

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF METHANOL PRODUCTION PROCESS

G. R. Mammadova

Master, Chemistry and Technology of Basic Organic Synthesis, Baku Engineering University, Azerbaijan

Email: [govhar.r.mammadova@gmail.com](mailto:govhar.r.mammadova@gmail.com)

**Abstract** The purpose of this article, investigate impacts of methanol production to the environment. Methanol is the most flexible commodities and energy sources available today. It is colorless, volatile, flammable, poisonous as well as 19th highest produced organic chemical in the world and plays a crucial role in reducing environmentally-damaging effluent. In this work natural gas used as main feedstock of process. In the other hand, methanol plant was simulated with the use of ASPEN HYSYS V8.8 software in order to calculate the heat and material balance and required energy for plant running and HYSYS gives us an opportunity to observe and realize the plant and process. A simulation model is applied to define the proper operating conditions to achieve minimum CO<sub>2</sub> emission. Optimum conditions for methanol production are found to be reactor temperature 200-300 °C, reactor pressure 40-50 ATM. Using of modern and efficient technologies, over the last decade methanol plants have been able to significantly reduce CO<sub>2</sub> emissions by up to 40%, although a typical methanol manufacturing plant would emit about 0.9–1.0 metric tons of carbon dioxide for every ton of methanol produced, ten years ago. Subsequently it was found that the production of methanol, has much lower impact on the environment.

**Keywords:** environment, process simulation, methanol synthesis, waste CO<sub>2</sub>

### 1. Introduction

Air pollution became most important environmental problem due to great civilization. CO<sub>2</sub> is the most widespread pollutant in industry. The transformation of CO<sub>2</sub> into methanol is challenging. Methanol is biodegradable and naturally occurring alcohol which is present in our environment. Nowadays, methanol is most commonly produced on an industrial scale using natural gas as the principal feedstock. An important advantage of methanol production is that methanol can be made from any resource that can be firstly converted into synthesis gas (CO+H<sub>2</sub>). Synthesis gas can be produced agricultural and timber waste, biomass, solid municipal waste, waste CO<sub>2</sub> and many other feedstock.

Methanol, generally, can be produced from syngas, a mixture of CO, CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> at 50–100 bar and 250 °C–300 °C, using copper and zinc-based catalyst [1,2]. Pontzen and coworkers experimentally show that methanol can be produced from CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> with using conventional catalysts as CuO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZnO [3]. Zachopoulos et al. the production of methanol from pure CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> has also some thermodynamic limits [4]. All these works about the production of methanol by syngas are mainly present and different strategies are proposed to improve the efficiency of the process. On the other hand, Faizan Ahmad and et al. used a membrane process which is relatively new technology among other available techniques, can be used for the purpose of CO<sub>2</sub> capture from natural gas [5].

Methanol occurs naturally in the environment, and quickly breaks down in both

aerobic and anaerobic conditions. Around the world, over 100 methanol plants have a combined production capacity of about 100 million metric tons and each day more than 180,000 tons of methanol is used as a chemical feedstock or as a transportation fuel. The global methanol industry generates \$36 billion in economic activity each year [6].

The whole methanol plant is simulated with ASPEN HYSYS. After selecting the best feed option and optimal recycle structure, the ASPEN model was further analyzed using a complete cycle. Since the steam to methane ratio and natural gas feed temperature were expected to improve the overall energy efficiency, and decrease emissions.

### 2. Materials and Method

#### 2.1. Methanol Process

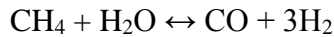
Methanol production typically requires three steps:

- Syngas preparation;
- Methanol synthesis;
- Methanol purification/distillation [7].

Syngas preparation is very similar to the Fisher-Tropsch (FT) gas to liquids (GTL) process, but a major difference is the scale at which syngas is produced. Syngas for methanol synthesis can be prepared either with partial oxidation or steam reforming of the natural gas.

The component elements of the natural gas first have to be rearranged to form different chemical compounds which are then combined under other conditions to form methanol. The rearrangement of the natural gas component elements is termed as “Reforming” and the subsequent formation of methanol is termed as “Synthesis”.

Reforming process is an endothermic catalytic reaction between the natural gas feed stock and steam to produce a gaseous mixture of CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> and unconverted CH<sub>4</sub> together with excess steam. The quantities of each constituent depend upon the temperature and pressure of operation and the steam to feed stock ratio. This gas is termed as "Reformed gas" and is cooled prior to compression to recover the excess steam as process condensate [8-10]. The initial reaction may be expressed in the form :

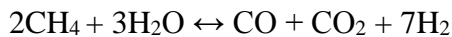


The modifying reactions that also occur are :

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ , which is called water gas shift reaction and

$\text{CO} + 3\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , which is called the methane/steam reaction.

Combining the reactions result in the reforming reaction of :

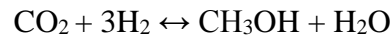
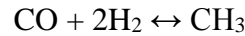


Since the reactions are reversible, a large excess of steam is used in order to force the water / gas reaction to the right and to force the methane/steam reaction to the left.

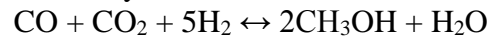
### Methanol Synthesis

The formation of methanol involves the reaction between hydrogen, and the two carbon

oxides present in the synthesis gas. The reaction may be expressed in the form:



Combining the equations results in the overall synthesis reaction of:



These reactions are strongly exothermic and are moderated by injecting unreacted cooler synthesis gas into various levels of the catalyst bed.

### Methanol purification/distillation

Crude methanol, received from a gas-phase synthesis reactor that uses syngas with a stoichiometric number of 2 or higher, will have 25 to 35% high amount of water. Besides removing the lighter components in a topping column, this water and other heavies are removed in a refining column. Reboiler heat duty is typically obtained by cooling the syngas in the front end of the plant. A two- or three-column distillation scheme is typically used.

### 2.2. Process Simulation

Methanol production process is simulated using Aspen HYSYS V8.8 simulation tool. The thermodynamics for this process is described by Peng Robinson fluid package available in the software. Synthesis gas which is obtained from natural gas used as feed of the process.

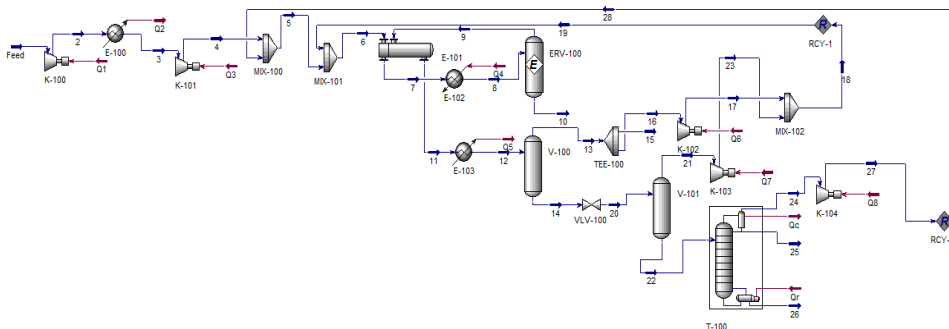


Fig. 2. Simulation of Methanol Process plant

Some of the units used in HYSYS are given below:

**Mixer:** Mixes two or more fluid stream input and gives one output.

**Heater:** This unit heats up the feed to desired temperature by specifying the pressure drop and outlet pressure.

**Methanol synthesis reactor:** It is an equilibrium reactor chosen from the library. It is used for the equilibrium reaction sets only. This reactor is valid both for exothermic and endothermic reactions. It is also possible to

maintain a constant temperature in the reactor by removing or supplying heat.

**Cooler:** It is used to cool the process stream to desired temperature.

**Separator:** It is used for separating liquid and vapor mixture in given process stream at a constant temperature or by inputting or removing heat. It is also possible to add reaction sets here.

**Distillation column:** It is the most versatile tool in HYSYS. Any kind of distillation

is possible in this unit. It works by separating most volatile components from a process feed.

### 3. Result

Methanol production is one of an important chemical processes in industry. The maximization of syngas conversion is translated in the term of thermal and carbon efficiency.

In this article, generated data based on the simulation performed in HYSYS. This data can help us understand the process in various situations in industrial practice.

Table 1 show that the mole fraction of CO<sub>2</sub> in compositions of last stream in methanol production process. At the end of process, amount of CO<sub>2</sub> emissions decrease to 0.0006 % of overall.

Table 1.

Compositions of stream (from HYSYS software)

ERV-100		
Vessel Temperature	244.3	C
Vessel Pressure	45.00	atm
Vapour Molar Flow	5.378e+004	kgmole/h
Liquid Molar Flow	0.0000	kgmole/h
Heat Flow	0.0000	kJ/h

Optimum conditions for methanol production in equilibrium reactor are shown in Table 2.

Table 2.

Properties of Equilibrium Reactor (from HYSYS software)

	Mole Fractions
Hydrogen	0.0000
Nitrogen	0.0000
CO	0.0000
CO <sub>2</sub>	0.0060
Methane	0.0002
H <sub>2</sub> O	0.0242
Methanol	0.9697

### 4. Conclusion

The main objective of this study was to reduce CO<sub>2</sub> emission to the environment in methanol production plant. The study concluded that locating such plant close to the thermal power plant where CO<sub>2</sub> emitted from the plant could be

captured and use as raw material could mitigate CO<sub>2</sub> emissions from the plant. Furthermore, the Aspen HYSYS user defined unit operation has potential to be applied for efficient process conditions and minimal CO<sub>2</sub> waste.

### References

1. Sunggyu, L. *Handbook of Alternative Fuel Technologies*; CRC Press: New York, NY, USA, -2007, p.297-323
2. Jadhav, S.G.; Vaidya, P.D.; Bhanage, B.M.; Joshi, J.B. Catalytic carbon dioxide hydrogenation to methanol: A review of recent studies - Elsevier Ltd, Chem. Eng. Res. Design, Vol. 92, № 1, -2014, pp. 157-167
3. Pontzen, F.; Liebner, W.; Gronemann, V.; Rothemel, M.; Ahlers, B. CO<sub>2</sub>-Based Methanol and DME—Efficient Technologies for Industrial Scale Production - Elsevier Ltd, Catal. Today, Vol. 171, № 11, - 2011, pp. 242–250
4. Zachopoulos A.; Heracleous, E. Overcoming the equilibrium barriers of CO<sub>2</sub> hydrogenation to methanol via water sorption: A thermodynamic analysis. J - Elsevier Ltd, CO<sub>2</sub> Util. , Vol. 21, № 2, -2017, pp. 360–367
5. Faizan Ahmad, K.K. Lau, A.M. Shariff, Ghulam Murshid : Process simulation and optimal design of membrane separation system for CO<sub>2</sub> capture from natural gas - Elsevier Ltd, Computers and Chemical Engineering, Vol. 36, № 2, - 2011, pp. 119-128

6. Ruhul Amin, I. Hassan, A. Das, R. Yeasmin, T. Rahman, T. Hossain : Simulation of Methanol Production from Synthesis Gas - Journal of of Engineering (JOE) ISSN: 2325-0224, Vol. 2, № 3, -2013, pp. 118-122
7. Xu Hao, Martina Elissa Djatmiko, Yuanyuan Xu, Yining Wang, Jie Chang, Yongwang Li : Simulation Analysis of a Gas-to-Liquid Process Using Aspen Plus - Chem. Eng. Technol., Vol. 31, № 2, -2008, pp. 188–196
8. Mar Pérez-Fortes, Jan C. Schöneberger, Aikaterini Boulamanti, Evangelos Tzimas : Methanol synthesis using captured CO<sub>2</sub> as raw material: Techno-economic and environmental assessment - Elsevier Ltd, Applied Energy, Vol.161, №2, -2015, pp.718-732
9. J. O. Odejobi<sup>1</sup>, and O. S. Ayorinde : Exergy and economic analyses of methanol production process - Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH), Vol. 37, № 2, -2018, pp. 365 – 373
10. [https://petrowiki.org/Gas\\_to\\_methanol](https://petrowiki.org/Gas_to_methanol) (accessed in 08 February 2019)

## METANOL İSTEHSALI PROSESİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ EKOLOJİ TƏSİRİ

Magistr G. R. Məmmədova

Bakı Mühəndislik Universiteti

Məqalədə metanol istehsalı prosesinin ətraf mühitə təsiri araşdırılmışdır. ASPEN HYSYS V8.8 simulyatoru vasitəsilə ilə proses simulə edilmiş və ətraf mühit üçün zərərli olan əsas tullantı qazının (CO<sub>2</sub>) miqdarı hal-hazırda ətraf mühitə atılan CO<sub>2</sub> qazının miqdarı ilə müqayisədə azalmışdır. Metanol istehsalı üçün optimal şərait reaktorun temperaturu 200-300 °C, təzyiqi isə 40-50 ATM tapılmışdır.

**Açar sözlər:** ətraf mühit, proses simulyasiyası, metanol sintezi, tullantı CO<sub>2</sub>

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА

Магистр Г. Р. Мамедова

Бакинский Инженерный Университет

В статье исследовалось влияние процесса производства метанола на окружающую среду. Процесс был симулирован благодаря симулятору ASPEN HYSYS V8.8 и было произведено сравнение количества вредных для окружающей среды отходящих газов с количеством выбрасываемых в окружающую среду газов CO<sub>2</sub>. Оптимальные условия для производства метанола: температура реактора: 200-300°C, давление реактора: 40-50 атм.

**Ключевые слова:** окружающая среда, симуляция процесса, синтез метанола, выброс CO<sub>2</sub>

UOT 678.502/504.001

## SYNTHESIS OF POLY(P-PHENYLENEDIAMINE)-PSMA NANOCOMPOSITE

A.M. Bayramova, R. S. Rzayev

Baku Engineering University

**Abstract** Poly(p-phenylenediamine) (PpPDA ) nanocomposites with polystyrene-co-maleic acid (PSMA) have been obtained by chemical copolymerization method. PpPDA-PSMA, PpPDA-PSMA-PS nanocompositions have been synthesized and found their high electric conductivity and solubility. The mechanism of poly(p-phenylenediamine) nanocomposites formation has been investigated by studying parameters (such as the molar ratios of PSMA and p-phenylenediamine, type of oxidizing agent, adding of PS to composite) which affecting conductivity, of the resulting products.

**Key words:** Poly(p-phenylenediamine), Conducting polymer, Chemical oxidative polymerization , Nanocomposites

### 1. Introduction

Various inorganic-polymer nanocomposites composed of different combinations of two or more components have attracted progressive attention in today's world due to their potential uses as chemical sensors, electronic and optical devices, and as catalysts [1]. These properties offer wide range of opportunities for the use of heat-resistant epoxide resins and composites, as well as polymers as semiconductor materials in the production of various parts of the microelectronics, additives that add antioxidant and antistatic properties to industrial polymers.

Recently, it has become the object of numerous studies of polymeric materials, including nanocomposites, to obtain new polypeptide oligoarilines, investigate their synthesis processes, determine the properties and perspective applications of oligomeric products received and set up specific properties on their basis [2].

Polyaniline (PANI) has been one of the most extensively investigated polymer because of its processibility, ease of preparation, environmental stability, photoelectric property, cost effectiveness and potential in the field of catalysis, biosensors, batteries, electronics, opto-electronics and enable control of particle size and lead to uniform distribution of nanoparticles [3].

Phenylenediamines, "amino anilines", are directly related to aniline, and they can correspondingly be oxidized to the related oligomers and polymers. Phenylenediamines are easily prepared by chemical or electrochemical oxidation. Their conductivity is lower by many orders of significance compared with polyaniline, and they rank among non-conductors. A close resemblance of the chemical structure of polyanilines and polyphenylenediamines, however, endows both groups with other

analogous properties, such as redox activity. As the conductivity is important but is not the only parameter demanded by applications of conducting polymers, polymers derived from phenylenediamines have recently become ever more studied [4,5].

### 2. Experimental

#### *Synthesis of Poly(styrene-co-maleic anhydride)*

All reagents used in our experiment are of analytical purity and used without further purification. For getting p-phenylenediamine nanocomposites as a matrix polymer we used polystyrene-co-maleic acid. Firstly, polystyrene-co-maleic anhydride was synthesized from styrene and maleic anhydride by the using BPO (0.2 g) as an initiator.

The reaction was carried out in a 100 ml two necked round bottom flask with continuous magnetic stirring, connected to reflux condenser. 70 ml dry THF was placed in the flask then 0.043 mol (5 ml) new distilled styrene and 0.043 mol (4.24 g) maleic anhydride was dropped into the THF. The reaction was then carried out in nitrogen atmosphere for 20 minute. 0.0043 mol (0.02 g) BPO initiator was added into the flask. After the addition, the reaction mixture was stirred additionally in 5-6 hours period at 75-80 °C to ensure the reaction had proceeded to completion. After reaction completed reaction mixture which is in a fluid-liquid form was cooled. For getting copolymer sedimentation we added methanol 2-3 times more than mixture. The copolymer obtained is stirred at room temperature for 4 hours with 50 ml of chloroform (CHCl<sub>3</sub>) for purification from polystyrene, which is likely to be a product, then filtered and dried in a vacuum cupboard.

#### *Synthesis of Poly(styrene-co-maleic acid)*

Obtained anhydride was hydrolyzed through NaOH and converted to polystyrene-co-maleic acid. 2.0 g of PSMA copolymer is added to 100 ml of 1M NaOH at room temperature, mixed with magnetic mixer, which is processed with 2M HCl and white colored precipitates in gel form. It is washed with distilled water to remove excess amount of acid and dried at 30 °C for 48 hours.

#### *Synthesis of Colloidal p-Phenylenediamine-PSMA nanocomposite*

Colloidal p-phenylenediamine in nanoscale was synthesized under the influence of ultrasonic waves by oxidation of p-phenylenediamine with 1M HCl stabilizer, polystyrene-co-maleic acid and APS as an initiator. After dissolving 0.4 g of PSMA in distilled water, 0.2 ml of p-phenylenediamine which was distilled two times under vacuum was added, then HCl was added drop wise until pH reach to 3. 0.57 g APS was dissolved in 50 ml distilled water, the solution was cooled to 273-277 K with the help of ice baths. Both solutions were placed in a three necked flask (equipped with nitrogen gas, ultrasonic blender and dropping funnel) and nitrogen gas was bubbled for 20 minutes to remove oxygen gas from the atmosphere. APS was added drop wise to PpPDA solution under ultrasonic waves (40 Hs and 100 w power) for 1 hour. The solution was mixed for 6 hours until polycondensation was complete. Then, after filtration of sedimentation it was washed with distilled water and methanol, the reaction product was dried at 313 K during 24 hours.

#### *Synthesis of PpPDA-PSMA-PS nanocomposite*

0.5 g of PSMT and 10 ml of THF was placed in 25 ml graduated cylinder, then was vigorously mixed with magnetic mixer at room temperature for 10 minutes. Then the calculated

amount of HCl was added to the first solution and again was mixed in the intensive condition with a 0.5 hour magnetic mixer. In another one, the 0.75 g PS + 10 ml THF was dissolved until getting latex solution, and it was added drop wise to the first solution. The extraction additive was intensively mixed with room temperature for 7 hours with a magnetic stirrer. After this process, the nanocomposites are removed by precipitating the polymer from the solution.

### 3. Results and discussion

The composition of the products were determined IR spectrometry method.

In figure 1 a) The IQ spectrum of the PpPDA-PSMA nanocomposites is given.

In general, FT-IR spectra of all polymers exhibited two or three broad peaks at 3432  $\text{cm}^{-1}$  suggesting N-H stretching vibrations of -NH groups. The peak at 3000  $\text{cm}^{-1}$  was attributed to the C-H stretching vibration of the benzene ring, whereas the peak at 1701  $\text{cm}^{-1}$  was attributed to C=O stretching in the acid group. The polymers also showed strong peaks in the region between 1120 and 1298  $\text{cm}^{-1}$ , as well as between 1476 and 1560  $\text{cm}^{-1}$ , which were associated with the quinonoid and benzenoid rings respectively. The peaks at frequencies 503 to 870  $\text{cm}^{-1}$  refer to the non-standard deformation dance of C-H stretching.

In the b) section of this figure, the IR spectrum of the PpPDA-PSMA-PS nanocomposites is shown. The peaks at 3432  $\text{cm}^{-1}$  suggesting N-H stretching vibrations of -NH groups, at 3000  $\text{cm}^{-1}$  was attributed to the C-H stretching vibration of the benzene ring. The polymers also showed strong peaks in the region between 1120 and 1298  $\text{cm}^{-1}$ , as well as between 1476 and 1560  $\text{cm}^{-1}$ , which were associated with the quinonoid and benzenoid rings respectively. The peaks at the 585 to 877  $\text{cm}^{-1}$  frequencies correspond to the C-H communication's non-smooth deformation danc

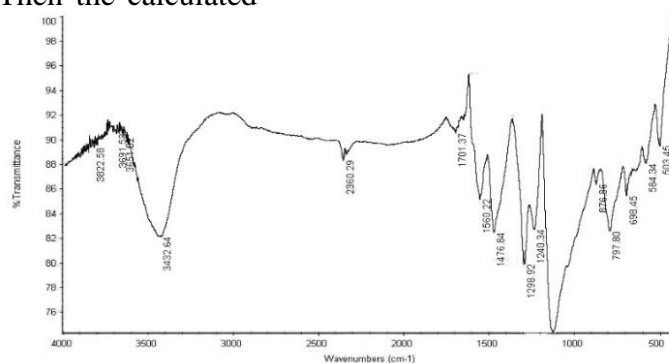
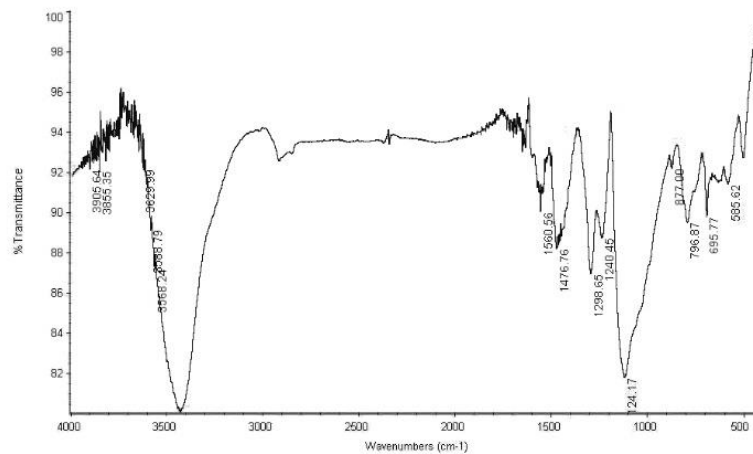


Figure 1. IR spectrum of a) PpPDA-PSMA;



#### b) PpPDA-PSMA-PS nanocomposites

#### 4. Conclusion

In summary, we have obtained PSMA as a matrix and the oxidation polycondensation reaction of the poly(p-phenylenediamine) monomer in the presence of this matrix has been accomplished. Electrical conductivity, melting and dissolution properties of nanocomposites, as well

as the structure characteristics of the prepared polymers and compositions were determined. It has been shown that the structure and particles of the PpPDA in the nanocomposites form in the nanoscale, and its electrical conductivity is dramatically affected by the structure of the matrix polymers and the nature of the functional groups.

#### References

- [1] Mohammad Rezaul Karim; Chul Jae Lee; Yong-Tae Park; Mu Sang Lee: SWNTs Coated by Conducting Polyaniline: Synthesis and Modified Properties. *Synthetic Metals* 2005, 151, 131-135.
- [2] Sapurina I, Stejskal J. The mechanism of the oxidative polymerization of aniline and the formation of supramolecular polyaniline structures. *Polym Int* 2008; 57:1295-1325.
- [3] Popov, A., Brasiunas, B., Mikoliunaite, L., Bagdziunas, G., Ramanavicius, A., & Ramanaviciene, A. Comparative Study of Polyaniline (PANI), Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) and PANI-PEDOT Films Electrodeposited on Transparent Indium Thin Oxide based Electrodes, *Polymer* (2019).
- [4] Stejskal J, Sapurina I, Trchová M. Polyaniline nanostructures and the role of aniline oligomers in their formation. *Prog Polym Sci* 2010; 35:1420-1481.
- [5] Amani, J., Maleki, M., Khoshroo, A., Sobhani-Nasab, A., & Rahimi-Nasrabadi, M.: An electrochemical immunosensor based on poly p -phenylenediamine and graphene nanocomposite for detection of neuron-specific enolase via electrochemically amplified detection. *Analytical Biochemistry* 2018, 548, 53–59.
- [6] Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, David L. Bryce: *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, 2014, 8th Edition, 464, 71-108.

### 1, 4-DIAMIN BENZOL VƏ POLİSTİROL-ALT-MALEİN TURŞUSU ƏSASINDA NANOKOMPOZİSİYANIN ALINMASI

A. Bayramova, R. Rzayev

Stirol və malein anhidridi əsasında polistitol-alt malein turşusu sintez olunmuş, onu matrix polimer kimi istifadə etməklə 1,4-diamin benzol ilə birlikdə nanokompozisiyası hazırlanmışdır. Əldə edilmiş kompozisiyanın elektrik keçiriciliyi, həll olma qabiliyyəti, əriməsi və s kimi xassələri öyrənilmişdir. Belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, kompozisiyanın strukturu, onun elektrik keçiriciliyi birbaşa matrix polimerin quruluşundan və funksional qrupların təbiətindən asılıdır.

**Açar sözlər:** 1,4-diamin benzol, Oksidləşmə polikondensləşmə, Nanokompozisiya, Elektrik keçiricilik

**ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ 1,4 ДИАМИНА БЕНЗОЛА И ПОЛИСТИРОЛА-С-МАЛИНОВЫМ АНГИДРИДОМ****А. Байрамова, Р. Рзайев**

Полистерол-с-малеиновый ангидрид был синтезирован на основе стирола и малеинового ангидрида, используя его в качестве матричного полимера с 1,4-диамином бензолом была получена его наноконпозиция. У полученной композиции изучаются такие свойства как электропроводность, растворимость, плавление и так далее. Можно прийти к выводу, что структура композиции, ее электропроводность зависят напрямую от строения полимера и от природы функциональных групп.

**.Ключевые слова:** 1,4-диамин бензол, Окисление поликонденсация, наноконпозиция, электропроводность



УДК 543

**РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**А.М.Самедов, А.Д.Ага-заде, М.Э.Алсафарова, О.Д.Агазаде,**

**Н.Н.Шыхмамедова**

НИПИНефтегаз SOCAR

***Аннотация:** Получены химические средства для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения, которые включают азотную кислоту, мочевины, анионоактивный полимер и воду. В разработанных составах для солевых отложениях азотная кислота составляет 11,06-16,39 %, мочевины 6,23-9,23 %, анионоактивный полимер 1,06-3,85 %.*

*Исследован защитный эффект разработанных химических средств. Выяснено, что эффективность растворения водных растворов этих средств высокая. Установлено, что навески сульфата магния и карбоната кальция в 1 %-ных водных растворах химических средств растворяются полностью в течение, соответственно, 9-10 и 13-15 минут. Растворимость накипи в 10 %-ных водных растворах составляет 90-94 %-а, а степень коррозии медной пластины в 1 %-ных водных растворах при умеренной температуре 0,05570-0,06538 мм/год.*

**Ключевые слова:** химические средства, минеральные отложения, растворимость, защитный эффект.

**Введение.** Образование накипи является проблемой в ряде промышленных технологических потоков. Накипь представляет собой твердое вещество, которое в основном образуется на поверхностях оборудования, подверженного воздействию водных технологических потоков. Обычно накипь содержит неорганические вещества, имеющие относительно низкую растворимость в воде.

Для удаления накипи и ингибирования ее образования в различных промышленных технологических потоках разработан ряд методов химической обработки. Такие химические обработки, как правило, проводят путем смешивания химического реагента для обработки с технологическим потоком, обеспечивая тем самым обработку труднодоступных поверхностей и уменьшая или исключая непроизводительные затраты времени.

В литературе описано немало средств для удаления отложений накипи. Известные средства могут быть разделены на несколько основных групп, каждой из которых свойственны свои преимущества и недостатки.

Первую группу составляют композиции на основе минеральных кислот, обладающих высокими константами диссоциации и создающими в растворе высокую концентрацию ионов водорода [1-3]. В этих условиях идет интенсивное растворение как карбонатных, так и железо окисных отложений, однако металлические части оборудования подвергаются значительной

коррозии, для уменьшения коррозии металлических частей в композицию вводят ингибиторы кислотной коррозии металлов, в первую очередь - азотистые основания и поверхностно-активные вещества.

Сильные минеральные кислотные только активно растворяют поверхность металла, но и разрушают защитные пассивные слои на поверхности металлов, таких как нержавеющая сталь. Это приводит к коррозии металлического оборудования, особенно в местах сварных швов и стыков разнородных металлов.

Ко второй группе составов для удаления накипи относятся композиции, содержащие комплексоны [4-6]. Комплексоны-это органические хелатообразующие соединения, содержащие в молекуле способные к координации атомы N, S и/или P, а также карбоксильные, фосфоновые, фосфонистые и другие группы. Комплексоны активно связывают атомы кальция, магния, железа и других металлов, содержащихся в отложениях, что и приводит к разрушению этих последних.

Общим недостатком всех средств, содержащих комплексоны, является то, что комплексоны, интенсивно взаимодействуя с ионами металлов, активно разрушают металлические части оборудования. Ингибиторы кислотной коррозии металлов, способные защищать металлы от воздействия положительно заряженных ионов водорода, не предотвращают воздействие отрицательно заряженных ионов комплексонов. Также комплексоны экстрагируют окислы металлов

из стекла, керамики, эмалевых покрытий и других частей, что приводит к их помутнению и портит внешний вид бытовой техники.

Наиболее мягкими моющими средствами, к тому же обладающими экологической чистотой, являются композиции на основе природных или аналогичных природным органических кислот (уксусной, лимонной и т.д.), или органические сульфокислоты [7,8].

Однако составы третьей группы обладают невысокой отмывочной емкостью и скоростью растворения накипных отложений.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является разработка химического средства для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения, обладающего улучшенными эксплуатационными свойствами, позволяющего расширить ассортимент имеющихся средств того назначения на основе доступного сырья.

**Практическая часть.** Получены химические средства для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения, которые включают азотную кислоту (ГОСТ 11125-84), мочевину (ГОСТ 2081-92), анионоактивный полимер, и воду [9]. Химические средства в качестве анионоактивного полимера содержат

карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) (ТУ 2231-037-26289127-01) или полиакриламид (ПАА) (ТУ 6-01-1049-92).

Получение химических средств проводится следующим образом: В колбу подается вода и 1,1 моля 65%-ной азотной кислоты. При этом образуется 8%, 10% и 12%-й растворы. Раствор охлаждается до +10°C и включается магнитная мешалка. Затем к раствору подается 1,0 моля карбамида. После полного взаимодействия мочевины с азотной кислотой смесь нагревается до комнатной температуры. В дальнейшем в реакционную смесь подается КМЦ или ПАА в количестве 2% или 4% и продолжается превращение мешалки до образования однородной массы.

Результаты получения химических средств для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что в разработанных составах солевых отложениях 65%-я азотная кислота составляет 11,06-16,39%, мочевина 6,23-9,23%, анионоактивный полимер 1,06-3,85%.

Защитный эффект приготовленных химических средств определены по методике, которая описана в [10] и эти работы приводятся ниже следующими примерами

Таблица 1

Химические средства для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения

№ абразца	65%-я азотная кислота,% мас.	Мочевина, % мас.	Анионоактивный полимер, % мас.		Вода, % мас.
			КМЦ	ПАА	
1	11,28	6,35	1,96	-	80,41
2	13,88	7,81	1,96	-	76,35
3	16,39	9,23	1,06	-	72,42
4	11,28	6,35	-	1,96	80,41
5	13,88	7,81	-	1,96	76,35
6	16,39	9,23	-	1,06	72,42
7	11,06	6,23	3,85	-	78,86
8	13,61	7,66	3,85	-	74,88
9	16,08	9,05	3,85	-	71,02
10	11,06	6,23	-	3,85	78,86
11	13,61	7,66	-	3,85	74,88
12	16,08	9,05	-	3,85	71,02

1. Растворение минеральных солей в водных растворах приготовленных химических средств. Навеску минеральной

соли в 1 г помещают в термостатируемый стакан с моющим раствором (200 мл) и постоянно перемешивают при температуре

65±5°С. Выдерживают 60 минут и не растворившуюся часть навески отфильтровывают, промывают водой и сушат при 100±5°С до постоянного веса. По разности массы определяют степень растворения

навески. В случае полного растворения навески, фиксируют время растворения. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты растворения минеральных солей (сульфата магния и карбоната кальция)

№ образца	Наименование минеральных солей	Навеска минеральной соли, грамм	Время растворения, минута	Навеска минеральных солей после растворения (растворимость) в 1%-ном растворе	
				г	%
1	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
2	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
3	Сульфат магния	1	9	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	14	Раствор	100
4	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
5	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
6	Сульфат магния	1	9	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	14	Раствор	100
7	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
8	Сульфат магния	1	9	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	14	Раствор	100
9	Сульфат магния	1	8	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	13	Раствор	100
10	Сульфат магния	1	10	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	15	Раствор	100
11	Сульфат магния	1	9	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	14	Раствор	100
12	Сульфат магния	1	9	Раствор	100
	Карбонат кальция	1	14	Раствор	100

Из таблицы 2 становится ясным, что навески сульфата магния и карбоната кальция в 1%-ных водных растворах химических средств, разработанных для очистки поверхностей от минеральных отложений, растворяются полностью в течение, соответственно, 9-10 и 13-5 минут.

2. Растворимость отложений (накипи) в водных растворах приготовленных химических средств. В качестве отложений использовали осадки с поверхности трубок промышленного теплообменника. Навеску массой 1 г помещают в термостойкий стакан, вносят 100 мл водного раствора химического средства в соответствующих концентрациях (10%-ного), выдерживают при температуре 60°С в течение 7 часов. По истечении того времени содержимое стакана отфильтровывают через предварительно высушенные и взвешенные фильтры,

промывают дистиллированной водой и подсушивают в сушильном шкафу при температуре 100±5°С в течение 4 часов, затем взвешивают. По разнице результатов взвешивания до сушки и после сушки фильтров с остатками отложений определяют степень растворения навески в растворах кислот. Результаты исследований приведены в таблице 3.

3. Коррозия медной пластины в водных растворах химических средств. В коническую колбу (250 мл), закрывающуюся пробкой, помещают медную пластину (30 x 30 мм) и заливают 200 мл исследуемого раствора определенной концентрации (1%-й) и выдерживают при комнатной температуре (20-25°С) в течение 1-4 месяцев. Периодически пластину вынимают, промывают водой и сушат при 95±5°С до постоянного веса, взвешивают и определяют степень коррозии.

Результаты исследований приведены также в таблице 3.

Таблица 3

Растворимость отложений в водных растворах химических средств

№ образца	Степень растворения в 10%-ных водных растворах, %	Степень коррозии, мм/год
1	90	0,05668
2	90	0,05945
3	91	0,06365
4	90	0,05793
5	91	0,05978
6	93	0,06564
7	90	0,05468
8	92	0,05863
9	94	0,06598
10	90	0,05570
11	92	0,0596
12	93	0,06538

Как видно из таблицы 3, растворимость накипи, взятых из поверхности трубок промышленного теплообменника, в 10%-ных водных растворах разработанных химических веществ составляет 90-94%-а, а степень коррозии медной пластины в 1%-ных водных растворах этих веществ при умеренной температуре 0,05570-0,06538 мм/год.

Из приведенных примеров становится ясным, что эффективность растворения водных растворов разработанных химических средств для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения высокая и эти вещества позволяют расширить ассортимент имеющихся средств того назначения на основе доступного сырья.

**Выводы.** Получены химические средства для очистки поверхностей от минеральных отложений различного

происхождения, которые включают азотную кислоту, мочевины, анионоактивный полимер, и воду. В разработанных составах для солевых отложениях азотная кислота составляет 11,06-16,39%, мочевины 6,23-9,23%, анионоактивный полимер 1,06-3,85%.

Исследован защитный эффект разработанных химических средств. Выяснена, что эффективность растворения водных растворов этих средств высокая. Установлено, что навески сульфата магния и карбоната кальция в 1%-ных водных растворах химических средств растворяются полностью в течение, соответственно, 9-10 и 13-15 минут. Растворимость накипи в 10%-ных водных растворах составляет 90-94%-а, а степень коррозии медной пластины в 1%-ных водных растворах при умеренной температуре 0,05570-0,06538 мм/год.

#### Литература

1. Мыслицкий Е.Н. Ремонт оборудования компрессорных установок. М.:Химия, 1985. 192с.
2. Патент РФ № 2331591. Состав для удаления отложений и накипи с внутренних поверхностей теплообменного оборудования / Колотыгин О.А., Лифанов Е.В. МПК C02F 5/10, F28G 9/00, (2008).
3. Патент РФ № 2449234. Способ удаления накипи из теплообменного оборудования / Хоменко А.П., Каргапольцев С.К., Воротилкин А.В., Грызлов А.В. МПК F28G 9/00, (2012).
4. Комплексоны // Химическая энциклопедия. Т.2. М.: Советская энциклопедия, 1990. С.440.
5. Патент РФ № 2334790. Моющее-очищающее средство для удаления накипи с нагревательных элементов и внутренних поверхностей стиральных машин / Витушкин М.В., Стуль Т.М., Туманов А.В. МПК C11D 1/72, C11D 3/04, C11D 3/14, C11D 3/30, C02F 5/08, (2008).
6. Патент РФ № 2550416. Способ растворения накипно-коррозионных отложений/Лукиянова Н.И., Никольский В.М., Дремлева О.Ю., Логинова Е.С. МПК F28G 9/00, (2016).

