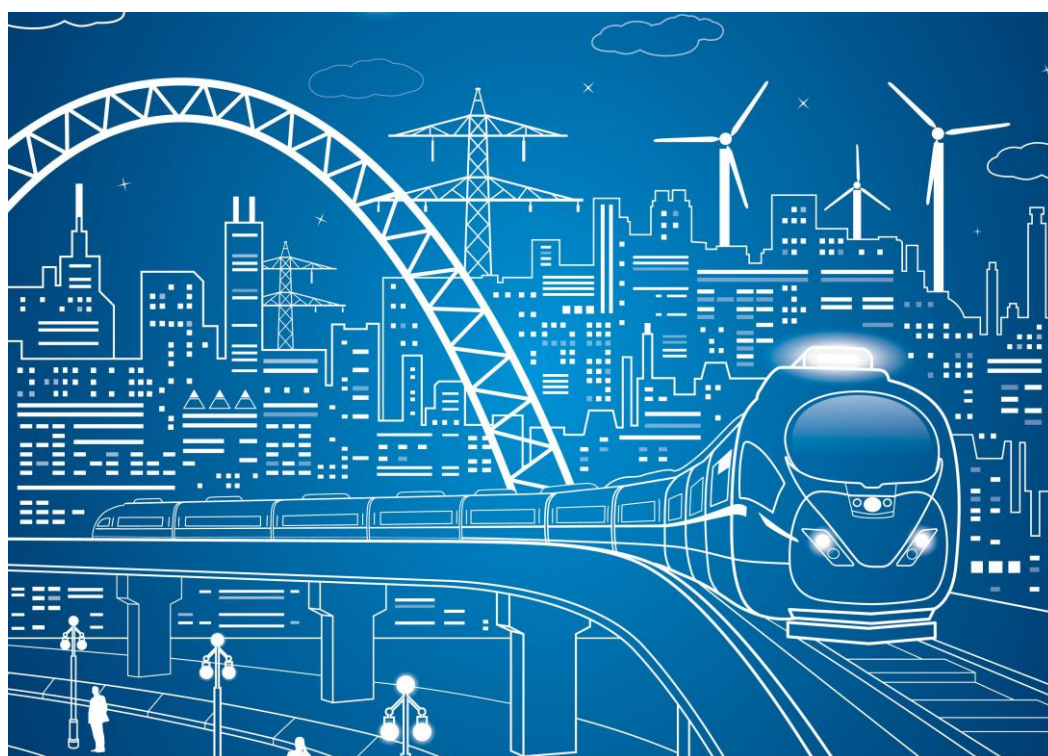


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

**УДК 656+620.9**  
**ББК 39+31**  
**А43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

**А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

**ISBN 978-601-337-844-2**

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



Қаржыландыру. Мақала AP13068541 Жетілдірілген қазандық қондырғысы негізінде биоотынды пайдалану арқылы эксперименттік энергетикалық кешен әзірлеу жобасы аясында орындалды.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Украина наращивает мощности биогазовых установок в стране. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://eenergy.media/archives/5736> (дата обращения 02.04.2018)
2. Биогазовые установки Волгоград. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://energy-prirody.ru/430851\\_biogazovie\\_ustanovki.html](http://energy-prirody.ru/430851_biogazovie_ustanovki.html)
3. Кобякова Е.Н. Классификация и обзор существующих биогазовых установок//Журнал-Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2014.
4. Юрий Ефимов. Производство биогаза из местных ресурсов решит много проблем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gylymordasy.kz> (дата обращения 13 Февраля 2018)
5. Gómez-Barea A., Leckner B., Modeling of biomass gasification in fluidized bed, Progress in Energy and Combustion Science 36, 2010, pp. 444-509.
6. Haseli Y., van Oijen J.A., de Goeij L.P.H., Reduced model for combustion of a small biomass particle at high operating temperatures, Bioresource Technology 131, 2013, pp. 397-04.
7. Друзьянова В.П., Горбунова В.В., Кузьмина Р.С. Биогазовая технология за рубежом//СтройМного, №4 (5), 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biogazovaya-tehnologiya-za-rubezhom/viewer>
8. Шейдина, О. Опыт ЕС в использовании биогаза в энергетике. – 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://zelenet.com/> (дата обращения 20.03.2020).
9. Обзор перехода Казахстана к сценарию «зеленой» экономики путем увеличения доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе- Преобразование сельскохозяйственных отходов в биотепловую энергию. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unescap.org/sites/default/files/ReviewoftheKazakhstantransitiontotheGreenEconomicScenario-Convertingsgriculturalresiduestobio-heatRus.pdf> (дата обращения 04.12.2019)

