

Мирный атом в каждый дом – миниатюрные атомные реакторы для всех

09.02.2010 в 13:47 Обновлено: 08.11.2017 в 02:58 35

В последнее время все большее развитие получает концепция автономного энергоснабжения. Будь это загородный дом с его ветряками и солнечными панелями на крыше или деревообрабатывающий завод с отопительным котлом, работающим на отходах производства — опилках, суть не меняется. Мир постепенно приходит к тому, что пора отказываться от централизованного обеспечения теплом и электричеством. Центральное отопление в Европе уже практически не встречается, индивидуальные дома, многоквартирные небоскребы и промышленные предприятия отапливаются самостоятельно. Исключение составляют разве отдельные города северных стран – там централизованное отопление и большие котельные оправданы климатическими условиями.

Что касается автономной электроэнергетики, то к этому все идет – население активно скупает ветряки и солнечные панели. Предприятия ищут способы рационального использования тепловой энергии от технологических процессов, строят собственные тепловые электростанции и тоже скупают солнечные панели с ветряками. Особо повернутые на «зеленых» технологиях даже планируют покрывать солнечными панелями крыши заводских цехов и ангаров.

В конечном итоге это оказывается дешевле, чем покупка необходимых энергетических мощностей из местных энергосетей. Однако, после чернобыльской аварии, все как-то забыли, что самым экологически чистым, дешевым и доступным способом получения тепловой и электрической энергии все равно остается энергия атома. И если на протяжении существования атомной промышленности электростанции с ядерными реакторами всегда ассоциировались с комплексами на гектары площади, огромными трубами и озерами для охлаждения, то целый ряд разработок последних лет призван сломать эти стереотипы.



Сразу несколько компаний заявили что выходят на рынок с «домашними» ядерными реакторами. Миниатюрные станции с размерами от гаражного бокса до небольшого двухэтажного здания готовы поставлять от 10 до 100 МВт в течение 10 лет без дозаправки. Реакторы полностью автономны, безопасны, не требуют обслуживания и по истечении срока службы просто перезаряжаются еще на 10 лет. Чем не мечта для завода по производству утюгов или хозяйственного дачника? Рассмотрим более детально те из них, продажа которых начнется в ближайшие годы.

Toshiba 4S (Super Safe, Small and Simple)

Реактор сконструирован по типу батарейки. Предполагается что такая «батарейка» будет закопана в шахту глубиной 30 метров, а здание над ней будет иметь размеры 22х16х11 метров. Не многим больше хорошего загородного дома? Такой станции понадобится обслуживающий персонал, но это все равно не идет в сравнение с десятками тысяч квадратных метров площади и сотнями рабочих на традиционных АЭС. Номинальная мощность комплекса – 10 мегаватт в течение 30 лет без дозаправки.

Реактор работает на быстрых нейтронах. Подобный реактор установлен и действует с 1980 года на Белоярской АЭС в Свердловской области России (реактор БН-600). Принцип действия описан здесь. В японской установке в качестве охлаждающей жидкости использован расплав натрия. Это позволяет работать поднят температуру работы реактора на 200 градусов Цельсия по сравнению с водой и при обычном давлении. Применение воды в таком качестве дало бы рост давления в системе в сотни раз.

Самое важное – стоимость выработки 1 кВт час для данной установки ожидается на уровне от 5 до 13 центов. Разброс обусловлен особенностями национального налогообложения, разной стоимостью переработки ядерных отходов и стоимостью введения в выведения из эксплуатации самой станции.



Первым заказчиком «батарейки» от Toshiba похоже выступит небольшой городок Galena штат Аляска в США. В настоящее время идет согласование разрешительной документации с американскими правительственными агентствами. Партнером компании в США выступает известная нам компания Westinghouse, впервые поставившая на украинскую АЭС топливные сборки альтернативные российским ТВЭЛ.

Hyperion Power Generation и реактор Hyperion

Эти американские ребята похоже первыми выйдут на коммерческий рынок миниатюрных ядерных реакторов. Компания предлагает установки от 70 до 25 мегаватт стоимостью примерно по \$25-30 миллионов за штуку. Ядерные установки Hyperion могут использоваться как для генерации электроэнергии так и для отопления. Состоянием на начало 2010 года уже поступило более 100 заказов на станции разной мощности, при чем как от частных лиц, так и от государственных компаний. Планируется даже вынести производство готовых модулей за пределы США, построив заводы в Азии и Западной Европе.

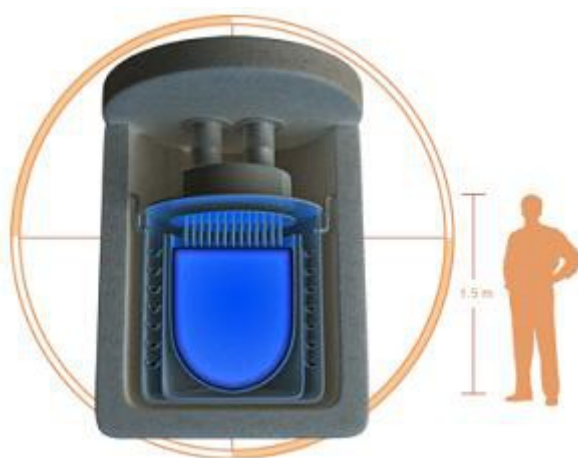
Реактор работает на том же принципе, что и большинство современных реакторов в атомных электростанциях. Читать здесь. Наиболее близкими по принципу действия являются самые распространенные российские реакторы типа ВВЭР и силовые установки, применяемы на атомных подводных лодках проекта 705 «Ли́ра» (NATO –

“Alfa”). Американский реактор практически является сухопутной версией реакторов, устанавливаемых на указанных АПЛ, кстати – самых быстрых подводных лодок своего времени.

