

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» по профилю «Ядерная энергетика и технологии»

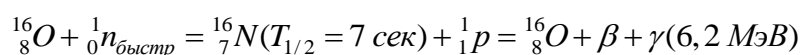


Заключительный этап
2016/2017 учебный год

10-11 класс

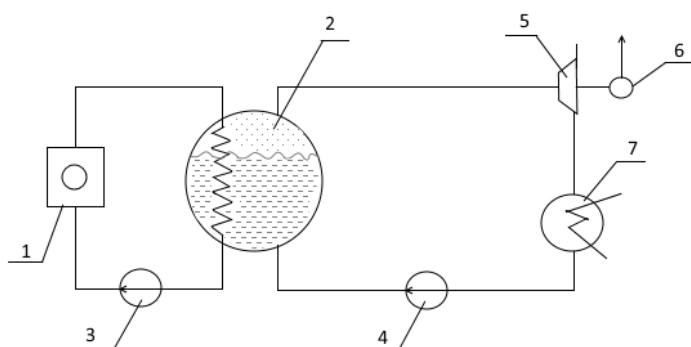
Задача (разгерметизация реактора). На рисунке показана двухконтурная упрощенная схема АЭС. В активную зону реактора 1 циркуляционным насосом 3 закачивается вода при давлении 160 атм температуре 290°С. В реакторе вода нагревается на 30 градусов, поступает в парогенератор 2, отдает свое тепло в парогенераторе теплоносителю второго контура который испаряется, так как давление в нем 60 атм. Пар поступает в турбину турбогенератора, вырабатывающего электрический ток.

Одним из достоинств двухконтурной АЭС является то, что теплоноситель второго контура практически не является радиоактивным, так как не проходит через реактор и, следовательно, не загрязняет оборудование второго контура. Теплоноситель же первого контура является радиоактивным в том числе за счет следующей реакции.



где ${}^{16}_8\text{O}$ - атомное ядро кислорода содержащего восемь нейтронов и восемь протонов, ${}^1_0n_{\text{быстр}}$ - быстрый нейтрон, которые в большом количестве образуются в реакторе благодаря цепной реакции деления. ${}^{16}_7\text{N}(T_{1/2} = 7 \text{ сек})$ - ядро азота, содержащее 7 протонов и 9 нейтронов и являющееся радиоактивным. Это ядро распадается за время $T_{1/2} = 7 \text{ сек}$ (период полураспада) с излучением β -частицы (электрона) и последующим излучением γ -кванта с энергией 6,2 МэВ (Мегаэлектронвольт). В результате этих распадов образуется стабильное ядро кислород-16.

Схема АЭС



1. Реактор
 2. Теплообменник (парогенератор)
 3. Главный циркуляционный насос (ГНЦ)
 4. Питательный насос
 5. Турбина
 6. Электрогенератор
 7. Конденсатор
- } Турбогенератор

Детектирование указанного распада позволяет контролировать герметичность парогенератора. Предположим, что можно измерять активность теплоносителя с помощью некоторой измерительной системы. Укажите на схеме и обоснуйте количество и место расположения датчиков активности. Считать известным время прохождения теплоносителя первого контура между двумя любыми точками тракта первого контура.

Оцените отношение количества распадов ядра ${}^{16}_8\text{O}$ на входе и на выходе из парогенератора, если вода проходит парогенератор за время $t = 3,5 \text{ сек}$.

Опишите, какие проблемы – технические, физические, безопасностные, экологические – могут возникать в случае разгерметизации первого контура и выхода радиоактивных продуктов во второй контур.

Критерии оценки проектов

Задание включает одну часть – проектную.

1. Проектная часть должна включать ***одно наилучшее*** конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи.

2. Максимальная оценка 100 баллов.

3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ (т.е. указание достоинств и недостатков) ***ближайших*** прототипов. ***Максимальная оценка 15 баллов***, т.е. максимум можно получить 15 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. ***Максимум 30 баллов***.

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. ***Максимум 30 баллов***.

– Возможность практического осуществления предложенных решений. ***Максимум 10 баллов***.

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. ***Максимум 15 баллов***.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом; если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной»):

Титульный лист с идентификацией участника.

Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи.

Должны быть перечислены ***наиболее близкие*** известные решения, дан перечень их ***достоинств*** и ***недостатков***.

2. Цели и задачи исследования.

На ***основе проведенного анализа*** уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются ***частные*** задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи.

Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях.

Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты.

Привести необходимые расчетные схемы и расчеты показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы

Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.

Учащиеся должны оформить записку проекта **черной** авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.