

дороже, это выбор человека, которому не безразлично своё здоровье, здоровье окружающих и здоровье будущих поколений.

Библиографический список

1. Князева, В.П. *Экологические аспекты выбора материалов в архитектурном проектировании : учеб. пособие для вузов / В.П.Князева*. – М. : Архитектура-С, 2006. – 296с.
2. <https://www.kp.ru/guide/iekologicheskie-chistye-materialy.html>
3. Егорычев Л.К. *Экологическая оценка эксплуатационных свойств строительных материалов из отходов производства: Автореф.дис...канд.техн.наук:11.00.11 / Л.К.Егорычев; ТулГУ*. – Тула, 1998. – 21 с.
4. Наназаивили, И.Х. *Строительные материалы и изделия : справочное пособие / Наназаивили И.Х., Бунькин И.Ф., Наназаивили В.И.* – Москва : Аделант, 2006. – 480 с.

УДК 620.91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ВЫБЫВШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА

Родькин О.И.¹, Кундас С.П.¹, Глуховский В.И.², Черненко Е.В.²

¹ *Белорусский национальный технический университет*

² *Филиал БНТУ «Научно-исследовательский политехнический институт»*

Площадь вышедших из эксплуатации торфяных месторождений Беларуси составляет около 281,5 тыс. га. Проблема их рационального использования обусловлена гетерогенностью и низким плодородием. Одним из эффективных направлений, позволяющим снизить нагрузку на окружающую среду является использование биомассы с выработанных торфяников и прилегающих территорий в качестве дополнительного компонента при производстве торфяных брикетов и пеллет.

В соответствии со Стратегией сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников одним из реализуемых направлений является эффективное использование растительной биомассы болот. Общая площадь выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений составляет около 281,5 тыс. га [1]. Территории, которые освобождаются после добычи торфа, разнообразны по своим физическим и аг-

рохимическим характеристикам. Это связано с рядом обстоятельств и зависит от рельефа местности и условий формирования болота: низинного, верхового или переходного типа и, как следствие, от особенностей водного режима [2]. Условия формирования связаны с такими характеристиками как мощность и степень разложения торфа, кислотность, содержание элементов минерального питания и др. Эксплуатация месторождений продолжается до момента полного или частичного истощения торфяного слоя. Соответственно слой, который остается после окончания выработки имеет разную глубину, структуру и химические характеристики. Свойства торфяного слоя, в основном зависят от подстилающей породы. Как правило, залежи выработанных земель подстилаются песками, но также встречаются суглинки, глиняные породы и сапропели, определяющие их плодородие, которое значительно ниже, по сравнению с минеральными почвами и органическими почвами, сформировавшимися в результате осушительной мелиорации болот, даже в случае их деградации после многолетней культивации пропашных сельскохозяйственных культур. Это связано с водно-воздушным режимом почв и прежде всего недостатком кислорода, вследствие чего образуется ряд недоокисленных соединений, что резко снижает доступность элементов питания и соответственно плодородие [3].

Индикатором, определяющим характеристику торфяника, включая водный режим, и возможные направления его дальнейшего использования является растительный покров, по характеру формирования которого можно прогнозировать перспективы его освоения. На выработанных верховых торфяниках растительность появляется спустя 3 – 4 года после окончания торфодобычи, а древесные породы (береза, осина, ива) через 15 – 20 лет. На торфяниках переходного типа сорняки появляются на второй год после окончания добычи торфа, а древесная растительность, спустя приблизительно 10 лет. Формирование древесных биоценозов зависит от степени увлажненности земель, на более сухих территориях участках формируются березняки, а на более увлажненных произрастает ива. Низинные торфяники являются наиболее оптимальными по плодородию, и их зарастание начинается с первого года.

Наличие различных по названным показателям участков земель, расположенных на сравнительно небольшой площади не позволяет создавать аграрные биоценозы, основанные на моно-

культуре [4]. В связи с этим используются различные подходы для использования выработанных торфяников. Повторное заболачивание позволяет развивать рыбоводство, создавать ягоду (клюква, голубика и др.), либо стимулировать развитие естественных травостоев (тростник, канареечник, осока) с последующей уборкой биомассы на энергетические или строительные цели [5]. Такой подход позволяет рационально использовать растительные ресурсы выработанных торфяных площадей. Проблемой в данном контексте является мозаичность таких земель по водному режиму, толщина и степень разложения торфяного слоя, доступность элементов минерального питания растений и т.д. [6]. Видовой состав фитоценозов в свою очередь зависит как от вида и состояния торфяника, так и экологических условий региона. Растительность выработанных торфяников, расположенных на территории Беларуси, представлена травянистыми растениями (канареечник, осока, тростник, рогоз, сабельник болотный, ромашка аптечная и др.) и древесно-кустарниковыми породами (черная и серая ольха, ива, калина, реже клен, береза, осина, тополь и др.), которые составляют природные фитоценозы. Возможность использования составляющих фитоценозы видов растений на энергетические, лекарственные, строительные и другие цели зависит от их структуры, которая непосредственно связана с типом торфяника.

