

20.197
И-62

Справочник XXI века

Инженерная экология и экологический менеджмент



СА-277882

УДК 602:504
БКК 28.30
1181

Инженерная экология и экологический менеджмент

Учебник

Под редакцией Н.И. Иванова и И.М. Фадына

CA-277882



09



Предисловие

Учебник для технических вузов написан на основе курсов лекций «Экологический менеджмент», «Экология космоса», «Промышленная экология», «Общая экология», «Основы виброакустики», «Экология катастроф», «Защита от загрязнений атмосферы и гидросферы» и др., читаемых в Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Содержание излагаемого материала разделено на три части: общая экология, промышленная экология и экологический менеджмент. В первой части рассмотрены проблемы глобальной экологии, даны представления об экологических системах, предмете промышленной экологии и экологического менеджмента, приведены основные экологические термины и определения. Вторая часть посвящена основным техногенным факторам, влияющим на состояние окружающей среды, системам и средствам экологической безопасности, экологическому состоянию промышленности, энергетики и транспорта, а также последствиям воздействия ракетной техники на окружающую среду. В третьей части приведены сведения об экономике природопользования и управлении охраной окружающей среды, даны основы отечественного и международного экологического законодательства.

В учебнике впервые с возможной полнотой описаны как технические аспекты экологической безопасности (мы вправе использовать здесь такие термины, как техническая или инженерная экология), так и правовые и экономические основы охраны окружающей среды и природопользования.

При написании учебника были использованы литературные отечественные и зарубежные источники, опыт Балтийского государственного технического университета (БГТУ) и Научного центра экологической безопасности (НИЦЭБ) РАН (СПб), а также материалы ежегодных Всероссийских научно-практических кон-

Получение тепловой энергии в ядерном реакторе происходит в результате деления ядер тяжелых элементов, таких как уран-235 и плутоний-239. Коэффициент использования топлива составляет около 5%, остальное идет в отходы. Поэтому к 2000 г. годовая выгрузка отработанного ядерного топлива из реакторов, используемых в мире, составила около 10 тыс. т, из которых 100 т — масса особо опасных отходов, в том числе около 8 т в России.

Сброс тепла в окружающую среду от АЭС в 1,5...1,8 раз больше, чем от ТЭС из-за разницы в коэффициентах полезного действия, равных 30...40%. Наибольшую опасность представляет охлаждающая АЭС вода, сбрасываемая в водоемы при температуре 40...45°C, что приводит к изменению теплового режима рек и озер и, как следствие, к гибели водных организмов.

Чернобыльская катастрофа подорвала доверие человечества к надежности АЭС. В одних странах (США, Япония, Великобритания) притормозили строительство новых АЭС, в других (Швеция, Австрия) отказались от него совсем и даже закрывают уже действующие. В силу этих обстоятельств доля атомной энергетики в производстве энергии, вероятно, будет снижаться. Усилия мирового сообщества концентрируются на совершенствовании ядерных реакторов, повышении их безопасности, а также решении проблемы захоронения отходов АЭС.

Итак, по экологическим соображениям атомная энергетика не может и не должна играть роль масштабной, ее уровень, видимо, не должен превышать уже существующего.

Основным направлением в обеспечении безопасности АЭС является их размещение под землей, вместо защиты их реакторов прочными оболочками. Мировой положительный опыт в этом плане уже накоплен, поскольку под землей были размещены ядерные реакторы в Красноярске-26 (Россия), Чузе (Франция), Халдене (Норвегия), Агесте (Швеция), Луцерне (Швейцария), Гамболдте (США).

8.5 | Использование возобновляемых источников энергии

8.5.1. Классификация возобновляемых источников энергии

Помимо широкого использования невозобновляемых источников энергии, накопился определенный опыт использования

возобновляемых источников энергии – ветра, природного тепла, солнца, воды и пр. (рис. 8.1).

Несмотря на полезность, а зачастую и перспективность использования этих видов энергии, почти все они имеют вредные, а нередко и катастрофические (гидроэнергетика) последствия. Поэтому выбор энергетики будущего – это очень сложный и противоречивый процесс, который в немалой степени повлияет на судьбы человечества.