7. Патент РФ № 2515829. Состав для удаления накипи/ Вайнапель М. Л., Чаусов Ф. Ф. МПК C02F 5/10, (2014).

8. Патент РФ № 2654070. Состав для очистки теплообменного оборудования от отложений/Бойков И.Р., Новоселов И.В., Вафина Г.Ф., Китаев С.В. МПК C11D 1/04, C11D 3/30, C11D 3/02, (2018).

9. İsmayılov F.S., Süleymanov B.Ə., Səmədov A.M., Ağa-zadə Ə.D., Əlsəfərova M.E., Şıxməmmədova N.N. Səthlərin müxtəlif mənşəli çöküntülərdən təmizlənməsi üçün kimyəvi vasitə / İxtiraya dair iddia sənədi barəsində məlumatın dərci haqqında QƏRAR. İddia sənədinin nömrəsi a 2015 0133. Qərarın verildiyi tarix 03.07.2017

10. Патент РФ № 2160307. Химическое средство для очистки поверхностей от минеральных отложений различного происхождения/ Ильясов С.Г., Лобанова А.А., Маневич Б.В. МПК C11D7/32, C11D7/08, C11D7/10, (2000).

### SƏTHLƏRİN MÜXTƏLİF MƏNŞƏLİ MINERAL ÇÖKÜNTÜLƏRDƏN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN KİMYƏVİ VASİTƏNİN İŞLƏNMƏSİ

A.M.Səmədov, Ə.D.Ağa-zadə, M.E.Əlsəfərova, O.D.Ağazadə,  
N.N.Şıxməmmədova

SOCAR Neftqazəlmədqiqatlayihə institutu

Səthlərin müxtəlif mənşəli mineral çöküntülərdən təmizlənməsi üçün tərkibində azot turşusu, karbamid, anionaktiv polimer və su olan kimyəvi vasitələr hazırlanmışdır. İşlənmiş duz çökmə tərkiblərində azot turşusu 11,06-16,39%, karbamid 6,23-9,23%, anionaktiv polimer 1,06-3,85% təşkil edir.

İşlənmiş kimyəvi vasitələrin müdafiə effekti tədqiq olunmuşdur. Aydın olmuşdur ki, bu vasitələrin sulu məhlullarının həll etmə effektivliyi yüksəkdir. Müəyyən olunmuşdur ki, maqnezium sulfat və kalsium karbonat maddələrinin miqdarları kimyəvi vasitələrin 1%-li sulu məhlullarında müvafiq olaraq 9-10 və 13-15 dəqiqə ərzində tam həll olurlar. 10%-li sulu məhlullarda ərpın həll olması 90-94%, mis lövhənin mülayim temperaturda 1%-li sulu məhlullarda korroziya dərəcəsi 0,05570-0,06538 mm/il təşkil edir.

**Açar sözlər:** kimyəvi vasitələr, mineral çöküntülər, həll olma, müdafiə effekti.

### DEVELOPMENT OF CHEMICAL AGENT FOR CLEANING SURFACES FROM MINERAL DEPOSITS OF DIFFERENT ORIGIN

A. M.Samedov, A. D.Aghazadeh, M. E.Alsafarova, O. D. Aghazadeh,  
N. N.Shikhmammadova

“Oilgasscientificresearchproject” Institute, SOCAR

Chemical agents for cleaning surfaces from mineral deposits of various origin, which include nitric acid, urea, anion active polymer, and water have been prepared. In developed compositions for salt sediments of the nitric acid makes 11.06- 16.39 %, urea -6.23- 9.23 %, anion-active polymer 1.06 - 3.85 %.

The protective effect of the developed chemical agents was investigated. The dissolution efficiency of aqueous solutions of these agents proved to be high. It was found that weight quantities of magnesium sulfate and calcium carbonate completely dissolve in 1% aqueous solutions of chemical agents within 9-10 and 13-15 minutes respectively. The scale solvability in 10% aqueous solutions makes 90-94 %, and the corrosion degree of the copper plate in 1% aqueous solutions under moderate temperature is 0,05570-0,06538 mm/ year.

**Key words:** chemical agents, mineral deposits, solvability, protective action

УДК 581.184

## УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КЛЕТОК *DUNALIELLA SALINA* IPPAS D-294, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СИНТЕТИЧЕСКИМИ АНТИОКСИДАНТАМИ, ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ СТРЕССЕ И ВЫСОКОЙ СОЛЕННОСТИ

А.Р. Джалилова, И.И. Алиев, Х.Х. Магеррамова, Г.И. Али-заде

*Бакинский государственный университет*

На основании полученных результатов показано, что модификация клеток синтетическими антиоксидантами в течение 24 часов в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, повышает сумму синтезированных каротиноидов и снижают процесс ПОЛ, а также увеличивают активность каталазы. Выявлено, что клетки *Dunaliella*, модифицированные синтетическими антиоксидантами, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, проявляют повышенную функциональную устойчивость к действию различных острых доз УФ-В излучения.

**Ключевые слова:** *Dunaliella*, соленость, низкотемпературный стресс, синтетические антиоксиданты, УФ-В излучение

**Введение** Известно большое число синтетических соединений, которые при экзогенном применении регулируют рост и развитие растений. Соединения, которые тормозят рост растений путем ингибирования растяжения клеток и их деления, называются ретардантами роста, и есть, которые выполняют ростостимулирующее действие [1,7]. Значительный интерес представляют исследования особенностей действия синтетических антиоксидантов, как ионол и его аналог 2,6 ди-*трет*-бутил фенол, которые относятся к классу пространственно затрудненных фенолов [3]. Для эффективного использования антиоксидантов необходимо связать химию и биологию антиоксидантов, т.е. зависимость биологической активности антиоксидантов от их свойств как ингибиторов радикальных реакций, а также их эффективной концентрации [1,6]. Активно изучалась возможность использования антиоксидантов в растениеводстве в качестве стимуляторов роста [4]. Известно также, в больших концентрациях синтетические антиоксиданты начинают действовать в обратном направлении и не тормозить, а напротив-ускорять свободно-радикальные реакции [8].

Очень мало сведений о действии синтетических антиоксидантов и их антирадикальными свойствами в зеленых микроводорослях [8]. В связи с этим целью нашей работы явилось исследование влияния различных концентраций синтетических антиоксидантов 2,6 ди-*трет*-бутил крезол (ионол- классический синтетический антиоксидант) и (его аналог) 2,6 ди-*трет*-

бутил фенола на рост, активность эндогенной антиоксидантной системы водоросли *Dunaliella* и их УФ-защитной активности в клетке, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености.

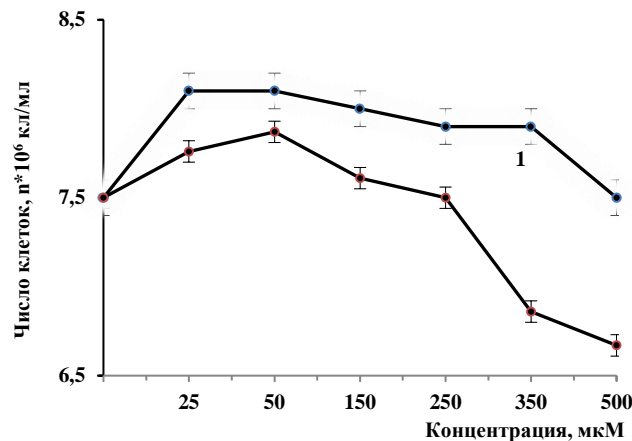
### Материалы и методы

Объектом исследования служила галофильная зеленая микроводоросль *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выделенная из соленого озера Масазыр находящегося на северо-западе территории города Баку.

Водоросли выращивали при температуре 27°C в стеклянных фотореакторах (250 мл), на установке для выращивания культур одноклеточных водорослей. Минеральная среда содержала (г/л): NaCl – 175,5 ( 3,0 M); KNO<sub>3</sub> –5,0; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-1,25; MgSO<sub>4</sub> –50; FeSO<sub>4</sub>-0,009 раствор микроэлементов (мг/л) – Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> •H<sub>2</sub>O- 735; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> -735; ZnSO<sub>4</sub> •7H<sub>2</sub>O- 615; (NH<sub>4</sub>)MoO<sub>4</sub>-100; MnCl<sub>2</sub>•4H<sub>2</sub>O- 180. Суспензию клеток в фотореакторах в течение 24 часов освещали белым светом (16 Вт/м<sup>2</sup>) и непрерывно продували смесью (воздух+1,5% CO<sub>2</sub>) с температурой 25°C. Источником УФ-В излучения служила ртутная лампа СВД-120. Клетки выращивали в течение 24 часов, в интенсивно-накопительном режиме культивирования и освещали круглосуточно. Рост культуры определяли периодическим подсчетом числа клеток в камере Горяева под микроскопом или нефелометрическим измерением оптической плотности суспензии на фотозлектроколориметре.

Содержание пигментов в клеточных экстрактах (100% ацетон) измеряли на

спектрофотометре и рассчитывали на основании коэффициентов Ветштейна [2].



**Рис.1.** Зависимость роста популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 от различных концентраций 2,6 ди-трет-бутил крезола (1) и 2,6 ди-трет-бутил фенола (2) в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl). Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

Для измерения фотосинтетической активности клеток, выращенные водоросли осаждали центрифугированием 3000 об/мин в течение 10 минут при комнатной температуре и переносили на свежеприготовленную минеральную среду. Плотность суспензии клеток доводили до 10<sup>6</sup>кл/мл (оптическая плотность OD=0,8). Скорость выделения кислорода клетками измеряли на полярографической установке, с применением платинового электрода Кларка, освещая суспензию в термостатированном объеме, белым светом насыщающей интенсивности (100 Вт/м<sup>2</sup>).

Для измерения каталазной активности клеток, суспензию осаждали центрифугированием (3000 об/мин.). Осадок переносили в ступку с 0,5г CaCO<sub>3</sub>, добавляли 5 мл дистиллированной воды и растирали до однородной массы. После этого полученную массу количественно переносили в стакан емкостью 50 мл до метки и настаивали при периодическом взбалтывании 3-4 часа. В течение этого времени идет экстракция фермента из растительного материала. После настаивания суспензию фильтровали в сухой стакан. Активность каталазы измеряли газометрическим методом, который основан на определении объема после прибавления к водному экстракту из растений, содержащему каталазу, перекиси водорода [5].

Оценка степени перекисного окисления липидов (ПОЛ) была проведена по методу определения содержания МДА в клетках *Dunaliella salina* - методом, основанным на реакции с тиобарбитуровой кислотой.

Суспензию клеток (35 мл) центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 минут. Полученный осадок гомогенизировали в 20 мл 0,1%-ой ТХУ. Гомогенат центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 минут. К 1мл супернатанта добавляли 4 мл 20% ТХУ, содержащую 0,5% ТБК. Смесь нагревали в водяной бане при 95°C в течение 30 мин. и сразу охлаждали под проточной водой. После центрифугирования смеси при 3000 об/мин в течение 10 минут, определяли оптическую плотность супернатанта при 532 нм [9].

### Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлена зависимость роста популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 от различных концентраций 2,6 ди-трет-бутил крезола (ионола) (1) и 2,6 ди-трет-бутил фенола (2) в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из рисунка, присутствие ионола и 2,6 ди-трет-бутил фенола в среде выращивания заметно влияет на рост культуры. Так, при концентрациях 25- 350 мкМ в минеральной среде ионола рост клеток увеличивается на 8-5 %, а в присутствии 2,6 ди-трет-бутил фенола при концентрациях 25-

150 мкМ биопродуктивность увеличивается на 3,5–1,5% по отношению с контрольным суспензиям. При концентрациях 500 мкМ в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl) действие ионола на рост сохраняется на контрольном уровне, а в присутствии 2,6 ди-*трет*-бутил фенола при концентрации 250 мкМ сохраняется контрольный уровень. Дальнейшее повышение концентрации 2,6 ди-*трет*-бутил фенола в минеральной среде на 350-500 мкМ наблюдается подавление на 8,5% и 11% соответственно роста культуры в течение 24 часового культивирования в интенсивно-накопительном режиме, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl).

Выраженная ростостимулирующая активность при концентрациях ионола 25-500 мкМ и 2,6 ди-*трет*-бутил фенола 25-250 мкМ в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености делает эти антиоксиданты перспективными и эффективными средствами доступной и надежной регуляции (активации) роста культуры клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294.

Выявленное нами регулирующее рост и развитие водорослей действие ионола по сравнению с действием 2,6 ди-*трет*-бутил фенола, который по структуре идентичен ионолу, однако лишен метильной группы, оказался также эффективным антиоксидантом, физиологически активным. Это соединение обладает аналогичным ионолу действием: выращенные в присутствии 25 мкМ - 250 мкМ 2,6 ди-*трет*-бутил фенола при низкотемпературном стрессе и высокой солености наблюдается стимуляция роста водорослей при интенсивном культивировании (рис.1, кривая 1). Концентрации 350 мкМ и 500 мкМ, подавляют биопродуктивность клеток при 24 часовом культивировании, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Таким образом, в присутствии 2,6 ди-*трет*-бутил фенола в минеральной среде с различными концентрациями по показателям роста он действует как антиоксидант, аналогично ионолу. Не исключено, что синтетический антиоксидант 2,6 ди-*трет*-

бутил крезол (ионол) и аналог 2,6 ди-*трет*-бутил фенол имитируют и даже играют роль ростостимулирующего агента.

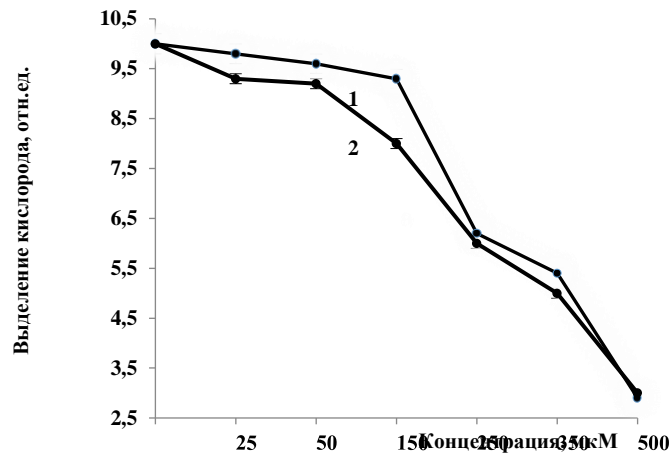
Для выяснения функциональной активности *Dunaliella salina* IPPAS D-294 при модификации водорослей в течение 24 часов с различными концентрациями синтетических антиоксидантов ионола и 2,6 ди-*трет*-бутил фенола в минеральной среде в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености показали, что синтетические антиоксиданты в исследованном диапазоне подавляют фотосинтетическое выделение кислорода суспензией клеток.

На рисунке 2 представлены результаты фотосинтетического выделения кислорода клетками *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенными при различных концентрациях 2,6 ди-*трет*-бутил крезола (1) и 2,6 ди-*трет*-бутил фенола (2) в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из рисунка,

исследование фотосинтетического выделения кислорода клетками, выращенными при высокой солености в низкотемпературном режиме культивирования (рис. 2. кривая 1) при концентрациях 25; 50 и 150 мкМ функциональная активность клеток незначительно подавляется 98%; 95% и 91% соответственно. Увеличение концентрации синтетического антиоксиданта 250 мкМ; 350 мкМ и 500 мкМ в минеральной среде подавляет функциональную активность клеток на 38%; 46% и 71% соответственно.

Исследование фотосинтетического выделения кислорода клетками *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенными при различных концентрациях 2,6 ди-*трет*-бутил фенола в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености показало, что концентрации 2,6 ди-*трет*-бутил фенола (25-500 мкМ) приводят к подавлению функциональной активности клеток *Dunaliella*. В данном случае наблюдаемое подавление функции 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом значительно отличаются от антиоксиданта ионола, так при концентрациях 25 мкМ и 50 мкМ подавление функциональной активности клеток незначительно 7% и 8% соответственно.





**Рис. 2.** Фотосинтетическое выделение кислорода клетками *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенными при различных концентрациях 2,6 ди-*трет*-бутил крезола (1) и 2,6 ди-*трет*-бутил фенола (2) в минеральной среде, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl). Температура 40°C, интенсивность света 100 Вт/м<sup>2</sup>

Увеличение концентрации 150 мкМ и 250 мкМ приводит к резкому снижению 20% и 40% фотосинтетического выделения кислорода клетками, а концентрации 350 мкМ и 500 мкМ 50% и 70%, что не наблюдается в исследованиях с ионолом. Несмотря на то, что растительные клетки обычно обладают высоким уровнем антиокислительной активности. Нам хотелось исследовать, в какой степени, использованные синтетические антиоксиданты в среде выращивания в течение 24 часов культивирования в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености могут повлиять на активность эндогенных низкомолекулярных (каротиноиды) и высокомолекулярных (каталаза) антиоксидантов, а также на процесс перекисного окисления липидов.

В таблице 1 представлены показатели роста, пигментообразования, каталазной активности и количества образованного МДА в клетках *Dunaliella* в контроле и при обработке клеток антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (ионол) с различными концентрациями в течение 24 часового культивирования, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из таблицы, модификация суспензии клеток при концентрациях 25-500 мкМ ионола приводит к повышению активности эндогенной каталазы до 50% по отношению к контрольным клеткам.

**Таблица 1**

Показатели роста, пигментообразования, каталазной активности и количества образованного МДА в клетках *Dunaliella* в контроле и при обработке клеток антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl)

	Рост, OD		Каталазная активность, мкМ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> мл <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> .				Количество пигментов, мг/л.			Содержание МДА, моль/г сырого веса
			5	10	15	20	Са	Сб	Скар.	
К	0,3	0,75±0,03	0,4	0,9	1,2	1,9	3,47±0,05	1,99±0,05	1,6±0,1	0,98*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>1</sub>	0,3	0,81±0,03	0,6	1,3	2,0	2,15	3,68±0,05	2,11±0,05	2,34±0,1	0,85*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>2</sub>	0,3	0,81±0,03	0,6	1,35	2,35	2,6	3,35±0,05	2,09±0,05	2,23±0,1	0,82*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>3</sub>	0,3	0,8±0,03	0,7	1,1	2,45	2,85	3,18±0,05	2,17±0,05	1,57±0,0	0,85*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>4</sub>	0,3	0,79±0,03	0,65	1,2	2,6	2,8	3,12±0,05	2,3±0,05	1,62±0,1	0,88*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>5</sub>	0,3	0,79±0,03	0,75	1,4	2,5	2,7	3,12±0,05	2,3±0,05	1,62±0,1	0,75*10 <sup>-3</sup> ±0,05
O <sub>6</sub>	0,3	0,75±0,03	0,35	1,65	2,4	2,7	2,5±0,05	1,3±0,05	1,62±0,1	0,58*10 <sup>-3</sup> ±0,05

**Примечание:** оптическая плотность OD=0,8; Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>; К-контроль; O<sub>1</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-

бутил крезолом (25 мкМ); O<sub>2</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (50 мкМ); O<sub>3</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (150 мкМ); O<sub>4</sub>-

обработка 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (250 мкМ); O<sub>5</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (350 мкМ); O<sub>6</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом (500 мкМ);

Обработка суспензии клеток с концентрациями ионола 25 мкМ; 50 мкМ; 150мкМ; синтез суммы каротиноидов увеличивается на 40% и 46% соответственно по сравнению контролем. Только при концентрациях 250 мкМ наблюдается подавление синтеза суммы каротиноидов на 2%, а при концентрации 350-500 мкМ синтез каротиноидов достигает до контрольного уровня. Обработка клеток ионолом увеличивает синтез хлорофиллов «а» и «б». Проведена также оценка интенсивности процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в условиях модификации клеток синтетическим антиоксидантом ионолом на стадии развития водоросли в интенсивно-накопительном режиме культивирования, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Показатели интенсивности процессов перекисного окисления липидов клеток, определяемые по содержанию МДА, при концентрациях 25-500 мкМ снижаются по сравнению с контролем.

Таким образом, модификация различными концентрациями ионола

суспензии клеток *Dunaliella* в течение 24 часов культивирования, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености приводит к изменениям эндогенной антиоксидантной системы, которая сказывается на функциональной активности и биопродуктивности водорослей.

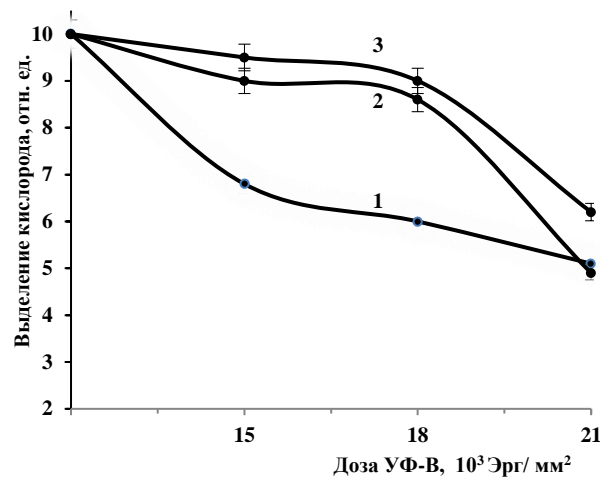
Второй синтетический антиоксидант 2,6 ди-*трет*-бутил фенол также исследовался в диапазоне концентраций 25-500 мкМ в среде выращивания в течение 24 часов культивирования суспензии водорослей, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености.

В таблице 2 представлены показатели роста, пигментообразования, каталазной активности и количества образованного МДА в клетках *Dunaliella* в контроле и при обработке клеток антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из таблицы, модификация клеток 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом приводит к повышению эндогенной каталазной активности на 44%. А также повышение показателей биосинтеза суммы каротиноидов, при концентрациях 25-500 мкМ по отношению к контрольным клеткам. Увеличение концентрации синтетического антиоксиданта 2,6 ди-*трет*-бутил фенола в минеральной среде в диапазоне 25-500 мкМ снижает биосинтез хлорофиллов «а» и «б».

Таблица 2

Показатели роста, пигментообразования, каталазной активности и количества образованного МДА в клетках *Dunaliella* в контроле и при обработке клеток антиоксидантом 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl)

	Рост, OD		Каталазная активность, мкМ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> мл <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> .				Количество пигментов, мг/л.			Содержание МДА, моль/г сырого веса
			5	10	15	20	Ca	Сb	Скар.	
<b>К</b>	0,3	0,75±0,03	0,4	0,95	1,25	2,0	3,47±0,05	1,99±0,05	1,6±0,1	0,93*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>1</sub></b>	0,3	0,78±0,03	0,6	1,35	1,9	2,6	4,58±0,05	1,81±0,05	1,89±0,1	0,8*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>2</sub></b>	0,3	0,79±0,03	0,65	1,7	2,3	2,9	4,61±0,05	1,7±0,05	2,0±0,1	0,75*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>3</sub></b>	0,3	0,76±0,03	0,55	1,55	2,4	2,8	4,1±0,05	1,6±0,05	2,14±0,0	0,68*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>4</sub></b>	0,3	0,75±0,03	0,55	1,45	2,3	2,8	3,5±0,05	1,7±0,05	2,3±0,1	0,63*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>5</sub></b>	0,3	0,69±0,03	0,58	1,6	2,4	2,8	2,95±0,05	1,14±0,05	2,13±0,1	0,65*10 <sup>-3</sup> ±0,05
<b>O<sub>6</sub></b>	0,3	0,67±0,03	0,45	1,1	2,3	2,8	2,43±0,05	0,945±0,05	1,81±0,1	0,68*10 <sup>-3</sup> ±0,05



**Рис.3.** Фотосинтетическое выделение кислорода контрольными и клетками, выращенными в среде с различными концентрациями 2,6 ди-*трет*-бутил крезола, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0М NaCl), при облучении острыми дозами УФ-В света: 1- контроль; 2- 25 мкМ 2,6 ди-*трет*-бутил крезола; 3- 50 мкМ 2,6 ди-*трет*-бутил крезола.

Температура 40<sup>0</sup>С, интенсивность света 100 Вт/м<sup>2</sup>

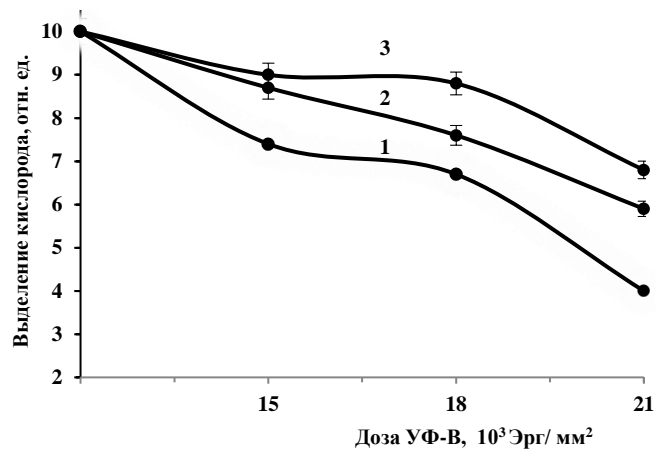
**Примечание:** оптическая плотность OD=0,8: Температура 27<sup>0</sup>С, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>; К-контроль; О<sub>1</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (25 мкМ); О<sub>2</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (50 мкМ); О<sub>3</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (150 мкМ); О<sub>4</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (250 мкМ); О<sub>5</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (350 мкМ); О<sub>6</sub>-обработка 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом (500 мкМ);

Показатели (ПОЛ), определяемые по содержанию МДА, при концентрациях 25 -500 мкМ остаются ниже уровня контроля.

Важной задачей в исследованиях было выяснение пределов устойчивости популяции контрольных клеток *Dunaliella*, а также модифицированных синтетическими антиоксидантами 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом и 2,6 ди-*трет*-бутил фенолом с концентрациями 25 и 50 мкМ в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености на действие различных острых доз УФ-В излучения.

На рисунке 3 представлены результаты фотосинтетического выделения кислорода облученными различными острыми дозами УФ-В света контрольными клетками *Dunaliella*, и клетками, модифицированными в течение 24 часов при интенсивном культивировании с 25 мкМ и 50 мкМ 2,6 ди-

*трет*-бутил крезолом, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из рисунка, у контрольных клеток, облученных острой дозой 15\*10<sup>3</sup>Эрг/мм<sup>2</sup> функциональная активность подавляется до уровня 94%. Последующее увеличение острой дозы УФ-В излучения 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> существенно снижает до (74%) функцию клеток (рис.3, кривая 1). Острые дозы 21\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> приводит к более глубокому подавлению фотосинтетического выделения кислорода клетками 35%. Клетки, модифицированные 2,6 ди-*трет*-бутил крезолом с концентрацией 25 мкМ при действии острой дозы УФ-В излучения 15\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> не проявляют функциональную устойчивость 86%, по сравнению с контрольными клетками. Увеличение острой дозы до 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> подавляет функциональную активность модифицированных клеток (74%). А острые дозы УФ-В излучения 21\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> значительно снижают (37%) фотосинтетическое выделение кислорода модифицированными ионолом клетками (рис.3, кривая 2). Увеличение концентрации (50мкМ) синтетического антиоксиданта ионола при модификации клеток показало, что устойчивость функциональной



**Рис. 4.** Фотосинтетическое выделение кислорода контрольными и клетками, выращенными в среде с различными концентрациями 2,6ди-трет-бутил фенола, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености (3,0 М NaCl), при облучении острыми дозами УФ-В света: 1- контроль; 2- 25 мкМ 2,6 ди-трет-бутил фенола; 3- 50 мкМ 2,6 ди-трет-бутил фенола.

Температура 40<sup>0</sup>С, интенсивность света 100 Вт/м<sup>2</sup>

высокой солености (3,0М NaCl), при облучении острыми дозами УФ-В света: 1- контроль; 2- 25 мкМ 2,6 ди-трет-бутил крезола; 3- 50 мкМ 2,6 ди-трет-бутил крезола.

Температура 40<sup>0</sup>С, интенсивность света 100 Вт/м<sup>2</sup>

активности сохраняется на высоком уровне (99%) при острых дозах 15\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения (рис.3, кривая 3). Острые дозы 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения подавляют функциональную активность клеток (80%), которая отличается от контрольных клеток, где подавление составляет (74%). Увеличение острой дозы 21\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения снижает функциональную активность клеток до (56%). Это высокие показатели устойчивости функциональной активности модифицированных ионолом клеток в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, по сравнению с контрольными клетками (35%).

Исследования, проведенные с антиоксидантом 2,6 ди-трет-бутил фенолом показали, что этот синтетический антиоксидант проявляет протекторную роль при действии УФ-В света.

На рисунке 4 представлены результаты фотосинтетического выделения кислорода облученными различными острыми дозами УФ-В света контрольными клетками *Dunaliella*, и клетками, модифицированными в течение 24 часов при интенсивном культивировании с 25 мкМ и 50 мкМ 2,6 ди-трет-бутил фенолом, в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености. Как видно из рисунка, функции контрольных клеток при действии острых доз УФ-В излучения в диапазоне 15\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup>-

21\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> сильно подавляются (рис.4, кривая 1). Модификация клеток 2,6 ди-трет-бутил фенолом с концентрацией 25 мкМ показала, что синтетический антиоксидант проявляет слабую протекторную функцию функциональной активности клеток, к действию острых доз УФ-В излучения (рис.4, кривая 2). Так, при острой дозе 15\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения защита функциональной активности клеток составляет 65% против 57% (у контрольных клеток), а при острой дозе 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> функциональная устойчивость (49%) незначительно отличается от контрольных клеток 47% (рис.4, кривая 2). Острая доза 21\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> подавляет функцию модифицированных 2,6 ди-трет-бутил фенолом клеток ниже контрольных. Увеличение концентрации антиоксиданта до 50 мкМ, заметно повышает протекторную функцию 2,6 ди-трет-бутил фенола. Модификация заметно увеличивает функциональную устойчивость клеток, где наблюдается плавный спад функциональной активности при увеличении острой дозы УФ-В излучения (рис.4, кривая 3). Таким образом, функциональная защита клеток синтетическими антиоксидантами 2,6 ди-трет-бутил крезолом и 2,6 ди-трет-бутил фенолом при низких концентрациях защищают функциональную активность клеток

неодинаково. Вероятно, защитная функция 2,6 ди-*трет*-бутил крезола (ионол- классический синтетический антиоксидант) превышает

протекторные функции аналога 2,6 ди-*трет*-бутил фенола.

#### Выводы

1. Показано, что синтетические антиоксиданты 2,6 ди-*трет*-бутил крезол и 2,6 ди-*трет*-бутил фенол в минеральной среде в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености стимулируют рост (1,5-8%) популяции клеток *Dunaliella* по отношению к контролю.
2. Популяции водоросли *Dunaliella*, модифицированные синтетическими антиоксидантами в условиях низкотемпературного стресса и высокой солености, проявляют повышенную функциональную устойчивость к различным острым дозам УФ-В излучения по отношению к контрольным клеткам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлакова Е.Б. Биоантиоксиданты. Рос.хим.журнал, т.51, №1, 2007, стр.3-12
2. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. //Большой практикум по физиологии растений. «Высшая школа», 1975, 392 с.
3. Ершов В.В., Никифоров Г.А., Володькин А.А. Пространственно-затрудненные фенолы. М. Химия 1972,351с.
4. Крашаков С.А., Бурлакова Е.Б., Храпова Н.Г. Биологические мембраны, т.12, №2, 1998, стр.173
5. Плешков Б.П. //Практикум по биохимии растений. М.1976, 255 с.
6. Радюк М.С., Доманская И.Н., Щербакова Р.А., Шалыго Н.В. Физиология растений, 2009, т.56№2: 193-199
7. Ширишкова Г.Н., Креславский В.Д., Ладыгин В.Г., Жармухамедов С.К., Игнатъев А.Р. Фотосинтетическое выделение кислорода, переменная и замедленная флуоресценция хлорофилла клеток *Chlamydomonas reinhardtii* при действии холинхлорида. Т.46, вып.4., 2001, с. 647-651.
8. Ali-zadeh G.I., Magerramova Kh.Kh., Aliev I.I., Jalilova A.R. The stability of functional activity in *Dunaliella* cells against the acute doses of UV-B irradiation, modified by synthetic antioxidants //European Journal of Biotechnology and Bioscience, v.4, №10: 2016 p.34-38

#### AŞAĞI TEMPERATUR STRESIVƏ YÜKSƏK DUZZULUQ ŞƏRAITINDƏ SINTETİK ANTIOKSIDLƏŞDIRICILƏRLƏ MODİFİKASIYA OLUNMUŞ DUNALIELLA SALINA IPPAS D-294 HÜCEYRƏLƏRİNİN FUNKSIONAL AKTİVLIYININ DAVAMLILIĞI

A.R.Cəlilova, İ.İ.Əliyev, X.X.Məhərrəmov, Q.İ.Əli-zadə

Bakı Dövlət Universiteti

Alınmış nəticələr əsasında göstərilmişdir ki, aşağı temperatur stressi və yüksək duzluluq şəraitində sintetik antioksidləşdiricilərlə 24 saat ərzində modifikasiya olunmuş hüceyrələrdə sintez olunan karotinoidlərin ümumi miqdarı artır, LPO prosesi azalır, katalaza aktivliyi isə artır. Müəyyən edilmişdir ki, aşağı temperatur stressi və yüksək duzluluq şəraitində sintetik antioksidləşdiricilərlə modifikasiya olunmuş *Dunaliella* hüceyrələrinin sonrakı UB-B şüalarının müxtəlif kəskin dozalarına qarşı funksional davamlılığı artır.

Açar sözlər: *Dunaliella*, duzluluq, aşağı temperatur stressi, sintetik antioksidləşdiricilər, UB-B şüalanması

#### THE STABILITY OF FUNCTIONAL ACTIVITY IN DUNALIELLA SALINA IPPAS D-294 CELLS MODIFIED BY SYNTHETIC ANTIOXIDANTS IN LOW-TEMPERATURE STRESS AND HIGH-SALT ENVIRONMENTS.

A.R. Jalilova, I.I. Aliev, Kh.Kh. Magerramova, G.I. Alizadeh

Baku State University

In this work, have been presented, that the modification of (SA) cells within 24 hours in low-temperature stress and high-salt environments decreases amount of synthesized carotenoids, also increases catalyse activity and decreases POL activity. It become clear, thet cells modified by (SA) in low-temperature stress and high-salt environments show higher functional stability against the influence of of further various acute doses of UV-B radiation.

Key words: *Dunaliella*, high-salt, low-temperature, synthetic antioxidants, UV-B irradiation.

UDK 661.064.43.66

**MODİFİKATORLARIN (FOSFORİT VƏ FOSFOGİPS) ƏLAVƏSİLƏ BƏRK MƏİŞƏT TULLANTILƏRİNİN (BMT) YANDIRILMASINDAN ALINAN ŞLAKIN EKOTEKNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ**

**S.A. Gəraybəyli<sup>1</sup>, Ə.A. Həsənov<sup>2</sup>, M.S. Alosmanov<sup>3</sup>**

**1, 2. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti**

**3. AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu**

*Modifikatorların əlavəsi ilə bərk məişət tullantılarının (BMT) yandırılmasından alınan şlakın ekotexnologiyasının işlənməsi adlı məqalədə şlaka fosforit və fosfogips əlavə etdikdə aşağıdakı tərkibdə konsentrat alınması haqqında məlumat verilmişdir. Konsentratın tərkibi aşağıdakı birləşmələrdən ibarətdir (%): P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (mənimlənilən) - 13,5; K<sub>2</sub>O - 6,4, CaO - 20,4. Əsas məhsulların çıxımı - 94,6, dənələrin bərkliyi - 1,7MPa-dır.*

**Acar sözlər:** şlak, fosforit, konsentrat.

Faydalı qazıntıların çıxarılmasından, nəqlindən, emalından. istifadəsindən; üzvi mineral kompleks tullantılarının çeşidlənməsindən və yandırılmasından; müxtəlif istehsal proseslərindən makro-, mikroelement tərkibli tullantıların (şlamin, şlakın), çoxkomponentli modifikatorların zərərsizləşdirilərək istifadə texnologiyasının işlənməsi günün aktual məsələlərindən biridir. Aktual olan bu məsələlərin həlli üçün qeyri-neft sektorunun inkişaf etdirilməsi və bununla bağlı olan ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması əsas faktorlardan biridir. Ona görə ki, ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması tükənməz ehtiyatı olan ucuz tullantıların və qeyri-filiz təbii mineral birləşmələrin istifadəsi ilə sıx əlaqədardır. Çünki, dünya üzrə, o cümlədən ölkəmizdə də BMT-nin yandırılmasından da küllü miqdarda şlak əmələ gəlir [1-3]. Digər tərəfdən respublikamız neft və qazdan sonra ehtiyatı baxımından tükənməz ehtiyatı olan ucuz makro- və mikroelement tərkibli modifikasiyaedici birləşmələrlə zəngindir. Çox təəssüf ki, bunlar bu vaxta qədər öz tətbiq sahələrini tapmamışdır. Bunların əsasını təşkil edən tükənməz ehtiyatı olan, ucuz və yerli təbii birləşmələrin əlavəsi ilə tullantıların zərərsizləşdirilərək istifadə texnologiyasının işlənməsidir. Buna misal olaraq qeyd edə bilərik ki, hazırda Bakı və ətrafında olan rayonlarda bir gündə 1500 - 1800 ton üzvi kompleks mineral tullantı (BMT) əmələ gəlir. Alınan bu tullantılar Bakının Balaxanı qəsəbəsindəki zavodda yandırılır, nəticədə alınan dibkülü və uçan kül hazırda istifadə olunmur, zavod ətrafında istifadəsiz qalır.