В качестве топлива используется нитрид урана, который имеет более высокую теплопроводность по сравнению с традиционным для реакторов ВВЭР керамическим оксидом урана. Это позволяет работать при температуре на 250-300 градусов Цельсия выше, чем водо-водяные установки, что повышает эффективность работы паровых турбин электродвигателей. Здесь все просто – чем выше температура реактора, тем выше температура пара и, как следствие, выше КПД паровой турбины.

В качестве охлаждающей «жидкости» используется свинцово-висмутовый расплав, аналогичный таковому на советских АПЛ. Расплав проходит через три теплообменных контура, снижая температуру с 500 градусов Цельсия до 480. Рабочим телом для турбины могут служить как водяной пар так и перегретый углекислый газ.

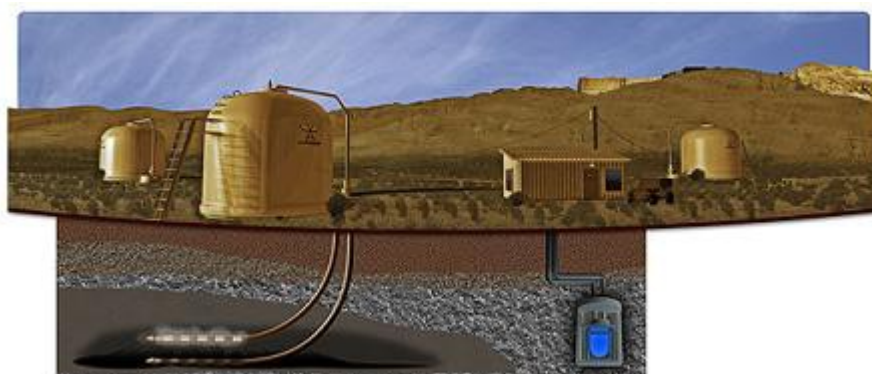
Установка с топливом и системой охлаждения имеет массу всего в 20 тонн и рассчитана на 10 лет работы на номинальной мощности в 70 мегаватт без дозаправки. Впечатляют действительно миниатюрные размеры – реактор имеет всего 2.5 метра в высоту и 1.5 метра в ширину! Вся система может перевозиться на грузовиках или железнодорожным транспортом, являясь абсолютным коммерческим мировым рекордсменом по соотношению мощность/мобильность.



По приезду на место, «бочка» с реактором просто закапывается. Доступ к ней или какое-либо обслуживание не предполагается вообще. По истечении гарантийного

срока сборка выкапывается и отправляется на завод производителя для перезаправки. Особенности свинцово-висмутового охлаждения дают огромное преимущество в безопасности – не возможен перегрев и взрыв (не растет давление с ростом температуры). Также, при охлаждении сплав застывает, а сам реактор превращается в изолированную толстым слоем свинца железную болванку, не боящуюся механических воздействий. Кстати, именно невозможность работы на малых мощностях (в следствие застывания охлаждающего сплава и автоматического отключения), явилась причиной отказа от дальнейшего использования свинцово-висмутовых установок на АПЛ. По этой же причине – это самые безопасные реакторы из всех, когда либо устанавливавшихся на АПЛ всех стран.

Изначально миниатюрные атомные электростанции разрабатывались компанией Hyperion Power Generation для нужд добывающей промышленности, а именно для переработки горючих сланцев в синтетическую нефть. Оценочные запасы синтетической нефти в горючих сланцах, доступных для переработки имеющимися на сегодня технологиями оцениваются в 2.8.-3.3 триллиона баррелей. Для сравнения – запасы «жидкой» нефти в скважинах оцениваются всего в 1.2 триллиона баррелей. Однако процесс переработки сланцев в нефть требует их нагрева с последующим улавливанием испарений, которые затем конденсируются в нефть и побочные продукты. Понятно, что для нагрева нужно где-то брать энергию. По этой причине добыча нефти из сланцев считается экономически нецелесообразной по сравнению с ее импортом у стран ОПЕК. Так что будущее своего продукта компания видит в разных сферах применения.



