
EUROPEAN of Technology and Design

Has been issued since 2013.
ISSN 2308-6505. E-ISSN 2310-3450
2015. Vol.(7). Is. 1. Issued 4 times a year

EDITORIAL STAFF

Dr. Kuvshinov Gennadiy – Sochi State University, Sochi, Russia (Editor-in-Chief)
PhD Petrochenkov Anton – Perm National Research Politechnic University, Perm, Russia
PhD Volkov Aleksandr – Sochi State University, Sochi, Russia

EDITORIAL BOARD

Dr. Coolen Frank – Durham University, Durham, United Kingdom
Dr. Md Azree Othuman Mydin – University Sains Malaysia, Penang, Malaysia
Dr. Tsvetkov Viktor – Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Dr. Utkin Lev – Saint-Petersburg Forestry University, Saint-Petersburg, Russia
Dr. Zhuk Yulia – Saint-Petersburg Forestry University, Saint-Petersburg, Russia

The journal is registered by Federal Service for Supervision of Mass Media, Communications and Protection of Cultural Heritage (Russia). Registration Certificate ПИ № ФС 77 – 54155 17.05.2013.

Journal is indexed by: **CrossRef** (UK), **EBSCOhost Electronic Journals Service** (USA), **Electronic scientific library** (Russia), **Global Impact Factor** (Australia), **Open Academic Journals Index** (Russia), **ULRICH's WEB** (USA).

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 26/2 Konstitutcii, Office 6
354000 Sochi, Russia

Website: <http://ejournal4.com/>
E-mail: ejtd2013@mail.ru

Founder and Editor: Academic Publishing
House *Researcher*

Passed for printing 16.03.15.
Format 21 × 29,7/4.
Enamel-paper. Print screen.
Headset Georgia.
Ych. Izd. l. 4,5. Ysl. pech. l. 4,2.

Circulation 500 copies. Order № 7.

European Journal of Technology and Design

2015

Is. **1**



Издается с 2013 г. ISSN 2308-6505. E-ISSN 2310-3450
2015. № 1 (7). Выходит 4 раза в год.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кувшинов Геннадий – Сочинский государственный университет, Сочи, Россия
(Гл. редактор)
Волков Александр – Сочинский государственный университет, Сочи, Россия
Петроченков Антон – Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Жук Юлия – Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
Коолен Франк – Университет г. Дарем, Дарем, Великобритания
Мд Азри Отхуман Мудин – Университет Малайзии, Пенанг, Малайзия
Уткин Лев – Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
Цветков Виктор – Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия (Российская Федерация). Свидетельство о регистрации средства массовой информации **ПИ № ФС 77 – 54155** 17.05.2013.

Журнал индексируется в: **CrossRef** (Соединенной королевство), **EBSCOhost Electronic Journals Service** (США), **Global Impact Factor** (Австралия), **Научная электронная библиотека** (Россия), **Open Academic Journals Index** (Россия), **ULRICH's WEB** (США).

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 354000, Россия, г. Сочи,
ул. Конституции, д. 26/2, оф. 6
Сайт журнала: <http://ejournal4.com/>
E-mail: ejtd2013@mail.ru

Учредитель и издатель: ООО «Научный
издательский дом "Исследователь"» -
Academic Publishing House *Researcher*

Подписано в печать 16.03.15.
Формат 21 × 29,7/4.
Бумага офсетная.
Печать трафаретная.
Гарнитура Georgia.
Уч.-изд. л. 4,5. Усл. печ. л. 4,2.
Тираж 500 экз. Заказ № 7.

C O N T E N T S

Farzaneh Safari, Alison Zamanpour, Aghil Reihany, Sara Farah, Farshad Farahbod Prevent Corrosion in Cooling Towers: Finding the Optimum Amount of Makeup Water and the Outlet Water Stream, Experimentally	4
Mohsen Roosta, Farshad Farahbod, Taleb Zaree Parametric Study of Basic Items in The Solar Still	12
R.S. Nigmatullin Automation Systems Inlet Air of Laboratory Campus	16
Dmitry V. Saitie, Aleksandr A. Smolnikov Modeling of Combustion of Watered Gasoline	27
A.M. Zavyalov Primary Hydrocarbons on the Power Plants for Oil's and Gas's Production	36

Copyright © 2015 by Academic Publishing House Researcher



Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

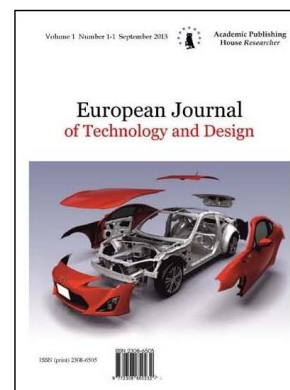
ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 7, Is. 1, pp. 4-11, 2015

DOI: 10.13187/ejtd.2015.7.4

www.ejournal4.com



UDC 621

Prevent Corrosion in Cooling Towers: Finding the Optimum Amount of Makeup Water and the Outlet Water Stream, Experimentally

¹ Farzaneh Safari

² Alison Zamanpour

³ Aghil Reihany

⁴ Sara Farah

⁵ Farshad Farahbod

^{1-3, 5} Islamic Azad University, Firoozabad, Fars, Iran

Department of Chemistry, Firoozabad Branch

¹ E-mail: f_safari90@yahoo.com

² E-mail: zamanpour.a@gmail.com

⁴ Islamic Azad University, Marvdasht, Fars, Iran

Department of Chemical Engineering, Marvdasht Branch

E-mail: sfarahmand2005@gmail.com

⁵ E-mail: mf_fcfe@iauf.ac.ir

Abstract

In this work, problems related to the corrosion and sedimentation in cooling tower and the decrease in the amount of evaporation rate are investigated experimentally, using loop test which is similar to the cooling tower system. The input and output water stream in the loop test are analyzed in different time intervals, different amount of evaporation, different amount of the outlet water and make up water stream. The first analyzes indicate on the increase in the amount of dissolved material, concentration cycle and also the increase in the amount of evaporation rate and consequent corrosion problems and sedimentation. However, adjusting the amount of makeup water and the water outlet provides the acceptable results. Changes in conditions due to each analyze are illustrated in curves.

Keywords: FeCl₃; Fe₂(SO₄)₃; Al₂(SO₄)₃.

Introduction

Literature review

Marquis Brenhardet et al. in 2014, have been studied the effect of heat operation and the rate of cooling process on properties of light sediment. They produced light seed from clay, in the laboratory. Experimental results were investigated in material resistance and micro structure of material after different heat working and different velocity of cooling. Feng hiwang et al in 2014 studied about the recycled cooling water system in petrochemical industry in experimental scale. This cooling water system was used before wastewater flocculation process in treatment unit. Reverse osmosis mechanism was used before the treatment process. They presented the optimum dosage of four coagulants of polymer acryl amide. This includes anionic poly acryl amid, cationic

poly acryl amide, nonionic poly acryl amide and hydrophobic poly acryl amide which is invented in the laboratory using coagulation and flocculation. Xia lung sung et al in 2012 investigated about the raman structural complementation. This was a thinning operation of multilayer graphene in helium hydrogen discharge arc during rapid cooling. They presented the decrease in the number of layers and structural disorders in multilayer grapheme in discharge arc of helium-hydrogen mixture were done by fast cooling processes. They investigated the appropriate mixing parameters of helium-hydrogen mixtures, the effect of high cooling velocity in forming, morphology and structural disorders of initial colly.

Erika makenzy et al in 2013, investigated the dual evaporation cooling systems and evaluated the remained water operation in urban sector. They used the summation of electrical charges in water (directly or indirectly) for 15 years in 6 different zones of mountain in California for three cooling water towers in conduction system. Yung Hu et al in 2013 investigated a cooling tower operation. They investigated on the angle of baios changes in ferromagnetic and non feromagnetic using in cooling process. They showed there is no need to the angle depends on the baios changes in low operation temperature in cooling process. The principle of this presentation is simulated based on the Monte Carlo:

Loop test and the operation



Figure 1. A schematic of loop test.

Method and experimental instruments

The amount of ions cause water hardness in the inlet stream of cooling tower is measured due to the standards and the results are reported. Some of the used equipments are shown in Figure 2.

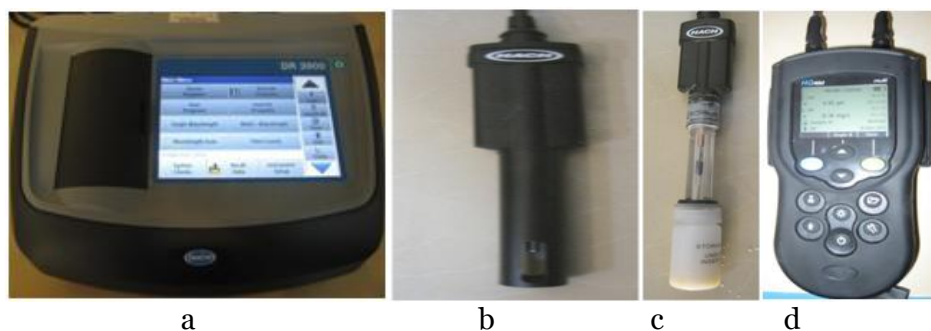


Figure 2. a. Spectrophotometer
 b. Electrode Probe CDC401
 c. Electrode Probe C301pH
 d. Moltimeter

Equations and Calculations

pH value is measured by one electrode. Electrode is an electrochemical sensor which includes one identifier electrode and one reference electrode.

Membrane voltage changes due to the changes in pH value of solution. Usual electrodes are made as the membrane voltage in pH=7 equals to zero millivolt. Electrical pH is measured using an electrode.

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] && 1 \\ \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] = -\log [10^{-7}] = 7 && 2 \end{aligned}$$

The unit of Water electrical conductivity is mho/cm, the unit of electrical resistance is ohm and since the electrical conductivity is reverse of resistance, so its unit is mho/cm. This unit represents a large number so usually the unit of micromho/cm is used instead of mho/cm which is smaller about 10^{-6} order. Pure water electrical conductivity is $0.056 \mu\text{mho/cm}$. Also, micromho/cm is called microzimens/cm. The values of electrical conductivity and total dissolved solids are as follows:

$$\text{EC} = 2 \text{ TDS} \quad 3$$

a. The increase in the value of electrical conductivity or in the amount of total dissolved solids increases the rate of corrosion in water. On the other hand the rate of corrosion in the sample with higher electrical conductivity is higher than other sample which has the same oxygen content and pH value.

b. The increase in the values of electrical conductivity, decreases the salt in water

Iron in the sample is in form of ferro and ferric. Iron measurement is due to FeII or ferro. FeII and total amount of iron can be determined using method of colorimetric with orthofenantroil consequently the amount of Ferric can be determined.

$$\begin{aligned} \text{Total Iron} &= [\text{Fe}^{2+}] + [\text{Fe}^{3+}] && 4 \\ [\text{Fe}^{3+}] &= \text{Total Iron} - [\text{Fe}^{2+}] && 5 \end{aligned}$$

The amount of ferric in sample is regenerated into ferro type using amino-hydroxide and HCl, determining the total amount of iron. HCl and concentrated HNO₃ are used preventing the iron leakage, if the time interval between sampling and experiment is too long. 1 ml of each acid is sufficient for 1 liter of solution to decrease the amount of pH below 4. Acetate buffer is used adjusting the pH of solution, usually. Total alkalinity of water includes hydroxide radicals, carbonates and sometimes phosphates, borates and silicates. The alkalinity of hydroxide includes magnesium hydroxide, Sodium hydroxide, Calcium hydroxide, magnesium oxide and calcium oxide. The most important components of water carbonates includes: Calcium carbonate, Sodium carbonate and magnesium carbonate. The most important types of usual bicarbonates in water are: bicarbonate ion, Sodium bicarbonate, Magnesium bicarbonate. The applied identifiers used in determination of water alkalinity are phenol ftallyn and methyl orange. The summation amount of phenol ftallyn and methyl orange alkalinity is called total alkalinity and is shown with symbol of T.

$$\text{T} = \text{P} + \text{M} \quad 6$$

M is symbol of the amount of consumed acid neutralize bicarbonates, P is the amount of consumed acid to neutralize hydroxide and carbonate and T denotes the total alkalinity, in Equation 6.

Performance calculations

The only role of cooling tower is cooling the warm water. The whole process is defined as follow; cooling water circulates in operation units and absorbs heat and this flow becomes warm and recycled to the cooling tower to be cool contacting with the air which flows in the tower. Considerable amount of heat transfers from the water to the cooling air through this process and cools the water and heat the air. This is responsible of 20 to 30 percentage of the evaluated amount of total process cooling. The remained fraction of cooling is from evaporation of about 1 to 2 percentage of recycled water. About

1000 BTU energy is consumed to evaporate the 1 lbm of water. The amount of consumed heat in BTU, is provided from the total heat in this water stream.

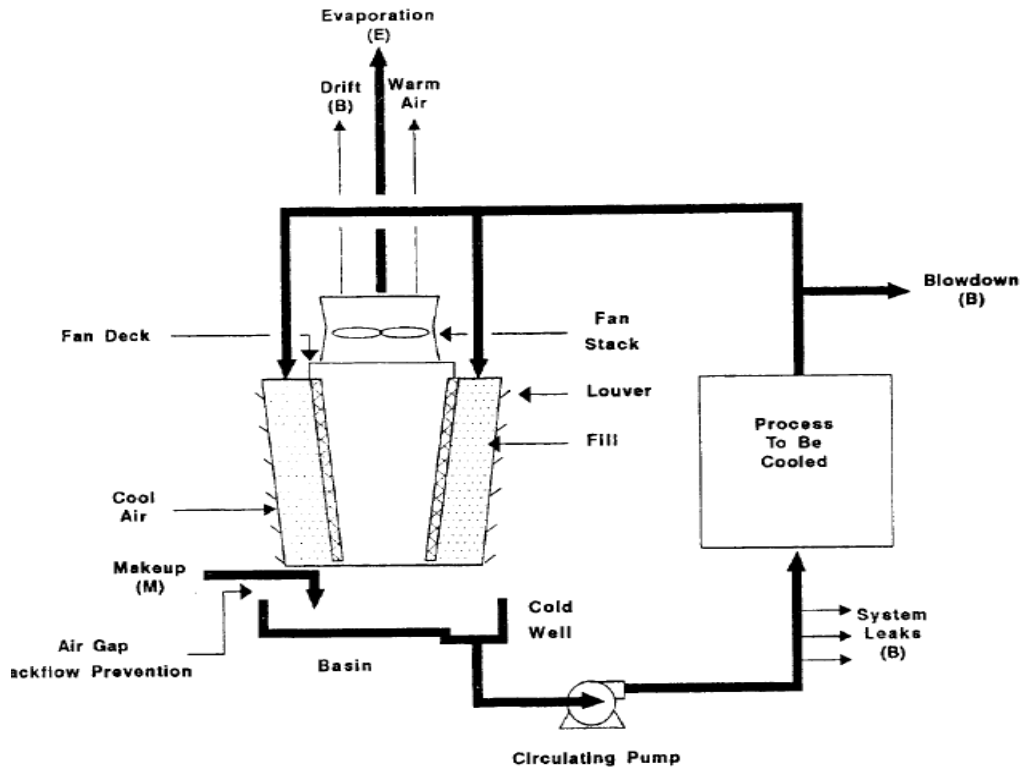


Figure 3. The location of the makeup water and lost water in the simple cooling water system.

Results and Discussion

The amounts of sedimentation factors in the cooling tower are measured and shown in follow Figures and are reported in this section.

Investigation of pH value

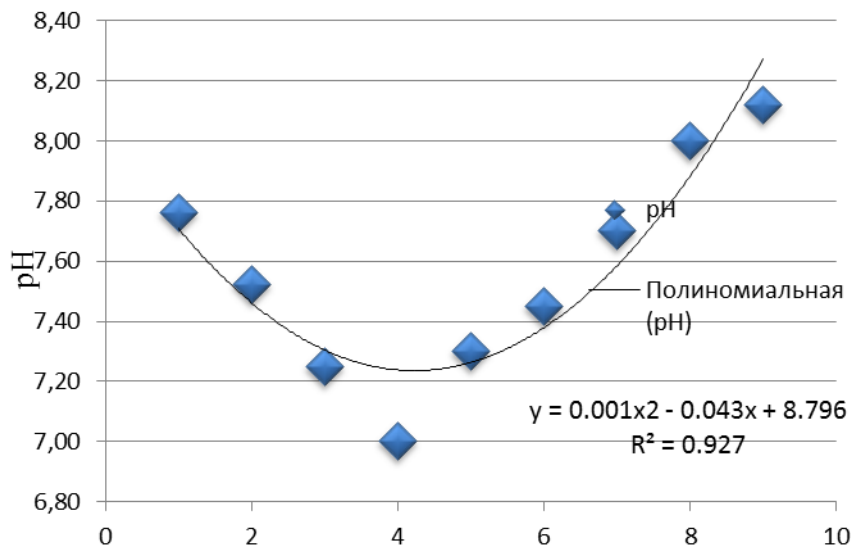


Figure 4. The pH value analyze curve

Figure 4 shows the curve of pH analyzes which are observed from changes in pH parameter. pH shows the concentration of hydrogen ion in water and it changes between 7.2 to 8.2. Although, the increase in the amount of changes is observed due to the curve but the accuracy of the measured pH in different time intervals can be investigated considering the near results and also regression value. This parameter is proportional with phosphate directly and reversely with chloride. So, the decrease in the amount of pH in the middle of curve the amount of phosphate decreases and the amount of chloride increases. Since the changes in pH values are standard then no sedimentation and no corrosion in loop test system is obtained.

Investigation in electrical conductivity

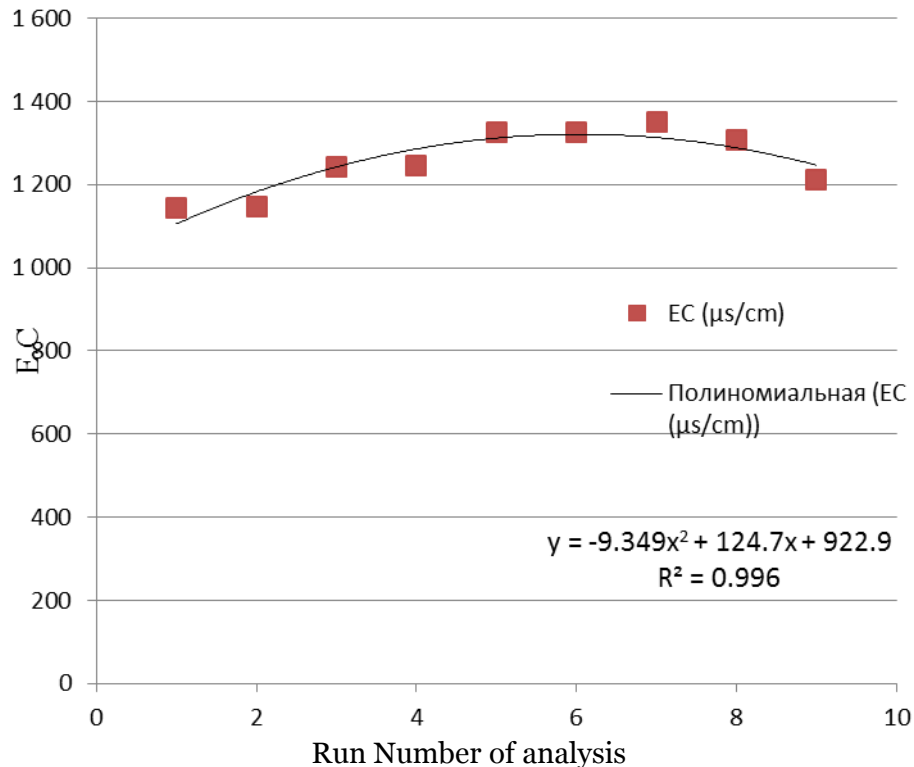


Figure 5. Electrical conductivity analyze curve

Figure 5 shows the analyze results of water electrical conductivity. Water conductivity shows the transmission ability of electrical current transfer in water. The existed ions in water make the electrical current transfer possible. So, there is a relation between electrical conductivity and the concentration of total dissolved solids in water. According to the obtained results of EC in the Figure 5, in the initial middle of curve, the changes in parameter are between 1100 to 1400 μz/cm. The increasing trend of curve shows the increase in the amount of dissolved solids in water which may lead to the increase in the amount of total hardness, sedimentation load and different corrosion types in system. However, the decreasing trend of results is obtained considering the second part of the curve, the amount of dissolved solids decreases and there is not any malfunction of sedimentation and corrosion in the system.