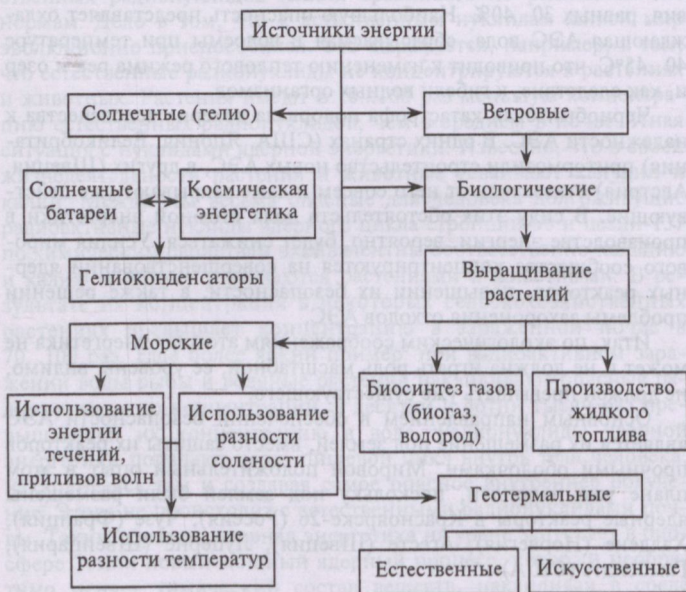


Рис. 8.1. Классификация альтернативных источников энергии

8.5.2. Гидроэнергетика

Гидроэлектростанции традиционно считались сравнительно дешевыми и экологически чистыми источниками энергии. Под влиянием этой иллюзии у нас были созданы мощные Братская, Красноярская, Енисейская и другие ГЭС. Сейчас доля гидроэлек-

тростанций в выработке электроэнергии составляет 6%. Сегодня ГЭС и создаваемые при их строительстве водохранилища – это наиболее крупные техногенные объекты, расположенные в густонаселенных районах страны. Площадь Самарского водохранилища составляет 6450 км², Братского – 5470 км² (соизмерима с площадью, например, Телецкого озера в Горном Алтае), Рыбинского – 4550 км², Волгоградского – 3120 км² и т.д.

Регулирование рек позволило направить воду на орошаемые поля, заводы, электростанции. Гидроузлы ликвидировали во многих районах опасность весенних наводнений. В то же время водохранилища привели к изъятию из пользования миллионов гектаров пашни, лесов, лучших заливных лугов, а также затопили дороги, селения, памятники культуры, месторождения полезных ископаемых и другие ценные объекты. Просачиваясь в грунт, вода подтапливает и заболачивает обширные территории, изменяя их ландшафт и микроклимат. Только в европейской части России под водохранилища отдано около 18% посевных площадей.

Горький опыт показывает, что у плотин ГЭС гибнет в огромных количествах животный и растительный мир рек. «Живая вода» верхнего бьефа водохранилищ становится «мертвой» в нижнем бьефе. Многолетние наблюдения говорят о том, что количество рыбы, уничтожаемой на водозаборах ГЭС, многократно превышает то, что дают все рыбные предприятия страны. По данным Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, только на водозаборах Астраханской области ежегодно гибнет 14,4 млн молоди рыб.

Подготовка ложа водохранилищ всегда велась с нарушением требований экологии. По «экономическим» соображениям полная вырубка лесов ложа была «нецелесообразна» и к тому же отодвигала сроки ввода ГЭС на несколько лет. Только при строительстве Усть-Илимской ГЭС под водой оказалось более 20 млн м³ древесины.

После нескольких лет эксплуатации приходится расплачиваться за «экономия»: лес гниет, водоемы становятся непригодными для всего живого и для судоходства (из-за появления бревен на поверхности).

После запуска первой ГЭС Енисей перестал замерзать на десятки километров ниже плотины, следовательно, изменились и условия обитания в этом районе. Другим стал и климат: сухой и здоровый воздух побережья быстро сменился влажным, туманным. Невырубленный на дне Красноярского моря лес постепенно

превращает водохранилище в зеленое цветущее месиво. При строительстве Красноярской ГЭС в плотине не были предусмотрены рыбоприемники и рыбоходы, что привело к прекращению нереста рыбы ценных пород в верхнем течении Енисея. А ведь Енисей – равнинная река, не нуждающаяся в плотинах, требующая особого режима охраны природы.

И, наконец, последнее – экономическая целесообразность ГЭС. По расчетам экономистов, капиталовложения в ГЭС окупаются не менее чем через 20 лет, тогда как экономически выгодным считается срок 8,3 года.

Так что число мощных гидроэлектростанций впредь, похоже, расти не будет, поскольку их сооружение связано с затоплением больших территорий, что экономически крайне невыгодно.

8.5.3. Ветроэнергетика

Ветроэнергетика – преобразование энергии ветра во вращательное движение лопастного колеса, в колебания, воспринимаемые пьезоэлектрическими преобразователями, или в поступательное движение объекта с помощью ветродвижителей (парусов, роторов). Коэффициент полезного действия ветроустановок достигает 0,25...0,5, что делает их весьма перспективными для использования.

Основной элемент ветроустановок – колесо. Используются самые различные типы колес для ветроустановок с горизонтальным или вертикальным расположением оси (рис. 8.2).

