

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



Заключительный этап
2016/2017 учебный год

7-9 класс

Задача (кипящий реактор). В атомном реакторе благодаря протеканию цепной ядерной реакции в тепловыделяющих элементах (ТВЭЛах) выделяется тепловая энергия. Перечислите основные физические процессы, происходящие в реакторе, и объясните, почему в ТВЭЛах выделяется энергия и в результате каких реакций. Объясните, что такое цепная реакция деления, и почему в результате этой реакции выделяется энергия. Чтобы использовать эту энергию ее нужно «забрать» из реактора и превратить в энергию электрическую. Для этого через реактор пропускают воду (теплоноситель), которая, нагреваясь, уносит из реактора тепловую энергию.

Оцените, какое количество теплоносителя (воды) должно проходить через реактор мощностью 1000 МВт (1 Мегаватт= 10^6 Вт) в секунду, если вода в реактор входит с температурой $T_{вх} = 265^\circ\text{C}$, выходит с температурой $T_{вых} = 280^\circ\text{C}$, а теплоемкость воды при рассматриваемых условиях известна (приведена после условия задачи).

Процесс переноса тепла из реактора протекает по-разному в реакторах разных типов. В реакторах ВВР (английская аббревиатура - PWR) кипение теплоносителя (воды) не допускается. А вот реакторы ВВР работают с кипящим теплоносителем (такой реактор так и называются «кипящий реактор»).

Опишите достоинства и недостатки реакторов с кипящим и не кипящим теплоносителем. Оцените, во сколько раз более эффективно уносится из реактора тепло в реакторах с кипящим теплоносителем, если считать, что расход теплоносителя одинаковый, а в кипящем реакторе в пар превращается пятая часть теплоносителя.

Какие механизмы должны работать в реакторах без кипения для подавления кипения теплоносителя? Каким образом на АЭС тепловая энергия превращается в электрическую?

Необходимые параметры: $T_{вх} = 265^\circ\text{C}$ (температура теплоносителя на входе в реактор),

$T_{вых} = 280^\circ\text{C}$ (температура теплоносителя на выходе из реактора), $r = 1440 \frac{\text{КДж}}{\text{кг}}$ - удельная

теплота парообразования воды при рассматриваемых условиях), $c = 5,25 \frac{\text{КДж}}{\text{град} \cdot \text{кг}}$ (удельная

теплоемкость воды при рассматриваемых условиях), давление в реакторе без кипения - $p = 160$

атм, давление в кипящем реакторе - $p = 70$ атм.

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.