UDC 662.767.2

## BIOGAS-COGENERATION PLANT WITH STORAGE SYSTEM

**Balzhan Bakhtiar**

*bahtyar.baljan@mail.ru*

Ph.D., Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

**Manas Beisenbaev**

*beisenbaev.m.b@mail.ru*

Senior Engineer, KazNIPiEnergoProm, Almaty, Kazakhstan,

**Gulzhamal Tursunbayeva**

*guljama@mail.ru*

Master's degree, Senior Researcher, Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Astana, Kazakhstan

**Аңдатпа.** Бұл жоба энергиямен жабдықтаудың гибриді жүйесін қарастырады. Электрмен жабдықтау биогаз қондырғысы арқылы жұмыс істейтін когенерациялық қондырғымен қамтамасыз етіледі. Жылыту биогаз қондырғысын ыстық сумен қамтамасыз ететін су жылыту қазандығымен қамтамасыз етіледі. Жұмыс принципі келесідей: 1) қайта өңдеу

өнімдері мен қалдықтарды қондырғыға жеткізу. Егер қалдықтар сұйық болса, оларды мамандандырылған сорғылардың көмегімен реакторға жеткізген жөн. Қатты қалдықтар реакторға қолмен немесе көлік таспасы арқылы жеткізілуі мүмкін. 2) реакторда қайта өңдеу. Өтпелі сыйымдылықтан кейін дайындалған және қыздырылған қалдықтар реакторға түседі. Реакторды жылыту биогаз қондырғысы үшін ыстық су жеткізетін су жылыту қазандығының көмегімен жүзеге асырылады. 3) Дайын өнімнің шығуы. Белгілі бір уақыттан кейін (бірнеше сағаттан бірнеше күнге дейін) ашытудың алғашқы нәтижелері пайда болады. Бұл биогаз және биологиялық тыңайтқыштар. Нәтижесінде алынған биогаз газ ұстағышқа түседі (газ сақтауға арналған резервуар). Газ ұстағыштағы газ қысымы клапандар арқылы реттеледі. Алынған биогазды кептіру қажет. Осыдан кейін ғана оны қарапайым табиғи газ сияқты қолдануға болады.

**Түйінді сөздер:** биогаз қондырғысы, су жылыту қазандығы, реактор, биореактор, биогаз, биологиялық тыңайтқыш, газгольдер, апаттық оттық, табиғи газ.

**Аннотация.** Данный проект предусматривает гибридную систему энергоснабжения. Электропитание обеспечивается когенерационной установкой, которая работает посредством биогазовой установки. Отопление обеспечивается водогрейным котлом, который подпитывает биогазовую установку горячей водой. Принцип работы заключается в следующем: 1) Доставка продуктов переработки и отходов в установку. В том случае, если отходы жидкие их целесообразно доставлять в реактор с помощью специализированных насосов. Более твердые отходы могут доставляться в реактор вручную, либо посредством транспортной ленты. 2) Переработка в реакторе. После переходной емкости подготовленные и подогретые отходы попадают в реактор. Подогрев реактора осуществляется с помощью водогрейного котла, который доставляет горячую воду для биогазовой установки. 3) Выход готового продукта. По истечению определенного времени (от нескольких часов до нескольких дней) появляются первые результаты брожения. Это биогаз и биологические удобрения. В итоге получившийся биогаз попадает в газгольдер (бак для хранения газа). Давление газа в газгольдере регулируется с помощью клапанов. Получаемый биогаз нуждается в усушке. Лишь после этого его можно использовать, как обычный природный газ.