Одним из эффективных направлений, позволяющих рационально использовать территорию выбывших из эксплуатации торфяников, является производство биомассы для энергетических целей. Биомасса, полученная как на основе природных фитоценозов, так и созданных искусственных фитоценозов может быть использована как в чистом виде, так и в качестве компонента композитного топлива в смеси с торфом. Производство композитного топлива позволит снизить нагрузку на окружающую среду на основе следующих факторов:

- рациональное использование и постепенная биологическая рекультивация выработанных торфяников;
- снижение выбросов парниковых газов, оксидов серы и объемов образования золы за счет использования возобновляемой биомассы;
- уменьшение экологического воздействия на компоненты ландшафта вследствие оптимизации территориального планирования и создания искусственных фитоценозов.

Для получения композитного топлива можно использоватьходы деревообработки (опилки, щепа, стружка и др.) или остатки сельскохозяйственного производства (сено, солома, шелуха семян подсолнечника, риса, гречки и др.). Непосредственно на территориях выработанных торфяников целесообразно получать биомассу естественной болотной растительности или создавать искусственные плантации из древесных пород устойчивых к неблагоприятным условиям произрастания [7].

Дополнительным источником биотоплива являются прилегающие к территории выработанных торфяников сельскохозяйственные и деревообрабатывающие предприятия.

Наши исследования в рамках данной тематики проводились на базе торфобрикетного предприятия ОАО «ТБЗ Усяж». Предприятие расположено в Смолевичском районе, Минской области, в регионе, который характеризуется интенсивной аграрной и промышленной деятельностью. В качестве потенциальных источников биомассы для производства композитного топлива рассматривались как площади выработанных торфяников, так и предприятия в близлежащем к ОАО «ТБЗ Усяж» регионе.

Источником древесных остатков (опилки, стружка, щепа) является межрайонное предприятие Лесопункт, которое осуществляет комплекс мероприятий по хранению и переработке древесины. Также на территории района находится 9 сельскохозяйственных предприятий. Ежегодные объемы образования растительных остатков, которые могут быть потенциально использованы в качестве биомассы при производстве композитных брикетов и пеллет, включая солому рапса и других зерновых культур составляют около 7 тысяч тонн. Обследование территории выработанных торфяников также подтвердило их потенциальную пригодность для получения биомассы болотной растительности и древесины ивы.

По результатам наших предыдущих исследований, выполненных на выработанных торфяниках в Лидском районе установлено, что средняя урожайность естественной болотной биомассы с более продуктивных участков составляла до 15 тонны с гектара при влажности 30 % [8]. Основу фитоценоза составлял тростник обыкновенный, с высотой растений до 2,0 метров. Прирост биомассы древесины ивы в расчете на год и 10 % влажности на тех же площадях составил около 11 тонн с гектара. Средняя высота растений на лучших участках (участки с

хорошим разложением торфа и органоминеральные субстраты) за трехлетний цикл эксплуатации достигала 3 – 3,5 м [9].

Для оценки эффективности использования различных видов биомассы для производства композитного топлива была проведена оценка ее технологических и энергетических характеристик. Наши исследования показали, что биомасса в виде древесной щепы, стружки, опилок соломы может быть использована как для производства брикетов, так и пеллет в качестве дополнительного компонента к фрезерному торфу. Как для брикетов, так и пеллет размер фракции биомассы не должен превышать 1 – 5 мм при оптимальной влажности 10-12 %. Экспериментальные образцы композитных брикетов и пеллет были получены на основе смешивания измельченной биомассы всех обозначенных видов и просеянного фрезерного торфа в соотношении: 25 % (биомасса) на 75 % (торф); 50 % (биомасса) на 50 % (торф) и 75 % (биомасса) на 25 % (торф). Композитные брикеты и пеллеты были получены при прессовании разогретой измельченной смеси биомассы под высоким давлением.