Total dissolved solids

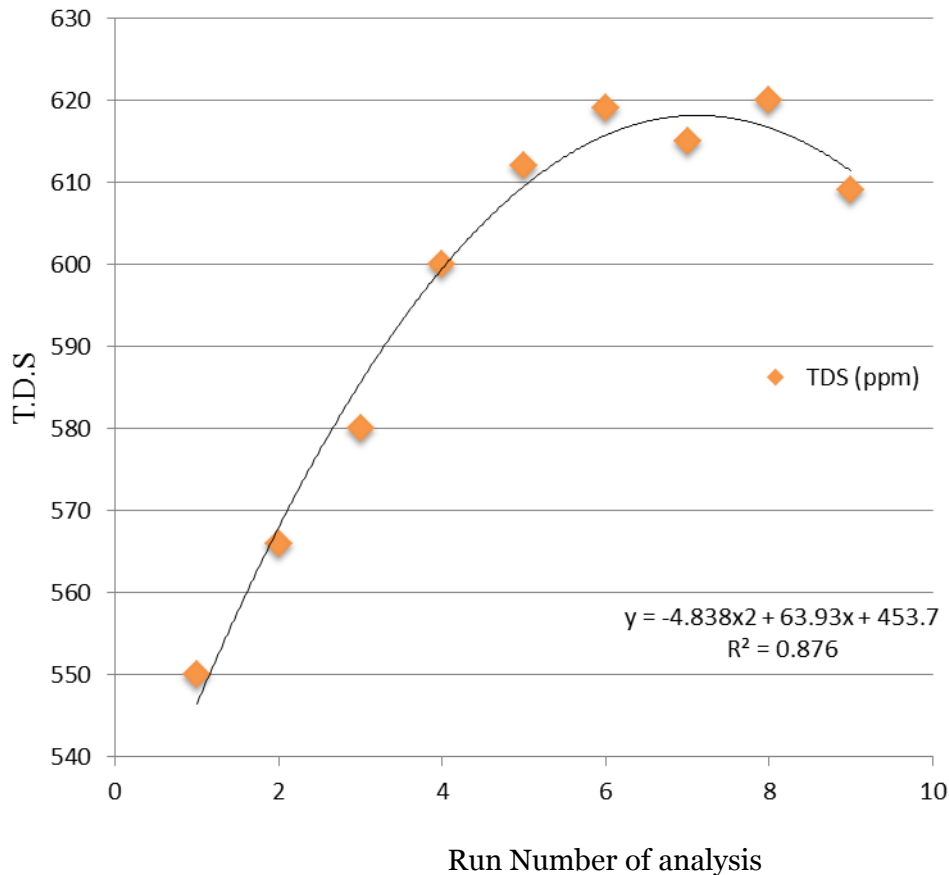


Figure 6. Total dissolved solid analysis curve

Figure 6 show the analysis of total amount of solids in water which is the total dissolved solid contaminants in water indicates the total concentration of all ions in water. The measurement unit of TDS is mg/lit. According to the changes in TDS parameter, the changes are ranged in 55 to 620 mg/lit at the first stage of the changes curve. This increase shows the increase of total amount of solids in water. This increases the amount of total hardness and the increase in the amount of sedimentation and corrosion in system. However, this malfunction is solved using the increase in the concentrated cycle and the test loop inlet water and also the increase in the outlet water. Then the other results are acceptable.

Total hardness investigation

Figure 7 shows the results of total hardness analysis. The total hardness includes the amount of Calcium and Magnesium ions in water. So, the total amount of water hardness is a portion of total dissolved solids in water. Total hardness is the main factor of sedimentation. The measuring unit of total hardness is mg/lit as CaCO₃. Totally, the concentration process in system changes the effective total hardness parameter in system. The increase in the amount of pH, EC and TSS increases the amount of Calcium and magnesium ions and this change in concentration leads to the higher sedimentation and also higher evaporation rate. The downtrend of total hardness curve is obtained considering the precise amount of outlet water and concentration cycle, finally.

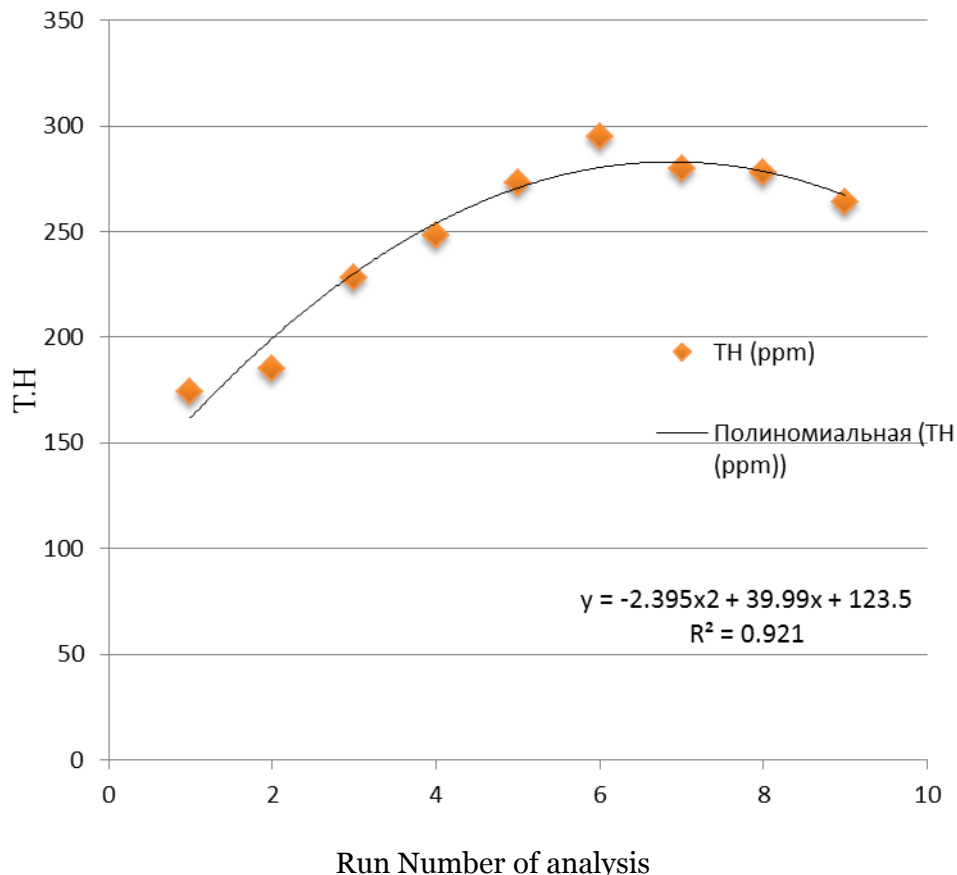


Figure 7. Total hardness analysis curve

Conclusions

In this investigation, the factors in hard water which causes precipitation and corrosion are considered. The parameters which affect precipitation in cooling process are measured and evaluated due to loop test. Totally, the results show that the acquisition process is done with aforementioned analysis at the undesirable conditions of the loop test. So, due to the analysis the amounts of outlet water make up water and the rate of evaporation can be determined to prevent the precipitation in loop test. This also avoids corrosion. Also, phosphate should be injected in system before the proper conditions for bacterial growth is observed.

References:

1. Khan J.R., Zubair S.M., "An Improved Design and Rating Analyses of Counter Flow Wet Cooling Towers", ASME Journal of Heat Transfer, 2001, pp. 770-778.
2. Baker R.W., "Membrane Technology and Applications", John Wiley & Sons, 2004.
3. Amara M., Kerdjoudj H., "A modified anion-exchange membrane applied to purification of effluent containing different anions, Pre-treatment before desalination", Elsevier, 2007, pp. 205-209.
4. Gosi P., "Method and Chart for the Determination of Evaporation Loss of Wet Cooling Towers", Heat Transfer Engineering, 1989, pp. 44-49.
5. Alessandra C., Vincenzo B., "Sonolysis and ozonation as pretreatment for anaerobic digestion of solid organic waste", Ultrasonics Sonochemistry, 2013, pp. 931-936.
6. Sheng C., Zheng J.L., Feng L., "Evaluation of different pretreatment methods for preparing hydrogen-producing seed inocula from waste activated sludge", Renewable Energy, 2011, pp. 1517-1522.
7. Rahayu C., Nazly H., Erizal k., Erlinda T.B., Abbas B., "Radiation and chemical pretreatment of cellulosic waste", Radiation Physics and Chemistry, 1993, pp. 695-698.
8. Li Y.A., "Study on closed circuit cooling tower in air conditioning systems", Refrigeration Journal, 1997.
9. Simpson W.M., Sherwood T.K., "Performance of Small Mechanical Draft Cooling Towers", Refrigerating Engineering, 1946, pp. 525-543.

10. Braun J.E., Klein S.A., Mitchell J.W., "Effectiveness Models for Cooling Towers and Cooling Coils", ASHRAE Transactions, 1989, pp. 164-174.
11. Devlin D.C., Esteves S.R.R., Dinsdale R.M., Guwy A.J., "The effect of acid pretreatment on the anaerobic digestion and dewatering of waste activated sludge", Bioresource Technology, 2011, pp. 4076-4082.
12. Ranjan B.D., Elsayed E., Hisham H., George N., Madhumita R.B., "Thermo-oxidative pretreatment of municipal waste activated sludge for volatile sulfur compounds removal and enhanced anaerobic digestion", Chemical Engineering Journal, 2011, pp. 166-174.
13. Ranjan B.D., Emhemmed Y., George N., Madhumita R. ., "Pretreatment of municipal waste activated sludge for volatile sulfur compounds control in anaerobic digestion", Bioresource Technology, 2011, pp. 3776-3782.
14. Davor D., Krešimir K., Barbara V., "RO/NF treatment of wastewater from fertilizer factory - removal of fluoride and phosphate", Desalination, 2011, pp. 237-241.
15. Elguera A. M., "Development of the most adequate pre-treatment for high capacity seawater desalination plants with open intake", Desalination, 2005, pp. 173-183.
16. Fdez L. A.G., Gallego C. Á., Márquez D.S., García L.I.R., "Biological pretreatment applied to industrial organic fraction of municipal solid wastes (OFMSW): Effect on anaerobic digestion", Chemical Engineering Journal, 2011, pp. 321-325.
17. Ericsson B., Hallmans B., "Membrane applications in raw water treatment with and without reverse osmosis desalination", Desalination, 1994, pp. 3-16.
18. Hadley M., "Rapid gravity filters: Developments in desalination pre-treatment", Elsevier, Filtration & Separation, 2009, pp. 17-19.
19. Hilal N., Mohammad A. W., Atkin B., Darwish N. A., "Using atomic force microscopy towards improvement in nanofiltration membranes properties for desalination pre-treatment", Elsevier, Desalination, 2003, pp. 137-144.
20. Yub H.K., Bai S.E., Bok C.H., "A mechanical pretreatment of waste activated sludge for improvement of anaerobic digestion system", Water Science and Technology, 1997, pp. 111-116.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

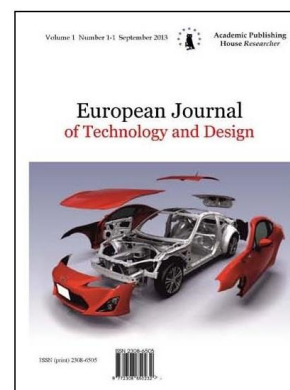
ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 7, Is. 1, pp. 12-15, 2015

DOI: 10.13187/ejtd.2015.7.12

www.ejournal4.com



UDC 621

Parametric Study of Basic Items in the Solar Still

¹Mohsen Roosta

²Farshad Farahbod

³Taleb Zaree

¹⁻² Islamic Azad University, Sirjan, Iran
College of Engineering, Sirjan Branch
Department of Chemical Engineering

¹ E-mail: m.roosta@srbiau.ac.ir

² E-mail: mf_fche@yahoo.com

³ University of Hormozgan, Iran

Department of Mechanical Engineering

E-mail: talebzaree@yahoo.com

Abstract

Fortunately, in regions of greater potable and drinking water shortage like Middle East, renewable energies such as solar energy is more abundant during the year. The desalination method in this solar desalination still is evaporation distillation. Basically this solar desalination still is a batch stage for every day operation with saline wastewater. This paper describes the solar desalination still, discusses the used method for distillation and represents the experimental results, finally. The results show the feasibility of using the solar still.

Keywords: still; saline; wastewater; operation; distillation.

Introduction

Water treatment is usually needed and desalination process is the most efficient for formation of drinking and fresh water from brackish and/or seawater, certainly [1 and 2]. However, desalination process is energy intensive and since of scarcity of wood, oil and generally fossil fuel resources also high capital, fixed and operational cost [3 and 4]. Among, solar desalination still is based on renewable, free; clean and safe solar energy is the promise for a cost beneficial solution [5 and 6]. These systems are environmental friendly and cost saving process competitive with the other desalination systems [7].

Published researches from 1986 to 1995 focused on the technical feasibility of solar systems such as solar stills or solar stills. Several papers show during 1995 to 2000 the researches have been focused on development of solar system especially solar stills. Since 2000, the published papers have been surveyed on the environmental problems and operating conditions which enhanced the yield percentage and also, economics in order to make it more cost beneficial and competitive with the other desalination systems such as multi stage flash, MSF, reverse osmosis, RO, electro dialysis, ED, multi effect distillation, MED, concentrating photovoltaic/thermal systems, CPVTS, and etc.

Fortunately, in regions of greater potable and drinking water shortage like Middle East, renewable energies such as solar energy is more abundant during the year. So, solar desalination systems have been applied for many generations especially production of sweet water [7]. According to many literatures the earliest documented work is related to an Arab alchemist in the 5th century. Several published papers have been stated that an Arab alchemist had applied polished Damascus mirrors for solar distillation. Some scientists especially the famous French chemist, Lavoisier (1892) applied the large glass lenses mounted on collaborating supporting structures to collect and also concentrate solar energy on the contents of distillation flasks. Apply of silver or aluminum coated glass reflectors to collect and concentrate solar energy for distillation is described by previous literatures [7]. In the last century application of the solar concentrators in solar distillation is reported by literatures. Scientists applied a concentrator to collect and finally focus solar rays on to a copper boiler containing water. The vapor generated from the boiler is piped to a conventional water cooled condenser in which distilled water is circulated and then accumulated. Renewal of interest in solar distillation happened soon after the First World War [7]. Many varieties of new apparatuses and stills such as the basin types, inclined-tray, tilted-wick type, roof type, flash type stills and inflated type systems has been developed and studied for solar desalination systems. But a very small number of processes put into practice since of the low yield and small level of production rate of potable and drinking water [7].

In this study an experimental solar desalination still with operating performance is discussed and evaluated. The experimental results show the performance of the solar desalination still depends on the meteorological conditions such as solar radiation, used material in solar still, atmospheric temperature, etc.

Materials and method

The principle of the solar still is quite simple. The air in the solar desalination still is evacuated and the water boils at low temperature. So, solar radiation can be applied for the distillation and the smaller temperature difference being only a few Kelvin between a glass roof and the brackish water makes it possible to get more potable water. The optimum solar desalination still would be constructed from a realization of an optimum heat by considering the second law of Thermodynamics and an optimum mass transfer process.

1 The study of used solar desalination still

The desalination method which is applied in the present work is evaporation distillation at low temperature. The process is batch, basically for every day operation with wastewater desalination. The Schematics of the solar desalination still is shown in Figure 1.

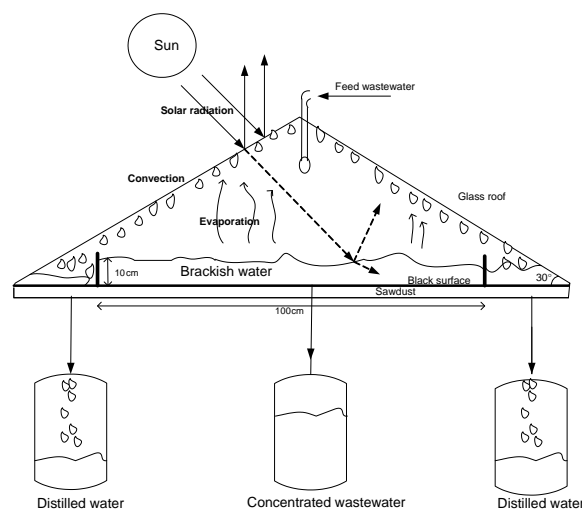


Figure 1. The Schematics of the solar desalination still.

Transferring of vapor is made by movement of steam from the solar desalination still (high pressure and temperature place) to the clean water collector vessel (low temperature and pressure place) and the storage tank. The storage tank is made from PVC contains remarkable volume of the brackish water and is placed in the shelter. So, this can be used as a condenser for the effluent steam from the solar desalination still. The temperature drop of steam in the cooling pipe line helps transferring of steam to the water collector vessel When the steam passing through the storage tank.

2 Description of procedure

One hour before sunrise, 100 kg of brackish water are prepared in the solar desalination still. Evaporated water filled solar desalination still is evacuated during day light. The temperature of the brackish water and potable water are measured by copper-nickel thermocouples and also, recorded at any time on chart paper.

After finishing the daily operations (at sunset) the condensate water in the collector vessels is recovered after the vacuum of the process is broken and the mentioned process is repeated every day.

Results and Discussion

The obtained results of experimental work are analyzed according to the below notes; Figure 2 shows the amount of insolation rates in 2013, monthly, the maximum and minimum solar radiation is in June and December, respectively. This is related to the inclination of solar radiation which is vertical nearly in the summer season and on June.

