

ным. Анализ этих статистических данных позволяет оценить состояние тепловой изоляции теплопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ионин А. А. Надежность систем тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1989. – 302 с.
2. Шишкин А. В. Определение потерь тепла в сетях централизованного теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 2003. – № 9. – С. 68–74.
3. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях: РД 34.09.255–97. – М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
4. Методические указания по составлению энергетических характеристик для систем транспорта тепловой энергии: В 3 ч.: РД 153–34.0–20.523–98. – М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
5. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях: МУ 34–70–080–84. – М.: СПО Созтехэнерго, 1985.
6. Левкович В. В. Потери тепла водяными сетями при неустановившемся режиме. – Мн.: РИО БПИ, 1960.
7. Турецкий А. Х. Теория интерполирования в задачах. – Мн.: Вышэйш. шк., 1977. – Ч. 2. – 256 с.
8. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. – М.: Наука, 1970. – Т. 3. – 656 с.
9. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа. – М.: Физматгиз, 1961. – 524 с.
10. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. – М.: Наука, 1970. – Т. 2. – 800 с.

Представлена кафедрой ПТЭ и ТТ

Поступила 29.01.2004

УДК 620.97

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НВИЭ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Канд. техн. наук, доц. ЛОСЮК Ю. А., студ. ЗАБОРОВСКИЙ А. М.

Белорусский национальный технический университет

Территория радиоактивного загрязнения Республики Беларусь составляет около 40 тыс. кв. км. Необходимость ее реабилитации очевидна. Сегодня нет устоявшегося определения понятия «реабилитация территорий». Мы же, принимая классификацию, предложенную в [1], под реабилитацией территорий понимаем процесс совершенствования условий проживания населения и ведения хозяйственной деятельности на загрязненной радионуклидами территории с целью получения нормативно чистой продукции. Нестандартность, неоднозначность и комплексность проблемы, необходимость учета социальных, психологических, демографических, экономических и других факторов определяют отсутствие единых критериев

оценки эффективности осуществления проектов реабилитации загрязненных территорий. Вместе с тем, понимая, что любая мера, направленная на уменьшение радиационного ущерба, социально оправдана, подчеркнем важность реализации такой системы мер, которая позволит достичь оптимальное сочетание «затраты–выгоды», т. е. является экономически оправданной. В этом случае очень сложно (если вообще возможно) добиться прибыльности проекта, но необходимость снижения государственной поддержки и стремление к самоокупаемости (хотя бы в среднесрочной перспективе) не вызывают сомнений.

Как отмечается в большинстве исследований, посвященных вопросам хозяйствования на пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях, основной проблемой является производство конкурентоспособной продукции, которая полностью соответствовала бы республиканским допустимым уровням содержания радионуклидов. Особенно это актуально для сельского хозяйства (требуется проведение комплекса защитных агротехнических и агрохимических мероприятий). К сожалению, не всегда удается достичь нормативных уровней. Так, в 2001 г. было произведено 32,1 тыс. т зерна и 8,8 тыс. т картофеля с содержанием ^{90}Sr выше нормативов, в 2002 г. заготовлено 2,3 тыс. т сена, около 8 тыс. т сенажа и более 9 тыс. т силоса с концентрацией ^{137}Cs выше допустимого уровня [2, 3]. Продукция, в которой превышен допустимый уровень содержания ^{90}Sr , ^{137}Cs , уничтожается. Как результат – расточительное использование бюджетной помощи, снижение эффективности реабилитационных мероприятий. В связи с этим считается, что так как мировой науке и практике неизвестны доступные методы, которые позволили бы прервать биологическую цепочку миграции радионуклидов, надо стремиться хотя бы к производству продукции с минимальным в условиях радиоактивного загрязнения их содержанием [4]. На наш взгляд, такой подход к проблеме реабилитации пострадавших от аварии на ЧАЭС территорий явно ограничен, ибо **существуют технологии производства абсолютно экологически чистого продукта**, в том числе из фитомассы, продукции растениеводства, древесины, навоза (причем допустимо превышение содержания радионуклидов в исходном сырье). Таким продуктом является полученная с использованием нетрадиционных возобновляемых источников электроэнергии (НВИЭ).

Возможности использования НВИЭ в районах радиоактивного загрязнения следующие:

1. Преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных электрических станций (СЭС).
2. Использование ветроэнергетических установок (ВЭУ).
3. Преобразование биомассы в электроэнергию.