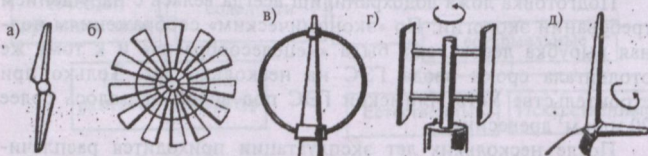


Рис. 8.2. Рабочие колеса перспективных ветроэнергетических установок:

- а – быстроходное двухлопастное; б – многолопастное; в – ветроколесо Дарье с вертикальной осью;
 г – ветродвижитель; д – ветроколесо с наклонной осью

Запасы энергии ветра на Земле невероятно велики и по некоторым оценкам превышают 80 трлн кВт·ч в слое воздуха толщиной до 500 м. Ветроустановки – не новая технология для человечества. Совсем недавно ветряные мельницы были привычным

элементом пейзажа в любой стране. Например, в России в XIX в. было 250 тыс. ветряных мельниц, которые вырабатывали около 1500 МВт энергии.

Современные технологии во много раз эффективнее старых. Многие страны (Нидерланды, США, Бельгия и др.) широко используют ветроустановки для выработки электроэнергии. Только в Калифорнии (США) их суммарная мощность составляет 1500 МВт.

Интересно отметить, что над территорией России сосредоточена значительная часть мировых ветровых ресурсов. Наиболее перспективные регионы по ветроэнергетике находятся на Севере и в Поволжье.

Если для первого этапа освоения ветроресурсов взять только нижний 200-метровый слой и разместить ВЭУ общей мощностью 3...5 млрд кВт (одна установка на 200 км²), то за год можно выработать 10 трлн кВт·ч электроэнергии, что в 5 раз больше гидроэнергетического потенциала страны. Существенным недостатком энергии ветра является ее изменчивость во времени, но его можно скомпенсировать изменчивостью ветра в пространстве. Если объединить несколько десятков крупных ветроагрегатов, то средняя их мощность будет практически постоянной. В отличие от рек, потоки воздуха не знают «засух» и способны гарантировать надежное энергоснабжение.

По генерируемой мощности ВЭУ подразделяют на три класса:

- до 5 кВт, их применяют в качестве автономных источников питания насосов, для отопления помещений и т.п.;
- от 5 до 100 кВт, их размещают в районах с децентрализованной системой электроснабжения, и они предназначены для привода различных устройств, в том числе и электрогенераторов;
- свыше 100 кВт, предназначены для параллельной работы с неветровыми электростанциями равной или большей мощности.

Особенно перспективны ветровые электростанции, расположенные на высоте 6...8 км, где плотность потока энергии ветра максимальна. Например, под Москвой средняя плотность потока энергии там достигает 6 Вт/м². Как показывают расчеты, для получения мощности 20 МВт потребуется сооружение ортогонального летающего ротора сечением в 6 тыс. м². Такой ротор со струйным управлением циркулирующей на крыльях можно подвесить на полом газонаполненном кабель-тросе, обеспечивающем связь с землей.

Так как скорость ветра всегда случайная функция времени, качество электроэнергии, вырабатываемой ВЭУ, будет низким. Поэтому еще академик А.В. Винтер предлагал соединить в единый комплекс ветровую электрическую станцию (ВЭС) и ГЭС, что может значительно увеличить выработку электроэнергии.

Положительный опыт сочетания ВЭС и дизель-генераторов был подтвержден в 1958 г., когда в Целиноградской области была построена ВЭС рабочей мощностью 400 кВт (ВЭС-400), состоящая из 12 агрегатов по 42 кВт. На случай безветрия в систему входил также резервный блок из двух быстроходных дизель-генераторов мощностью по 200 кВт. За время эксплуатации такая комплексная электростанция выработала 12 млн кВт·ч, при этом на долю ВЭС пришлось 55%, а на дизель-генераторы – 45%. Средняя скорость ветра в этом районе составляла 5 м/с. По заключению специалистов, качество выработанной электроэнергии оказалось вполне приемлемым.

Кольский полуостров – один из самых ветреных регионов России. По мнению ученых Кольского научного центра РАН, здесь можно разместить комплекс ВЭС из агрегатов повышенной мощности, разработанных как отечественными, так и западными фирмами. Вместе с действующими в этом районе ГЭС они могут составить конкуренцию Кольской АЭС.

Хотя ВЭС принято считать экологически безопасными, однако их эксплуатация выявила ряд отрицательных факторов. При работе они генерируют интенсивный инфразвук, который вызывает у людей угнетенное состояние, чувство беспокойства и дискомфорта. Исследователи из США установили, что инфразвук от ВЭС не выдерживают ни животные, ни птицы. Таким образом, территория, где размещены ВЭУ, становится непригодной для использования в качестве среды обитания.