**Ключевые слова:** биогазовая установка, водогрейный котел, реактор, биореактор, биогаз, биологическое удобрение, газгольдер, аварийная горелка, природный газ.

**Annotation.** This project provides for a hybrid power supply system. The power supply is provided by a cogeneration plant, which operates through a biogas plant. Heating is provided by a hot water boiler, which feeds the biogas plant with hot water. The principle of operation is as follows: 1) Delivery of processed products and waste to the installation. In the event that the waste is liquid, it is advisable to deliver it to the reactor using specialized pumps. More solid waste can be delivered to the reactor manually or by means of a transport belt. 2) Processing in the reactor. After the transition tank, the prepared and heated waste enters the reactor. The reactor is heated using a hot water boiler, which delivers hot water for the biogas plant. 3) The output of the finished product. After a certain time (from several hours to several days), the first results of fermentation appear. These are biogas and biological fertilizers. As a result, the resulting biogas enters the gas tank (gas storage tank). The gas pressure in the gas tank is regulated by valves. The resulting biogas needs shrinkage. Only after that it can be used as ordinary natural gas.

**Keywords:** biogas plant, hot water boiler, reactor, bioreactor, biogas, biological fertilizer, gas tank, emergency burner, natural gas.

### **1.1 Existing problems in heat and power supply to consumers of small distributed energy**

Due to the climatic features of our country, more than half of its territory is deprived of centralized heat and electricity supply. Heat supply to these settlements is provided mainly by low-power boilers that use imported fuel. At the same time, these regions are removed from the main highways, which increases the cost of fuel due to high delivery costs. As a result, all of the above leads to an increase in tariffs for heat and electricity [1]. According to [2], the solution to this problem of regional energy can be the involvement of renewable energy sources (RES) in the fuel and energy balances. It is necessary to use local fuel resources, such as agricultural and forestry waste, animal

husbandry and various types of biomass. According to [3], energy consumption of 18-20 billion tons in oil equivalent is projected by 2020, which gives reason to consider renewable energy as one of the key trends in the development of global energy. As of 2014, renewable energy sources provide approximately 19% of the energy consumed in the world [4] and this share is expected to increase every year due to the high rates of penetration of renewable energy into the energy market.

### **1.2 Current state of research and development**

At the moment, new technologies of renewable energy conversion are relevant, as evidenced by the reduction in consumption of traditional biomass [7]. One of the processing options can be considered the production of biofuels, both in liquid and gaseous state from various types of biomass. The use of biofuels will help solve a number of environmental problems, the main of which is the use of fossil resources [8]. Currently, biofuels are considered to be fuels produced from any biomass that can be converted into thermal energy. Compared with the use of other renewable energy sectors, biogas plants require moderate water consumption and electricity consumption [9], which gives them an advantage over solar and wind power plants. Also, a promising direction for obtaining biogas is the processing of microalgae specially grown for energy purposes. Microalgae cultivation is accompanied by lower costs compared to traditional grain crops [10] and at the same time their biomass has a number of advantages [11]. At the moment, there are several options for biogas production plants working in conjunction with hot water boilers, wind power and solar installations, as well as heat exchangers [6]. It is formulated that in the summer period, excess biogas is formed, which is proposed to be processed into liquid methanol [12]. However, with proper calculations, it is possible to use biogas in cogeneration plants for the power supply of a nearby village. In addition, in winter, biogas can be used in industrial boilers as an additional source of energy. This requires only the reconstruction of the burner device. At the same time, biogas surpasses natural gas in some characteristics [13]

### **1.4 Conclusions**

As a result, we can say that the creation of biogas plants is relevant and will help solve a number of problems in the energy sector: partially or completely replace outdated regional boiler houses and provide electricity and heat to nearby settlements. In addition, such installations have some advantages: 1) The gas utilization rate at small cogeneration plants significantly exceeds the indicators of large thermal power plants; 2) Biogas plants do not require the construction of expensive gas pipelines and allow to avoid electricity losses [14]. The main obstacle to the development of renewable energy, in particular biofuel power plants, in Russia is the lack of a clear political vision of the role and place of renewable energy in the energy sector of the future. State support is not yet regulated by clear and precise regulatory documents, in many areas it is necessary to focus on the use of foreign technologies and equipment.

