

ВАВИЛОВ А.В.

## НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Намечены пути решения экологических и энергетических проблем при формировании среды жизнедеятельности за счет ликвидации свалок из образуемых твёрдых коммунальных отходов и эффективного использования этих отходов для получения энергии. Для этого в Беларуси обосновано эффективное использование газогенераторных установок небольшой мощности, приспособленных для сжигания твёрдых коммунальных отходов и рассредоточенных по территории республики для локального использования.*

*Ключевые слова:* жизнедеятельность, коммунальные отходы, экология, энергетика, торф, биогаз.

В процессе жизнедеятельности человека неизбежно образуются отходы: бытовые, промышленные, сельскохозяйственные и т.д. Их образование создает неблагоприятную нагрузку на окружающую среду, а значит на человека. В большинстве стран мира решают экологическую проблему через удаление отходов от мест обитания человека, их вывоз на свалки или уничтожение.

Однако образованные свалки, особенно около больших городов ухудшают среду жизнедеятельности человека. Уничтожение отходов методом сжигания в больших объемах также приводит к загрязнению окружающей среды.

В то же время имеется множество примеров использования отходов с пользой для человека. Однако повсеместно проблема не решается, поскольку для обеспечения утилизации требуется большие затраты, порой не окупаемые [1].

Можно ли эффективно использовать отходы, одновременно решая экологические и энергетические проблемы?

Сегодня, в Беларуси, в частности бытовые отходы, в основном выводят на свалки. В таком мегаполисе, как город Минск, образованные свалки создают большую экологическую проблему. Мировой опыт подсказывает, что при очень больших объемах собираемых отходов целесообразно строить мусороперерабатывающие заводы и получать энергию, прежде всего тепловую. Но возникает вопрос, куда эту энергию с пользой направить?

В том же городе Минске функционирует несколько ТЭЦ, потребляющих импортный природный газ и, которые успешно обеспечивают теплом городскую инфраструктуру. По этой причине закрытие ТЭЦ сегодня проблематично. Остается вариант рассредоточенного использования бытовых отходов для получения энергии на небольших энергетических установках с высоким к.п.д. и, соответственно, хорошими экологическими показателями. Получаемую тепловую энергию можно использовать на отопление отдельных жилых домов, в парниковом хозяйстве, для отопления мастерских, гаражей, бытовок строителей и т.д. Еще есть один плюс от рассредоточенного использования бытовых отходов: уменьшается транспортная составляющая затрат из-за уменьшения расстояния от места сбора отходов до места их использования.

В Беларуси разработаны и уже используются целый ряд газогенераторных установок для газификации твердых коммунальных отходов (ТКО).

Генераторный газ, получаемый путем газификации бытовых отходов при соответствующей очистке и обеспечении современных требований по охране окружающей среды, может заменять природный газ в отопительных системах, а также в ряде технологических процессов строительной отрасли (обжиг керамики, кирпича, производство цемента). Для осуществления промышленного внедрения процессов получения горючих газов из ТКО путем их газификации проведена работа по совершенствованию оборудования, применявшегося ранее для газификации

фикации древесины, углей и торфа. При этом учитывается тот фактор, что ТКО отличаются от применяемых твердых топлив и древесины не только сложностью компонентного состава, но и наличием тяжелых металлов, серо- и хлорсодержащих соединений. Жесткие требования к концентрации токсичных выбросов в атмосферу при переработке ТКО вызывают необходимость разработки специальных технологических приемов и методик газификации ТКО.

Институтом тепло- и массообмена Национальной академии наук Беларуси (ИТМО НАНБ) разработана конструкция газогенератора, который обеспечивает возможность совместной газификации ТКО, древесины, рапсовой соломы, отходов птицеводства и животноводства тяжелых остатков нефтепродуктов и смол [2].

