

УДК 621.039

**АНАЛИЗ ПЛАВУЧЕЙ АЭС**  
**ANALYSIS OF FLOATING NUCLEAR POWER PLANTS**

А.В. Шунькевич, А.И. Тишкова

Научный руководитель – О.А. Пекарчик, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Shunkevich, A. Tishkova

Supervisor – O. Piakarchik, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** в данной статье рассматривается плавучая АЭС, её общая информация, схемы, устройство. Анализ плавучей АЭС позволит понять цели её строительства, преимущества и недостатки по сравнению с наземными станциями, её целесообразность в строительстве и возможные угрозы от неё.

**Abstract:** this article discusses floating nuclear power plants, their general information, schematics, and device. Analysis of a floating nuclear power plant will make it possible to understand the goals of its construction, advantages and disadvantages in comparison with ground stations, its feasibility in construction and possible threats from it.

**Ключевые слова:** плавучая АЭС, реакторные установки, парогенератор, ядерный блок, эксплуатация.

**Keywords:** floating nuclear power plant, reactor installations, steam generator, nuclear unit, operation.

**Введение**

Мы все привыкли к тому, что атомные станции строят на земле по типу черновильской АЭС и нам даже в голову не могло прийти, что ядерный реактор можно расположить как-то иначе, но Российский РОСАТОМ представил миру свою новую разработку, на которую они потратили 12 лет кропотливой работы, тем самым удивив мир, называется эта разработка Плавучая атомная тепловая электростанция (ПАТЭС) проекта 20870. По словам создателей данного проекта сказано, что ПАТЭС оснащён ядерным реактором, который сможет питать тепловой и электрической энергией целый город, но как и в любых новых проектах появляются люди, считающие, что это не безопасно и несёт угрозу жизни населения планеты и на это есть поводы, да можно обратить внимание, что уже больше 50-ти лет по мировому океану передвигаются атомные ледоколы и подводные лодки, но и они выполняют свою функции не без происшествий.

**Основная часть**

ПАТЭС – это огромный корабль размером с 12 этажный дом и длиной 144 метра, его можно сравнить с небольшим городом, только вместо домов здесь одноместные каюты для персонала, строилась эта АЭС в северной столице России в Санкт-Петербурге на балтийском заводе. В 2017 году, при пожаре на данном заводе местные жители, не догадывающиеся, что на их территории возводиться такой проект, начали волноваться по поводу безопасности и надобности его, ведь это просто большой корабль с которым может случиться

абсолютно всё и это не раз показывала нам наша история, где люди были уверены в непотопляемости кораблей и во всемогуществе, но получалось иначе.

По завершению строительства АЭС её взяли на буксир до города Мурманск, чтобы загрузить ядерное топливо и запустить ядерный реактор. Сейчас плавучая АЭС располагается на Чукотке в городе Певек, первоначальная идея о создании плавучей АЭС была перспективная и была создана, чтобы обеспечить местное население Чукотки теплой и электрической энергией, но там уже вовсю ведёт свою эксплуатацию Билибинская атомная станция, запущенная в 1974 и у которой срок эксплуатации уже подходит к завершению. Было принято решение о строительстве ПАТЭС, что обошлось примерно в 100 млрд рублей из-за многолетнего затяжного строительства, вместо того, чтобы вывести из эксплуатации местную АЭС или же отремонтировать её.

ПАТЭС состоит из следующих элементов:

- две паротурбинные установки (ПТУ) серии ТК-35/38-3.4с и энергоблок с двумя реакторными установками серии (РУ) КЛТ-40С;
- сооружений, предназначенные для установки, и раскрепления энергоблока, и передачи электрической и тепловой энергией на берег;
- береговых сооружений, предназначенный для передачи выработанной электрической и тепловой энергии во внешние сети для распределения потребителям.

В корпусе энергоблока будут размещаться хранилища свежих тепловыделяющих сборок (ТВС), реакторные и паротурбинные установки, электроэнергетические системы (ЭЭС), хранилища твёрдых радиоактивных отходов (ТРО) и жидких радиоактивных отходов (ЖРО), автоматические системы управления (АСУ) «Лагуна» [2].

В корпусе энергоблока находятся два блока: технологический и жилой. Помимо этого в центральной части энергоблока находится отсек обращения с ядерным топливом и реакторный отсек. Чтобы обеспечить биологической и физической защитой эти отсеки были изолированы от других непроницаемыми переборками, а сами жилые блоки расположились в кормовой части. Там же находится и отсек вспомогательных установок. В технологическом блоке размещено вспомогательное оборудование для работы энергоблока, две паротурбинные установки (ПТУ) и две реакторные установки (РУ). Электротехнический и турбогенераторный отсек расположились в носовой части судна.

