Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы

1997 жылдан бастап шығады

ВЕСТНИК Торайгыров университета

Энергетическая серия

Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2026)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО
о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж
выдано
Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

https://doi.org/10.48081/BGQF1934

Бас редакторы – главный редактор
Талипов О. М.
доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора — Калтаев А.Г., *доктор PhD*
Ответственный секретарь — Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	*д.т.н., профессор*
Никифоров А. С.,	*д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н.,	*д.т.н., профессор*
Алиферов А. И.,	*д.т.н., профессор (Российская Федерация)*
Кошеков К. Т.,	*д.т.н., профессор*
Приходько Е. В.,	*к.т.н., профессор*
Кислов А. П.,	*к.т.н., доцент*
Нефтисов А. В.,	*доктор PhD*
Шерьязов С. К.	т.ғ.д., *профессор (Российская Федерация)*
Искакова З. С.	*технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

МРНТИ 55.36.33

https://doi.org/10.48081/BGQF1949

М. А. Драганова[1], *Е. Г. Нешина[2]
[1,2]Карагандинский технический
университет имени Абылкаса Сагинова,
Республика Казахстан, г. Караганда
[1]ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3421-128X
[2]ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8973-2958
*e-mail: 1_neg@mail.ru

ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫЙ КОТЕЛ НА ОСНОВЕ ПИРОЛИЗНОГО СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В данной статье представлено решение актуальной задачи по газификации влажного сырья в реторте газогенератора за счет повышения тепловосприятия поверхностью реторты тепла дымовых газов без увеличения тепловой мощности топки. Анализ аналитических моделей тепловых процессов при пиролизе сырого сырья в реторте с учетом испарительной способности этого сырья и минимального значения энтальпии парообразвания ее влаги в условиях внутреннего объема реторты позволил сформулировать, что повышение испарительной способности влажного сырья в реторте увеличением тепловосприятия поверхностью реторты тепла дымовых газов за счет оребрения ее наружной поверхности минимально и составляет сотую част теплоты дымовых газов. Статья посвящена вопросам разработки котла газогенераторного на основе пиролизного способа. Переработка шин, пластмассовых изделий, отходов жизнедеятельности животноводства и остального мусора - одна из наиболее востребованных задач современного мира. Разработанный котел газогенераторный на основе пиролизного способа изготовлен для нужд небольших хозяйств и для частных домов, где есть крайне острая нужда переработки углеводородных отходов, а также отходов жизнедеятельности животноводства. Изложены основные преимущества котла газогенераторного на основе пиролизной технологии для переработки углеводородных отходов, такие как, минимальный расход электроэнергии,

использование тепловой энергии стенок котла для нагрева воды для теплоснабжения потребителей.

Ключевые слова: котел газогенераторный, газогенератор, реторта, теплообменная поверхность, теплопередача, тепловосприятие, тепловые процессы, энтальпия.

Введение

Газогенераторы являются перспективными для утилизации отходов промышленности, сельского хозяйства и быта. Газификация сухих бытовых отходов современных городов газогенераторами решает актуальную задачу экологически чистой их утилизации.

В реальных словиях сырье, загружаемое в реторту газогенератора, является влажным. Повышение испарительной способности влажного сырья в реторте возможно повышением тепловой мощности топки, в которой установлена реторта и повышением тепловосприятия поверхности реторты без увеличения тепловой мощности топки.

Дымовые газы топки обтекают боковые поверхности реторты, передают тепловую энергию сырью теплопередачей через стенки, выходят через боров в дымоотвод. В соответствии с законом теплопередачи Ньютона-Рахмана и Фурье, увеличить теплопередачу через стенку возможно за счет повышения тмпературного напора и площади тепловосприятия при неизменном коэффициенте теплопередачи.

Целью статьи является оценка теплоты от повышения площади тепловосприятия оребрением тепловоспринимающей поверхности стенок реторты, что позволит повысить испарительную способность и обеспечить газификцию влажного сырья в реторте [1].

Материалы и методы

Для оценки теплоты от повышения площади тепловосприятия оребрением тепловоспринимающей поверхности стенок реторты можно использовать нижеследующие методы расчета, чтобы повысить испарительную способность сырья и обеспечить повышенную газификцию влажного сырья в реторте.