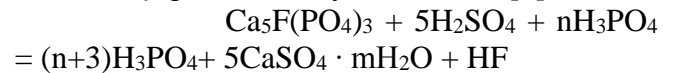
Hal - hazırda belə tullantıların hər ölkədə miqdarı mln. tonlardır və yararsız halda toplanmaqla nəticədə atmosferi, hidrosferi və litosferi çirkləndirməkdədir.

Digər tərəfdən nəzərə alsaq ki, aşağı keyfiyyətli fosforitin kifayət qədər ehtiyatı olmasına baxmayaraq, texniki ədəbiyyatlarda bu

fosforitin bu vaxta qədər nə fosforlu gübrə, nə də fosfat turşusunun alınmasında istifadəsini rast gilinmir. Lakin bu vaxta qədər bu fosforitdən neytrallaşdırıcı kimi istifadə olunması vardır. Bu da iqtisadi və torpaq ehtiyatının qorunması baxımından faydalı hesab olunmur. Bunları nəzərə alaraq biz bu tədqiqat işində Naxçıvan MR-nin ərazisində kifayət qədər ehtiyatı olan, amma bu vaxta qədər bu sahədə istifadə olunmayan fosforitdən modifikator kimi istifadə etməklə şlak tullantısının ekotexnologiyasını işləmişik.

**Material və metodlar**

Qarşıya qoyulan məqsədə uyğun olaraq həm də fosfogipsdən istifadə edilmişdir. Fosfogips fosfatların sulfat və fosfat turşularının qarşılıqlı təsiri ilə aşağıdakı reaksiya üzrə alınır [4]:



Bu reaksiya nəticəsində alınan fosfogips hər zaman diqqəti cəlb edir. Çünki, torpağa verildikdə, onun quruluşunun əmələ gəlməsində aktiv təsiri olur və kimyəvi tərkibini yaxşılaşdırır. Onun tərkibində çoxlu kalsium (30%); kükürd 23-25%; SiO<sub>2</sub> 0,3% və az miqdarda mikroelementlər var [5]. Bununla bərabər fosfogipsin tərkibində bitkiyə və torpağa az lazım olan birləşmələr də vardır, ona görə də fosfogipsi birbaşa torpağa vermək olmaz. Bunu nəzərə alaraq tədqiqat işlərinin birində fosfogipsdən yalnız hər hansı birləşmə ilə və ya başqa bir işdə modifikasiyaedici birləşmə kimi istifadə olunmuşdur [6-8]. Digər tərəfdən məlumdur ki, hazırda respublikaya 450 - 550 min ton gübrə lazım olduğu halda onu çox baha qiymətə xarici ölkələrdən alır. Lakin yerli ehtiyatlardan istifadə edərək, bunun ən azından 45 - 55%-ni respublikada istehsal etmək mümkündür.

Bu tədqiqat işində məqsədimiz BMT-nin yandırılması zamanı əmələ gələn şlakdan və aşağıdakı yerli modifikatorlardan istifadə etməklə zərərsizləşdirmək və istifadə texnologiyasını işləməkdir. Modifikasiyaedici olaraq

fosfogipsdən. fosforitdən istifadə edilmişdir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı tullantılardan - BMT-nin yandırılmasından alınan şlakdan və modifikasiyaedici birləşmələrdən istifadə edilmişdir. Belə ki, hazırda Balaxanı

qəsəbəsindəki zibilxananın ancaq Bakıda əmələ gələn zibili yandırılır. Bu zibilin miqdarı orta hesabla bir gündə 1600-1700 tondur. Bu zibilin yandırılması zamanı 250-350 kq şlak alınır. Bu tullantının kimyəvi tərkibi cədvəldə verilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1.

**1 t BMT tullantısı yandıqda orta hesabla əmələ gələn 250 - 300 kq şlakın tərkibi.**

Təqdim edilmiş tullantı yanıqlarının analiz nəticələri, %													
Adı	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl	YTİ
Tull.yanığı №1 (dibi)	5,82	2,42	4,12	14,86	2 12	2,56	2,27	32,47	0,83	0,21	10,31	2,07	19,48
Tull.yanığı № 2 (uçan)	2,92	1,26	1,52	6,53	0,94	3.80	7,14	34,62	0,98	0,24	3.90	14.62	21.12

Bu tədqiqat işində istifadə olunan fosfogipsin kimyəvi tərkibi aşağıdakı cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

CaO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> üm.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> suda	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	F	CO <sub>2</sub>	həllolma	R <sub>2</sub> O
33.5	47.1	1.1	0,7	0,5	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	16,5	0,1

Tədqiqatın aparılmasında aşağı keyfiyyətli Naxçıvan fosforitindən də istifadə olunmuşdur. Tərkibi isə cədvəl 3-də verilir (%).

Cədvəl 3.

**Naxçıvan fosforitinin tərkibi, (%)**

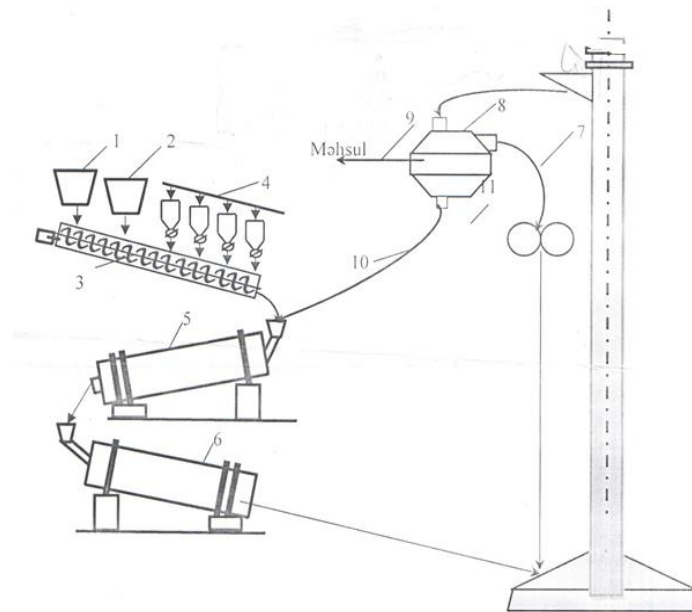
CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	F	CO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O	MgO	Mn Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	üzvi birl.	HgO	Digər qarış.
39,5	14,4	0.15	2,1	2,2	1,5	3.8	1,6	2,5	1,01	1,41	1,7	2,71

Laboratoriya şəraitində işin aparılması həcmi 0,5 litr olan silindrik reaktora 100 ml işlənmiş H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tökülür və 35 - 40°C-də isidilərək oraya 50 qram şlak qarışdırılır (şlak BMT-nin yandırılmasından alınır). Reaktora 10-15 dəqiqə sonra 50 qram fosforit verilir. Reaktordan nümunə alınır. Şlakda və fosforitdə olan lazımı elementlər məhlula keçirsə reaktora 50 qram fosfogips əlavə olunur. Silindrşəkilli reaktor quruducu şkafa yerləşdirilir və orada 60 - 90 dəqiqə 100 - 105°C-də saxlanılır. Sonra reaktor şkafdan çıxarılır və orada olan gübrə reaktordan alınaraq neytrallaşdırılır, dənəvərləşdirilir. qurudulur. Alınan dənəvər kompleks gübrənin tərkibi aşağıda verilir (küt. %): P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mənimsənilən 13,5%; K<sub>2</sub>O – 6,4%; CaO - 20,3%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-sərbəst – 2,4; MgO – 2,5; MnO – 1,3; H<sub>2</sub>O - 2,2; dənələrin möhkəmliyi 1,6 – 1,7 Mpa, əsas məhsulun çıxımı 94.6%-dir.

Laboratoriya şəraitində aparılan tədqiqat işinin texnoloji qurğunun sxemi işlənilib hazırlanmışdır.

**Texnoloji sxemin izahı.** İşlənmiş sulfat turşusu çənə (1) və əzilmiş şlak bunker (2) verilir. İstifadə edilən modifikasiyaedici əlavələr kiçik (4) bunkerlərə doldurulur, ilk olaraq şnek (3) işə salınır. Daha sonra turşu çənindən (1) və şlak bunkerindən şlak eyni zamanda şnekə verilir. Tələbata uyğun olaraq modifikasiyaedici birləşmələr şnekdə olan birləşmələrin üzərinə verilir. Şnekdə alınan horra dənəvərləşdiriciyə (5) daxil olur, oraya həm də ələkdən (8) ayrılan retura (10) verilir.

Dənəvərləşdiricidə (5) dənə halına düşmüş kütlə quruducu aparata (6) verilir. Qurumuş material elevatora (7) daxil olur. Qurumuş məhsul elevators (7) vasitəsilə ələyə (8) verilir. Orada üç hissəyə ayrılır. 0,5 - 1,0 mm ölçüdə olan məhsul retura dənəvər aparata, 1 - 5 mm ölçülü hazır məhsul 5 mm və daha çox ölçülü əziciyə (11), oradan elevatora və prosesə göndərilir.



1 -  $H_2SO_4$  üçün çən; 2 - BMT üçün bunker; 3 - şnek; 4 - modifikasiyaedici birləşmələr üçün bunker; 5 - dənəvərləşdirici; 6 - quruducu; 7 - elevator; 8 - ələk; 9 - hazır məhsul xətti; 10 - retura xətti; 11 - əzici.

#### Nəticə

Bərk məişət tullantısının yandırılması zamanı əmələ gələn şlakın yerli modifikatorların iştirakı ilə istifadə texnologiyasının işlənməsi adlı tədqiqat işində müəyyən edilmişdir ki, bu vaxta qədər tətbiq sahəsini tapmayan ekoloji tarazlığı pozan, amma tükənməz ehtiyatı olan şlaka fosfogips və aşağı keyfiyyətli fosforit əlavə edərək kompleks gübrə almaq mümkündür. Belə ki, dənəvər kompleks gübrədə mənimsənilən  $P_2O_5$ -in miqdarı 13,5%;  $K_2O$  - 6,4%;  $CaO$  - 20,3%; əsas məhsulun çıxımı 94,6%-dir. Dənələrin möhkəmliyi 1,6 - 1,7 MPa-dır.

Bu sahədə tədqiqat işləri davam etdirilir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Пат SU 1142463 A1 CO 5D 3/04. Способ получения удобрения из шлама, 2013
2. К.П. Ломм и др. Использование отходов ферросплавного производства. - Инф. ЦИИНЧМ.серия -5, -№1, -2011.
3. Сб. научных работ Уральского филиала Ас и А СССР. Челябинск. 2003.
4. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. Л.: «ХИМИЯ»,- 2001, -304 с.
5. Зайцев В.А. Безотходные и малоотходные процессы сегодня и завтра. М.: Наука.- 2009. -364 с.
6. Каниськин М.А., Горленко А.С., Терехова В.А. Оценка биологической активности почв по эмиссии углекислого газа в зоне размещения отвалов фосфогипса //Мат. Докл. 11 Межд. научно-практической конф. «Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно - преобразованных экосистем». Иркутск.- 2-7 сентября- 2006. -С.363
7. Каниськин М.А. Анализ информативности некоторых биотических параметров при оценке экологического состояния почв в условиях воздействия отходов фосфогипса // Мат. Докл. XV межд. Конф. «Ломоносов-2008», секция «Почвоведение».- М.8-12 апреля -2008, -С 57-58.
8. Алосманов М.С., Спиридонов С.И. Фосфогипс как нейтрализующие добавки. М.: «ХИМИЯ»,- 2001, -.42с.

#### ТВЕРДОСТЬ С ДОБАВЛЕНИЕМ МОДИФИКАТОРОВ (ФОСФОРИТОВ И ФОСФОГИПОВ) ОТ СЖИГАНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ООН)

С.А. Герайбейли<sup>1</sup>, А.А. Гасанов<sup>2</sup>, М.С. Алосманов<sup>3</sup>

1.2.Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
3.Институт геологии и геофизики



В данной статье содержится информация о получении фосфоритами шлака и фосфогипсами концентрата в следующих составах, под названием немецкой экотехнологией шлака от сжигания твердых бытовых отходов (ТБО) с добавлением модификаторов. Состав концентрата состоит из следующих соединений (%): P2O5 (усвоение) - 13,5; K2O - 6,4, CaO - 20,4. Выход основных продуктов - 94,6, прочность зерна - 1,7 МПа

**Ключевые слова:** шлак, фосфорит, концентрат.

**HARDNESS WITH THE ADDITION OF MODIFIER (PHOSPHORITES AND PHOSPHOGYPSUM) OF FROM THE COMBUSTION**

**S.A. Geraybeyli<sup>1</sup>, A.A. Hasanov<sup>2</sup>, M.S. Alosmanov<sup>3</sup>**

**1.2.Azerbaijan state University oil and industry**

**3.Institute of Geology and Geophysics**

This article contains information on the production of slag phosphorites and phosphogypsum concentrate in the following compositions, called the German eco-technology slag from the combustion of solid waste (CSW) with the addition of modifiers. The composition of the concentrate consists of the following compounds (%): P2O5 (assimilation) - 13,5; K2O - 6,4, Cao - 20,4. The yield of the main products - 94.6, grain strength - 1, 7 Mpa.

**Key words:** slag, phosphorite, concentrate

UOT: 66.074. 3

**QAZ QARIŞIQLARININ AYIRILMASINDA SEOLITLƏRİN SU  
BUXARI ÜZRƏ DİNAMİK TUTUMLARININ TƏYİNİ**

**Fəxrəddin Vəli oğlu Yusubov**

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*

E-mail: yusfax@mail.ru

**Acar sözlər:** qaz qarışıqları, adsorbent, su buxarı üzrə dinamik tutum

Qaz qarışıqlarının ayırılmasında seolitlərin su buxarı üzrə dinamik tutumlarının təyini vacib məsələlərdən biridir. Seolitlərin su buxarı üzrə dinamik tutumlarının qiymətlərinin əvvəlcədən təyin edilməsi texnoloji prosesin rejim parametrlərinin optimal qiymətlərinin müəyyən edilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir[1-3].

Adsorbentlərin sınağa hazırlanması: 0,01 q dəqiqliklə əvvəlcədən çəkilmiş tədqiq edilən sorbent lazım olan miqdarda adsorberə yüklənir. Yüklənmə tədricən aparılmışdır. Sorbent tədricən adsorberə tökülür, sıxlaşdırılır və bərkidilir. Sonra adsorbent layının üzərinə inert nasadka səpirlər. Yüklənmiş adsorberi sobanın içərisinə qoyulur və qızdırılır. Giriş ştuçeri adsorberin yüksək təmizliyə malik azot vermə sistemi ilə birləşdirilir. Sintetik seolitlərin regenerasiyası temperaturun tədricən artması ilə aparılmışdır:

1 saat müddətində 100<sup>0</sup>C-yə dək, 1-1,5 saat 100<sup>0</sup>C-dən 350<sup>0</sup>C-dək, 350<sup>0</sup>C-də 3-4 saat ərzində saxlamaqla. Sorbentin regenerasiya üçün azotun verilmə sürəti 600÷700 sm<sup>3</sup>/dəq olmuşdur. Sobada temperatur termocütlər vasitəsilə tənzimlənir. Adsorbent layında isə temperatur ölçü cihazı vasitəsilə müəyyən edilir. Regenerasiya başa çatdıqdan sonra, azot bağlanılır. Adsorber sobadan çıxarılır və otaq temperaturunadək soyudulur sonra yenə çəkilir (0,01 q dəqiqliklə).

Sınaqdan keçirilən nümunələrin su buxarı üzrə dinamik tutumu aşağıdakı sabit şəraitdə aparılır:

adsorberə yüklənən adsorbentin həcmi: 180-200 sm<sup>3</sup>;

adsorbent dənəsinin ölçüsü: 2 – 3 mm%

seolit layının hündürlüyü: 25 – 30 sm;

adsorbsiya və regenerasiya təzyiqi: atmosfer;

adsorbsiya zamanı qaz axınının xətti sürəti – 2 m/san;

azotun nəmliyi: 16 q/m<sup>3</sup>.

Adsorbentlərin sınaqları şəkil 1-də göstərilən qurğuda həyata keçirilmişdir. Azot axını barboterdən keçirilir, barboterə distillə olunmuş su doldurulur və 22-25<sup>0</sup>C temperatur sabit saxlanılır. Burada azot su buxarı ilə doydurulur. Sonra nəmləndirilmiş axın adsorberə verilir.

Nəmləndirilmiş qaz axınının şəh nöqtəsini (adsorberin çıxışında təcrübənin əvvəli və sonunda ölçülmüşdür. Qarışıqın sərifi 8,5 dm<sup>3</sup>/dəq, axının xətti sürəti ~0,2m/san olmuşdur. Qaz adsorberə yuxarıdan aşağıya verilmişdir. Regenerasiya olunmuş adsorbent layında qaz axınının qurudulması həyata keçirilir. Qurudulmuş qaz axınının bir hissəsi adsorberdən sonra həmişə nəmlik ölçən cihaza ötürülmüşdür. Nəmlik ölçən cihaz (Baykal) qurudulmuş qazın şəh nöqtəsini ölçür. Sabit təzyiqdə doymamış buxarı soyutsaq müəyyən temperaturda o, doymuş buxara çevrilir. Bu temperatur şəh nöqtəsi adlanır. Qaz qarışıqının adsorberə verilmə anından zaman qeyd edilmiş və qurudulan qazın nəmlik tərkibi hər 5-10 dəqiqədən bir qeyd edilmişdir. -60<sup>0</sup>C şəh nöqtəsində adsorberin çıxışında qazın nəmliyinin artması ilə sınaq dayandırılır. Sınağın sonunda adsorberin kütləsi çəkilmişdir.

Su buxarı üzrə seolit dinamik adsorbsiya tutumu aşağıdakı formul üzrə hesablanmışdır:

$$A_d(H_2O) = \frac{M}{G} \cdot 100 \quad (1)$$

burada  $A_d(N_2O)$  – adsorbentin dinamik tutumu, q/100q;

$M$  – sınaq müddətində adsorbsiya olunmuş suyun kütləsi, q;

$G$  – adsorbentin kütləsi, q.

Nəticə kimi adsorbentin tutumunun üç paralel ölçməsinin orta qiymətini, təkrarlama şəraitində qəbul edirik.

Sintetik seolitlərin H<sub>2</sub>S üzrə dinamik tutumunun müəyyən edilməsi:

H<sub>2</sub>S üzrə CaA seolitinin dinamik adsorbsiya tutumunun təyin edilməsi aşağıdakı sabit şəraitdə aparılmışdır:

adsorberə yüklənən adsorbentnin həcmi: - 185 sm<sup>3</sup>;

adsorbent layının hündürlüyü – 25 sm;

adsorbent dənəsinin ölçüsü – 2 mm;

adsorbsiya temperaturu – 22<sup>0</sup>C;

adsorbsiya və regenerasiyanın təzyiqi: - atmosfer təzyiqi;

H<sub>2</sub>S-in qatılığı: - 0,6 q/nm<sup>3</sup>.

Adsorberlərin sınağı aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır:

Qaz halında azot və H<sub>2</sub>S qarışığı hazırlanmış. Bunun üçün azot balondan ventildən, reometrə daxil edilərək qarışdırıcıya daxil olur. Bura həm də boru ilə balondan H<sub>2</sub>S də daxil edilir. Balonların hər ikisi əvvəlcədən dərəcələndirilir. Qaz qarışığının lazım olan 8 dm<sup>3</sup>/dəq sürəti müəyyən olunur. Hazırlanmış qaz qarışığında H<sub>2</sub>S-in qatılığı 0,6 q/m<sup>3</sup> dayanıqlı qatılığı yarananaqədər müəyyən edilir və ölçülür. Adsorberdə yerləşdirilən adsorbent əvvəlcə sudan azad edilir, qurudulur. Bundan sonra adsorber azot - H<sub>2</sub>S qarışığı sisteminə qoşulur. Sınağın başlanma vaxtı qeyd edilir və sınağa başlanılır. Qaz qarışığı adsorberə daxil olur. Adsorbent layından keçir. Qaz qarışığı adsorbent layından keçərkən H<sub>2</sub>S-dən təmizlənir. H<sub>2</sub>S-in çıxışda görünməsi indikatorla müəyyən edilir. Yəni adsorbent tərəfindən H<sub>2</sub>S udulur. Adsorberdən çıxan qaz qarışığındakı H<sub>2</sub>S-in miqdarı qatılıq ölçən cihazla müəyyən edilir.

Nəhayət, sınaq dayandırılır. Sınağın dayandırılma vaxtı qeyd olunur. Adsorbentnin dinamik tutumu H<sub>2</sub>S-ə görə aşağıdakı formul üzrə hesablanmışdır:

$$A_d(H_2S) = \frac{W \cdot \tau \cdot Co \cdot 100}{G}$$

(2)

burada A<sub>d</sub>(H<sub>2</sub>S) – adsorbentnin dinamik tutumu, q/100q

G – tədqiq edilən adsorbentnin kütləsi, q

τ – H<sub>2</sub>S-in qatılığının 7 mq/mm<sup>3</sup> qiymətində adsorbent layının işləmə vaxtı, san.

W – qaz qarışığının sürəti;

Co – qaz qarışığında H<sub>2</sub>S-in ilkin qatılığı.

3 paralel təcrübə təkrar edilir və ölçülür. Nəticədə adsorbentnin tutumu təyin olunur. τ müəyyən etmək üçün təmizlənən qaz qarışığında zamandan asılı olaraq, sınağın başlanğıc anından H<sub>2</sub>S-in qatılığının asılılığı qrafiki qurulur. Qatılığın 7 mq/m<sup>3</sup> qiymətinə uyğun gələn τ zamanı tapılır. Bu qayda üzrə eyni etilmerkaptan qaz qarışığından adsorbsiya prosesi də öyrənilir.

Su buxarı üzrə sintetik seolit nümunələrinin sınağının nəticələri.

Su buxarı üzrə NaA, CaA və NaX markalı sintetik seolitlərin adsorbsiya tutumunu təyin etmək üçün sınaq keçirilmişdir. Nəmləndirilmiş azotun qurudulması prosesi həyata keçirilərkən nümunələrin sınaqlarının nəticələri aşağıda verilmişdir.

Cədvəl 1

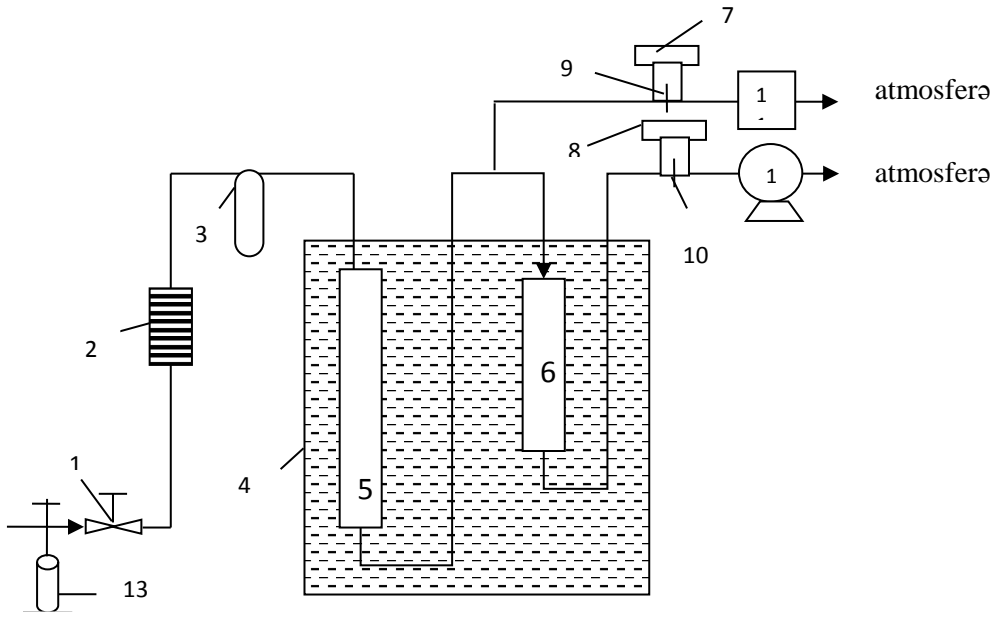
Su buxarı üzrə sintetik seolit nümunələrinin sınağının nəticələri

Seolitnin markası	Dənənin ölçüsü,mm	Su buxarı üzrə dinamik tutumu, q/100q	Qurudulan qazın şəh nöqtəsi, °C
NaA	0,2	19,4	-70
NaA	0,3	16,5	-68
CaA	0,2	18,2	-70
NaX	0,2	25	-70

H<sub>2</sub>S üzrə sintetik CaA seolit nümunəsinin sınağının nəticələri:

H<sub>2</sub>S üzrə CaA sintetik adsorbentnin – seolitnin adsorbsiya tutumu qaz qarışığında H<sub>2</sub>S-in miqdarı 0,6 q/m<sup>3</sup> olduqda 0,2 m/s qaz qarışığının sürətində, atmosfer təzyiqində 1,6 q/100q təyin edilmişdir.

Etilmerkaptan üzrə NaX sintetik seolit nümunəsinin sınağının nəticələri 0,6 q/m<sup>3</sup> qatılıqda etilmerkaptanın qaz qarışığından adsorbsiyası prosesi 0,3 mm c.süt. və qaz qarışığının 0,2 m/s axın sürətində aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, NaX sintetik seolitinin etilmerkaptan üzrə dinamik tutumu 9,5 q/100q-dır.

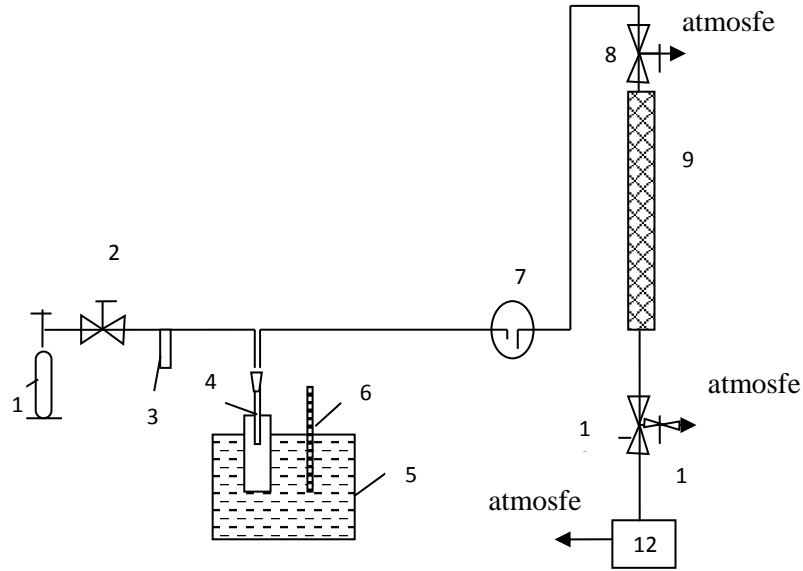


Şəkil 1. Atmosfer təzyiqində seolitın dinamik və müvazinət tutumunun müəyyən edilməsi.

1-siyirtmə; 2-filtr; 3-reometr; 4-su vannası; 5-quruducu; 6-adsorber;

7, 8-qaz analizatoru; 9,10-sıxaclar; 11-nəmlik ölçən; 12-qaz sayğacı; 13- qaz balonu

Sınaqdan keçirilən seolitlərin suya davamlılığının təyin edilməsi



Sınaqdan keçirilən seolitlər suya davamlılığı dedikdə, onların dənələrinin suyun təsirinə dayanıqlı olmaları başa düşülür. Qeyd etmək lazımdır ki, bu göstərici adsorbentlərin vacib göstəricisidir. Yüksək suya davamlılıq göstəricisi, onların üzərinə su damcısı düşərkən, seolit dənəsi

çatlamır, dağılmır və zəmanət verilir ki, adsorbentın hündürlüyü və dinamik adsorbsiya tutumu saxlanılır. Ona görə də NaA, CaA və NaX sintetik seolitlərin suya davamlılıqları sınaqdan keçirilmişdir. Nəticədə onların suya davamlılıq göstəriciləri müəyyən edilmişdir:

Seolitin suya davamlılıq göstəriciləri

Adsorbentin növü	Seolitin dənəsinin ölçüsü,mm	Dənənin rəngi	Suya davamlılığı, %
NaA	0,2	Açıq	99,8
NaA	0,3	Kirpiç rəngi	99,9
CaA	0,2	Boz-qırmızı	99,9
NaX	0,2	Açıq-qırmızı	99,7

**Nəticə**

Müəyyən edilmişdir ki, sınaqdan keçirilən bütün sintetik seolitlər suya qarşı yüksək davamlılığa malikdirlər. Bunlarda qaz qarışıqlarından müxtəlif komponentlərin ayrılması prosesinin aparılmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edirlər.

**Ədəbiyyat**

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники – М.: Химия, 1984. 592 с.
2. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика М.; Наука, 1992. 538 с.
3. Липкинд Б.А. Адсорбенты, их получение, свойства и применение. М., Наука, 1991, с.51-59.
4. Протодьяконов И.О., Сипаров С.В. Механика процесса адсорбции в системах газ-твердое тело. Л.Наука. 1985, 298 с.
5. Юсубов Ф.В. Ибрагимов Ч.Ш. Адсорбционное разделение газовых смесей в неподвижном слое адсорбента. Химия и технология топлив и масел", №3, 2018 г., С.27-30
6. Юсубов Ф.В. Математическая модель процесса адсорбционной очистки жидких парафинов в условиях нестационарности его протекания. Наука, техника, технологии, №2, 2018 г., С.33-36.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ ЦЕОЛИТОВ К ВОДЯНОМУ ПАРУ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

**Ф. В. Юсубов**

Статья посвящена определению динамической способности цеолитов к водяному пару при разделении газовых смесей. Была исследована водостойкость синтетических цеолитов NaA, CaA и NaX. Прогнозирование динамической способности цеолитов к водяному пару при разделении газовых смесей может быть использовано для определения оптимальной параметров процесса адсорбции.

### DETERMINATION OF THE DYNAMIC ABILITY OF ZEOLITES TO WATER VAPOR IN THE SEPARATION OF GAS MIXTURES

**F.V. Yusubov**

The article is devoted to the determination of the dynamic ability of zeolites to water vapor in the separation of gas mixtures. The water resistance of synthetic zeolites NaA, CaA and NaX was investigated. Prediction of the dynamic ability of zeolites to water vapor in the separation of gas mixtures can be used to determine the optimal parameters of the adsorption process.

UOT: 552.1: 553.2

NEFTÇALA-XILLI ƏRAZISİNDƏ NEFT SULARININ KİMYƏVİ TƏRKİBİNİN  
ÖYRƏNİLMƏSİ

Tağıyev İslam İbrahim

Magistrant Allahverdiyev Vüsal Natiq

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: vusal@geofizik.com

**Açar sözlər:** sənaye suları, minerallaşma

dərəcəsi, stuktur, suların kimyəvi tərkibi, sulu horizont

Yerin nisbətən dərin qatlarında formalaşan yeraltı sular insanın və sənayenin ehtiyacları üçün məqsədli istifadəsindən asılı olaraq şərti şəkildə mineral, sənaye və istilik-enerji əhəmiyyətli sulara bölünürlər. İon-duz tərkibindəki ayrı-ayrı müalicəvi aktiv komponentlərin, qaz tərkibinin, ya da ümumiyyətlə ion-duz tərkibinin insan orqanizminə müalicəvi təsir göstərən sular mineral sular hesab olunurlar. Sənaye suları - tərkiblərində ayrılması və xalq təsərrüafında səmərəli istifadəsi mümkün olan yüksək miqdarda faydalı komponentlərin və onların birləşmələrinin mövcud olduğu sulardır.

Keçmiş SSRİ ərazisində yodlu-bromlu sənaye sularının kəşf edilmiş ehtiyatlarının olduğu 4 Respublikadan biri olan Azərbaycan Respublikası kəşf edilmiş ehtiyatlarına görə İttifaqda ikinci (31,5%), yod istehsalının həcminə görə isə birinci yeri tuturdu. Kəşf edilmiş yodlu-bromlu sənaye suları Respublika ərazisində 5 əsas yataqda: Neftçala, Xıllı, Babazənən, Mişovdağ və Binə-Hövsan yataqlarında cəmləşmişdir. İlk 4 yataq Kür çökəkliyinin cənub-şərq hissəsində, Binə-Hövsan yatağı isə Abşeron yarımadasının ərazisində yerləşirlər. Yodlu-bromlu sənaye sularına və termal sulara 40 ilə qədər müddət ərzində aparılmış məxsusi hidrogeoloji tədqiqatlar nəticəsində yuxarıda sadalanan yodlu-bromlu su yataqlarının istismar ehtiyatları hesablanmış və daimi kondisiyaların texniki-iqtisadi əsaslandırılması aparılmışdır [1].

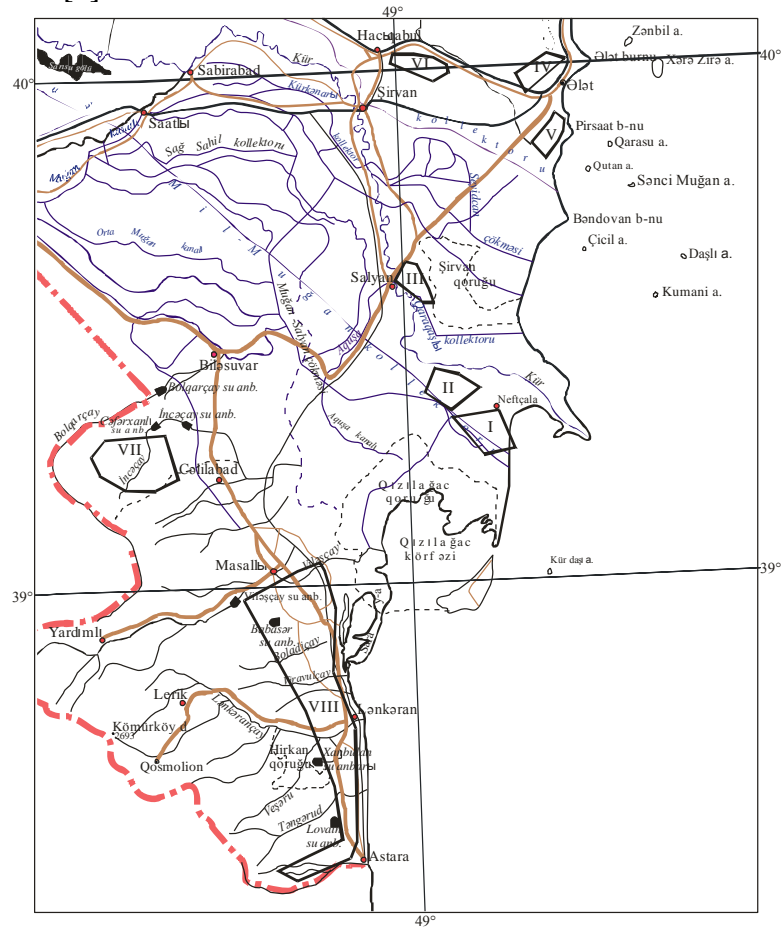
**İşin məqsədi:** İşlərin aparıldığı rayonlar Azərbaycan Respublikası ərazisinin cənub - şərq hissəsində, Respublikanın paytaxtı Bakı şəhərindən 70–320km məsafədə yerləşərək, Muğan düzünün bir hissəsini və Cənubi Şərqi Şirvan düzünü əhatə edir. Ərazi inzibati cəhətdən Neftçala, Salyan, Hacıqabul rayonlarının və başqa rayonların tərkibinə daxildir. (şəkl 1) .

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 21 oktyabr 2004-cü il tarixli 462 №-li Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş «Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji

mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı» və 28 sentyabr 2006-cı il tarixli sərəncamı ilə təsdiq olunmuş «Azərbaycan Respublikasında Ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılmasına dair 2006-2010-cu illər üçün Kompleks Tədbirlər Planı» mövcud olan termal su ehtiyatlarından kommunal təsərrüfat obyektlərindən, parnik-istixana təsərrüfatında, şəhər istilik təhcizatında istifadə olunma problemlərinin həlli, zəif öyrənilmiş ərazilərdə yeni termal su mənbələrinin aşkar edilməsi, onlardan istifadə istiqamətlərinin müəyyən edilməsi, təbii mühitin mühafizəsi ilə bağlı yuxarıda sadalanan problemlərin radikal həlli üçün əlverişli zəmin yaranması işlərinin yerinə yetirilməsi sahəsində dönüş nöqtəsi olaraq mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bu baxımdan, Neftçala-Xıllı zonasında Neft sularının kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi çox böyük iqtisadi əhəmiyyətə malikdir [2].