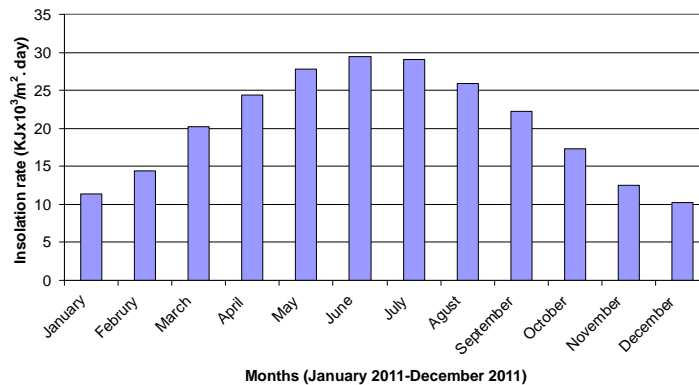


Figure 2. Investigation of insolation rate versus different months.

Correlations 1 and 2 show the highest and lowest production versus insolation rate for each month of 2013. Highest production is obtained in July and the minimum production of clean water is gained in December. Wind velocity is one effective factor in temperature difference between brackish water and glass roof so affects evaporation rate of water. In Shiraz due to the weather condition, wind velocity is higher in July than June with the approximate equal insolation rate, so in July the amount of water production is higher than June.

The highest production, HP (kg/m².day), of potable water is dependent on the solar radiation, s (kJ×10³/m².day), of the brackish waste water.

$$HP = -7.9 \times 10^{-3} s^2 + 2.9 \times 10^{-1} s - 3.3 \times 10^{-1} \tag{1}$$

The value of the standard deviation 0.959 may show the high prediction accuracy of the correlation 1.

Related correlation which shows the variation of the lowest production, LP (kg/m².day), with the insolation rate is presented in Equation 2 with a relatively high accuracy according to Figure 5.

$$LP = -5.2 \times 10^{-6} s^4 + 8.1 \times 10^{-4} s^3 - 2.2 \times 10^{-3} s^2 + 9 \times 10^{-2} s - 4.7 \times 10^{-6} \tag{2}$$

Conclusion

According to the experiments, the maximum and minimum solar radiation is in June and December, respectively. Highest production is obtained in July and the minimum production of clean water is gained in December. Wind velocity affects the rate of production in July because of making the higher temperature difference between brackish water and glass roof.

References:

1. M.A. Al-Dabbas, A Performance Analysis of Solar Chimney Thermal Power Systems, *Thermal Science* 15 (2013) p. 619-642.
2. F. Farahbod, D. Mowla, M.R. Jafari Nasr, M. Soltanieh, Experimental study of forced circulation evaporator in zero discharge desalination process, *Desalination* 285 (2012) p. 352-358.
3. S. Karellas, K. Terzis, D. Manolakos, Investigation of an autonomous hybrid solar thermal ORC–PV RO desalination system, *Renew. Energ.* 36 (2013) p.583-590.
4. D. Kim, A review of desalting process techniques and economic analysis of the recovery of salts from retentates, *Desalination* 270 (2013) p. 1-8.
5. F. Macedonio, L. Katzir, N. Geisma, S. Simone, E. Drioli, J. Gilron, Wind-Aided Intensified eVaporation (WAIV) and Membrane Crystallizer (MCR) integrated brackish water desalination process: Advantages and drawbacks, *Desalination* 273 (2013) p. 127-135.
6. C.O. Ayala, L. Roca, J.L. Guzman, J.E. Normey-Rico, M. Berenguel, L. Yebra, Local model predictive controller in a solar desalination plant collector field, *Renew. Energ.* 36 (2013) p. 3001-3012.
7. F. Farahbod, D. Mowla, M.R. Jafari Nasr, M. Soltanieh, Investigation of Solar Desalination Still Performance Experimentally and Mathematically, *J. Energy Resour. Technol.* 134 (2012) 041201.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

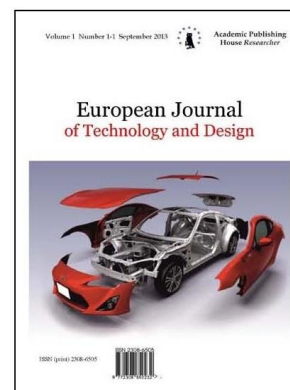
Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 7, Is. 1, pp. 16-26, 2015

DOI: 10.13187/ejtd.2015.7.16

www.ejournal4.com

UDC 621.64, 696.2

Automation Systems Inlet air of Laboratory Campus

R.S. Nigmatullin

Kamsky Institute of Humanitarian and Engineering Technologies, Russian Federation

Abstract

In the work there were reconstructed the HVAC system of laboratory campus on Tchaikovsky. There was proposed an automated system management through ventilation systems, which enables savings energy-resources, protect the motor from overheating and heat exchangers from freezing. The calculations showed that the introduction of automation annual economic benefit of 150,854.62 rubles.

Keywords: ventilation; automation; ventilation; heat transfer.

Введение

Автоматизация является одним из важнейших факторов роста производительности труда в промышленном производстве. Непременным условием ускорения темпов роста автоматизации является развитие технических средств. К ним относятся все механизмы, входящие в систему управления для осуществления управляющих и регулирующих воздействий на объект управления, а также устройства, предназначенные для получения информации, ее передачи, хранения и преобразования. Современная промышленность характеризуется постоянным расширением сферы автоматизации: все что еще недавно было неавтоматизировано и полуавтоматизировано – автоматизируется. При проектировании современных технологий, оборудования и конструкций необходимо также научно обосновано подходить к разработке безопасности и безвредности работ.

Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, используемых при организации воздухообмена для обеспечения заданного состояния воздушной среды в помещениях и на рабочих местах в соответствии со строительными нормами и правилами. Системы вентиляции обеспечивают поддержание допустимых параметров в помещениях различного назначения. Кондиционирование воздуха – это создание и автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров (температуры, влажности, чистоты, скорости движения) воздуха на определенном уровне с целью обеспечения оптимальных условий микроклимата, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса и обеспечения сохранности ценностей культуры.

Исходные данные для проектирования

В ходе работы проанализировано состояние микроклимата одного из лабораторных корпусов (ЛК), находящийся в городе Чайковском. Для проектирования систем вентиляции приняты следующие параметры наружного воздуха: район строительства – Пермский край, г. Чайковский; географическая широта – 57°, расчетные параметры наружного воздуха

согласно СП 131.13330.2012 как для города Чайковский; средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее теплого месяца + 22,6 °С; среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца 75 %; средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца – минус 35°С; среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 66 %; для холодного периода наружная температура воздуха – минус 35°С; среднее барометрическое давление 970 Па.

ЛК предназначен для выполнения анализа природной, горячей и сточной воды, почвы и атмосферного воздуха. Перечень определяемых показателей в объектах исследований:

- вода природная: рН, взвешенные вещества, ионы аммония, нитриты, нитраты, общий органический азот по Кьельдалю, фосфаты, сухой остаток, хлориды, сульфаты, ХПК, БПК, АПАВ, нефтепродукты, железо, медь, хром, цинк, никель, марганец, свинец, ртуть, хроническая токсичность;

- вода горячая: рН, сухой остаток, жёсткость, железо, запах, цветность, мутность, температура, сероводород, алюминий;

- вода сточная: острая токсичность;

- почва: рН, нефтепродукты, фенолы, железо, медь, хром, цинк, никель, марганец, свинец, ртуть;

- атмосферный воздух: одорант (меркаптаны).

ЛК представляет собой каркасно-панельную конструкцию. Общие габариты комплекса в плане – 12,6 × 21,2 м.

Вентиляция и кондиционирование

В помещениях лабораторного комплекса запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением, рассчитанная на удаление выделяющихся вредностей и по нормативной кратности воздухообмена с проверкой на подачу санитарной нормы свежего воздуха на одного человека.

В качестве приточных вентиляционных установок применяется оборудование фирм «Komfovent» и «Лиссант», систем фильтрации, обработки и очистки воздуха: оборудование фирм «Тион». Все применяемое оборудование и материалы сертифицированы по установленным требованиям Российской Федерации.

Запроектированы приточные установки П1, П2 снабжаются теплом от узла управления. Теплоноситель вода с параметрами 130–70 оС. Выпуск воздуха предусмотрен через воздухоотводчик расположенный в верхней точке системы. Система теплоснабжения монтируется из водогазопроводных легких труб под накатку резьбы по ГОСТ 3262-75*. Опорожнение трубопроводов предусматривается через шаровые краны.

В качестве приточной установки был выбран кондиционер компактный моноблочный малогабаритный ККП-М из серии приточных установок фирмы «Komfovent» с микропроцессорным управлением. В отличие от традиционных вентиляционных систем с аналоговой автоматикой, приточные установки в вариантах имеют гибко настраиваемые режимы работы и пульт управления с графическим дисплеем. Установки снабжены встроенным воздушным клапаном с электроприводом.

Моноблочная приточная установка – это компактная приточная вентиляционная система, все компоненты которой собраны в одном шумоизолированном корпусе. Благодаря такой конструкции моноблочные системы приточной вентиляции избавились от многих недостатков, свойственных наборным системам. Небольшие размеры и низкий уровень шума позволили размещать моноблочные системы непосредственно в жилых и административных помещениях, а подбор и регулировка всех компонентов на этапе производства сделали ненужными сложное проектирование и пуско-наладку при монтаже приточной установки. В комплект установки входят: воздушный клапан с электроприводом, фильтр, водяной нагреватель, вентилятор.

В комплекте с приточной установкой поставляется смесительный узел. Смесительные узлы предназначены для регулирования мощности и защиты водяных воздухонагревателей от обмерзания. Компоненты смесительного узла изготовлены из латуни, нержавеющей стали, оцинкованной стали и чугуна, уплотнения – из каучука и пластмасс.

В состав входит циркуляционный насос Grundfos, трехходовой вентиль ESBE с трехпозиционным сервоприводом, ESBE, байпас с обратным клапаном и регулирующим вентилем, запорные шаровые вентили, фильтр отопительной воды, гибкие трубки. Должен быть установлен в непосредственной близости с калорифером.

Схема обвязки смесительного узла показана на рисунке 1.

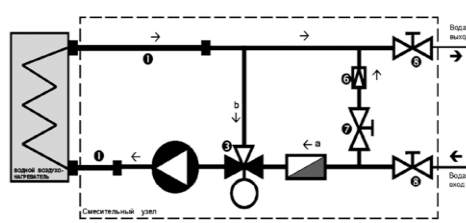


Рис. 1. Смесительный узел: 1 Присоединительные нержавеющие шланги; 2 Циркуляционный насос; 3 Трехходовой вентиль ESBE; 4 Сервопривод; 5 Отстойный и очищающий фильтр; 6 Обратный клапан; 7 Регулирующий вентиль для установки сопротивления байпаса; 8 Сервисные запорные шаровые вентили

Поскольку новая приточная установка предназначена для административно-бытового использования, то основное внимание при ее разработке и конструировании было уделено снижению уровня шума. Для этого, во-первых, был выбран вентилятор с увеличенным размером рабочего колеса и системой двухстороннего всасывания (забор воздуха происходит с двух сторон «улитки»). Такая конструкция позволила снизить скорость воздуха внутри вентилятора и, соответственно, уменьшить аэродинамические шумы. Во-вторых, для заполнения межкорпусного пространства был использован звукоизоляционный материал InVent 80, производства Paroc (Финляндия). Этот материал специально разработан для звукоизоляции различных элементов вентиляционных систем и представляет собой спрессованное базальтовое волокно.

Вентилятор и блок автоматики могут извлекаться из корпуса без демонтажа приточной установки – это упрощает профилактику и ремонт установленного изделия.

Для очистки воздуха от пыли используется фильтр объемного типа толщиной 50 мм из фильтрующего материала производства Libeltex (Бельгия). Этот материал имеет переменную плотность, поэтому пыль не скапливается на поверхности фильтра, а равномерно распределяется по всему объему фильтрующего материала. Благодаря этой особенности фильтр имеет высокую пылеемкость и длительный срок службы, а простой механизм замены фильтрующего материала (без замены всего фильтра) снижает эксплуатационные расходы до минимума.

Для исключения перетока воздуха между лабораториями и помещениями разного класса чистоты через вентиляционные системы во время их остановки, предусмотрена установка обратных клапанов на каждое ответвление воздуховода, а для лабораторий – воздушные клапана с электроприводом НЗ (нормально закрытыми) при неработающей вентиляции. Система вытяжной вентиляции из лабораторий применена отдельная для каждого помещения и оборудованного шкафа или зонта с индивидуальными воздуховодами и вентиляторами. Для предотвращения утечки зараженного воздуха во время транспортировки до систем фильтрации и обеззараживания воздуха применены воздуховоды класса "П".

Наружный воздух, подаваемый приточными установками «Verso» проходит очистку через фильтры 1 и 2 ступени (класс G4), в зону зараженной инфекции через установки обеззараживания воздуха "Тион" (для предотвращения перетока или утечки воздуха в аварийных ситуациях). Забор наружного воздуха производится на отметке +2000. Для холодного периода года в приточных установках предусмотрено нагревание наружного воздуха до заданной температуры.

Все системы общеобменных систем вытяжной вентиляции, а так же местных и локальных вытяжных систем, транспортирующих зараженный воздух, оборудованы

устройствами обеззараживания воздуха «Тион», производящих полную инактивацию всех видов микроорганизмов и загрязняющих веществ, частиц и газов (до 99,999 %).

Подача очищенного и подготовленного воздуха во все помещения производится в верхнюю зону через воздухораспределительные устройства фирмы «Арктос» металлического исполнения с окраской для возможности дальнейшей чистки и обработки.

Все воздуховоды изготавливаются из тонколистовой оцинкованной стали класса «П» (плотные) толщиной 0,55 мм (сечением до 300 мм), 0,7 мм (сечением более 300 мм и вытяжных зонтов), 0,8 мм (для воздуховодов с огнезащитой). Для защиты от статического электричества, электромагнитной индукции и недопущения образования замкнутых контуров, все воздуховоды, металлические части вентиляционного оборудования, опционального оснащения (заслонки, клапана, щиты управления, кронштейны и пр.), а так же неметаллические электропроводные части технологического оборудования заземляются между собой и присоединяются к заземлителям при помощи круглой стали диаметром не менее 6 мм на сварке или при помощи болтов и медных перемычек и диаметром 4 мм (места соединений должны быть доступны для осмотра).

Воздуховоды приточных систем от воздухозаборных устройств до оборудования и по основной магистрали изолируются тепло-звукоизоляционным материалом «URSA» 100 мм, используемые в качестве огнезащиты рулонные прошивные маты «WIRED MAT EI 60 – 240» 30 мм (рис. 2), в дополнение к основной функции также служат тепло звукоизоляционным материалом.

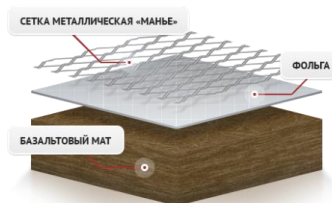


Рис. 2. WIRED MAT EI 60 – 240

Все приточное оборудование размещается в специально отведенной венткамере, в которой предусматривается размещение щитов управления и аварийное освещение. Применяемое вентиляционное оборудование используется в звукоизолированных корпусах, на всех приточно-вытяжных системах (кроме местной вытяжной вентиляции) устанавливаются шумоглушители фирмы «Лиссант».

Проектом предусматривается автоматизация вентиляционных систем, а так же ручное управление.

При определении воздухообмена помещений количество удаляемого и подаваемого наружного воздуха берется исходя из расчетов обеспечения заданной чистоты и поддержания газового состава воздуха, а так же в соответствие с СанПиН 2.1.3.2630-10, ГОСТ Р 52539-06, МУ 1737-89, СП 1.3.1285-03 и СП 1.3.2322-08 и др. нормативными документами.

Аналитические залы помещения категории «В», оснащены общими вытяжными системами общеобменной вентиляции и местных отсосов (В2, В3, В4, В5, В6). Расход воздуха, удаляемого местными отсосами, принят по нормативной скорости (1 м/с) в рабочем сечении шкафов. Вытяжка и складов химреактивов, помещения категории «А», осуществляется системой В7, оснащённой резервным вентилятором.

Система общеобменной вентиляции В1 обслуживает следующие помещения лабораторного комплекса: дестилляторную, биотестирование, автоклавную, весовую, аналитические залы, кабинеты, кабинет обработки результатов, электрощитовой, комнату приема пищи. Удаление воздуха в объеме нормативной кратности осуществляется из верхней зоны посредством вытяжных регулируемых решеток типа DVS диффузоров.

В помещениях санузла и душевых запроектирована отдельная система вытяжной вентиляции В8.

Удаление воздуха из помещений, теплового пункта и электрощитовой осуществляется системами вентиляции с естественным побуждением (ВЕ1, ВЕ2) посредством перетекания через наружные клапаны.

На воздуховодах всех систем (приток и вытяжка) при проходе через чердачное перекрытие установлены противопожарные клапаны комбинированные с пределом огнестойкости 1,0 ч, в комплекте с электроприводом. Вентиляторы вытяжных систем В1...В6 установлены на технологическом этаже. Электродвигатели систем В4, В5, В7 приняты во взрывозащищенном исполнении. Вентагрегат системы В8 установлен в душевой. Вентилятор системы В7 установлен снаружи здания на металлической консоли.

Воздуховоды вытяжных систем, прокладываемые на чердаке, изолируются минеральной ватой "Rockwool" толщиной 30 мм, с пределом огнестойкости 0,5 часа.

На каждое помещение лабораторий предусмотрена отдельная вытяжная система с очисткой удаляемого воздуха через три ступени очистки (финишный – фильтр сверхтонкой очистки Н14 НЕРА) и с обратными клапанами с электроприводом.

Подача приточного воздуха в помещения лабораторного комплекса осуществляется системами П1, П2. Приток в лаборатории подается через систему П1, которая разделена на каждую лабораторию через обратные клапана с электроприводом (нормально закрытыми), чтобы исключить переток воздуха между лабораториями.

Система приточной вентиляции лабораторий должна работать одновременно, с включением сначала вытяжки и потом притока для создания необходимого давления 10–15 Па. При выключении вентиляции клапана должны закрываться, что исключает возможность перетока зараженного воздуха в другие помещения.

Система П1 работает только на компенсацию вытяжных систем В2, В3, В4, В5, В6, В7. Вентиляторы систем П1, П2 оснащены частотными регуляторами.

Подача воздуха общеобменной системой П2 рассчитана:

- в помещениях лабораторий, склад химреактивов – в объеме 90 % от удаляемого,
- гардероб при душевой – по балансу,
- в кабинеты, весовую, кабинет обработки результатов, аналитические залы – в полном объеме удаляемого воздуха. Для предотвращения перетока воздуха из грязной зоны в чистую, посредством вентиляции, предусматривается пониженное давление (разряжение) воздуха в лабораториях. В помещениях нейтральной зоны, наоборот, поддерживается подпор воздуха приточной системой П2.

Предусматривается на входах в лаборатории установить световую индикацию, сигнализирующую "Не входить" – когда не работает вентиляция.

