

З.С. Сірко<sup>1</sup>[0000-0001-5197-9237], В.В. Ващенко<sup>1</sup>[0000-0002-9843-8507], М.М. Толстушко<sup>2</sup>[0000-0001-9230-3831],  
О.І. Єременко<sup>3</sup>[0000-0002-3377-0015], Н.О. Толстушко<sup>2</sup>[0000-0001-8811-7868]

Український державний науково-дослідний інститут "Ресурс"<sup>1</sup>  
Луцький національний технічний університет<sup>2</sup>  
Національний університет біоресурсів і природокористування України<sup>3</sup>

## ГАЗОГЕНЕРАТОР НА ВУГЛЕВІСНИХ КОМПОНЕНТАХ ПРОМІСЛОВИХ ВІДХОДІВ

*У статті висвітлені питання, пов'язані зі створенням газогенератора, його конструкцією, технічними даними, технічною та технологічною умовами експлуатації. Зазначено, що конструкція газогенератора відрізняється від аналогів тим, що вона має дві камери горіння, в одній із яких проходить первинне спалювання палива з елементами гідролізу та в іншій остаточне спалювання, де згорають паливні гази (CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H та ін.) і екологічно чисті паливні гази подаються до теплоспоживача. Для забезпечення ефективного горіння палива та паливних газів у конструкції газогенератора передбачено два дозатора – подачі первинного та вторинного повітря. Для ефективної роботи газогенератор комплектують додатковим обладнанням: шнеком подачі палива, вентиляторами наддуву повітря та відведення димових газів, контрольно-вимірвальними приладами та системою автоматизації. Наведені основні параметри газогенератора, його технологічні показники, умови експлуатації.*

*Ключові слова:* газогенератор, конструкція, паливо, технічні та технологічні умови експлуатації, ефективність.

Z. Sirko, V. Vashchenko, M. Tolstushko, O. Yeremenko N. Tolstushko

## GAS GENERATOR BASED ON CARBON COMPONENTS OF INDUSTRIAL WASTE

*The article highlights issues related to the creation of a gas generator, its design, technical data, technical and technological operating conditions. It is noted that the design of the gas generator differs from analogues in that it has two combustion chambers, in one of which the primary combustion of fuel with hydrolysis elements takes place and in the other the final combustion, where fuel gases (CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H, etc.) burn and environmentally friendly fuel gases are supplied to the heat consumer. To ensure efficient combustion of fuel and fuel gases, the design of the gas generator provides two dispensers - primary and secondary air supply. For effective operation, the gas generator is equipped with additional equipment: a fuel supply screw, air pressure fans and flue gas removal, control and measuring instruments and an automation system. The main parameters of the gas generator, its technological indicators, operating conditions are given.*

*Keywords:* gas generator, design, fuel, technical and technological operating conditions, efficiency.

**Постановка проблеми.** Устаткування більшості котелень, що в даний час експлуатуються, не відповідає вимогам екології, енергозбереження, автоматизації, безпеки та надійності. Значне моральне та фізичне зношення цього устаткування досягає близько 50%. Реальний коефіцієнт корисної дії теплогенеруючих установок становить біля 70%, що на 20-25% нижче від проектних показників. Витрата палива з метою отримання 1 Гкал теплоти значно більша, ніж у розвинених країнах.

Наведені обставини зумовлюють доцільність відмови від традиційних великих централізованих систем генерації тепла та переходу до створення нових локальних систем невеликої одиничної потужності.

Під час створення зазначеного нового устаткування важливо, щоб ефективно використовувалося органічне паливо та спостерігалось значне зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Теплообмінні процеси у топкових камерах малого об'єму повинні підвищити ефективність спалювання паливної сировини переважно рослинного походження, значно знизити забруднення атмосферного повітря навколишнього середовища викидами шкідливих речовин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток енергетики в Україні повинен мати вирішальний вплив на стан економіки в цілому, що забезпечить належний рівень життя населення країни. Запорукою цього повинно стати економічно обґрунтоване та екологічно безпечне забезпечення країни та населення енергетичними ресурсами [1].

Енергетика сьогодення повинна перейти на ефективне забезпечення сталого розвитку економіки та соціальної сфери країни основними видами енергоносіїв (електричної та теплової енергії, різними видами палива, природного газу).

Енергетична стратегія країни повинна бути спрямована на досягнення національної безпеки, незалежності та задоволення енергетичних потреб суспільства [1].

Для спалювання в енергетичних установках використовують біопаливо, що уявляє собою відходи аграрних, переробних, лісозаготівельних, деревообробних та інших виробництв, а також з

біомаси енергетичних насаджень [2]. Зазначено, що розвинуті країни світу на сучасному етапі поновлюють свої паливно-енергетичні ресурси твердими видами біопалива як на економічно вигідний та екологічний вид відновлювальної енергетики.

В роботі [3] зазначено, що спалювання викопного палива для отримання енергії завдає значної шкоди навколишньому середовищу.