**Görülən işlər.** Yodlu-bromlu sənaye sularına və termal sulara 40 ilə qədər müddət ərzində aparılmış məxsusi hidrogeoloji tədqiqatlar nəticəsində yuxarıda sadalanan yodlu-bromlu su yataqlarının istismar ehtiyatları hesablanmış və daimi kondisiyaların texniki-iqtisadi əsaslandırılması aparılmışdır. Lakin aradan 20 ilə qədər bir zaman keçməsi, bu müddət ərzində ölkədə baş vermiş siyasi və iqtisadi dəyişikliklər nəticəsində Bakı zavodunun sökülməsi, Yeni Neftçala yod-brom zavodunun uzun müddət boş dayanması, hal-hazırda isə tam gücü ilə işləməsi, bir sıra digər obyektiv və subyektiv səbəblər nəticəsində yodlu-bromlu sənaye sularına və termal sulara axtarış və kəşfiyyat işləri zamanı qazılmış quyular tam nəzarətsiz qalmış, quyuların bir çoxunda quyubaşı fontan avadanlıqları yüksək təzyiq və minerallaşmaya malik suların təsiri altında korroziyaya, ya da digər kənar təsirlər (insanların müdaxiləsi) nəticəsində dağılmış, sular özbaşına axaraq, ətraf mühitin ekoloji tarazılığının qorunub saxlanması üçün əlavə problem mənbəyinə çevrilmişlər. Ona görə də, biz bu

ərazilərdə müxtəlif quyularda lay sularını ətraflı tədqiqatını aparmış və onların tərkibindəki komponentləri öyrənmisik [3].



Şəkil 1. İş rayonlarının yerləşmə sxemi

**Ekspərimental işlər.** Yeraltı suların kimyəvi tərkiblərinin təsviri verilərəkən suyun minerallaşma dərəcələri q/l., anionların və kationların ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Na+K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) miqdarı % mq/ekv, əsas mikroelementlərin miqdarı mq/l vahidləri ilə verilmişdir. Kimyəvi tərkiblərinə görə suların tipləri təyin olunarkən əsas anion və kationlardan miqdarları 25%-mq/ekv-dən artıq olanlar nəzərə alınmışdır.

Ərazidə aparılmış analizlərin nəticələrindən görüldüyü kimi ayrı-ayrı strukturların sulu horizontlarında ion-duz tərkibinə görə əsasən xlorlu natriumlu, bəzən də xlorlu natriumlu-maqneziumlu və ya xlorlu natriumlu-kalsiumlu tipinə aid edilən sular yayılmışlar. Bu suların ion-duz tərkiblərini əsasən xlor və natrium ionları təşkil edirlər. Bunlardan başqa suların tərkibində sulfat, hidrokarbonat, kimi anionlar, kalsium və maqnezium kimi kationlar da iştirak edirlər. Sənaye əhəmiyyətli yeraltı suların tərkiblərində

yüksək konsentasiyada J, Br,  $B_2O_3$ , Sr; istilik enerjisi əhəmiyyətli termal suların tərkibində isə az miqdarda J, Br,  $B_2O_3$ , Sr, Li və s. mikrokomponentlər iştirak edirlər.

Götürülmüş nümunələrin kimyəvi analizlərinin nəticəsinə əsasən suların tərkibində fenolların, naftən turşularının və radiaktiv elementlərin yüksək miqdarda iştirakına rast gəlinməmişdir. Bütün sahələrdə hidrogeoloji kəsiliş boyu hidrogen ionlarının konsentrasiyası (pH) 6-8,2 qiymətləri arasında dəyişir ki, bu da suların zəif turşuluqdan zəif qələviyə qədər reaksiyalara malik olduğunu göstərir.

Suların tərkibində  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_4$ ,  $H_2S$  kimi qazlara da rast gəlinir ki, bunların da arasında metan sırası karbohidrogenləri və azot tərkibli qazlar üstünlük təşkil edirlər.  $\frac{rNa}{rCl}$ ;

$\frac{rNa - rCl}{rSO_4}$ ;  $\frac{Cl}{Br}$  və  $\frac{rCa}{rMg}$  genetik əmsallarına görə suların tipi və əmələ gəlmə şəraiti haqqında

mülhizələr yürüdüdür. Burada r-ionun mq/ekvivalentlə olan miqdarıdır. [4].

Sahələr üzrə bütün sulu horizontlardan götürülmüş suların analizlərinin nəticələrini onların kimyəvi tərkiblərinin sabitliyini, xlorlu kalsiumlu tipinə aid olduğunu göstərir. Lakin suların mineralaşma dərəcələri təkcə sahələr və kəsiliş üzrə deyil, həm də, eyni sahə daxilində struktur-litoloji və tektonik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişirlər. V.A.Sulinin klassifikasiyasına görə suların genetik metomorfikləşmə əmsalları olan  $\frac{rCL-rNa}{rMg}$  əmsalı Novoqolovka sahəsinin

Maykop lay dəstəsi, və Sarmat sulu kompleksi istisna olmaqla həmişə 1-dən böyük olaraq 1,21-5,19 qiymətləri;  $\frac{rNa}{rCl}$  əmsalı isə Novoqolovka

sahəsinin Sarmat sulu kompleksi istisna olmaq şərti ilə 0,55-0,99 qiymətləri arasında dəyişir.

Suların tərkibində olan J və Br mikrokomponentlərinin miqdarı Babazənən, Mişovdağ sahələrində və Xıllı sahəsinin şimal-şərq qanadında uyğun olaraq 30,46÷55,91mq/l, 81,08÷398,25 mq/l, Xıllı sahəsinin cənub-qərb qanadında J mikrokomponentinin miqdarı

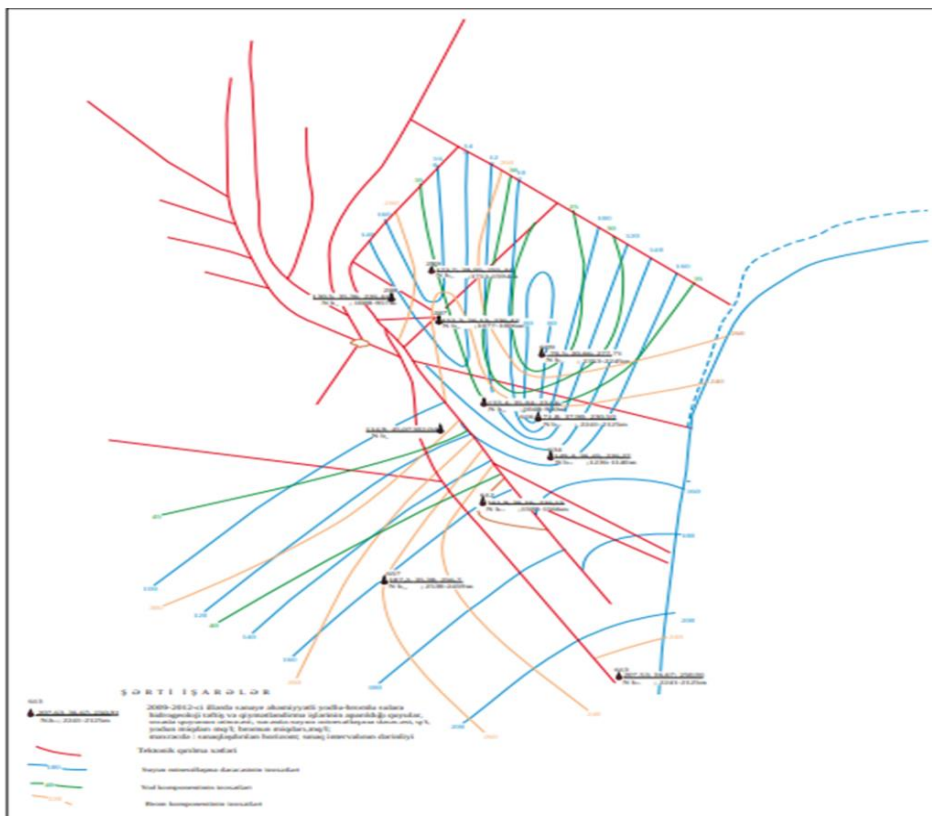
16,56÷23,19 mq/l, Ələt və Xıdırlı-Pirsaat sahələrində J və Br mikrokomponentlərinin miqdarı uyğun olaraq 25,52÷30,97 mq/l və 54,8÷80,99 mq/l, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mikrokomponentlərinin miqdarı isə Cənubi Şirvan hövzəsinin bütün strukturları üzrə 10,44÷106,82mq/l qiymətləri arasında dəyişir [5].

Neftçala, Babazənən, Mişovdağ, Ələt və Xıdırlı-Pirsaat hidrogen ionunun konsentrasiyası(pH) 6,6-8,0 qiymətlərində dəyişilərək suyun neytral reaksiyadan zəif qələvili reaksiyaya qədər, Xıllı sahəsində isə 4,8-8,1 arasında dəyişilərək turş reaksiyalı sulardan zəif qələvi reaksiyalı sulara qədər dəyişdiyini göstərir. (şək 2)

Novoqolovka sahəsində 2 quyudan Maykop lay dəstəsindən alınan sular üçün genetik əmsallar  $\frac{rCL-rNa}{rMg} < 1$  olmaqla 0,80-0,88,  $0 < \frac{rNa}{rCl} < 1$

olmaqla 0,66-0,90; Sarmat mərtəbəsinin sulu kompleksi üzrə 3 quyudan alınan sular üçün isə genetik 7əmsallar  $\frac{rCL-rNa}{rMg} < 0$  olmaq şərti ilə 0-

13,3-(-0,70);  $\frac{rNa}{rCl} > 1$  olmaqla isə 1,01÷1,26 qiymətləri arasında dəyişirlər.



Şəkil 2. Neftçala sahəsinin hidrokimyəvi xəritəsi.



## Nəticə

Aparılan tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdu ki, ərazinin stratigrafik quruluşundan asılı olaraq, suların minerallaşma dərəcələri əsasən Neftçala sahəsində 37,4 - 170q/l, Xıllı sahəsində 49,3 - 127,1 q/l, Babazənən sahəsində 48,0 - 125,0 q/l olmaqla, neytral bəzən də zəif turş reaksiyaya malikdir olurlar. Suların tərkibindəki mikrokomponentlərdən Babazənən sahəsində yodun miqdarı 35,06 - 50,20mq/l, bromun miqdarı 115,30 - 388,60 mq/l, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ün miqdarı 20,01 - 97,90 mq/l, Xıllı sahəsində yod 32,20 - 51,20 mq/l, brom 115,30 - 388,6 mq/l, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20,01 - 97,90 mq/l intervalında iştirak edirlər.

Kimyəvi tərkibcə stratigrafiyasından asılı olaraq xlorlu kalsiumlu tipinə, ion-duz tərkibinə görə isə Neftçala sahəsində xlorlu natriumlu, xlorlu natriumlu - maqneziumlu və xlorlu natriumlu – kalsiumlu, Xıllı sahəsində xlorlu natriumlu və xlorlu natriumlu - maqneziumlu, Babazənən sahəsində isə xlorlu natriumlu olurlar.

## ƏDƏBİYYAT

1. Н.М.Фролов «Основы гидрогеотермии». Москва «Недра»-1991. 74 с
2. Əliyev F.Ş. "Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlarından istifadə və geokoloji problemləri" Bakı-2000. 154 s.
3. И.И.Тагиев. «Термальные воды Ленкоранской области» (геологические отчеты за 1964-1968г.г.) Баку-1968. 116 с
4. П.П.Климентов, В.М. Кононов «Методика гидрогеологических исследований». Москва-1989. . 62 с
5. İ.İ.Tağıyev, N.İ.Babayev "Azərbaycan mineral su ehtiyatlarının müasir vəziyyəti və onlardan səmərəli istifadənin perspektiviyi" Bakı-2018. 201 s

## STUDY OF CHEMICAL ORGANIZATION OF OIL WATER IN NEFTCHALA-XILLI

I.I.Tagiyev , V.N.Allahverdiyev

Azerbaijan State Oil and Industry University

Email: [vusal@geofizik.com](mailto:vusal@geofizik.com)

The results of the analysis of water from all saturated layer horizons in the Neftchala-Khilli area indicates that their chemical compositions are stable and belong to the type of chlorinated calcium. However, the degradation rates of water are substantially changed not only on the sites and on the slopes, but also on structural-lithological and tectonic characteristics within the same area. From the microcomponents in the water, the amount of iodine in the Babazangan field is 35.06 - 50.20 mg / l, the bromine content is 115.30 - 388.60 mg / l, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is 20.01 - 97.90 mg / l, respectively in Khilli the rates change 20 - 51.20 mg / l, bromine 115.30 - 388.6 mg / l, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20.01 - 97.90 mg / l. Depending on the chemical composition of the chlorinated calcium type, the ion-salt content in the Neftchala field is chlorinated sodium, chlorinated natrium - chlorinated sodium - magnesium and chlorine sodium - calcium, chlorinated natrium in chlorine with chlorine and magnesium chlorine and chlorine sodium in Babazenan field.

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НЕФТЯНОЙ ВОДЫ В НЕФЧАЛА-ХЫЛЛЫ ОБЛАСТИ

И.И.Тагиев, В.Н. Аллахвердиев

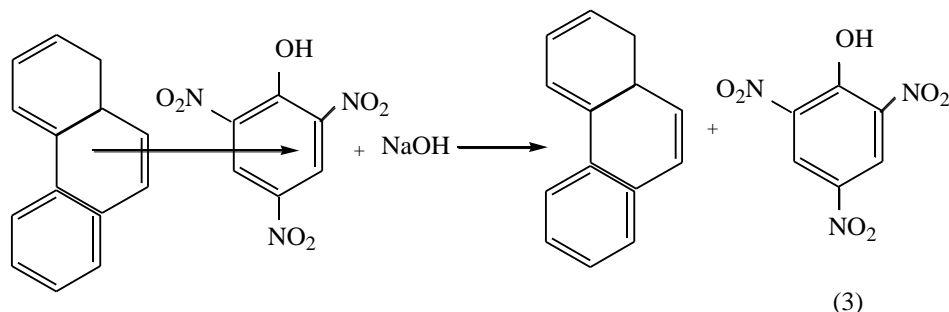
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

Эл. адрес: [vusal@geofizik.com](mailto:vusal@geofizik.com)

Результаты анализа воды со всех водоемов горизонта Нефтчала-Хыллы показывают, что их состав химический стабилен и относится к типу хлорированного кальция. Однако темпы дегродации воды существенно изменяются не только на участках и склонах, но и по структурно-литологическим и тектоническим характеристикам в пределах одной и той же области. Из микрокомпонентов в воде количество йода на месторождении Бабазанган составляет 35,06 - 50,20 мг / л, содержание брома - 115,30 - 388,60 мг / л, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20,01 - 97,90 мг / л, соответственно в Хыллы показатели изменения 20 - 51,20 мг / л, бром - 115,30 - 388,6 мг / л, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20,01 - 97,90 мг / л. В зависимости от химического состава типа хлорированного кальция ионно-солевым содержанием в месторождении Нефтчалинская месторождение представляет собой хлорированное натриевое - магниевый и хлор - натрий - кальций. Месторождние Хыллы хлор натрия и хлор-натрий – магнезиум, месторождение Бабазан хлор натрия бывают.



В этой реакции комплексообразования фенантрен является донором, а тринитрофенол – акцептором. Образующиеся кристаллы комплексного соединения растворяются в растворителе, который легко отделяется от тяжелой смолы пиролиза. Для выделения пикриновой кислоты комплексное соединение обрабатывают раствором щелочи. И результате происходит следующая реакция:



Пикрат натрия, получающийся при щелочном разложении клатратного комплекса, не способна образовывать комплексное соединение с полициклическими ароматическими соединениями. Для повторного использования в процессе комплексообразования его можно обрабатывать серной кислотой. При взаимодействии пикрата натрия с серной

кислотой образуется пикриновая кислота, которую можно повторно использовать для выделения фенантрена и других полициклических соединений.

В таблице 1 показаны результаты влияния температуры на выход фенантрена при использовании различных комплексообразователей.

Таблица 1

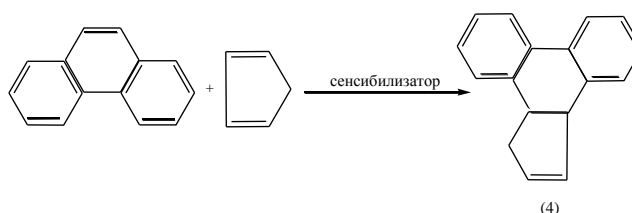
**Влияние температуры на выход фенантрена.**  
(Соотношение комплексообразователь:тяжелая смола пиролиза = 1:15)

Температура среды, °С	Выход фенантрена, г.		
	Комплексообразователи		
	Пикриновая кислота	1,3,5-тринитро-бензол	1,3,5-трихлор-бензол
20	следы	-	-
15	0,08	следы	следы
30	0,1	0,5	0,12
35	0,25	0,37	0,29
40	0,47	0,71	0,58
45	0,62	0,83	0,69
50	0,69	0,90	0,81
55	0,66	0,88	0,77
60	0,51	0,79	0,65

Из таблицы 1 видно, что с повышением температуры до 50 °С наблюдается увеличение выхода фенантрена. При температурах выше 50 °С выход фенантрена снижается. Это может объясняться разложением клатратных комплексов при температурах выше 50 °С. По

приведенным в таблице результатам можно сказать, что 50 °С является оптимальной температурой образования комплекса.

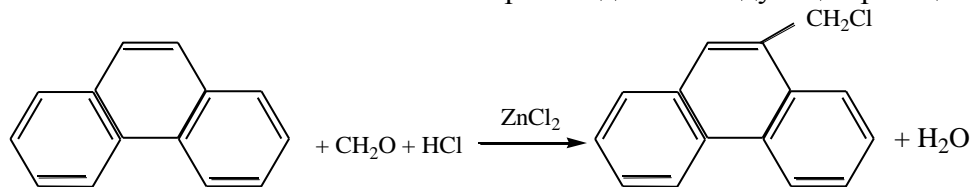
Реакция фотоконденсации фенантрена с циклопентадиеном была изучена при условиях высокого давления



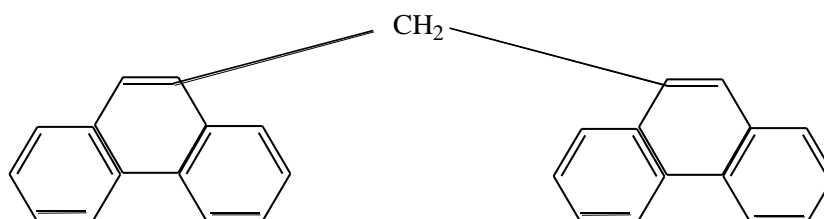
В результате реакции был получен диеновый аддукт, выход которого увеличивается с применением различных активаторов. Полоса поглощения  $1652\text{ см}^{-1}$  на инфракрасном спектре полученного аддукта указывает на наличие двойной связи, а полосы поглощения  $3061\text{ см}^{-1}$  и  $3053\text{ см}^{-1}$  – на наличие

бензольного кольца. Индивидуальный анализ полученного аддукта осуществили методом тонкослойной хроматографии.

Фенантрен был подвергнут хлорметилированию по методу Блана. Образование хлорметилфенантрена происходит по следующей реакции:



В качестве побочного продукта получается 10,10'-дифенантренилметан:

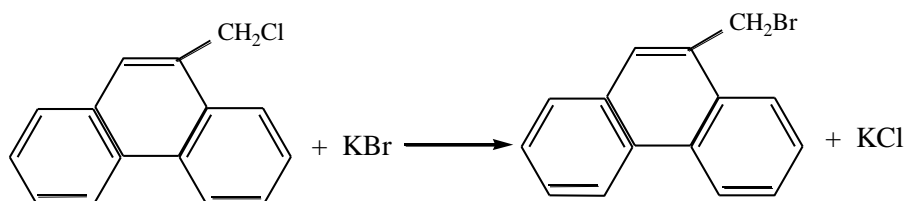


Для подтверждения получения хлорметилфенантрена  $\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{Cl}$  был проведен элементный анализ, результаты которого приведены ниже:

количество химических элементов по анализу, %: С-79,11; Н-4,64; Cl-15,52.

расчетное количество химических элементов, %: С-79,45; Н-4,82; Cl-15,65.

Из хлорметилфенантрена, при взаимодействии с  $\text{KBr}$ , был синтезирован бромметилфенантрен. Реакцию осуществили в присутствии краун эфира дибензо-18-краун-6 ( $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_6$ ), который сильно стимулирует процесс замещения хлора на бром.



Получение бромметилфенантрена была подтверждена анализом продукта методами тонкослойной хроматографии и инфракрасной спектроскопии.

**Экспериментальная часть.**

Выделение фенантрена из жидких продуктов пиролиза.

Для выделения фенантрена из жидких продуктов пиролиза в качестве комплексообразователя использовали пикриновую кислоту фирмы «Merck». 700 г. кубового остатка тяжелой смолы пиролиза растворяли в двух литрах ацетона, добавляли 1,5 г. пикриновой кислоты и перемешивали в течение двух часов при температуре  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , после чего раствор охлаждали до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В результате охлаждения из раствора выпадали кристаллы полициклических ароматических

соединений с пикриновой кислотой. Кристаллы отфильтровывали и растворяли в петролейном эфире. Потом к раствору добавляли 5%-й раствор  $\text{NaOH}$  и перемешивали в течение 30-и минут для завершения реакции. Образующийся пикрат натрия переходит в водный слой. Углеводородный слой отделяли, сушили с карбонатом калия и перегоняли. Выход фенантрена составлял 1,4 г. Температура плавления полученного фенантрена  $101\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а температура кипения  $340,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что вполне совпадает с справочными данными.

Диеновый синтез с циклопентадиеном.

В стеклянную ампулу вводили 3,3 г. (0,5 мол.) циклопентадиена и 8,9 г. (0,05 мол.) фенантрена, добавляли 10 мл. толуола, ампулу запаивали с помощью газовой горелки и нагревали его в масляной бане при температуре 120 °С в течение трех часов. Затем ампулу охлаждали до комнатной температуры и образующиеся кристаллы отфильтровывали. Для перекристаллизации их растворяли в ацетоне. Полученный аддукт имеет температуру плавления 182-183 °С, что соответствует справочным данным. Выход продукта составил 5,51 г.

Хлорметилирование фенантрена.

В круглодонную трехгорлую колбу, снабженную электромеханической мешалкой, вводили 13 г. (0,5 мол.) фенантрена, 2,99 г. (0,1 мол.) параформальдегида, 6,2 г. ледяной уксусной кислоты и 62 г. концентрированной соляной кислоты. Эту смесь перемешивали при 85 °С в течение шести часов. После завершения процесса хлорметилирования продукты реакции охлаждали до 15 °С, дважды промывали 100 мл. дистиллированной водой, нейтрализовали 40 мл. 10% -м раствором  $K_2CO_3$ , отфильтровывали и сушили кристаллическим  $Na_2SO_4$ . Хлорметилфенантрен выделяли вакуумной

перегонкой (157-159 °С /5 мм. рт. ст.). Температура плавления хлорметилфенантрена составил 31-32 °С, а выход – 6,7 г.

Синтез бромметилфенантрена из хлорметилфенантрена.

В круглодонную трехгорлую колбу, снабженную электромеханической мешалкой, вводили 13 г. (0,1 мол.) хлорметилфенантрена, 11,9 г. (0,1 мол.) бромистого калия, 1 г. дибензо-18-краун-6 и 50 мл. диоксана. Смесь нагревали до кипения и перемешивали до завершения реакции. Завершение реакции устанавливали по полному расходованию  $KBr$  (по цвету реакционной смеси). Далее реакционную смесь охлаждали до комнатной температуры, переводили в перегонную установку и отгоняли диоксан. Остаток охлаждали и промывали 50 мл. дистиллированной водой при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке. Водный слой отделяли и остаток подвергали азеотропной сушке с ацетоном. Бромметилфенантрен выделяли вакуумной перегонкой (205-207 °С /4 мм. рт. ст.). В результате получили 8,0 г. бромметилфенантрена, имеющий светло бурый цвет, переходящий в черное под воздействием световых лучей.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камянов В.Ф., Головки А.К., Кураколова Е.А. и др. Высококипящие ароматические углеводороды нефтей. Перепринт. Новосибирск: Ин-т химии нефти СОАН СССР, - 1982,- 265с.
2. Богомолов А.И., Гайле А.А., Громова В.В. Химии нефти и газа. Л.: Химия -1989-424с.
3. Гусейнова Л.В., Шахпеленгова Б.Ш., Геюшов Ш.З., Салимова Н.А. Нефтяной битум из жидких продуктов пиролиза // Известия Азербайджанских Высших Технических Заведений,- 2003.- №5- С.32-35
4. Мовсумзаде М.М., Геюшов Ш.З. Хлорметилирование тяжелой смолы, образующейся в процессе пиролиза // Азербайджанское нефтяное хозяйство, -2009.- №5,-С. 115 – 118. (переведён на русский язык)
5. Мовсумзаде М.М., Геюшов Ш.З. Выделение полициклических конденсированных ароматических углеводородов из остатков нефтехимических производств // Азербайджанский химический журнал.- 2009. -№.3.- С. -115-118
6. Ш.З.Геюшов, М.М.Мовсумзаде, Л.Р.Махмудова, А.Л.Шабанов. Выделение конденсированных ароматических углеводородов из смолы, образующейся при пиролизе бензиновой фракции и синтеза на их основе // Нефтепереработка и нефтехимия. -2015.- №2,- С.21-23

#### SEPARATION OF PHENANTRENE FROM OIL-CHEMISTRY PRODUCTION RESIDUES AND SYNTHESIS ON IT BASE

F.A.Amirov, Sh.Z.Geyushov, I.N.Hajiyev.

The process separation phenantrene from pyrolysis heavy tar being a by product of EP – 300 plant of «Ethylene - polyethylene» factory of Azerbaijan State Oil Company (Sumgait city) have been developed.

On base of phenantrene, separated from cube residue chloromethyl phenantrene have been synthesized. Chloromethyl phenantrene may be used as a raw material for synthesis of functional

ammonium salts possessing by high, foamforming properties and for sythesis of a rheological properties by decrease of viscosity of heavy oils, which transposition on distant regions on cold climate is labored.

The optimal condition of both processes have determind and synthesis of another halogenmethyl derivatives of phenantrene have been proposed.

**Key words:** pyrolysis, phenantrene, chlormethylphenantrene, picrin acid, clatrate, adduct, photokondensation

**NEFT KIMYA İSTEHSALINDA QALILARDAN FENANTRENİN AYRILMASI VƏ ONUN ƏSASINDA SINTEZI**

**F.Ə.Amirov, Ş.Z.Göyüşov, İ.N.Hacıyev.**

. Azərbaycan Dövlət Neft Şirkətinin (Sumqayıt şəhəri) "Etilen-polietilen" zavodunun EP-300 qurğusunda piroliz prosesi zamanı ağır piroliz qatranından fenantrenin ayrılma prosesi aparılmışdır.

Kubun qalınlığından ayrılan fenantrenin əsasında xlorometil fenantren sintez edilmişdir. Xlorometil fenantren yüksək, köpüklənmə xüsusiyyətləri olan və soyuq mühitdə uzaq regionlara aparıla bilən ağır neftlərin özlülüyünün azaldılması ilə reoloji xassələrini yaxşılaşdıran dördlü ammonium duzlarının sintezi üçün xammal kimi istifadə edilə bilər.

Hər iki prosesin optimal vəziyyəti müəyyən edilmiş və fenantrenin başqa halogenmetil törəmələrinin sintezi təklif edilmişdir.

**Açar sözlər:** piroliz, fenantren, xlorometilfenantren, pikrin turşusu, klatrat, addım, fotokondensasiya

UDK 621.891: 622.67

## SÜRTÜNMƏ PROSESİNDƏ KONTAKT SƏTHLƏRİNDƏ FORMALAŞAN MİKROQATLARIN ANALİZİ

F.F. Yusubov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Email: [fikratyusub@gmail.com](mailto:fikratyusub@gmail.com)

**Açar sözlər:** friksion materiallar, oksidləşmə, mikroqatlar, istilik rejimləri, mikroqatlar, sürtünmə, yeyilmə, termiki analizlər

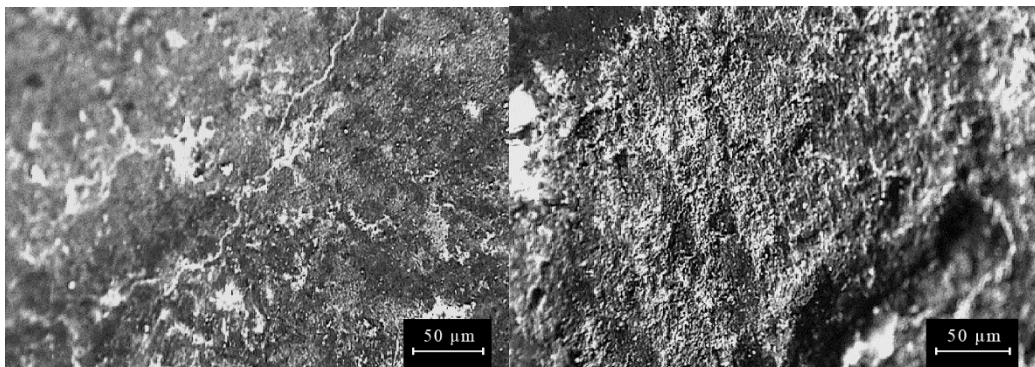
Friksion materiallardan hazırlanmış məmulatlardan sənayenin mühüm sahələrini əhatə edən müxtəlif texniki avadanlıqlarda geniş istifadə olunur. Lakin yüksək təzyiqlə, sürüşmə sürəti və kəskin temperatur artımı bu materialların yeyilmə və dağılmasına gətirib çıxarır. Yüksək temperatur materialların mexaniki xassələrinin kəskin sürətdə dəyişməsinə, səth təbəqələrində struktur çevrilmələrinin baş verməsinə, oksid və digər kimyəvi birləşmə örtüklərinin əmələ gəlməsinə, diffuziya proseslərinə və s. səbəb olur. Nəticədə materialların qarşılıqlı təsir xarakteri, friksion xassələri dəyişirlər [1]. Tribotexniki materiallar yüksək sürtünmə əmsalını təmin edə bilməklə yanaşı, həm də yüksək yeyilmə müqavimətinə malik olmalıdırlar ki, bu parametrlərin stabilliyi təmas materiallarının səthində baş verən proseslərdən çox asılıdır. Bu məqalədə sənayedə tətbiq edilən friksion materialların işçi səthlərində yüksək temperaturlarda baş verən dəyişiklər termoqravimetriya metodu, element tərkibi analizləri və yeyilmə səthlərinin optik mikroskopla müşahidə edilməsi ilə yolu ilə

öyrənilməsiylə bərabər ədəbiyyatlarda olan məlumatlardan da istifadə edilmişdir.

Məlumdur ki, təmas materiallarının səthlərində baş verən yeyilmə və müxtəlif fiziki-kimyəvi proseslərin xarakteri həmin materiallarının səth hamarlığı ilə əlaqəli olan bir prosesdir [2]. Kontaktda olan cisimlərin nahamarlığı yalnız materialın mexaniki emalının xarakteri ilə deyil sürtünmə və yeyilmə prosesin özü ilə də çox əlaqəlidir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, temperatur yüksəldikcə tunc əsaslı (MK-3, MK-5) və dəmir əsaslı (ΦMK-8, ΦMK-11 və s.) bişirilmiş materialların sürtünmə əmsalı və yeyilmə tempi azalır [3].

Asbofriksion materiallarda isə həmin parametrlərin dəyişmə xarakteri başqadır. Belə ki, bu materialların sürtünmə əmsalı temperaturun müəyyən həddinədək artaraq, sonra azalır, yeyilmə intensivliyi isə artım tempini saxlayır [4]. Bütün əyləc qurğuları üçün əyləmə tsiklinin sonunda sürtünmə əmsalının maksimum qiymətinə tələb qoyulur.



a) b)  
Şəkil 1. Kontakt səthlərində mikroqatların qeyri-bərabər inkişafı

Əyləc kündəsi materiallarının temperaturdan asılı olaraq çəki itkisinin öyrənilməsi üçün termoqravimetrik analiz qurğusu (TGA, Q50)-dən istifadə edilmişdir. Bu metod həm də müxtəlif temperaturlarda səthdə yaranan çatların

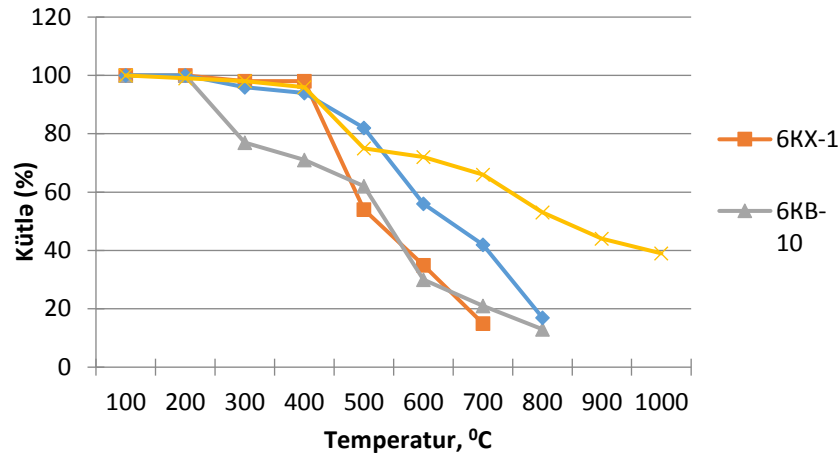
xarakterini araşdırmağa da kömək etmişdir. Nümunələr (34m<sup>2</sup> çəkiddə) platin materialdan hazırlanmış nümunə qabına yerləşdirilmiş və hər ölçmə zamanı sıfırlanmışdır. Sınaqlar zamanı inert qaz olaraq təmiz azotdan (60ml/dəq) istifadə



olunmuşdur. Nümunələr 30 dəqiqə müddətində  $10^{\circ}\text{C}$  tezliklə,  $1000^{\circ}\text{C}$ -dək qızdırılmışdır. Nəticələr göstərmişdir ki, sınaq materialları içərisində  $1000^{\circ}\text{C}$ -ə dək davam gətirə bilən material yalnız retinaks olmuşdur. Retinaksın destruksiyası  $400^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq tədricən artımla müşahidə olunmuş, ümumilikdə çəki itkisi təqribən 40% təşkil etmişdir. Digər materiallarda bəzilərinə dağılma prosesi gec başlasa da, sonda çəki itkisi yüksək olmuşdur (Şək. 2).

Yüksək temperaturlarda friksion materialların müxtəlif komponentləri sürütülmə əmsalının dəyişməsinə müxtəlif təsirlər göstərir.

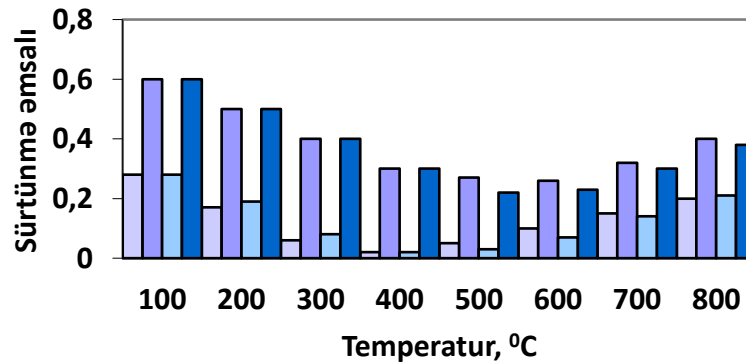
Müxtəlif asbofriksion materialların tədqiqi göstərmişdir ki, materialların hər biri üçün müəyyən kritik temperatur nöqtəsi vardır ki, bu temperaturdan sonra sürütülmə əmsalı qiymətləri kəskin aşağı düşür. Bu isə materialların istiliyədavamlılığı ilə əlaqələndirilir [5].



Şəkil 2. Asbofriksion materialların temperaturdan asılı olaraq çəki itkisinin dəyişməsi

Daha yüksək sürütülmə əmsalı qiymətləri dərmir və baritin hesabına yarandığı tədqiqat işlərində öz təsdiqini tapmışdır [6]. Asbestin çox da yüksək olmayan istilikkeçiriciliyə malik olmasına baxmayaraq, baritin tərkibdə olması istiliyin aşağı səth qatlarına keçməsinə təsir edərək sürütülmə əmsalının aşağı düşməsinin qarşısını alır. Hesablamalarda retinaksın poladla sürütülmə əmsalı 0,3, buraxıla bilən təmas təzyiqi isə 1,2MPa qəbul edilir. Retinaks materialının sürütülmə

əmsalı 40XH markalı poladla temperaturdan asılı olaraq aşağı temperaturlarda 0,27-0,605-dən başlayaraq yuxarı temperaturlarda 0,2-0,387 arası dəyişir. C415 markalı çuqunla isə 0,29-0,606-dən 0,222-0,373 qədər dəyiş bilər (Şək. 3). Aşağı temperaturlardan başlayaraq, xüsusilə də əyləmə tsiklinin başlanğıc mərhələlərində sürütülmə əmsalının qeyri-stabil dəyişməsinə friksion qatın formalaşmasıyla əlaqələndirmək olar.



