки патрубка системы подпитки

При расчете на статическую прочность проверяется выполнение условий прочности применительно к рассматриваемому узлу под воздействием расчетных нагрузок. Напряжения, определенные при расчете на статическую прочность по соответствующим категориям

напряжений применительно к рассматриваемому узлу не должны превышать соответствующих допускаемых напряжений

Исходя из анализа напряженных состояний, полученных расчетным путем от воздействий соответствующих нагрузок, выбираются наиболее напряженные зоны рассматриваемых узлов. Затем в этих зонах, используя метод линеаризации напряжений, вычисляются соответствующие категории напряжений (общие мембранные, местные мембранные и т. д.)

Статическая прочность элемента считается обеспеченной, если расчетные приведенные напряжения, определенные по теории наибольших касательных напряжений по регламентируемым группам напряжений не превышает соответствующих допускаемых напряжений [2].

В данной работе рассматривалось влияние статических нагрузок на врезку патрубка системы подпитки в главный циркуляционный трубопровод реакторной установки ВВЭР-1000. Анализ результатов расчета показал, что приведенные напряжения в главном циркуляционном трубопроводе и патрубке для сочетания нагрузок: нарушения нормальной эксплуатации + проектное землетрясение, нарушение нормальной эксплуатации + максимальное расчетное землетрясение не превышает соответствующих значений, следовательно, условия статической прочности врезки патрубка системы подпитки в ГЦТ соответствуют технической документации. На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что дальнейшая эксплуатация врезки патрубка системы подпитки считается возможной.

#### Список использованных источников

1. Программный комплекс для ПЭВМ. Программный комплекс для решения термомеханических задач методом конечных элементов ANSYS. ANSYS Mechanical; v. 14.5, ANSYS, inc., 2013.
2. Быков М. А., Сирияпин В. Н., Козлачков А. Н. Статистическая оценка выполнения критериев безопасности по результатам теплогидравлических анализов аварий реакторной установки типа ВВЭР // Вопросы атомной науки и техники : научно-технический сборник. Серия «Обеспечение безопасности АЭС». Подольск : Гидропресс, 2015. С. 108–115.