

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13126

(13) U

(46) 2023.02.28

(51) МПК

G 21D 9/00 (2006.01)

G 21F 9/34 (2006.01)

(54) ХРАНИЛИЩЕ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

(21) Номер заявки: u 20220232

(22) 2022.10.12

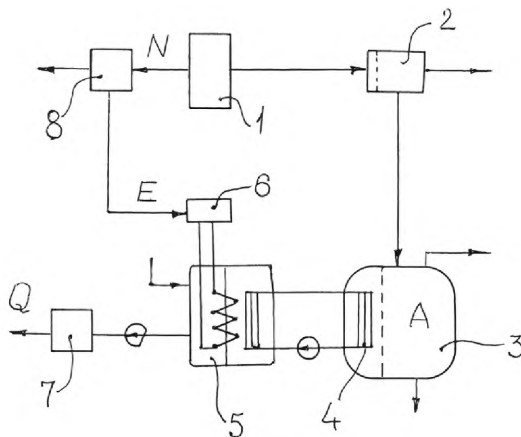
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Брестский государственный техни-
ческий университет" (ВУ)

(72) Автор: Северянин Виталий Степано-
вич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Брестский государственный
технический университет" (ВУ)

(57)

Хранилище отработавшего ядерного топлива, состоящее из емкости, фильтров, охладителя, соединенных технологическими линиями с источником отработавшего ядерного топлива и потребителями электроэнергии и теплоты, отличающееся тем, что между потребителем теплоты и емкостью установлен тепловой насос термоэлектрического типа.



(56)

1. МАТВЕЕВ Л.В. и др. Почти все о ядерном реакторе. Москва: Энергоатомиздат, 1990, с. 195-198 (аналоги).

2. СЕРМАН Л.С. и др. Тепловые и атомные электростанции. Москва: Энергоиздат, 1982, с. 383-387, рис. 19.4. Технологическая схема систем обработки и хранения высокоактивных отходов на АЭС (прототип).

3. Политехнический словарь. Гл. ред. А. Ю. Интинский. Москва: Советская энциклопедия, 1989, с. 525, тепловой насос.

Хранилище отработавшего ядерного топлива относится к теплоэнергетике, разделу обращения с радиоактивными материалами и отходами теплоэнергетических ядерных установок.

ВУ 13126 U 2023.02.28

Активность отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) еще недопустимо высока для переработки, поэтому требуется время для хранения его в охлаждающих устройствах. На действующих АЭС это охлаждающие бассейны [1].

Недостаток аналогов - существенное выделение остаточных продуктов ядерного распада, влияющее на окружающую среду. Перед подачей их на радиохимический завод требуется сложная технология хранения и транспортировки. Перед захоронением отходы переводятся в стабильные и прочные твердые формы.

В прототипе [2] отработавшее ядерное топливо и другие отходы в жидком или твердом (цементирование, битумирование) виде хранятся в специальных бетонных хранилищах или в старых шахтах. Прототип состоит из баков емкостей с двойными стенками, фильтров, охладителя, системы подвода и отвода охлаждающего воздуха, в емкостях располагается отработавший материал.

Недостаток прототипа - потери теплоты с охлаждающим воздухом, т. к. тепловой потенциал его невысок, он выбрасывается в окружающую среду через вентиляционные трубы.

Цель настоящего предложения - использование остаточной теплоты отработавшего ядерного топлива на АЭС путем повышения его теплотехнического потенциала из резервов выработанной электроэнергии.

Задача, на решение которой направлена предлагаемая разработка, состоит в выборе технического устройства, повышающего температуру охлаждающего воздуха перед выдачей его потребителю теплоты, размещении его в тепловой схеме АЭС и хранилища.

Технический результат - аналог ТЭЦ-теплоэлектроцентрали с выработкой одновременно электроэнергии и теплоты, с повышенным энергетическим КПД.

Это достигается тем, что хранилище отработавшего ядерного топлива состоит из емкости, фильтров, охладителя, соединенных технологическими линиями с источником отработавшего ядерного топлива и потребителями электроэнергии и теплоты, между потребителем теплоты и емкостью установлен тепловой насос термоэлектрического типа.