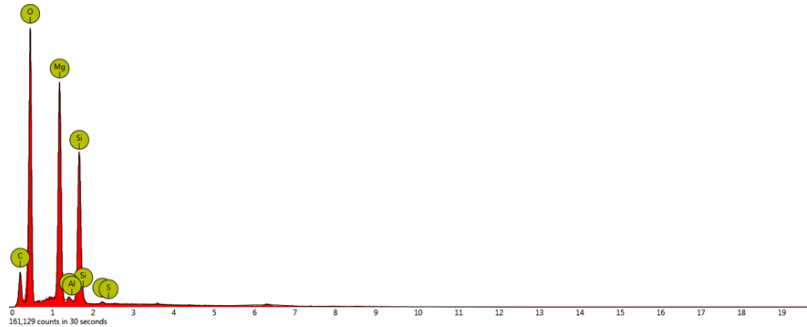
Şəkil 3. B markalı retinaks materialının 40XH poladı və C415 çuqunu ilə sürütülmə əmsalının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi (Açıq rənglər aşağı həddləri, tünd rənglər isə yuxarı həddləri göstərir)



Friksion qatın formalaşması müxtəlif mühit şəraitlərindən və materialın əyləmə fəaliyyətindən asılı olaraq dəyişir. İki mərhələdə formalaşirlar:

1. Əyləmənin başlanğıcında
2. Təzyiqin və səth temperaturunun artması ilə formalaşan yeni qat

Çatların əmələ gəlməsi sürtünmə səthində yeyinti hissəciklərini artırmaqla yeyilməni daha da intensivləşdirir, çünki çatların iti ucları kəsici təsir göstərir. Hələ sürtünmənin başlanğıc dövrlərində kontakt səthlərinin həndəsəsi dəyişsə də, yeyilmə hissəcikləri yalnız müəyyən sayda tsikldən sonra materialdan ayrılır. Bu kontaktda olan materialların tsiklik struktur dəyişikliklərini, sürüşmə sürtünməsi istiqamətində eninə dartılma gərginlikləri zonasında mikroqatların əmələ gəlməsini izah etməyə imkan verir. Formalaşmış mikroqatlar plastik olduğundan təkrar yükləmədə yorulmaya məruz qalaraq yeyilmə ilə nəticələnir və bu səbəbdən də yorulma davamlığı səthdə ilk çatın görünmə kriteriyası ilə müəyyənləşdirilir. Şəkil 1-dəki təsvirdən görüldüyü kimi sürüşmə sürtünmə istiqamətinə uyğun olaraq çatlar məhz həmin oxboyu ərazini əhatə etmişdir. Lakin Amscope optik mikroskopunda apardığımız müşahidələr dağılma prosesinin sürtünmə istiqamətinə uyğun olmayan istiqamətlərdə də inkişaf etdiyini göstərmişdir (Şəkil 1). Verilmiş



Şəkil 4. Asbest tərkibli əyləmə kündəsi materialının sürtünmədən sonra səthininin element tərkibi analizi

Yüksək sürət və temperatur altında əyləmədə sürtünmə səthləri havadakı oksigenə asanlıqla reaksiya verərək oksidləşmə qatı yaradırlar. Bu qat kövrək olur və sürtünmə qüvvəsinin təsiri ilə asanlıqla çatlar əmələ gətirir. Lakin ən mühümü oksidləşmə qatı friksion materialın səthini kontrcisim materialının təmasından qorumaqla, sürtünmə əmsalını azaltması və yeyilməni müqavimətini artırmasıdır.

təsvirdən iki müxtəlif a və b əyləmə kündəsi materiallarında sürtünmə istiqamətinə əks olaraq çatların olduğunu görürük. Böyük ehtimalla, bu ziddiyət dartılma gərginliyinin qeyri-bərabər paylanması və həm də struktur qeyri-həmcinsliyi ilə bağlıdır.

Friksion istilik materialın oksidləşməsinə, termiki möhkəmliyinə və plastikliyinə təsir göstərir. Bu isə səth strukturunun dəyişməsinə (sürtünmə səthində atom və ya molekulların diffuziya və adsorbsiyası) və faza strukturu çevrilmələrinə səbəb olur. Dəyişmələr nəticəsində səthlər arasında qarışıqlıq təsirin dəyişməsi quru sürtünmə fəaliyyətinə də öz təsirini göstərir. Şəkil 1-də müşahidə olunan müşahidə olunan xırdalanma sahələri isə sürtünmə istiliyi təsirdən termiki oksidləşmə nəticəsində ortaya çıxmışdı. Element tərkibi analizi (Phenom XL, XRD vasitəsilə) nümunənin səthində C, O, Si kimi elementlərin çoxluq təşkil etməsini göstərmişdi (Şəkil 4). C, O elementi nümunələrinin hamısında çox olmasının səbəbini barit, fenolmaraldehidin çox olmasıyla izah olunmalıdır. Termiki oksidləşmə ilə əlaqədar olaraq bəzən nümunələrdə karbonla ilə zəngin sahəli strukturların da mövcud olduğu müəyyən edilmişdir. Bu struktur oksidləşmə prosesi nəticəsində yeni kövrək layın formalaşmasından sonra müşahidə edilmişdir.

Qazma avadanlıqlarının əyləc sistemlərində kontrcisim olaraq adətən yeyilməyə davamlı 60Q, 35XNL və 35XML polad markalarından hazırlanmış materiallardan istifadə olunur. Təcrübələr göstərmişdir ki, 6KX-15 asbokuçukdan olan əyləc kündələri göstərilən materiallarla friksion uzlaşırlar. Lakin bu uzlaşma çox da böyük olmayan (0,8 Mpa-a qədər) təmas təzyiqində və qızma temperaturunda (400°C-yə dək) baş verir və müasir bucurqadların lentli əyləclərinə qoyulan tələbləri ödəyə bilmir. Retinaks müqayisədə yüksək friksion xassələrə malik olduğundan əyləmə momentini artırmağa və ona görə də əyləməni 30-40 m/san sürüşmə sürətlərində, qasnağın sürtünmə səthindəki temperaturun 1000°C-dək və daha yüksək qiymətlərində aparmağa imkan verir. Bu şəraitdə ənənəvi polad markalarından hazırlanmış əyləc qasnaqları termiki yorğunluqdan dağılırlar. Əyləmə prosesində hərəkət edən boru kəmərinin və bucurqadın fırlanan kütlələrinin enerjisi istilik enerjisinə çevrilir. Həddən artıq qızmada əyləcin normal iş rejimi pozulur və bununla da materialların uzunömürlüyü azalır. Qasnağın en kəsiyində temperaturun temperaturun qeyri-müntəzəm paylanması nəticəsində termiki gərginlik yaranır.

İşçi səthin formalaşması kontakt materiallarının iş dövründə istilik rejimindən çox

asıldır [7]. İşçi səthinin qızması işləmə qabiliyyəti olan səth qatının formalaşmasına imkan yaradır, bu isə az yeyilməni təmin edir. Retinaks materialının sürtünmə əmsalı 180°C-də kəskin düşür, lakin 200-350°C arası stabilləşməyə başlayır. Yüksək temperaturlarda uzunmüddətli qızma zamanı isə yeyilməyə davamlılığın azalmasında sürtünmə əmsalı artmağa başlayır (Şək. 3). 500°C-ə yaxın və yuxarı hədlərdə sürtünmə əmsalı yendə də stabilliyini qoruyur olur (0,27-0,3 arası dəyişir). Materialın yeyilmə intensivliyi isə 70 mq/kqm 10<sup>-3</sup>-ü keçmir. Baritin material tərkibində olması (40%) səth qatının mikrobərkliyinin artmasına kömək edir ki, bu da 600-700°C temperaturlarda mexaniki xassələrin saxlanılmasında vasitəçi olur. Buna görə də friksion materiallarda müxtəlif sürətlərdə, təzyiqlərdə yüksək və stabil sürtünmə əmsalının təmin edilə bilməsi çün aralıq qat xüsusi heterogen struktura malik olmalıdır ki, üst qatı zədələndikdə çatışmazlıqları ödəyə bilsin.

Kontakt təbəqələrində bir çox dəyişiklər baş verdiyindən yeyilmənin növləri də müxtəlif formalı olur. Səth təbəqəsinin dağılma mexanizmi müxtəlif olduğu üçün hər hansı bir hissənin yeyilmə intensivliyi də yeyilmənin növündən asılı olacaqdır.

### Nəticələr

Friksion materialların kontakt səthlərinin öyrənilməsi bu tip materiallarda əsasən 3 növ mikroqatların formalaşma bilmə ehtimalını göstərdi:

1. Əyləmə tsiklinin başlanğıcında və digər mərhələlərdə təzyiqin atmasıyla yaranan friksion qat
2. Yüksək sürət və temperatur təsiri altında yaranan oksidləşmə qatı
3. Termiki deqredasiya nəticəsində yaranan qaz "yastığı" qatı

Analizlər həmçinin bu nəticələri müəyyən etməyə kömək etdi: Friksion qatın əksər halda sürtünmə əmsalının artırmasına təsir göstərməsini; oksidləşmə qatının sürtünməni azaldaraq, yeyilməyə davamlılığı artırmasını. Bundan əlavə qaz "yastığı" qatının da sürtünmə əmsalını aşağı salması faktları qeydə alınmışdır, lakin yeyilməyə qarşı hər hansı bir təsiri müəyyən edilməmişdir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Мясичев Д.Г., Повышение Эффективности Тормозных Фрикционных Механизмов Транспортно-Технологических Машин, Архангельск, САФУ, -2016, 144 С.
2. Valentin L. Popov, Contact mechanics and friction, Springer, -2017, P.391
3. Чичинадзе А.В., Трение, износ и смазк (трибология и триботехника), М.: Машиностроение, -2003, 664 С.
4. Ачеркан Н.С., (ред.) Детали машин.Расчет и конструирование. 1 том, Справочник. 3-е изд,М.: Машиностроение, -1969, 440 С.
5. Banu Sugözü, Behcet Dağhan, Effect of BaSO<sub>4</sub>on Tribological Properties of Brake Friction Materials, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 5, Special Issue 12, -2016, P.30-34
6. A. C. Drumeanu, r. G. Ripeanu, Metallic element design of tribo-thermal stressed dry friction couples, Journal Of The Balkan Tribological Association, vol. 16, № 3, -2010, P.362–372

7. Denkena, B., Rienäcker, A., Knoll, G., Bach, F.-W., Maier, H.J., Reithmeier, E., Dinkelacker, F. (Eds.). *Microstructuring of Thermo-Mechanically Highly Stressed Surfaces*, Springer, -2015, P.175

**АНАЛИЗ МИКРОСЛОЕВ ОБРАЗОВАННЫХ ПРИ ТРЕНИИ НА КОНТАКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**Ф. Ф. Юсубов**

Данная статья посвящена изучению рабочих поверхностей фрикционных материалов используемых в промышленности. Изменение материала при высоких температурах были исследованы с помощью термогравиметрического метода, анализа элементного состава и наблюдения за процессом износа поверхностей с помощью оптического микроскопа. Исследование помогло определить характеристику микрослоев, сформированных при трении и их влияние на процесс дальнейшего трения и износ.

**ANALYSIS OF MICROLAYERS FORMED DURING FRICTION ON CONTACT SURFACE**

**F.F. Yusubov**

This article is devoted to the study of working surfaces of friction materials used in industry. Change in materials at high temperatures were investigated using a thermogravimetric method, elemental analysis and observing wear surface from an optical microscope. The study helped to determine the characteristic of microlayers formed by friction and their effect on friction and wear properties.

UOT: 661.632.2

## YERLİ XAMMALLARDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ KOMPLEKS GÜBRƏLƏRİN ALINMASININ TƏDQIQI

Magistrant H.V.Hacıadə

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

**Açar sözlər:** kompleks gübrə, karbamid, ammosfos, nitroammofoska, filiz, maye kompleks gübrələr.

Hal-hazırda sənaye miqyasında azot (ammonium şorası, karbamid, ammonium sulfat, natrium və kalium şorası), fosfor (sadə və ikiqat superfosfatlar), kalium (kalium xlorid və sulfat), həmçinin kompleks və mürəkkəb-qarışıq gübrələr (ammofos, nitroammofos, nitroammofoska, ammonium fosfatlar) istehsal edilir.

Kompleks gübrələrin tərkibində iki və ya üç əsas qida elementi (azot, fosfor, kalium), bəzən isə mikroelementlər (maqnezium, kalsium, kükürd) olur. Onlar bərk (mürəkkəb, mürəkkəb-qarışıq) və ya maye (MKG) məhsullar formasında buraxılır. Onların istehsal texnologiyası və əsas prosesləri ümumi cəhətlərinə görə oxşardır.

Dənəvərləşdirilmiş kompleks gübrələr azot tərkibli horranın pulpanın və təbii fosfatların turşu ilə emalı ilə, ya da ayrıca xətlərdə alınmış turşuların ammonyaklaşması (ammofos, ammosfoska) ilə alınır. Neytrallaşdırılmış horralar lazım gəldikdə kalium komponentləri ilə qarışdırılır. Filizdən fosforun ayrılması, sonrakı emal üsulları prinsipial fərqlənən bir neçə texnoloji sxemlər üzrə həyata keçirilir.

Kompleks gübrələrdən mürəkkəb gübrələr nisbətən daha geniş yayılmışdır. Bunlara tərkibində bir neçə qida elementləri: iki (N+K, N+P, P+K) və ya üç (N+K+P) qida elementləri daxil olan duzlardır.

Kənd təsərrüfatında 10-dan çox markalı təkmilləşdirilmiş kompleks gübrələrdən istifadə olunur. Bütün kompleks gübrələr yüksək qatılıqlı gübrələr hesab edilir və sadə gübrələrə nisbətən onların istifadəsi daha effektivdir. Mürəkkəb kompleks gübrələrin istehsalı və tələbatının intensiv genişlənməsi bununla əlaqədardır.

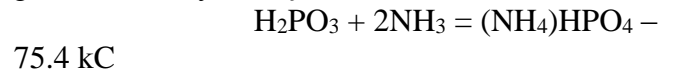
Kompleks gübrələr içərisində universal gübrə hesab edilən ammosfos aparıcı yeri tutur ki, bu da həm torpağa verilmə üçün, həm də qarışıq tip mineral gübrələrin hazırlanması üçün istifadə olunur.

Ammofos nisbətən yüksək miqdarda alman mürəkkəb gübrələrin siyahısına aiddir.

Ammofos istehsalının əsasında fosfor turşusunun qazvari ammonyak ilə heterogen ekzotermik neytrallaşma prosesi durur:



Proses ammonyakın artıq miqdarı ilə aparılır, ona görə də sistemdə monoammoniumfosfatın əmələ gəlməsi reaksiyası ilə yanaşı qismən diammoniumfosfatın əmələ gəlməsi reaksiyası baş verir:



bunun nəticəsində hazır məhsulun tərkibində 10%-ə qədər diammoniumfosfat olur.

Ammofos tərkibində əsas maddə kimi alınma prosesində əmələ gələn monoammoniumfosfat  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  və diammoniumfosfat  $(\text{NH}_2)_2\text{HPO}_4$  qarışığı (10%-ə qədər) olan ikiqat (N+P) mürəkkəb kompleks gübrədir. Mono- və diammoniumfosfatlar bərk krisallik maddədir, az hiqroskopikdir, suda həll olandır. Ammonium fosfatlardan monoammoniumfosfat termiki nisbətən davamlıdır və 100- 110°C-yə qədər qızdırılma zamanı praktiki olaraq parçalanmır. Diammoniumfosfat və xüsusilə, triammoniumfosfat qızdırılma zamanı ammonyakın ayrılması ilə dissosiasiya edir, məsələn:



Neytrallaşma prosesinin rejimi elə seçilir ki, kifayət qədər mütəhərrik və boru kəmərləri ilə ötürülmə qabiliyyətinə malik ammosfos horrası alınsın. Pulpanın özlülüyü ilkin turşunun qatılığından, ammonium fosfatların həllolma qabiliyyətindən və temperaturdan asılıdır.

Kompleks gübrələrə dənəvər şəklində, həmçinin maye kompleks gübrə şəklində buraxılan mürəkkəb, mürəkkəb-qarışıq gübrələr aiddir. Geniş tətbiq tapmış mürəkkəb gübrələrin istehsalının əsas üsulları aşağıda şərh edilmişdir.

Bütün mürəkkəb mineral gübrələr istehsal üsullarına görə üç qrupa ayrıla bilər:

- fosfor turşusunun emalı ilə alınmış gübrələr (ammofos, diammosfos);
- fosfor və azot turşusu qarışığının emalı ilə alınmış gübrələr (nitroammofos, nitroammofoska);

- təbii fosfatların azot turşusu ilə parçalanmasından alınan gübrələr (nitrofos, nitroammofoska).

Maye kompleks gübrələr (MKG) qaynar və soyuq qarışdırma üsulları ilə alınır.

*Qaynar qarışdırma* üsulu fosfor və ya polifosfor turşusunun ammonyakla neytrallaşmasına əsaslanır. Bu zaman tərkibində ammonium orto- və ya polifosfatlar olan məhlullar alınır. Termiki fosfor turşusunun istifadəsi zamanı 8-24-0 tərkibli, 7-21-0 ekstraksiya tərkibli, 10-34-0 və 11-37-0 tərkibli ekstraksiya və termiki polifosfor turşusu alınır.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-in ən azı 55% konversiya dərəcəsi ilə ekstraksiya polifosfor turşusu əsasında 10-34-0 tərkibli MKG istehsalı (TY 6-08-414-78) nisbətən daha geniş tətbiq tapmışdır. Polifosfor turşusu əsasında aşağı kristallaşma temperaturu 18-20 °C və aşağı özlülüklü (20°C-də 50 MPa san) MKG məhlulları almaq olar.

Belə məhlullar əsasında *soyuq qarışdırma* üsulu ilə qida elementlərinin tələb olunan nisbəti ilə üçlü tarazlaşdırılmış MKG alınır. Bunun üçün məhlula azot- və kaliumtərkibli komponentlər əlavə edilir: karbamid, ammonium nitrat, kalium xlorid və s.

Ammofos istehsalını istifadə olunan fosfor turşusunun qatılığı və aparatın konstruksiyası ilə fərqlənən müxtəlif texnoloji sxemlər üzrə qurmaq olar:

Duru ekstraksiya turşusu əsasında:

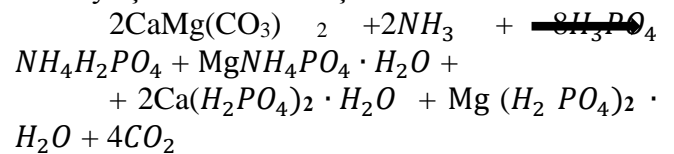
- quruducuda horranın qurudulması ilə;
- vakuum-buxarlandırıcı aparatlarda horranın buxarlandırılması və BDQ aparatında qurutma ilə;
- horranın qurudulması və qaynar laylı quruducu- dənəvərləşdiricilərdə onun dənəvərləşdirilməsi ilə.
- Qatı fosfor turşusu əsasında:
- məhsulun ammonyaklaşdırıcı-dənəvərləşdiricidə AD dənəvərləşdirilməsi və qurudulması ilə;
- horranın təzyiqlik altında öz-özünə buxarlanması və barabanlı dənəvərləşdirici-quruducu-soyuducuda BDQS qurudulması ilə.

;

Ammofos istehsalının texnoloji sxemi horranın buxarlandırılması, məhsulun dənəvərləşdirilməsi və qurudulması əməliyyatlarını bir aparatda birləşdirməyə imkan verir ki, bu da aşağı istilik və elektrik enerjisi xərclərində prosesin bütün mərhələlərinin yüksək intensivliyini təmin edir.

Qarışıq kompleks gübrələr hazır dənəvərləşdirilmiş və tozşəkili gübrələrin mexaniki qarışdırılması yolu ilə alınır. Bu isə qida elementlərinin praktiki olaraq istənilən nisbətində geniş çeşiddə kompleks gübrələr almağa imkan verir.

Aparadığımız tədqiqatlarda təbii dolomit mineralından da istifadə edilmişdir. Yaşadığımız ölkənin bəzi rayonlarında dolomit ehtiyatlarının çox olması buna əsas səbəblərdən biridir. Həmçinin dolomit mineralında Ca və Mg duzlarının eyni zamanda iştirak etməsi dolomitin gübrə sənayesində tətbiqinə geniş imkanlar açmasına gətirib çıxarır. Aparadığımız tədqiqatlarda tərkibində Mg olan birləşmələrdən istifadə edilmişdir və bu gübrənin əlavə qida elementi ilə zənginləşdirilməsinə (MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O) nail olunmuşdur. Aşağıda bu reaksiya şəklində verilmişdir.



Mürəkkəb-qarışıq gübrələr hazır birtərəfli gübrələrin və yarımməhsulların qarışdırılması, həmçinin sulfat və fosfor turşusu ilə eyni zamanda qarışığın qazşəkili ammonyak və ya ammiakatlarla ammonyaklaşdırılması nəticəsində alınır. Bu zaman kimyəvi reaksiyalar baş verir ki, bunlar da gübrənin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına, daha eynicinsli və möhkəm məhsul dənələrinin alınmasına səbəb olur. Gübrənin hiqroskopik xüsusiyyətləri tədqiq edilərək fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilmişdir, göstərilmişdir ki, gübrədə maqneziumun maksimum 3% miqdarında olması onun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə mənfi təsir göstərmir.

Cədvəl 1

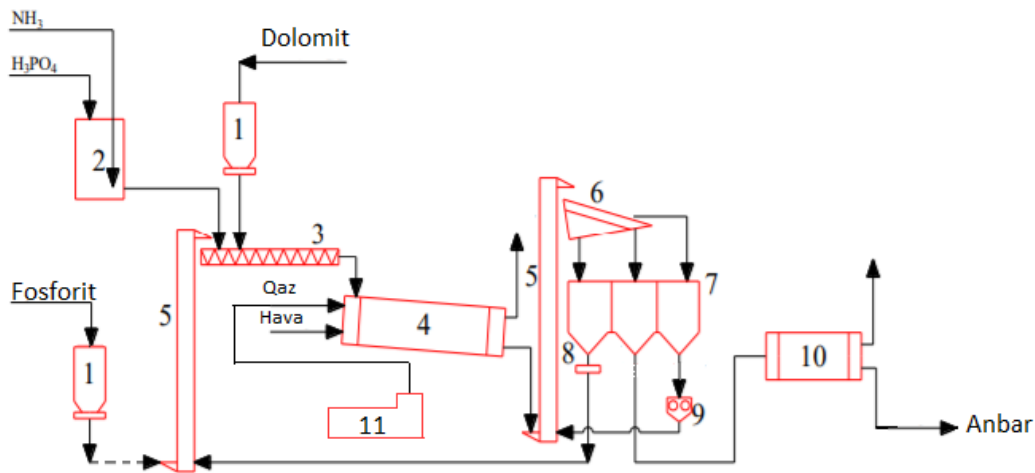
Mürəkkəb - qarışıq gübrənin tərkibi

N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O nisbəti	Tərkib, %			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	n+p <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +k <sub>2</sub> O
1:1:1	10-11	10-11	10-11	30-33
0:1:1	-	13-14	13-14	25-28
1:1,5:1	7-8	11-12	7-8	25-28

Mürəkkəb gübrələrdə olduğu kimi, mürəkkəb-qarışıq gübrələri torpağa verilənə qədər uzun müddət saxlamaq olar ki, bu da onları sənaye miqyasında istehsal etməyə imkan verir. Aparığımız tədqiqatlar nəticəsində sadə superfosfat, ammonium şorası və kalium xlorid və ya sadə superfosfat və kalium xloridin aşağıdakı nisbətləri əsasında mürəkkəb-qarışıq dənəvərləşdirilmiş gübrələr alınmışdır

İlkin olaraq ammoniyakla  $H_3PO_4$  neytrallaşdırıcıya (2) verilir. Burada fosfat turşusunun ammoniyakla neytrallaşma prosesi gedir və burada ammoniumlu horra əmələ gəlir. Əmələ gələn ammoniumlu horra şnikli dənəvərləşdiriciyə (3) verilir. Buraya eyni zamanda narın üyüdülmüş dolomit tozu əlavə

olunur və maqneziumla zənginləşdirilmiş ammosfos əmələ gəlir. Əmələ gələn mürəkkəb gübrə dənəvər şəklində olur və buradan quruducu barabana (4) daxil olur. Quruducu barabanda odluqdan (11) gələn tüstü qazları hesabına qurudulur, buna həmçinin yanğı qazları da deyilir. Qurudulmuş dənələr elevatorun (5) köməyi ilə ələklərə (6) göndərilir və burada 3 fraksiyaya ayrılır. 1-ci fraksiya məhsul fraksiya adlanır və buradan keçən dənələr soyuducu barabanda soyudularaq anbara göndərilir. 2-ci fraksiyada normadan böyük yəni 4mm-dən böyük dənələr xırdalayıcıya keçərək burada xırdalanır və yenidən elevator vasitəsilə ələklərə daxil olur. 1mm-dən kiçik fraksiya isə retur adlanır və bu yenidən şnikli dənəvərləşdiriciyə verilir.



Şəkil 1 Təbii yerli xammal əsasında kompleks gübrə istehsalının texnoloji sxemi

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1,7-Bunker                | 6-Ələk              |
| 2-Neytralizator           | 8-Dozator           |
| 3-Şnikli dənəvərləşdirici | 9-Xırdalayıcı       |
| 4-Quruducu baraban        | 10-Soyuducu baraban |
| 5-Elevator                | 11-Odluq            |

## NƏTİCƏLƏR

Tədqiqatlarda təbii və həmçinin yerli xammalımız olan dolomitdən istifadə olunmuşdur. Təbii yerli xammaldan istifadə edilmişdir. Aldığımız mürəkkəb kompleks gübrənin alınmasının yeni texnoloji üsulu işlənərək hazırlanmışdır. Bundan əlavə Mg elementi ilə zənginləşdirilmiş və həmçinin tərkibində azot və fosfor olan mürəkkəb kompleks gübrənin alınmasına nail olunmuşdur. ( $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ ). Aldığımız Mg tərkibli mürəkkəb kompleks gübrənin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə bu gübrənin hiqroskopik xüsusiyyətləri də öyrənilmişdir və buna əsasən deyə bilərik ki, gübrədə Mg elementi 3%-ə qədər olan miqdarda olması mürəkkəb gübrənin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinə heçbir mənfi təsiri yoxdur. Aldığımız mürəkkəb gübrə ekoloji mühitə mənfi təsir göstərmir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Шевелева, О.Г. Разработка технологии получения азотно-калийного сульфатного удобрения из некондиционного хлорида калия и серной кислоты: дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук / О.Г. Шевелёва; КНИТУ - Казань, 2016. - 150 с.

2. Сафина, А.Р. Эффективность предпосевной обработки семян и внесения азотных удобрений при выращивании сеянцев ели европейской и сосны обыкновенной в условиях Предкамья Республики Татарстан: дис. на соиск. учён. степ. канд. с-х. наук / А.Р. Сафина; КГСХА - Казань, -2012. - 150 с.
3. Пат. РФ 2506235 Способ получения доломитового вяжущего / Черных Т.Н., Носов А.В., Гамалий Е.А., Крамар Л.Я., Орлов А.А., Зимич В.В., Трофимов Б.Я - № 2012134868/03; заявл. 14.08.2012; опубл. 10.02.2014, Бюл. № 2 – 12с.
4. Пат. РФ 2489413 Способ получения фосфорно-магниевого удобрения / Трушников В.Е., Алексеев А.И - № 2012109123/13; заявл. 11.03.2012; опубл. 10.08.2013, Бюл. № 4 – 9с.
5. Пат. РФ 2378233 Способ получения известкового удобрения / Неваленова Т.В., Сафарова В.И., Галинуров И.Р., Карева Е.С - № 2008109635/15; заявл. 26.02.2008; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 14 – 9с.
6. Пат. РФ №2478087. Известьесодержащее азотно-серное удобрение и способ его получения / Брукбауэр К, Йегер Э. - № 2003692095/15; заявл. 07.18.2008; опубл. 27.03.2013, Бюл. № 8 – 12с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

**Магистр Гаджизаде Г.В.**

**Азербайджанский Государственный Нефтяной и Промышленный Университет**

В настоящее время в промышленном масштабе производятся азотные (аммиачная селитра, карбамид, сульфат аммония, натриевая и кальциевая селитры), фосфорные (простой и двойной суперфосфаты), калийные (хлорид и сульфат калия), а также комплексные и сложно-смешанные удобрения (нитроаммофос, нитроаммофоска, фосфаты аммония) минеральные удобрения. Комплексные (многосторонние) удобрения содержат два или три основных питательных компонента (азот, фосфор, калии), а иногда и другие (магнии, кальции, серу, микроэлементы). Их выпускают в форме твердых (сложные, сложно-смешанные) или жидких (ЖКУ) продуктов. Технологии их производства и основные процессы в общих чертах сходны.

**THE RESEARCH OF COMPLEX FERTILIZERS' PREPARATION USING LOCAL RAW  
MATERIALS**

**H .V. Hajizadeh**

**Azerbaijan State Oil and Industrial University**

Currently, nitrogen (ammonium nitrate, urea, ammonium sulfate, sodium and calcium nitrate), phosphate (simple and double superphosphates), potash (chloride and potassium sulfate), and complex and complex-mixed fertilizers (nitroammophos, nitroammophoska, ammonium phosphates) mineral fertilizers. Complex (multilateral) fertilizers contain two or three main nutrient components (nitrogen, phosphorus, potassium), and sometimes others (magnesium, calcium, sulfur, trace elements). They are produced in the form of solid (complex, complex-mixed) or liquid (LCU) products. Their production technologies and basic processes are in general similar.

УДК: 66.074.3

**АДСОРБЦИОННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ СИНТЕТИЧЕСКИМИ ЦЕОЛИТАМИ**

**А.С. Байрамова**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти Промышленности**

E-mail: aygun.b74@mail.ru

**Ключевые слова:** газовая смесь, адсорбент, синтетический цеолит, три-амины, неподвижный слой

Как известно, метод адсорбционной очистки газовых смесей от  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ , путем контактирования с цеолитами NaX, NaA и CaA с последующей регенерацией цеолита продувкой очищенным газом проводят при температуре  $315^\circ\text{C}$  [1].

Отрицательной чертой этого метода является снижение активности цеолитов в процессе сорбции, особенно при очистке газов содержащих одновременно  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{NO}_2$ , т.е. неправильно выбирают высоту слоя, в результате чего полностью не используется динамическая емкость цеолита.

Известен способ осушки и выделения газовых смесей от различных соединений серы,  $\text{CO}_2$ . (патент РФ 2213085) путем последовательного контактирования с силикагелем и цеолитом типа NaX при массовом соотношении адсорбентов 10:1.

Отрицательная черта метода является двухэтапность стадии адсорбции, а также пригодность очистки только от присутствующих серосодержащих соединений [2].

Известен Европейский патент №003930, предлагающий способ удаления углекислого газа путем контактирования газовых смесей с помощью разных поглотителей типа X или LSX или их смесей под давлением в зоне адсорбции от 1 до 10 бар.

К недостатку способа относятся затраты на приготовление агломерированного адсорбента, а также ограниченность очистки, относящейся к адсорбции только углекислого газа.

Известен также Европейский патент №009420 относящийся к разделению газовых смесей, содержащих диоксид углерода и смесь, включающую углеводороды и оксиды азота путем контактирования газового потока твердым поглотителем в агрегированной форме. При этом используют смесь цеолитов X

или LSX, а режим адсорбции осуществляют при переменном давлении (прототип).

К недостатку способа относятся трудности проведения процесса, т.к. адсорбент является многослойным, а так же ограниченность его использования в отношении различных загрязнений. Создание метода одновременной очистки газовых смесей, позволяющего осуществить очистку от  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_2$  является важной задачей.

Поставленная задача решена предлагаемым способом очистки газового потока путем контактирования газового потока, содержащего  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{NO}_2$  с адсорбентом NaX при перепаде давления в адсорбционном слое  $0,173 \div 0,203 \text{ кг/см}^2$  [3].

Новизной работы является проведение процесса адсорбции присутствующих газов при перепаде давления в адсорбционном слое  $0,173 \div 0,203 \text{ кг/см}^2$ .

Сущность рассматриваемого способа заключается в том, что при поддержании перепада давления в адсорбционном слое в предлагаемом пределе на цеолите NaX, позволяет полностью исчерпать адсорбционную емкость его при разделении очищаемого газа от вышеперечисленной примеси. Способ осуществляли следующим образом: на полупромышленной установке изучали адсорбционное разделение смеси  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_2$  проходящей через неподвижный слой цеолита NaX.

Также надо заметить, что известные из литературных и патентных источников способы очистки природных и промышленных газов не содержат данных, позволяющих проводить разделение смесей, одновременно содержащих  $\text{H}_2\text{S}/\text{CO}_2/\text{NO}_2$ .

Используемый синтетический цеолит NaX соответствует ТУ2163-002-21742510-2004. Химическая формула:  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Цеолит



NaX применяют в основном для осушки газовых смесей и природных газов, с размером пор не более 1,0 нм. Также поглощают и молекулы компонентов H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>, поры которых не превышают 0,37 нм. Насыпная плотность цеолита не более 0,75 г/см<sup>3</sup>. Потеря в этом случае составит не более 5%. Исходный состав газовой смеси: H<sub>2</sub>S - 60%, CO<sub>2</sub> - 30%, NO<sub>2</sub> - 10%.

Расчет адсорбционных установок процесса очистки газовых смесей сводится к определению их количества, необходимого для непрерывного осуществления поглощения нежелательных компонентов. В нашем случае этими компонентами являются H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. Обычно на установке при давлении 5-6 МПа и температуре 20 – 40<sup>0</sup>С очищается от различных газовых месторождений приблизительно 41000 тыс. м<sup>3</sup> природного газа в месяц. Из них в сутки 1366 тыс. м<sup>3</sup> природный газ очищается адсорбционным методом. Как известно, синтетические цеолиты являются эффективным средством для удаления компонентов H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. Особенно синтетические цеолиты марки NaX (пропитанные три-амином) селективно извлекают выше перечисленные компоненты одновременно.

Следует отметить, что в процессе адсорбционной очистки одновременно H<sub>2</sub>S и NO<sub>2</sub> в начальный период времени происходит полное удаление H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>. Потом CO<sub>2</sub> вытесняется из пор цеолита NaX с помощью H<sub>2</sub>S.

В результате на выходе неподвижного слоя адсорбента количество H<sub>2</sub>S возрастает. Также в это время H<sub>2</sub>S продолжает поглощаться до момента проскока. Увеличивая время стадии процесса адсорбции можно добиться желаемой степени извлечения диоксида углерода, если H<sub>2</sub>S при высоком содержании в составе газовых смесей необходимо проводить адсорбционный процесс в изотермических условиях. Надо отметить, что с экономической точки зрения преимущественно проводят сероочистку газовых смесей, если в газовой смеси CO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>S >2,6.

Расчет промышленных адсорберов и их число имеют важное практическое значение. Поэтому динамическая активность синтетического цеолита NaX и скорость

десорбции газа вычисляются из опытных данных. Также регенерация цеолита должна соответствовать опытным данным. Определим число адсорберов для адсорбционной очистки газовых смесей. Предварительно определим суточное количество газовой смеси, поступающей на адсорбционный аппарат.

Месячное количество газовой смеси поступающего из месторождений равно: 41000 тыс.м<sup>3</sup>.

$$41000/30=1366\text{тыс.м}^3$$

В качестве поглотителя используется синтетический цеолит NaX. Динамическая активность цеолита NaX a<sub>g</sub>=0,036 кг CO<sub>2</sub>/кг цеолита.

Вычислим общее количество (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>), подлежащие адсорбции: Эти компоненты содержатся 1,5 % по весу.

$$V= 1366 \text{ тыс.м}^3 \cdot 0,015= 20490 \text{ м}^3$$

$$m = \rho \cdot V= 0,80 \text{ кг/м}^3 \cdot 20490 \text{ м}^3 = 16392 \text{ кг.}$$

Количество нежелательных компонентов поглощаемых в течение 1 час (за одну операцию адсорбции) составит:

$$m_0 = m \cdot \tau_1/24=16392 \cdot 1/24=683 \text{ кг}$$

Количество синтетического цеолита, загружаемого в один промышленный адсорбер неподвижного слоя адсорбента:

$$F=m_0/a_g=683/0,036=18972 \text{ кг}$$

Число стадий адсорбции на всей адсорбционной установке за сутки:

$$a=m/m_0=16392/683=24$$

Основные режимы работы промышленных адсорберов состоят из следующих стадий:

адсорбция – τ<sub>а</sub>=1,0 час

десорбция – τ<sub>д</sub>=1,8 час

регенерация - τ<sub>р</sub>=1.0 час

τ = 3,8 час

Число стадий процесса адсорбции, которое может быть проведено в одном адсорбере в течение суток:

$$b = \frac{24}{\tau} = \frac{24}{3,8} = 6,31$$

Требуемое число адсорберов:

$$N = \frac{a}{b} = \frac{24}{6,3} = 3,8 \approx 4$$

На основе расчета получаем число адсорберов 4.