Автоматизация

Щиты автоматизации устанавливаются отдельно от вентиляционного оборудования. Автоматизация вентиляционных установок предусматривает:

- поддержание заданной температуры подаваемого воздуха в приточном канале;
- изменение режима работы, графиков прогрева и защиты в зависимости от температуры наружного воздуха;
- контроль температуры обратной воды в контурах подогрева при работе приточных установок и в режиме «Стоп»;
- контроль температуры воды в контуре циркуляции теплоносителя;
- трехуровневая защита теплоносителя от замерзания;
- контроль запыленности фильтра;
- контроль состояния вентилятора;
- аварийное отключение установок с записью вида аварии в память контроллера;
- автоматическое включение/отключение установок по таймеру, согласно установленного недельного расписания, праздничных и особых дней;
- обеспечение дистанционного управления системами с любого шкафа автоматики, подключенного к сети;
- регулирование производительности установок по временному графику;
- отключение систем вентиляции по сигналу «Пожар».

Назначение элементов системы автоматики рассмотрим на примере системы П1.

Привод воздушной заслонки оснащен пружинно возвратным механизмом и открывается при пуске приточного вентилятора и закрывается при его отключении. Предусмотрен сигнал открытого и закрытого положения воздушной заслонки в системе регистрации событий контроллера.

Фильтр очистки воздуха снабжен датчиком перепада давления – дифманометр PS-500/1500, который срабатывает при увеличении перепада давления выше установленного на датчике значения.

Термостат с капиллярной трубкой TS1 обеспечивает защиту теплообменника от замерзания, отключая установку при снижении до $+7^{\circ}\text{C}$ температуры воздуха на выходе из теплообменника.

По показаниям датчика температуры наружного воздуха ТЕ0 (датчик является общим для всей сети контроллеров) определяется режим «зима/лето» и график предварительного прогрева установки перед запуском, а также график защиты теплоносителя.

Контроль температуры обратной воды в контуре подогрева при работе приточной системы и в режиме «Стоп», а также защита теплоносителя от замерзания, осуществляется по показанию датчика температуры обратной воды ТЕ1.

Контроль температуры приточного воздуха при работе приточной системы осуществляется по показанию канального датчика температуры ТЕ2.

Поддержание температурной установки зимой и в переходный период осуществляется регулирующим клапаном горячей воды.

Автоматическая защита теплообменников от замерзания при работе имеет 3 уровня:

1-й уровень – кратковременное открытие клапана по горячей воде на 100 % при снижении температуры обратной воды до значения большего на 2°C , чем «текущая установка защиты», при этом установка продолжает работать;

2-й уровень – срабатывание защиты с отключением вентилятора при снижении температуры обратной воды до значения «текущая установка защиты»;

3-й уровень – срабатывание термостата при снижении температуры воздуха после теплообменника первого подогрева до $+7^{\circ}\text{C}$, с остановкой вентилятора.

«Текущая установка защиты» вычисляется контроллером по графику в зависимости от температуры наружного воздуха.

В режиме «Зима» пуск приточной установки начинается с предварительного прогрева теплообменника воздухонагревателя. Прогрев осуществляется до значения «температуры прогрева», вычисляемой контроллером по графику в зависимости от температуры наружного воздуха. После достижения установленного значения контроллер выдает команду на запуск системы, открывается воздушная заслонка и вентилятор запускается.

При отсутствии подтверждения о пуске вентилятора от датчика перепада давления на вентиляторе система останавливается по аварии и блокируется. Сброс сигнала аварии производится как в местном, так и в дистанционном режимах.

Если температура воды не достигла заданного значения, то прогрев по истечении 5 мин. заканчивается и система блокируется по аварии «НЕТ ПРОГРЕВА».

Во время работы установки клапан подогрева поддерживает установленную температуру воздуха в канале. В случае снижения температуры обратной воды до некоторого значения (вычисляется по графику защиты) срабатывает защита, приточная установка останавливается и блокируется по аварии «ВОДА_УГРОЗА ЗАМОРОЗКИ». В начальный момент клапан контура подогрева открывается на 100% для поднятия температуры и далее поддерживает температуру по графику обратной воды в режиме «Стоп».

При снижении температуры воздуха непосредственно за теплообменником до $+5^{\circ}\text{C}$ срабатывает термостат защиты от замораживания TS1, система выходит на аварию «ТЕРМОСТАТ_УГРОЗА ЗАМОРОЗКИ», приточная установка останавливается и блокируется. В начальный момент клапан открывается на 100% и далее поддерживает температуру по графику обратной воды в режиме «Стоп». В режиме «Стоп» в сезон «Зима» поддерживается температура циркулирующей воды на уровне $+35^{\circ}\text{C}$.

Для нормальной работы и обеспечения защиты теплообменника в зимнем режиме необходимо обеспечить:

- качественное и бесперебойное электроснабжение системы автоматики и циркуляционного насоса (в противном случае система автоматики не сможет обеспечить защиту оборудования).

- необходимый перепад давления (не менее 0,5 Бар) и температуру теплоносителя по графику подачи (в случае невозможности обеспечить указанные условия приточная установка не сможет поддерживать заданные параметры).

Для запуска приточной установки в автоматическом режиме необходимо установить переключатель «Р-О-А», находящийся на щите автоматики в положение «А». При таком положении переключателя установка работает по командам, задаваемым с панели оператора.

Экстренный останов приточной установки производится путем перевода переключателя на двери щита автоматики в положение «О».

Для запуска приточной установки в ручном режиме необходимо установить переключатель «Р-О-А» в положение «Р». Ручной режим предназначен только для наладки и обслуживания установки.

Для индикации состояния установки предназначены лампы «Работа» и «Авария», расположенные на панели каждого из щитов автоматики.

В режиме «Зима» насос контура воздухонагревателя работает постоянно независимо от того, работает вентилятор или нет.

Все элементы управления вентсистемой в ручном режиме находятся на двери соответствующего шкафа управления. Для запуска вентилятора следует переключатели «Р-О-А» вентилятора перевести в положение «Р». Вентилятор должен запуститься. При работе вентилятора должна гореть зеленая лампа «Работа вентилятора». Для останова вентилятора необходимо установить переключатель вентилятора «Р-О-А» в положение «О». Аналогичным образом производится запуск в ручном режиме циркуляционного насоса контура нагрева.

Для запуска приточной установки в автоматическом режиме необходимо переключатели «Р-О-А» вентилятора и насоса перевести в положения «А». Система перейдет в автоматический режим. Возможны следующие режимы: работа и стоп.

Вытяжная система работает в случае работы соответствующей приточной системы. В случае останова приточной вентиляции – соответствующая ей вытяжная система в автоматическом режиме прекращает работу.

Экстренный останов приточной установки производится путем перевода переключателя на двери шкафа автоматики в положение «О» («Выключено»). Запрещается отключать насос в режиме «Зима».

В режим работы «Лето» установка переходит автоматически при повышении температуры наружного воздуха до +12°C (показания датчика наружной температуры ТЕО). При этом циркуляционный насос подогрева работать не будет. Пуск установки производится сразу, без предварительного прогрева.

Монтаж систем вентиляции необходимо выполнять в соответствии с требованиями СП 73.13330.2012 с учетом смежных инженерных коммуникаций. Все воздуховоды выполняются на бесфланцевом соединении и герметизируются. Узлы прохода воздуховодов через строительные конструкции – герметизируются и утепляются. По окончании монтажа, системы вентиляции проходят испытания и наладку в соответствии с требованиями СП 73.13330.2012.

Для снижения уровня шума, производимого вентоборудованием, предусмотрены следующие мероприятия:

- на воздуховодах вентсистем установлены глушители шума,
- до и после вентиляторов установлены гибкие вставки,
- вентиляционные агрегаты вытяжных систем установлены на виброоснованиях,
- корпуса приточных агрегатов П1, П2 имеют звукоизолирующий слой,
- установка малошумного импортного оборудования для системы В8,
- вентиляторы подобраны с расчетом на невысокую частоту вращения,
- скорости воздуха в воздуховодах не превышают допустимые значения.

Проект вентиляции выполнен с учетом комплекса противопожарных и санитарно-гигиенических требований в соответствии с ГОСТ 12.1.005-76, СНиП 41-01-2003, СНиП 2.08.02-89 и "ПУЭ".

Заложенные в проекте мероприятия обеспечивают безопасную и эффективную работу вентиляции. Предусматривается отключение вентиляционных систем при возникновении пожара. При пересечении противопожарных преград устанавливаются огнезадерживающие клапаны. Транзитные воздуховоды изолируются фольгированными минераловатными плитами для обеспечения требуемого предела огнестойкости.

Заключение

Применение систем автоматизации для вентиляции и кондиционирования воздуха для лабораторного комплекса города Чайковский дает возможность экономии энергоресурсов, защите двигателей от перегрева, защита теплообменника от замораживания. Проведенные расчеты показывают, что в результате внедрения системы автоматизации годовой экономический эффект составляет 150854,62 руб.

По сравнению с аналогичными разработками, проектируемая система имеет большую надёжность за счёт применения микроконтроллера фирмы Komfovent, имеет возможность расширения количество входов и выходов, что позволяет при расширении процесса автоматизации не заменять оборудование, а перепрограммировать контроллер.

Это дает основание для вывода, что внедрение предлагаемой АСУ с экономической точки зрения целесообразно. Окупаемость капитальных вложений составляет 1,2 года, что тоже соответствует условиям целесообразности внедрения.

Примечания:

1. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
2. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания.
3. СП 51.13330.2011 Защита от шума.
4. СП 4.13130.2013 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
5. ГОСТ 21.1.005-88 Воздух рабочей среды.
6. Пособие 13.91 к СНиП 2.04.05-89* Противопожарные требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования.
7. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
8. СанПиН 2.1.3.2630-10 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
9. ГОСТ Р 52539-06 Чистота воздуха в лечебных учреждениях. Общие требования.
10. МУ 1737-89 Инструктивно-методические указания по организации воздухообмена в учреждениях здравоохранения.
11. СП 1.3.1285-03 и СП 1.3.2322-08 Безопасность работы с микроорганизмами I-II и III-IV групп патогенности (опасности).
12. СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно-технические системы зданий.
13. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда.
14. СНиП 2.08.02-89 Общественные здания и сооружения.
15. ПУЭ Правила устройства электроустановок.
16. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
17. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
18. ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в РФ.
19. Башкова Г.И. и др. Модернизация теплообменников Сарапульской ТЭЦ // Международный журнал экспериментального образования. 2012. №8. С. 61–62.
20. Башкова Г.И. Обоснование выбора теплообменника для условий Сарапульской ТЭЦ // Новый университет. 2011. № 1. С. 53–60.
21. Башкова Г.И., Митюков Н.В. Реконструкция теплообменников Сарапульской ТЭЦ // Молодежная наука в развитии регионов: Мат. I Всерос. конф. студентов и молодых ученых с международным участием (Березники, 27 апреля 2011 г.). Пермь: Березниковский филиал Пермского гос. техн. ун-та, 2011. С. 163-165.

22. Вентиляция и кондиционирование воздуха (внутренние санитарно-технические устройства). Часть II. Справочник проектировщика / Под ред. И.Г. Староверова. М.: Стройиздат, 1969. 408 с.
23. Воротов А.В. и др. Расчет параметров центробежного насоса // Вестник КИГИТ. 2011. № 5 (18). С. 37–39.
24. Воротов А.В. и др. Расчет типовых элементов пневмогидравлических систем // Вестник КИГИТ. 2011. № 5 (18). С. 32–36.
25. Гусев А.Е. и др. Целесообразность теплоутилизаторов в системе вентиляции // Международный журнал экспериментального образования. 2012. №8. С. 63–64.
26. Гусев А.Е. О целесообразности внедрения теплоутилизаторов в системе вентиляции. // Вестник КИГИТ. 2011. № 5 (18). С. 48–50.
27. Гусев А.Е. Оптимизация затрат при выборе теплоутилизаторов системы вентиляции // Новый университет. 2011. № 1. С. 61–67.
28. Гусев А.Е., Митюков Н.В. Обоснование целесообразности внедрения теплоутилизаторов в системе вентиляции // Молодежная наука в развитии регионов: Мат. I Всерос. конф. студентов и молодых ученых с международным участием (Березники, 27 апреля 2011 г.). Пермь: Березниковский филиал Пермского гос. техн. ун-та, 2011. С. 162–163.
29. Костюков Н.Ю. Выбор варианта реконструкции системы отопления Сарапульского педагогического колледжа // Вестник КИГИТ. 2014. № S1. С. 42-47.
30. Kostiurow N.J., Mitiukow N.W. Program do obliczania systemu grzewczego budynku «Heat» // Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami 2013: Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 listopada 2013 roku). Vol. 34. Nowoczesne informacyjne technologie. Przemysł: Nauka i studia, 2013. S.67–69.
31. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. пособие для вузов / В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. М.: Стройиздат, 1985. 208 с.
32. Макаров С.С., Митюков Н.В. Математическая модель возникновения естественной циркуляции теплоносителя в тепловой панели // Информационные технологии в инновационных проектах: Тр. IV Междунар. науч.-техн. конф. (Ижевск, 29–30 мая 2003 г.). Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2003. Ч. 3. С. 59–65.
33. Митюков Н.В., Гусев Н.П., Башкова Г.И., Гусев А.Е. Теория принятия решений в практических задачах энергосбережения. Ижевск: Изд-во НОУ ВПО КИГИТ, 2011. 36 с. (ISBN 78-5-902352-38-9)
34. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. Киев: Будивельник, 1983. 272 с.
35. Отопление и вентиляция: Уч. для вузов. В 2-х ч. Ч. 2. Вентиляция / Под ред. В.Н. Богословского. М.: Стройиздат, 1976. 439 с.
36. Сергеева Т.В. Программа расчета параметров микроклимата в помещении // Вестник КИГИТ. 2010. № 5(14). С. 115–119.
37. Сергеева Т.В., Митюков Н.В. Программа расчета параметров микроклимата в помещении «Темра» // Компьютерные учебные программы и инновации. 2007. № 7. С. 158.
38. Щекин Р.В., Корневский С.М., Бем Г.Е., Скороходько Ф.И. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн. 1. Киев: Будивельник, 1976. 416 с.
39. Юков Е.В., Митюков Н.В. Возможность использования альтернативных источников энергии в индивидуальном фермерском хозяйстве // Вестник КИГИТ. 2012. № 2. С. 49–52.

References:

1. SNiP 41-01-2003 Otoplenie, ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha.
2. SP 44.13330.2011 Administrativnye i bytovye zdaniya.
3. SP 51.13330.2011 Zashchita ot shuma.
4. SP 4.13130.2013 Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzheniy.
5. GOST 21.1.005-88 Vozdukh rabochei sredy.
6. Posobie 13.91 k SNiP 2.04.05-89* Protivopozharnye trebovaniya k sistemam otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya.
7. SP 131.13330.2012 Stroitel'naya klimatologiya.

8. SanPiN 2.1.3.2630-10 Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k organizatsiyam, osushchestvlyayushchim meditsinskuyu deyatel'nost'.
9. GOST R 52539-06 Chistota vozdukha v lechebnykh uchrezhdeniyakh. Obshchie trebovaniya.
10. MU 1737-89 Instruktivno-metodicheskie ukazaniya po organizatsii vozdukhobmena v uchrezhdeniyakh zdravookhraneniya.
11. SP 1.3.1285-03 i SP 1.3.2322-08 Bezopasnost' raboty s mikroorganizmami I-II i III-IV grupp patogennosti (opasnosti).
12. SP 73.13330.2012 Vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie sistemy zdaniy.
13. GOST 12.1.005 -88 Sistema standartov bezopasnosti truda.
14. SNiP 2.08.02-89 Obshchestvennye zdaniya i sooruzheniya.
15. PUE Pravila ustroystva elektroustanovok.
16. SNiP 12-03-2001 Bezopasnost' truda v stroitel'stve. Chast' 1. Obshchie trebovaniya.
17. SNiP 12-04-2002 Bezopasnost' truda v stroitel'stve. Chast' 2. Stroitel'noe proizvodstvo.
18. PPB 01-03 Pravila pozharnoi bezopasnosti v RF.
19. Bashkova G.I. i dr. Modernizatsiya teploobmennikov Sarapul'skoi TETs // Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2012. №8. S. 61–62.
20. Bashkova G.I. Obosnovanie vybora teploobmennika dlya uslovii Sarapul'skoi TETs // Novyi universitet. 2011. № 1. S. 53–60.
21. Bashkova G.I., Mityukov N.V. Rekonstruktsiya teploobmennikov Sarapul'skoi TETs // Molodezhnaya nauka v razvitiy regionov: Mat. I Vseros. konf. studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem (Berezniki, 27 aprelya 2011 g.). Perm': Bereznikovskii filial Permskogo gos. tekhn. un-ta, 2011. S. 163-165.
22. Ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha (vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie ustroystva). Chast' II. Spravochnik proektirovshchika / Pod red. I.G. Staroverova. M.: Stroizdat, 1969. 408 s.
23. Vorotov A.V. i dr. Raschet parametrov tsentrobezhnogo nasosa // Vestnik KIGIT. 2011. № 5 (18). S. 37–39.
24. Vorotov A.V. i dr. Raschet tipovykh elementov pnevmogidravlicheskiykh sistem // Vestnik KIGIT. 2011. № 5 (18). S. 32–36.
25. Gusev A.E. i dr. Tselesoobraznost' teploutilizatorov v sisteme ventilyatsii // Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2012. №8. S. 63–64.
26. Gusev A.E. O tselesoobraznosti vnedreniya teploutilizatorov v sisteme ventilyatsii. // Vestnik KIGIT. 2011. № 5 (18). S. 48–50.
27. Gusev A.E. Optimizatsiya zatrat pri vybore teploutilizatorov sistemy ventilyatsii // Novyi universitet. 2011. № 1. S. 61–67.
28. Gusev A.E., Mityukov N.V. Obosnovanie tselesoobraznosti vnedreniya teploutilizatorov v sisteme ventilyatsii // Molodezhnaya nauka v razvitiy regionov: Mat. I Vseros. konf. studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem (Berezniki, 27 aprelya 2011 g.). Perm': Bereznikovskii filial Permskogo gos. tekhn. un-ta, 2011. S. 162–163.
29. Kostyukov N.Yu. Vybor varianta rekonstruktsii sistemy otopleniya Sarapul'skogo pedagogicheskogo kolledzha // Vestnik KIGIT. 2014. № S1. S. 42-47.
30. Kostiukow N.J., Mitiukow N.W. Program do obliczania systemu grzewczego budynku «Heat» // Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami 2013: Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 listopada 2013 roku). Vol. 34. Nowoczesne informacyjne technologie. Przemysł: Nauka i studia, 2013. S.67–69.
31. Kursovoe i diplomnoe proektirovanie po ventilyatsii rrazhdanskikh i promyshlennykh zdaniy: Ucheb. posobie dlya vuzov / V.P. Titov, E.V. Sazonov, Yu.S. Krasnov, V.I. Novozhilov. M.: Stroizdat, 1985. 208 s.
32. Makarov S.S., Mityukov N.V. Matematicheskaya model' vozniknoveniya estestvennoi tsirkulyatsii teplonositelya v teplovoi paneli // Informatsionnye tekhnologii v innovatsionnykh proektakh: Tr. IV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (Izhevsk, 29–30 maya 2003 g.). Izhevsk: Izd-vo IzhGTU, 2003. Ch. 3. S. 59–65.
33. Mityukov N.V., Gusev N.P., Bashkova G.I., Gusev A.E. Teoriya prinyatiya reshenii v prakticheskikh zadachakh energosberezheniya. Izhevsk: Izd-vo NOU VPO KIGIT, 2011. 36 s. (ISBN 978-5-902352-38-9)

34. Otoplenie i ventilyatsiya zhilykh i grazhdanskikh zdaniy: Proektirovanie: Spravochnik / G.V.Ruslanov, M.Ya.Rozkin, E.L.Yampol'skii. Kiev: Budivel'nik, 1983. 272 s.
35. Otoplenie i ventilyatsiya: Uch. dlya vuzov. V 2-kh ch. Ch. 2. Ventilyatsiya / Pod red. V.N. Bogoslovskogo. M.: Stroizdat, 1976. 439 s.
36. Sergeeva T.V. Programma rascheta parametrov mikroklimate v pomeshchenii // Vestnik KIGIT. 2010. № 5(14). S. 115–119.
37. Sergeeva T.V., Mityukov N.V. Programma rascheta parametrov mikroklimate v pomeshchenii «Tempa» // Komp'yuternye uchebnye programmy i innovatsii. 2007. № 7. S. 158.
38. Shchekin R.V., Korenevskii S.M., Bem G.E., Skorokhod'ko F.I. Spravochnik po teplosnabzheniyu i ventilyatsii. Kn. 1. Kiev: Budivel'nik, 1976. 416 s.
39. Yukov E.V., Mityukov N.V. Vozmozhnost' ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii v individual'nom fermerskom khozyaistve // Vestnik KIGIT. 2012. № 2. S. 49–52.