На фигуре представлена принципиальная технологическая схема хранилища отработавшего ядерного топлива, где обозначено:

1 - источник отработавшего ядерного топлива (АЭС), 2 - фильтры, 3 - емкость, 4 - охладитель, 5 - тепловой насос, 6 - регулятор, 7 - потребитель теплоты, 8 - потребитель электроэнергии; N - поток электроэнергии, Q - поток теплоты, E - энергия на действие теплового насоса, A - остаточная теплота отработавшего ядерного топлива. Стрелки - технологические линии между позициями.

Хранилище отработавшего ядерного топлива состоит из подсоединенной к источнику отработавшего ядерного топлива 1 и фильтрам 2 емкости 3 для размещения соответствующими транспортными средствами отработавшего ядерного топлива. Емкость 3 может размещаться на открытых площадках, траншеях, в специальных бетонных сооружениях или в стабильных геологических формациях.

В емкости 3 вне объема, занятого предметом охлаждения, расположен трубчатый теплообменник - охладитель 4, снабженный циркулирующим насосом. Охладитель 4 своей второй теплообменной частью введен в тепловой насос 5. Он представляет собой батарею термопар (хромель-алюмелевых), горячие спаи которых отделены перегородкой от холодных спаев. Подача постоянного тока на них идет от регулятора 6. Горячие спаи расположены в полости теплового насоса 5, направленной на тепловые потоки в сторону потребителя теплоты 7. В случае воздушного теплоносителя установлен подающий вентилятор. Электропитание теплового насоса 5 - отбор части выработанной N электроэнергии на АЭС (источник отработавшего ядерного топлива 1). Основной поток электроэнергии подается на ЛЭП (линии электропередачи) потребителя электроэнергии 8. Основные агрегаты схемы связаны технологическими линиями (трубопроводы, электропроводка, транспорт, сбросы и др. с обслуживающими устройствами).

ВУ 13126 U 2023.02.28

Действует хранилище отработавшего ядерного топлива следующим образом. После отработки в ядерном реакторе АЭС ядерное топливо из источника отработавшего ядерного топлива 1 соответствующими системами проходит максимальную очистку на фильтрах 2 разнообразного типа и переводится в емкость 3. Здесь оно выдерживается определенное время, при этом выделяются остаточная теплота и газы. Теплота A воспринимается теплообменником теплового насоса 5. Тепловой насос - устройство для переноса теплоты от теплоотдатчика с низкой температурой (как окружающая среда, низкотемпературные тела) к теплоприемнику с высокой температурой за счет затрат энергии E . Поскольку теплоприемник получает кроме перенесенной теплоты A также теплоту, эквивалентную затраченной энергии, то использование теплового насоса выгодно в энергетическом отношении [3]. Единица подведенной энергии "перекачивает" несколько единиц от теплоотдатчика, в зависимости от соотношения температур: $Q = E + A$; $E \ll N$; $Q/(Q-A) = Q/E > 1$, т. е. остаточная теплота эффективно переводится в Q -потребляемую, более высокого потенциала. Термотермический тепловой насос состоит из металлических термопар, набираемых в любом количестве, переводится большой тепловой поток, затраченная энергия E - незначительная часть общей выработки N . Тепловой режим в емкости 3 и у теплового потребителя 7 обусловлен охладителем 4 через регулятор 6.

Теплота из теплового насоса 5 подается тепловому потребителю 7 теплоносителем (здесь - воздух) вентилятором с повышенной температурой относительно температуры в емкости 3, электроэнергия N электропотребителю 8 - общепринятым способом.

Таким образом, данное хранилище отработавшего ядерного топлива позволяет действовать АЭС в режимах как атомная ТЭЦ (теплоэлектроцентраль), т. е. одновременно вырабатывать комбинированным способом электроэнергию и теплоту с повышенным общим тепловым КПД, т. к. утилизируется сбросная теплота термодинамического цикла.

Технико-экономическая эффективность разработки заключается в повышении надежности и расширении сферы действия объектов ядерной теплоэнергетики.