Нами проведена также оптимизация процесса адсорбции газовых смесей на основе ранее разработанной модели [4]. Расчетные и теоретические результаты хорошо согласуются.

Газовую смесь H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> пропускали через неподвижный слой цеолита NaX давление 1-6 МПа, при 20 ÷ 40<sup>0</sup>С подачей в верхнюю часть адсорбера. На неподвижном слое цеолита NaX происходит адсорбция H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. Процесс осуществляется в 4-х адсорбционных аппаратах. Первый адсорбер работает в режиме адсорбции, второй десорбции, третий регенерации и четвертый охлаждения.

Скорость природного газа определяется гидравлическим сопротивлением слоя адсорбента. Слой цеолита NaX постепенно насыщается нежелательными компонентами H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. После полного насыщения цеолита адсорбер переключают на регенерационный режим непосредственно в адсорбере и дальше соответственно.

Расход природного газа контролировали расходомером. Влагу газовых смесей на выходе из адсорбера измеряли прибором «Parametric -280». Концентрацию компонентов газовых смесей определяли прибором "Rubotherm". При различных значениях перепада давления слоя адсорбента определяли концентрации газовых смесей. Значение концентрации газов, в зависимости от условия процесса адсорбции, содержащихся в очищенном потоке на выходе из адсорбера, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения концентрации газов, содержащихся в очищенном потоке на выходе из адсорбера в зависимости от условия процесса адсорбции

Значение перепада давления в адсорбционном слое, кг/см <sup>2</sup>	Содержание компонентов газовых смесей после очистки, % об		
	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
0.153	0.059	0.041	0.087
0.163	0.054	0.033	0.08
0.173	0.047	0.018	0.07
0.183	0.042	0.012	0.062
<b>0.193</b>	<b>0.040</b>	<b>0.011</b>	<b>0.061</b>
0.203	0.041	0.010	0.067
0.214	0.042	0.014	0.074
0.224	0.043	0.020	0.086
0.234	0.047	0.026	0.092

### Выводы

Таким образом, предлагаемый метод разделения газовых смесей позволяет вести адсорбцию в отношении трехкомпонентной газовой смеси H<sub>2</sub>S/NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, исходный состав которой в %-ом объеме соответствует- H<sub>2</sub>S - 60%, CO<sub>2</sub> - 30%, NO<sub>2</sub> - 10%, с использованием в качестве цеолита NaX при поддержании перепада давления в адсорбционном слое 0,15÷0,25 кг/см<sup>2</sup>. Оптимальными условиями процесса адсорбции содержащихся газовых компонентов в смеси является проведение процесса при перепаде давления в адсорбционном слое 0,193 кг/см<sup>2</sup>, который обеспечивает после очистки содержание % об.: H<sub>2</sub>S - 0,030, CO<sub>2</sub> - 0,010, NO<sub>2</sub> - 0,011.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Юсубов Ф.В., Зейналов Р.И., Ибрагимов Ч.Ш. Математическое моделирование и исследование диффузионных параметров жидкофазной адсорбции в неподвижном слое. // Журнал прикладной химии. Санкт - Петербург, Россия. Т.67, вып.5, -1994, с.861-863.
2. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. Москва, -1984, -592с.
3. Yusubov F.V., Bayramova A.S. Qaz axınının təmizlənməsi üsulu. Patent. İlkin ekspertizanın müsbət nəticəsi № a 2016 0126, -2018.
4. Yusubov F.V., Bayramova A.S. Purification of natural gases from associated components. "European Science and Technology" // Materials of the XIII International research and practice conference, april, Munich, Germany,

-2016, pp.137-139.

**QAZ QARIŞIĞININ SİNTETİK SEOLİTLƏRLƏ ADSORBSİYA İLƏ AYRILMASI**  
**A.S.BAYRAMOVA**

H<sub>2</sub>S/NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> üçkomponentli qaz qarışığının adsorbsiyası aparılmışdır. Adsorbent kimi NaX seolitindən istifadə edilmişdir. Bu zaman adsorbent layında təzyiqlər fərqi 0,15÷0,25 kq/cm<sup>2</sup> həddində dəyişmişdir.

Qarışıqda olan qaz komponentlərinin adsorbsiya prosesinin optimal şəraiti adsorbsiya qatında təzyiqlər fərqinin sabit saxlanması zamanı aparılmışdır. Nəticədə qaz qarışığının tərkibi təmizləndikdən sonra: H<sub>2</sub>S - 0,030, CO<sub>2</sub> - 0,010, NO<sub>2</sub> - 0,011% alınmışdır.

**ADSORPTIVE SEPARATION OF GAS MIXTURES WITH SYNTHETIC ZEOLITES**  
**A.S.BAYRAMOVA**

Adsorption of a three-component gas mixture H<sub>2</sub>S/NO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> was carried out using NaX as a zeolite while maintaining a pressure drop in the adsorption layer of 0.15÷0.25 kg/cm<sup>2</sup>.

The optimal conditions for the adsorption process of the gas components contained in the mixture is to conduct a process at a pressure drop in the adsorption layer of 0.19 kg/cm<sup>2</sup>, which provides after cleaning the content of % vol.: H<sub>2</sub>S - 0,030, CO<sub>2</sub> - 0,010, NO<sub>2</sub> - 0,011.

УДК 541.183

## ОЧИСТКА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА

Ф.Г.Байрамов, Ч.Ш.Ибрагимов

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

[farxadbayram@mail.ru](mailto:farxadbayram@mail.ru)

*Аннотация:* В работе представлены результаты исследования очистки попутно-нефтяного газа от сероводорода. Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований очистки попутного нефтяного газа от сероводорода с помощью синтетического цеолита СаА и природного морденита. На основании проведенных исследований разработана системная модель процесса адсорбционной очистки попутного газа от сероводорода.

**Ключевые слова:** адсорбция, попутный газ, цеолит адсорбент, сероводород, математическая модель, десорбция, природный морденит, синтетический цеолит, СаА.

В отличие от природного газа попутный нефтяной газ содержит в своем составе кроме метана и этана большую долю пропанов и бутанов. Во многих попутных газах в зависимости от месторождения, содержится также не углеводородные компоненты: сероводород, меркоптаны, углекислый газ, азот, гелий и аргон.

По расчетам Министерства природных ресурсов Россия ежегодно теряет около 139,2 млрд. рублей (консолидированная стоимость жидких углеводородов, пропана, бутана и сухого газа, производимых при переработке попутного газа) [1-4].

При «технологических потерях» и сжигании ПНГ в атмосферу выбрасывается диоксид углерода и активная сажа.

В результате горения газа в факелах в России ежегодно образуется почти 100 млн. тонн выбросов CO<sub>2</sub>. Объем выбросов сажи при сжигании ПНГ оценивается приблизительно в 0.5 млн тонн в год.

Сжигание ПНГ сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды: вокруг факела радиус термического разрушения почв колеблется в пределах 10-25 метров, растительности – от 50 до 150 метров. При этом в атмосферу поступают как продукты сгорания ПНГ, в том числе окись азота, сернистый ангидрид, окись углерода, так и различные несгоревшие углеводороды. Это приводит к увеличению заболеваемости местного населения.

Ежегодно в России, Казахстане и Азербайджане в результате сжигания более миллиона тонн загрязняющих веществ, включая сероводород, углекислый газ, диоксид серы и сажевые частицы.

Широкое распространение получили щелочные методы очистки промышленных газов от сернистых соединений. Однако адсорбционный способ очистки (при небольшой концентрации сернистых соединений) имеет ряд неоспоримых преимуществ перед вышеназванным. В литературе [1,5] описано применение цеолитов для очистки природного газа с получением элементарной серы по способу Хайнеса.

Как показали результаты проведенных авторами экспериментальных исследований, цеолиты можно использовать также для очистки от сернистых соединений промышленных газов, например пиролизного газа в производстве этилена.

В статье приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований очистки промышленного пиролизного газа от сероводорода с помощью синтетического цеолита СаА и природного морденита. На основании проведенных исследований разработана системная модель, процесса адсорбционной очистки попутного газа от сероводорода и других серосодержащих соединений.

Адсорбцию осуществляли при атмосферном давлении, температуре 20° и объемной скорости подачи газа 20 л/ч. Количественное содержание серо-содержащих соединений в исходном и очищенном газе на выходе из колонки определяли потенциометрическим титрованием поглотительного раствора азотнокислым аммиаком серебра, а именно содержание сероводородной серы рассчитывали по разности объемов азотнокислого аммиаката серебра, израсходованного на титрование до и

после удаления сероводорода из поглотительного раствора. Объем азотнокислого аммиаката серебра, эквивалентный количеству активной серы, определяли по скачку потенциала. Поглотительным раствором служил 10%-ный щелочной раствор калия. Приготовление и установку титра 0.01н. раствора азотнокислого аммиаката серебра проводили согласно ГОСТ 17323-71.

В принятых нами условиях на цеолите САА обеспечивалась практически полная очистка пирогаза от сероводорода. Очищенный газ в пределах чувствительности метода (0.001 мг в пробе) не содержал сернистых соединений. Как видно из рис.1, время защитного действия слоя равно  $4.3 \cdot 10^3$ с (1.2 ч). При этом адсорбционная активность цеолита СаА по отношению к сероводороду в динамических условиях достигала 120мг/г адсорбента (рис.1, в).

Полученные данные полностью совпадают с изотермами адсорбции сероводорода на цеолите СаА, приведенными в литературе.

В специальной серии опытов очистку попутного газа проводили с последующей

регенерацией адсорбента. Регенерацию осуществляли гелием при постепенном повышении температуры до  $300^\circ$  в течение 4 ч. Скорость подачи газа регенерации составляла  $0.06-0.18 \text{ л}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{мин}^{-1}$ . При данных условиях была достигнута полная десорбция адсорбента.

целью сравнения адсорбционных способностей синтетического и природного цеолитов по отношению к сероводороду, находящемуся в сложном составе попутного газа, а также для определения экономической эффективности использования природного цеолита в промышленных условиях проведена серия опытов по очистке пирогаза от серосодержащих соединений с помощью модифицированного в ВНИПИГазе морденита. В данном случае адсорбер заполняли морденитом (фракция частиц 0.5-1.25 мм), масса которого составляла 10г, высота слоя – 19.5 см. Предварительную регенерацию адсорбента проводили в течение 3.5 ч при температуре  $350^\circ$ , газ регенерации – гелий. В данном случае, как видно из рис.2,а, время защитного действия слоя равно  $1.4 \cdot 10^3$ с (0.4 ч). Адсорбционная активность морденита по отношению к сероводороду равна 15 мг/г адсорбента (рис.2, в).

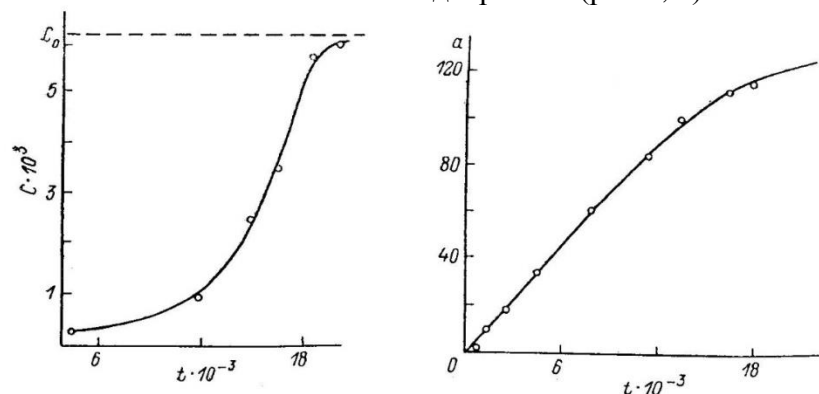


Рис.1. Выходная (а) и кинетическая (в) кривые адсорбции сероводорода из попутного газа синтетическим цеолитом СаА.

Исходная концентрация сероводорода в пирогазе  $C_0 = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$

$C$  – концентрация ( $\text{кг/м}^3$ ),  $t$  – время (с),  $a$  – адсорбция ( $\text{мг/м}$ ).

С целью определения экономической эффективности использования результатов научных исследований в промышленных условиях эксперименты проводили на свежем, регенерированном и дважды регенерированном мордените. Результаты этих исследований представлены на рис.2. Как видно, время защитного действия слоя (рис.2, а) практически не изменяется, в то время как

адсорбционная активность цеолита незначительно уменьшается.

В результате исследований, проведенных в области построения математических моделей этих процессов и с учетом полученных экспериментальных данных, разработана математическая модель процесса одномерной внутри диффузионной динамики неравновесной изотермической адсорбции в неподвижном слое для случая

монопористого представления структуры гранул цеолитов.

Модель процесса в адсорбере в линейной области изотермы строится по принципу совместного рассмотрения процессов внутри зерна и в межзерновом пространстве адсорбента, которые описываются уравнениями баланса вещества:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V \frac{\partial C}{\partial x} + m \frac{\partial a}{\partial t} - D_0 \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

диффузии в зерно (гранулы в виду глобул:

$$= D_0 \left( \frac{\partial^2 C_0}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial C_0}{\partial r} \right), \quad (2)$$

кинетики в виде скорости диффузии в зерно по уравнению Фика:

$$\frac{\partial a}{\partial t}$$

$$= 4\pi R^2 N D_0 \left( \frac{\partial C_0}{\partial r} \right)_{r=R}, \quad (3)$$

При решении системы уравнений (1)-(3) учитывались следующие начальные и граничные условия:

при  $t = 0$   $C(x, 0) = 0$ ;  $C_0(r, 0) = 0$ ;  $a(x, 0) = 0$

при  $x = 0$   $C(0, t) = C_0$ ;

при  $x = L$   $C(L, t) = C_k$ ;

при  $r = R$   $C_0(R, t) = C_k$ ;

при  $r = 0$   $\left. \frac{\partial C_0}{\partial r} \right|_{r=0} = 0$ ;

где  $C_0$  – адсорбтив в порах внутри гранул,  $D_0$  – коэффициент диффузии в порах внутри гранул;  $r$  – радиальная координата зерна,  $R$  – число зерен в единице объема.

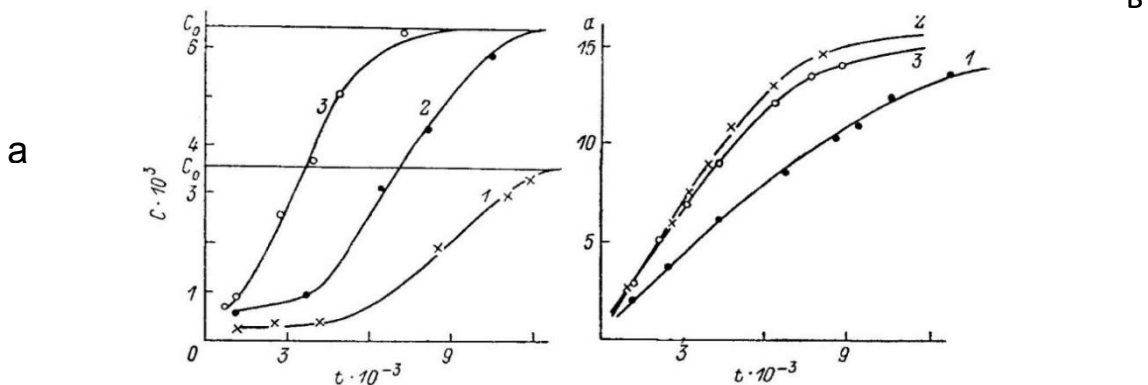


Рис.2. Выходные (а) и кинетические (в) кривые адсорбции сероводорода из попутного газа модифицированным природным морденитом

Цеолит: 1 – исходный, 2 – регенерированный, 3 – дважды регенерированный. Концентрация сероводорода в пирогазе  $C_0$  (кг/м<sup>3</sup>) (кг/м<sup>3</sup>):

$$1 - 3,5 \cdot 10^{-3}; 2,3 - 6,4 \cdot 10^{-3}.$$

$R$  – радиус зерна,  $C$  – концентрация адсорбтива,  $D_0$  – эффективный коэффициент диффузии (в межзерновом пространстве),  $V$  – линейная скорость потока пиро-газа,  $a$  – концентрация адсорбата,  $m = \frac{1-m'}{m'}$ , где  $m'$  – пористость (порозность) слоя адсорбента;  $L$  – высота слоя адсорбента.

Решение системы уравнений (1)-(3) выполнено операторным методом – преобразованием Лапласа-Карсона.

### Заключение

1. Показана возможность применения синтетического и природного цеолитов для очистки попутного газа от сернистых соединений, что в динамических условиях позволяет получить газ, практически свободный от сернистых соединений.
2. Определено, что наилучшим среди природных цеолитов по отношению к сероводороду является модифицированный морденит. Динамическая активность модифицированного морденита по отношению к сероводороду составляет 15 мг/г адсорбента, что в 6-7 раз меньше, чем синтетического цеолита СаА (120 мг/г). Однако морденит значительно дешевле.
3. В результате анализа экспериментальных и теоретических данных по очистке попутного газа от серосодержащих соединений установлено, что процесс носит внутри диффузионный

характер. Исходя из этого разработана математическая модель, состоящая из уравнения (1)-(3) и условия (4), которая наиболее полно отражает все стороны данного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кирбанкулов С.Р и др. Пробелы и перспективы использования попутного нефтяного газа. Вестник Казанского технологического университета. 2016, т.19, №12.
2. Иванова И.Ю. и др. Малая энергетика севера: Проблема и пути развития. Новосибирск, наука, 2002, 188с.
3. Коржубаев А.Г. и др. Пути попутного газа. Журн. Нефть России. 2006, №2, с.33-38.
4. Булаев С.А. Сжигание попутных нефтяных газов. Вестник Казанского технологического университета. 2013, т.16, №1, с.202-205.
5. Ч.Ш.Ибрагимов, Ф.Г.Байрамов, И.О.Бугаенко. Адсорбционный метод очистки от серосодержащих соединений. Журн.прикладной химии. 1990, т.63, №2, с.446-448.
6. Haines H., Weilingen J. //Petrol.Refiner. 1961. V.40, N4. P.123-126.
7. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 781с.
8. Харьковская Е.Н., Зельвенский Я.Д., Пронина Р.Н. //Хим.пром-сть. 1966. №4. С.28-32.

#### CLEANING OIL AND OIL GAS FROM HYDROGEN

F.G.Bayramov, Ch.Sh.Ibrahimov

The paper presents the results of a study of the purification of associated petroleum gas from hydrogen sulfide. The results of experimental and theoretical studies of the purification of associated petroleum gas from hydrogen sulfide using synthetic CaA zeolite and natural mordenite are presented. Based on the research, a system model of adsorption gas purification from hydrogen sulfide has been developed.

**Key words:** adsorption, associated gas, zeolite, adsorbent, hydrogen sulfide, mathematical model, desorption, natural mordenite, synthetic zeolite, CaA.

#### NEFT-SƏMT QAZININ HİDROGEN SULFİDDƏN TƏMİZLƏNMƏSİ

F.H.Bayramov, Ç.Ş.İbrahimov

Məqalədə göstərilir ki, sintetik və təbii seolitdən neft-səmt qazının hidrogen sulfiddən təmizlənen adsorbent kimi istifadə etməklə neftlə birlikdə çıxan səmt qazının tərkibində olan hidrogen sulfidi tam zərərsizləşdirmək mümkün olmuşdur.

Təyin olunmuşdur ki, istifadə olunmuş təbii seolitlərdən hidrogen zərərsizləşdirmək üçün ən effektiv təbii seolit modifikasiya alınmış mordenit seolitidir.

Təcrübi nəticələr göstərir ki, sintetik seolit CaA daha effektiv adsorbsiya zamanı mordenitdən daha effektiv adsorbsiya zamanı mordenitdən daha çox aktivlik göstərir. Lakin təbii mordenit ucuz başa gəldiyi üçün, ondan istifadə daha münasibdir.

Səmt qazının tərkibindən hidrogen sulfidin adsorbsiyası prosesini nəzəri və alınmış təcrübi nəticələrə əsaslanaraq təsdiq olunmuşdur ki, proses daxili diffuzion xarakter daşıyır və buna əsaslanaraq prosesin riyazi modeli daşıyır və buna əsaslanaraq prosesin riyazi modeli qurulmuşdur ki, bu model prosesin dütün tərəflərini əks etdirir.

**Açar sözlər:** adsorbsiya, səmt qazı, seolit, adsorbent, hidrogen sulfid, riyazi model, desorbsiya, təbii mordenit, sintetik CaA.

УДК 622.276.5

**УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ С РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОНДА СКВАЖИН**

Е.В. Мамедова (АГУНП)

Сui Hao (магистр гр.R2228 АГУНП)

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

E-mail: [petrotech@asoju.az](mailto:petrotech@asoju.az)

**Ключевые слова:** нефтегазовая залежь, показатели разработки, эволюционная модель, критерий эффективности эксплуатации скважин.

В последнее время в категорию трудноизвлекаемых углеводородов переходит все больше остаточных запасов нефти. Причиной тому является истощение пластов за счет первоочередной выработки высокопродуктивных высокопроницаемых коллекторов.

Разработка методик для повышения эффективности эксплуатации фонда скважин, в сочетании с применением различного рода МУН и ГТМ является одной из актуальных задач нефтедобычи.

Анализ проведенных исследований показывает, закрытие скважин и их выбытие из процесса эксплуатации, что ведет к нарушению сетки скважин - значительный аспект, влияющий на эффективность выработки.

Ряд промысловых объектов, имеющих длительную историю эксплуатации, насчитывают большое количество ликвидированных и переведенных в разряд нагнетательных скважин. Причем многие из них были закрыты до исчерпания возможных извлекаемых запасов. Как правило, это происходит по ряду технических причин: вследствие произошедших аварий внутрискважинного оборудования, потери скважиной герметичности и так далее. Однако, с ликвидацией этих скважин из процесса разработки были выведены обширные области и участки пластов выодятся из области разработки, хотя имеют значительные запасы углеводородов.

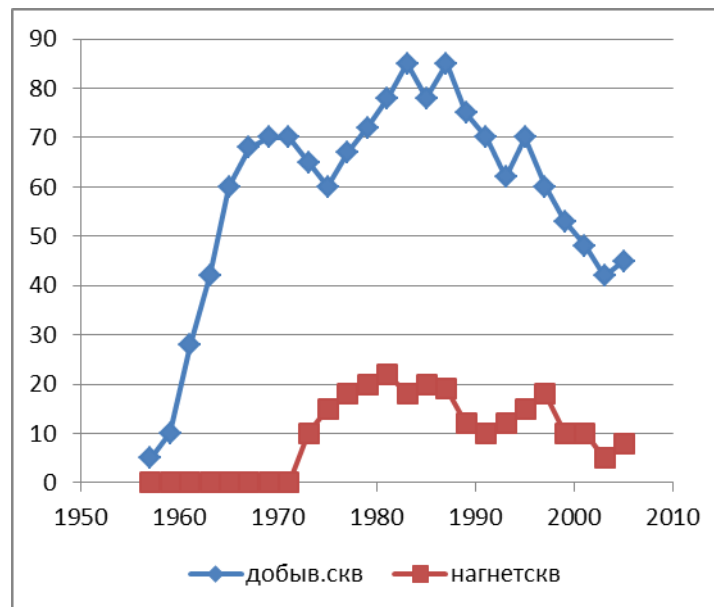


Рис.1. Динамика фондов эксплуатационных и нагнетательных скважин

Скважины ликвидируются по следующим причинам:

1. Обводненности продукции до установленного предельно допустимого уровня;
2. Износ скважины, внутрискважинного или устьевого оборудования.
3. Субъективные факторы.



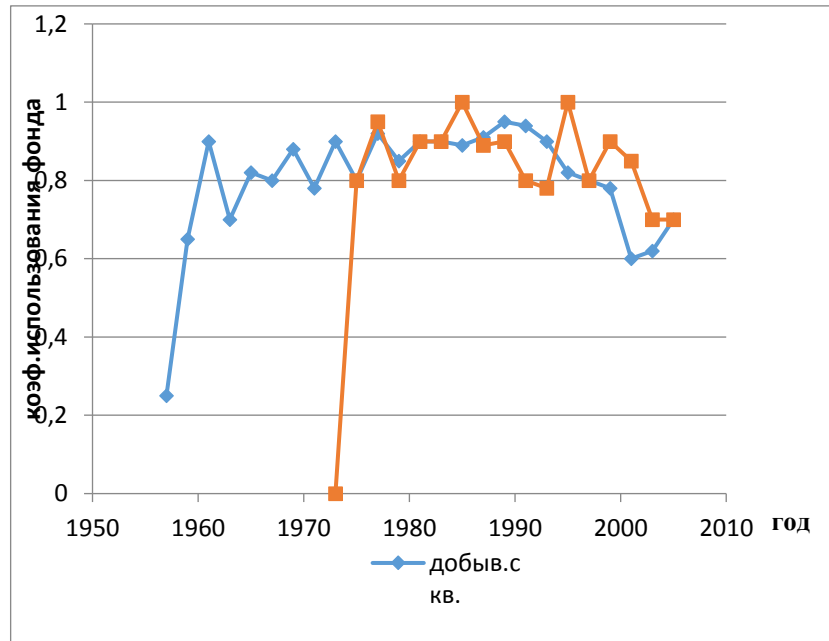


Рис.2. Динамика коэффициента использования фонда добывающих и нагнетательных скважин.

Ряд объектов со значительным сроком эксплуатации содержат большой фонд ликвидированных и переведенных скважин. Причем, основная часть этих скважин выводятся из эксплуатации до отбора ими своих потенциально возможных извлекаемых запасов. Этот процесс происходит по различным сложившимся обстоятельствам: вследствие поломки внутрискважинного оборудования, проявления не герметичности и другим причинам. С потерей данных скважин из процесса разработки выводятся обширные зоны пластов, характеризующиеся значительными запасами углеводорода.

Исследование зависимости показателя эффективности эксплуатации скважин от дебита по нефти показало на существование тренда, описывающего этот показатель что хорошо согласуется с общепринятыми представлениями. Однако, данная зависимость не является однозначной, в связи с процессами выбытия скважин в простой и потерями в потенциальной добычи нефти.

На рисунке 3 показаны линии, соответствующие средним показателям эффективности и дебита скважин, которые разбивают исследуемую совокупность скважин на четыре области.

Первая область соответствует скважинам с дебитом ниже среднего, а эффективностью эксплуатации выше средней. Для них время простоев значительно меньше времени эксплуатации за рассматриваемый период (или равно 0). Скважины, расположенные в этой области, наименее проблемные.

Вторая область включает скважины с дебитом и эффективностью эксплуатации ниже средних значений. Это низкодебитные скважины с большим числом ремонтов, простоев. Для данной области характерно максимальное отклонение от тренда. Скважины, расположенные во 2-ой области, наиболее проблемные.

Третья область характеризуется скважинами с дебитами нефти больше среднего и показателем эффективности ниже среднего.

Количество таких скважин невелико и составляет незначительную часть от всей выборки. Это высокодебитные скважины, отягощенные длительными простоями и большим числом ремонтов.

Четвертая область содержит высокодебитные и высокорентабельные скважины, эксплуатация которых приносит существенную прибыль предприятию.

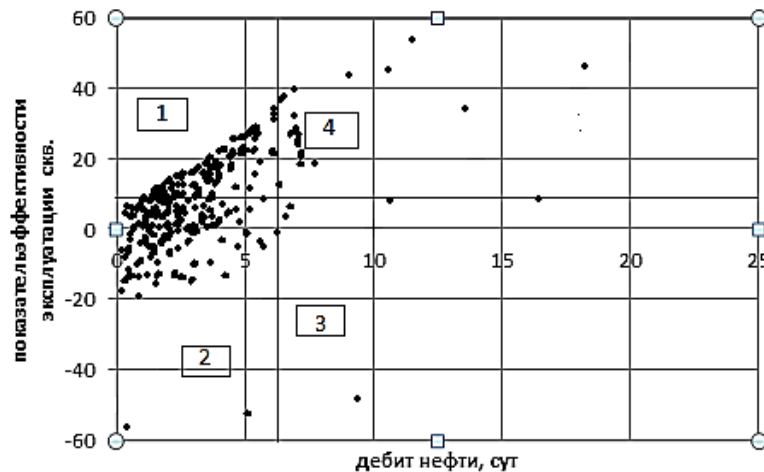


Рис.3. Зависимость эффективности эксплуатации нефтяных добывающих скважин от их дебита.

Следовательно, что мероприятия по оптимизации эксплуатационного фонда скважин должны быть, в первую очередь, направлены на скважины 2 и 3 областей диаграммы. Решение по продолжению эксплуатации нерентабельного фонда должно сопровождаться комплексом таких мероприятий, которые позволяют перевести данные скважины из нерентабельного в условно рентабельный и рентабельный фонды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзаджанзаде А.Х., Шахвердиев А.Х. Динамические процессы в нефтегазодобыче: Системный анализ, диагноз, прогноз. М.: Наука, 1977 – 254с.
2. Салаватов Т.Ш., Мамедова Е.В. К вопросу повышения производительности скважин.// Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы разработки и эксплуатации месторождений высоковязких нефтей и битумов», Ухта, 2012, С.13.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Филиппов В.Т., Аметов И.А. Совместные методы в нефтедобыче. М. 2002., -163с.
4. Мамедова Е.В. Учет реологических свойств неньютоновских нефтей технологических процессах нефтедобычи Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, Том 8, №4, 2016, С.53-58.

#### INCREASE IN DEVELOPMENT OF OIL RESIDUAL RESERVES WITH RATIONAL USE OF WELLS FUND

Y.V. Mammadova, Cui Hao

In the period of depletion of reservoirs, an increasing proportion of residual reserves goes into the category of hard-to-recover. The use of traditional methods does not bark the desired result. The top priority problem is the method of improving the efficiency of operation of the drilled fund in combination with the use of various types of MOU and GTM. Therefore, the efficiency of using the mining well stock is becoming extremely important for the oil industry.

**Key words:** oil and gas field , development indicators, evolutionary model , criterion of well operation efficiency.

#### NEFT MƏHKƏMƏSİNİN RƏNGLƏRİ İNKİŞAF FONU İLƏ MÜSAHİBƏLƏRİN İNKİŞAFI ÜZRƏ ARTIRILIR

Y.V.Məmmədova, Cui Hao

Su anbarlarının tükənməsi dövründə qalığ ehtiyatların artan bir hissəsi ağır bərpa kateqoriyasına daxil olur. Ənənəvi metodların istifadəsi istənilən nəticəni bükməz.

Birincil prioritet problem qazma fondunun istifadəsinin səmərəliliyinin müxtəlif növ MOU və GTM-lərin istifadəsi ilə birləşdirilməsi üsuludur. Buna görə, neft quyusunun istifadəsinin səmərəliliyi neft sənayesi üçün son dərəcə vacibdir.

**Açar sözlər:** neft və qaz anbarı , inkişaf göstəriciləri, təkamül nümunəsi, yaxşı əməliyyat səmərəliliyinin meyarı.

UOT: 552.1: 553.2

**ALAZAN-ƏYRİÇAY VADİSİNİN OĞUZ-QƏBƏLƏ RAYONLARI ƏRAZİSİNDƏ  
YAYILMIŞ YERALTI SULARININ İSTİFADƏ PERSPEKTİVLİYİ**

**V. M. Kerimov**

**A. Ş. Tağıyev**

**magistrant A. E. Əliyeva**

**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti**

*E-mail: [allahverdi.taghiyev@gmail.com](mailto:allahverdi.taghiyev@gmail.com)*

**Açar sözlər:** *təzyiqli sular, minerallaşma dərəcəsi, yeraltı suların sərfi, hidrogeodinamiki rejim, içməli suların keyfiyyəti.*

Azərbaycanın keyfiyyətli yeraltı su resurlarının böyük bir hissəsi isə Alazan-Əyriçay vadisində cəmləşir. Böyük Qafqazın dağ silsiləsinin cənub-qərb yamacı boyu ensiz bir zolaq formasında Gürcüstan respublikasına qədər uzanan Alazan Əyriçay düzənliyi 4200 km<sup>2</sup> ərazini əhatə edir. Düzənlikdə əsasən meyvəçilik inkişaf etmişdir. Bununla yanaşı bölgədə tütünçülük, taxılçılıq, üzümçülük də inkişaf etmişdir. Ümumi əkin sahələri 1100 min hektardan artıqdır ki, bunun da yalnız 10-15%-i suvarılan sahələrdir. Suvarmada Böyük Qafqaz dağlarının cənub yamaclarının çaylarının və onların üzərində qurulmuş su anbarlarının suyundan istifadə olunur. İl ərzində düzənlikdə təxminən 110 mln. m<sup>3</sup> yeraltı su hasil edilir. Hesabat dövründə burada Bakı və Abşeron yarımadasının içməli su ilə təminatı üçün unikal yeni sugötürücü Oğuz-Qəbələ-Bakı sugötürücüsü istismara verilib və burada hasil olunan su boru vasitəsi ilə Bakı şəhərinə çatdırılır. Bu ərazidə yayılmış yeraltı su ehtiyatlarının təxminən 15%-ni (5 m<sup>3</sup>/s) təşkil edir.

Məhz bu ərazidə aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Bakı şəhərinin su təchizati üçün Alazan-Əyriçay vadisi yüksək perspektivliyə malikdir. Və bu məqsədlə Bakı şəhərinin içməli su təchizati üçün həyata keçirilən sonuncu və ən iri layihə olan Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəmərinin tikilməsinə başlanılmışdır. Oğuz rayonu ərazisindən təmiz suyun boru xətti vasitəsilə Bakıya gətirilməsini nəzərdə tutan bu layihə ümummilli lider Heydər Əliyevin adı ilə bağlıdır. Ulu öndər Heydər Əliyev 2002-ci ilin dekabrında keçirilən müşavirədə Bakı şəhərinə yüksək keyfiyyətli bulaq suyunun gətirilməsinin vaxtının çatdığını bildirmiş və bu məqsədlə Oğuz-Qəbələ zonasının yeraltı sularından istifadə ilə bağlı müvafiq göstəriş vermişdi. 2010-cu ildən istismara verilən bu su kəmərinin uzunluğu 262,5 kilometr, diametri 2000 millimetr, suburaxma qabiliyyəti saniyədə 5 m<sup>3</sup> olmaqla özaxımlıdır və

şüşəlifli borulardan çəkilmişdir. Kəmərin təzyiqi 20 atmosferdən yuxarı olan, çay və yol keçidləri də daxil olmaqla 55 kilometrlik hissəsi polad borulardan tikilmişdir [1].

**İşin məqsədi:** Alazan-Əyriçay düzənliyində intişar tapmış yeraltı suların öyrənilməsi respublikamız üçün çox əhəmiyyətlidir. Belə ki, sözügedən düzənliyin yeraltı suları Dünya Səhiyyə Təşkilatının “İçməli suların keyfiyyət” normasına tam uyğundur. Bu səbəbdən Alazan-Əyriçay hövzəsinin hidrogeoloji şəraitinin öyrənilməsi çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Alazan-Əyriçay düzənliyinin hidrogeoloji baxımdan digər yeraltı su mənbələrinə malik sahələrdən bir qədər fərqli şəraitə malikdir. Fərq budur ki, başlanğıcını Böyük Qafqazın ətəklərindən götürən yeraltı axın aşağı hissədə Acınohur neogen qalxımı ilə sərhəd boyu, praktiki olaraq, sukeçirməyən süxurlardan ibarət böyük qalınlıqlı laya dirənir. Kür və Araz çayları kimi aydın ifadə olunan regional drenin olmaması səbəbindən yeraltı axın böyük təzyiq toplayır. Bu ərazidə hidrogeoloji şəraitin daha bir özəlliyi ondan ibarətdir ki, yaranmış basqı nəticəsində yeraltı axının təzyiqi əks istiqamətdə, Böyük Qafqazın ətəklərinə - yaranma zonasına doğru hərəkət edir [2].

Qrunt suları bütün düzənlik boyu yayılmışdır. Onların yatma dərinlikləri Böyük Qafqazın dağətəyi bölgələrindən neogen yüksəkliklərinə doğru axın istiqamətlərində 80-120 metrədən 1-2 metrə qədər azalır. Onların qidalanma zonaları dağətəyi bölgələr və çayların gətirmə konuslarının yuxarı hissələri hesab olunur. Düzənliyin mərkəzi hissəsində qrunt sularının rejimi süzülmə-axın tipi kimi qiymətləndirilir. Bu ərazilərdə onların qidalanması, bilavasitə suvarma ərazilərindən süzülən suların hesabına baş verir. Acınohur qalxımları ilə təmasda olan ərazilər qrunt sularının boşalma zonası hesab olunur və

bunun nəticəsində bu bölgələrdə çoxlu sayda bulaqlar mövcuddur.

