

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Преподаватель:

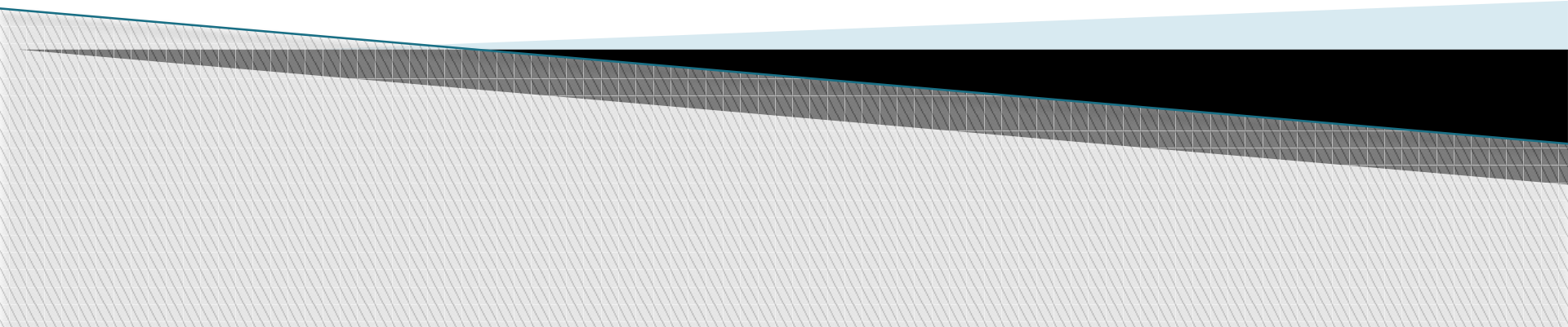
Бекбаев А.Б., д-р. техн. наук, профессор кафедры
«Энергетика»

bekbaev_a@mail.ru

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Лекция №5

Малая Энергетика. Потенциал малой энергетики



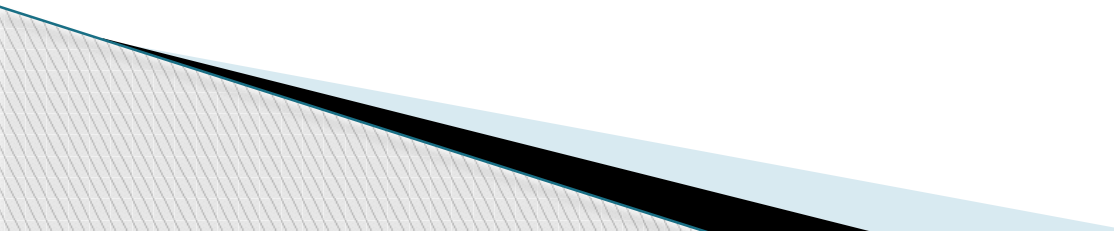
После завершения урока Вы будете знать:

- ▶ Новые подходы к развитию энергетики. О малой энергетике. Ее актуальности. О роли малой энергетики. Перспективы энергетики, в том числе малой. О малой АЭС. О ТЭС. О новых разработках в энергетике.

Потенциал малой энергетики. Место малой энергетики В энергетическом балансе Казахстана

В наиболее общем виде понятие «малая энергетика» (small energetics) обычно включает в себя локальные, то есть расположенные в непосредственной близости от потребителя генерирующие установки:

ТЭЦ (на Западе их обычно называют когенерирующими установками – cogeneration plants), малые и микроГЭС, установки, преобразующие энергию ветра и солнца, а также малые электростанции для отдельных, в том числе частных домов. В некоторых странах, в частности в Австрии, где предприятиям малой энергетики предоставляются льготы, установленная мощность малой станции лимитируется, к примеру, величинами 2, 4 или 10 МВт.



В соответствии с российскими стандартами, в электроэнергетике к малым электростанциям принято относить электростанции мощностью до 30 МВт с агрегатами единичной мощностью до 10 МВт*.