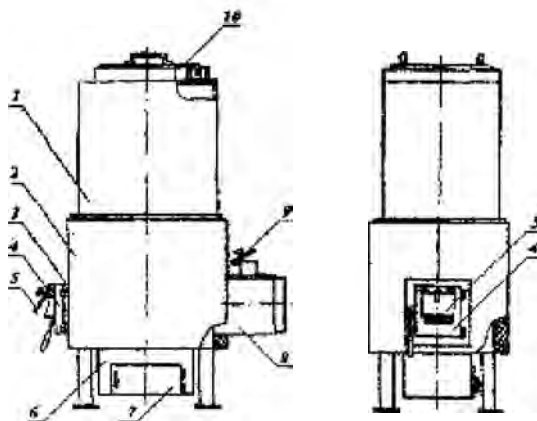
В разработанном газогенераторе протекает газификация отходов с образованием горючих газов, которые сжигаются в специальном жаровом канале и продукты сгорания используются в водогрейном котле для получения горячей воды отопительного назначения.

Тепловая эффективность газогенератора, определяется возвратом обратно в топочную зону части тепла от нагретых отработанных газов и снижения тепловых потерь при их последующей транспортировке в охлажденном виде. Повышение калорийности получаемого газа обеспечено совместной газификацией низкокалорийных бытовых и высококалорийных резинотехнических отходов, мазута, смол, а также полным термохимическим разложением отходов на легкие горючие компоненты в 2-х зонной топочной камере.

При эксплуатации газогенератора для получения генераторного газа путем газификации ТКО, установив рекуперирующий теплообменник в камеру газификации можно вернуть тепло выходящих из газификатора генераторных газов и в этом случае эффективность газогенератора с рекуператором повышается до КПД=84% [2].

Для повышения удельной теплоты сгорания генераторного газа в качестве исходного топлива может использоваться смесь ТКО с резинотехническими отходами, например, изношенными шинами. Смесь топлива, состоящая из 75% бытовых отходов и 25% изношенных шин с теплотой сгорания 35000 кДж/кг будет иметь общую теплоту сгорания 14000 кДж/кг.

На рисунке 1 представлена схема газогенератора, разработанного в ИТМО НАНБ для получения тепловой энергии, приспособленного для работы на топливе, представляющем собой смесь ТКО, осадков сточных вод и отходов нефтепродуктов [2].



*Рисунок 1 – Схема газогенератора [2]: 1 – топливный бункер; 2 – камера газификации; 3 – горловина; 4 – дверца горловины; 5 – заслонка первичного воздуха; 6 – зольник; 7 – дверца зольника; 8 – жаровая труба; 9 – заслонка вторичного воздуха; 10 – крышка бункера*

Этот газогенератор имеет тепловую мощность 200 кВт и габариты длиной 1,9 м, шириной 1,1 м и высотой 3,0 м. Генераторный газ из камеры газификации (рисунок 1) подается на дожигание в жаровую трубу 8. Подача первичного и вторичного воздуха регулируется соответствующими заслонками 5 и 9. Рабочий объем исходной топливной смеси содержится в бункере 1. Негорючая минеральная фракция и зола накапливаются в зольнике 6 под колосниковой решеткой. Дверца 7 служит для периодической очистки зольника 6. Первичный розжиг

генератора осуществляется через горловину 3 с дверцей 4. Герметично прилегающая крышка 10 бункера 1 выполняет также функцию взрывного клапана. Горячие продукты сгорания, выходящие из жаровой трубы, подаются в теплообменник бойлера с водой для накопления и последующего потребления тепловой энергии [2].

В Белорусском НИИ строительных материалов (НИИСМ) рассматривается свой подход к получению топлива из осадков сточных вод [3].

Одним из наиболее перспективных вариантов решения вопроса является сушка обезвоженного осадка с последующим его использованием в качестве альтернативного топлива на цементных заводах.