Тепловая мощность топки на 1 кг сжигаемого топлива Вт, кг/с [2]:

$$Q_T = B * Q_H^P, B \quad (1)$$

где Q_H^P – низшая теплота сгорания топлива, Дж.

Тепловосприятие стенок реторты:

$$Q_Р = Q_Д + Q_{оребр} + Q_{пов.рет} \quad (2)$$

где $Q_Д$ – теплопередача сырью из топки через донные наружные тепловоспринимающие поверхности реторты;

$Q_{пов.рет}$, $Q_{оребр}$ – теплопередача от дымовых газов сырью наружной неоребренной поверхностью и оребрениями поверхности реторты (рисунок 1).

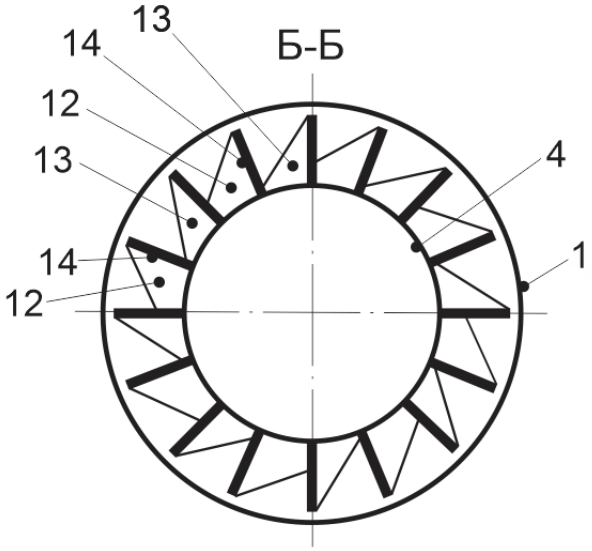


Рисунок 1– Оребрение реторты (вид сверху)

Для определения влияния оребрения на испарительную способность влаги в сырье [3] необходимо составить тепловой баланс влажного сырья в период его сушки до возникновения пиролиза сухого сырья с соответствующим тепловыделением дымовых газов $Q_Д$ поверхностей оребрения $Q_{оребр}$ и реторты $Q_{пов.рет}$ для обеспечения тепла на парообразование $Q_П$):

$$Q_П = Q_Д + Q_{оребр} + Q_{пов.рет}, \quad (3)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 1 \quad (4)$$

где $q_3 = \frac{Q_{пов.рет}}{Q_П}$; $q_3 = \frac{Q_{пов.рет}}{Q_П}$; $q_3 = \frac{Q_{пов.рет}}{Q_П}$

Пусть q_1 и q_2 = const, тогда:

$$q_2 = 1 - (q_1 - q_3) \tag{5}$$

$$q2 \leq 1 \text{ при } q1,\ q3 \geq 0$$

$$Q_{оребр} \leq Q_П \tag{6}$$

В соответствии с условием (6) оребрение является дополнительным средством для прибавки тепла от стенок реторты для испарения влаги сырья (5).

Теплота от оребрения $Q_{оребр}$ в балансе с теплотой на испарение влаги сырья:

$$Q_{оребр} = Д_ч * i_П * \left(1 - \frac{i_В}{i_П}\right), \quad \frac{кДж}{ч}, \tag{7}$$

где $Д_ч$ – часовое количество полученного пара из влажного сырья, кг/ч;

$i_П$, $i_В$ – энтальпии пара и исходного влажного сырья, кДж/кг [4].