### **2.1 Justification of the choice of the design object**

The problem of mineral consumption is one of the most important problems worldwide. This project provides for a hybrid power supply system. The power supply is provided by a cogeneration plant, which operates through a biogas plant. Heating is provided by a hot water boiler, which feeds the biogas plant with hot water. Biogas is produced from compost, liquid manure and other energy raw materials (biomass).

### **2.2 Advantages of the design object**

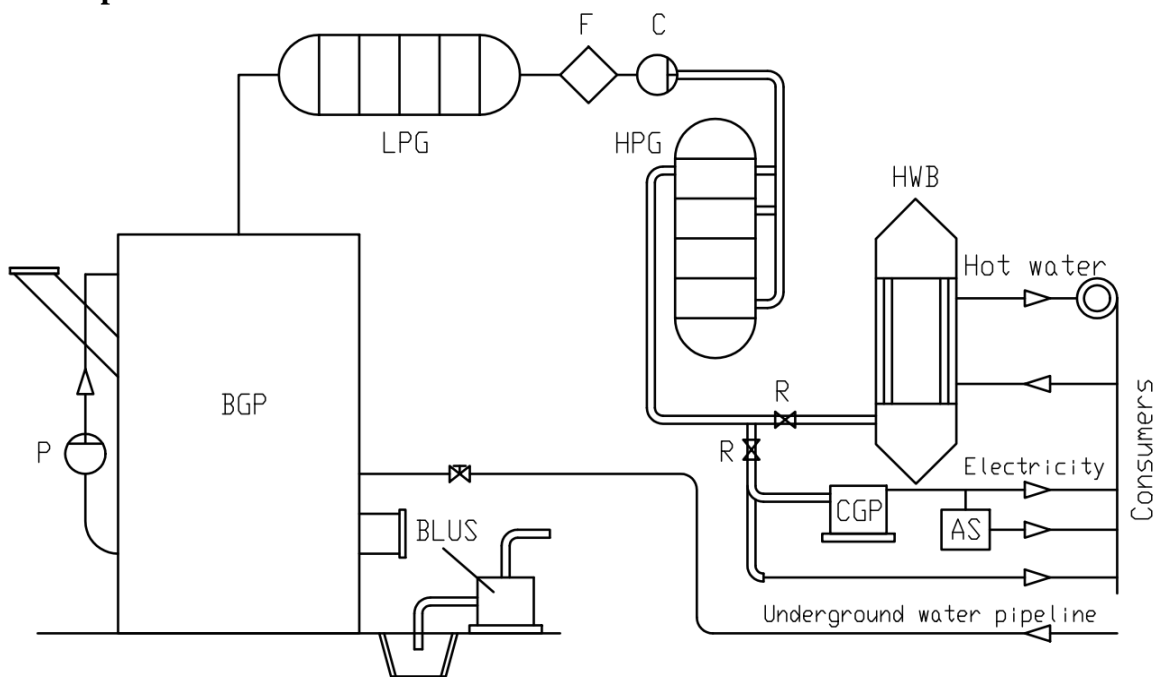
First of all, the installation provides for work on renewable energy sources (RES). Installations of this type can be used in the conditions of agricultural enterprises, which will ensure their autonomy and independence from power plants. Moreover, there is a high economic efficiency and a short payback period. Do not forget that the environmental component has a better picture. The combustion products contain less solids (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc.), which helps to reduce the greenhouse effect. Another advantage of this installation is that the remaining dry sediment after biogas production can be used as an agricultural fertilizer.