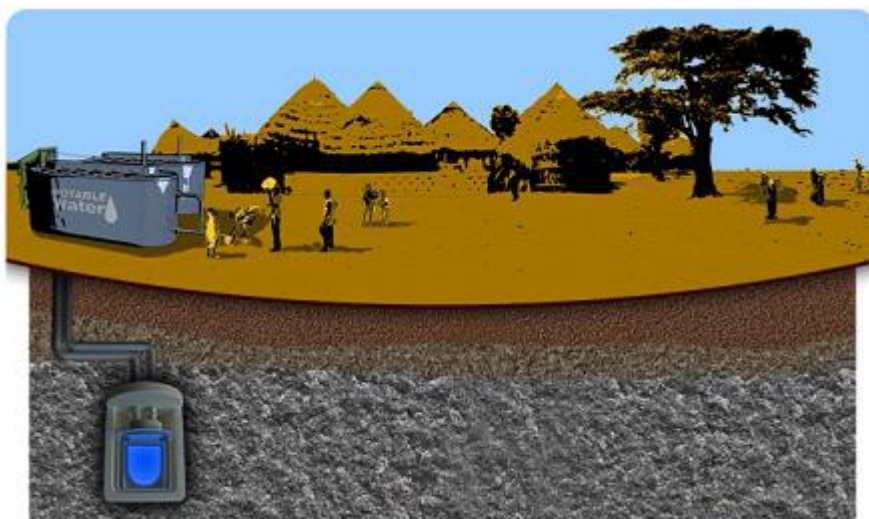
Например, в качестве мобильной электростанции для нужд военных баз и аэродромов. Здесь тоже интересные перспективы. Так, при ведении мобильных боевых действий, когда войска действуют из так называемых опорных пунктов в определенных регионах, эти станции могли бы питать инфраструктуру «баз». Прямо

как в компьютерных стратегиях. С той лишь разницей, что когда задача в регионе выполнена, электростанцию грузят в транспортное средство (самолет, грузовой вертолет, грузовые автомобили, поезд, корабль) и увозят на новое место.

Другое применение в военной сфере – стационарное питание постоянных военных баз и аэродромов. При авиа налете или ракетном ударе база с подземной атомной электростанцией, не требующей обслуживающего персонала, с большей вероятностью сохранит боеспособность. Таким же образом можно питать группы объектов социальной инфраструктуры – системы водоснабжения городов, административных объектов, больниц.



Ну и промышленно-гражданское применение – системы электропитания небольших городов и поселков, отдельных предприятий или их групп, системы отопления. Ведь эти установки прежде всего вырабатывают тепловую энергию и в холодных регионах планеты могут составить ядро централизованных систем отопления. Так же перспективным компания считает применение таких мобильных электростанций на опреснительных установках в развивающихся странах.



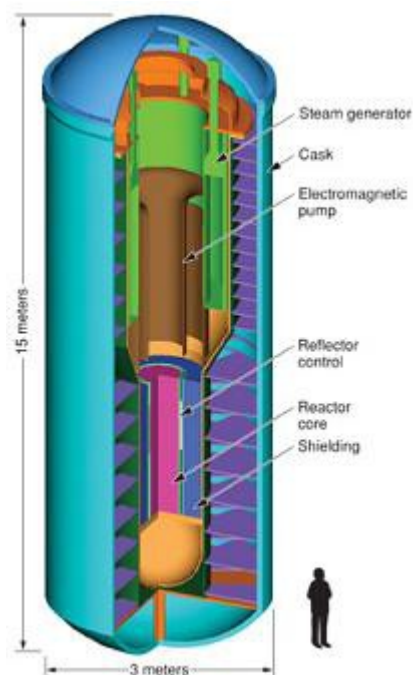
SSTAR (small, sealed, transportable, autonomous reactor)

Маленький, запечатанный, передвижной автономный реактор – проект, разрабатываемый в Lawrence Livermore National Laboratory, США. По принципу действия схож с NuRegion, только в качестве топлива использует Уран-235. Должен иметь срок годности в 30 лет при мощности от 10 до 100 мегаватт.

Размеры должны составлять 15 метров в высоту и 3 в ширину при весе реактора в 200 тонн. Эта установка изначально рассчитывается для применения в недоразвитых странах по схеме лизинга. Таким образом, повышенное внимание уделяется невозможности разобрать конструкцию и извлечь из нее что-либо ценное. Ценное – это уран-238 и оружейный плутоний, которые вырабатываются по мере истечения срока годности.

По окончании действия договора лизинга, получатель должен будет вернуть эту установку в США. Только мне кажется, что это — мобильные заводы по производству

оружейного плутония за чужие деньги? 😊 В прочем, американское государство здесь не продвинулось дальше исследовательских работ, пока нет даже прототипа.



Подводя итог, следует отметить, что пока наиболее реальной является разработка от NuRegion и первые поставки намечены на 2014 год. Думаю, можно ожидать дальнейшего наступления «карманных» АЭС, тем более что похожие работы по

созданию подобных станций ведут и другие предприятия, в том числе такие гиганты как Mitsubishi Heavy Industries. А вообще, миниатюрный ядерный реактор — это достойный ответ на всевозможную приливно-отливную муть и прочие невероятно "зеленые" технологии. Похоже, в ближайшем времени мы сможем наблюдать, как снова военные технологии переходят на гражданскую службу.

https://itc.ua/blogs/mirnyj_atom_v_kazhdyj_dom_miniatyurnye_atomnye_reaktory_dlya_vseh_44116/