МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Институт Ядерной Физики и Технологий

Кафедра № 5

«Теоретической и экспериментальной физики ядерных реакторов»

Домашнее задание по курсу:

**«Экономика ядерно-топливного цикла»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнила студентка группы С14-105: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Болдовская А.Я. |
| Проверил: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Гераскин Н.И. |

Москва 2018 г.

1. **Постановка задачи.**

В рамках данного домашнего задания необходимо рассчитать сырьевые и экономические показатели для атомной и тепловой электростанции равной мощности и оценить:

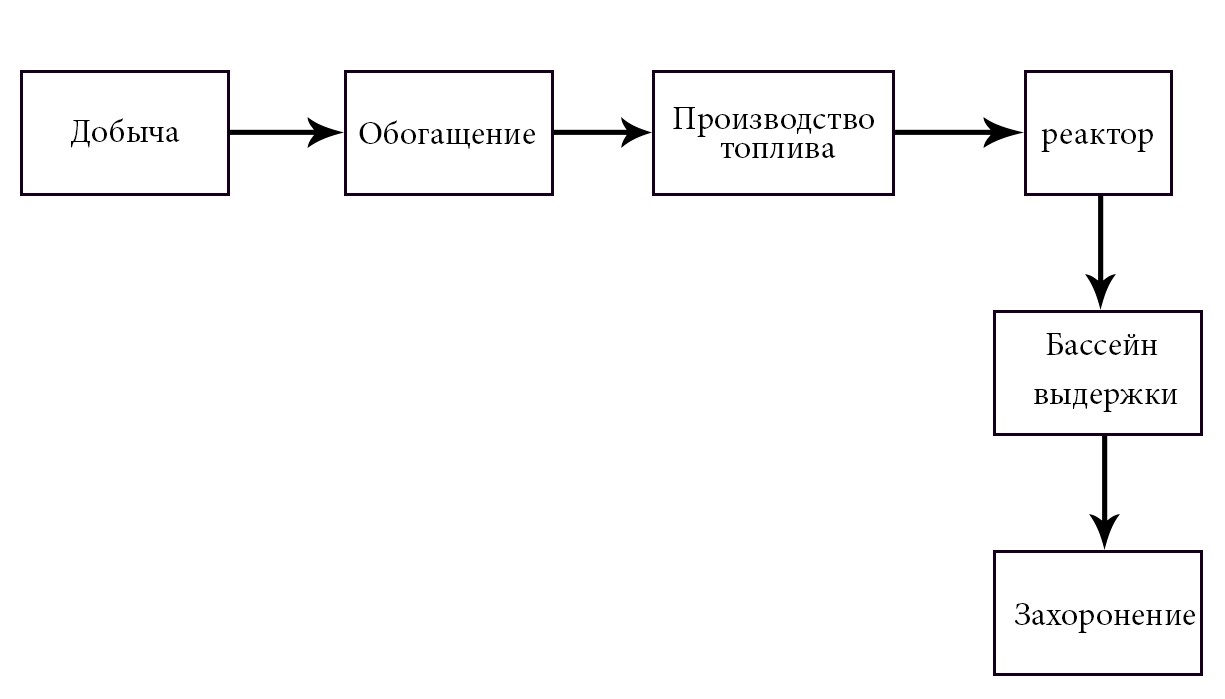
* При какой стоимости органического топлива АЭС может конкурировать с ТЭС;
* При каком уровне капиталовложений быстрый реактор экономически более выгоден для АЭС, чем тепловой реактор;
* Как повлияет на себестоимость электроэнергии вероятное увеличение рыночной цены на природный уран.

1. **Экономический расчет АЭС с тепловым реактором ВВЭР-1000.**

В ходе экономического расчета прежде всего необходимо определить, какой топливный цикл является более выгодным: замкнутый или открытый.

* 1. **Топливный цикл без регенерации топлива.**

Схема открытого топливного цикла представлена на рисунка 2.1.



**Рисунок 2.1** – Принципиальная схема открытого топливного цикла для реактора ВВЭР-1000

Отпущенная электрическая энергия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.1) |

Накопление осколков деления:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.2) |

Ежегодный расход топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.3) |

Накопление товарного Pu239 в год:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.4) |

Полное накопление товарного Pu239:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.5) |

Доля Pu в выгружаемом топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.6) |

Коэффициент возврата в цикл:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.7) |

Коэффициент расхода природного урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.8) |

Ежегодная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.9) |

Ежегодная потребность в U235:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.9) |

Экономический коэффициент воспроизводства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.10) |

Кампания топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.11) |

Полная потребность в топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.12) |

Полная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.13) |

Ежегодное накопление отвального урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.14) |

Полное накопление отвального урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.15) |

Потенциалы разделения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.16) |
|  | (2.1.17) |
|  | (2.1.18) |

Удельная работа разделения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.19) |