Согласно расчетным данным и экспериментальным наблюдениям [5, 6] для средней полосы (широта Москвы, Витебска) время работы СЭС составляет 1900 ч/год, а потенциальные возможности получения электрической мощности оцениваются в 45...60 МВт с 1 км² при применении кремниевых фотопреобразователей с КПД 15 %. Результат значительно улучшается при использовании перспективных фотоэлементов на основе арсенида галлия или высокоэффективных каскадных фотоэлектрических преобразователей, имеющих КПД, выше в 2 и более раза. Оценочные рас-

четы показывают, что в южных районах Беларуси потенциально можно разместить СЭС с установленной мощностью до 20 тыс. МВт [7]. Подтверждением перспективности солнечной энергетики в рассматриваемых районах республики служит успешная работа крупнейшей в Европе гибридной солнечно-ветровой электрической станции на острове Пелворм (ФРГ, Северное море), который расположен на несколько градусов севернее широты Пинска – Мозыря – Гомеля. Мощность солнечных батарей станции составляет 600 кВт, а годовая выработка электроэнергии – 500 тыс. кВт · ч [8].

В настоящее время считается, что экономичная работа ВЭУ обеспечивается при среднегодовых скоростях ветра, превышающих 3,5...4 м/с на высоте 10 м [6, 9]. По данным Белгидромета, в районах Могилева, Пинска эти скорости достигают 4,1...4,5 м/с и особенно стабильны в осенне-весенний период. В Германии на земле Шлезвиг-Гольштейн и острове Фергман в Балтийском море работают ВЭУ с установленной мощностью 65...250 кВт, которые включаются автоматически при скорости ветра 4...4,1 м/с [5]. ВЭУ могут действовать как в индивидуальном варианте, так и в составе ВЭС. Работа групп ВЭУ повышает надежность выработки электроэнергии, но снижает суммарную мощность на 15...20 %. При расчете суммарной установленной мощности ВЭС за основу принят показатель 0,9 МВт/км² при скорости ветра 4 м/с [6, 9]. В последние годы в связи с существенным ростом интенсивности развития ветровой энергетики в мире расширился и диапазон технических характеристик ветроустановок. Так, японские ВЭУ с вертикальной осью вращения работают при скорости ветра 1,5 м/с. Применение на территории республики могут найти и ветроагрегаты с геликоидным ветроротором [10]. Технические характеристики таких ВЭУ позволяют использовать их вблизи жилых зданий, а некоторые даже на крышах домов. В пострадавших районах можно разместить с уплотненной компоновкой ВЭС суммарной мощностью до 2,7 тыс. МВт, что соответствует занимаемой площади 3000 кв. км.

Не вызывает сомнений тот факт, что метеорологические условия загрязненных районов республики позволяют при должной организации процесса эффективно воспроизводить запланированный объем биомассы, необходимый для производства электроэнергии.

Таким образом, приведенные выше данные с технической точки зрения доказывают оправданность использования в целях реабилитации загрязненных радионуклидами территорий все рассмотренные типы НВИЭ. Однако ориентировочная стоимость 1 кВт установленной мощности («под ключ») для СЭС составляет сегодня около 4000 дол. США (для ВЭУ – 1000...1200 дол. США) [11], что в условиях ограниченности бюджетных средств практически исключает широкомасштабное участие государства в подобного рода проектах. Проблемы финансирования мероприятий по сооружению СЭС и ВЭУ на пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях целесообразно решать путем целенаправленного стимулирования инвестиционной активности национальных и иностранных хозяйствующих субъектов, а также переориентации части международной финансовой поддержки в этом направлении.

Будущее использования биомассы для производства электроэнергии представляется более перспективным. Обычно биотопливо получают из масличных культур (рапс, соевые бобы), отходов сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения (солома, шелуха, навоз и т. д.) или городских отходов в виде мусора. Целесообразно специальное выращивание биомассы для переработки в биотопливо. Для загрязненных радионуклидами почв необходимо выбирать не только продуктивные растения, но и способные в наибольшей степени накапливать радиоактивные элементы. Урожай собирается и складывается в емкостях или шахтах. После анаэробной переработки остатки биомассы подлежат захоронению. Это менее выгодно, так как обычно они представляют собой хорошее удобрение, но периодическое выращивание и уборка растений, концентрирующих радионуклиды, способствуют уменьшению радиоактивного загрязнения почвы. Получаемый в результате анаэробного разложения биогаз после очистки может быть использован в электрогенераторной установке с двигателем внутреннего сгорания или турбиной, работающей в автоматическом режиме и входящей в состав гибридной электростанции. Выращиваемая в виде травы биомасса урожайностью 10 т/га сухой массы эквивалентна приблизительно 5 т у. т. При дополнительных агротехнических мероприятиях продуктивность 1 га может быть увеличена в 2...3 раза.