Теплота от оребрения зависит от расхода В, кг/ч, теплосодержания QП, кДж, омывающих дымовых газов, от площади теплопередающих поверхностей оребрения S, м², температурного напора Δt, параметров и условий теплопередачи дымовых газов через оребрения влажному сырью: Re, Pr, Nu, Ctч:

$$\left\{\begin{matrix} Q_{оребр} = B * Q_Т \\ Q_{оребр} = f\,(S, \Delta t, Re, Pr, Nu, Ctч\,) \end{matrix}\right\} \tag{8}$$

Отношение часового паропроизводства из влажного сырья к часовому расходу теплосодержащих дымовых газов В, кг/ч представляется испарительной способностью влаги сырья И, кг пара/кг дымовых газов [4]:

$$И = \frac{Д_ч}{В} \tag{9}$$

тогда, с учетом (7), (8), (9), получим:

$$\frac{кДж\ газа}{кДЖ\ пара}, \frac{кДж\ газа}{кДЖ\ пара} \tag{10}$$

Повышение испарительной способности влажного сырья обеспечивает рост теплосодержания дымовых газов и снижение энтальпии получаемого пара из влажного сырья для рассмотренной системы: теплоисточник – дымовые газы для конечного теплопотребителя – влага сырья [5].

Для системы: теплоисточник – теплота от оребрения на наружной поверхности реторты для конечного теплопотребителя – влага сырья имеют место уравнения баланса тепла (8).

Представим испарительную способность влаги сырья (9) через испарительную способность теплоты оребрения «А», из выражения (10) имеем:

$$И = \frac{A * Q_Г}{Q_{оребр}}, \quad (11)$$

где

$$A = \frac{кДж\ оребрения}{кДж\ пара}, \quad \frac{кДж\ оребрения}{кДж\ пара} \quad (12)$$

Приведенная к теплоте оребрения в выражении (11) теплота дымовых газов имеет предельные значения:

$$1 \geq \frac{Q_Г}{Q_{оребр}} \succ 0$$

Если = , то И = А, максимальная испарительная способность теплоты оребрения А соответствует испарительной способности влаги сырья.

Определим минимальное значение энтальпии парообразования влаги сырья в условиях внутреннего объема реторты с влажным сырьем. Известно [6], что максимальное количество водяного пара в сухом воздухе реторты определяет состояние насыщенного воздуха без состояния тумана. Это важное условие при газификации сырья. Плотность и парциальное давление пара для данной температуры максимально возможны. При температуре воздуха до 100 °С плотность и парциальное давление пара в насыщенном воздухе равны плотности и давлению насыщенного пара при температуре воздуха до 100 °С [7]. Поэтому, в выражении (12) знаменатель:

$$i_П * \left(1 - \frac{i_В}{i_П}\right) \leq 100.$$

Тогда испарительная способность теплоты оребрения А, составляет сотую часть теплоты за счет оребрения:

$$A = 0{,}01 * Q_{оребр}. \quad (13)$$

И тогда из выражения (6):

$$Q_{П} \geq 100 * A. \quad (14)$$

Результаты и обсуждение

Результатом нового технического решения является создание устройства, обеспечивающего одновременный процесс сушки сырья и образования газов. Повышение температуры газов в реторте происходит при увеличении площади поверхности реторты и ее теплоотдачи. Убыстрение движения дымовых газов у стенок реторты, одинаковый нагрев наружных стенок реторты, создание условий для устранения взрывоопасной ситуации в зоне борова, которые увеличивают КПД котла при газификации влажного сырья.

Положительный результат достигается тем, что котел газогенераторный, содержащий топку с камерой сгорания и горелками, реторту с крышкой, камерой газофикации, боров с дымовой трубой в верхней зоне топки, тракты парогаза и газа пиролиза, конденсатор-сепаратор [8]. Реторта выполнена в топке с образованием дымохода между наружной поверхностью реторты и стенками топки. Тракт парогаза пиролиза установлен из крышки в конденсатор-сепаратор. Тракт газа пиролиза выполнен из конденсатора-сепаратора в горелки. На наружной поверхности реторты выполнены каналы дымоходные в направлении от камеры сгорания к борову с параллельным чередованием и постоянным шагом, с расширяющимся и сужающимся профилем, формой равнобокой криволинейной трапеции. Равнобокие стороны последней ортогональны касательным к поверхностям реторты и котла, оси симметрии каналов равноотклонены от вертикальной оси симметрии реторты. Кроме того, каналы дымоходные выполнены пластинчатыми ребрами, цилиндрическими стенками реторты и котла (рисунок 2) [9].