По результатам исследований сухие осадки сточных вод относятся к низкокалорийному топливу с теплотворной способностью около 3500 ккал/кг и высоким содержанием тяжелых металлов. Данные показатели являются факторами, ограничивающими для цементной печи долю сжигания осадков в составе многокомпонентного топлива.

С целью уточнения физико-химических и энергетических показателей сухих осадков сточных вод проведены полупромышленные испытания на пилотной установке фирмы «УООМ» (Италия) по сжиганию топлива из осадков сточных вод Минской очистной станции в количестве 16,75 т в печи сухого способа цементного клинкера Ø4,5 x 80 м ОАО «Белорусский цементный завод» [3]. Целью испытаний являлось определение основных технологических параметров работы печного агрегата, качества клинкера и вредных выбросов в атмосферу при замещении части угольного форсуночного топлива, сжигаемого в декарбонизаторе, альтернативным топливом из сухих осадков сточных вод.

Для последующего анализа отбирались пробы топлива, сырьевой муки, клинкера, фиксировались основные технологические параметры работы печного агрегата и состав отходящих печных газов согласно предварительно разработанной и утвержденной программе.

По результатам испытаний предварительно установлено [3]:

1) технологические параметры работы печного агрегата находились в оптимальном диапазоне;

2) при расходе топлива из осадков сточных вод 8,4 т/ч обеспечено замещение угольного форсуночного топлива в количестве 4 т/ч, что в тепловом эквиваленте в пересчете на условное топливо составляет 1:1;

3) производительность печного агрегата соответствовала производительности при работе на чистом угольном форсуночном топливе;

4) качественные показатели цемента за время испытаний не изменились;

5) в ходе непрерывного мониторинга состава отходящих газов отмечено значительное снижение вредных выбросов  $\text{NO}_x$ , которое связано с содержанием в осадках сточных вод мочевины.

Результаты промышленных испытаний свидетельствуют о перспективности данного направления, что позволит решить серьезную экологическую проблему г. Минска, а также использовать на предприятиях города порядка 25-30 тыс. т у.т./год местного возобновляемого топлива [3].

Таким образом, из ТКО и осадков сточных вод можно получать биогаз, твердое топливо, можно получать энергию путем мусоросжигания. Выбор любого из вышеперечисленных способов получения энергии зависит, прежде всего, от объемов исходного энергоресурса и применения получаемой энергии. В любом случае решается экологическая проблема - ликвидируются свалки, нарушающие природное равновесие.

Одним из путей решения экологических проблем при формировании среды жизнедеятельности является снижение вредных выбросов в атмосферу от сжигания в каждой стране ее основных видов топлива. В Беларуси одним из основных местных видов топлива является торф.

По количеству вредных выбросов торф стоит примерно на уровне каменного угля. С целью снижения вредных выбросов в атмосферу в Республике Беларусь уже был опыт производства топливных брикетов, состоящих из торфа и экологически чистых древесных опилок [4].

Поскольку опилки сегодня повсеместно задействованы для производства белого обжаренного дорогого топлива в виде пеллет, нами предпринята попытка получать кусковое

топливо на основе торфа из мелкоизмельченных невостробованных лесосечных отходов или древесно-кустарниковой растительности, удаляемой при выполнении подготовительных работ в строительстве. Измельчение лесосечных отходов до фракции щепы проводилось на известных рубильных машинах, а до фракции 2-3 мм на лабораторном оборудовании Белорусского государственного технологического института (БГТУ). В промышленном производстве для такого мелкого измельчения щепы рекомендуется применять молотковую дэковую дробилку. Экспериментальные исследования по получению кускового топлива из мелкоизмельченных невостробованных лесосечных отходов и торфа, проведенные в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) используя естественную сушку кускового топлива показали, что представляется возможным получать такой композит. Причем получаемое кусковое топливо не разрушалось при почти равном соотношении компонентов. Поэтому намечаются в дальнейшем работы в этом направлении, но уже в промышленном масштабе, поскольку удельные выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании древесного топлива находятся на нулевом уровне, а чистого торфа на уровне более 100 г/мДж. Вышеупомянутый композит позволит снизить удельные выбросы CO<sub>2</sub> почти в два раза и получить эти выбросы на уровне сжигания природного газа.

