

УДК 621.311.25: 621.039

П.Г.Сочнев (5 курс, каф. РиПГС), Н.Д.Агафонова, к.т.н., доц.

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ К БЛОКАМ РЕАКТОРОВ ТИПА ВВЭР

К 2012 г. в России планируют начать замену старых блоков с реакторами типа ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 на новые реакторные установки (РУ) ВВЭР-1500. В предложенный проект парогенератора (ПГ) ПГВ-1500 [1] для данного типа РУ заложены решения, отработанные на блоках ВВЭР-1000 с ПГ ПГВ-1000, хотя предполагается рост мощности в 1,5 раза.

Целью данной работы является анализ проблем, возникающих при увеличении единичной мощности горизонтального ПГ, оценка принятых в проекте [1] решений и предложение альтернативных вариантов ПГ перспективного блока ВВЭР-1500, которые должны быть проработаны детально.

В новом проекте ПГ предусмотрено увеличение мощности, площади поверхности нагрева, геометрических размеров, а также он обладает следующими преимуществами:

- переход от шахматного к коридорному пучку дает:
  - повышение надежности работы трубочки за счет улучшения естественной циркуляции;
  - повышение эффективности отмывки и шламоудаления из межтрубного пространства и с нижней образующей корпуса;
- повышение удобства контроля и осмотра трубочки и внутрикорпусных устройств со стороны второго контура.
- повышение достоверности и удобства контроля металла трубочки автоматизированными средствами за счет увеличения минимального радиусагиба труб поверхностей нагрева, как минимум, вдвое;
- упрощение монтажа и демонтажа ПГ за счет отсутствия парового коллектора, а также упрощение компоновки паропроводов.

Однако можно ожидать следующие неприятности при увеличении мощности (по опыту перехода от ВВЭР-440 к ВВЭР-1000):

- неравномерность выхода пара через зеркало испарения (ЗИ);
- недостаточную стойкость материала коллектора в зоне прохода через ЗИ (на основании эксплуатации ПГВ-1000);
- принятый материал поверхности нагрева (сталь 08Х18Н10Т) может не обеспечить предусмотренного срока службы установки около 50 лет (ПГВ-1000 не обеспечивает данный показатель).

На рис. 1-4 представлены варианты конструкции ПГ, которые могут быть лишены указанных недостатков.



Рис. 1

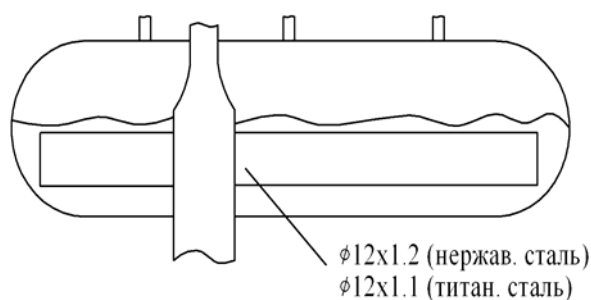


Рис. 2

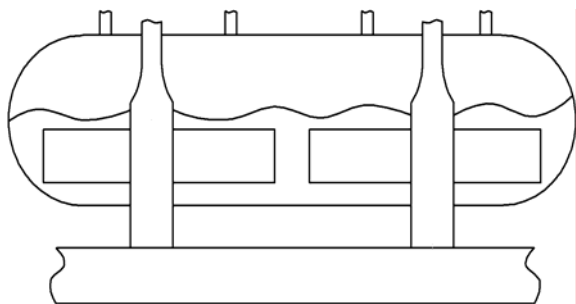


Рис. 3

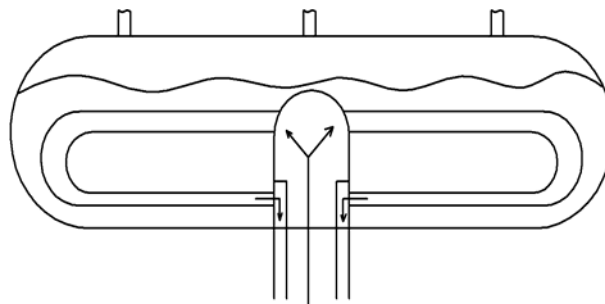


Рис. 4

На рис. 1 представлен ПГ с перегревом пара ( $p_2 = 7,4$  МПа,  $t_{\text{ип}} = 310$  °С), что дает возможность повысить КПД установки. Трудями Т.Х.Маргуловой [2, 3] показано, что при давлении во втором контуре  $p_2 > 7$  МПа для повышения КПД установки желательно использование перегрева пара. Следовательно, необходимо использование новых материалов для перегревательной поверхности из-за хлоридного растрескивания аустенитной стали 0X18H10T в зонах доупаривания жидкости. В качестве таких материалов могут быть рассмотрены: безникелевая сталь 08X14MФ, титановые сплавы, новые легированные стали (10X17H13M3T, например), высоконикелевые сплавы.

На рис. 2 показана традиционная конструкция ПГ с меньшим диаметром труб, выполненных из новых материалов, с более высокими параметрами генерируемого пара ( $p_2 = 7,8$  МПа,  $t_s = 293,3$  °С) для конкуренции проектируемого блока на рынке атомных энергоблоков с новым проектом европейского реактора EPR.

На рис. 3 и 4 представлены варианты решения проблемы неравномерности выхода пара через ЗИ: на рис. 3 – за счет уменьшения диаметра коллектора; на рис. 4 – для уменьшения неравномерности используются гибкие трубы в вертикальной плоскости.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Денисов В.П., Драгунов Ю.Г. Реакторные установки ВВЭР для атомных электростанций. М.: Изд-во АТ, 2002. 480 с.
2. Маргулова Т.Х. Теплоэнергетика. 1985. №12. С. 7-11.
3. Маргулова Т.Х. Теплоэнергетика. 1986. №9. С. 50-51.