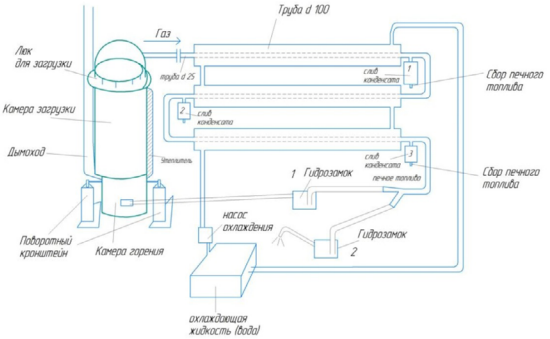


Рисунок 2 – Схема газогенераторного котла на основе пиролизной установки

Недостаток теплообменной поверхности заключается в невозможности использования жидкого сырья во внутренней трубе в качестве топлива в виду специфического предназначения трубы для сжигания сухого пылевидного или газообразного топлива.

Котел газогенераторный может использоваться для:

→ увеличения тепловой мощности стенок реторты и места возникновения газов для одновременного процесса сушки и газофикации отходов жизнедеятельности животноводства процессом пиролиза, а именно:

→ активизирует теплоотбор у дымовых газов, повышает тепловоспринимающую способность поверхности реторты за счет выполнения на наружной поверхности реторты каналов дымоходных в направлении от камеры сгорания к борову с параллельной их установкой, чередованием профилей с равным шагом и выполнением каналов пластинчатыми ребрами, которые увеличивают площадь тепловосприятия реторты (каналы дымоходные выполнены стенками реторты, котла и пластинчатыми ребрами);

→ активизирует движение дымовых газов при протекании в каналах дымоходных за счет их расширяющихся и сужающихся профилей, формы равнобокой криволинейной трапеции и поступление тепла с дымовыми газами к тепловоспринимающей поверхности реторты;

→ обеспечивает равномерность нагрева поверхности реторты по наружному периметру благодаря наклону продольной оси симметрии каналов дымоходных к вертикальной оси симметрии реторты, оси симметрии каналов равноотклонены от вертикальной оси симметрии реторты,

равнобокие стороны трапеции ортогональны касательным к поверхностям реторты и котла;

→ убираются взрывоопасные смеси с воздухом углеводородов в зоне борова благодаря перемешиванию исходящих потоков за счет различия их скоростей в выходных сечениях расширяющихся и сужающихся профилей каналов дымоходных;

→ повышается безопасность взрывов и сброс сильного давления дымовых газов в зоне борова, так как формируются обратные потоки продуктов горения в топку в направлении от борова к камере сгорания через каналы дымоходные с сужающимися профилями, которые для обратных потоков функционируют как каналы дымоходные с расширяющимся профилем [10].

Выводы

Разработанный котел газогенераторный на основе пиролизного способа изготовлен для нужд небольших хозяйств и для частных домов, где есть крайне острая нужда переработки углеводородных отходов, а также отходов жизнедеятельности животноводства.

Основные преимущества котла газогенераторного на основе пиролизной технологии для переработки углеводородных отходов:

- в процессе пиролиза происходит появление газов, (ароматические химические соединения), которые направляются непосредственно в топку для продолжения горения и нагрева стенок реторты для окончательной термической переработки, обеспечивая замкнутость цикла;

- возможность получения вторичного сырья после переработки;

- испарительная способность теплоты оребрения составляет сотую часть теплоты дымовых газов переданной влажному сырью для сушки за счет оребрения наружной поверхности реторты;

- в газогенераторе по условию газификации сырья теплота на парообразование влаги топлива превышает ее испарительную способность более, чем в 100 раз.

Список использованных источников

1 Патент № 5041 на полезную модель KZ, МКИ A4 F22 B 37/10 «Котел газогенераторный» / В. Л. Исаев, М. А. Драганова, О. Ю. Кайданович (KZ) № 2020/0278,2;17.03.2020;12.06.2020; 5с.

2 **Ерохин, В. Г., Маханько, М. Г**. Сборник задач по основам теплотехники и гидравлики: учебное пособие. – М. : Энергия, 2016. – 176 с.

3 **Литвин, А. М.** Основы теплоэнергетики. – Изд-е 9-е, перераб. и доп. – М. : Энергия, 2016. – 168 с.