УДК 621.64, 696.2

Автоматизация приточных вентиляционных систем лабораторного комплекса

Р.Ш. Нигматуллин

Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, Российская Федерация

Аннотация. В работе проведена реконструкция системы вентиляции и кондиционирования лабораторного комплекса города Чайковский. Предложена автоматизированная система управления вентиляционными системами, которая дает возможность экономии энергоресурсов, защиты двигателей от перегрева, а теплообменников от замораживания. Проведенные расчеты показывают, что в результате внедрения системы автоматизации годовой экономический эффект составляет 150854,62 руб.

Ключевые слова: вентиляция; автоматизация; воздухообмен; теплообмен.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

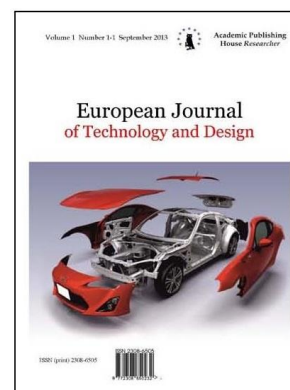
Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 7, Is. 1, pp. 27-35, 2015

DOI: 10.13187/ejtd.2015.7.27

www.ejournal4.com

UDC 621.182

Modeling of Combustion of Watered Gasoline

¹ Dmitry V. Saitie² Aleksandr A. Smolnikov¹⁻² Izhevsk State Technical University, Russian Federation

Abstract

With helping of soft "Thermodynamic" there was numerical researching of the thermodynamic combustion's parameters of watered gasoline for conditions of carbureted engine as function of coefficients of oxidizer's surplus and water ballast. It is shown that the water ballast of about 5 % can be useful, as it gives a stoichiometric combustion of nearly 10 percent increase in RT while reducing the CO by 42 %.

Keywords: energy; enthalpy; burning; flooded fuel.

Введение

Вода сопровождает нефтепродукты от буровой вышки до камеры сгорания. Причины ее попадания в нефть и нефтепродукты различны: от случайного проникновения водяных паров с их последующей конденсацией до преднамеренного введения с целью изменения физических свойств. Как правило, степень случайного обводнения зависит от температуры, давления, влажности воздуха, наличия свободных поверхностей и чистоты топливных емкостей. Общеизвестен факт, что в жарком и влажном климате вероятность накопления воды в топливе в 1,5...2 раза выше, чем при умеренном. Кроме того, нефтепродукты, как высокомолекулярные смолистые соединения – поверхностно-активные вещества, то есть природные эмульгаторы. Из случайных причин попадания воды в топливо можно выделить следующие: конденсация водяных паров в топливных баках и элементах арматуры; протечки воды через дефекты уплотнений, повреждения корпуса; ошибки обслуживающего персонала. Таким образом, вода почти всегда присутствует в топливе, и речь идет лишь о большем или меньшем ее содержании. Традиционно воду из топлива стремятся удалить различными способами, например, отстаиванием или сепарацией. Все они трудоемки, требуют затрат энергии и, как правило, малоэффективны [1, 2].

Материалы и методы

В зависимости от того, как вода распределяется в объеме топлива, по-разному организуется процесс горения. Если вода распределяется неравномерно, то это может привести к срыву или выбросам пламени, вызывая вибрацию элементов камеры сгорания [5–7]. С другой стороны, равномерное распределение воды активизирует процесс горения и снижает вредные вещества в продуктах сгорания, повышает октановое число бензина.

Эффект обводненных топлив в настоящее время широко используется в котлах, использующих тяжелые жидкие нефтяные фракции. Применительно к ним создано

специальное оборудование по созданию гомогенной эмульсии (существует множество патентов на способы и устройства, например [3]). Как показали эксперименты, наибольшая экономичность наблюдается при содержании воды 10...12 %, при этом КПД котла увеличивается на 3-4 %, количество сажи снижется почти наполовину, а температура газов за котлом снижается до 190 °С [4].

Обсуждение

Для исследования горения водно-бензиновой смеси использовалась программа "Термодинамика" [8–11]. Расчетные исходные данные для нее приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты условной формулы и энтальпии водно-бензиновых смесей

Бензин, %	Вода, %	Коэффициенты в условной формуле			Энтальпия, кДж/кг
		С	Н	О	
100	0	70	160	0	419
95	5	66	157	2	-395
90	10	63	155	5	-1209
80	20	56	150	11	-2837
70	30	49	145	16	-4466
60	40	42	140	22	-6094
50	50	35	135	27	-7723
40	60	28	130	33	-9351
30	70	21	125	38	-10979
20	80	14	120	44	-12608
10	90	7	116	50	-14236
5	95	3	113	52	-15050

Результаты расчетов приведены на рис. 1–11. В качестве аргументов при построении графиков выступили коэффициент избытка окислителя α и степень обводнения (балластировки) бензина: от 0 % воды до 80 % (при балластировке свыше 90 % горение прекращалось во всем диапазоне коэффициентов избытка окислителя).

Как видно из рис. 1, с увеличением доли балласта, температура горения снижается во всем диапазоне коэффициентов избытка окислителя. Например, для стехиометрического соотношения ($\alpha = 1$) при горении чистого бензина адиабатическая температура составила 2432 К, при 5 % балласте – 2428 К, при 10 % балласте – 2416 К. Однако изменение средней молекулярной массы продуктов сгорания не так монотонно (рис. 2: при $\alpha = 1$ и чистом бензине $M = 31,3$ г/моль, при 5 % балласте – 28,5 г/моль, 10 % – 28,4 г/моль), а потому на графике RT виден ярко выраженный максимум, соответствующий 5 % балласту практически во всем диапазоне коэффициентов избытка окислителя.

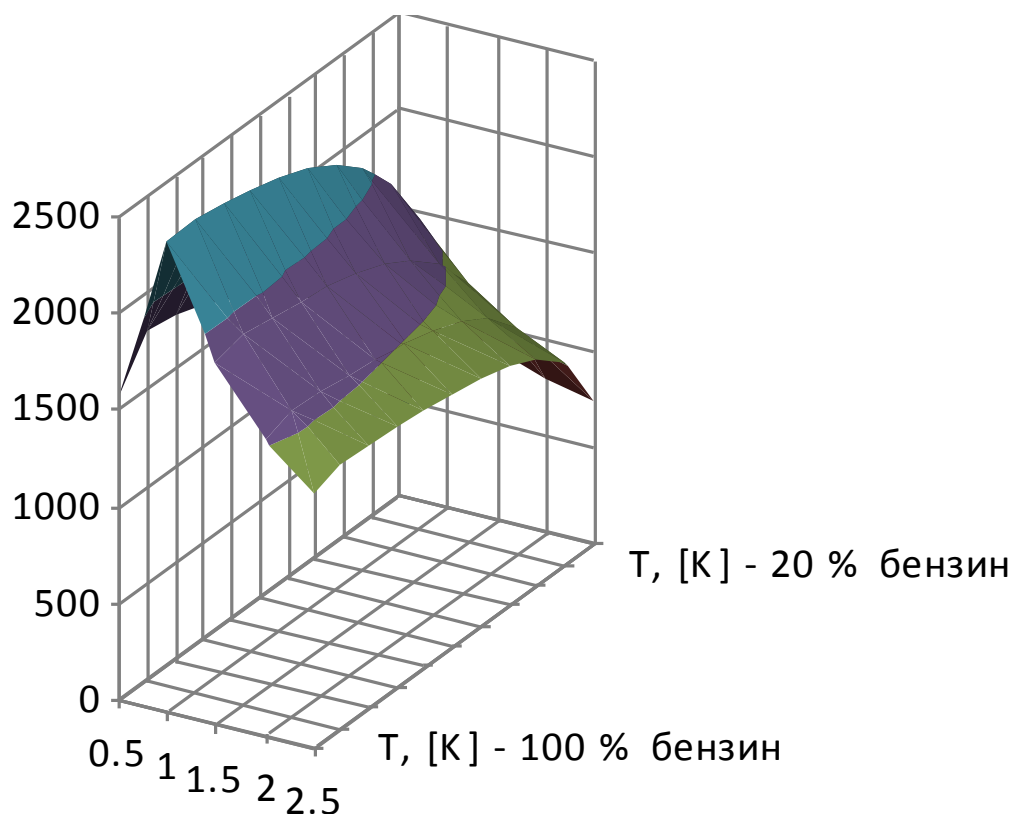


Рис. 1. Адиабатическая температура горения T , К

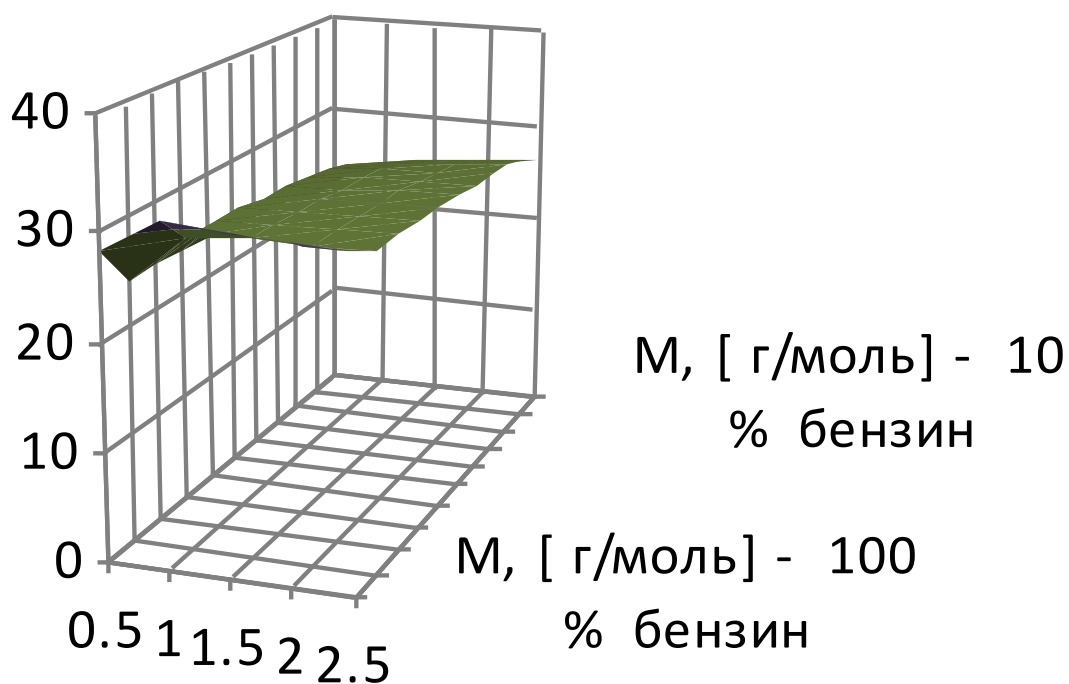


Рис. 2. Средняя молекулярная масса продуктов сгорания M , г/моль

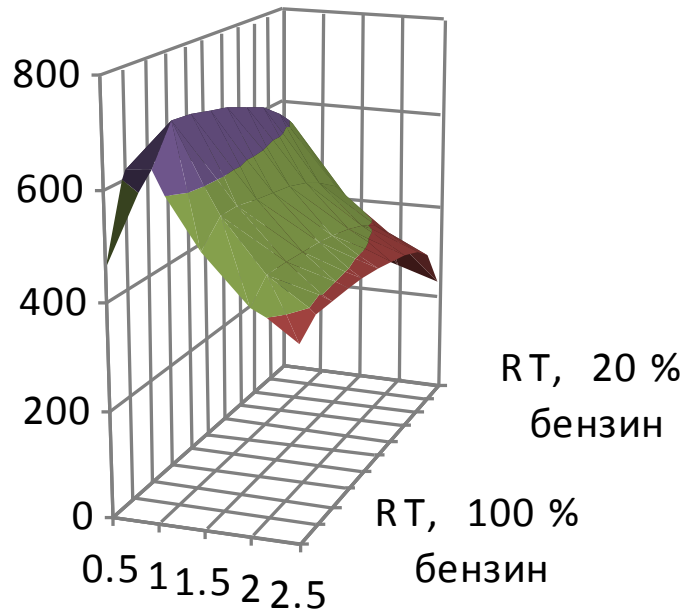


Рис. 3. *RT* продуктов сгорания

Изменение состава продуктов сгорания также получается нетривиальным. Так 5-процентный водяной балласт при коэффициенте избытка окислителя $\alpha = 0,5$ уменьшает содержание CO почти в два раза: с 34,6 % до 16,6 %, дальнейшая балластировка еще более снижает долю CO в продуктах сгорания (рис. 4). Содержание углекислого газа с балластировкой также снижается во всем диапазоне коэффициентов избытка окислителя, но не столь значительно (рис. 5).

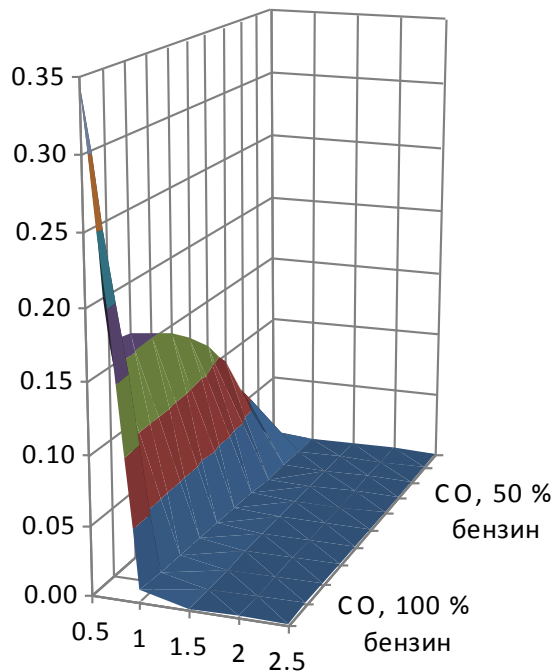


Рис. 4. Содержание CO в продуктах сгорания

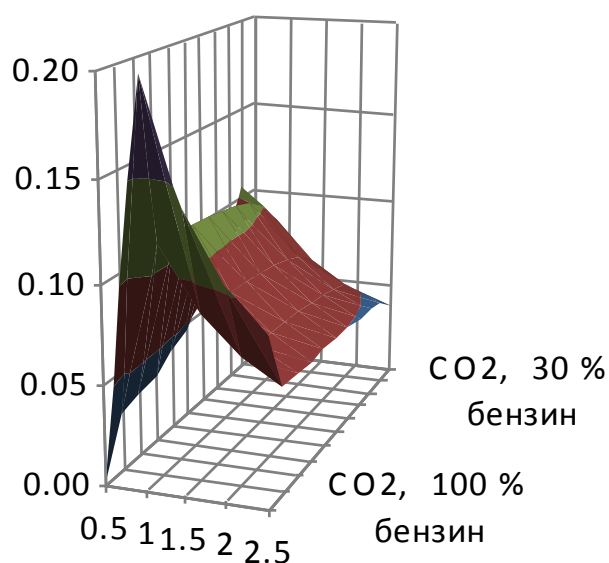


Рис. 5. Содержание CO_2 в продуктах сгорания

Доля водорода, воды и кислорода в продуктах сгорания (рис. 6–8) полностью соответствует прогнозируемому. Так содержание водорода резко увеличивается для $\alpha = 0,5$ с практически нулевого значения при балластировке в 5 % до 13,9 %, после чего следует дальнейшее незначительное увеличение до 16,4 % при 80-процентной балластировке (рис. 6). Содержание воды в продуктах сгорания прогнозируемо растет с увеличением доли водяного балласта (рис. 7), а содержание кислорода (рис. 8) снижается с 10,4 % при горении чистого бензина до 8,4 % при 80-процентной балластировке (в обоих случаях $\alpha = 2$).

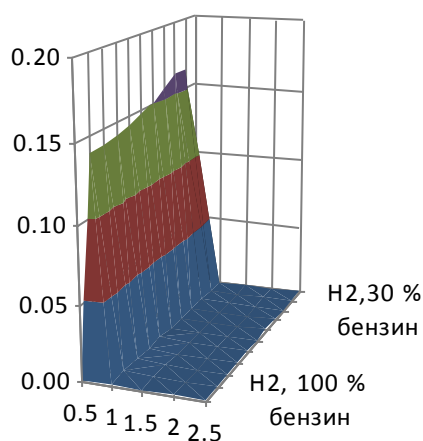


Рис. 6. Содержание H_2 в продуктах сгорания

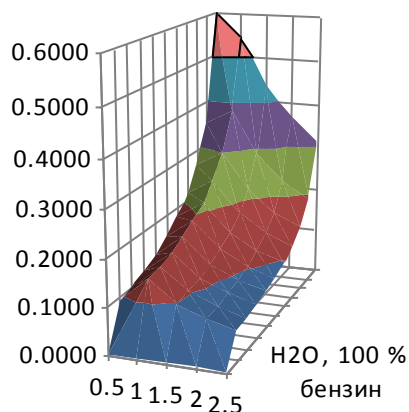


Рис. 7. Содержание H_2O в продуктах сгорания

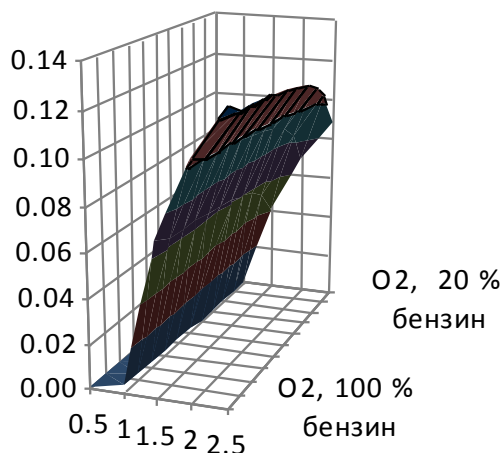


Рис. 8. Содержание O_2 в продуктах сгорания

На рис. 9–11 показаны содержания азота и азотсодержащих соединений в продуктах сгорания, при этом доля азота изменяется незначительно (рис. 9). Доля оксидов азота в составе продуктов сгорания топологически практически повторяет график RT . Так максимальное значение NO составляет 0,3 % при $\alpha = 1,5$ и 5-процентной балластировке. Содержание NH_3 в продуктах сгорания практически нулевое, но при высоких степенях балластировки и низких α идет его серьезный заброс, достигая максимума в 9,16 % при $\alpha = 0,5$ и 90-процентной балластировке.