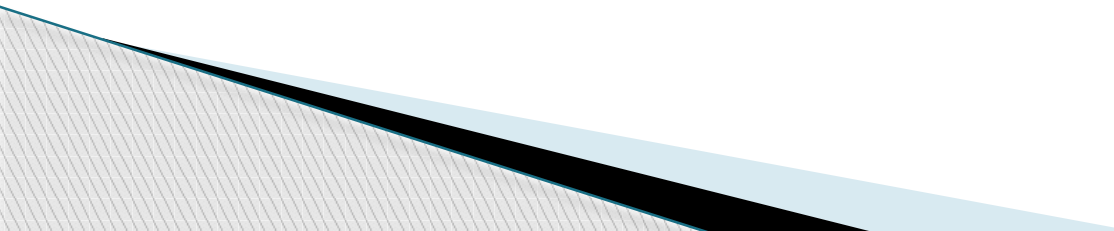
Малые электростанции в соответствии с их мощностью подразделяют на три группы:

- микроэлектростанции – мощностью до 100 кВт;
- мини-электростанции – от 100 кВт до 1 МВт;
- малые электростанции – более 1 МВт.

В теплоэнергетике к малым относятся отопительные устройства и котлы единичной мощностью до 5 Гкал/ч и котельные общей

производительностью до 20 Гкал/ч. Производство тепла малыми котельными, индивидуальными отопительными установками, которых насчитывается в стране около 200 тыс., достигает 26 % от общего производства тепла.

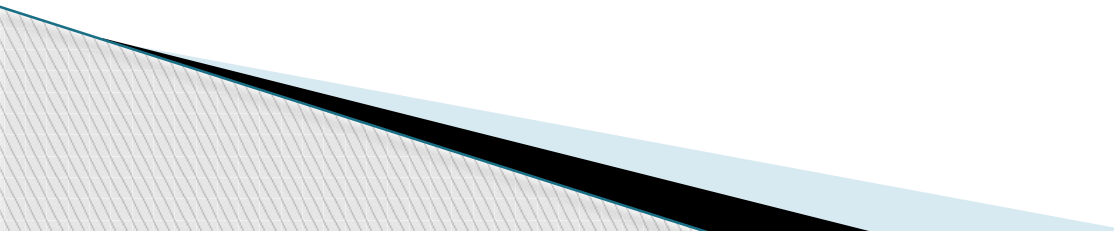
Основу малой энергетики в настоящее время составляют до 50 тыс. различных (преимущественно дизельных) электростанций средней единичной мощностью 340 кВт и суммарной мощностью 17 млн кВт (8 % от общей установленной мощности), вырабатывающих до 50 млрд кВт·ч электроэнергии и потребляющих около 17 млн т.у.т. в год. На долю малой энергетики в топливно-энергетическом балансе страны приходится около 10 % вырабатываемой электроэнергии и 20 % тепла.



Актуальность и возможность развития малой энергетики определяется рядом факторов:

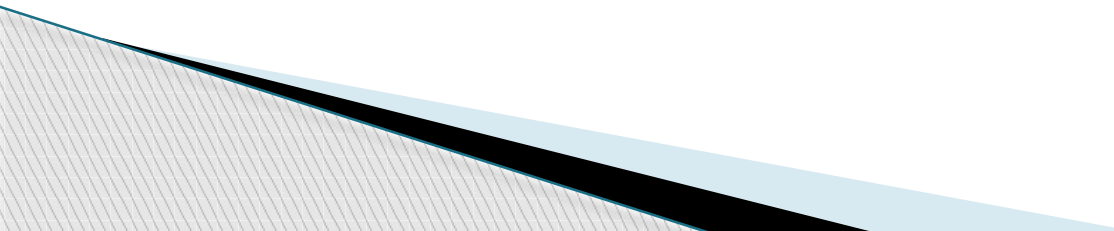
— 70 % территории Казахстана, на которой расположено 14 краев и областей, до 70 городов, 360 поселков городского типа и 1400 малых населенных пунктов, где проживает 10 % населения, находится в зонах децентрализованного энергоснабжения.

Решение проблемы энергообеспечения в таких районах представляет серьезную экономическую и технологическую проблему.



- сравнительно небольшие капитальные затраты на строительство «под ключ» энергоустановок малой мощности;
 - малые сроки строительства ГТУ (0,5–2 года), высокая экономичность и быстрая окупаемость (2–3 года);
 - отсутствие необходимости строительства дорогостоящих протяженных ЛЭП. Ориентация на рассредоточенную малую энергетику резко сокращает объемы затрат на строительство и содержание линий электропередачи и трубопроводной периферии;
 - возможность создания комбинированных энергоисточников
- в сочетании с энергоустановками, использующими ВИЭ (энергия ветра, солнца, моря и т. д.).