4 Оборудование для утилизации отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pirolizeco.ru (Дата обращения 08.10.2025).

5 **Исаев, В. Л., Драганова, М. А.** «Физико-химические основы и энерготехнологии переработки низкосортного топлива в опорных конспектах». Произведение науки. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 1382 от 18.01.2019 г. – 209 с.

6 **Asadzadeh, S. M., Andersen, N.** A predictive dynamic model of a smart cogeneration plant fuelled with fast pyrolysis bio-oil // Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. – 2022. – 10. – P.1–36

7 **Sidorkin, V., Bersenev, K., Tugov, A., Vereshchetin, V.** Formation of Nitrogen Oxides in Combustion of Pyrolysis Gases in Air Heavily Diluted with Recirculating Flue Gas // Thermal Engineering. 66, 2019. – P. 55–62.

8 **Bezuglov, R., Volovikov, V., Papin, V., Belov, A., Dyakonov, E., Mikhaylov, V.** Investigating the process of electric power generation from generator gas obtained by solid wastes processing. Известия высших учебных заведений // Электромеханика. 67, 2024. – P. 125–133.

9 **Obodovskyi, I., Morozov, V.** The Preliminary Project Of The River Tow Vessel Powered By A Pyrolysis Gas Generator Power Plant // Problems of Friction and Wear. 2022. – P. 61–66.

10 **Ерохин, В. Г., Маханько, М. Г.** Основы термодинамики и теплотехники. – Ленанд, 2019. – С. 224.

References

1 Patent No. 5041 for utility model KZ, MCI A4 F22 B 37/10 “Gas generator boiler” / V.L. Isaev, M.A. Draganova, O.Yu. Kaidanovich (KZ) № 2020/0278,2 ;17.03.2020;12.06.2020; 5c.

2 **Erokhin, V. G., Makhanko, M. G.** Collection of problems on the basics of heat engineering and hydraulics: textbook. – M. : Energy, 2016. – 176 p.

3 **Litvin, A. M.** Fundamentals of thermal power engineering. – 9th Ed., reprint. and additional. – M. : Energy, 2016. – 168 p.

4 Equipment for waste disposal [Electronic resource]. – Access mode: https://pirolizeco.ru (accessed 08.10.2025).

5 **Isaev, V. L., Draganova, M. A.** “Physico-chemical bases and energy technologies of low-grade fuel processing in reference notes”. A work of science.

Certificate of entry of information into the State register of rights to objects protected by copyright No. 1382 dated 18.01.2019 – 209 p.

6 **Asadzadeh, S. M., Andersen, N.** A predictive dynamic model of a smart cogeneration plant fuelled with fast pyrolysis bio-oil // Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. – 2022. – 10. – P. 1–36.

7 **Sidorkin, V., Bersenev, K., Tugov, A., Vereshchetin, V.** Formation of Nitrogen Oxides in Combustion of Pyrolysis Gases in Air Heavily Diluted with Recirculating Flue Gas // Thermal Engineering. – 66. – 2019. – P. 55–62.

8 **Bezuglov, R., Volovikov, V., Papin, V., Belov, A., Dyakonov, E., Mikhaylov, V.** Investigating the process of electric power generation from generator gas obtained by solid wastes processing. News of higher educational institutions // Electromechanics. – 67. – 2024. – P. 125–133.

9 **Obodovskyi, I., Morozov, V.** The Preliminary Project Of The River Tow Vessel Powered By A Pyrolysis Gas Generator Power Plant // Problems of Friction and Wear. – 2022. – P. 61–66.

10 **Erokhin, V. G., Makhanko, M. G.** Fundamentals of Thermodynamics and Heat Engineering. – Lenand, 2019. – P. 224.

Поступило в редакцию 18.06.25.
Поступило с исправлениями 19.02.25.
Принято в печать 27.02.26.