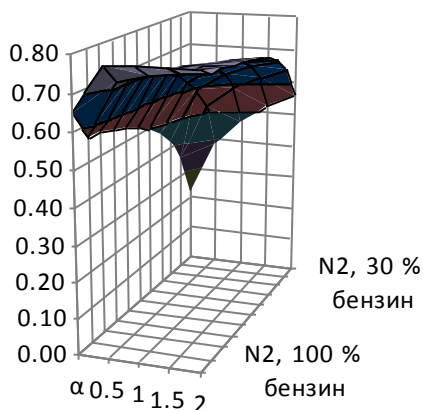


Рис. 9. Содержание N_2 в продуктах сгорания

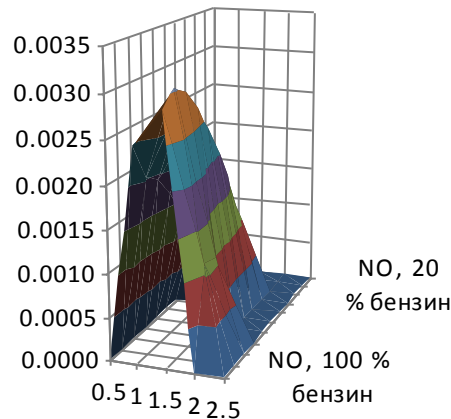


Рис. 10. Содержание NO в продуктах сгорания

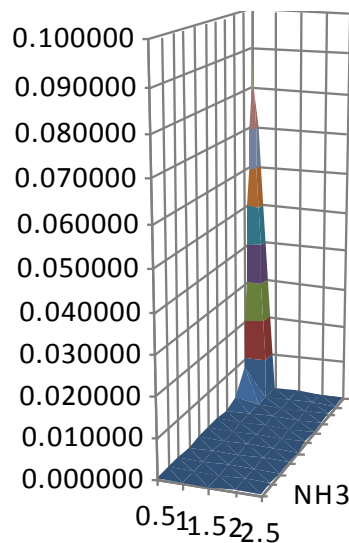


Рис. 11. Содержание NH₃ в продуктах сгорания

Выводы и результаты

Как показали проведенные расчеты, водная балластировка около 5 % может быть полезной для условий двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием. Это дает при стехиометрическом сжигании почти 10-процентное увеличение RT при одновременном снижении содержания CO на 42 %.

Примечания:

1. Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л. Термодинамические характеристики обводненных топлив // Новый университет. Сер. "Технические науки". 2012. № 4. С. 32–33.
2. Митюков Н.В., Семакин Ю.А., Миллер Ю.В., Лучкин И.В. Об эффективности обводненных топлив // Тез. докл. V Российск. университетско-академической научн.-практ. конф. Ижевск: Изд-во УдГУ, 2001.Т. 9. С. 125–128.
3. Пат. 2460943. МПК F23K5/08. Способ подготовки жидкого топлива к сжиганию / А.Д. Пинтюшенко. Заявл.: 2011125549/06, 21.06.2011.
4. Петий И. и др. Водотопливные эмульсии // Морской сборник. 1987. № 3. С. 67–70.
5. Митюков Н.В. К определению акустических свойств многофазной жидкости // Вестник КИГИТ. 2010. № 4. С. 65–86.
6. Митюков Н.В. К вопросу о влиянии фазового состава топлива на характеристики импульсного ракетного двигателя // Газоструйные импульсные системы. Вып. 2. Т. 1. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2003. С. 81–104.

7. Митюков Н.В., Семакин Ю.А., Тарасов Д.Л. К вопросу об определении фазового состава топлива в энергетических установках // Тез. докл. I Всеросс. научн.-практ. конф. молод. учен. «Материалы и технологии XXI века» (Бийск, 22–24 марта 2000 г.). М.: Изд-во ЦЭИ «Химмаш», 2000. С. 244–245.

8. Корепанов М.А. Программа "Термодинамика" // Каталог инновационных разработок ИжГТУ. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2001. С. 95.

9. Храмов С.Н., Корепанов М.А., Митюков Н.В. Моделирование процесса горения в энергетических установках с учетом динамики топливных магистралей // Современные проблемы внутренней баллистики РДТТ. Ижевск: Изд-во УрО РАН, 1996. С. 207–217.

10. Исследование принципов создания измерительно-управляющего комплекса для испытания объектов на воздействие пожара (шифр «Пламень»): отчет о по 3-му этапу х/д НИР № 695 от 14.10.94 с в/ч 31600. (промежуточ.) / Ижевский гос. техн. ун-т. ИжГТУ; рук. Алексеев В.А. Ижевск, 1996. 48 с. Исполн.: Заболотских В.И., Храмов С.Н. [и др.]. Инв. № 435.

11. Юманова И.Ф., Воеводина О.А. Определение химически равновесного состава продуктов сгорания органического топлива // Вестник ИжГТУ. 2013. № 2. С. 154–156.

References:

1. Mityukov N.V., Busygina E.L. Termodinamicheskie kharakteristiki obvodnennykh topliv // Novyi universitet. Ser. "Tekhnicheskie nauki". 2012. № 4. С. 32–33.

2. Mityukov N.V, Semakin Yu.A., Miller Yu.V., Luchkin I.V. Ob effektivnosti obvodnennykh topliv // Tez. dokl. V Rossiisk. universitetsko-akademicheskoi nauchn.-prakt. konf. Izhevsk: Izd-vo UdGU, 2001.Т. 9. S. 125–128.

3. Pat. 2460943. МПК F23K5/08. Sposob podgotovki zhidkogo topliva k szhiganiyu / A.D. Pintyushenko. Zayavl.: 2011125549/06, 21.06.2011.

4. Petii I. i dr. Vodotoplivnye emul'sii // Morskoi sbornik. 1987. № 3. S. 67–70.

5. Mityukov N.V. K opredeleniyu akusticheskikh svoistv mnogofaznoi zhidkosti // Vestnik KIGIT. 2010. № 4. S. 65–86.

6. Mityukov N.V. K voprosu o vliyaniy fazovogo sostava topliva na kharakteristiki impul'snogo raketnogo dvigatelya // Gazostruiynye impul'snye sistemy. Vyp. 2.Т. 1. Izhevsk: Izd-vo IzhGTU, 2003. S. 81–104.

7. Mityukov N.V., Semakin Yu.A., Tarasov D.L. K voprosu ob opredelenii fazovogo sostava topliva v energeticheskikh ustanovkakh // Tez. dokl. I Vseross. nauchn.-prakt. konf. molod. uchen. «Materialy i tekhnologii XXI veka» (Biisk, 22–24 marta 2000 g.). М.: Изд-во TsEI «Khim mash», 2000. S. 244–245.

8. Korepanov M.A. Programma "Termodinamika" // Katalog innovatsionnykh razrabotok IzhGTU. Izhevsk: Izd-vo IzhGTU, 2001. S. 95.

9. Khramov S.N., Korepanov M.A., Mityukov N.V. Modelirovanie protsesssa goreniya v energeticheskikh ustanovkakh s uchetom dinamiki toplivnykh magistralei // Sovremennye problemy vnutrennei ballistiki RDТТ. Izhevsk: Izd-vo UrO RAN, 1996. S. 207–217.

10. Issledovanie printsipov sozdaniya izmeritel'no-upravlyayushchego kompleksa dlya ispytaniya ob'ektov na vozdeistvie pozhara (shifr «Plamen'»): otchet o po 3-mu etapu kh/d NIR № 695 ot 14.10.94 s v/ch 31600. (promezhutoch.) / Izhevskii gos. tekhn. un-t. IzhGTU; ruk. Alekseev V.A. Izhevsk, 1996. 48 s. Ispoln.: Zabolodskikh V.I., Khramov S.N. [i dr.]. Inv. № 435.

11. Yumanova I.F., Voevodina O.A. Opredelenie khimicheskii ravnovesnogo sostava produktov sgoraniya organicheskogo topliva // Vestnik IzhGTU. 2013. № 2. S. 154–156.

УДК 621.182

Моделирование горения обводненного бензина

¹Дмитрий Владимирович Сайтиев

²Александр Андреевич Смольников

¹⁻² Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация

Аннотация. С помощью программы "Термодинамика" проведено численное исследование термодинамических параметров горения обводненного бензина для условий карбюраторного двигателя в зависимости от коэффициента избытка воздуха и степени водной балластировки. Показано, что водная балластировка около 5 % может быть полезной, так как дает при стехиометрическом сжигании почти 10-процентное увеличение RT при одновременном снижении содержания CO на 42 %

Ключевые слова: энергетик; энтальпия; сжигание; обводненные топлива.

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

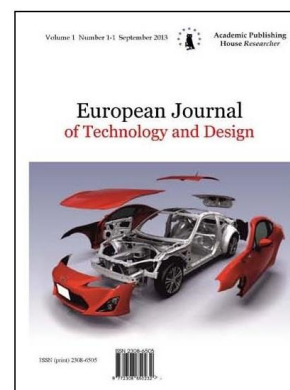
Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 7, Is. 1, pp. 36-48, 2015

DOI: 10.13187/ejtd.2015.7.36

www.ejournal4.com

UDC 62-843

Primary Hydrocarbons on the Power Plants for Oil's and Gas's Production

A.M. Zavyalov

Izhevsk State Technical University, Russian Federation

Abstract

This paper presents an informative review of power plants in oil's and gas's production, construction and the main characteristics are discussed. There were analyzed, and there were produced the comparison and the selection of the optimum parameters of the power plant. The work can be used for create a prototype of power plant using purified APG.

Keywords: oil; power plant; information review; hydrocarbons.

Введение

На протяжении многих лет нефтегазовый комплекс оставался основным загрязнителем воздуха и окружающей среды за счет повсеместного сжигания больших объемов попутного нефтяного газа. На его долю приходилось до 30 % вредных выбросов всего промышленного комплекса страны. В то же время специфика добычи попутного нефтяного газа (ПНГ) заключается в том, что он является побочным продуктом добычи нефти. Отсутствие инфраструктуры для его сбора, подготовки, транспортировки и переработки долгое время были основной причиной нерационального использования ПНГ. В настоящее время вопрос утилизации ПНГ является крайне актуальным, что обусловлено Постановлением Правительства Российской Федерации №7 от 8 января 2009 г. Об утилизации не менее 95 % ПНГ начиная с 2012 г.

В связи с этим в работе проанализированы существующие и вновь разрабатываемые силовые установки на основе тепловых двигателей для добычи нефти и газа, способные использовать первичные углеводороды, а также найден оптимальный вариант их использования.

Обзор двигателей для привода буровой установки

Приводом буровой установки называется совокупность двигателей и регулирующих их работу трансмиссий и устройств, преобразующих тепловую или электрическую энергию в механическую, управляющих механической энергией и передающих ее исполнительному оборудованию – насосам, ротору, лебедке и др. Мощность привода (на входе в трансмиссию) характеризует основные его потребительские и технические свойства и является классификационным (главным) параметром.

В зависимости от используемого первичного источника энергии приводы делятся на автономные, не зависящие от системы энергоснабжения, и неавтономные, зависящие от системы энергоснабжения, с питанием от промышленных электрических сетей. К автономным приводам относятся двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с механической,

гидравлической или электропередачей. К неавтономным приводам относятся: электродвигатели постоянного тока, питаемые от промышленных сетей переменного тока через тиристорные выпрямительные станции управления; электродвигатели переменного тока с гидравлической либо электродинамической трансмиссией или регулируемые тиристорными системами.

В соответствии с кинематикой установки привод может иметь три основных исполнения: индивидуальный, групповой и комбинированный или смешанный.

Индивидуальный привод – каждый исполнительный механизм (лебедка, насос или ротор) приводится от электродвигателей или ДВС независимо друг от друга. Более широко этот вид привода распространен с электродвигателями. При его использовании достигается высокая маневренность в компоновке и размещении бурового оборудования на основаниях при монтаже.

Групповой привод – несколько двигателей соединены суммирующей трансмиссией и приводят несколько исполнительных механизмов. Его применяют с использованием ДВС.

Комбинированный привод – использование индивидуального и группового приводов в одной установке. Например, насосы приводятся от индивидуальных двигателей, а лебедка и ротор от общего двигателя. Во всех случаях характеристики привода должны наиболее полно удовлетворять требуемым характеристикам исполнительных механизмов.

Потребителями энергии буровой установки являются: в процессе бурения – буровые насосы, ротор (при роторном бурении), устройства для приготовления и очистки бурового раствора от выбуренной породы; компрессор, водяной насос и др.; при спуске и подъеме колонны труб – лебедка, компрессор, водяной насос и механизированный ключ.

1. *Всеядные двигатели*

Проблема снижения энергоёмкости национального продукта требует внедрения энергоэффективных технологий во все сферы народного хозяйства. Она успешно решается с помощью свободнопоршневых двигателей (СПД), которые характеризуются следующими проверенными временем и практикой преимуществами:

- организация и условия протекания рабочего процесса в СПД обеспечивают высокие КПД и динамические показатели при отсутствии дымления (преимущества свободного поршня в дизеле заключаются в оптимальном теплоподводе, отсутствии ограничений на жесткость и максимальное давление цикла, высокий механический КПД, незначительный (до 10 %) провал коэффициента избытка воздуха при набросе нагрузки);

- многотопливность, возможность применения низкосортных, синтетических и альтернативных топлив, включая различные газы и сырую нефть; свободнопоршневая камера сгорания по этому показателю существенно превосходит и дизели, и газотурбинные двигатели (ГТД);

- динамическая уравновешенность, отсутствие вибраций и фундамента;
- простота, надежность и технологичность конструкции;
- низкие затраты при эксплуатации и ремонте;
- высокие пусковые качества при низких температурах;
- благоприятная тяговая характеристика СУ с СПД;
- возможность отключения одного или нескольких СПД без остановки остальных;
- возможность повышения давления наддува и максимального давления сгорания;
- удобство компоновки в пространстве;
- модульный принцип компоновки.

Однако из практики известно, что для СПД не всегда удается найти приемлемое решение, прежде всего, по эффективности и надежности. Широкое применение нашли лишь устойчивые саморегулирующиеся системы – свайные дизель-молоты, свободнопоршневые дизель-компрессоры (СПДК) и т.п. [10]

Современный уровень развития теории рабочего процесса СПД убедительно доказывает, что все неудачи при создании СПД обусловлены ошибками теоретического характера, а механический перенос некоторых основных положений теории рабочего процесса кривошипных ДВС на СПД недопустим. К числу наиболее существенных ошибок относятся: неудачный (с точки зрения статического и динамического синтеза СПД) выбор

параметров номинального режима; переход на постоянный ход поршня с форсированием дизеля СПД; завышенное отношение диаметров компрессорного и дизельного поршней, ухудшающее нагрузочные характеристики; не оптимальная схема газообмена; нерациональный выбор расширительной машины. Несмотря на все допущенные ошибки газотурбинные установки со свободнопоршневыми генераторами газа (ГТУ с СПГГ) оказались весьма эффективными для северных условий благодаря использованию дешевых топлив (мазут с содержанием серы до 4 % или сырая нефть).

Эффективная работа на природном газе (ПГ) с высокими экологическими показателями возможна лишь в случае воспламенения от сжатия, что существенно упрощает топливоподающую аппаратуру, но требует управления степенью сжатия и приводит к увеличению максимального давления цикла до 280–320 бар.

Практический интерес представляют несколько типоразмеров СПД на основе серийно выпускаемых комплектующих. На основе цилиндра двигателя ДН 12/2×12 имеется многофункциональный модуль (мощность в режиме КЭУ 150–400 кВт) для мощностного диапазона СУ 150–3200 кВт (в режиме СПДК мощность 45–100 кВт). На основе цилиндра диаметром 318–320 мм проектируется модуль мощностью в режиме СПДК 450–1000 кВт или в режиме КЭУ 2,5–5,5 МВт для мощностного диапазона 2,5–80 МВт. Очевидно, что единая элементная база существенно упрощает эксплуатацию и снижает затраты не только в эксплуатации, но и при разработках. Для сокращения издержек необходимо создавать класс свободнопоршневых машин с единым конструктивным исполнением, например, генератор синтез-газа, СПДК, КЭУ и т.д. в едином модуле. Модульный принцип компоновки также снижает производственные и эксплуатационные затраты.

В России наиболее распространены СПД 1МП120 (рис. 1) и П318. Конструктивно они подобны и отличаются лишь масштабными коэффициентами и размерами (жесткостью) подмоторной рамы.