Малая энергетика в настоящее время обслуживает:

- интересы многих отраслей народного хозяйства и государственных структур, прежде всего предприятий нефтегазового комплекса и металлургии, удаленных от магистральных ЛЭП, а также дерево обрабатывающей промышленности;
 - множество инфраструктур городского и поселкового хозяйства;
 - объекты связи и коммуникаций различного назначения;
 - объекты разведки и добычи полезных ископаемых, транспорта, лесной промышленности и сельского хозяйства;
 - объекты силовых ведомств и т. д.
- 

Роль малой энергетики в энергообеспечении страны сводится в основном к двум функциям:

В зонах централизованного энергоснабжения роль малой энергетики ограничена главным образом задачами резервирования на локальных уровнях при критических и чрезвычайных ситуациях: обеспечением при авариях в централизованных энергосистемах минимального электроснабжения наиболее важных потребителей – промышленных объектов с непрерывным производством, а также служб, обеспечивающих жизненно важные потребности городов (медицинские и детские учреждения, связь, транспорт, телевидение и радиовещание и т. п.). В зонах децентрализованного энергоснабжения роль малой энергетики в обеспечении энергетической безопасности является определяющей. Автономные электростанции и котельные малой мощности должны полностью обеспечивать потребности в энергии в режиме штатного функционирования и в минимально гарантированном объеме в критических и чрезвычайных ситуациях.

В качестве энергоисточников в малой энергетике используются:

- установки на базе сгораемого топлива – дизельные и бензиновые энергоустановки, ГТУ и ПГУ;
- малые и микроГЭС;
- ВЭУ, геотермальные, фотоэлектрические, приливные энергоустановки, а также их различные сочетания, называемые гибридными системами.

Надежность малой энергетики в России в последние годы существенно снижена из-за проблем топливоснабжения, износа оборудования, ослабления ремонтной базы и оттока из отрасли квалифицированных кадров.

Перебои в снабжении привозным топливом отдаленных регионов в связи с возрастанием стоимости органического топлива и его доставки, а также дефицитом средств в местных бюджетах – одна из главных причин снижения надежности энергоснабжения системами малой энергетики в последние годы.

Вторая причина – прогрессирующее старение основных производственных фондов, исчерпание ресурса и реальные перспективы массового выбытия энергетического оборудования из рабочего состояния. Перспектива малой энергетики с широким распространением устаревших дизельных и бензиновых энергоустановок с к.п.д. около 40 % заключается в массовой их замене на ГТУ и ПГУ, которые позволяют поднять к.п.д. до 55–60 %, то есть практически в полтора раза. Но для этого требуются крупные инвестиции, предпочтительно с участием государства. Важными аргументами в пользу инновационного развития малой энергетики являются сравнительно незначительные инвестиции и ускоренные сроки окупаемости.

Ускоренное и успешное развитие и расширенное внедрение высокоэффективной малой энергетики возможно лишь при выполнении ряда необходимых условий:

- создание государственных и региональных органов, координирующих развитие малой энергетики в регионах и в стране в целом;
- разработка и принятие нормативно-правовой базы; формирование независимой экспертной комиссии для рассмотрения и оценки проектов законодательных и нормативных актов в области малой и нетрадиционной энергетики, а также крупных проектов энергетических программ;
- проведение комплексных исследований состояния и перспектив энергоснабжения на основе малой энергетики, в первую очередь в удаленных, труднодоступных и энергодефицитных регионах страны;
- разработка региональных программ, обеспечивающих ускоренное развитие высокоэффективной малой энергетики;

- разработка экономических и организационных механизмов реализации мер по развитию малой энергетики и обеспечению энергобезопасности страны в новых социально-экономических и политических условиях;
- создание на правовой основе системы стимулирования разработчиков, производителей и заказчиков, внедряющих в практику новую энергетическую технику и технологии (налоговые льготы, льготное кредитование, гибкие тарифы и т.п.);
- организация и ускоренное проведение предпроектных исследований, подготовка объективных технико-экономических обоснований и бизнес-планов проектов малой энергетики с учетом предложений отечественного и зарубежного рынка энергопроизводителей;
- разработка действенных инвестиционных механизмов для полномасштабной реализации программ технического перевооружения малой энергетики страны;
- формирование жизнеспособной технической, проектно-изыскательской, строительно-монтажной и ремонтной базы для разработки, внедрения и эксплуатации объектов малой энергетики;
- организация системы подготовки инженеров широкого профиля (электротехнического и теплоэнергетического) для проектирования, строительства и эксплуатации систем малой энергетики на базе современных технологий и перспективных энергоисточников.

