

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 628.5

**В.Ю. Безруких, А.И. Авласевич,  
И.Б. Оленев**

### УСТАНОВКА ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ГАЗИФИКАЦИИ

**V.Y. Bezrukikh, A.I. Avlasevich,  
I.B. Olenev**

#### INSTALLATION FOR THE DISPOSAL OF WASTE BY GASIFICATION METHOD

**Безруких В.Ю.** – канд. техн. наук, ген. директор ООО «Балткотломаш», г. Санкт-Петербург. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

**Авласевич А.И.** – канд. техн. наук, доц. каф. инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

**Оленев И.Б.** – канд. техн. наук, доц. каф. инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

**Bezrukikh V.Yu.** – Cand. Tech. Sci., General Director, JSC “Baltkotlomash”, St. Petersburg. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

**Avlasevich A.I.** – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Engineering Systems of Buildings and Constructions, Construction Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

**Olenev I.B.** – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Engineering Systems of Buildings and Constructions, Construction Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: vanya.avlasevich@yandex.ru

В настоящее время для обезвреживания отходов в основном используется старый способ захоронения на полигонах. В мире создано большое количество мусоросжигательных заводов. Гораздо перспективней направление по газификации отходов. Проведен анализ существующих технологий по обезвреживанию, разработана технология обезвреживания бытового мусора и изготовлен опытный образец установки газификации отходов. Технология газификации твердого бытового мусора (ТБО) реализована на опытно-промышленной установке, разработанной ООО «Балткотломаш» (г. Санкт-Петербург). В газификаторе мусор газифицируется, а шлак в мелкодисперсном составе поступает на дожеговую колосниковую решетку, где

происходит горение всех углеродных частиц в шлаке. Газы газификации поступают в переходную камеру, куда поступает вторичный воздух (фактически – это газовая горелка) и где газы сгорают в топочном объеме жаротрубного котла. Передавая тепло в котле, продукты сгорания поступают в мультициклон, где очищаются от взвешенных частиц, а затем через дымосос выбрасываются дымовой трубой. Газогенератор работает непрерывно, что позволяет обеспечивать теплом потребителей в течение всего отопительного периода. Опытные промышленные испытания установки показали её высокую эффективность по обезвреживанию бытового мусора. Выводы и рекомендации: 1) для северных и сельских районов Красноярского края не целе-

сообразно использованию полигонов для захоронения твердых бытовых отходов; 2) для районов Севера целесообразно сжигать отходы в качестве источника тепловой энергии; 3) разработана технология сжигания твердых бытовых отходов путем их газификации, которая может рассматриваться как способ использования возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** бытовые отходы, обезвреживание, газификация, газогенератор.

*Nowadays for neutralization of waste there is an old method of burial on the proving ground. In the world lots of incineration plants are created. The direction on gasification of waste is much more perspective. The analysis of the existing technologies on neutralization, development of technology of neutralization of household garbage and production of a prototype of installation of gasification of waste is carried out. The technology of gasification of firm household garbage (FHG) is realized on the trial installation developed by JSC Baltkoltomash St. Petersburg. In the gasifier the garbage is installed gas, and slag in fine structure arrives on a burning grid-iron lattice where there is a burning of all carbon particles in slag. Gases gasifications come to a transitional chamber where secondary air arrives (actually is a gas torch) and where gases burn down in the furnace volume of a heat tube copper. Having transferred heat in a copper, products of combustion come to a multicyclone where they are cleared of the weighed particles, and then via the smoke exhauster jump out of the chimney. The gas generator works continuously allows providing consumers with heat during all heating period. Experimental industrial tests of installation showed its high efficiency on neutralization of household garbage. Conclusions and recommendations: 1) it is not advisable to use landfill for the disposal of solid waste for north and country districts of Krasnoyarsk region; 2) it is advisable to burn waste products as a source of thermal energy for north districts; 3) the technology of burning of municipal solid waste by their gasification which can be considered to be the way of using renewable sources of energy is developed.*

**Keywords:** household waste, neutralization, gasification, gas generator.

**Введение.** Бытовые отходы являются отбросами жизнедеятельности человека. В России ежегодно образуется более 190 миллионов тонн отходов [1].

Состав твердых бытовых отходов (ТБО) зависит от страны, местности, времени года и других факторов: бумага и картон – до 40 %, далее в городах – органические (включая пищевые) отходы – до 20 %, металл, стекло и пластик – по примерно по 10 %, дерево, текстиль, резина и кожа – по 3–5 % от общего количества [2]. Теплотворная способность горючих компонентов ТБО, ккал/кг: бытовой мусор жилых помещений – 800–2000 [3].

