

ках посева (10-11 мая), с нормой высева 7 млн. шт. всхожих семян на гектар.

3. Лучшими по жизнеспособности, формированию выровненного травостоя и продуктивности являются донник белый, кострец безостый и злаково-бобовые травосмеси. Урожайность зелёной массы на вскрывных породах в среднем для них составляет 5-7 т/га, с нанесением плодородного слоя почвы мощностью 30-50 см – 11-15 т/га. Величина урожая соответствует аналогичной для зональных злаково-разнотравных суходольных лугов.

Литература:

1. Использование многолетних трав при сельскохозяйственной рекультивации на угольных отвалах Кедровского разреза / Материалы международной межвузовской конференции. – Кемерово, 1998. – С.211-214.

2. Влияние сельскохозяйственной рекультивации на азотфиксирующую активность угольных отвалов // День Земли: экология и образование / Материалы III Международной межвузовской конференции. – Бийск, 1998. – С. 166-168.

3. О программе исследований по рекультивации техногенных ландшафтов Кузбасса // Почва, жизнь, благосостояние / Материалы международной конференции. – Пенза, 2000. – С. 17-19.

**Уменьшение загрязнения окружающей среды путем повышения эффективности работы котлоагрегатов и увеличения доли биотоплива в топливном балансе региона**

Любов В.К., Любова О.А.

*Государственный технический университет,  
Архангельск*

В настоящее время проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов приобрела глобальный масштаб для всего человечества. И особое место в решении этой проблемы занимает вопрос экологически безопасной утилизации отходов производства. Современное состояние окружающей среды и перспектива дальнейшего увеличения использования низкокачественных углей уже сейчас заставляют шире использовать виды топлив и технологии производства энергии, которые в наибольшей степени отвечают экологическим требованиям. Это относится, прежде всего, к утилизации отходов производства, нетрадиционным и возобновляющимся источникам энергии.

Для Северо-Востока Европейской части РФ угли Печорского бассейна являются основным источником относительно дешевого твердого топлива. Однако сжигание интинского угля в топках котлов, работающих по схеме прямооточного факела, сопровождается интенсивным шлакованием поверхностей нагрева (ПН), что приводит к недовыработке станциями тепловой и электрической энергии. Вследствие этого, вопрос повышения эффективности сжигания углей Печорского бассейна и сильношлакующих углей ряда других месторождений страны имеет большое народнохозяйственное значение.

Архангельская область включена в список наи-

более загрязненных регионов России. В то же время регион является крупнейшим в Европе производителем лесной продукции, а соответственно обладает и большими запасами некондиционных отходов от лесопромышленного комплекса (ЛПК) и микробиологической промышленности (гидролизный лигнин). С экологической и экономической точек зрения наиболее целесообразно использовать их в качестве энергетического топлива.

Древесина является самым древним видом топлива, однако проблема эффективного сжигания древесных отходов до сих пор остается актуальной во всем мире. Это связано в основном с тем, что отходы переработки биомассы относятся к трудносжигаемым топливам ввиду высокой влажности и крайне неоднородного фракционного состава. Поэтому необходимо проводить работы по дальнейшему совершенствованию организации топочного процесса утилизационных котлоагрегатов.

Анализируя топливный баланс Архангельской области, следует отметить, что доля различных видов топлива с учётом их теплотворной способности составляет: топочный мазут – 33,7 %; каменный уголь – 31,8 %; природный газ – 28 %; биотопливо (дрова, отходы деревообработки и торф) – 6,5 %.