Включение описанной технологии как составной части иных реабилитационных мероприятий позволит существенно повысить их экономическую эффективность. Так, уничтожение продукции с превышением допустимых норм содержания радионуклидов, как отмечалось выше, экономически не оправдано. В этом случае возможны переработка биомассы и получение электроэнергии, которую можно использовать на нужды производства и тем самым снизить энергетическую составляющую себестоимости. Например, в [12] описан способ реабилитации загрязненных радионуклидами земель путем их биологической очистки. Мероприятия включают уборку растений, накапливающих радионуклиды из почвы, их используют на корм животным либо убирают посредством выпаса травоядных животных, накапливающих радионуклиды в тканях и экскрементах. Мышечную массу этих животных после убоя используют для кормления пушных зверей или приготовления пищевых продуктов. Однако в последнем случае для получения нормативно-чистой продукции требуется минимум 1–3-месячная предубойная выдержка таких животных на кормах с добавлением сорбентов, поглощающих радионуклиды, или на не загрязненных радионуклидами кормах. Меха, пух и шкуры, а также шкуры пушных зверей используют в промышленности по прямому назначению, а кости животных, тушки, экскременты и навоз захоранивают как низкорadioактивные вещества. Экономическая эффективность подобных мероприятий могла бы быть повышена, если бы упомянутые отходы не уничтожались, а использовались для получения электроэнергии.

Рассмотренные энергоисточники должны обеспечивать в первую очередь местные нужды. Целесообразно также связать их с основной сетью энергосистемы. Это позволит стабилизировать энергоснабжение местных потребителей электроэнергии и обеспечит в случае необходимости возможность продажи выработанной энергии энергосистеме. Очевидно, что

тариф на покупаемую из пострадавших районов электроэнергию должен быть выше, чем предусмотрено для установок на возобновляемых источниках энергии. Его величину необходимо установить на уровне, достаточном для окупаемости проекта в течение нормативного срока.

Решение задачи выбора наиболее эффективного проекта реабилитации загрязненных радионуклидами территорий многовариантно. Однако приведенные данные доказывают, что отсутствие внимания к проблемам и возможностям использования НВИЭ неоправданно ведет к расточительному использованию имеющихся ресурсов, и, как следствие, снижению эффективности комплекса реабилитационных мероприятий. Представляется разумным провести строгий и более детальный социально-эколого-экономический анализ потенциала НВИЭ на пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях. Не исключено, что многие сделанные нами выводы будут уточнены, но неоспоримое преимущество НВИЭ заключается в комплексном эффекте их применения: наряду с реабилитацией территорий происходит снижение зависимости Республики Беларусь от поставляемых извне энергоресурсов, а значит, и укрепление ее энергетической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. А в е р и н В. С. Основные принципы, цели и задачи концепции реабилитации населения и территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС // 17 лет после Чернобыля: Проблемы и решения: Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. с участием Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко / Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». – Мн., 2003. – Ч. 2.
2. Н а у ч н о е обеспечение мероприятий по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС // Доклад НАН Беларуси / И. М. Богдевич, В. В. Скурат и др. – Мн., 2003.
3. Б о г д е в и ч И. М. Роль плодородия почв в поступлении радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и в снижении дозовых нагрузок на население // 17 лет после Чернобыля: Проблемы и решения: Сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. с участием Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко / Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». – Мн., 2003. – Ч. 2.
4. Б а с а л а е в а З. П. Проблемы производства нормативно-чистой продукции на загрязненных радионуклидами территориях Беларуси // Там же.
5. А х м е д о в Р. Б. Технология использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии // Сер. «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии». – М.: ВИНТИ, 1987.
6. F e h m a r n. Kombinierte Wind – Solar – und Biogasanlage in Burgstaaken // Petersen Wilhelm, Windkraft J. – 1991. – № 1.
7. Л о с ю к Ю. А., С е д н и н В. А. Возможности нетрадиционной энергетики в районах радиоактивного загрязнения Республики Беларусь // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ), – 1993. – № 3–4.
8. S o l a r. Windkraftwerk Pellworm wird aut 1 MW aufgebaut // ETZ: Electrotechn. Z. – 1991. – № 18.
9. V o m Pionier zum Profi. Petersen // Windkraft J. – 1992. – № 3.
10. Л а в р е н т ь е в Н. А., Ж у к о в Д. Д. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы. – Ч. 1 // Энергия и Менеджмент. – 2002. – Июль–авг. – С. 12–17.
11. Л а в р е н т ь е в Н. А., Ж у к о в Д. Д. Белорусская ветроэнергетика – реалии и перспективы. – Ч. 2 // Энергия и Менеджмент. – 2002. – Сент.–окт. – С. 10–12.
12. Т а л ь к о в с к а я Л. С. Способ реабилитации земель, загрязненных радионуклидами // Официальный бюллетень Республики Беларусь. – 1998. – № 2 (17).