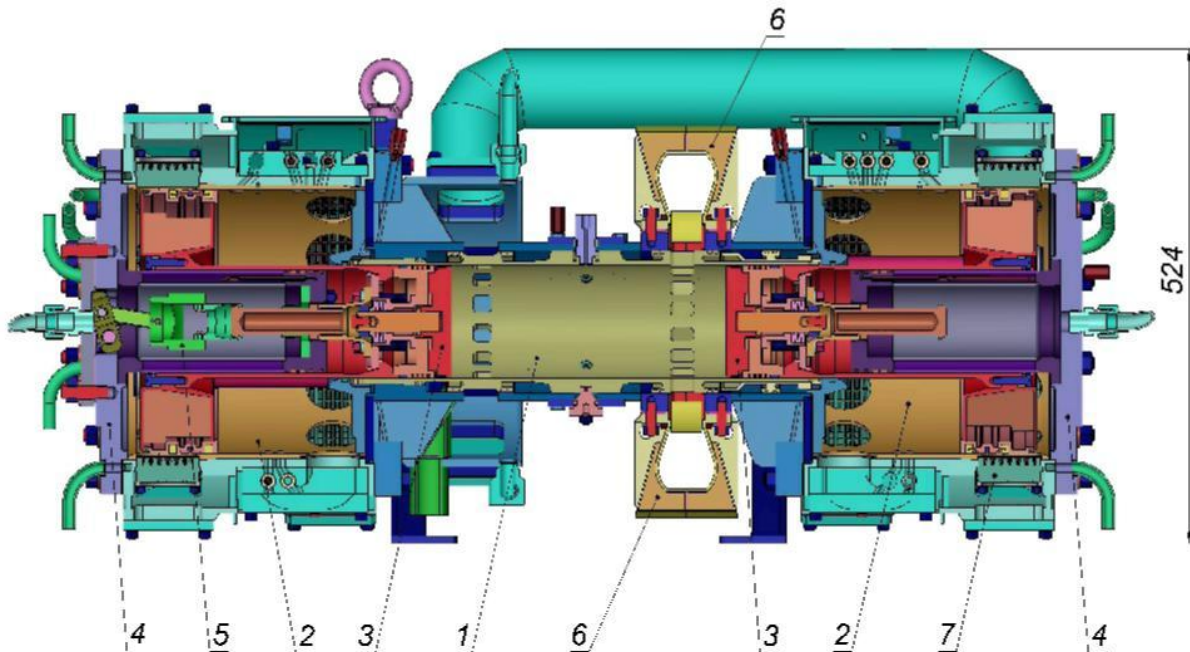


Рис. 1. Конструкция СПД 1МП120: 1 – дизель, 2 – двухступенчатый поршневой компрессор, 3 – поршень, 4 –буферная крышка с вытеснителем, 5 – механизм запуска с упора, 6 – выпускные патрубки, 7 – автоматические клапаны

2. Дизельные установки

Автономные дизельные электростанции являются основными "рабочими лошадками" там, где по разным причинам централизованное электроснабжение недоступно, либо качество его поставок оставляет желать лучшего. Ничего удивительного в популярности дизель-генераторов нет, ведь именно они обеспечивают низкую стоимость вырабатываемой

электроэнергии, а как следствие – быструю окупаемость установки. Большие моторесурс и долговечность также можно отнести к несомненным достоинствам дизель-генераторов.

Для дизелей применяются дистиллятные и остаточные топлива. К дистиллятным топливам относятся дизельное и газотурбинное топливо. Остаточные (тяжелые) топлива представляют топливо моторное для среднеоборотных дизелей и мазуты. Остаточные (тяжелые) топлива используются в дизелях, оборудованных системами топливоподготовки (сепарации и подогрева), а также специальной топливной аппаратурой (ТНВД и форсунками).

Газодизель (двухтопливный двигатель) работает при воспламенении газозооной смеси от самовоспламенения запальной дозы жидкого топлива (5–12 % от циклоой порции при работе на жидком топливе), при этом газ может быть хоть попутный нефтяной, хоть шахтный, хоть природный даже без предварительной очистки [12].

3. Газотурбинные двигатели

В настоящее время в общем объеме мирового производства газотурбинных двигателей (ГТД) в стоимостном выражении составляют около 70 % для авиационных двигателей, или около 30 % для наземных и морских. Объем производства наземных и морских ГТД распределяется следующим образом: энергетические ГТД ~ 91 %; ГТД для привода промышленного оборудования и наземных транспортных средств ~ 5 %; ГТД для привода судовых движителей ~ 4 %.

Высокие удельные параметры ГТД обеспечиваются особенностями конструкции и термодинамического цикла. Цикл ГТД, хотя и состоит из тех же основных процессов, что и цикл поршневых ДВС, но имеет существенное отличие. В поршневых двигателях процессы происходят последовательно, один за другим, в одном и том же элементе двигателя – цилиндре. В ГТД эти процессы происходят одновременно и непрерывно в различных элементах двигателя. Благодаря этому в ГТД нет такой неравномерности условий работы элементов двигателя, как в поршневом, а средняя скорость и массовый расход рабочего тела в 50–100 раз выше, чем в поршневых двигателях. Это позволяет сосредоточить в малогабаритных ГТД большие мощности.

Параллельно с развитием авиационных ГТД началось применение ГТД в промышленности и на транспорте. Быстрому внедрению ГТД способствовали неоспоримые преимущества этого класса тепловых двигателей перед другими энергетическими установками – паротурбинными, дизельными и др. К таким преимуществам относятся: большая мощность в одном агрегате; компактность, малая масса; уравновешенность движущихся элементов; широкий диапазон применяемых топлив; легкий и быстрый запуск, в т.ч. при низких температурах; хорошие тяговые характеристики; высокая приемистость и хорошая управляемость.

Основным недостатком первых моделей наземных и морских ГТД была относительно низкая экономичность. Однако эта проблема достаточно быстро преодолевалась в процессе постоянного совершенствования двигателей, чему способствовало опережающее развитие технологически близких авиационных ГТД и перенос передовых технологий в наземные двигатели.

Наиболее массовое применение ГТД механического привода находят в газовой промышленности. Они используются для привода нагнетателей природного газа в составе ГПА на компрессорных станциях магистральных газопроводов, а также для привода агрегатов закачки природного газа в подземные хранилища. К примеру, только в ОАО "Газпром" к настоящему времени эксплуатируются около 3100 ГТД суммарной установленной мощностью свыше 36 ГВт. ГТД используются также для привода насосов, технологических компрессоров, воздухоуовок на предприятиях нефтяной, нефтеперерабатывающей, химической и металлургической промышленности. Мощностной диапазон ГТД от 0,5 до 50 МВт.

Основная особенность перечисленного приводимого оборудования – зависимость потребляемой мощности N от частоты вращения n (обычно близкая к кубической: $N \sim n^3$), температуры и давления нагнетаемых сред. Поэтому ГТД механического привода должны быть приспособлены к работе с переменными частотой вращения и мощностью. Этому требованию в наибольшей степени отвечает схема ГТД со свободной силовой турбиной.

ГТД используются также для привода электрогенераторов в составе газотурбинных электростанций (ГТЭС) простого цикла и конденсационных электростанций комбинированного парогазового цикла (ПГУ), вырабатывающих "чистую" электроэнергию, а также в составе когенерационных установок (в российской литературе они часто называются "ГТУ-ТЭЦ"), производящих совместно электрическую и тепловую энергию.

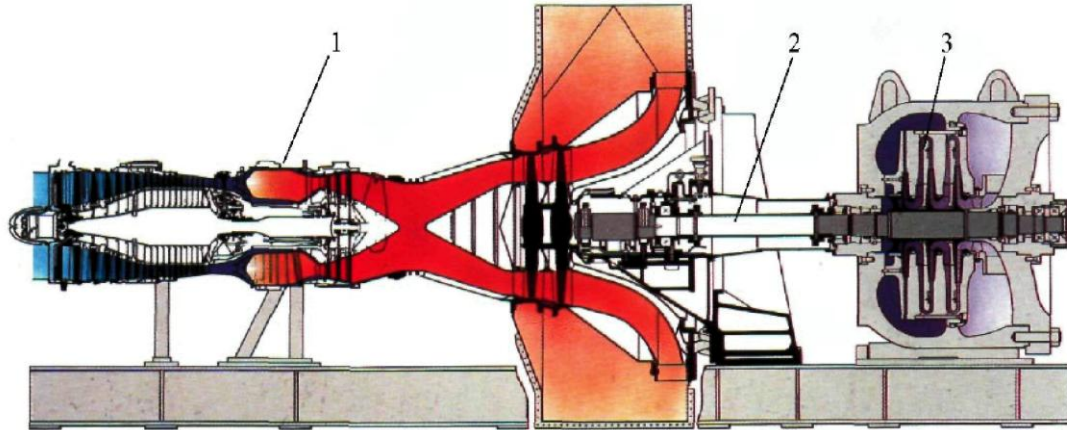


Рис. 2. Применение ГТД для прямого привода нагнетателя природного газа:
1 – ГТД; 2 – трансмиссия; 3 – нагнетатель

В когенерационных установках тепло выхлопных газов ГТД используется в котле-утилизаторе для производства горячей воды и (или) пара для технологических нужд или для использования в системах централизованного отопления. Совместное производство электрической и тепловой энергии значительно снижает ее себестоимость. Коэффициент использования тепла топлива в когенерационных установках достигает 90 %. Электростанции с ПГУ и когенерационные установки являются наиболее эффективными и динамично развивающимися современными энергетическими системами. В настоящее время мировое производство энергетических ГТД составляет около 12000 штук в год суммарной мощностью около 76 ГВт.

Основная особенность ГТД для привода электрогенераторов – постоянство частоты вращения выходного вала на всех режимах (от холостого хода до максимального), а также и высокие требования к точности поддержания частоты вращения, от которой зависит качество вырабатываемого тока. Этим требованиям в наибольшей степени соответствуют одноваловые ГТД, поэтому они широко используются в энергетике. ГТД большой мощности ($N > 60$ МВт), работающие, как правило, в базовом режиме в составе мощных электростанций, выполняются исключительно по одноваловой схеме. В энергетике используется весь мощностей ряд ГТД от нескольких десятков кВт до 350 МВт.

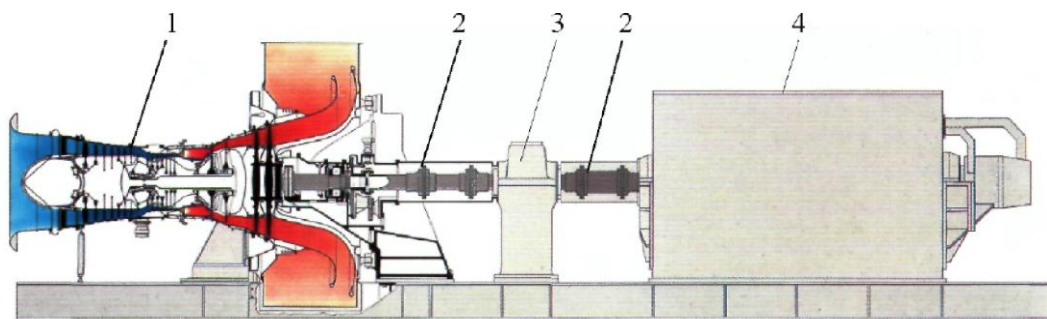


Рис. 3. Применение ГТД для привода генератора (через редуктор): 1 – ГТД;
2 – трансмиссия; 3 – редуктор; 4 – генератор

В 1990-е годы за рубежом начали интенсивно разрабатываться энергетические ГТД сверхмалой мощности (от 30 до 200 кВт), названные микротурбинами [13]. Особенности

микротурбин обусловлены их исключительно малой размерностью и областью применения. Микротурбины используются в малой энергетике в составе компактных когенерационных установок (ГТУ-ТЭЦ) как автономные источники электрической и тепловой энергии. Микротурбины имеют максимально простую конструкцию – одновальная схема и минимальное количество деталей. Используются одноступенчатый центробежный компрессор и одноступенчатая центростремительная турбина, выполненные в виде моноколес. Частота вращения ротора из-за малой размерности достигает 40–120 тыс. об/мин, поэтому применяются керамические и газостатические подшипники. Камера сгорания выполняется многотопливной, и может работать как на газообразном, так и жидком топливе. Конструктивно ГТД максимально интегрируется в энергетическую установку – ротор ГТД объединяется на одном валу с ротором высокочастотного электрического генератора.

КПД микротурбин в простом цикле составляет 14–18 %. Для повышения эффективности часто используются регенераторы тепла выхлопных газов. КПД микротурбины в регенеративном цикле достигает 28–32 %.

Относительно низкая экономичность микротурбин объясняется малой размерностью и невысокими параметрами цикла, которые применяются в данном типе ГТД для упрощения и удешевления установок. Поскольку микротурбины работают в составе когенерационных установок (ГТУ-ТЭЦ), то низкая экономичность ГТД компенсируется повышенной тепловой мощностью, вырабатываемой мини «ГТУ-ТЭЦ» за счет тепла выхлопных газов. Коэффициент использования тепла топлива в этих установках достигает 80 %.

4. Газовый двигатель

Газовый двигатель (ГД) представляет собой ДВС с внешним (внутренним) смесеобразованием и искровым зажиганием горючей смеси в камере сгорания, использующий в качестве топлива газ и работающий по циклу Отто. Энергия, выделившаяся при сгорании топлива, в газовом двигателе производит механическую работу на валу, которая используется для выработки электроэнергии генератором электрического тока. ГД используются для работы в составе генераторных установок, предназначенных для постоянной и периодической работы (пиковые нагрузки) с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла, а также в качестве аварийных источников энергии. Кроме того, они могут работать как в составе холодильных установок, так и для привода насосов и газовых компрессоров.

ГД могут использовать различные виды газа: природный, газы с низкой теплотворной способностью, невысоким содержанием метана и низкой степенью детонации или газы с высокой теплотворной способностью. Могут применяться: пропан-бутановые смеси; природный газ (сжиженный, сжатый, магистральный); попутный газ нефтяных скважин и пары дыханий больших резервуаров; промышленный газ (пиролизный, коксовый, биогаз, шахтный, газ сточных вод и т.д.). Кроме того, имеется возможность применения двухтопливных двигателей, работающих одновременно на жидком и газообразном видах топлива.

Области использования: буровые платформы и скважины, шахты, очистные сооружения, в качестве резервного, вспомогательного или основного источника электроэнергии на предприятиях, в строительстве, административных и медицинских учреждениях, аэропортах, гостиницах, узлах связи, системах жизнеобеспечения и т.п. в автономном режиме или совместно с централизованными системами электроснабжения и тепла [14].

Одним из недостатков использования газа, является относительно высокая концентрация вредных веществ в выхлопе, что требует применения дорогостоящих катализаторов. Вредные вещества в выхлопе появляются так же из-за сгорания моторного масла. Поэтому для снижения вредного воздействия на окружающую среду газовым установкам требуются высокие дымовые трубы.

ГД могут работать как на сжиженном, так и на сжатом газе. Это позволяет использовать газовые двигатели не только при подключении к газовой магистрали. При небольшой мощности ~ 1 кВт, достаточно подключить баллон со сжиженным газом через газовый редуктор.

Возможность применения первичных углеводородов на силовых агрегатах

В ходе работы были проведены тепловые расчеты дизельного и газового двигателя, подтвердившие возможность применения на них первичных углеводородов. При мощности 400 кВт часовой расход топлива оказался аналогичен показателям расчетов.

Наивысший КПД, до 30 %, получился у газовой турбины, и более 40 % – у газового двигателя достигается при работе под 100 %-ной нагрузкой (рис. 4). При снижении нагрузки до 50 %, КПД газовой турбины снижается почти в 3 раза. Для газового двигателя такое же изменение режима нагрузки практически не влияет на КПД.

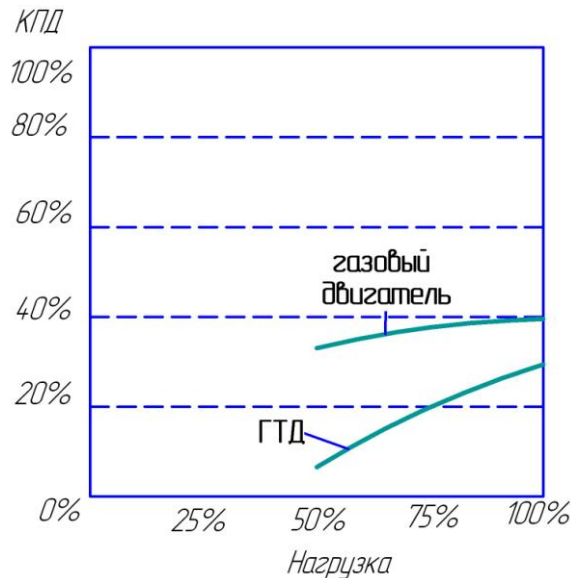


Рис. 4. Зависимость КПД от нагрузки

Графики наглядно показывают – газовые двигатели имеют высокий КПД, который практически не изменяется в диапазоне нагрузки 50–100 %.

Далее были рассчитаны удельное капиталовложение (USD/кВт) в производство электрической и тепловой энергии газовыми двигателями. Это преимущество газовых двигателей неоспоримо для мощностей до 30 МВт. Тепловая электростанция мощностью 10 МВт на основе газовых двигателей требует вложений около 7,5 млн USD, при использовании газовой турбины затраты возрастают до 9,5 млн USD (рис. 5)

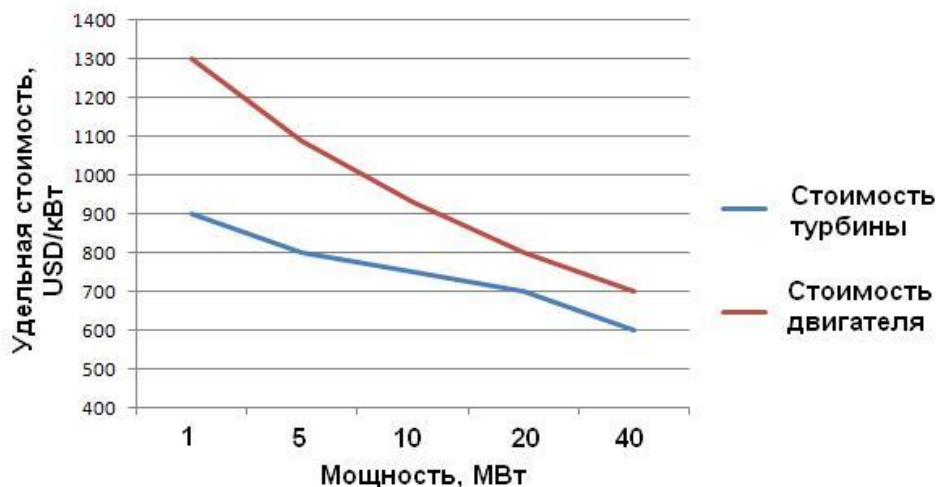


Рис. 5. Объемы капитальных вложений в ТЭЦ с разными силовыми агрегатами

Основное преимущество газовых двигателей перед дизельными – более дешевое топливо. Значительная разница в цене отражена в диаграммах на рис. 6. Даже при

использовании в качестве резервного топлива газовой пропан-бутановой смеси, стоимость единицы электрической энергии, произведённой на газовой установке, в 1,3 раза меньше, чем на дизельной [20]. Другое важное преимущество перед дизельными установками – экологическая безопасность, например, уровень выбросов NO_x и CO (рис. 7).