Альтернативою цього виду палива може бути біопаливо. Воно виготовляється із рослинної сировини і є відновлюваним. Згідно з різними дослідженнями [4-7] біопаливо може скоротити викиди парникових газів більш ніж на 60%. Біопаливо на відміну від викопного палива містить менші концентрації хімічних речовин. Біопаливо можна виробляти локально, там де його будуть спалювати і, таким чином, зменшити транспортні витрати.

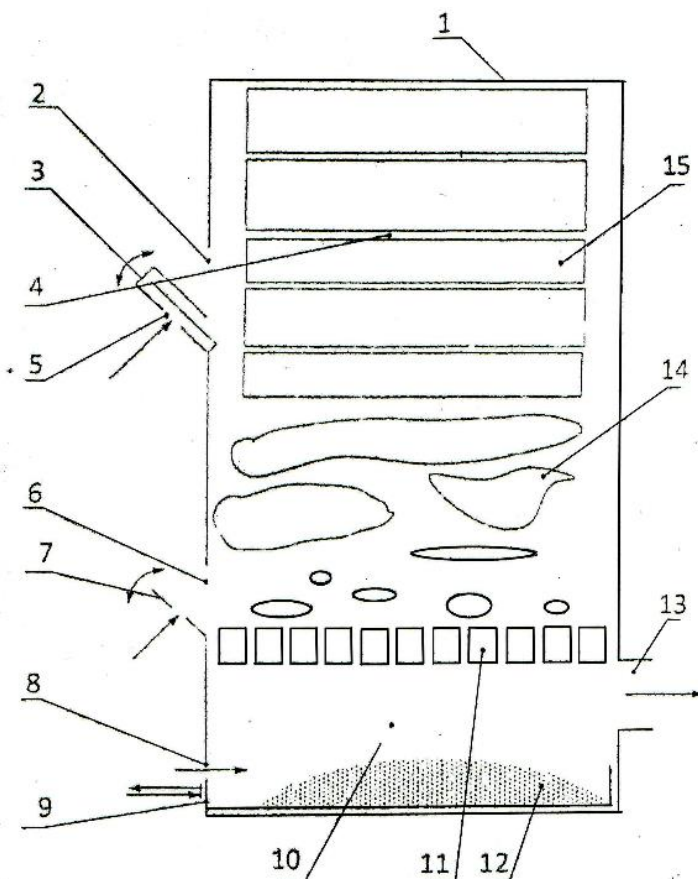
Аналіз досліджень показав, що для спалювання, у тому числі в енергетичних установках, вигідно застосовувати біопаливо із рослинної сировини, яке є відновлюваним, перспективним, екологічно безпечним.

**Постановка завдань.** Мета дослідження – розробити конструкцію газогенератора з можливістю отримання висококалорійного та екологічно безпечного генераторного газу.

**Викладення основного матеріалу.** Під час виконання роботи були застосовані наступні методи – аналітичний, стандартний метод оцінки якості виконання технологічного процесу та встановлення його відповідності українським стандартам з безпеки та ергономічності.

Умови випробувань генератора: температура повітря 17,4°C, вологість – 34,4%. Використовували три зразки палива: зразок 1 – волога біомаса; зразок 2 – деревинна тріска та тирса; зразок 3 – пелети із лущиння соняшника.

На основі попередніх досліджень газогенераторних установок та за результатами патентного пошуку була розроблена конструкція газогенератора [8], схема якого наведена на рис. 1.



**Рис.1.** Газогенератор: 1 – корпус; 2 – завантажувальний отвір для палива; 3 – дверцята; 4 – камера горіння; 5 – дозатор подачі первинного повітря; 6 – шуровочне віконце; 7 – дверцята шуровочного віконця з дозатором подачі повітря; 8 – дозатор подачі вторинного повітря; 9 – дверцята зольника; 10 – зона остаточного спалювання; 11 – колосникова решітка; 12 – зольний залишок; 13 – отвір для відводу паливного газу до теплоспоживача; 14 – паливо, що частково згоріло та обвуглилося; 15 – паливо

Газогенераторна установка виготовлена для помірного кліматичного району, до якого належить Україна та зберігає свої технічні показники під час експлуатації за таких кліматичних умов: температура навколишнього повітря – 40 – 45°C; відносна вологість повітря, за температури 25 °C – до 98%; атмосферний тиск – 84 – 106,7 кПа; запиленість навколишнього повітря – не більше 2,5 мг/м<sup>3</sup>. Для ефективної роботи газогенератор комплектується додатковим обладнанням: шнеком подачі палива; вентилятором наддуву повітря; вентилятором-димотягом димових газів; контрольно-вимірними приладами; пультом керування та автоматики.

Газогенератор працює наступним чином. Через завантажувальний отвір корпусу подають паливо (дрова, деревинні відходи, біомаса рослинного походження без обмеження природної вологості). Дверцята виконані двокамерними для підігрівання повітря, що поступає через дозатор. В нижній частині камери горіння забезпечуються найбільш ефективні умови газоутворення. Паливо частково згорає та обвуглюється у вигляді деревинного вугілля. В зоні газоутворення відбувається розкладання води до атомарного складу і утворення інших вуглеводневих сполук та конверсія CO<sub>2</sub> в CO.