В настоящее время с учетом российской специфики весьма перспективным представляется внедрение преимущественно газотурбинной техники и ресурсосберегающих технологий – в связи с наличием в большинстве регионов страны природного газа и готовностью отечественных заводов к серийному выпуску ГТУ в широком диапазоне мощностей.

Проблема энергообеспечения отдаленных регионов с децентрализованным энергоснабжением актуальна не только для России, но и для многих других стран с обширной территорией (США, Канада, Китай, Индия и др.). Кроме того, в последние годы даже в регионах с централизованным энергоснабжением прослеживается тенденция создания высокоэкономичных автономных источников энергии. Так, в странах Европейского экономического сообщества (ЕЭС) прогнозируется рост суммарной мощности ГТУ – ТЭЦ небольшой мощности с 74 ГВт в 2000 г. до 91–135 ГВт в 2010 г. и, в соответствии с энергетической политикой Европейского союза (ЕС), до 124–195 ГВт в 2020 г., что составляет 12 % от суммарной установленной мощности электростанций стран ЕС в 2000 г., 13–18 % – в 2010 г., 15–22 % – в 2020 г.

Одним из направлений инновационного развития атомной энергетики является промышленное производство и строительство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности (от 200 кВт до 600 МВт электрических) для производства электричества и тепла на основе технологий атомного судостроения.

Состояние малой атомной энергетики в мире на ближайшую перспективу внушает некоторый оптимизм: есть многочисленные проектные и конструкторские заделы на второе и третье десятилетия XXI века при одновременном наличии готовых проектов для быстрой реализации. Назовем для примера лишь некоторые из них:

- Россия – «Елена», «Рута», KLT-40С;
- Китай – HTR-10;
- Япония – 4S, Rapid-L;
- США – PBMR и HTGR.

Анализ ситуации с малыми ядерными реакторами показывает:

во всем мире началась гонка в этой области энергетики за обладание «призом лидера». В частности, в США малые АЭС считают вполне конкурентоспособными с энергоустановками на углеводородном топливе; в настоящее время строится малая АЭС на Аляске и заявлено о начале строительства семи реакторов для одного из регионов США, который пока не называется. Южноафриканская компания «Escom», получившая права на производство реактора RBMR, заявила еще в 1999 г. о том, что к 2016 г. она произведет 216 мини-реакторов, значительная часть которых пойдет на экспорт, а основная часть будет использована для программ развития плохо освоенных собственных территорий.

По мнению экспертов ООН, в ближайшем будущем не менее 30 стран ожидают серьезные трудности с пресной водой. Дефицит питьевой воды уже сейчас испытывается в Юго-Восточной Азии, Африке, Австралии, странах Ближнего Востока. Этим объясняется интерес стран из этих регионов к разработкам российских конструкторов в области создания плавучих АЭС. Их привлекает не только мобильность таких установок и возможность надежного энергоснабжения. Ядерная установка – надежный источник энергии для опреснительных комплексов, которые способны выдавать 200–400 тыс. м³ пресной воды в сутки, чего хватит на город с населением не менее 100 тыс. человек. Заинтересованность российским проектом плавучих АЭС уже высказали в Индонезии, Малайзии, Китае и ряде других стран.

В 1990-е годы в России был спроектирован плавучий энергоблок, представляющий собой специальную баржу с установленными на ней двумя ядерными реакторами, турбогенераторами, другим оборудованием, постом управления и бытовыми помещениями для персонала. Рассмотрев различные варианты, пришли к выводу, что лучше всего для такого проекта подойдет реактор, созданный на основе хорошо освоенной в производстве и эксплуатации энергетической установки атомного ледокола. Постройка головной плавучей атомной электростанции малой мощности (электрическая мощность 70 МВт, тепловая – 140 Гкал/ч), проект которой разработан Опытным конструкторским бюро машиностроения им. И. И. Африкантова (Нижний Новгород), поручена ОАО «Балтийский завод». Использована будет эта головная установка в Вилючинске (Камчатка).

Головная плавучая электростанция спроектирована в виде несамоходного судна длиной 144 м, шириной 30 м, водоизмещением 21,5 тыс. т и имеет осадку 5,6 м. Штатная численность персонала для ее обслуживания – 69 человек. Снабженная двумя энергоблоками с реакторными установками КЛТ-40С (по 70 МВт каждая), мини АЭС будет производить тепловую и электрическую энергию для производственных и бытовых нужд, то есть эта станция фактически представляет собой атомную ТЭЦ. Общий срок службы станции рассчитан на 40 лет, расчетная периодичность ремонтов – 12 лет.