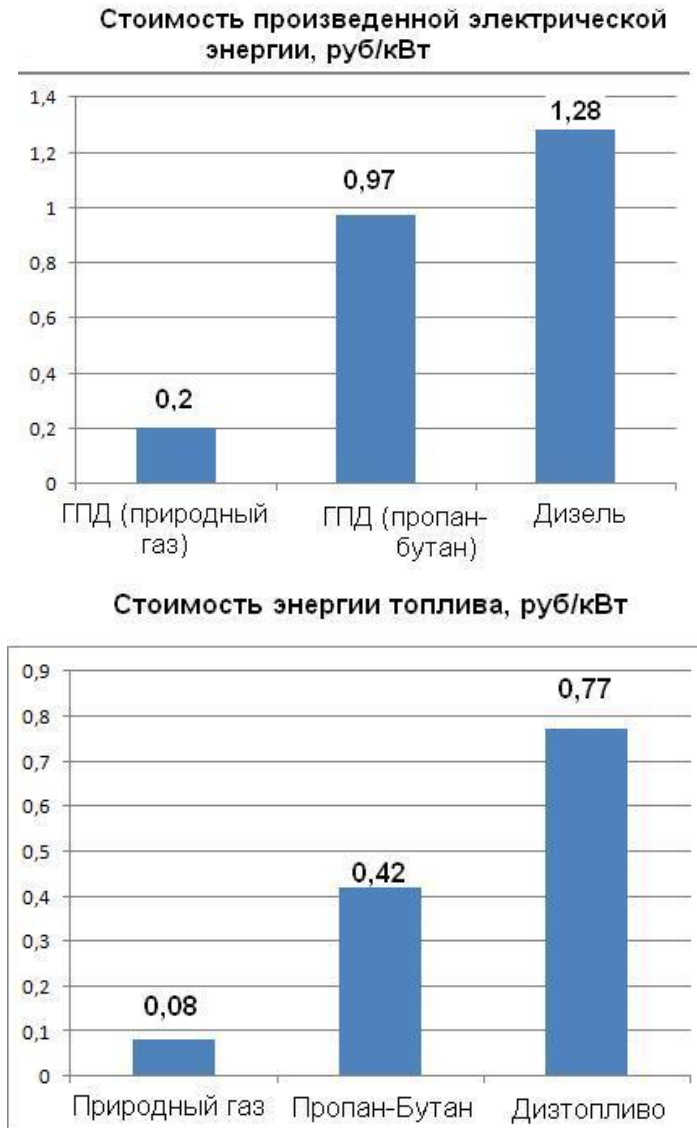


Рис. 6. Сравнение затрат на топливо

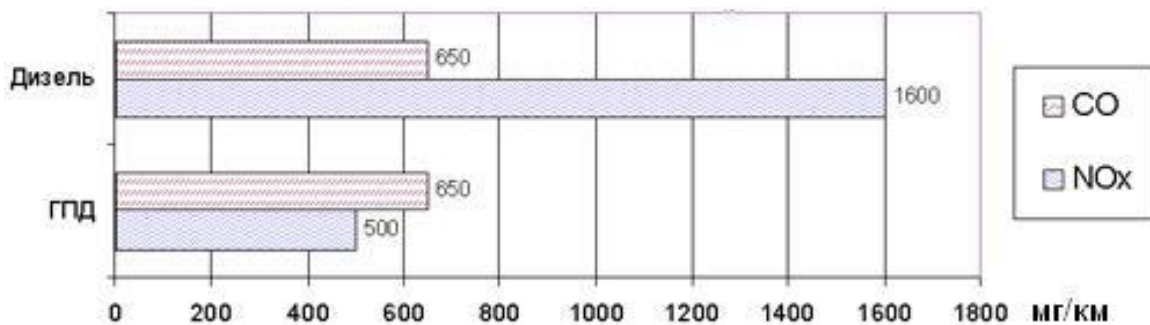


Рис. 7. Уровень вредных выбросов

Выводы

В результате выполнения работы был проведен информационный обзор возможных вариантов двигателей для привода буровой установки. Рассмотрены следующие автономные силовые установки с использованием: всеядного двигателя, дизельного двигателя, ГТД и газового двигателя. Проведенные тепловые расчеты дизельного и газового двигателя подтверждают основные расчетные данные уже существующих силовых установок, используемых для привода бурового оборудования.

Сравнение, анализ и выбор оптимальной силовой установки показали, что наиболее приемлемым вариантом из существующих на сегодняшний день на рынке является силовая установка с газовым двигателем. Такой двигатель, использующий очищенный ПНГ в качестве топлива наиболее производителен, экономически выгоден, требует минимальных капитальных вложений, имеет низкий уровень вредных выбросов, и не требует частого технического обслуживания.

Примечания:

1. Судонов М.М. Нефть и горючие газы в современном мире. М.: Недра, 1984.
2. Динков В.А. Нефтяная промышленность вчера, сегодня, завтра. М.: ВНИИОЭНГ, 1988.
3. Филиппов А.В. Компонентный состав попутного нефтяного газа // URL: <http://energias.ru/docs/id119.html>
4. Лопатина Д.М., Попова Т.Н. Расклад сил на мировом рынке нефти // URL: <http://sibac.info/10426>
5. Статистика газового комплекса. Министерство энергетики Российской Федерации // URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/gas>.
6. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Ч. 1. М.: Химия, 1972. 360 с.
7. Подготовка топливного газа для газопоршневых приводов с применением мембранных газораспределительных установок «Грасис» // Газовая промышленность. 2011. № 7. С. 8–9.
8. Губкин А.Н. Электреты. М.: Наука, 1978. 192 с.
9. Жеваго К.А. Привод буровых установок. М.: Недра, 1964. 408 с.
10. Васильев Ю.Н. Свободнопоршневые двигатель - компрессоры для газовой промышленности // Газовая промышленность. 1992. № 2. С. 17–18.
11. Петров П.П. Свободнопоршневые двигатели для газовой промышленности. М.: НПФ ЭКИП, 2009.
12. Штерн В.И. Эксплуатация дизельных электростанций. М.: Энергия, 1980. 287 с.
13. Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели. М.: Авиадвигатель, 2006.
14. Гордюхин А.И. Газовые установки. М.: Машиниздат, 1978. 383 с.
15. Иващенко Н.А., Петров П.П. «Всеядный» двигатель. Диаграмма возможных режимов работы комбинированных энергоустановок // АГЗК+АТ. 2009. № 4. С. 3–8.
16. Каталог дизельных генераторов // URL: <http://www.generent.ru/sdmo>.
17. Каталог газотурбинных установок // URL: <http://ehc-group.ru/catalog/gtu>.
18. Каталог газовых установок // URL: <http://www.als-energo.ru/catalog/gpu>.
19. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2008. 496 с.
20. Автономное энергоснабжение на примере газопоршневых мини-ТЭЦ // Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы". 2004. № 7. URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2004_7/art48.htm.
21. Gulamow A.A. i inne. Kilka sposobów na poprawę wydajności sprzętu oleju // Nauka: teoria i praktyka 2014: Materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 sierpnia 2014 roku). Vol. 7. Techniczne nauki. Przemysł: Nauka i studia, 2014. S. 14–16.
22. Айдашов Н.Ф. и др. Способы интенсификации добычи нефти: Патентно-информационный обзор / Ижевский гос. техн. ун-т. Ижевск, 2000. 34 с. Деп. в ВИНТИ 22.05.00, № 1447-В00.

23. Айдашов Н.Ф. и др. Устройства для интенсификации добычи нефти: Патентно-информационный обзор / Ижевский гос. техн. ун-т. Ижевск, 2000. 18 с. Деп. в ВИНТИ 22.05.00, № 1448-В00.
24. Белослудцев И.С. Анализ существующих моделей когенерационных установок // Вестник КИГИТ. 2011. № 5 (18). С. 54–62.
25. Белослудцев И.С. Применение когенерационных систем // Новый университет. Сер. "Технические науки". 2012. № 4. С. 26–31.
26. Белослудцев И.С., Митюков Н.В. Экономическое обоснование целесообразности применения когенерационных установок на промышленном предприятии // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 75–76.
27. Гизатуллин Н.М. Реконструкция цеха подготовки и перекачки нефти Тарасовского месторождения // Вестник КИГИТ. 2014. № S1. С. 37-42.
28. Гуламов А.А. Перспективы совершенствования штанговых скважинных насосных установок // Вестник КИГИТ. 2013. № 4. С. 29-48.
29. Гуламов А.А. и др. Гидропривод штангового насоса // Инновации в науке, производстве и образовании: Сб. тр. III Междунар. научн.-практ. конф. (Рязань, 13–14 октября 2014 г.). Рязань: Изд-во РГУ, 2014. С. 109.
30. Дерюшев Д.В. Моделирование газотурбинной установки // Вестник КИГИТ. 2014. № S1. С. 13-19.
31. Дерюшев Д.В. Моделирование переходных процессов газотурбинной установки // Новый университет. Сер. "Технические науки". 2013. № 8–9. С. 98–109.
32. Митюков Н.В. Динамика прибора для определения фазового состава нефти // Новый университет. Сер. "Технические науки". 2013. № 3. С. 23–30.
33. Митюков Н.В. К вопросу о повышении надежности проектируемых нефтепроводов // Экологическая безопасность регионов России. Пенза: Изд-во ПТИ, 1997. С. 150–153.
34. Митюков Н.В. К определению акустических свойств многофазной жидкости // Вестник КИГИТ. 2010. № 4. С. 65–86.
35. Митюков Н.В. Способы и устройства интенсификации добычи нефти. Патентно-информационный обзор // Вестник КИГИТ. 2008. № 1–2. С. 40–61.
36. Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л. К вопросу о реальной кооперации науки и производства // European Journal of Economic Studies. 2013. № 4. P. 210–214.
37. Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л. Термодинамические характеристики обводненных топлив // Новый университет. Сер. "Технические науки". 2012. № 4. С. 32–33.
38. Митюков Н.В., Дементьева О.В. Реконструкция ТЭЦ с монтажом паротурбинной установки // Геоинжиниринг. 2010. № 1. С. 24–26.
39. Митюков Н.В., Семакин Ю.А., Тарасов Д.Л. Моделирование динамики прибора для замера доли попутного газа в пластовой нефти // Сб. докл. конф. «Современное газоиспользующее оборудование и технологии в решении энергосберегающих и экологических проблем» (Ижевск, 15–17 декабря 1999 г.). М.: Изд-во ОАО «Газпром», 1999. С. 89–92.
40. Першин С.А. Оптимизация параметров когенерационной установки // Новый университет. Сер. Технические науки. 2014. № 5–6. С. 78–91. (DOI: 10.15350/2221-9552.2014.5-6.0009)
41. Першин С.А. и др. Оптимизация параметров когенерационной установки // Инновации в науке, производстве и образовании: Сб. тр. III Междунар. научн.-практ. конф. (Рязань, 13–14 октября 2014 г.). Рязань: Изд-во РГУ, 2014. С. 126.
42. Плигин Н.А. и др. К вопросу о повышении нефтеотдачи малодобитных скважин // Инновации в науке, производстве и образовании: Сб. тр. III Междунар. научн.-практ. конф. (Рязань, 13–14 октября 2014 г.). Рязань: Изд-во РГУ, 2014. С. 126–127.
43. Юков Е.В., Митюков Н.В. Возможность использования альтернативных источников энергии в индивидуальном фермерском хозяйстве // Вестник КИГИТ. 2012. № 2. С. 49–52.

References:

1. Sudonov M.M. Neft' i goryuchie gazy v sovremenном mire. М.: Nedra, 1984.

2. Dinkov V.A. Neftyanaya promyshlennost' vchera, segodnya, zavtra. M.: VNIIOENG, 1988.
3. Filippov A.V. Komponentnyi sostav poputnogo neftyanogo gaza // URL: <http://energ.ru/docs/id119.html>
4. Lopatina D.M., Popova T.N. Rasklad sil na mirovom rynke nefti // URL: <http://sibac.info/10426>
5. Statistika gazovogo kompleksa. Ministerstvo energetiki Rossiiskoi Federatsii // URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/gas>.
6. Gurevich I.L. Tekhnologiya pererabotki nefti i gaza. Ch. 1. M.: Khimiya, 1972. 360 s.
7. Podgotovka toplivnogo gaza dlya gazoporshnevnykh privodov s primeneniem membrannykh gazoraspredeletel'nykh ustanovok «Grasis» // Gazovaya promyshlennost'. 2011. № 7. S. 8–9.
8. Gubkin A.N. Elektrety. M.: Nauka, 1978. 192 s.
9. Zhevago K.A. Privod burovykh ustanovok. M.: Nedra, 1964. 408 s.
10. Vasil'ev Yu.N. Svobodnoporshnevnye dvigatel' - kompressory dlya gazovoi promyshlennosti // Gazovaya promyshlennost'. 1992. № 2. S. 17–18.
11. Petrov P.P. Svobodnoporshnevnye dvigateli dlya gazovoi promyshlennosti. M.: NPF EKIP, 2009.
12. Shtern V.I. Eksploatatsiya dizel'nykh elektrostantsii. M.: Energiya, 1980. 287 s.
13. Inozemtsev A.A. Gazoturbinnye dvigateli. M.: Aviadvigatel', 2006.
14. Gordyukhin A.I. Gazovye ustanovki. M.: Mashizdat, 1978. 383 s.
15. Ivashchenko N.A., Petrov P.P. «Vseyadnyi» dvigatel'. Diagramma vozmozhnykh rezhimov raboty kombinirovannykh energoustanovok // AGZK+AT. 2009. № 4. S. 3–8.
16. Katalog dizel'nykh generatorov // URL: <http://www.generent.ru/sdmo>.
17. Katalog gazoturbinnnykh ustanovok // URL: <http://ehc-group.ru/catalog/gtu>.
18. Katalog gazovykh ustanovok // URL: <http://www.als-energo.ru/catalog/gpu>.
19. Kolchin A.I. Raschet avtomobil'nykh i traktornykh dvigatelei. M.: Vysshaya shkola, 2008. 496 s.
20. Avtonomnoe energosnabzhenie na primere gazoporshnevnykh mini-TETs // Elektronnyi zhurnal energoservisnoi kompanii "Ekologicheskie sistemy". 2004. № 7. URL: http://esco-ecosys.narod.ru/2004_7/art48.htm.
21. Gulamow A.A. i inne. Kilka sposobów na poprawę wydajności sprzętu oleju // Nauka: teoria i praktyka 2014: Materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 sierpnia 2014 roku). Vol. 7. Techniczne nauki. Przemysł: Nauka i studia, 2014. S. 14–16.
22. Aidashov N.F. i dr. Sposoby intensifikatsii dobychi nefti: Patentno-informatsionnyi obzor / Izhevskii gos. tekhn. un-t. Izhevsk, 2000. 34 s. Dep. v VINITI 22.05.00, № 1447-V00.
23. Aidashov N.F. i dr. Ustroistva dlya intensifikatsii dobychi nefti: Patentno-informatsionnyi obzor / Izhevskii gos. tekhn. un-t. Izhevsk, 2000. 18 s. Dep. v VINITI 22.05.00, № 1448-V00.
24. Belosludtsev I.S. Analiz sushchestvuyushchikh modelei kogeneratsionnykh ustanovok // Vestnik KIGIT. 2011. № 5 (18). S. 54–62.
25. Belosludtsev I.S. Primenenie kogeneratsionnykh sistem // Novyi universitet. Ser. "Tekhnicheskie nauki". 2012. № 4. C. 26–31.
26. Belosludtsev I.S., Mityukov N.V. Ekonomicheskoe obosnovanie tselesoobraznosti primeneniya kogeneratsionnykh ustanovok na promyshlennom predpriyatii // Vestnik IzhGTU. 2013. № 3. S. 75–76.
27. Gizatullin N.M. Rekonstruktsiya tsekha podgotovki i perekachki nefti Tarasovskogo mestorozhdeniya // Vestnik KIGIT. 2014. № S1. S. 37–42.

28. Gulamov A.A. Perspektivy sovershenstvovaniya shtangovykh skvazhinnykh nasosnykh ustanovok // Vestnik KIGIT. 2013. № 4. S. 29-48.
29. Gulamov A.A. i dr. Hidroprivod shtangovogo nasosa // Innovatsii v nauke, proizvodstve i obrazovanii: Sb. tr. III Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (Ryazan', 13-14 oktyabrya 2014 g.). Ryazan': Izd-vo RGU, 2014. S. 109.
30. Deryushev D.V. Modelirovanie gazoturbinoi ustanovki // Vestnik KIGIT. 2014. № S1. S. 13-19.
31. Deryushev D.V. Modelirovanie perekhodnykh protsessov gazoturbinoi ustanovki // Novyi universitet. Ser. "Tekhnicheskie nauki". 2013. № 8-9. S. 98-109.
32. Mityukov N.V. Dinamika pribora dlya opredeleniya fazovogo sostava nefi // Novyi universitet. Ser. "Tekhnicheskie nauki". 2013. № 3. S. 23-30.
33. Mityukov N.V. K voprosu o povyshenii nadezhnosti proektiruemykh nefteprovodov // Ekologicheskaya bezopasnost' regionov Rossii. Penza: Izd-vo PTI, 1997. S. 150-153.
34. Mityukov N.V. K opredeleniyu akusticheskikh svoystv mnogofaznoi zhidkosti // Vestnik KIGIT. 2010. № 4. S. 65-86.
35. Mityukov N.V. Sposoby i ustroystva intensivatsii dobychi nefi. Patentno-informatsionnyi obzor // Vestnik KIGIT. 2008. № 1-2. S. 40-61.
36. Mityukov N.V., Busygina E.L. K voprosu o real'noi kooperatsii nauki i proizvodstva // European Journal of Economic Studies. 2013. № 4. R. 210-214.
37. Mityukov N.V., Busygina E.L. Termodinamicheskie kharakteristiki obvodnennykh topliv // Novyi universitet. Ser. "Tekhnicheskie nauki". 2012. № 4. S. 32-33.
38. Mityukov N.V., Dement'eva O.V. Rekonstruktsiya TETs s montazhom paroturbinoi ustanovki // Geoinzhiniring. 2010. № 1. S. 24-26.
39. Mityukov N.V., Semakin Yu.A., Tarasov D.L. Modelirovanie dinamiki pribora dlya zamera doli poputnogo gaza v plastovoi nefi // Sb. dokl. konf. «Sovremennoe gazoispol'zuyushchee oborudovanie i tekhnologii v reshenii energosberegayushchikh i ekologicheskikh problem» (Izhevsk, 15-17 dekabrya 1999 g.). M.: Izd-vo OAO «Gazprom», 1999. S. 89-92.
40. Pershin S.A. Optimizatsiya parametrov kogeneratsionnoi ustanovki // Novyi universitet. Ser. Tekhnicheskie nauki. 2014. № 5-6. S. 78-91. (DOI: 10.15350/2221-9552.2014.5-6.0009)
41. Pershin S.A. i dr. Optimizatsiya parametrov kogeneratsionnoi ustanovki // Innovatsii v nauke, proizvodstve i obrazovanii: Sb. tr. III Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (Ryazan', 13-14 oktyabrya 2014 g.). Ryazan': Izd-vo RGU, 2014. S. 126.
42. Pligin N.A. i dr. K voprosu o povyshenii nefteotdachi malodebitnykh skvazhin // Innovatsii v nauke, proizvodstve i obrazovanii: Sb. tr. III Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (Ryazan', 13-14 oktyabrya 2014 g.). Ryazan': Izd-vo RGU, 2014. S. 126-127.
43. Yukov E.V., Mityukov N.V. Vozmozhnost' ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii v individual'nom fermerskom khozyaistve // Vestnik KIGIT. 2012. № 2. S. 49-52.

УДК 62-843

**Первичные углеводороды в силовых установках
добычи нефти и газа**

А.М. Завьялов

Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация
Магистр техники и технологий

Аннотация. В работе проведен информационный обзор силовых установок для добычи нефти и газа, рассмотрены конструкции и основные характеристики. Сделан анализ, сравнение и выбор оптимальной силовой установки. Работа может быть использована для создания опытного образца силовой установки с использованием очищенного попутного нефтяного газа.

Ключевые слова: нефть; силовая установка; информационный обзор; углеводороды.