Значительным резервом в топливно-энергетическом балансе Архангельской области являются её леса, которые занимают около 40% территории. В настоящее время объём лесозаготовок в области достиг 12...13 млн.м<sup>3</sup>/год, а нагрузка производственных мощностей ЛПК составила примерно 66 %. При переработке древесины на предприятиях ЛПК образуется от 2,9...4,0 млн.пл.м<sup>3</sup>/год древесных отходов в виде коры, опилок, отсевов щепы. Данные отходы сосредоточены в местах переработки древесины, в городах и посёлках области, их энергетический потенциал составляет 18,4...25,2 млн.ГДж/год. При заготовке древесины в лесах остаётся от 3,5 до 5,0 млн.пл. м<sup>3</sup>/год древесных отходов в виде веток, сучьев, древесной зелени и вершин, которые традиционно не используются, вызывая загрязнение лесов, повышая их пожароопасность и способствуя размножению вредителей. Кроме этого, при санитарных рубках леса, расчистке придорожных полос и линий электропередач образуется ещё около 0,5 млн.пл.м<sup>3</sup>/год биотоплива.

Таким образом, суммарный годовой объём древесных отходов, образующихся в области, составляет 6,9...9,5 млн.пл.м<sup>3</sup>/год, а их энергетический потенциал 44...60,3 млн.ГДж/год. В настоящее время в качестве топлива используется только около 1 млн. пл.м<sup>3</sup>/год древесных отходов. Учитывая, что ЛПК области имеет тенденцию стабильного развития, а также наличие незагруженных мощностей, объём заготовок древесины будет увеличиваться до 23...24 млн.пл.м<sup>3</sup>/год, что вызовет значительное увеличение и объёмов отходов, образующихся при заготовке и переработке древесины.

Сравнение энергетического потенциала неиспользуемых древесных отходов и годовых потребностей области в тепловой энергии позволяет считать задачу преимущественного обеспечения региона тепловой энергией за счёт сжигания отходов вполне ре-

альной при условии перестройки системы лесопользования.

Перспективными направлениями широкого вовлечения древесных отходов в энергетический комплекс региона являются:

1. Строительство мини-ТЭЦ на древесных отходах. При этом возможны различные технологические схемы реализации данного направления, требующего значительных капитальных затрат, но позволяющего производить более дешёвую тепловую и электрическую энергию, а также обеспечивающему энергонезависимость предприятия от внешних источников энергии.

2. Модернизация существующих теплогенерирующих установок, работающих на древесных отходах. В настоящее время в области реализованы одиннадцать различных технологических схем энергетического использования древесных отходов. Они имеют разную степень апробации и большинство из них обладает значительным резервом повышения технико-экономических и экологических показателей работы.

3. Перевод котлоагрегатов, работающих на жидком или газообразном топливе, на сжигание горючего газа, полученного при термической переработке древесных отходов в газогенераторных установках.

4. Получение высококачественного экологически чистого топлива путём гранулирования или брикетирования древесных отходов и замена каменного угля в муниципальных котельных гранулами или брикетами. Реализация данного направления позволит значительно повысить технико-экономические показатели работы котельных и обеспечит существенное улучшение экологической обстановки в регионе, однако требует значительных начальных капитальных затрат.

5. Увеличение энергетического использования древесных отходов путем модернизации котлоагрегатов ТЭЦ блок-станций предприятий целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности на низкоэмиссионные схемы сжигания с активной аэродинамикой топочного объема. К данным схемам, прежде всего, следует отнести НТВ-технологию сжигания топлива, схему кипящего слоя, а также слое-вихревую схему.

6. Перевод котлоагрегатов, работающих на жидком или газообразном топливе, на сжигание отходов лесопиления путем применения высокофорсированных малогабаритных предтопок.

Успешное энергетическое использование отходов, образующихся при переработке древесного сырья, а также огромных запасов лигнина, накопленных в отвалах гидролизных заводов (более 14 млн.т) возможно только на основе надежного и отвечающего современным требованиям теплогенерирующего и вспомогательного оборудования, предназначенного для работы на этом виде низкокачественного топлива.

