

ПРОЕКТ АСММ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТЬЮ 250 МВТ С РЕАКТОРОМ ТИПА РИТМ

О.Р. Крашенко

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И. Н. Бутакова, группа 5061

В настоящее время наблюдается тенденция к развитию изолированных и труднодоступных районов страны. Для этого необходим экономически эффективный, экологически чистый и компактный источник энергии, который можно эксплуатировать на этих территориях. Решением задачи может стать использование атомных станций малой и средней мощности. Одним из перспективных проектов является Атомная станция с реактором серии РИТМ. В таких реакторах применена интегральная компоновка с расположением парогенераторов внутри корпуса реактора. Именно эта особенность делает данный тип реактора компактнее своих предшественников.

Атомные станции с реакторами серии РИТМ – это многофункциональные объекты. Помимо обеспечения потребителей электроэнергией и теплом, их можно успешно применять в сочетании с установками для опреснения морской воды. Учитывая сокращенный период сооружения подобных электростанций, компактные размеры, более низкие капитальные затраты, длительную работу без перезагрузки топлива и т.д. Мы имеем конкурентоспособную альтернативу, имеющимся на сегодняшний день реакторным установкам. Также технические особенности проектов атомных станций малой мощности расширяют рынок потенциальных клиентов: от государств до частных заказчиков.

В данной работе представлен проект атомной станции малой мощности (АСММ) электрической мощностью 250 МВт с реакторной установкой типа РИТМ.

На первом этапе проектирования была составлена схема паротурбинной установки. В качестве прототипа паротурбинной установки было принято решение взять турбоустановку К-220-44, так как электрическая мощность, начальное давление близки к значениям в прототипе. При начальных параметрах пара 4,2 МПа и температуре 295 °С, были выполнены расчеты основных показателей ПТУ, которые приедены в таблице 1. Расчёт был произведен согласно методике, представленной в [1]. Также был произведен подбор основного теплового оборудования.

Далее была спроектирована реакторная установка (РУ). Основной задачей при проектировании реакторной установки малой мощности являлось уменьшение оборудования и его массогабаритных характеристик. В прототипе используется интегрированный, высокоэффективный прямотрубный парогенератор с высокой парпроизводительностью [2]. Так как парогенераторы интегрированы внутрь корпуса, от их размеров зависит и размер обечайки корпуса. В связи с этим была предложена технология компоновки теплообменных труб, которая позволила свести к минимуму размеры реактора. Парогенератор состоит из пучка витых труб, показанных на рисунке 1. При такой установке труб

обеспечивается существенная интенсификация процессов теплообмена в межтрубном пространстве аппарата и внутри витых труб, также был изменен способ обтекания парогенерирующих элементов с продольного на поперечный рисунок 2, что в совокупности привело к уменьшению площади теплообмена. В отличие от прототипа была модернизирована геометрия стандартной кассеты, которая также позволила уменьшить объем незадействованного пространства внутри корпуса. Расчетные характеристики парогенератора также представлены в таблице 1.

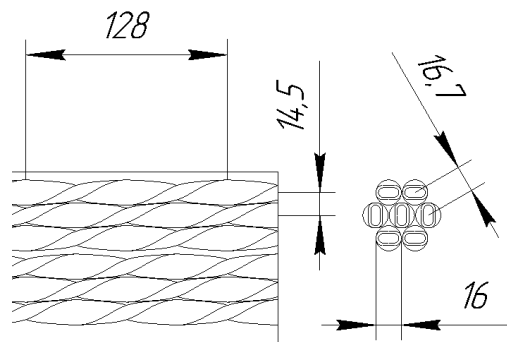


Рис. 1. Схема пучка из витых труб

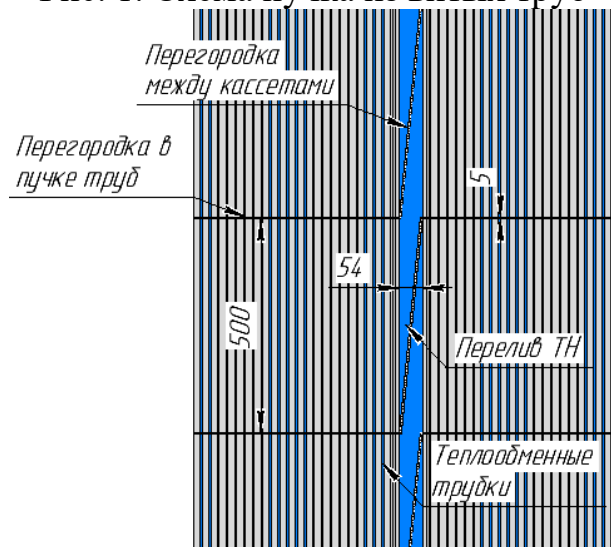


Рис. 2. Компоновка модернизированных кассет парогенератора с продольным обтеканием пучков труб

Заключительным пунктом проектирования АСММ является расчет реактора. Произведен нейтронно-физический расчет, состоящий в физическом обосновании элементов конструкции и определении совокупности физических параметров, удовлетворяющих поставленным требованиям. Результаты нейтронно-физического расчета также представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчётов проекта АСММ

Номинальные параметры	Значение
Экономические показатели ПТУ	
Электрическая мощность, МВт	250
КПД брутто, %	33,7
КПД нетто, %	32,2
Реактор	
Тепловая мощность, МВт	748

Кол-во тепловыделяющих сборок, шт	301
Высота, мм	1990
Гидравлическое сопротивление, МПа	0,064
Описанный диаметр, мм	1880
Парогенератор (ПГ)	
Кол-во модулей в кассете, шт	22
Кол-во кассет, шт	12
Кол-во парогенерирующих элементов, шт	34848
Высота, мм	4650
Сопротивление рабочего тела, МПа	0,058
Сопротивление теплоносителя, МПа	0,569
Паропроизводительность, т/ч	1351,3
Нейтронно-физический расчет	
Длительность капании, суток	391
Реактивность холодного реактора, %	27,4
Реактивность горячего реактора, %	23,5
Реактивность реактора на мощности, %	23,3
Эффективность органов СУЗ, доли	-0,439

Таким образом, была спроектирована АСММ электрической мощностью 250 МВт, которая может использоваться в отдаленных или изолированных регионах, где стоимость доставки углеводородного топлива высока, а электрические сети слабо развиты или отсутствуют.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Н. Н. Галашов. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций: учебное пособие / Н.Н. Галашов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. // Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 244 с.
2. Антонова А.М., Воробьев А.В. Атомные электростанции: учебное пособие / А.М. Антонова, А.В. Воробьев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 230 с.

Научный руководитель: А.И. Кудров, ст. преподаватель НИЦ И.Н. Бутанова ИШЭ ТПУ.