По истечению 12 лет судно буксируется на завод для докового и заводского ремонта генераторных блоков. В период работ, сроком в один год, удаляются радиоактивные отходы и происходит заправка реактора свежим топливом.

Итоговая эксплуатация ПАТЭС лежит в диапазоне 34-40 лет из которых три цикла с годичным заводским ремонтом.

Теперь перейдём к основным характеристикам энергоблока.

Таблица 1 – Основные характеристики энергоблока [2]

№	Наименование	Количество
1	Тип судна	Несамходное стоечное
2	Класс регистра	КЕ×(2) А2
Основные массогабаритные и эксплуатационные характеристики ПЭБ		
3	Водоизмещение, тыс. т	21,5
4	Главные размеры, м: – длина – ширина – осадка – высота борта – высота надстройки	140 30 5,56 10 Около 29
5	Экипаж-вахта, чел.	70
6	Автономность, суток: – по ядерному топливу (периоды между перегрузками) – по органическому топливу (аварийные режимы) – по запасам пресной воды – по запасам провизии	2,5-3 года 30 20 60
7	Показатели надёжности: – полный назначенный срок службы – назначенный срок службы до заводского ремонта – продолжительность ремонта – периодичность докования – полный назначенный срок до ремонта основного оборудования	35-40 лет 10-12 лет 1 год 10-12 лет 240-300 тыс.ч
8	Потребные ресурсы для эксплуатации: – количество безвозвратного забора воды для технического водоснабжения (безвозвратный водозабор), $m^3 / год$ – количество воды для питьевых нужд, $m^3 / сут$ – объём канализационных сбросов, $m^3 / сут$ – количество электроэнергии на собственные нужды, $MВт(эл.)$	3650 18 25 9,3

Энергетическая часть ПАТЭС состоит из неядерного (вспомогательного) и ядерного (основного) блока, которые суммарно вырабатывают 300 МВт тепловой энергии и 70 МВт электроэнергии. К ядерному блоку относятся две реакторные установки серии КЛТ-40С с тепловой мощностью 150 МВт и две паротурбинные установки с турбогенераторами мощностью 35 МВт.

На рисунке 2 [2] приведена упрощённая тепловая схема ядерного блока.