*М. А. Драганова[1], *Е. Г. Нешина[2]*
[1,2]Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
18.06.25 ж. баспаға түсті.
19.02.25 ж. түзетулерімен түсті.
27.02.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ӨҢДЕУДІҢ ПИРОЛИЗ ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ГАЗ ГЕНЕРАТОРЫ ҚАЗАНДЫҒЫ

Мақалада газ генераторының ретортындағы ылғалды шикізатты газдандырудың өзекті мәселесінің шешімі пештің жылу қуатын арттырмай, түтін газдарының жылу ретортының бетінің жылу қабылдауын арттыру арқылы ұсынылған. Реторттағы шикі шикізатты пиролиздеу кезіндегі жылу процестерінің аналитикалық модельдерін талдау осы шикізаттың булану қабілетін және

реторттың ішкі көлемі жағдайында оның ылғалының булану энтальпиясының минималды мәнін ескере отырып, реторттағы ылғалды шикізаттың булану қабілетінің артуы оның сыртқы бетін қырқу арқылы түтін газдарының жылуын реторт бетінің жылу қабылдауының жоғарылауы минималды және түтін газдарының жылуының жүзден бір бөлігін құрайды газдар. Мақала пиролиз әдісіне негізделген газ генераторының қазандығын әзірлеу мәселелеріне арналған. Шиналарды, Пластмасса бұйымдарын, мал шаруашылығы қалдықтарын және басқа да қоқыстарды қайта өңдеу-қазіргі заманның ең сұранысқа ие міндеттерінің бірі. Пиролиз әдісіне негізделген газ генераторының әзірленген қазандығы шағын шаруашылықтардың қажеттіліктері үшін және көмірсутек қалдықтарын, сондай-ақ мал шаруашылығының қалдықтарын өңдеудің аса қажеттілігі бар жеке үйлер үшін жасалған.

Көмірсутек қалдықтарын өңдеуге арналған пиролиз технологиясына негізделген газ генератор қазандығының негізгі артықшылықтары, мысалы, электр энергиясының минималды шығыны, тұтынушыларды жылумен қамтамасыз ету үшін суды жылыту үшін қазандық қабырғаларының жылу энергиясын пайдалану.

Кілтті сөздер: газ генераторлық қазандық, газ генераторы, реторт, жылу алмасу беті, жылу беру, жылу қабылдау, жылу процестері, энтальпия.

*M. A. Draganova[1], *Y. G. Neshina[1]*
[1,2]Karaganda technical university named A. Sagynov,
Republic of Kazakhstan, Karaganda.
Received 18.06.25.
Received in revised form 19.02.25.
Accepted for publication 27.02.26.

GAS GENERATOR BOILER BASED ON THE PYROLYSIS METHOD OF PROCESSING HOUSEHOLD WASTE

The article presents a solution to the urgent problem of gasification of wet raw materials in the retort of a gas generator by increasing the heat perception of the surface of the retort of flue gas heat without increasing the thermal capacity of the furnace. Analysis of analytical models of thermal processes during pyrolysis of raw materials in the retort, taking into account the evaporative capacity of this raw material and the minimum value of the enthalpy of vaporization of its moisture in the conditions of the internal volume of the retort, allowed us to formulate that the increase in the evaporative capacity of wet raw materials in the retort by increasing the heat perception of the surface of the retort of the heat of flue gases due to the finning of its outer surface is minimal and is one hundredth of the heat of the flue gases. The article is devoted to the development of a gas generator boiler based on the pyrolysis method. Recycling of tires, plastic products, animal waste and other garbage is one of the most popular tasks of the modern world. The developed gas generator boiler based on the pyrolysis method is manufactured for the needs of small farms and for private homes where there is an extremely urgent need for processing hydrocarbon waste, as well as animal husbandry waste.

The main advantages of a gas-generating boiler based on pyrolysis technology for processing hydrocarbon waste are described, such as minimal electricity consumption, the use of thermal energy of the boiler walls to heat water for heat supply to consumers.

Keywords: gas generator boiler, gas generator, retort, heat exchange surface, heat transfer, heat perception, thermal processes, enthalpy.

Теруге 13.03.2026 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2026 ж. қол қойылды.
Электронды баспа
28.54 Mb RAM
Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: З. Ж. Шокубаева
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Тапсырыс № 4523

Сдано в набор 13.03.2026 г. Подписано в печать 31.03.2023 г.
Электронное издание
28.54 Mb RAM
Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: З. Ж. Мыржикова
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Заказ № 4523

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
E-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik-energy.tou.edu.kz