В последние десятилетия за рубежом создана и успешно функционирует индустрия производства сжиженного природного газа (СПГ) в объемах до 100 млрд м³ в год. За рубежом производство СПГ в значительной степени стимулировано его более экономичной транспортировкой. В России, как и за рубежом, предполагается организовать широкое производство СПГ, поскольку более целесообразно транспортировать газ в жидком состоянии от месторождений, расположенных внеблагоприятных для строительства газопроводов районах, а через 15–20 лет все основные российские месторождения будут располагаться именно в таких районах (Баренцево море, шельф Карского моря, шельф острова Сахалин и др.).

По оценкам специалистов, использование самого природного газа как энергоисточника для целей сжижения поглотит от 20 до 30 % исходного объема газа. Поэтому довольно привлекательным выглядит вариант использования мобильных малых АЭС в качестве источника энергии для производства СПГ. Этот вариант позволит, во-первых, сэкономить для экспорта сжигаемое сейчас сырье и, во-вторых, организовать заводы по производству СПГ непосредственно на трудно доступных месторождениях. При таком подходе, при годовой производительности завода по сжижению газа 40 тыс. т, экономия газа в сравнении с существующей технологией составит примерно 10 тыс. т, что при современных ценах на газ составит более 2 млн долларов.

Экономический фактор. Ядерные объекты, как правило, сложнее и дороже в строительстве, чем объекты обычной тепло- и электроэнергетики. Однако топливная составляющая в стоимости производимой энергии у АЭС на порядок меньше. Для отдаленных районов, где транспортные расходы превосходят начальную цену топлива, это особенно важно. Кроме того, АЭС меньше зависят от конъюнктурных скачков цен на топливо.

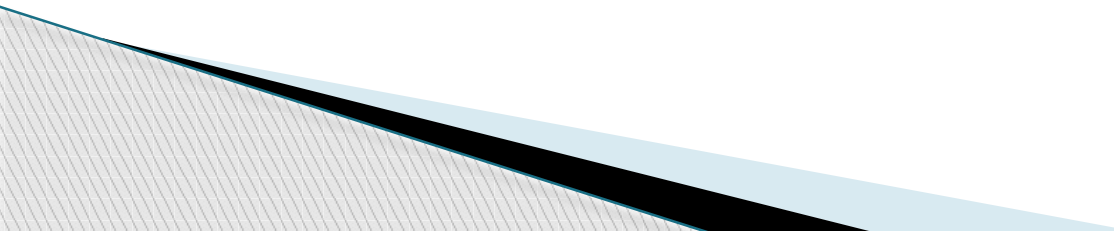
Органическое топливо – невозполнимый ресурс, поэтому в перспективе непрерывный рост его стоимости неизбежен. Совершенно другой процесс будет идти в атомной энергетике. Уже разработанные в России технологии позволяют использовать в качестве топлива то, что сегодня идет в отходы. Это и отвалный уран, оставшийся после обогащения природного урана, и отработанное ядерное топливо, включая наиболее опасные трансурановые элементы. Этих запасов хватит на тысячелетия. Экономическая конкурентоспособность малых блочных АЭС со временем будет возрастать. Этому будет способствовать дальнейшая автоматизация управления атомными блоками, что приведет к снижению численности персонала и к повышению безопасности их работы. Как любил повторять знаменитый американский физик Эдвард Тейлор, главная опасность на АЭС – это человек. Российский и зарубежный опыт показывает, что примерно 70 % всех аварийных ситуаций, в том числе практически все тяжелые аварии, связаны с ошибками персонала. Повышению экономичности блоков малой атомной энергетике способствует и длительный срок их работы без замены топлива, что еще более снижает затраты на транспортировку и перегрузку топлива, повышает КИУМ.

Экологический фактор. Для ТЭС в отдаленных районах в качестве топлива можно рассматривать только уголь либо дизельное топливо. Их сжигание приводит к выбросу в атмосферу окислов азота и серы, а также мелкодисперсных частиц, содержащих различные химические элементы (алюминий, свинец, радионуклиды и др.), которые оказывают негативное воздействие на здоровье людей и окружающую среду. В МАГАТЭ в течение нескольких лет большая группа специалистов из разных стран (США, Франция, Германия, Великобритания, Россия, Китай, Япония и др.) проводила оценки ущерба для окружающей среды от вредных выбросов тепловой энергетики и рассчитывала затраты, которые должно нести общество для компенсации этого ущерба, то есть рассчитывала так называемые «внешние цены», отнесенные к одному кВт·ч вырабатываемой энергии. «Внешние цены» зависят от многих факторов: качества топлива (например, для кузнецкого угля они в полтора раза выше, чем для ачинского); конструкции станции и качества ее очистных систем; расположения станции (учитывается состав населения, растительности, роза ветров и т. д.). Для России средние «внешние цены» составляют: около 10 центов/кВт·ч для угля, 4,5 для мазута и 0,2 – для АЭС.