При широкомасштабном применении ВЭУ в районах их размещения нарушаются тепловой баланс вследствие изменения условий переноса тепла вдоль земной поверхности. Это, в свою очередь, может повлечь за собой изменение розы ветров в расположенных рядом промышленных регионах и усилить там загрязнение воздушного бассейна. Из-за больших размеров лопастных колес ВЭУ становятся опасными для пернатых, особенно если они расположены на путях миграции птиц. Из-за отражения радиоволн УКВ- и СВЧ-диапазона от движущихся лопастей ВЭУ нарушается нормальная работа навигационной аппаратуры авиалайнеров и затрудняется прием телевизионных передач.

Можно предложить два выхода из этой ситуации:

- прямое преобразование энергии ветра в электрическую энергию (рис. 8.3);
- вынос ВЭУ в море, открытый океан.

Исследования показали, что скорости ветра увеличиваются по мере удаления от береговой линии. Так, на расстоянии 40 км от берегов скорость возрастает на 20...25%, что позволяет получить от нее в 2 раза больше энергии при тех же параметрах ВЭУ. Кроме того, размещение ВЭУ в морских акваториях позволяет обеспечить энергией добывающие платформы, а экономленные земельные участки использовать на благо человека.

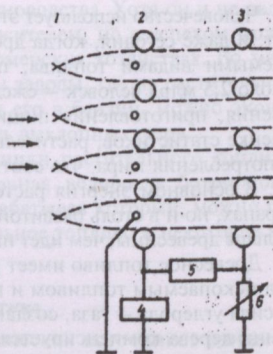


Рис 8.3. Установка прямого преобразования энергии ветра в электрическую:
1 – источник аэрозоля; 2 – входной электрод с системой зарядки аэрозоля; 3 – собирающий электрод; 4 – высоковольтный источник зарядки аэрозоля; 5 – система регулирования; 6 – измеритель нагрузки

8.5.4. Биологическая энергетика

Биоэнергетика основана на получении биомассы, которая непосредственно или после соответствующей переработки используется в качестве топлива. В основе всех вариантов энергетического использования биомассы лежит явление фотосинтеза, так как под воздействием солнечной энергии все фотосинтезирующие организмы включаются в планетарный круговорот углерода. Поэтому получение энергии в результате использования биомассы практически не зависит от того, где добывается биомасса: на суше или в воде. Выделяют три направления получения тепловой энергии с помощью биомассы:

- непосредственно сжигание ее;
- брожение биомассы;
- использование таких энергоносителей, как биогаз или спирты, извлекаемые в процессе образования биомассы.

При первом направлении биомасса непосредственно используется в качестве топлива, т.е. оно реализуется путем сжигания растений, деревьев, водорослей, произрастающих в естественных условиях или быстрорастущих видов, выращиваемых в искусственных условиях.

Человечество использует этот энергетический ресурс уже 150 тыс. лет, и даже сегодня, когда дрова отеснены на второй план ископаемыми видами топлива, примерно половина человечества — около 2,5 млрд человек — ежедневно пользуются дровами для отопления, приготовления пищи и освещения. В 1987 г., согласно оценке статистиков, растительная биомасса обеспечила 14% энергопотребления мира, что соответствует сжиганию 1257 млн т нефти. В основном энергия растений используется в развивающихся странах, но и в столь развитой стране, как США, сейчас сжигается больше древесины, чем идет на строительство и на бумагу.

Древесное топливо имеет ряд экологических преимуществ перед ископаемым топливом и прежде всего в том, что эмиссия диоксида углерода — газа, создающего тепличный эффект, при сжигании дерева компенсируется тем, что само дерево за срок своей жизни поглощает такое же количество углекислого газа.

Все чаще источником служит не простой дикорастущий лес, а специальные плантации быстрорастущих видов деревьев — осины, тополя, ивы, ольхи. Под такие посадки годятся малоприспособленные почвы. Во Франции, где только на камины ежегодно уходит более 7 млн т дров, заложено около 400 га экспериментальных лесопосадок быстрорастущих пород. В Швеции, которая постепенно выводит из употребления атомную энергетику, в ближайшие 10 лет планируется ежегодно засаживать не менее 10 тыс. га энергетического леса.

Рассматривая водоросли в качестве источника энергии, установили, что наилучшими биологическими и технологическими свойствами обладают ламинария и келп-макроцитис. Так, с 1 м³ можно получить 140...150 кг ламинарии.

Основной недостаток этого древнего вида топлива — большой объем, свойственный особенно таким видам растительной биомассы, как солома, солома, отруби. Кроме того, растительная биомасса часто содержит большой процент влаги. Преодолеть оба недостатка помогает специальная обработка, например брикетирование биомассы. Сжигание эффективно производить в специальных печах, работающих по принципу газогенераторов.

Второе направление — использование теплоты, которую выделяют при брожении органические отходы (навоз, помет, опилки и т.п.) и которую можно употреблять для обогрева парников, теплиц и других объектов.