Через шуровочне вікно здійснюють видалення зольного залишку, що накопичується на колосниковій решітці. Шуровочне віконце має дверцята з дозатором подачі первинного повітря. Паливні гази, що утворилися в нижній частині камери горіння (CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H та ін.) згорають в зоні остаточного спалювання, що знаходиться під колосниковою решіткою.

Зольний залишок видаляють через дверцята зольника, що мають дозатор подачі вторинного повітря. Через отвір паливні гази подаються до теплоспоживача, а димові гази видаляються через димохід. Зола зсипається в герметичний контейнер. Під час використання чистої біомаси, зольні залишки вивозять на утилізацію або для продажу – в якості натурального мінерального добрива.

Для запобігання втрат тепла весь корпус газогенератора ізолюється скловолокном високої щільності, а камера горіння виготовлена із шамотної цегли. Основні параметри газогенератора наведені у табл. 1.

Табл. 1

#### Основні параметри газогенератора

№	Характеристика	Показник
1.	Встановлена теплова потужність	98 кВт
2.	Питомий ККД, %	94
3.	Питома продуктивність газогенератора, вихід сухого газу з паливної сировини, не менше: – волога біомаса; – деревинна тріска та тирса; – пелети з лушпиння соняшника.	2,0 м <sup>3</sup> /кг 2,1 м <sup>3</sup> /кг 2,4 м <sup>3</sup> /кг
4.	Час розпалювання газогенератора, не більше	25 хв
5.	Номінальне значення напруги живлення вентиляторів	220 В
6.	Потік повітря	7000 м <sup>3</sup> /год
7.	Тривалість роботи газогенератора в стабільному режимі, не більше	2 годин

В процесі дослідження газогенератора були встановлені його технологічні показники, які наведені у табл. 2. Технологічний процес спалювання керується електронним температурним датчиком. Людський фактор впливу на технологічний процес практично відсутній.

Табл. 2

#### Технологічні показники газогенератора

№	Показник	Значення за даними досліджень
1.	Час роботи на одному завантаженні, год	6,5
2.	Кількість завантажень на добу, разів	3-4
3.	Витрати палива (щільність 230 кг/м <sup>3</sup> ), м <sup>3</sup> /год	0,2
4.	Робочій об'єм камери горіння, м <sup>3</sup>	1,3
5.	Втрати палива під час завантаження в бункер, %	відсутні
6.	Температура газу, що надходить в систему, °C	850
7.	Фактичний ККД, %	85

На датчику оператор виставляє необхідну температуру і під час зниження заданої температури автоматично спрацьовує датчик, який вмикає шнековий транспортер для подачі палива в зону горіння або звуковий сигнал для оператора, який обслуговує газогенератор.

Дослідження показали також, що газогенератор може обслуговувати оператор, який працює за сумісництвом. Газогенератор не потребує значних затрат праці оператора на його технічне та технологічне обслуговування, має систему піддування повітря, електронного контролю технологічного процесу завантаження та спалювання, подачі продукту горіння (генераторного газу) до теплоспоживача.

#### **Висновки.**

1. Розроблена конструкція газогенератора, яка дозволяє зменшити енерговитрати завдяки заміщенню традиційних видів палива на біомасу та отримувати генераторний газ високої калорійності.

2. Конструкція газогенератора забезпечує повне згорання паливних газів CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H та ін. та подачу до теплоспоживача екологічно чистого генераторного газу.

3. Камера остаточного спалювання продуктів газогенерації з дозатором подачі вторинного повітря сприяють збільшенню ефективності згорання палива, а також автоматизація процесу спалювання дозволить підвищити ККД газогенератора до 90%.

#### **Список використаних джерел**

1. Енергетична стратегія України до 2030 р. Міністерство палива та енергетики України. URL:<http://mpe.ktu.gov.ua>.

2. Кравчук В.І., Дубровін В.О. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві: посібник. Київ: УкрНДПВПТ ім. Л. Погорілого, 2010. 184 с.

3. Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. Біопаливо (технології, машини і обладнання). Київ: Центр технічної інформації «Енергетика і електрифікація», 2004. 256 с.

4. Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми «Розвиток виробництва та використання біологічних видів палива». Кабінет Міністрів України. URL:<http://www.kmu.gov.ua>.

5. СОУ 74.3-37-269:2005. Техніка сільськогосподарська. Теплогенератори. Методи випробувань. 36 с.

6. Тетівник Г.О., Козлов Ю.Ю., Шуляк М.Л., Єсіпов О.В. Аналіз випробувань теплогенератора на соломі КТ-601М вітчизняного виробництва. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. 2019. Вип. 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва». С. 362-369.

7. Теплогенератор на біопаливі. URL:<http://www.zavagrotech.com.ua>.

8. Кохан В.О., Запталов Б.Й., Протасов О.С., Вишняков І.Ю., Сірко З.С., винахідники. Газогенератор. Український патент, № 136258, 2019.

**Рецензент: Шимчук Сергій Петрович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування Луцького національного технічного університету.

Дата надходження статті до видання: 13.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.03.2026

Дата оприлюднення 14.04.2026