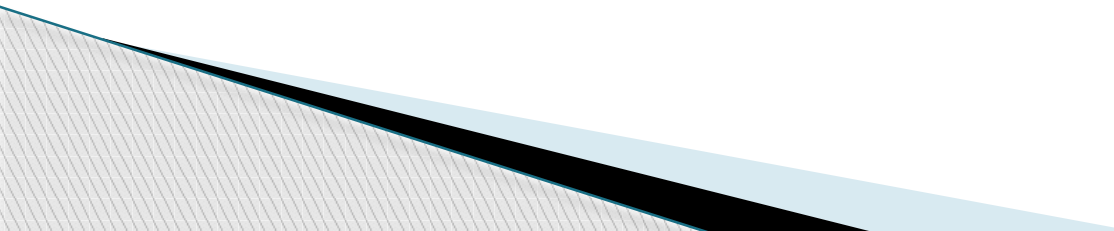
Во-первых, непосредственной причиной аварии стали грубейшие нарушения требований безопасности со стороны персонала. Не все помнят, что за несколько лет до этого все АЭС, кроме Ленинградской, были выведены из Минатома и переданы энергетикам. Специалисты-атомщики предупреждали, что в стране в большинстве отраслей, в том числе в энергетике, отсутствует та особая «атомная» культура и дисциплина, которые создавались десятилетиями.

За пультами первых реакторов, гораздо менее совершенных и надежных, чем Чернобыльский, сидели специалисты-ядерщики, и вероятность ошибок была минимальной. После передачи АЭС в другую отрасль пришли новые люди – с другими знаниями, другим опытом.

Во-вторых, ситуацию усугубили недостатки конструкции реактора. Позднее, задним числом, расчетами было показано, что если бы была установлена дополнительная защита от аварийного останова с введением стержней снизу, то аварии не произошло бы. После аварии были приняты меры, в том числе с помощью специалистов западных стран, по улучшению систем безопасности всех реакторов, в первую очередь Чернобыльского типа. Даже западные эксперты признают, что достигнут огромный прогресс в этой области.



Социальный фактор. Основа социального благополучия в обществе – стабильность и уверенность в завтрашнем дне. Не последним фактором благополучия является надежное, не зависящее от капризов погоды и транспортных неувязок энергоснабжение, что особенно важно для отдаленных поселков и предприятий. Эта надежность может быть гарантирована при наличии собственной малой АЭС. Практическое подтверждение тому – Билибинская АЭС, более 30 лет снабжающая электричеством и теплом жителей Чукотки.



Если говорить о влиянии АЭС на качество жизни населения в глобальном смысле, нельзя не упомянуть о дефиците пресной воды во многих регионах мира. Более 25 млн м³ опресненной воды в сутки в настоящее производят 12 500 станций, сооруженных в различных частях мира. Для энергоснабжения этих станций в значительной степени используются источники энергии на органическом топливе. Средняя мощность водоопреснительного узла равна примерно 2 тыс. м³/сут. При средних энергозатратах на опреснение воды 6 кВт·ч/м³ эта производительность соответствует установленной электрической мощности около 0,6 МВт. Таким образом, выбор ядерных энергоисточников малой мощности для опреснения воды также представляется наиболее привлекательным.

Превращение плавучей АЭС в комбинированный ядерно-опреснительный комплекс может стать сильным ходом для продвижения таких энергоустановок на мировой рынок. По прогнозам МАГАТЭ, к 2015 г. объем глобального рынка опреснения морской воды на фоне нарастающего дефицита питьевой воды достигнет 12 млрд долларов.