### **2.3 Disadvantages of the design object**

A significant disadvantage of the biogas plant is large capital costs and low profitability of projects. The average level of capital expenditures of most biogas plants with a capacity of 2 to 5 MW

is in the range of 3-4 thousand euros per 1 kW. An equally important disadvantage is that the maintenance of the thermophilic regime of biomass processing is ensured by the high consumption of the biogas produced (about 1/3). When using this equipment in winter, additional rooms are required, which means additional energy to maintain the microclimate.

### 3 Coupled flow chart



BGP - a biogas plant; LPG – a low–pressure gas tank; HPG – a high–pressure gas tank; F – filter; C – compressor; P – pump; BLUS - biomass loading/unloading system; HWB - a hot water boiler; CGP – a cogeneration plant; R – pressure regulator; AS – accumulating system.

Figure 1 – Diagram of a biogas plant – a cogeneration plant with a storage system

From the loading system, the biomass enters directly into the biogas plant. The gas released in the installation enters a low-pressure gas tank, and then, passing through the filter, into a high-pressure gas tank. The resulting gas is used both for its own needs and for the needs of the consumer in the form of electricity, hot water and the gas itself.

### 4 Calculations of the design object

The calculation is reduced to determining the capacity of the installation at the average annual consumption of raw materials. The capacity of the installation will be estimated indirectly by the amount of gas released per year. However, the installation under development includes a cogeneration plant, which will cover the need for thermal and electrical energy for the livestock complex. The remaining gas is supposed to be used as refueling for the household needs of the village or for the production of liquid fuel – methanol.

#### 4.1 Determination of the amount of raw materials

The livestock complex consists of cattle for 500 heads, as well as a pigsty for 200 heads. According to [6], the daily yield of biowaste suitable for biogas production is  $B_{b.o.} = 5500$  kg/day.

#### 4.2 Determination of the amount of water

For optimal fermentation of biomass, it is necessary to add warm water of the order of 35 °C in a ratio of 1:3, then the daily water consumption is equal to:  $B_w = (B_{b.w.})/3 = 5500/3 = 1800$  kg. At this temperature, the mass of water is approximately equal to the volume, therefore:  $B_w = 1800$  l.

#### 4.3 Determination of the reactor loading volume by biomass

According to [8], the reactor is loaded with raw materials for 14 days and during this time fermentation takes place. According to [8], the density of the feedstock is:  $\rho_{b.m.} = 745$  kg/m<sup>3</sup>. 15 The

mass of raw materials in 14 days:  $M_{b.m.} = 14 \cdot (B_{b.o.} + B_{b.}) = 14 \cdot (5500 + 1800) = 102200$  Then the loading volume of the reactor will be:  $V_{b.m.} = M_{b.m.} \cdot \rho_{b.m.} = 102200 / 745 = 137 \text{ m}^3$ .

#### 4.4 Determination of biogas output

The amount of biogas produced by the plant depends on various parameters and in most cases is determined empirically. According to [6], the maximum output of biogas per day with a loading volume of  $V_{b.m.} = 137 \text{ m}^3$  is  $397 \text{ m}^3$ , and the minimum is  $181 \text{ m}^3$ . The average daily output of biogas, respectively, is equal to:  $V_{b.y.} = V_{b.y. \max} + V_{b.y. \min} / 2 = 397 + 181 / 2 = 289 \text{ m}^3$ . The average annual biogas yield will be:  $V_{b.y.} = 360 \cdot v_{b.y.} = 360 \cdot 289 = 104040 \text{ m}^3$ . This amount of biogas corresponds to 73 thousand  $\text{m}^3$  of natural gas.