**Görülən işlər.** Alazan-Əyriçay ərazisində əvvəllər aparılmış hidrogeoloji tədqiqatlara əsasən düzənlikdə geniş şəkildə yayılmış bulaqlar Dördüncü dövrün çınqıllı və müxtəlif yaşlı ana süxurlar ilə əlaqədardır. Dördüncü dövrün süxurları ilə əlaqədar olan bulaqlar çayların gətirmə konuslarında inkişaf etmiş qrunt suları ilə əlaqədardır.

Ümumilikdə aparılmış tədqiqatlara əsasən demək olar ki, Alazan-Əyriçay düzənliyinin cənub-qərbində yerləşən bulaqlar az sərfə malik olmaqla, əsasən, enən tiplidirlər. Bu bulaqların axınları da Əyriçay istiqamətindədir. Yeraltı suların təbii rejimini səciyyələndirən bulaqlar dağətəyi sahələrdə yayılmaqla, bilavasitə ana süxurlardan (əhəngdaşları, mergellər və s.) çıxırlar. Süni rejimi ilə səciyyələndirilən bulaqlar isə düzənlik sahələrdə yerləşir və çınqıllı, çaqıllı və gilcəli süxurlarla əlaqədardırlar [3].

**Eksperimental işlər.** Düzənliyin qrunt və təzyiqli suları praktiki olaraq oxşar kimyəvi tərkibə malikdirlər. Təzyiqli suların ÜMD 0,5-0,7 q/l-dən artıq deyildir. Bu sular əsasən hidrokarbonatlı və qarışıq kation tərkibindədirlər. Regionda çoxilliklər boyu təzyiqli suların hidrokimyəvi rejimləri özünün stabilliyi ilə seçilir. Təzyiqli suların temperaturu 11,0-16,5<sup>0</sup> C arasında dəyişir. İllik amplitudu isə 3,5-4,5<sup>0</sup> C təşkil edir. Minimal hərərət mart-aprel, maksimal hərərət isə sentyabr-oktyabr aylarında qeyd olunur.

Qrunt sularının hərərəti onların yatma dərinliklərindən asılı olaraq 10-12<sup>0</sup> C-dən 15-16<sup>0</sup> C-yə qədər intervalda dəyişir. Suvarma ərazilərində yerləşən və yatma dərinliyi 1,0-3,0 m olan sahələrdə qrunt sularının hərərətinin illik amplitudu 4-5<sup>0</sup>C, yatma dərinliyi 30-40 metrədən aşağı yerləşən sahələrdə isə qrunt sularının hərərətinin illik amplitudu 0,5-1,5<sup>0</sup>C civarında dəyişir.

Oğuz rayonu ərazisində regional miqyasda bilavasitə qrunt sularının qidalanma zonasında yerləşən müşahidə məntəqələrində onların illik və çoxillik rejimlərinin formalaşmasında atmosfer çöküntülərinin rolu daha qabarıq şəkildə özünü göstərir. Son illərində bu müşahidə məntəqələrində qrunt sularının səviyyəsinin yatma dərinlikləri 16.0-20.0m-dən 36.0-40.0m-dək arası dəyişir. İllik kəsilişdə onların yer səthində daha

yaxın yatmaları qarların əriməsi və yaz yağışlarının çoxaldığı aprel-may, daha dərin yatması isə avqust-sentyabr aylarında qeydə alınmışdır [4].

Dağətəyi bölgədə bilavasitə Əlican və Dəmiraparan çaylarının gətirmə konuslarının yuxarı hissələrində yerləşən müşahidə məntəqələri çayların hidroloji rejimlərinin təsiri zonasındadırlar. Hesabat illərində bu müşahidə məntəqələrində qrunt sularının səviyyəsinin yatma dərinliyi 69.0m-dən 92.0metrə arası dəyişməklə illik amplitudları bu quyularda 0,38-2,11 m arası olmuşdur

Düzənliyin mərkəzi və cənub-qərb bölgələrində suvarma əkinçiliyi inkişaf etmişdir. Suvarma üçün yerüstü və yeraltı sulardan geniş istifadə olunur. Bu ərazilərdə yerləşən 10<sup>A</sup> və 114<sup>A</sup> müşahidə məntəqələrində hesabat illərində qrunt sularının səviyyəsinin orta illik yatma dərinlikləri 0,06 – 0,79m intevalında qərarlaşmışdır. Səviyyənin illik amplitudu 0,46-0,60 m olmaqla, qrunt sularının səviyyəsi minimal yatma dərinliyi 0,06-0,19 m, hətta yer səthindən bəzi illər yuxarı da olur, yaz aylarında aprel-iyunda, maksimal yatma dərinliyi 0,65-1,48 m isə suvarma işləri başa çatdığı yayın axırı payızın əvvəli avqust-oktyabr aylarında qeydə alınmışdır (cə.d.1).

Yeraltı suların səviyyəsinin yer səthində qədər qalxması, düzənlikdə onların boşalma zonası olan Acınohur Neogen qalxımları ilə sərhədlənən ərazilər üçün xarakterikdir. Bu zonada çoxlu sayda bulaqlar və onların sularından əmələ gələn “qara sular” mövcuddur.

Düzənlikdə Dördüncü dövrün təzyiqli sulu horizontları və sulu kompleksləri hidrogeoloji axtarış-kəşfiyyat quyuları vasitəsi ilə tam qalınlıqda açılmışdır. Ümumiyyətlə düzənlik boyu təzyiqli sualr geniş miqyasda yayılmışdır.

Müşahidə şəbəkəsinə daxil olmuş təzyiqli sulu horizontların rejimini öyrənən quyuların dərinlikləri 250-300 metrədən artıq deyildir. Bütün düzənlik boyu qrunt suları ilə müqayisədə təzyiqli suların hidrodinamik rejimləri özlərinin nisbi stabilliyi ilə səciyyələnilirlər. Təzyiqli suların amplitudunun illik dəyişməsi, qrunt sularının səviyyəsinin amplituduna yaxın olması, qrunt və təzyiqli sulu horizontların qidalanma mənbəyi və şəraitinin eyni olmasına dəlalət edir.

Cədvəl 1.

Alazan-Əyriçay dağətəyi düzənliyində suvarılan sahələrdə qrunt sularının səviyyəsinin dinamikası

Müşahidə quyusunun №-si	Ən yüksək səviyyə, m	Ən aşağı səviyyə, m	Tədqiqat işləri aparılmış illər									
			2014		2015		2016		2017		2018	
			orta illik səviyyə, m	amplitud, m	orta illik səviyyə, m	amplitud, m	orta illik səviyyə, m	amplitud, m	orta illik səviyyə, m	amplitud, m	orta illik səviyyə, m	amplitud, m
10A	0,00	1,43	0,49	0,60	0,59	0,88	0,85	0,58	0,93	1,28	0,77	0,70
114A	+0,61	1,29	0,24	0,46	0,23	0,62	0,60	0,38	0,31	0,85	0,41	0,66

Təzyiqli suların sərfinin illik dəyişmələrində nəzərə çarpacaq fərq müşahidə olunmasa da, ümumiyyətlə sərfin yüksəlməsi yaz-yay mövsümündə qeydə alınır, minimal hədləri isə ilin sonunda müşahidə olunur. Müşahidə məntəqələri düzənliyin müxtəlif ərazilərində yerləşsə də, onların sərfələrinin dəyişməsində ümumi

qanunauyğunluq müşahidə olunur. Hesabat illərində bu müşahidə məntəqələrində quyularda suların orta illik sərfələri 0,50-3,00 l/san olmaqla, illik amplitud dəyişməsi 0,60-3,50 l/san təşkil edir. Belə ki, 29 saylı quyuda orta illik sərf 1,80-2,20 l/san olmaqla, illik amplitud dəyişməsi 1,50-2,00 l/san təşkil edir [5].

### NƏTİCƏ

Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsasən məlum olur ki, düzənlikdə qrunt sularının hidrokimyəvi rejimləri özlərinin nisbi stabilliyi ilə səciyyələnirlər. ÜMD-ləri boşalma zonaları istisna olmaqla bütün düzənlik boyu 0,5-0,6 q/l-dən çox olmur. Boşalma zonalarında isə qrunt sularının ÜMD-si çox hallarda 1,0-1,2 q/l-ə qədər yüksəlir. Onların hidrokimyəvi tərkibləri hidrokarbonatlı, sulfatlı-hidrokarbonatlı, kalsiumlu-maqneziumlu-natriumlu tiplidirlər.

Düzənlikdə yeraltı suların rejimləri təbii və süni amillərin təsiri altında formalaşır. Təbii amillərin rolu düzənlikdə əsas faktordur. Onların daha böyük təsir dairəsi dağətəyi bölgələri əhatə edir. Dağətəyi bölgələrlə yanaşı düzənlikdə geniş şəkildə inkişaf etmiş çayların gətirmə konusları və onların yaxınlığında təbii hidroloji amillərin rolu yeraltı suların hidrodinamiki rejimlərinin formalaşmasında xüsusi olaraq qeyd edilməlidir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Ələkbərov A.B. Yeraltı suların kəşfiyyatı və istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi. Bakı, Nafta-Press-2014, -180 s.
2. İmanov F.Ə., Ələkbərov A.B.. Azərbaycanın su ehtiyatlarının müasir dəyişmələri və inteqrasiyalı idarə edilməsi. Bakı-Mütərcim-2017, -353 s.
3. Tağıyev A.Ş. Qanıx-Əyriçay dağətəyi düzənliyində qrunt sularının rejimi. Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı -2017. -№5, -s. 107-112
4. Məmmədov R.H., Əsgərov Ə.B., Əhmədov C.E.. 2009-2013-cü illərdə Azərbaycan Respublikası ərazisində yeraltı suların monitoringinin aparılması işlərinin nəticələri haqqında. Hesabat, -2015, -243 s.
5. Tağıyev A.Ş. Qanıx-Əyriçay dağətəyi düzənliyində təzyiqli suların rejimi. Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı, -2018. -№2, -s. 73-76

## ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИЯХ РАЙОНОВ ОГУЗ-ГАБАЛА АЛАЗАН-АЙРИЧАЙСКОГО ДОЛИНА

**В. М. Каримов, А. Ш. Тагиев,  
А. Э. Алиева**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности**

Большая часть качественных ресурсов подземных вод Азербайджана сосредоточена в Алазан-Эйричайской долине. В результате исследований, проведенных в этой области, было выявлено, что Алазан-Айричайская долина имеет большие перспективы для водоснабжения в Баку. Согласно ранее проведенным гидрогеологическим исследованиям в Алазан-Айричай, широко распространенные источники на равнинах связаны со скалами четвертого периода, с гравием и различными старыми породами. Источники, связанные со скалами четвертого периода, связаны с грунтовыми водами рек.

Районы подземных вод на равнинах формируются под воздействием природных и искусственных факторов. Роль природных факторов является основным фактором на равнине. Их большая область воздействия окружена предгорьями. Вдоль горных районов конусы широко развитых рек на равнинах и роль природных гидрологических факторов вблизи них следует подчеркнуть при формировании гидродинамического режима подземных вод.

**PERSPECTIVITY OF USING UNDERGROUND WATER IN THE TERRITORIES OF  
OGUZ-GABALA ALAZAN-AYRICHAYSKY VALLEY AREAS****V. M. Karimov, A. Sh.Taghiyev,****A. E.Aliyeva****Azerbaijan State University of Oil and Industry**

Most of the qualitative groundwater resources of Azerbaijan are concentrated in the Alazan-Eyrichay valley. As a result of research conducted in this area, it was revealed that the Alazan-Ayrichay valley has great prospects for water supply in Baku. According to earlier hydrogeological studies in Alazan-Eyrichay, widespread sources on the plains are associated with rocks of the fourth period, with gravel and various old rocks. Sources associated with the cliffs of the fourth period, are associated with groundwater rivers.

Groundwater areas on the plains are formed under the influence of natural and artificial factors. The role of natural factors is a major factor in the plain. Their large impact area is surrounded by foothills. Along the mountain regions, cones of widely developed rivers on the plains and the role of natural hydrological factors near them should be emphasized in the formation of the hydrodynamic regime of groundwater.

UOT: 552.1: 553.2

## BAKİ MULDASININ HİDROGEOLOJİ ŞƏRAİTİNƏ TƏSİR EDƏN ANTROPOGEN AMİLLƏR.

Prof Pənahi Şəfiq Abbas,

magistrant Əliyev Cavid Elman

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: [cavid.eliyev3@gmail.com](mailto:cavid.eliyev3@gmail.com)**Açar sözlər:** urbanizasiya, hidrogeoloji rejim, demoqrafik dəyişiklik, hidrogeoekologiya, su təchizatı.

Bakı şəhəri ərazisində qrunut sularının rejiminə bir sıra təbii və texnogen amillər təsir göstərir. Lakin aparılan tədqiqatlar göstərir ki, müasir dövrdə texnogen amillərin təsiri daha güclüdür ki, onlardan da ən əsası kommunikasiya sistemlərindən baş verən itkilərdir. Şəhərin su təchizatı üçün nəzərdə tutulmuş boru kəmərləri və kanalizasiya sistemləri uzun illər istismar olunduğundan, onların əsaslı təmirinə ciddi ehtiyac vardır. Nəzərə alsaq ki, son 25-30 il ərzində urbanizasiya prosesi intensivləşmişdir, rayonlardan şəhərə köçən əhəlinin sayı kəskin artmışdır, bununla əlaqədar olaraq, şəhərsəlmada intensiv inkişaf vardır, çoxmərtəbəli binalar inşa olunur və həmin binaların su və kanalizasiya xətləri köhnə sistemlərə qoşulur, deməli, bu sistemlərdən itkilərin çoxalması ehtimalı çox böyükdür. [1]

Ümumiyyətlə, Abşeron yarımadasının yüksək dərəcədə urbanizasiya prosesinə cəlb olunması, ərazidə irimiqyaslı şəhərsəlmə və aqrosənayenin sürətlə inkişaf etdirilməsi buranın hidrogeoloji rejimində kəskin dəyişikliklərin baş verməsinə, ekoloji mühitin bütün komponentlərinin: atmosfer, torpaq, səth və yeraltı sularınının təbii durumunun pozulmasına və çirklənməsinə, göl və yeraltı suların səviyyəsinin kəskin sürətdə qalxmasına, sənaye ərazilərin, qəsəbə və kəndlərin, yol və infrastruktur obyektlərin subasmaya məruz qalmasına, minlərlə

hektar əkin yerlərinin deqradasiyasına səbəb olmuşdur.

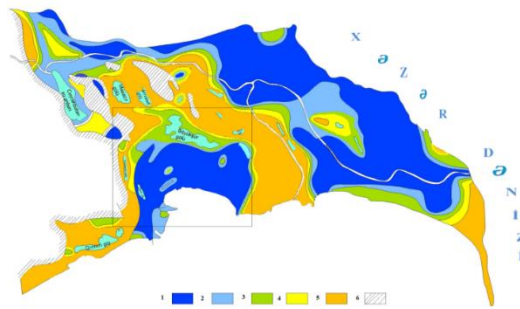
**İşin məqsədi:** Abşeron yarımadasının hidrogeoloji şəraitinin pozulmasının səbəblərinin aydınlaşdırılmasını, təbii və sosial-iqtisadi mühitə olan risklərin qiymətləndirməsinə, təhlükəli ekzogen proseslərin qarşısının alınmasını və ətraf mühitin sağlamlaşdırılmasını təmin edən tədbirlər kompleksinin hazırlanmasına əhatə edir.

**Görülən işlər.** Aparılan tədqiqat işlərinin və mövcud arxiv sənədlərin təhlili yarımada ərazisinin hidrogeoloji rejimində və ekoloji durumunda baş verən dəyişikliklərin səbəblərinin, dinamikasının, onların sosial-ekoloji aspektdə zərərli fəsadlarının qiymətləndirilməsinə şərait yaratmışdır.

Abşeron yarımadası fiziki-coğrafi, geoloji-tektonik, geomorfoloji və hidrogeoloji şəraitinə görə, əsasən 2 hissəyə bölünür: Qərbi-Abşeron və Şərqi-Abşeron. Onların qəbul olunmuş sərhəddi: şimalda Nardaran qəsəbəsindən cənubda Hövsan burnuna qədər yer səthində yayılmış Orta Abşeron və Xəzər yaşlı çöküntülərin qərb sərhəddi boyunca keçir.

Bu rayonlarda lokal sinklinal strukturlarda yayılmış çöküntü komplekslərinin sululuğu təzyiqli və qrunut sularına bölünmüş, sulu horizontların sərhədləri, istismar ehtiyatları, qidalanma mənbələri, digər horizontlarla əlaqəsi ayrı-ayrılıqda öyrənilmişdir.

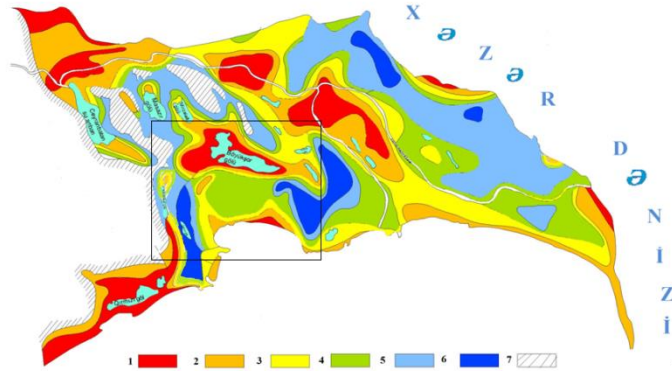
1 və 2 №-li şəkillərdə müxtəlif illər üçün qrunut sularının minerallaşma və hidroizogips xəritələri verilmişdir.[2]





1. 3q/l-dən kiçik, 2. 3-5 q/l, 3. 5-10 q/l, 4. 10-20 q/l, 5. 20 q/l -dən böyük, 6. yeraltı suların sporadik yayılma sahələri

Şəkl.1. Abşeron yarımadasının qrunut sularının minerallaşma xəritəsi: (Ələkbərov A.B.,2000).



Yatma dərinliyi: 1. 0-1m; 2. 1-3m; 3. 3-5m; 4. 5-10m; 5. 10-20m; 6. 20 m-dən böyük; 7. yeraltı suların sporadik yayılma sahələri

Şəkl.1. Abşeron yarımadasının qrunut sularının yatma dərinliyi xəritəsi: (Ələkbərov A.B.,2000).

Geoloji-geomorfoloji faktorlar yeraltı suların əmələ gəlməsi və dövr etməsində ən mühüm hesab olunur. Yarımadaanın şimal-qərb və qərb hissələrində yer səthinə çıxan qədim Neogen-Paleogen yaşlı gilli süxurlar şərqdə getdikcə dərinləşərək Dördüncü dövr yaşlı çöküntülərlə örtülülər, bununla əlaqədar yeraltı suların toplanmasına yaxşı şərait yaradan Bakı, Xəzər və Xvalın çöküntüləri yarımadaanın qərb hissəsində, ümumiyyətlə az qalınlıqlı kiçik sahəciklərdə yayılmışlar, halbuki şərq Abşeronda Dördüncü dövr çöküntüləri geniş yayılaraq xeyli dərinliklərdə aşkar edilmişdir. [3]

Məlumdur ki, yeraltı suların əmələ gəlməsində ərazinin relyefi mühüm rola malikdir. Bu istiqamətdə yeraltı suların toplanmasına yarğanlar, çalalar və başqa relyefdəki çökəkliklər əlverişli şərait yaradır. Yeraltı suların əmələ gəlməsində havanın su buxarlarının kondensasiyasının da təsiri az deyil.

İqlim amilləri əhəmiyyətli dərəcədə yeraltı suların əmələ gəlməsinin kəmiyyət və keyfiyyət tərəflərini həll edir. Yarımadaada il ərzində (orta rəqəm) 227 mm atmosfer yağıntı, buxarlanma 947-1344 mm-ə çatır.

Atmosfer yağıntılarının orta illik minerallaşma dərəcəsi 102 mq/l təşkil edir. Yer səthinə atmosfer yağıntıları ilə birlikdə ildə 184,8 kq/ha duz daxil olur (bunun 12,9%-ni NaCl təşkil edir).[4]

**Bakı muldası** - Abşeron yarımadaasının qəbul edilmiş tektonik sxeminə uyğun olaraq, Qərbi Abşeron antiklinoriumunun və Şərqi

Abşeron sinklinoriumunun bir hissəsi hesab edilir. O, antiklinallarla əhatə olunmuş oval sinklinalın şimal yarısı kimi özünü büruzə verir:

- qərbdə Şabandağ və Sultəpə;
- şimalda Binəqədi-Balaxanı;
- şərqdə Suraxanı-Qaraçuxur-Zığ ilə əhatə olunur.

Muldanın cənub sərhədi dənizlə örtülmüşdür.

Sinklinalın abşeron çöküntüləri ilə mürəkkəbləşən qərb qanadı dabandan tavana doğru tədricən azalan yatım bucağı ilə xarakterizə olunur. Uzunluq boyu yatım bucağı kəskin dəyişir ki, bu da sinklinalın qanadının eninə sərbəstliyini təsdiq edir.

Analoji hal sinklinalın şərq qanadında da müşahidə olunur, burada orta abşeron süxurlarının yatım bucağı 15-18°, üst abşeron 10-12° təşkil edir. Üst abşeron yarım-mərtəbəsi çöküntüləri sinklinalın hər iki qanadında bakı çöküntüləri ilə örtülmüşdür. Muldanın mərkəz hissəsində abşeron və bakı çöküntüləri layı tədricən cavan çöküntülərlə yüklənir.[5]

Böyükşor çıxıntısı xəzər çöküntüləri ilə mürəkkəbləşmişdir. Xəzər layının enmə bucağı sinklinalın hər iki qanadında 4-5°, mərkəz hissədə isə 2°-dir. Xvalın çöküntüləri kifayət dərəcədə dislokasiyaya məruz qalmışdır.

Bibiheybət braxiantiklinalı şimal-qərbdən cənub-şərqə doğru uzanır. Bibiheybətın şimal hissəsi Xəzər dənizinə tərəf şərqə və cənub-şərqə açılan dərin vadi kimi özünü büruzə verir. Bu vadi qərbdən, şimaldan və şimal-şərqdən abşeron



mərtəbəsinin süxurları ilə mürəkkəbləşmiş sinklinalların (Patamdar və Bakı) qalxan hissələrinin vadili yamacları ilə əhatə olunur. Braxiantiklinalın şimal hissəsi meyillidir (15°).[6]

**Ekspərimental işlər.** Abşeron yarımadasında neft və qaz hasilatı qədim dövrdən məlum olmuşdur, lakin onun sürətli artımı XIX əsrin ortalarından başlanır. Araşdırmalarımız nəticəsində məlum olmuşdur ki, ötən 150 ilə yaxın bir dövr ərzində, Abşeron yarımadasının 16 %-dən artıq ərazisini əhatə edən, quruda yerləşən 22 neft və qaz yatağında 27.000-dən artıq quyu qazılmış və 841 mln. ton neft, 64 milyard m<sup>3</sup> qaz və qaz kondensatı istehsal olunmuş, həmçinin 3 milyard m<sup>3</sup>-dən artıq şoran lay suları yer səthinə çıxarılaraq ətraf mədən ərazilərinə, çökəkliklərə və göllərə axıdılmışdır. Əgər neft və qaz hasilatı sosial-iqtisadi inkişafın güclənməsinə qulluq etmişdirsə, neftli şoran lay suların səthə boşaldılması mədən və onların əhatə dairəsi ərazilərində torpaqların neftlə çirklənməsinə, yeni su hövzələrin əmələ gəlməsinə, mövcud olanların genişlənməsinə, yeraltı suların səviyyəsinin sürətlə qalxmasına, neqativ ekzogen proseslərin şiddətlənməsinə, ekoloji mühitin bütün komponentlərinin çirklənməsinə gətirmişdir. [7]

#### **Demografik dəyişikliklər və içməli sudan istifadənin artması**

Abşeron yarımadasının içməli su təchizatı qıraqdan gətirilən su ilə həyata keçirilir. Bura Samur və Kür çaylarının, Xaçmaz və Qəbələ-Oğuz bulaq suları kəmərlər vasitəsi ilə ötürülən sular daxildir. Bunlardan başqa Abşeronun 40-a qədər kənd və qəsəbələrinin mərkəzi su təchizatı olmadığından əhali məişət və təsərrüfatda yerli yeraltı su mənbələrindən istifadə etmək məcburiyyətindədirlər.

Yuxarıda qeyd olunan su kəmərlərin layihə gücü bəlli olsa da, onlar vasitəsi ilə şəhər və qəsəbələrə verilən suyun miqdarına dair məlumatlar ildən ilə fərqlənir. Belə ki, yarımada müxtəlif vaxtlarda çəkilən su kəmərlərinin layihə gücünün ümumi həcmi 30,5 m<sup>3</sup>/s təşkil edir (Şollar - 4 m<sup>3</sup>/s, Kür - 11 m<sup>3</sup>/s, Ceyranbatan - 10 m<sup>3</sup>/s və Oğuz-Qəbələ - 5 m<sup>3</sup>/s). Lakin, müxtəlif səbəblərdən kəmərlərin gücü tam istifadə olunmur və hazırda onların istismar gücü 20-22 m<sup>3</sup>/s arasında dəyişir.

Yarımada sudan istifadə illər üzrə fərqlənir. 1990-ci illərə qədər ölkə sənayesinin 70%-inə qədərini yarımada yerləşməsi, onlarla südcülük, tərəvəzçilik, gül və subtropik bitkilərin

istehsalı ilə məşğul olan sovxozların suya olan tələbatının ödənilməsi üçün 1990-cı ildən 2000-ci ilə qədər sənayenin tənəzzülü ilə əlaqədar yarımada "Azərsu" ASC tərəfindən verilən suyun miqdarı azalırdısa, bundan sonra gələn dövrdə stabil artım müşahidə olunur. Belə ki, əgər 2003-cü ildə Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasına müxtəlif mənbələrdən 564 milyon kubmetr su verilmişdirsə, indi bu göstərici 23 faiz artaraq 696 milyon kubmetrə yüksəlib, bu da yarımada sərf olunan suyun 22.0 m<sup>3</sup>/san olduğunu göstərir. Son 10 ildə Bakı şəhəri və ətraf qəsəbələrdə 1 milyon 560 min sakin mərkəzləşmiş qaydada içməli su ilə təmin olunurdusa, indi bu rəqəm 2 milyon 366 min nəfər təşkil edir. Yarımada yaşayan və müvəqqəti məskunlaşan 716 minə yaxın əhali isə yerli su mənbələrindən və gətirilmə sudan istifadə edir. Yeraltı sulardan quyular vasitəsi ilə istifadə olunan suyun miqdarı 1.2-1.5m<sup>3</sup>/san təşkil edir. [8]

Yarımada sudan istifadənin artması ölkənin siyasi, sosial və iqtisadi vəziyyətində, xüsusən də erməni təcavüzü nəticəsində baş vermiş demografik dəyişikliklərlə bağlıdır. 1988-ci ildə Ermənistan və 1990-cı illərdə Qarabağ və ətraf rayonların məcburi köçkünlərinin böyük bir hissəsinin yarımada yerləşdirilməsi, həmçinin iqtisadi tənəzzüllə bağlı rayon mərkəzləri və kəndlərdə iş yerlərinin itirilməsi ilə bağlı əmək qabiliyyətli əhalinin iş dalınca paytaxta toplanması nəticəsində yarımada sosial-ekoloji durumuna təsirlər həndəsi sürətdə artmağa başladı. Qısa bir müddətdə (10-12 il) yarımada əhalisinin sayı təqribən 3.5 milliona çataraq ərazinin ekoloji durumuna neqativ təsirlərin gücləndirilməsinə gətirdi.

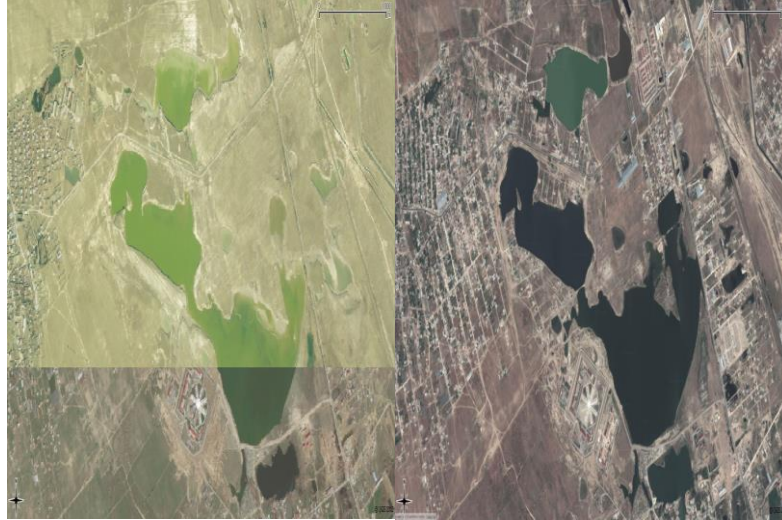
#### **Ərazinin aktiv mənimsənilməsi**

Prezident Heydər Əliyevin Dövlət başına gəlməsi ilə ölkədə yaranan ictimai sabitlik və 1995-ci ildən artan temp ilə iqtisadi inkişaf yarımada ərazisinin böyük tikinti meydanına çevrilməsi ilə nəticələndi. Ötən dövr ərzində Bakı da daxil olmaqla yarımada bütün qəsəbə və kəndlərində yeni yaşayış massivləri, sosial, ictimai, mədəni-məişət və idman müəssisələri, yollar, körpü və keçidlər, rabitə və kommunikasiya obyektləri tikildi.

Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti Heydər Əliyevin 16 iyul 1996-cı ildə imzaladığı "Torpaq islahatı haqqında qanuna əsasən Abşeron yarımadasında kolxoz və sovxozların sərəncamında olan torpaq sahələri xüsusi mülkiyyətə Azərbaycan

Respublikasının vətəndaşlarına və hüquqi şəxslərinə verildi. Torpaq islahatı aparılarkən aşağıdakı şərtlərə əməl edilməli idi:

- ərazinin təbii-coğrafi şəraitinin, əhalinin sıxlığının, torpaqdan istifadənin yerli xüsusiyyətlərinin, torpaqların keyfiyyətinin nəzərə alınması;
- torpaqlardan təyinatı üzrə istifadə edilməsi;
- ətraf mühitin mühafizəsinin təyin edilməsi;
- torpaq islahatının yer quruluşu layihələri əsasında aparılması.



Şəkil 1. 2002-ci il

Şəhər və qəsəbələrinin genişlənməsi yarımada içməli sudan istifadədə və əmələ gələn məişət və təsərrüfat tullantı sularının idarə olunmasında mövcud problemlərin daha da sərtləşməsinə, su hövzələrinin sahələrinin genişlənməsinə, subasma və bataqlaşma proseslərinin aktivləşməsinə şərait yaratdı.

Örüş və əkin sahələrinin mənimsənilməsi sudan istifadə rejiminin pozulmasına gətirdi. Belə ki, keçmişdə bu ərazilərdə sudan istifadə buxarlanmanın ən yüksək olan mövsümündə (yaz, yay) aparılırsa, hazırda bu ərazilərdə yaşayışla əlaqədar sudan istifadə daimi xarakter alıb və bununla da həyətə suvarma, eləcə də məişət və təsərrüfat sularının aşağı qatlara infiltrasiyası xeyli artmışdır.

#### **Su təchizat və kanalizasiya sistemi.**

Yarımadaya 4 mənbədən içməli su daxil olur. Bu suyun istehlakçılara çatdırılması üçün yarımada içməli su anbarı fəaliyyət göstərir. Buradan su uzunluğu 4703 kilometr olan magistral boru və küçə su kəmərlərinin, məhəllə və məhəllədaxili şəbəkələr ilə sakinlərə çatdırılır. Rəsmi məlumatlara əsasən şəbəkədə su itkiləri 18-

Göstərilən şərtlər əksər halda pozulmuş və torpaqlar təyinatı üzrə istifadə edilmədən müxtəlif tikinti obyektləri, fərdi yaşayış evləri və digər məqsədlər üçün istifadə edilmişdir.

Yarımadada son onillikdə şəhərsalma əhəmiyyətli dərəcədə genişlənməmişdir. 2002-ci (şək.1) və 2018-ci ildə (şək.2) çəkilmiş Google peyk görüntülərini müqayisə edərkən bunu aydın görmək olur. [9]

Şəkil 2. 2018-ci il

20% təşkil edir. Belə ki, 2011-ci ildə şəbəkəyə verilən suyun miqdarı 536.6 mln m<sup>3</sup> olduğu halda itkilər 102.8 mln m<sup>3</sup> təşkil etmişdir.

İstifadə olunan suyun 60%-nə yaxın bir hissəsi bioloji və mexaniki təmizləmədən keçərək dənizə atılır, qalan 40%-i heç bir əməliyyat aparılmadan ya dənizə, ya da ətrafda yerləşən göl və çalalara axıdılır. 2011-ci ildə formalaşan 533.1mln m<sup>3</sup> tullantı sudan təmizlənməmiş sututarlara atılan suyun miqdarı 223 mln m<sup>3</sup> təşkil etmişdir.

Tullantı suların idarə olunması və yarımada ekoloji vəziyyətinin yaxşılaşdırılması məqsədi ilə 1972-ci ildən Bakı şəhərinin kanalizasiya şəbəkəsinin tikintisinin ikinci mərhələsi başlandı və 1976-cı ildə gücü gün ərzində 18,6 min kub metr olan Hacı-Həsən, 1980-ci ildə anoloji gücə malik ikinci Mərdəkan-Şüvalan mexaniki-təmizləmə qurğuları tikilib istismara verildi. 1987-ci ildə Hövsan aerasiya stansiyasının tikintisinin 1-ci növbəsinin gün ərzində 400,0 min kub metr çirkab su təmizləyən qurğuları istismara verildi. Bu stansiyanın gün ərzində 200,0 min kub metr çirkab su təmizləyən

qurğularının 2 ci növbəsi 1990-cı ildə tikilib başa çatdırıldı.

2010-cu ildə Hövsan aerasiya stansiyasında əsaslı yenidənqurma işləri aparılmışdır və hazırda stansiyada gün ərzində 600,0 min kub metr çirkab su təmizləyə bilən qurğular istismar edilir.

Hövsan aerasiya stansiyasının, Sahil kollektorunun və özüaxınlı sənaye zonası kollektorunun istismara verilməsi ilə əlaqədar Bakı buxtasına təmizlənmədən axıdılan çirkab suların miqdarı gün ərzində 500,0 min kub metr azaldılmışdır. Buda nəticədə Bakı buxtasının ekoloji cəhətdən saflaşdırılmasına böyük təsir göstərmişdir.

Bakı şəhərində "Böyük Kanalizasiya" şəbəkəsinin tikintisi ilə yanaşı Binəqədi rayonunda Böyük-Şor gölü sahilində gölə axıdılan çirkab suların qarşısının alınması məqsədi ilə 4 saylı nasos stansiyasının tikintisi də aparılmışdır. 4 saylı kanalizasiya nasos stansiyasının tikintisi 1995-ci ildə başa çatdırılmışdır. Bu stansiyanın istismara

verilməsi ilə Binəqədi, Biləcəri və Rəsulzadə qəsəbələrindən Böyük-Şor gölüne axıdılan tullantı sularının qarşısı alınmışdır. Bunun nəticəsidir ki, Böyük-Şor gölünün səviyyəsi 2,0 metrdən artıq enmiş, göl sahilində bataqlıqlaşmış xeyli sahə qurumuşdur. Bunlarla yanaşı Xəzər dənizi və sahil ərazilərin çirklənmədən qorunması məqsədi ilə Bilgəh, Buzovna, Mərdəkan, Nardaran, Pirşağı, Novxanı və Sumqayıt ərazilərində ümumi gücü 6.5 min m<sup>3</sup>/gün olan 17 ədəd modul tipli çirkab su təmizləyici quraşdırılaraq sahil boyu 86 km sahədə çirkab sular və bataqlıqların 80%-ə qədəri qurudulmuş və ekoloji tarazlıq bərpa edilmişdir.