Рассмотрим в ретроспективном порядке некоторые проекты малых АЭС, созданных и даже проверенных в эксплуатации. Транспортабельная атомная электростанция «ТЭС-3» – один из первых проектов мобильных АЭС, а также один из очень немногих, доведенных до полномасштабных «полевых» испытаний. Такая станция была создана и отработала несколько лет. ТЭС-3 представляла собой 4 гусеничных самоходных транспортера, смонтированных на шасси тяжелого танка Т-10. На двух транспортерах были установлены реактор и парогенератор, а на двух других размещались турбогенератор с электрической частью, системы управления и обеспечения работы станции. Транспортер с реактором весил 90 т. Основа ТЭС-3 – водоводяной реактор с габаритами активной зоны 60 см в высоту и 66 см в диаметре. Энергоблок выдавал мощность 1,5 МВт, что при малых размерах активной зоны реактора можно было реализовать только на высокообогащенном уране («оружейного» уровня обогащения, по критериям МАГАТЭ).

Мобильная АЭС «Памир» предназначалась для военных нужд – электроснабжения радаров ПВО в условиях, когда штатные системы питания будут уничтожены ракетным нападением. Одновременно «Памир» имел и второе – гражданское – назначение: использование в районах стихийных бедствий. Поэтому при относительно небольшой мощности реактора (0,6 МВт электрических) предъявлялись высокие требования к его компактности и, в особенности, к надежной системе охлаждения, так как «Памир» предназначался для работы в широком диапазоне наружных температур (от Заполярья до среднеазиатских пустынь). В этом случае подбор надежной системы охлаждения реактора представляет собой сложную техническую задачу (заметим, кстати, что атомные ледоколы России не могут своим ходом добраться из Арктики в Антарктиду именно по той причине, что система охлаждения судовых реакторов не справится с работой при прохождении через жаркий экваториальный пояс).

Мобильная АЭС «Памир» размещалась на четырех колесных тягачах «Ураган»: два из них несли реакторный и турбогенераторный блоки, а еще два – систему управления и жилые помещения персонала.

Один из наиболее подготовленных проектов Физико-технического института, имеющий хорошие перспективы внедрения, – атомная станция теплоснабжения «РУТА» стационарного размещения. Она предназначена для муниципальных систем централизованного теплоснабжения и горячего водоснабжения и может безопасно эксплуатироваться прямо на территории жилых кварталов. В зависимости от потребностей конкретного микрорайона разработана линейка мощностей станции от 10 до 70 МВт (тепловых). Основа «РУТЫ» – двухконтурный водо-водяной реактор бассейнового типа тепловой мощностью 70 МВт. Именно он определяет безопасность, позволяющую размещать эту атомную котельную по соседству с жилыми домами: во-первых, в «РУТЕ» (в отличие от водо-водяных реакторов крупных АЭС) отсутствует высокое давление в теплоносителе – оно попросту не требуется. Вода, нагреваясь в активной зоне реактора в нижней части бассейна, поднимается вверх, отдает тепло теплообменникам и, охладившись, снова опускается вниз. При мощности реактора до 70 % от номинальной эта циркуляция вообще происходит естественным путем, и только в диапазоне 70–100 % мощности требуется работа насосов;

Во-вторых, «РУТА» работает с невысокой температурой теплоносителя (порядка 95–100 °С), так как для коммунальных систем отопления и водоснабжения такой температуры достаточно. С ростом температуры воды выше заданного уровня ухудшаются условия размножения нейтронов, что автоматически приводит к снижению мощности реактора;

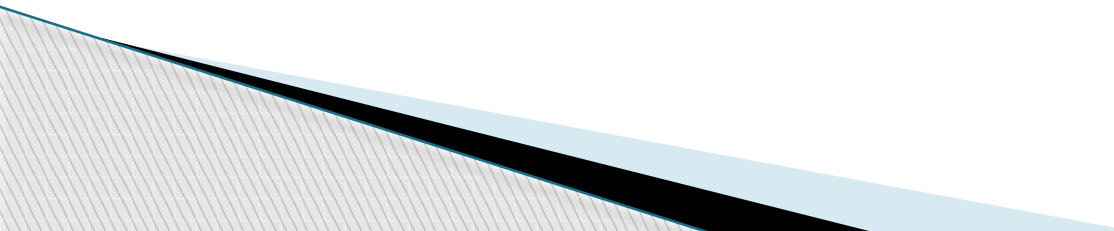
В-третьих, небольшая активная зона погружена в значительную массу воды, поэтому запас теплоемкости бассейна очень велик. Следовательно, перегрев реактора, который в случае прекращения прокачки теплоносителя на больших АЭС происходит за считанные минуты, «РУТЕ» не грозит. Если даже из-за течи произойдет обезвоживание бассейна, то мощность реактора самостоятельно снизится до нуля, а для его охлаждения достаточно конвективных потоков воздуха.