**Цель исследования:** разработка высокоэффективной установки по обезвреживанию твердых бытовых отходов.

**Задачи исследования:** проведение анализа существующих технологий по обезвреживанию, разработка технологии обезвреживания бытового мусора и изготовление опытного образца установки.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач использовался комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение данных научно-технической литературы и испытания на опытной установке.

Существуют следующие основные способы обезвреживания и переработки бытовых отходов – утилизационные и ликвидационные. В настоящее время в основном используется следующий способ обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО) – захоронение на полигонах. Полигонный метод обезвреживания ТБО технологически несложен, однако требует больших земельных площадей, значительных капиталовложений, эксплуатационных и транспортных затрат. Находящиеся в почве отходы отравляют ее, попадая через подземные воды в водоемы, представляют огромную опасность для человека и животных. Почва на подземных свалках отравлена и не пригодна для строительства, земледелия и выпаса скота. С поверхности почв над свалками испаряются едкие токсичные вещества. Затраты на борьбу с последствиями отрицательного влияния захоронений отходов, то есть на охрану окружающей среды, здравоохранение, во много раз превышают рас-

ходы на строительство заводов по переработке ТБО. Отходы жизнедеятельности миллионных городов исчисляются сотнями тысяч тонн и кубометров. По данным департамента городского хозяйства г. Красноярск, ежегодно на городские свалки вывозится в среднем 50 тыс. м<sup>3</sup> отходов – 24 самосвала в сутки. В районах с неблагоприятными климатическими и инженерно-геологическими условиями с многолетнемерзлыми породами строительство основания полигона становится крайне сложной задачей. При захоронении твердых бытовых отходов на общегородских свалках и полигонах северных регионов возникает ряд проблем, которые не позволяют полноценно утилизировать ТБО без ущерба для окружающей среды: длительный срок разложения отходов в условиях вечной мерзлоты; особые условия для обустройства полигонов ТБО (дорогостоящие работы и материалы строительства); дорогостоящая транспортировка – «длинное логистическое плечо» по доставке мусора из места сбора в точку утилизации (расстояния достигают 300–400 км); нарушение экологического баланса, при этом выводятся из хозяйственного пользования огромные земельные участки, рядом с которыми запрещены любые виды жизнедеятельности. Все это требует использования современных способов утилизации мусора, таких как сортировка и переработка во вторичное сырье, а также сжигание. Но не просто сжигание, а использование в качестве источника тепловой энергии. Теплотворной способности ТБО достаточно для процесса сжигания с целью уничтожения отходов и последующей рекуперации энергии. В мире создано большое количество мусоросжигательных заводов, работающих по вышеуказанному принципу. Гораздо перспективней направление по газификации отходов, где в дальнейшем газ используется на цели энергетики [4].

Для решения этой задачи необходимы следующие технологические операции: а) транспортировка; б) сортировка (рис. 1); в) подготовка крупно габаритных отходов; г) подача отходов в газогенератор; д) организация процесса газификации (рис. 2); е) утилизация твердых отходов после газификации. Всё это позволяет не только существенно снизить затраты на ликвидацию отходов, но и получить экономический эффект.

Газификация представляет собой процесс частичного окисления, в результате которого горючие отходы преобразуются в синтез-газ. Синтез-газ – это уникальное сырье для получения множества экологически чистых и дорогостоящих продуктов, таких как моторные топлива, различные удобрения, синтетический природный газ, водород, метанол и более сотни других различных продуктов. Газификация является более высокотехнологическим видом утилизации ТБО по сравнению с распространенным в мире сжиганием их в мусоросжигательных печах [5].

Процесс газификации характеризуется практически нулевым уровнем выбросов по сравнению с традиционным сжиганием отходов, а побочные продукты газификации (азот, аргон, сера и шлак) являются безопасными для окружающей среды.

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Вышеуказанная технология газификации твердого бытового мусора (ТБО) реализована на опытно-промышленной установке, разработанной ООО «Балткотломаш» (г. Санкт-Петербург) (рис. 3).

Складирование ТБО осуществляется на складе, который может быть оборудован тельферным погрузчиком, подвижным полом «живое дно» и т. д. ТБО по транспортеру поступают в газификатор, который не чувствителен к фракционному составу мусора (допускается небольшой процент мелочи и крупных кусков до 100 мм). В газификаторе мусор газифицируется, а шлак в мелкодисперсном составе поступает на дожеговую колосниковую решетку, где происходит горение всех углеродных частиц в шлаке. Газы газификации поступают в переходную камеру, где поступает вторичный воздух (фактически – это газовая горелка) и газы сгорают в топочном объеме жаротрубного котла. Передавая тепло в котле, продукты сгорания поступают в мультициклон, где очищаются от взвешенных частиц, а затем через дымосос выбрасываются дымовой трубой. Газогенератор работает непрерывно, что позволяет обеспечивать тепло потребителей в течение всего отопительного периода.