Третье направление — извлечение из биомассы таких энергоносителей, как биогаз или спирты. Биогаз в основном получают

из отходов растениеводства и животноводства. Хотя он и не является высококачественным энергоносителем, но с успехом может быть использован в небольших фермерских хозяйствах. Во многих тропических странах сооружены заводы, где из растительных отходов извлекают спирт. Добавляя его в бензин, можно экономить нефть и уменьшать токсичность выхлопных газов.

Изучаются и необычные источники растительного топлива, например пресноводная одноклеточная водоросль ботриококк. Она на 85% состоит из жира, перерабатывая который, можно получать бензин, авиационное и дизельное топливо и некоторое количество тяжелых масел.

8.5.5. Геотермальная энергетика

Среди возобновляемых энергетических источников одним из наиболее перспективных и экологически безопасных представляется геотермальная энергия, получаемая за счет использования природного тепла земных недр. Несмотря на постоянные потери теплоты, Земля остывает очень медленно, ее недра будут оставаться горячими еще миллиарды лет, так как ядро Земли является источником энергии (предположительно из-за распада радиоактивных элементов). Подсчитано, что на глубине до 5 км количество сосредоточенной теплоты многократно превышает энергию, заключенную во всех видах ископаемых энергоресурсов. Глубинное тепло можно использовать для выработки электроэнергии, отопления, горячего водоснабжения жилых и промышленных зданий, разнообразных технологических нужд.

Различают геотермальные источники с естественными и искусственными теплоносителями. В первом случае в качестве рабочего тела в энергетических установках (рис. 8.4) используют термальные воды или пароводяные смеси естественного происхождения. Потенциальные ресурсы естественных геотермальных источников на территории России эквивалентны 100 млн т условного топлива в год. Наиболее мощные естественные аккумуляторы тепловой энергии находятся на Камчатке, Сахалине и Курильских островах. Подсчитано, что их потенциал составляет 2 тыс. МВт, т.е. эквивалентен годовой экономии 4 млн т условного топлива.

На Камчатке, у реки Паужетки, на базе горячих подземных источников построена и эксплуатируется геотермальная электростанция (геоТЭС) мощностью 5 МВт. Аналогичные геоТЭС эксплуатируются в Италии и Японии, Исландии и Мексике, США и

Эксперименты по использованию геотермической энергии с помощью закачки холодной воды в недра ведутся в Японии, Великобритании, Франции, в России. Разумеется, это лишь первые шаги в освоении огромных запасов тепловой энергии недр, когда задействована ничтожная доля того, что может быть извлечено в будущем. Пока наиболее перспективными с точки зрения извлечения подземного тепла представляются районы современного вулканизма. Сами вулканы являются грандиозными источниками горячей воды и пара и в периоды спокойной деятельности, и особенно при извержениях. Конечно, использовать энергию извергающегося вулкана сейчас практически невозможно. Однако уже сейчас реален захват буровыми скважинами перегретых вулканических паров в непосредственной близости от канала вулкана.

В США в штате Нью-Мексико на склоне недавно потухшего вулкана были пробурены две скважины. Для создания пористости и проницаемости разделяющие скважины горные породы были раздроблены контролируруемыми взрывами. В Японии разработан проект, предусматривающий строительство на острове Иводзима геотЭС, аналогичной американской, но использующей тепло действующего вулкана.

Геотермика – новая ветвь энергетики, сулящая огромные перспективы. Электроэнергия геотермических станций по крайней мере в два раза дешевле энергии, вырабатываемой на гидроэлектростанциях, и во много раз дешевле энергии станций, работающих на твердом и жидком топливе.

В обозримом будущем новый шаг в использовании энергетики Земли будет заключаться в создании сети сверхглубоких скважин с погруженными в них «термобатарейми». Перспективность этого направления подтверждается результатами сверхглубокого бурения на Кольском полуострове. Такая сеть сможет дать практически неограниченное количество «чистой» энергии, рожденной только внутренним теплом Земли и не загрязняющей природу на земной поверхности, т.е. без золоотвалов, выбросов двуокиси углерода, кислотных дождей, могильников радиоактивных отходов – этих обязательных последствий работы электростанций на ископаемых типах топлива.

8.5.6. Гелиоэнергетика

При получении энергии от Солнца путем преобразования ее в тепловую, электрическую или оптического диапазона принято выделять наземную и космическую гелиоэнергетику.

Как известно, основным источником всех процессов, происходящих в биосфере, является солнечная энергия, падающая на горизонтальную поверхность Земли со средней плотностью $1,36 \text{ кВт/м}^2$. Использование лишь $0,01\%$ общего потока солнечной энергии могло бы полностью обеспечить мировые потребности в энергии. Подсчитано, что за год от Солнца на Землю поступает в 10 раз больше энергии, чем ее запасено во всех разведанных ископаемых энергоносителях.