#### 4.5 Determination of biogas consumption for the maintenance of the livestock complex, as well as for own needs

The consumption of biogas,  $\text{m}^3 / \text{day}$ , for the energy supply of the livestock complex and the own needs of the BSU is determined by the formula:  $B_{bg.} = B_h + B_e$ , where  $B_h$  – consumption of biogas for the production of heat:  $B_h = Q_{\text{ther}} + Q_{\text{ther.en.com}} + Q_{\text{BGP}} \cdot Q_{1.h} \cdot \eta_{hg}$ ,  $\text{m}^3 / \text{day}$ , those where  $Q_{\text{ther}}$  – the heat energy used for technological needs of the livestock complex, according to [6]:  $Q_{\text{ther}} = 50 \text{ kWh/day}$ ; from  $Q_{\text{ther.en.com}}$  the heat energy needed for heating livestock complex, according to [6]:  $Q_{\text{ther.en.com}} = 2000 \text{ kWh/day}$ ;  $Q_{\text{BGP}}$  is the thermal energy consumed by the biogas plant, according to [6]:  $Q_{\text{BGP}} = 900 \text{ kWh/day}$ ;  $Q_{1.h}$  is the lowest heat of combustion of biogas, according to [6]:  $Q_{1.h} = 22000 \text{ kJ/m}^3$ ;  $\eta_{hg}$  is the efficiency of the heat generating plant, according to [6]:  $\eta_{hg} = 0.95$ ; Substituting numerical values:  $B_h = Q_{\text{ther}} + Q_{\text{ther.en.com}} + Q_{\text{BGP}} \cdot Q_{1.h} \cdot \eta_{hg} = (50 + 2000 + 900) \cdot 103 / 22000 \cdot 0.95 = 141.15 \text{ m}^3 / \text{day}$ ;  $B_e$  – consumption of biogas for electricity production:  $B_e = E_{\text{tech}} + E_{\text{bgp}} \cdot Q_{1.h} \cdot \eta_{e \text{ cgp}}$ ,  $E_{\text{tech}}$  – electricity consumption for technological needs, according to [6]:  $E_{\text{tech}} = 40 \text{ kWh/day}$ ;  $E_{\text{bgp}}$  – electricity consumption for a biogas plant, according to [6]:  $E_{\text{bgp}} = 13 \text{ kWh/day}$ ;  $\eta_{e \text{ cgp}}$  – efficiency of a cogeneration plant, according to [6]:  $\eta_{e \text{ cgp}} = 0.35$ ; Substituting numerical values:  $B_e = E_{\text{tech}} + E_{\text{bgp}} \cdot Q_{1.h} \cdot \eta_{e \text{ cgp}} = (40 + 13) \cdot 103 / 22000 \cdot 0.35 = 6.8 \text{ m}^3 / \text{day}$ ;  $B_{bg.} = B_h + B_e = 141.15 + 6.8 = 147.95 \text{ m}^3 / \text{day}$ . According to the results of calculations, it was obtained that the loading volume of biomass into the reactor is  $137 \text{ m}^3$ , the daily output of biogas is  $289 \text{ m}^3$ , the consumption of biogas for heat and energy consumption of the livestock complex and biogas plant is  $147.95 \text{ m}^3 / \text{day}$ . The remaining biogas is proposed to be used for the needs of the village.

**Financing.** The article was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science of Higher Education of the Republic of Kazakhstan, within the framework of the IRN AP13068541 project "Development of an experimental energy complex based on a modernized boiler plant using biofuel"

#### References

1. Samylin A., Yashin M. Modern designs of gas generator sets // LesPromInform. – 2010. – No. 1. – pp. 78-86.
2. Energy strategy of Russia for the period up to 2035. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated July 6, 2013 – No. 1471. – 97 p.
3. Fortov V.E., Popel O.S. Power engineering in the modern world. Dolgoprudny: Publishing House "Intellect", 2011.
4. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. [www.ren21.net](http://www.ren21.net).
5. Churikov A. The great potential of small biogas energy. "Bioenergy and biotechnology". [http://mcx-consult.ru/bolshoy\\_potencial\\_malo](http://mcx-consult.ru/bolshoy_potencial_malo).
6. Efendiev A.M. et al. Possibilities of energy supply of farms on the basis of small renewable energy sources // Thermal power engineering. 2016. No. 2. pp. 38-45.
7. Fortov V.E., Popel O.S. The state of development of renewable energy sources in the world and in Russia // Thermal power engineering. 2014. No. 6. pp. 4-13.
8. Chernova N.I. et al. The use of biomass for the production of liquid fuels: current state and innovations // Thermal power engineering. 2010. No. 11. pp. 28-35.