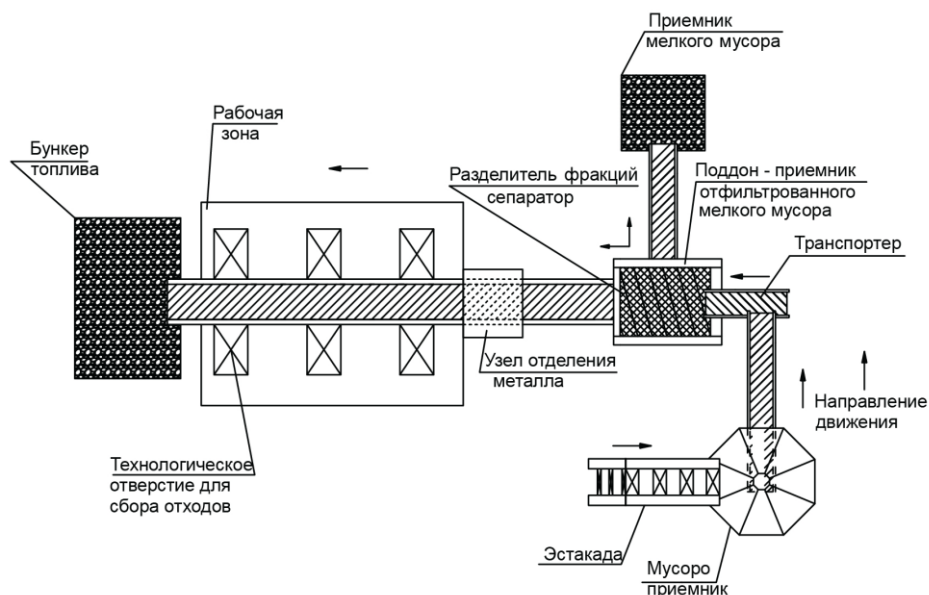


Рис. 1. Схема процесса сортировки отходов

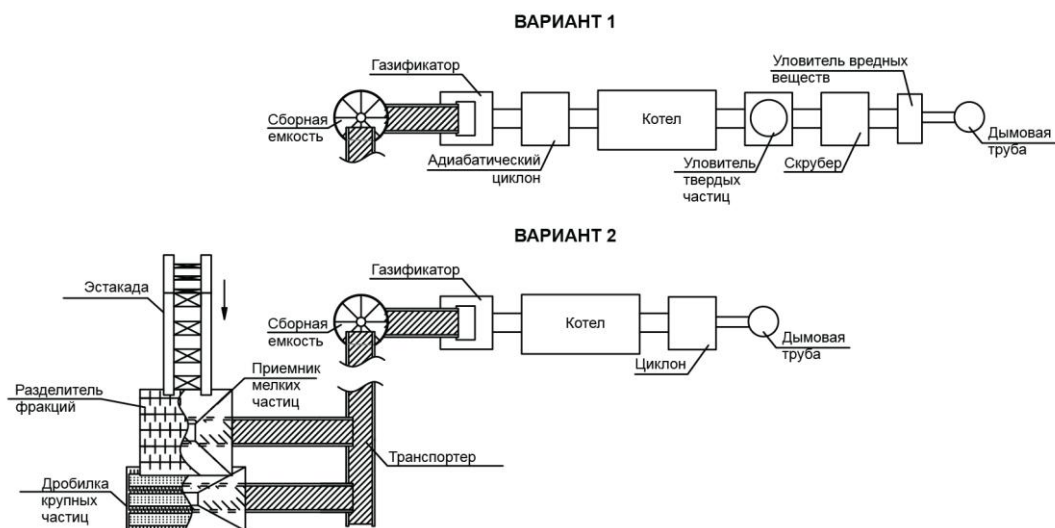


Рис. 2. Схема процесса термического обезвреживания

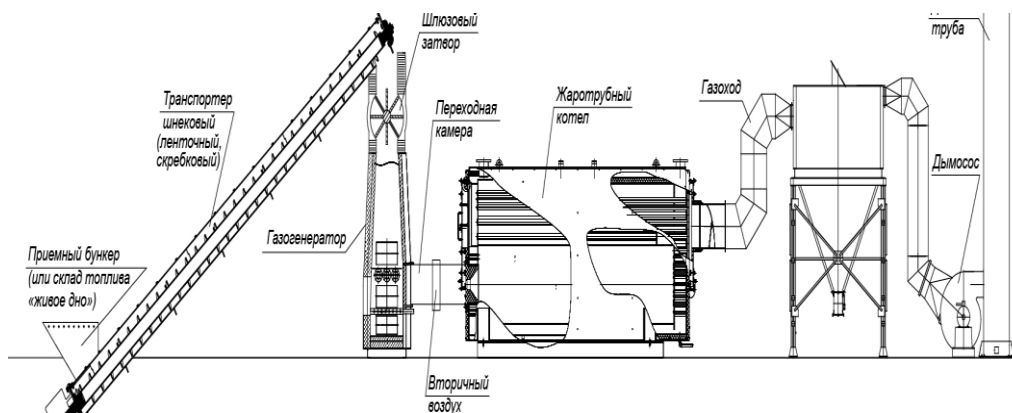


Рис. 3. Опытно-промышленная установка газификации отходов ООО «Балткотломаш»

Данный способ газификации позволяет поддерживать температуру процесса выше 950 °С, а установка адиабатического циклона после газификатора (на рисунке 3 не показан) продлевает нахождение вредных веществ в высокотемпературной зоне более двух секунд, тем самым обеспечивая полное окисление углеводородов и безопасность продуктов сгорания. Опытные промышленные испытания установки показали ее высокую эффективность по обезвреживанию бытового мусора.

### Выводы

1. Для северных и сельских районов не целесообразно использование полигонов для захоронения твердых бытовых отходов.

2. Для районов Севера с вечномёрзлыми грунтами целесообразно сжигать отходы в качестве источника тепловой энергии.

3. Выбрана технология сжигания твердых бытовых отходов путем их газификации.

4. Установка газификации твердых бытовых отходов ООО «Балткотломаш» позволяет обезвреживать бытовые отходы и осуществлять экономию топлив, не требует предварительной подготовки мусора, отличается высокой надежностью, обеспечивает выполнение экологических требований к продуктам сгорания и позволяет резко снизить потребность в полигонах ТБО. Данная технология является высокоэкономичной и может рассматриваться как способ использования возобновляемых источников энергии.

### Литература

1. Кузьмин И.А, Тимербаев Н.Ф., Шафиков И.А. и др. Утилизация отходов муниципального хозяйства для целей энергетики // Энергетика Татарстана. – 2009. – № 2. – С. 58–61.