Солнечная энергия, приходящая к Земле, перераспределяется по двум каналам: отражается в Космос и преобразуется в геосферах Земли. Преобразованная в геосферах Земли солнечная энергия аккумулируется в виде невозобновляемых источников (ископаемые энергоносители) или возобновляемых (растения, ветер, волны и т.д.). Энергию Солнца преобразуют в тепловую с помощью солнечных коллекторов, которые нагревает тот или иной теплоноситель (рис. 8.5). В таких гелиоконденсаторных установках солнечная энергия с помощью отражателей фокусируется на тепловоспринимающую поверхность солнечного коллектора. Далее теплоноситель идет на отопление жилых и промышленных зданий или поступает в паровую турбину. Первая солнечная электростанция в СССР мощностью 5 МВт была построена в Крыму.

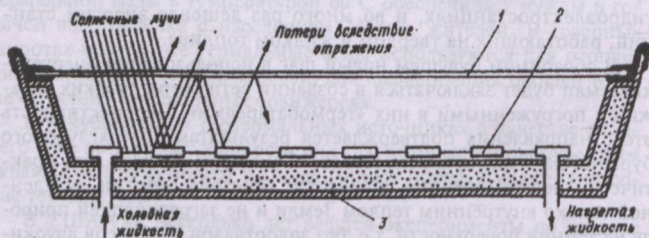


Рис. 8.5. Плоский солнечный коллектор:

1 — стекло; 2 — поглощающее покрытие; 3 — тепловая изоляция

По оценкам специалистов, гелиоконденсаторные установки могут сыграть очень важную роль в решении локальных проблем некоторых пустынных районов мира и, возможно, даже некоторых южных стран в целом. Однако значительный вклад гелиоконденсаторных установок в мировую энергетику невозможен из-за

рассеянности солнечной энергии и необходимости сооружения колоссальных по площади и расходу конструкционных материалов фокусирующих отражателей. Такие отражатели занимают более 10% площади, занимаемой гелиоконденсаторной станцией, что приводит к изменению коэффициента отражения земной поверхности и, как следствие этого, к нарушению теплового баланса региона. Компенсировать это явление можно, разместив на территории станции пассивные отражатели.

В настоящее время суммарная площадь отражателей, используемых в мировой практике, превышает 6 млрд м², из них 1,8 млрд м² — в США и 1,3 млрд м² в Японии.

Солнечная энергия преобразуется непосредственно в электрическую с помощью фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), из которых комплектуются солнечные батареи (СБ). В качестве элементов прямого преобразования солнечной энергии в электрическую применяют фотоэлементы на основе кремния и арсенида галлия (рис. 8.6). В настоящее время КПД ФЭП на основе кремния составляет 13...15%; усовершенствовав технологию их производства, можно довести КПД до 15...17%.

Фотоэлектростанции (ФС) используются в Калифорнии для превращения солнечной энергии в электричество, что позволяет справляться с пиковыми нагрузками, возникающими в летние месяцы, когда усиленно работают установки кондиционирования воздуха.

Преобразование солнечной энергии в излучение оптического диапазона предполагает ее концентрацию и передачу по светопроводящим каналам к потребителю. Идея солнечной космической электростанции (СКЭС) была запатентована американским ученым П.Э. Глезером в 1973 г. Он же предложил для их размещения стационарную орбиту. Основным преимуществом СКЭС является то, что она будет обеспечивать круглосуточное генерирование электроэнергии, однако встает трудноразрешимый вопрос о ее передаче на Землю. Высказываются предположения о преобразовании электроэнергии в лазерное излучение или излу-

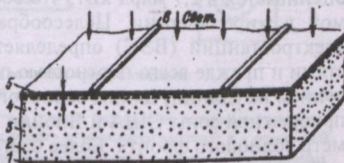


Рис. 8.6. Кремниевый фотоэлемент:

- 1 — положительный контакт из напыленного металла; 2 — слой с повышенным содержанием брома; 3 — слой кремния толщиной 0,03 см; 4 — слой с повышенным содержанием фосфора; 5 — антиотражающее покрытие; 6 — отрицательный контакт

чение микроволнового диапазона, т.е. в те излучения, для которых атмосфера прозрачна. Однако это не решает полностью вопрос, так как для размещения центральных энергоприемников на Земле требуются большие по площади участки земной поверхности. Кроме того, необходимо, чтобы над этими зонами не проходили маршруты самолетов, пути миграции перелетных птиц и т.д.

8.5.6. Морская энергетика

Морская энергетика базируется на использовании энергии волн, возникающих на поверхности акваторий, морских течений и приливов, а также разности температур и солености в различных слоях морской воды.