Топливная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.20) |

Амортизационная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.21) |

Составляющая зарплаты:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.22) |

Себестоимость отпущенной энергии:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.23) |

Цена топлива:

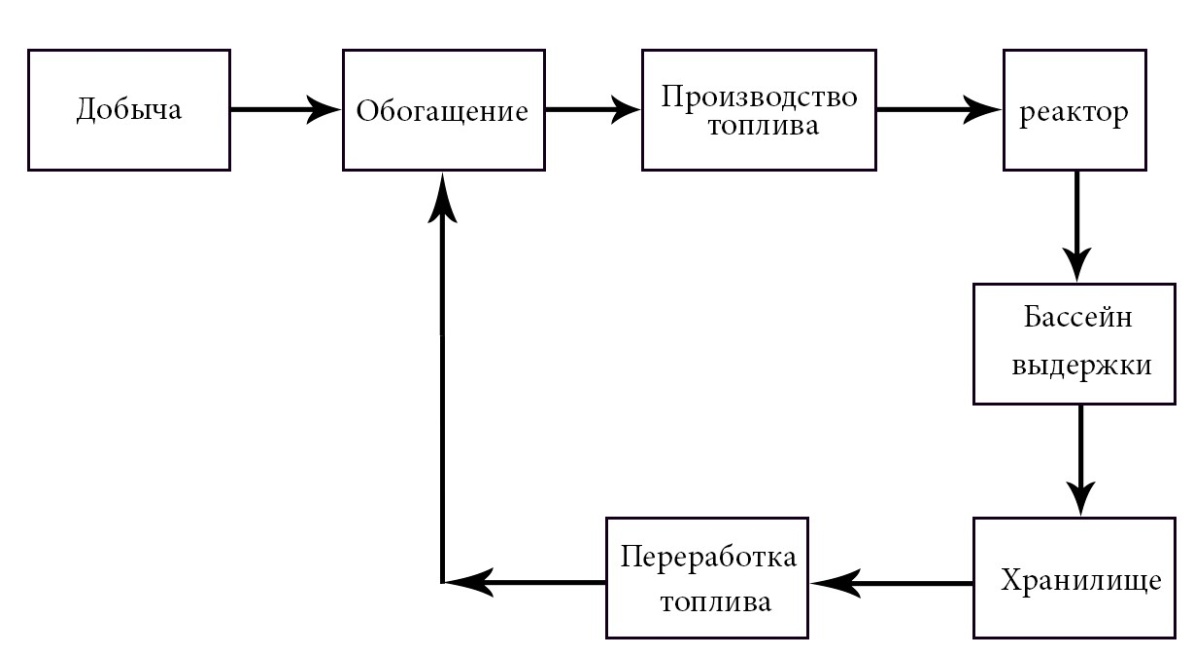
|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.24) |

Приведенные затраты на электроэнергию[1],[2]:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1.25) |

* 1. **Топливный цикл с регенерацией топлива.**

Схема закрытого топливного цикла представлена на рисунка 2.2.

****

**Рисунок 2.2** – Принципиальная схема закрытого топливного цикла для реактора ВВЭР-1000

Длительность топливного цикла:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.1) |

Ежегодная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.2) |

Ежегодная потребность в U235:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.3) |

Цена обогащенного до 95% U235:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.4) |
|  | (2.2.5) |
|  | (2.2.6) |
|  | (2.2.7) |

Цена Pu239:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.8) |

Топливная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.9) |
|  |  |
| |  |  | | --- | --- | |  |  | |  |

Топливная составляющая себестоимости для топливного цикла с регенерацией превышает топливную составляющую себестоимости для топливного цикла без регенерации, значит, замыкать цикл не выгодно.

Долгосрочные оборотные средства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.10) |

Удельные долгосрочные оборотные средства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.11) |

Приведенные затраты на электроэнергию[1],[2]:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2.12) |

1. **Расчет ТЭС.**

Отпущенная электрическая энергия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.1) |

Ежегодный расход топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.2) |

где = 0,86 – отношение калорийности условного топлива и угля (уголь марки АО, цена за тонну Цт = 87,68 $/т, теплота сгорания ≈ 6700 ккал/кг[3])

Полная потребность в топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.3) |

Амортизационная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.4) |

Составляющая зарплаты:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.5) |

Себестоимость топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.6) |

Cсебестоимость электроэнергии:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.7) |

Приведенные затраты на электроэнергию:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.8) |

где k = 52609,76 $/МВт[4] – стоимость строительства.

**Список использованной литературы.**

1. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики: Учеб. пособие для вузов.-3-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1987
2. Электронный ресурс - <https://lektsii.org/13-56628.html>
3. Электронный ресурс - «ПРОМИНВЕСТ-УГОЛЬ», <http://prominvest19.ru/price>
4. Электронный ресурс - «Проектно-строительная компания АГРИМОДЕРН», http://www.agrimodern.ru/price\_tes.html