Таким образом, выявлены эффективные пути решения экологических и энергетических проблем при формировании среды жизнедеятельности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилов, А.В. Топливо из нетрадиционных энергоресурсов [Текст] / А.В. Вавилов// Монография. Мн., 2014. – 90 с.
2. Журавский, Г.И. Газогенераторные технологии для промышленности строительных материалов [Текст] / Г.И. Журавский, О.Г. Мартинов, Д.Э. Полесский // Сборник докладов VII Международной НТК» Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь». – Минск 2013. – С. 18-21.
3. Подлuzский, Е.Я. Альтернативные виды топлива в производстве строительных материалов Республики Беларусь [Текст] / Е.Я. Подлuzский, Л.Н. Туровский, С. Новиков, Д.И. Волоткович // Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции «Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь». – Минск, 2013. – С. 4-9.
4. Нашкевич, И.С. Технология и машины для производства кускового топлива на основе торфа и отходов деревообработки / И.С. Нашкевич, Н.К. Лисай 1 / Научн.-маркетинг, журнал «НТИ и рынок». – 1998. – №5. – С. 40-41.

#### **А.В. Вавилов**

Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, г. Минск  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины»  
E-mail: ftkcdm@bntu.by

---

A. VAVILOV

### **ON THE WAY TO SOLVE ENVIRONMENTAL AND ENERGY PROBLEMS IN THE FORMATION OF LIVING ENVIRONMENT**

*Ways of solving environmental and energy problems in the formation of the living environment by eliminating landfill of municipal waste generated solid and effective use of either of these wastes for energy. To do this in Belarus obos Nova efficient use of gas plants-not a great power, a device for burning solid Comunale-level waste and dispersed across the state to local-uses. Invited to address environmental and energetiche-ing problems by reducing harmful emissions into the atmosphere from the burning of-mass fuels environmentally unsafe. In Belarus, this type of fuel is peat.*

**Keywords:** livelihoods, municipal waste, ecology, energy, peat, biogas

**BIBLIOGRAPHY**

1. Vavilov, A.V. Toplivo iz netradicionnyh jenergoresursov [Tekst] / A.V. Vavilov// Monografija. Mn., 2014. – 90 s.
2. Zhuravskij, G.I. Gazogeneratornye tehnologii dlja promyshlennosti stroitel'nyh materialov [Tekst] / G.I. Zhuravskij, O.G. Martinov, D.Je. Poleskij // Sbornik dokladov VII Mezhdunarodnoj NTK» Nauchno-tehnicheskie problemy ispol'zovanija al'ternativnyh vidov topliva v stroitel'nom komplekse Respubliki Belarus'. – Minsk 2013. – S. 18-21.
3. Podluzskij, E.Ja. Al'ternativnye vidy topliva v proizvodstve stroitel'nyh materialov Respubliki Belarus' [Tekst] / E.Ja. Podluzskij, L.N. Turovskij, S. Novikov, D.I. Volotkovich // Sbornik dokladov VII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauchno-tehnicheskie problemy ispol'zovanija al'ternativnyh vidov topliva v stroitel'nom komplekse Respubliki Belarus'». – Minsk, 2013. – S. 4-9.
4. Nashkevich, I.S. Tehnologija i mashiny dlja proizvodstva kuskovogo topliva na osnove torfa i othodov derevoobrabotki / I.S. Nashkevich. N.K. Lisaj 1; Nauchn.-marketing, zhurnal «NTI i rynok». – 1998. – №5. – S. 40-41.

**A. Vavilov**

Belarusian national technical university, Republic of Belarus, Minsk  
Doctor of technical science, professor, head of the department «Building and Road Machines»  
E-mail: ftkcdm@bntu.by