Результаты расчетов себестоимости единицы энергии, которая может быть получена из биомассы древесины ивы, соломы и болотной растительности при равных показателях влажности, и степени измельчения, с учетом удельной теплоты сгорания, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Себестоимость единицы энергии полученной из биомассы древесины ивы, соломы зерновых культур и сена болотной растительности

Вид биомассы	Влажность %	Фракция, мм	Высшая теплота сгорания, кДж/кг	Себестоимость биомассы, \$/тонну	Себестоимость энергии, \$/ГДж
Древесина	10-12	До 5	18500	30,5	1,64
Солома	10-12	До 5	16000	14,4	0,90
Сено	10-12	До 5	15500	16,4	1,09

Установлено, что себестоимость единицы энергии полученной из древесины ивы в 1,5 раза и в 1,8 раза выше, чем соответственно из биомассы естественной болотной растительности и соломы. Следует учитывать, что при расчете себестоимости соломы не учитывались затраты, связанные с посевом, уходом и уборкой зерновых культур. Солома принималась во внимание

как растительный остаток, который можно использовать на энергетические цели. Сено получено из естественной болотной растительности, что также исключает статьи затрат, связанные с возделыванием многолетних трав.

Несмотря на более высокую себестоимость древесины ивы по сравнению с другими видами биомассы, следует учитывать, что энергетические плантации ивы могут быть заложены на площадях, где нет возможности получить высокий урожай соломы зерновых или сена естественных травостоев по экологическим или экономическим причинам.

Библиографический список

1. *Постановление Совета Министров Республики Беларусь 30.12.2015 № 1111 «О некоторых вопросах в области сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников» (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.01.2016, 5/41510).*

2. *Сукачев В. Н. Избранные труды в трех томах: Л., Наука, т. 2, 1973. - 352 с.*

3. *Галкина А. А. Выработанные торфяники западных районов УССР, их свойства, окультуривание и повышение эффективного плодородия: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук: 06.01.02. Ровно: 1974. - 29 с.*

4. *Лихацевич А.П., Мееровский А.С., Белковский В.Н. Состояние и перспективы сельскохозяйственного использования торфяных почв // Прир. рес. 1997, №2 - С. 31-40*

5. *Use of biomass from wet peatland for energy purpose / S. Kundas, W. Wichtman, A. Rodzkin, V. Pashinsky // International and renewable energy sources as alternative primary energy sources in the region: 8 International Scientific Conference, 2-3 April 2015 Lviv, – 2015. P 77-81.*

6. *Родькин, О. И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты: монография / О. И. Родькин. - Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. - 212 с.*

7. *Rodzkin, A. Life cycle assessment of biomass production from drained wetlands areas for composite briquettes fabrication / A. Rodzkin, S. Kundas, W. Wichtmann // Energy Procedia. - 2017(128). - P. 261-267.*

8. *The Assessment of Cost of Biomass from Post-Mining Peaty Lands for Pellet Fabrication / Aleh Rodzkin, Semjon Kundas, Yau-*

heniya Charnenak, Boris Khroustalev, Wendelin Wichtmann // Environmental and Climate Technologies, 2018, vol. 22. - P. 118–131

9. Родькин, О. И. Экономические аспекты производства возобновляемой энергии из древесины быстрорастущей ивы / О. И. Родькин // *Электронный Научный журнал СПбГУНиПТ, серия «Экономика и экологический менеджмент»*. - 2013. - № 2(13).

УДК 622.012.2: 628.5.05

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Рожков В.Ф., Соколова С.С.

Тульский государственный университет

В статье рассмотрена угольная промышленность, как один из значимых источников загрязнения атмосферного воздуха в районах размещения предприятий по добыче и обогащению угля. Рассмотрена проблема негативного воздействия угольных шахт на экологический баланс природной среды.

Предприятия угольной промышленности оказывают существенное негативное влияние на различные компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, земельные и водные ресурсы, флору и фауну. В процессе производства горных работ как открытым, так и подземный способом происходит изъятие из землепользования и нарушение земель, в том числе сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения, загрязнение вредными веществами почвенного покрова на прилегающей к горным отводам территории.

Удельный вес отходов образующихся в результате эксплуатации шахт, расположенных на территории бывшего СССР, в общемировом балансе составляет значительную часть: метана более 23 %, углекислого газа до 19 %, сточных вод 25 %, и породы около 22 %. Попутный выход газообразных вредностей обуславливает повышенное загрязнение атмосферы в зоне действия угольных предприятий, при этом источниками загрязнения воздуха являются котельные установки, оборудование технологического комплекса на поверхности шахт, аспирационные системы промышленной вентиляции, породные отвалы и угольные склады.