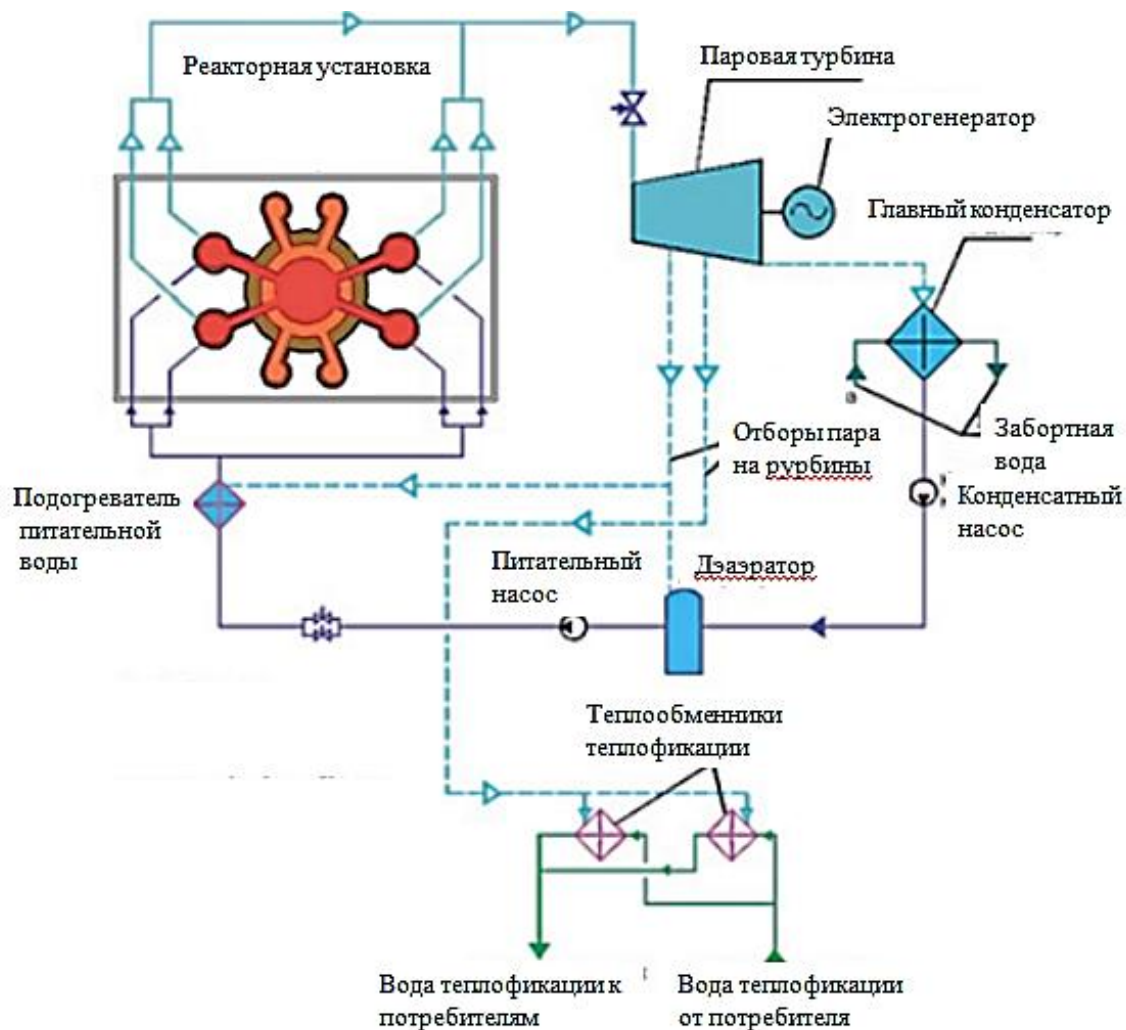


Рисунок 2 – Тепловая схема ядерного блока ПЭБ

В реакторной установке под действием ядерных реакций выделяется количество теплоты, передаваемой жидкости, в результате чего на выходе мы имеем пар. Далее он поступает на паровую турбину, которая вращает электрогенератор. Электрогенератор вырабатывает электрическую энергию, подаваемую потребителям. Пар, отработавший в ступенях турбины, отбирается на подогрев питательной воды в специальном теплообменнике, а также на нагрев воды в теплообменниках теплофикации. Отработавший в турбине пар конденсируют в главном конденсаторе с помощью заборной (морской воды). Образовавшийся конденсат с помощью конденсатного насоса подаётся в деаэратор, где происходит удаление растворённых газов, главным образом кислорода. Затем с помощью насоса питательная вода поступает в ПГ реакторной установки, и цикл повторяется [2].

Следует отметить, что принцип действия аналогичен как для конденсационных, так и для тепловых электростанций, но в данном случае он основан не на сжигании топлива, а на ядерных реакциях.

Из написанного ранее о стоимости строительства ПАТЭС она не может быть выгодна. По данным РОСАТОМ сообщается, что она должна заменить Билибинскую АЭС на Чукотке, но если задуматься, что расстояние от Певека до Билибино составляет протяжённостью 240 км без наличия требуемых сетей, а

постройка сетей не планируется из-за высокой стоимости строительства, то как станция ПАТЭС, стоящая на якоре в Певеке, сможет заменить АЭС в Билибино.

На самом деле для Чукотки есть большой потенциал для строительства ветростанций, которые как источники возобновляемой энергии значительно дешевле, чем обслуживание плавучей АЭС. Еще одна причина, по которой плавучая АЭС не может заменить существующую ТЭС и АЭС в Билибино на Чукотке, заключается в том, что плавучие АЭС рассчитаны на периоды простоя при перегрузке топлива, а раз в десять лет необходимо выгружать и капитально ремонтировать отработавшее ядерное топливо. АЭС придется покинуть Чукотку, и пока неизвестно, каким образом её заменить на этот период.

### **Заключение**

Строительство ПАТЭС для целей снабдить Чукотку тепловой и электрической энергией по большому счёту не эффективно, исходя из затраченных средств на строительство, а после и эксплуатацию. ПАТЭС имеет некоторые слабые места, а именно в швартовке и прокладке коммуникаций судна на берег, отключение и буксировка на завод для ремонта каждые 10 лет. Эти недостатки создают больше вопросов о выгоде строительства ПАТЭС, эффективности её применения и назначения, кроме того, имеется реальная опасность из-за аварийности данного объекта. Возможно, реализация ПАТЭС на Чукотке является единственным решением, и будут разрабатываться новые технологии, чтобы убрать все недостатки ПАТЭС.

### **Литература**

1. Професионал и Ко [Электронный ресурс] . – Режим доступа: <https://profgbo.ru/wiring/plavucaaa-atomnaa-elektrostanca-pates.html>. Дата доступа: 08.10.2023.
2. Никитин А. Плавучие Атомные станции / А. Никитин, Л. Андреев. Санкт-Петербург: Беллона, 2011. – 50 с.
3. The Moscow Post [Электронный ресурс] . – Режим доступа: [http://www.moscowpost.su/economics/plavuchaja\\_aessamajagajaavantjura\\_kirie](http://www.moscowpost.su/economics/plavuchaja_aessamajagajaavantjura_kirie) Дата доступа: 10.10.2023.