

УДК 621.039

Я.О. ШАЙХУТДИНОВ, студент гр. Тм-1-22 (КГЭУ)
Научный руководитель И.В. МАРЗОЕВА, к.ф.н., доцент (КГЭУ)
г. Казань

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАССЕЙНА ВЫДЕРЖКИ НА ОСНОВЕ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАЗРАБОТОК

На данном этапе развития атомной отрасли использование остаточного энерговыделения отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), находящихся в бассейнах выдержки (БВ) атомных электростанций (АЭС) после их использования и извлечения из ядерного реактора, никак не используется. Вместо этого тепло ОТВС отводится благодаря циркулирующей в бассейне выдержки борной воде. При этом безопасность эксплуатации БВ в случае аварийных ситуаций остается под вопросом. В данной работе сформулированы возможные способы повышения эффективности использования бассейна при нормальных условиях работы АЭС и способы повышения безопасности его эксплуатации в случае аварийных или запроектных ситуаций.

После анализа многочисленных зарубежных и отечественных источников были выявлены следующие возможные варианты повышения эффективности использования бассейнов выдержки при нормальных условиях эксплуатации станции.

Во-первых, накопление горячей воды в специальных резервуарах [1]. Между БВ и резервуаром устанавливается теплообменник, в котором циркулирует горячая вода из бассейна выдержки и передает теплоту холодной воде, поступающей от потребителя. Схема приведена на рисунке 1. При этом смешивания сред не происходит, что дополнительно обеспечивает безопасность предлагаемой схемы.

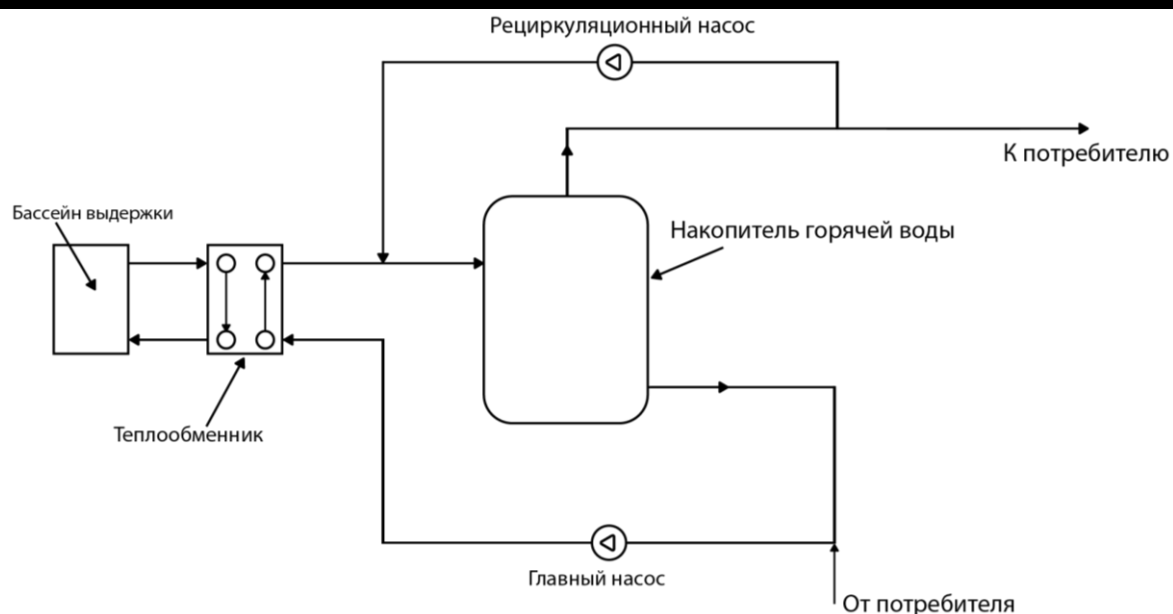


Рис. 1. Использование накопительного резервуара

Во-вторых, некоторые зарубежные ученые предлагают использовать саму радиационно-возбужденную воду из бассейна выдержки для генерации водорода в пределах АЭС. При этом отличительная особенность таких установок заключается в том, что использование такой воды снижает потребление электроэнергии, необходимой для производства эквивалентного количества водорода и кислорода по сравнению с водой, которая не подвергалась возбуждению [2].

В-третьих, ОТВС после извлечения из реактора имеют температуру до 300 °С [3], которую можно использовать для прямого получения электроэнергии благодаря эффекту Зеебека [4]. Получаемую таким образом энергию можно направить на электролизер для получения водорода. Его можно использовать как в пределах станции (например, для охлаждения обмоток ротора генератора), так и в топливных элементах. Авторская схема приведена на рисунке 2.