Атомная ТЭЦ «ЕЛЕНА» разработана Институтом атомной энергии им. И. В. Курчатова. Отличием этой станции от «РУТЫ» является то, что она вырабатывает не только тепловую, но и электрическую энергию, причем без турбин – термоэлектрическим способом. Кроме того, в отличие от «РУТЫ», вода в первом контуре реактора находится под давлением и с температурой порядка 300 °С. Вода циркулирует по 3-контурной схеме (из третьего – уходит на теплофикацию потребителей). А электричество вырабатывается попутно на термоэлектрических батареях, «ножки» которых погружены в воду первого и второго контуров и используют разность их температур. Таким образом, электрическая мощность «ЕЛЕНЫ» составляет всего 0,1 МВт, а тепловая – до 3 МВт.

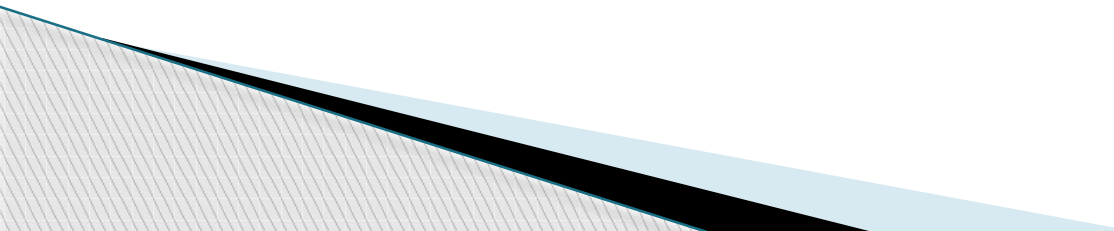
Существует целый ряд разработок малых АЭС, правда, еще далеких от промышленного внедрения.

Блочно-модульная атомная ТЭЦ «АНГСТРЕМ» электрической мощностью 6 МВт оснащена быстрым реактором со свинцово-висмутовым теплоносителем. Она может перевозиться любым видом транспорта. Однако, по мнению критиков проекта, при захвате нейтронов висмутом в таком теплоносителе накапливается изотоп полония-210, имеющий высокую активность и проникаемость, что нежелательно с точки зрения радиационной безопасности.

Малая АЭС «УНИТЕРМ» на основе водо-водяного реактора не требует обслуживания и работает на одной загрузке топлива весь срок службы (25 лет), а вдобавок еще и самостоятельно меняет режимы работы в зависимости от нагрузки потребителей, вплоть до полного снятия и последующего восстановления нагрузки.



Наиболее активно на этом поприще проявляет себя Япония. Фирма «Toshiba» разработала малую АЭС с быстрым натриевым реактором, который называли «4S»: Super Safe, Small and Simple (сверхбезопасный, маленький и простой). Реактор электрической мощностью 10 МВт запроектирован на работу в течение 30 лет на одной загрузке топлива и без обслуживания персоналом. Процент обогащения топлива соответствует экспортным ограничениям МАГАТЭ – менее 20 %.



«Toshiba» готова построить реактор в Галене уже в 2010 году. Однако реальный срок будет зависеть от результатов переговоров японской компании с атомным ведомством США, которые ожидаются трудными по следующим причинам:

- во-первых, «Toshiba» предлагает тип реактора, который принципиально отличается от используемых в настоящее время в США;

- во-вторых, имеет место острая конкуренция на таком перспективном рынке, как малые АЭС.

Изобилие проектов в этой области свидетельствует о том, что малые АЭС востребованы потребителем, и эта рыночная ниша сулит неплохие перспективы.

Тестовые вопросы

▶ 1. Малой энергетикой считают станции с мощностью:

1.1 до 100 кВт

1.2 от 100 кВт до 500кВт

1.3 более 1 МВт

1.4 от 500 кВт до 1МВт

2. В теплоэнергетике к малым относятся котлы единичной мощностью в Гкал/ч:

2.1 – 10

2.2 – 15

2.3 – 5

2.4 – 20

3. В качестве энергоисточников в малой энергетике используются:

3.1 Теплостанции

3.2 Гидроэлектростанции

3.3 Малые и микроГЭС

3.4 ГРЭС

4. К малой энергетике относятся генерирующие установки:

4.1 расположенные локально

4.2 находящиеся вдали от потребителя

4.3 экологически чистые

4.4 использующие чистые топлива

5. Мини-электростанции имеют мощности:

5.1 до 100 кВт

5.2 от 100 кВт до 500 кВт

5.3 от 100 кВт до 1 МВт

5.4 более 1 МВт