Волновая энергетика. Волны – неперенное явление на поверхности любого водоема. Волновая мощность Мирового океана оценивается в 2,7 млрд кВт, что составляет около 30% потребляемой в мире энергии. Целесообразность размещения волновых электростанций (ВЭС) определяется региональными особенностями и прежде всего плотностью приходящей энергии, т.е. ее значением на единицу длины волнового фронта. Так, на ряде участков прибрежной зоны США и Японии она составляет около 40 кВт на метр волнового фронта. Более благоприятны условия на западном побережье Великобритании в районе Гебридских островов, где удельная мощность фронта волны достигает 80 кВт/м.

Функциональный принцип работы ВЭС состоит в преобразовании потенциальной энергии волн в кинетическую энергию пульсаций и пульсаций в однонаправленное усилие, которое в дальнейшем приводит во вращение вал электродвигателя (рис. 8.7).

Волновые электростанции могут быть сооружены непосредственно на берегу, в акватории вблизи берега или в открытом море на различном удалении от берега. Преобразователи волновой энергии любых типов в определенной степени влияют на изменение волнового режима.

Накопленный опыт показывает, что наиболее благоприятное влияние на окружающую среду оказывают установки, размещенные в акватории вблизи берега, где происходит интенсивное формирование прибрежной полосы. Это объясняется тем, что основным источником энергии для береговых процессов являются волны. Волны, трансформируясь и разрушаясь в пределах прибрежной полосы и заливаемой при волнении части суши, вследствие уменьшения глубины расходуют энергию в основном на

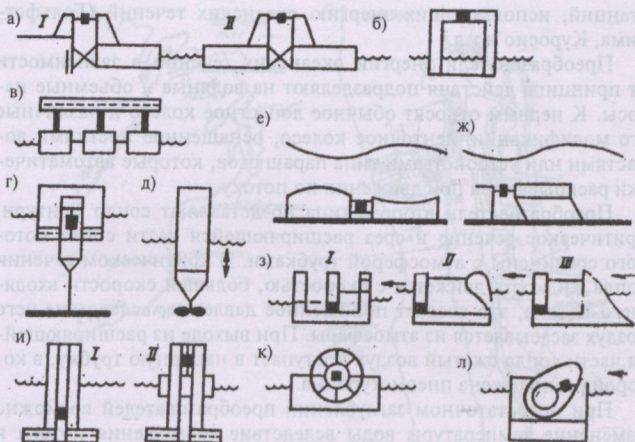


Рис. 8.7. Классификация волновых преобразователей:

а — платформы, перемещаемые относительно неподвижной опоры (I) или относительно друг друга (II); б — пневмобуи с вертикальным перемещением уровня жидкости; в — платформы, перемещаемые вертикально относительно общей рамы; г — точечный буй, жестко связанный с якорем или заглубленной пластиной; д — резонансный буй с рабочим колесом, приводимым в движение взаимным перемещением буя и воды; е — деформируемая пневмооболочка; ж — колеблющееся в воде подвешенное тело; з — наклонители жидкости (выпрямители) с эластичными (I), с упругой (II) и наклоненной (III) стенками; и — полупогружаемые плавучие системы с колеблющимся водяным столбом (I) и поплавком (II); к — колесо-волновой привод; л — вращающийся поплавок на полупогруженной платформе

реформирование подводного берегового склона, перемещение прибрежных наносов и построение аккумулятивных береговых форм.

При использовании установок, размещенных в акватории или на берегу, амплитуда волн ослабляется, что изменяет характер их воздействия на береговую зону и на динамику придонных волн.

Следует отметить, что, как и всем возобновляемым энергетическим ресурсам, волновым процессам также присущи некоторые недостатки: сравнительно низкая концентрация энергии, широкий спектр волновых колебаний, относительное непостоянство в пространстве и времени. Однако главным преимуществом является то, что эти устройства экологически чистые.

Энергетика течений. Одним из перспективных направлений развития морской энергетики является создание гидроэлектро-

станций, использующих энергию океанских течений (Гольфстрима, Куроисио и т.д.)

Преобразователи энергии океанских течений в зависимости от принципа действия подразделяют на водяные и объемные насосы. К первым относят обычное лопастное колесо и различные его модификации: ленточное колесо, оснащенное жесткими лопастями или устройствами типа парашютов, которые автоматически раскрываются при движении по потоку.

Преобразователи второго типа представляют сопло Вентури, критическое сечение и срез расширяющейся части сопла которого соединены с атмосферой трубками. В критическом сечении сопла жидкость движется с скоростью, большей скорости входящего потока, это создает пониженное давление, вследствие чего воздух засасывается из атмосферы. При выходе из расширяющейся части сопла сжатый воздух поступает в напорную трубку, в которой расположена пневмотурбина.

При недостаточном заглублении преобразователей возможно изменение температуры воды вследствие торможения потока и турбулентного перемешивания воды, что может отрицательно сказаться на обитателях поверхностных слоев океана.