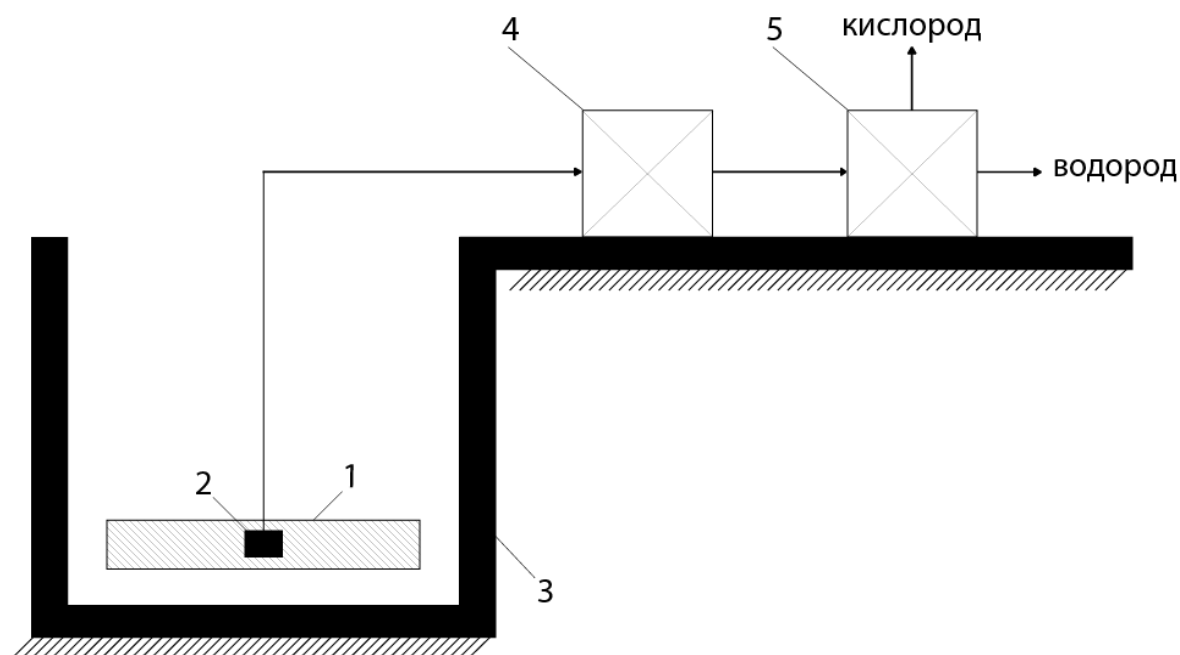


Рис. 2. Использование эффекта Зеебека и электролизера

Повышение безопасности использования бассейнов выдержки может быть обеспечено следующими способами.

Полученную энергию, которая была получена в последнем описанном методе повышения эффективности использования БВ, можно использовать для аварийного питания электронасоса, который обеспечивает циркуляцию охлаждающей воды внутри бассейна [4], если прочие источники энергии оказались недоступны.

Также ОТВС можно использовать непосредственно в качестве парогенератора, при этом они будут выступать в роли дополнительного аварийного источника электроэнергии [5]. Сущность одного из возможных методов заключается в том, что через ОТВС пропускается вода и преобразуется в пар. Полученный пар направляется на турбину с генератором для выработки электроэнергии, которая в дальнейшем может использоваться, например, для питания насосов, перекачивающих воду в бассейне выдержки.

Еще одним способом повышения безопасности использования БВ в случае аварийной ситуации является погружных теплообменников непосредственно в объеме бассейна [6]. В этом случае через теплообменник будет циркулировать охлаждающая жидкость, а самих теплообменников может быть несколько, при этом работать они будут параллельно. Основным достоинством предлагаемой установки является ее модульность и возможность автономной работы от собственного источника питания.

Список литературы:

1. Jose I. LINARES, María M. CLEDERA. Sizing of thermal energy storage devices for micro-cogeneration systems for the supply of domestic hot water // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2014. – Vol. 5. – P. 37-43. – doi: 10.1016/j.seta.2013.11.002.
2. Патент США US № 2010/0072074A1.
3. Патент РФ № 2017126650 от 26.07.2017.
4. Патент США US № 2013/0028365A1.
5. Патент США US № 2012/0328068A1.
6. Патент США US № 2012/0250813 A1.

Информация об авторах:

Шайхутдинов Ярослав Олегович, студент гр. Тм-1-22, КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, jara2105@mail.ru

Марзоева Ирина Владимировна, к.ф.н., доцент, КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, arigata@bk.ru