Ужесточение нормативов выбросов вредных веществ (ВВ) требует качественно нового подхода к проблеме их снижения за счет освоения новых технологий сжигания, широкого вовлечения в топливный баланс региона отходов переработки биомассы, разработки и внедрения эффективных систем очистки. Энергетическое использование древесных отходов

открывает большие дополнительные возможности в плане охраны окружающей среды и создания экологически чистых производств. Реализация программы комплексного энергетического использования, образующихся древесных отходов, позволит обеспечить экономию до 2 млн.т.у.т./год и уменьшить выбросы сернистого газа не менее чем на 50 тыс.т/год, а также снизить выбросы оксидов азота и летучей золы. Важными социальными аспектами энергетического использования отходов переработки биомассы являются: создание новых рабочих мест в сопутствующих производствах, повышение комфортности проживания, а также усиление энергозащищенности региона.

Комплекс исследований, выполненных в ходе промышленного освоения НТВ-технологии для сжигания каменных углей и биотоплив, позволил: - разработать технические предложения по модернизации котлов БКЗ-220-100 и ПК-10 на НТВ-сжигание дробленых углей Печорского бассейна с повышением их номинальной производительности на 23...30% и экологических показателей с запасом на их ужесточение в будущем; - модульно-блочный принцип построения котлов при их модернизации создает предпосылки для разработки серии котлоагрегатов для сжигания дробленых углей на базе единичного модуля с  $D_{пп}=100...105$  т/ч; - отработать оптимальную схему реализации метода инъекции сорбента в топку НТВ-котла, позволившую значительно повысить эффективность использования сорбента.

Разработаны и внедрены на семи котлоагрегатах новые низкоэмиссионные схемы сжигания биотоплив (неоднородного фракционного состава с влажностью до 65%): слое-вихревые и факельно-вихревая, обеспечившие комплексное повышение экономических и экологических показателей, а также производительности котлов на 20...30%. Выполненный комплекс работ по повышению эффективности сжигания биотоплив позволил: - получить суммарный экономический эффект более 20 млн.руб/год; - значительно снизить валовые выбросы ВВ ( $NO_x$  на 98 т/год,  $SO_2$  на 800 т/год, твердых частиц на 1100 т/год, парниковых газов ( $CO_2$ ) на 45000 т/год), что оказало существенное влияние на экологическую ситуацию в регионе.

Разработаны технические решения по организации ступенчатого сжигания мазута в котлоагрегатах ТГМ-84Б с применением рециркуляции дымовых газов на пониженных нагрузках, позволяющие повысить КПД брутто ~ на 2% (при  $D_{пп} \leq 0,7D_{ном}$ ), снизить эмиссию  $NO_x$  на 30%, повысить надежность работы регенеративных воздухоподогревателей по условиям низкотемпературной сернокислотной коррозии и уменьшить затраты при переводе котлов на сжигание газа.

Основой для реализации программы развития топливно-энергетического комплекса области и выбора ключевых демонстрационных зон для внедрения пилотных проектов должна стать система энергоаудита (ЭА), основанная на планировании энергосбережения. Для развития системы ЭА разработан универсальный программно-методический комплекс (ПМК), позволивший осуществить комплексный подход к оценке эффективности работы теплоэнергетического оборудования с учетом экономических и экологических

факторов, а также параметров надежности. ПМК повысил оперативность и точность определения составляющих теплового баланса теплогенерирующих установок, работающих как на одном виде топлива, так и на их смеси; обеспечил расчет теплообмена и горения; анализ работы газовых и воздушных трактов; обработку результатов теплотехнического и гранулометрического анализов топлив и их очаговых остатков; оценивает надежность работы ПН с позиции низкотемпературной серноокислотной коррозии и техническое состояние оборудования по результатам вибродиагностики. Реализация комплексного подхода к расчетам генерации  $NO_x$  и теплообмена в топке с учетом фактических характеристик рабочей среды и режимных факторов позволила предложить уточненную методику расчета  $NO_x$ , прошедшую тестирование при проведении испытаний установок, работающих на разных видах топлива с различными схемами сжигания.

**Применение периодической модели полувариограммы для оценки потенциала эрозионной стойкости**

Малов А.А., Максимов И.И.