9. Sosnina E.N. et al. Comparative environmental assessment of unconventional energy installations // Thermal power engineering. 2015. No.8. pp. 3-10.
10. Huntley M., Redalje D. CO2 Mitigation and Renewable Oil from Photosynthetic Microbes: A New Appraisal // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2007. Vol.12. P. 573-608.
11. Shchegolnikov N.M. The main directions and prospects of bioenergy development // Thermal power engineering. 2010. No. 4. pp. 36-44.
12. Pilipenko I.Ya. Low-temperature theory of methanol production // Chemistry and life. 2012. No. 3. pp. 36-43.
13. Segal I.Ya. Experimental study of biogas gorenje and its use in industrial boilers // Alternative energy and ecology. 2013. No. 17. pp. 84-89.
14. Prerequisites for the development of biogas energy in Russia // <http://biogas-energy.ru/articles/razvitie-biogasa-v-rossii>.
15. The First International Forum "Renewable Energy: Ways to improve energy and Economic Efficiency" (REENFOR– 2013). <http://www.reenfor.org/ru/abstracts>.

**УДК 658.264**

## **ЗАУЫТТЫҢ ЖЫЛУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

**Бекбауова Самал Булатовна**

*bekbauova\_s@bk.ru*

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің 2-ші курс магистранты,  
Астана қаласы, Қазақстан Республикасы

Өнеркәсіптік кәсіпорындар жылу энергиясының ірі тұтынушылары болып табылады. Мұндай кәсіпорындарды энергиямен жабдықтаудағы ең өзекті мәселелердің бірі минималды жылу шығынымен тиімді жылумен қамтамасыз ету бойынша шаралар мен инженерлік шешімдерді әзірлеу болып табылады.

Бұл мақалада ірі зауыттар мысалында жылумен жабдықтау жүйесін жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу қарастырылған. Қарастырылған кәсіпорын құрамына жалпы жылу жүктемесі 48 гкал / сағ болатын ғимараттар, құрылыстар және семинарлардан тұрады. Кәсіпорынның жылумен жабдықтау көзі - екі ыстық су қазандығы бар қазандық. 30 гкал / сағ жылу өндірісі бар бір қазандық және жылу өндірісі 12 гкал / сағ бар екінші қазандық. Олар 115/70 температура графикасына сәйкес жұмыс істейді. Бөлмелерде «Теплоагрегат» зауытының калориферлері орнатылған. Олар 150/70 температуралық графикте және су температурасында 115 градусқа дейін жұмыс істеуге арналған, олардың тиімділігі 70% төмендейді. Мұз қабатының пайда болуына байланысты, үтірлерде мұздату пайда болады, ауа температурасы он градусқа дейін төмендеді [1]. Мұндай ауа параметрлерімен өнімдерді бояу мүмкін емес, бұл өндіріс шығындарына әкеледі. Өндірістік семинарлардың энергетикалық сауалнамасы жүргізілді, нәтижелері бойынша осы кәсіпорынның жылумен жабдықтау жүйесін жаңғыртудың бірнеше жолдары ұсынылды:

1. Су төбесінен инфрақызыл панельдерді қолдану.

Төбенің панельдерін қолдана отырып, ғимараттарды жылыту және салқындату ыңғайлы және сонымен бірге қаржылық тұрғыдан тиімді. Панельдерді кез-келген бөлмеде 30 м дейін қолдануға болады. Энергияны үнемдеу әлеуеті басқа жүйелермен салыстырғанда энергияның 40% -дан астамын құрайды. Жүйенің артықшылығы - жылудың аралық салқындатқышты (ауа) жылусыз тікелей беру. Бір панельдің құны ұзындығы 20 м, 3500-4000 евродан тұрады. Компоненттер мен автоматиканы ескере отырып, бағасы шамамен 30% -ға артады. Біздің жағдайда ұзындығы 13450 м немесе 673 дана панельдер қажет.