2. Утилизация твердых отходов: в 2 т. / под ред. Д. Вилсона. – М.: Стройиздат, 1985.
3. Бабаев В.Н., Коринько И.В., Шутенко Л.Н. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города / Харьковская национальная академия городского хозяйства. – Харьков, 2004.
4. Саламонов А.А. Установки для сжигания и газификации древесных отходов / Промышленная энергетика. – 1985. – № 2. – С. 52–54.
5. Загрутдинов Р.Ш., Негуторов В.Н., Малыхин Д.Г. и др. Подготовка и газификация твердых бытовых отходов в двухзонных газогенераторах прямого процесса, работающих в составе мини-ТЭЦ и комплексов по производству синтетических жидких топлив // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4/3. – С. 47–62.

### Literatura

1. Kuz'min I.A, Timerbaev N.F., Shafikov I.A. i dr. Utilizacija othodov municipal'nogo hozjajstva dlja celej jenergetiki // Jenergetika Tatarstana. – 2009. – № 2. – S. 58–61.
2. Utilizacija tverdyh othodov: v 2 t. / pod red. D. Vilsona. – M.: Strojizdat, 1985.
3. Babaev V.N., Korin'ko I.V., Shutenko L.N. Polimernye othody v kommunal'nom ho-zjajstve goroda / Har'kovskaja nacional'naja akademija gorodskogo hozjajstva. – Har'kov, 2004.
4. Salamonov A.A. Ustanovki dlja szhiganija i gazifikacii drevesnyh othodov / Promyshlennaja jenergetika. – 1985. – № 2. – S. 52–54.
5. Zagrutdinov R.Sh., Negutorov V.N., Malyhin D.G. i dr. Podgotovka i gazifikacija tvjrdykh bytovykh othodov v dvuhzonnyh ga-zogeneratorah prjamogo processa, rabo-tajushhih v sostave mini-TJeC i kompleksov po proizvodstvu sinteticheskikh zhidkikh top-liv // Polzunovskij vestnik. – 2013. – № 4/3. – S. 47–62.