Приливная энергетика. Причиной колебаний уровня Мирового океана является приливообразующая сила, возникающая при гравитационном взаимодействии Земли с Луной и Солнцем. Приливообразующая сила Луны в данной точке земной поверхности определяется как разность местной силы притяжения Луны и центробежной силы от вращения системы Земля—Луна вокруг общего центра тяжести.

Практическое использование энергии приливов в нашей стране началось с постройки опытной Кислогубской ПЭС в устье реки Ура в 60 км западнее Мурманска (рис. 8.8). Высота прилива здесь составляет 1,1...3,9 м. В процессе эксплуатации было выяснено, что в экологическом отношении приливные станции — наиболее «чистыми» энергоисточниками, так как после происшедших изменений в уровне моря через некоторое время положение стабилизируется, приводя к новому экологическому равновесию.

Использование разности температур различных слоев морской воды. Средняя разность температур по Мировому океану на глубине 400 м и на поверхности составляет 12°C. Кроме слоев воды, существуют перепады температур между поверхностными слоями воздуха, а также между составляющими дно породами и придонными водами.

Для преобразования энергии, обусловленной перепадом температур, используют системы, построенные:

- по открытому принципу и одноконтурной схеме, когда в качестве рабочего тела применяется морская вода;
- по закрытому принципу и двухконтурной схеме, когда применяется промежуточное рабочее тело (фреоны, аммиак, пропан и т.п.).

К основным недостаткам указанных установок относится нарушение теплового равновесия из-за перемешивания теплых поверхностных и холодных глубинных вод, при котором возможны губительные последствия для теплолюбивой фауны при изменении абсолютной температуры. Кроме того, содержание диоксида углерода в глубинных водах океана больше, чем в поверхностных, и это обуславливает то, что диоксид углерода может выделяться в атмосферу и влиять на климатическую обстановку в данном регионе.

Использование градиента солености. В настоящее время проведено широкий круг теоретических исследований и опытно-конструкторских работ, которые подтвердили возможность создания энергетики, основанной на перепадах солености. Схема такого устройства показана на рис. 8.9. Вопрос практического использования этих систем не до конца изучен.

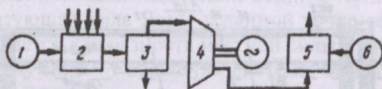


Рис. 8.9. Схема парсорбционного безмембранного соленостного преобразователя:

- 1 – насос пресной или морской воды; 2 – солнечный водонагреватель; 3 – испаритель; 4 – турбина с электрогенератором; 5 – сорбционный конденсатор водяного пара; 6 – насос подачи концентрированного рассола – сорбента

8.5.7. Водородная энергетика

Водородная энергетика – получение водорода как энергоносителя с помощью термохимических и электролитических методов, а также биологических процессов.

Теплотворная способность водорода как перспективного энергоносителя в 3 раза выше, чем углеводородных топлив. Водород – экологически чистое топливо, в отличие от традиционных видов природного топлива, не содержащее ни серы, ни пыли, ни

тяжелых металлов. При сжигании водород превращается в водяной пар. Единственным вредным соединением в этих условиях могут стать окислы азота, которые образуются из-за окисления атмосферного азота при особо высоких температурах горения. Это негативное явление удастся сравнительно легко локализовать некоторыми катализаторами. Водород пригоден для использования в качестве не только горючего, но и универсального аккумулятора энергии, которую таким образом можно и транспортировать, и применять в различных отраслях энергетики.

Для получения водорода используются различные способы разложения воды: электрохимический, термохимический, фотоэлектрохимический. Более перспективны химические реакции с применением катализаторов и последующим разложением образующихся продуктов, в частности получение водорода из сероводорода, содержащегося в морской воде. В этом отношении Черное море является рекордсменом по содержанию сероводорода, им заражено 90% объема воды, и этот объем постоянно возрастает.

Помимо перечисленных способов получения водорода, перспективно использование фотосинтезирующих бактерий в качестве преобразователя солнечной энергии.

Водород можно транспортировать самым недорогим способом — по трубопроводам. Специалисты подчеркивают, что современная относительно безопасная инфраструктура использования природного газа может быть легко приспособлена под водород.

По прогнозам специалистов к 2020 г. потребление водорода в качестве экологически чистого топлива возрастет в 12...17 раз.

Литература

- Большаков В.Ф., Решетников И.П., Яковенко В.Г. Рациональное использование природных ресурсов на морском транспорте. М.: Транспорт, 1992. 256 с.
- Коробков В.А. Преобразование энергии океана. Л.: Судостроение, 1986. 276 с.
- Росс Д. Энергия волн. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 112 с.
- Рюттов Д.Д. Солнечная энергетика и тепловое загрязнение атмосферы//Природа. 1990. №2. С. 13-18.
- Царев Б.А. Проектирование экологически чистых и энергосберегающих судов: Учеб. пособие. Л.: Изд. ЛКИ, 1987. 101 с.