*Московский государственный социальный университет, филиал в г. Чебоксары; Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары*

Для пространственного прогноза величины потенциала эрозионной стойкости (ПЭС) может быть применен метод кригинга [1-3], обычно используемый в геостатистике. Точность оценки данным методом во многом зависит от используемой при расчетах модели полувариограммы.

Полувариограмма представляет собой график зависимости функции  $\gamma_\xi$  от смещения  $x$  и показывает, как полудисперсия разности значений ПЭС в двух точках изменяется с расстоянием между ними. Если расстояние между точками измерений величины ПЭС равно  $D$ , то полудисперсия может быть вычислена для расстояний, кратных  $D$ , по следующей формуле:

$$\gamma_\xi = \frac{1}{2(n-\xi)} \sum_{i=1}^{n-\xi} (\psi_i - \psi_{i+\xi})^2, \quad (1)$$

где  $\psi_i$  – значение ПЭС в точке  $i$ ;  $\psi_{i+x}$  – значение ПЭС, взятой в точке через  $x$  интервалов от точки  $i$ ;  $n$  – количество контрольных точек;  $n-x$  – количество пар сравниваемых точек.

На практике экспериментальную полувариограмму обычно аппроксимируют близкой по виду функциональной зависимостью. Для аппроксимации полувариограмм обычно используют сферическую, линейную с изломом, экспоненциальную и линейную модели [1].

Однако проведенный нами анализ экспериментальных значений ПЭС с использованием формулы (1) и метода наименьших квадратов показал, что для аппроксимации экспериментальной полувариограммы величины ПЭС с большей точностью применима периодическая функция вида:

$$\gamma_\xi = \alpha \sin^2(\beta\xi), \quad (2)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, определяемые по экспериментальным значениям ПЭС для конкретных участков. Дисперсия оценки модели полувариограммы (2) величины ПЭС для различных участков оказалась в 40-50 раз меньше по сравнению с традиционными моделями, что существенно повышает точность оценки ПЭС методом кригинга.

Таким образом, периодическая модель полувариограммы (2) может быть рекомендована для пространственного прогноза величины потенциала эрозионной стойкости при проектировании противоэрозионных технологий.

**Литература**

1. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии. Пер. с англ. В 2 кн. Пер. В.А. Голубевой; Под ред. Д.А. Родионова. Кн. 1. – М.: Недра, 1990. – 319 с; Кн. 2. – М.: Недра, 1990. – 427 с.
2. Малов А. А. Разработка математических моделей прогноза эрозионных процессов и проектирование противоэрозионных технологий на склоновых землях: Дисс. ... к.т.н. – Чебоксары, 2000. – 176 с.
3. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. – М.: Мир, 1968. – 408 с.

**Охрана почв в Кемеровской области: проблемы, пути решения**

Овсянникова С.В.

*Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, Кемерово*

Одним из компонентов природной среды – является почва, обеспечивающая в совокупности с другими компонентами благоприятные условия для существования жизни на Земле.

Нарушение даже отдельных функций почвы, неизбежно ведет к потере устойчивости биосферы, к изменению её геохимических связей между компонентами природной среды.

Вполне обоснованно многие зарубежные и российские ученые называют процессы разрушения и деградации почв «Тихим экологическим кризисом планеты» [3].

Как неоднократно отмечалось в Государственном докладе: «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации», состояние почвенного покрова России характеризуется как неблагоприятное.

Кемеровская область входит в число областей, где состояние почвенного покрова можно охарактеризовать как крайне неблагоприятное, что связано с интенсивным развитием горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, с нерациональным использованием земель в сельскохозяйственном производстве, и как следствием этого, проявлением процессов деградации почв, а в некоторых случаях и полного уничтожения отдельных почвенных разностей.

На территории Кемеровской области в естественных условиях выделяется несколько почвенно-географических зон, в которых функционирует огромное множество типов, подтипов, родов, видов и разновидностей почв. Всего на территории Кемеровской об-