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»**

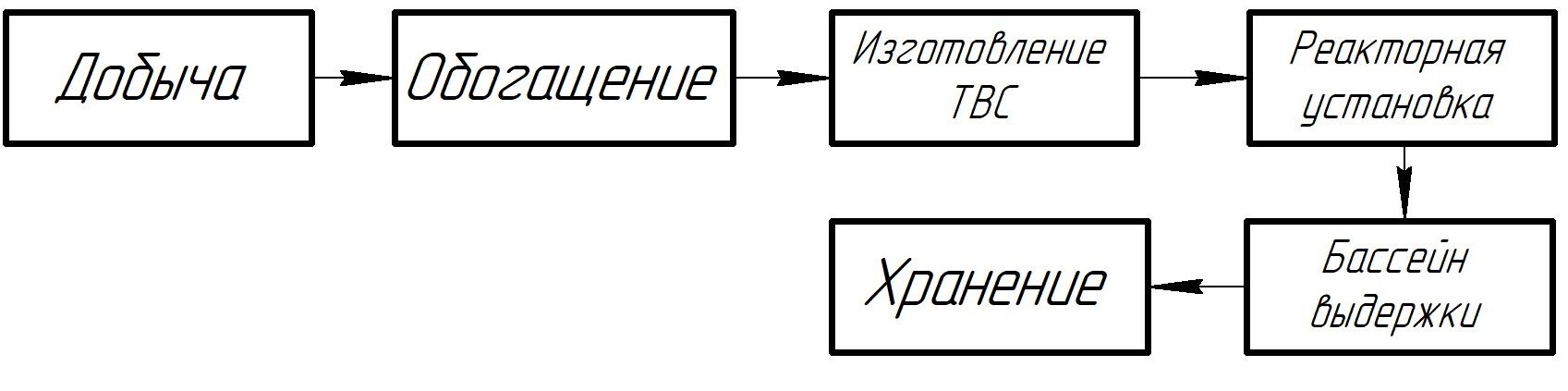
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы С14-105: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Голов П.А. |
| Проверил: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Гераскин Н.И. |

Москва 2018 г.

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

## 1.1 Топливный цикл без регенерации топлива

Схема открытого топливного цикла представлена на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1** – Принципиальная схема открытого топливного цикла для реактора ВВЭР-1000

Отпущенная электрическая энергия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.1) |

Накопление осколков деления:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.2) |

Ежегодный расход топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.3) |

Накопление товарного Pu239 в год:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.4) |

Полное накопление товарного Pu239:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.5) |

Доля Pu в выгружаемом топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.6) |

Коэффициент возврата в цикл:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.7) |

Коэффициент расхода природного урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.8) |

Ежегодная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.9) |

Ежегодная потребность в U235:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.10) |

Экономический коэффициент воспроизводства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.11) |

Кампания топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.12) |

Полная потребность в топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.13) |

Полная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.14) |

Ежегодное накопление отвального урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.15) |

Полное накопление отвального урана:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.16) |

Потенциалы разделения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.17) |
|  | (1.1.18) |
|  | (1.1.19) |

Удельная работа разделения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.20) |

Топливная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.21) |

Амортизационная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.22) |

Составляющая зарплаты:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.23) |

Себестоимость отпущенной энергии:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.24) |

Цена топлива:

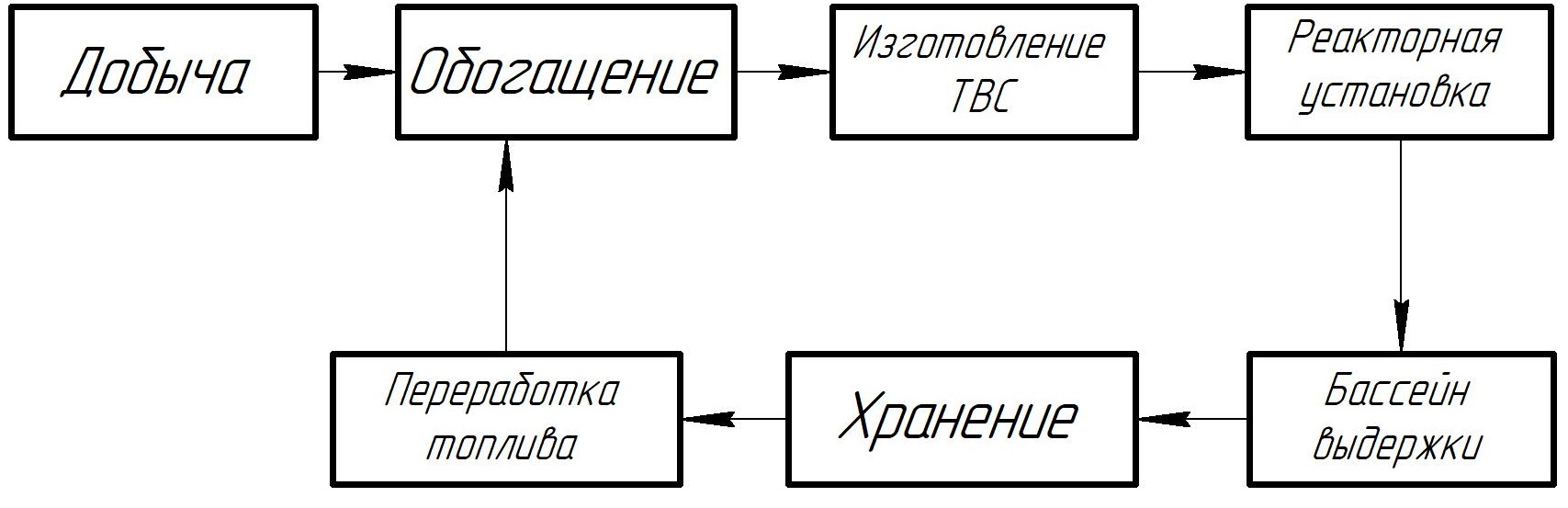
|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.25) |

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1.26) |

## 1.2 Топливный цикл с регенерацией топлива

Схема замкнутого топливного цикла представлена на рисунке 1.2.



**Рисунок 1.2** – Принципиальная схема закрытого топливного цикла для реактора ВВЭР-1000

Длительность топливного цикла:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.1) |

Ежегодная потребность в природном уране:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.2) |

Ежегодная потребность в U235:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.3) |

Цена обогащенного до 95% U235:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | (1.2.4) |
|  | (1.2.5) | |
|  | | (1.2.6) |
|  | | (1.2.7) |

Цена Pu239:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.8) |

Топливная составляющая себестоимости:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (1.2.9) | |
|  | |  |
| |  |  | | --- | --- | |  |  | | |  |

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:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.10) |

Удельные долгосрочные оборотные средства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.11) |

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2.12) |

где k = 1100000 $/МВт – стоимость строительства АЭС.

## 2. Расчет ТЭС

Отпущенная электрическая энергия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

Ежегодный расход топлива:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.2) |

где = 0,86 – отношение калорийности условного топлива и кузнецкого угля.

Полная потребность в топливе:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.3) |

Амортизационная составляющая себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.4) |

Составляющая зарплаты:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.5) |

Прировняем расчетные затраты АЭС к расчетным затратам ТЭС для нахождения стоимости органического топлива, при котором АЭС сможет конкурировать с ТЭС,

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.6) |

где k = 52609,76 $/МВт[3] – стоимость строительства ТЭС.

Из формулы (2.6) была найдена себестоимость отпущенной энергии. Себестоимость отпущенной энергии:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.7) |

Из формулы (2.7) находим топливную составляющую себестоимости:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.8) |

Стоимость угля, при которой АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000 может конкурировать с угольной ТЭС:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.9) |

**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 - «Центррегионуголь», http://centrcoal.com/for-individuals/price/
4. Электронный ресурс - «Проектно-строительная компания АГРИМОДЕРН», http://www.agrimodern.ru/price\_tes.html