Bütün bunlarla yanaşı şəhərdə uzun müddət istismar edilən Zığ, Mərdəkan-Şüvəlan, Hacı-Həsən, Sahil, Pirallahı və s. təmizləyici qurğularının bir sıra hissələri fiziki cəhətdən əvvəlki keyfiyyətini itirmiş və hazırda yarımada əmələ gələn tullantı sularının tam təmizlənməsi hələ ki, problem olaraq qalmaqdadır

## NƏTİCƏ

1. Abşeron yarımadasında nef-qaz sənayesinin uzun illər inkişafı ilə əlaqədar olaraq 3 milyard m<sup>3</sup>-dan artıq şoran lay suları yer səthinə çıxarılaraq ətraf mədən ərazilərinə, çökəkliklərə və göllərə axıdılmışdır. Neftli şoran lay suların səthə boşaldılması mədən və onların əhatə dairəsi ərazilərində torpaqların neftlə çirklənməsinə, yeni su hövzələrin əmələ gəlməsinə, mövcud olanların genişlənməsinə, yeraltı suların səviyyəsinin sürətlə qalxmasına, neqativ ekzogen proseslərin şiddətlənməsinə, ekoloji mühitin bütün komponentlərinin çirklənməsinə gətirmişdir.
2. 2003-cü ildə Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasına müxtəlif mənbələrdən 564 milyon kubmetr su verilmişdirsə, demoqrafik səbəblərdən əhalinin sayının kəskin artması nəticəsində indi bu göstərici 23 faiz artaraq 696 milyon kubmetrə yüksəlib. Bu da suların aşağı qatlara infiltrasiyası xeyli artmışdır.
3. Google peyk görüntülərini müqayisə edərkən aydın olur ki, son onillikdə şəhərsalma əhəmiyyətli dərəcədə genişlənmişdir. Şəhər və qəsəbələrinin genişlənməsi yarımada içməli sudan istifadədə və əmələ gələn məişət və təsərrüfat tullantı sularının idarə olunmasında mövcud problemlərin daha da sərtləşməsinə, su hövzələrinin sahələrinin genişlənməsinə, subasma və bataqlaşma proseslərinin aktivləşməsinə şərait yaratmışdır.

## ƏDƏBİYYAT

6. Məmmədova E.A., Abbasova G.H. Bakı şəhəri ərazisində qrunut sularının hidrodinamik rejiminə urbanizasiya amillərinin təsirinin qiymətləndirilməsi. Azər-baycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildə-nümünə həsr olunmuş "Geologiyanın aktual problemləri" mövzusunda Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2017-ci il il. Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2017. Səh.153-155.
7. Ələkbərov A.B. Yeraltı suların kəşfiyyatı və istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi. Bakı, Nafta-Press-2014, -180 s.
8. Ələkbərov M.A., Qaralov B.Ə., Kərimov P.M. 2009-2013-cü illərdə Azərbaycan Respublikası ərazisində yeraltı suların monitorinqinin aparılması işlərinin nəticələri haqqında hesabat. Bakı: 2015. Kompleks Hidrogeologiya və Mühəndis Geologiyası Ekspedisiyasının arxivi. 142 s.
9. Климат Азербайджана. Подред. А.А. Мадатзаде и Э.М. Шихлинского. Баку: АН Азерб. ССР, 1968. 320 с.

10. Əliyev F.Ş. “Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlarından istifadə və geokoloji problemləri “ Bakı-2000. 22-25; 274-283 s.
11. Mammadova E.A. Legitimacy of the regime formation of the underground waters of the urban zones: in the sample of Baku city. American Journal of Science and Technologies. №1 (28), January-April, 2018. Volume X. “Princeton University Press”, 2018. – 496 p. P. 259-267. Abadov B.A., Məmmədova E.A. Qərbi Abşeronun hidrogeoloji və mühəndisi-geoloji şəraitinin texnogen amillərin təsiri altında formalaşması və geokoloji problemlər. Bakı Universitetinin Xəbərləri Jurnalı. Təbiət elmləri seriyası. №1, 2013. s.115-123.
12. İnternet resursları: [eco.gov.az](http://eco.gov.az)
13. İnternet resursları: [azersu.az](http://azersu.az)
14. İnternet resursları: [google.com](http://google.com) (Google peyk görüntüləri)

### **ANTHROPOGENIC FACTORS THAT INFLUENCE THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE BAKU TROUGH**

**Ş.A.Panahi, C.E.Aliyev**

**Azerbaijan State Oil and Industry University**

*Email: [cavid.eliyev3@gmail.com](mailto:cavid.eliyev3@gmail.com)*

There are several anthropogenic factors affecting the regime of groundwater in the Baku trough territory. The article examines the impact of the development of the oil and gas industry, demographic changes and the increasing demand of the population for drinking water, the effectiveness of land acquisition, including the consequences of water supply and sewerage losses.

Thus, as a result of the intensive development of the oil and gas industry for many years, 3 billion cubic meters of saline water has been discharged to the surrounding areas.

Due to demographic changes, the population of the peninsula is about 3.5 million in a short period of time (10-12 years), as well as the economic growth of the peninsula with a pace of growth since 1995 is a major construction site, further complication of existing water management problems, expansion of water reservoirs, activation of submersible and marshalling processes, as well as significant increase of household and household water infiltration.

### **АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ, КОТОРЫЕ ОКАЗЫВАЮТ ВЛИЯНИЕ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БАКИНСКОЙ МУЛЬДЫ**

**Ш.А.Панахи, Д.Э.Алиев**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и  
Промышленности**

*Эл. адрес: [cavid.eliyev3@gmail.com](mailto:cavid.eliyev3@gmail.com)*

В области Бакинской мульды на режим грунтовых вод оказывает влияние ряд антропогенных факторов. В статье рассматриваются развитие нефтегазовой отрасли, демографические изменения и растущий спрос населения на питьевую воду, эффективность изъятия земель, в том числе были исследованы последствия потерь воды в водоснабжении и канализационных системах.

Таким образом в результате интенсивного развития нефтегазовой промышленности в течение многих лет на поверхность земли было выведено около 3 млрд. м<sup>3</sup> нефтеносной пластовой соленой воды и сброшено в соседние районы.

В связи с демографическими изменениями рост населения полуострова до 3.5 миллиона за короткий период времени (10-12 лет), а также с 1995-го года превращение территории с быстрыми темпами в большую строительную площадку, при использовании питьевой воды в полуострове, включая ужесточение существующих проблем в управлении возникших бытовых и сточных вод, расширение водоемов, активация процессов погружения и сортировки, создает условия для значительного увеличения инфильтрации хозяйственных вод в нижние слои.

УДК 621.43.016

**ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЦЕНТРЕ ЯДРА КАЛОРИМЕТРА ВСЛЕДСТВИИ УТЕЧКИ ТЕПЛА С ТОРЦОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦИЛИНДРА**

**Д. Я. Назиев**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности**

e-mail: [j\\_naziyev@yahoo.com](mailto:j_naziyev@yahoo.com)

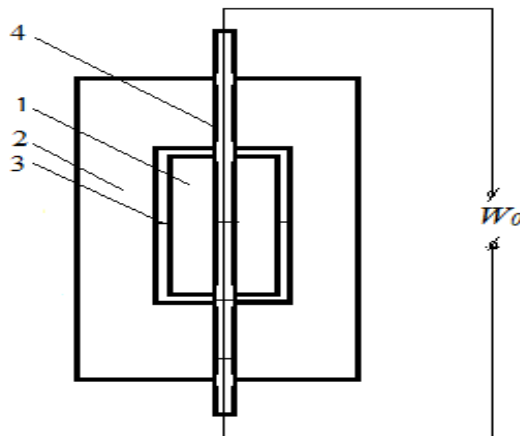
*Аннотация:* В работе дается уравнение, используя которое и данные по изменению разности температур со временем, можно вычислить погрешность допущенную при измерении температуры в центре ядра калориметра и использование ее в расчетах теплопроводности и изобарной теплоемкости. Как показано в работе эти погрешности эксперимента могут достигать достаточно большие значения.

**Ключевые слова:** теплопроводность, теплоемкость, калориметр, погрешность эксперимента, утечка тепла.

Для определения теплофизических свойств жидкостей могут применяться как стационарные, так и нестационарные методы исследования [1]. К нестационарным методам относятся методы монотонного разогрева [2] и методы бикалориметров.

При расчетах теплопроводности и изобарной теплоемкости по экспериментальным данным, полученными этими методами исследования, необходимо учитывать целый ряд погрешностей, среди которых погрешность, определяемое условиями измерения температуры при

помощи термопары [3]; погрешность из-за утечки тепла по трубке, в которой находятся нагреватель и термопары; погрешность из-за потери тепла с торцов, при отсутствии компенсационных цилиндров [4,5]. Последнее приводит к нарушению температурного поля по длине цилиндров. Схема калориметра показана на рисунке 1. Ядро 1 находится внутри автоклава 2. Исследуемая жидкость заполняется в промежуток 3 между ними. Трубка 4, внутри которой находится электронагреватель мощностью  $W_0$  и термопары проходит вдоль оси ядра.



**Рис. 1. Схема калориметра**

В состоянии равновесия в ячейке включается электронагреватель. Температура ядра повышается. Вычисление коэффициентов теплопроводности и теплоемкости сводится к измерению разности температур ядра и

автоклава  $\theta$  со временем при определенном значении  $W_0$ . Оценим тепло, уходящее с торцов ядра. Температурное поле по длине ядра дается на рисунке 2.

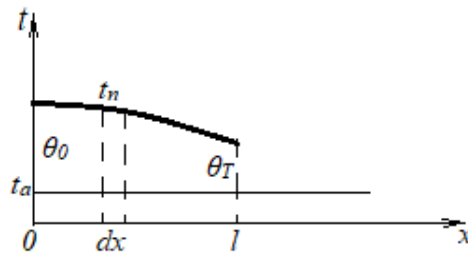


Рис. 2. Температурное поле по длине ядра

Уравнение теплового баланса для элементарного объема ядра  $dV$  с длиной  $dx$

$$q_x - q_{x+dx} - dq_1 + dq_2 - dq_3 = 0, \quad (1)$$

Здесь  $q_x - q_{x+dx} = \lambda_n \sigma \frac{d^2\theta}{dx^2} dx$  - тепло, получаемое вследствие теплопроводности по длине ядра,  $dq_1 = 2\pi\lambda \frac{\theta}{\ln K} dx$  - тепло, поступающее в автоклав сквозь кольцевой слой жидкости,  $dq_2 = \frac{W}{l} dx = \frac{W_0}{l_0} dx$  - тепло, выделяемое электронагревателем,  $dq_3 = c_p dV \frac{\partial\theta}{\partial\tau} = c_p \sigma b dx$  - тепло, которое поглощает объем  $dV$ . Здесь  $\sigma$  - площадь поперечного сечения ядра,  $\lambda_n, c_p$  - теплопроводность и объемная теплоемкость материала ядра,  $K_b = \frac{R_2}{R_1}$  - отношение радиусов кольцевого слоя жидкости,  $b$  - скорость нагрева ядра,

$$W = \frac{W_0}{2} \text{ и } l = \frac{l_0}{2}.$$

Из выражения (1) получаем

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} - m^2\theta = 0. \quad (2)$$

Здесь  $m_b^2 = \frac{2\pi\lambda}{\lambda_n \sigma \ln K}$ ,  $n = \frac{b}{a} - \frac{W}{\lambda_n \sigma l}$ , а - коэффициент температуропроводности материала ядра.

При решении данной задачи считаем температура по длине автоклава не изменяется, теплоемкость жидкости пренебрежимо мала по сравнению с теплоемкостью ядра и ядро располагается строго концентрично внутри автоклава.

Для конечного цилиндра решением (2) будет

$$\theta = -\frac{n}{m^2} + A_1 e^{mx} + A_2 e^{-mx}. \quad (3)$$

С учетом граничных условий

$$\text{при } x = 0 \quad \left(\frac{d\theta}{dx}\right)_0 = 0,$$

$$\text{при } x = l \quad -\lambda \left(\frac{d\theta}{dx}\right)_l = \frac{\lambda}{\delta} \theta_T,$$

где  $\theta_T$  - разность температур в торцевом слое жидкости,  $\delta = R_2 - R_1$ ; получаем

$$A_1 = A_2 = -\frac{\lambda\theta_T}{\lambda_n \delta m} \frac{1}{e^{ml} - e^{-ml}}.$$

Также из уравнения (3)

$$\theta = -\frac{n}{m^2} - \frac{e^{mx} + e^{-mx}}{e^{ml} - e^{-ml}} \frac{\lambda\theta_T}{\lambda_n \delta m}, \quad (4)$$

или выражая через гиперболические синус

$$\text{sh}x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \text{ и косинус } \text{ch}x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

$$\theta = -\frac{n}{m^2} - \frac{\text{ch}(mx)}{\text{sh}(ml)} \frac{\lambda\theta_T}{\lambda_n \delta m}. \quad (5)$$

Средняя температура по длине ядра

$$\theta_l = \frac{1}{l} \int_0^l \theta dx = -\frac{n}{m^2} - \frac{\lambda\theta_T}{\lambda_n \delta m^2 l}. \quad (6)$$

Тогда

$$\theta = \theta_l - \frac{\lambda\theta_T}{\lambda_n \delta m^2 l} \left[ \frac{\text{ml} \cdot \text{ch}(mx)}{\text{sh}(ml)} - 1 \right]. \quad (7)$$

Определим когда  $\theta = \theta_l$ ,

$$\frac{\text{ml} \cdot \text{ch}(mx)}{\text{sh}(ml)} - 1 = 0,$$

$$x = \frac{1}{m} \text{arch} \left[ \frac{1}{\text{ml}} \text{sh}(ml) \right]. \quad (8)$$

Считая  $ml < 1$

$$\text{ch}(mx) = 1 + \frac{m^2 x^2}{2};$$

$$\text{sh}(ml) = ml + \frac{m^2 l^2}{6}.$$

Тогда

$$x = \frac{l}{\sqrt{3}}.$$

Средняя поверхностная температура ядра



$$\begin{aligned} & \theta_F \\ & = \frac{S_1\theta_l + S_2\theta_T}{S_1 - S_2} \\ & = \frac{\theta_l + \frac{R_1}{2l}\theta_T}{1 + \frac{R_1}{2l}} \end{aligned} \quad (9)$$

где  $S_1, S_2$  - площади цилиндрической и торцевой поверхностей ядра.

Рассматриваем  $\theta$  как постоянную по поверхности ядра.

Учитывая

$$\theta_T = -\frac{n}{m^2} - \frac{\lambda_n \delta m \operatorname{sh}(ml)}{\lambda_n \delta m \operatorname{sh}(ml) + \lambda ch(ml)} \quad (10)$$

из выражения (9)

$$= \frac{2l}{2l + R_1} \left( -\frac{n}{m^2} + \frac{\lambda \theta_T}{\lambda_n \delta m^2 l} + \frac{R_1}{2l} \theta_T \right) \quad (11)$$

Сравнивая выражения (5) и (11)

находим  $\frac{ch(mx)}{\operatorname{sh}(ml)} = -\frac{n}{m^2} \frac{R_1}{2l + R_1} \frac{\lambda_n \delta m}{\lambda \theta_T} -$

$$\frac{2l}{2l + R_1} \frac{\lambda_n \delta m}{\lambda} \frac{R_1 \lambda_n \delta m^2 - 2\lambda}{2\lambda_n \delta m^2 l} \quad (12)$$

Найдем значение  $x$  при котором  $\theta = \theta_F$ .

Обозначим правую часть выражения (12) через  $B$ , получим

$$x = \frac{1}{m} \operatorname{arch}[B \operatorname{sh}(ml)] \quad (13)$$

Упростим выражение (12).

При  $ml < \pi$  из выражения (10) с некоторой степенью погрешности можно написать

$$\frac{1}{\theta_T} = -\frac{m^2}{n} \left[ 1 + \frac{\lambda}{\lambda_n \delta m} \operatorname{cth}(ml) \right] = -\frac{m^2}{n} \left[ 1 + \frac{\lambda}{\lambda_n \delta m} \left( \frac{1}{ml} + \frac{ml}{3} \right) \right] \quad (14)$$

С учетом (14) из (12)

$$\frac{1 + \frac{m^2 x^2}{2}}{1 + \frac{m^2 l^2}{6}} = 1 + \frac{1}{3} \frac{R_1}{2l + R_1} m^2 l^2.$$

Тогда

$$x = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{1 + \frac{R_1}{2l + R_1} \frac{6 + m^2 l^2}{3}} \quad (15)$$

Если  $m^2 l^2 \ll 6$  можно принять, что

$$x = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{1 + \frac{2R_1}{2l + R_1}} \quad (16)$$

Используя (15) можно определить расстояние от центра ядра, где термопара покажет среднюю поверхностную разность температур.

Найдем уравнение, которое заменит уравнения (12) и (13) для случаев, когда ядро изготовлено из изоляционного материала или для ампулы заполненной жидкостью. Для этих случаев уравнения (15) и (16) применять нельзя. Если  $ml \gg \pi$ , то  $e^{-ml} = 0 \forall e^{-mx} = 0$ .

Тогда из (8)

$$x = l - \frac{1}{m} \ln(ml) \quad .$$

При этом условии  $\theta = \theta_l$ .

С некоторыми допущениями

$$\theta = \theta_l - \frac{\theta_T}{\delta m^2 l} [mle^{-m(l-x)} - 1] \quad .$$

При  $B \operatorname{sh}(ml) \gg 1$  из (13)

$$x = l - \frac{1}{m} \ln B^{-1} \quad .$$

При условии  $\lambda = \lambda_n$

$$B = \frac{1}{(2l + R_1)m} \left( 2 - R_1 \delta m^2 - \frac{nR_1 \delta}{\theta_T} \right) \quad .$$

Вычислим погрешность допущенную при измерении температуры в центре ядра и при использовании ее в расчетах  $\lambda$  и  $c_p$ . Из (5) определяем  $\theta_0$ , а затем сравниваем ее с  $\theta_F$ . Для медного сплошного ядра  $\theta_F = 0,93\theta_0$ , погрешность измерения при этом 7%. Для тонкостенной ампулы  $\theta_F = 0,93\theta_0$ , а погрешность будет 18%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Naziyev S.Y. Maye və qazların istilik tutumunun ölçülməsi metodikası. – Bakı. - 2001. - 157s.
2. Платунов Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме. – Москва (Россия). Энергия. - 1973. – 144 с.
3. Белоусов О.Г., Белых А.В. Расчет погрешности измерения температуры. - 2011 - с. 5-6. - <https://cyberleninka.ru/article/n/raschyot-pogreshnosti-izmereniya-temperatury.pdf>
4. Назиев Д.Я. Теплопроводность многокомпонентных смесей углеводородов при высоких параметрах состояния. - Дис. док. тех. наук. - 1997. - 454 с.
5. Иванов В.А. Методы и аппаратура комплексных измерений теплофизических и термомеханических свойств и характеристик композиционных материалов и конструкций. - Дис.

док. тех. наук. – Институт физико-технических проблем Севера. Сибирское отделение РАН (Россия). - 2015. – с. 95-97.

**ÖLÇÜ SİLİNRİN UCLARINDAN İSTİLİK İTKİSİ BAŞ VERDİYİ SƏBƏBİNDƏN  
KALORİMETRİN ÖZƏYİNİN MƏRKƏZİNDƏ TEMPERATURUN ÖLÇÜLMƏSİ ZAMANI  
BURAXILAN XƏTANIN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

**C.Y. Naziyev**

Məqalədə verilən tənlikdən və temperatur fərqlinin zamanla dəyişməsindən istifadə etməklə kalorimetrin özəyinin mərkəzində temperaturun ölçülməsi zamanı və bu temperaturun  $\lambda$  və  $C_p$  hesablamalarında istifadə edərək buraxılan xətanı hesablamaq olar. İşdən görüldüyü kimi, bu təcrübi xətaların qiymətləri olduqca böyük ola bilər.

**Açar sözlər:** istilikkeçirməsi, istilik tutumu, kalorimetr, eksperimental xəta, istiliyin sızması.

**ESTIMATION OF THE ERROR OF DETERMINATION OF THE TEMPERATURE IN  
THE CENTER OF A CORE OF A CALORIMETER DUE TO HEAT LEAKAGE FROM THE  
END OF THE MEASURING CYLINDER**

**J.Y. Naziyev**

Abstract: In this paper, an equation is given, using which and also data on the temperature difference over time the the error of measuring the temperature at the center of the calorimeter core and using it in the calculations of  $\lambda$  and  $C_p$  can be calculated. As shown in the paper, these experimental errors can reach rather large values.

**Keywords:** thermal conductivity, heat capacity, calorimeter, experimental error, heat leakage.



УДК 621.546

**СФЕРИЧЕСКИ-РАДИАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ НЕФТИ В ОДНОРОДНОМ ПЛАСТЕ ПО ЛИНЕЙНОМУ ЗАКОНУ ФИЛЬТРАЦИИ В ВОДОНАПОРНОМ РЕЖИМЕ**

**Л.С. Гаджиева  
АГУНП**

*В настоящей статье представлены результаты решения гидродинамической стационарной задачи о сферически-радиальном простом движении несжимаемой вязко-пластичной нефти в однородной залежи, по линейному закону фильтрации, при водонапорном режиме пласта.*

*Выводились формулы для всех основных параметров потока, то есть для дебита, закона распределения движения, градиента давления и скорости фильтрации рассматриваемой нефти.*

*Выводилась также формула для вычисления полного перемещения частицы вязко-пластичной нефти от контура питания до скважины.*

*С другой стороны, определено, что характер влияния СМС нефти на значение градиента давления в дренажной зоне различен.*

**Ключевые слова:** сферически-радиальная фильтрация, вязко-пластичная нефть, обобщённый закон Дарси, однородная залежь, скважина, дебит, скорость фильтрации, градиент давления.

Текущая площадь фильтрации является площадью текущей поверхности полусферы и равна:

$$F = 2\pi r^2 \quad (2)$$

Скорость фильтрации и дебит скважины связываются друг с другом следующим образом:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{2\pi r^2} \quad (3)$$

где Q - дебит скважины.

Приравнявая выражения (1) и (3), получаем

$$\frac{Q}{2\pi r^2} = \frac{k}{\eta} \frac{dP}{dr} - \frac{k}{\eta} G$$

отсюда имеем следующее дифференциальное уравнение, разделённое на переменные:

$$dP = \frac{Q}{2\pi r^2} \frac{dr}{r^2} + Gdr \quad (4)$$

Интегрируя уравнение (4) по давлению в пределах от  $P_c$  до  $P_k$  и по радиусу-вектору в пределах от  $r_c$  до  $R_k$ , находим:

$$P_k - P_c = \frac{Q\eta}{2\pi k} \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right) + G(R_k - r_c)$$

Отсюда находим формулы для дебита скважины в виде:

$$Q = \frac{2\pi k(P_k - P_c) - 2\pi kG(R_k - r_c)}{\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} \quad (5)$$

Этот вид простого фильтрационного потока возможен в том случае, когда продуктивная полусферическая нефтяная залежь состоит из механически прочной породы, состоящей, например, из доломита, известняка или песчаника. А вертикальная скважина со своим полусферически вогнутым забоем едва вскрыла залежь в её центре, породы которой являются однородной несжимаемой пористой средой.

Фильтрация вязко-пластичной нефти подчиняется обобщённому закону Дарси, который выражается по следующей дифференциальной форме [1, 2]:

$$v = \frac{k}{\eta} \left( \frac{dP}{dr} - G \right), \quad \frac{dP}{dr} > G \quad (1)$$

где  $v$  - текущая скорость фильтрации;  $k$  - проницаемость залежи по вязко-пластичной нефти;  $\eta$  - структурная вязкость вязко-

пластичной нефти в пластовых условиях;  $\frac{dP}{dr}$  - текущий градиент давления в дренажной зоне залежи;  $G$  - начальный градиент давления, проявляющийся при наличии процесса фильтрации;  $P$  - давление;  $r$  - текущий радиус-вектор.

Как видно из выражения (1), при  $\frac{dP}{dr} \leq G$  фильтрация вязко-пластичной нефти отсутствует.

$$Q = \frac{2\pi k(P_k - P_c - \Delta p_o)}{\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} \quad (5, a)$$

В этих формулах:

$P_k$  - пластовое давление;  $P_c$  - динамическое забойное давление скажины;  $R_k$  - радиус контура питания;  $r_c$  - радиус скважины.

Начальный градиент давления будет:

$$G = \frac{\Delta p_o}{(R_k - r_c)} \quad (6)$$

где  $\Delta p_o$  - начальный перепад давления.

Б.И. Султанов [1] в результате специальных экспериментальных исследований нашёл следующую эмпирическую связь между начальным перепадом давления  $\Delta p_o$  и предельным напряжением сдвига  $\tau_o$  вязко-пластичной жидкости:

$$\Delta p_o = \frac{\alpha \tau_o \cdot L}{\sqrt{K'}} \quad (7)$$

где  $\alpha = (155 - 180) \cdot 10^{-4}$  - безразмерный коэффициент, найденный в результате опытов. Его среднее значение:  $\alpha = 167 \cdot 10^{-4}$ , при этом погрешность составляет  $\pm 8\%$ ;

$\tau_o$  - предельное напряжение сдвига вязко-пластичной жидкости в пластовых условиях;  $L$  - путь фильтрации;  $K'$  - коэффициент воздухо-проницаемости пористой среды, то есть абсолютной проницаемости.

Для определения закона текущего распределения давления в дренажной зоне, интегрируем уравнение (4) по давлению от  $P$  до  $P_k$  и по радиусу-вектору от  $r$  до  $R_k$ , получаем:

$$P = P_k - \frac{Q\eta}{2\pi k} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R_k} \right) - G(R_k - r) \quad (8)$$

Подставляя значение дебита скважины  $Q$  из выражения (5) в формулу (8), находим следующий закон распределения давления в дренажной зоне полусферической залежи:

$$P = P_k - \frac{[P_k - P_c + G(R_k - r_c)] \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R_k} \right)}{\left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} - G(R_k - r) \quad (9)$$

Для вывода выражения для текущего градиента давления, дифференцируем давление  $P$  в формуле (9) по  $r$  и получаем:

$$\frac{dP}{dr} = \frac{P_k - P_c - G(R_k - r_c)}{\left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} \frac{1}{r^2} + G \quad (10)$$

В зоне, где градиент давления меньше, чем начальный градиент давления, вязко-пластичная жидкость не движется, т. е. остаётся в покое, поэтому эта зона называется застойной зоной.

Подставляя это значение из формулы (10) в формулу (1), находим следующее выражение для текущей скорости фильтрации:

$$v = \frac{K(P_k - P_c) - KG(R_k - r_c)}{\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} \frac{1}{r^2} \quad (11)$$

А теперь определим время перемещения частицы вязко-пластичной нефти в дренажной зоне залежи.

С этой целью, используем связь между средней истинной скоростью движения жидкости в поровых каналах и скорости фильтрации, которая представляется в виде:

$$w = \frac{v}{m} = - \frac{dr}{dt} \quad (12)$$

где  $w$  - средняя истинная скорость движения жидкости в поровых каналах;  $m$  - коэффициент пористости породы залежи;  $t$  - время.

Подставляя значение  $v$  из формулы (11) в формулу (12), получаем:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{KG(R_k - r_c) - K(P_k - P_c)}{m\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)} \frac{1}{r^2}$$

Разделяя на переменные последнее уравнение, имеем:

$$dt = \frac{m\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)}{KG(R_k - r_c) - K(P_k - P_c)} \cdot r^2 dr \quad (13)$$

Интегрируя уравнение (13) по  $t$  в пределах от  $t$  до 0 и по  $r$  в пределах от  $r$  до  $r_o$ , находим:

$$t = \frac{m\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)}{K(P_k - P_c) - KG(R_k - r_c)} \cdot \frac{r_o^3 - r^3}{3} \quad (14)$$

По формуле (14) определяется время перемещения частицы вязко-пластичной

жидкости в полусферической залежи на расстоянии, равном разности  $r_0 - r$ . Полное время перемещения частицы жидкости определяется из выражения (14) при  $r_0 = R_k$  и  $r = r_c$ :

$$T = \frac{m\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)}{K(P_k - P_c) - KG(R_k - r_c)} \cdot \frac{R_k^3 - r_c^3}{3} \quad (15)$$

Если примем, что  $r_c^3 \cong 0$ , то получим:

$$T = \frac{R_k^3}{3} \cdot \frac{m\eta \left( \frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)}{K(P_k - P_c) - KG(R_k - r_c)} \quad (16)$$

Анализ формул (5) и (5, а) показывает, что дебит скважины, работающей в центре полусферической залежи, дающей вязкопластичную нефть прямо пропорционален перепаду давления  $\Delta p = P_k - P_c$  (то есть с прилагаемой полной депрессией), притом зависимость прямолинейна.

Анализ формул (5) и (5, а) показывает что, дебит скважины, работающей в центре полусферической залежи, дающей вязкопластичную нефть прямо пропорционален с перепадом давления  $\Delta p = P_k - P_c$  (то есть с прилагаемой полной депрессией), притом зависимость прямолинейна.

В отличие от аналогической зависимости для ньютоновских жидкостей здесь часть (неполезная общего перепада давления, т. е.  $\Delta p_0$  (начальный перепад давления) расходуется на преодоления предельного напряжения сдвига вязкопластичной бингамовских жидкостей  $\tau_0$ , т. е. по именам авторов закона трения. Поэтому изменение перепада давления, увеличиваясь от нуля до значения  $\Delta p_0$ , не может привести к притоку вязкопластичной нефти из залежи к скважине. Кроме того, из формул (5) и (5, а) видно, что при прочих равных условиях, увеличение значения предельного напряжения сдвига жидкости  $\tau_0$  приводит к увеличению  $\Delta p_0$

### Выводы и рекомендации

1. В статье решения гидродинамическая стационарная задача о сферически-радиальном движении несжимаемой вязкопластичной нефти в однородной залежи по линейному закону фильтрации при водонапорном режиме пласта.
2. Фильтрация вязкопластичной нефти подчиняется обобщённому закону Дарси. Вертикальная эксплуатационная скважина работает в центре залежи, едва вскрыла кровлю залежи своим полусферическим вогнутым забоем и является гидродинамически совершенной, по характеру вскрытия, а гидродинамически несовершенной, по степени вскрытия залежи.

и следовательно, к уменьшению дебита скважины. Значит, зависимость между расходом и предельным напряжением сдвига вязкопластичной жидкости обратно пропорциональна.

Анализ формул (10) и (11) показывает что, градиент давления и скорость фильтрации (т. е. их текущие значения) обратно пропорциональны квадрату радиуса-вектора.

Увеличение пластичности жидкости способствует уменьшению скорости фильтрации при прочих равных условиях. Характер влияния структурно-механических свойств (СМС) на градиент давления в дренажной зоне разный и зависит от значения

радиуса-вектора, т. е.: при  $r = \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , предельное напряжение сдвига не влияет на

значение градиента давления; при  $r > \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , вязкопластичные свойства жидкости увеличивает значение градиента давления; при

$r < \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , эти свойства уменьшают значение градиента давления.

Анализируя формулу (9), можно отметить, что при прочих равных условиях, увеличение предельного напряжения сдвига вязкопластичной жидкости приводит к уменьшению текущего давления в дренажной зоне. Из формулы (9) видно, что при  $r = const$  (17),  $P = const$ .

Здесь выражение (17) является уравнением семейства концентрично расположенных полусферических изобарных поверхностей. Линия тока этой жидкости радиальные прямые, направленные к центру залежи.

Из формул (15) и (16) следует, что зависимость перемещения рассматриваемой жидкости от СМС жидкости является прямо пропорциональной, т. е. с увеличением значений СМС жидкостей, время перемещения частицы жидкости увеличивается.

3. Выводились формулы для всех основных параметров рассматриваемого, простого, фильтрационного потока, то есть для дебита скважины, закона распределения текущего давления в дренажной зоне, текущего градиента давления и текущей скорости фильтрации этой нефти; последние два параметра обратно пропорциональны квадрату текущего радиуса-вектора.
4. Выводилась также формула для вычисления полного перемещения частицы вязко-пластичной жидкости от контура питания до скважины. Определение значения этого параметра имеет большое практическое значение для разработки морских нефтяных месторождений.
5. Увеличение пластичности жидкости способствует уменьшению скорости фильтрации при прочих равных условиях.
6. Характер влияния СМС нефти на значение градиента давления в дренажной зоне разный и зависит от значения текущего радиуса-вектора, то есть: 1) при  $r = \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , предельное напряжение сдвига не влияет на значение градиента давления; 2) при  $r > \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , СМС жидкости увеличивает значение градиента давления; 3) при  $r < \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , эти свойства уменьшают значение градиента давления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев С.Д., Эйвазова З.Э., Гусейнзаде Ч.С. Сферически-радиальная, стационарная фильтрация несжимаемой вязко-пластичной нефти с переменным начальным градиентом давления. Эко-энергетика, научно-технич. Журнал, 2017, № 2, стр. 59 – 63.
2. Новрузова С.Г. О простых фильтрационных потоках несжимаемых вязко-пластичных нефтей в однородном пласте. Ухтинский Государст. Техн. Университет. Проблемы разработ. и эксплуат. месторождений высоковязких нефтей и битумов. Материалы межрегиональной научно-техн. Конференции (13 – 14 ноября 2014 г.), стр. 158 – 165.

### SU TƏZYİQİ REJİMİNDƏ FİLTRASIYANIN XƏTT QANUNU ÜZRƏ HƏMCİNS LAYDA ÖZLÜ-PLASTİK, SİXILMAZ NEFTİN SFERİK-RADİAL HƏRƏKƏTİ

L.S. Hacıyeva  
ADNSU

Məqalədə həmcins layda su təzyiqli rejimi vaxtı filtrasianın xətt qanunu üzrə sıxılmaz özlü-plastik neftin sferik-radial sadə hərəkəti haqqında hidrodinamik stasionar məsələnin həllinin nəticələri təqdim edilmişdir. Filtrasiya Darsinin ümumiləşdirilmiş qanununa tabe olur, məhsuldar layın dam örtüyünü əyri şəkildə yarısfirik quyu dibini ancaq açan quyu mədənin mərkəzində işləyən hidrodinamik mükəmməldir, layın açmasının xüsusiyyətinə görə və hidrodinamik qeyri-mükəmməldir, layın açmasının dərəcəsinə görə.

Axının bütün əsas parametrlərinin düsturları, yəni debit, hərəkətin bölgüsünün qanunu, təzyiqlin və baxılan neftin filtrasiasının sürətinin qradiyenti üçün çıxarıldır.

Həmçinin quyuya qədər qidalanma konturundan özlü-plastik neft hissəciyinin tam yerdəyişməsinin hesabı üçün düstur çıxarılıb. Bu parametrlin qiymətinin təyini dəniz neft yataqlarının istehsalı üçün böyük praktik məna daşıyır. Aid edilmişdir ki, neftin plastikliyinin artımı, digər bərabər şərtlərlə yanaşı, filtrasianın sürətinin azaldılmasına imkan yaradır.

Digər tərəfdən, müəyyən edilib ki, drenaj qurşağında təzyiqli qradiyentinin qiymətinə neftin SMS-in təsirinin xüsusiyyəti müxtəlifdir, yəni: 1) o vaxt ki,  $r = \sqrt{R_k \cdot r_c}$  son gərginlik tərəqqi təzyiqli qradiyentinin qiymətinə təsir etmir; 2) o vaxt ki,  $r > \sqrt{R_k \cdot r_c}$  neftin SMS-ı təzyiqli qradiyentinin qiymətini artırır; 3) o vaxt ki,  $r < \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , bu xüsusiyyətlər təzyiqli qradiyentinin qiymətini azaldır.

**Açar sözlər:** sferik-radial filtrasiya, özlü-plastik neft, ümumiləşdirilmiş Darsi qanunu, həmcins lay, hidrodinamik mükəmməl quyu, debit, filtrasianın sürəti, təzyiqlin qradiyenti.

**SPHERICALLY-RADIAL MOTION OF VISCOSITY PLASTIC, INCOMPRESSIBLE OIL IN A  
HOMOGENEOUS LAYER ON THE LINEAR LAW OF FILTRATION IN THE WATER-  
PRESSURE REGIME**

**L.S. Hajieva  
AGUOI**

In this article the results of decision of hydrodynamic stationary task are presented about spherically-radial simple motion of incompressible viscosity plastic oil in a homogeneous bed on the linear law of filtration at the water-pressure regime of layer.

Filtration submits to the generalized Darcy's law, a mining hole works in the center of bed that the roof of productive bed barely unsealed the hemispheric concave coalface and is hydrodinamically accomplished, by the nature dissections of bed and hydrodinamically imperfect, on the degree of dissection of bed.

The formulas conclude for all basic parameters of stream, i. e. for a debit, law of distribution of motion, gradient of pressure and speed of filtration of the examined oil.

A formula conclude also for the calculation of the complete moving of particle of viscosity, plastic oil from the contour of feed to the mining hole. Determination of value of this parameter has a large practical value for development of the marine oil-fields. It is educed, that the increase of plasticity of oil assists reduction of speed of filtration other things being equal.

On the other hand, it is certain that character of influence of SMC of oil on the value of gradient pressure

in a drainage zone is different, i. e.: 1) at  $r = \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , maximum tension of change does not influence on

the value of gradient of pressure; 2) at  $r > \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , SMC of oil increases the value of gradient of pressure;

3) at  $r < \sqrt{R_k \cdot r_c}$ , these properties diminish the value of gradient of pressure.

**Key word:** spherically-radial filtration, viscosity plastic oil, the generalized Darcy's law, a homogeneous layer, hydrodinamically accomplished well, output, speed of filtration, gradient of pressure.

## İSTEHSAL TULLANTILARINDAN İSTİFADƏ OLUNMASI

Maqistr Rəhimov Yəhya Adil oğlu

İ. Hacıyev, K.S.Şixəliyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universteti

**Açar sözlər:** Polimer, tullantı, plastik kütlə, butilkauçuk, emal, polietilen, rezin, təkrar emal, xammal, termoplastlar, boyayıcı, xammal, texnologiya.

Adətən təkrar xammal elə polimer materiala deyilir ki, o emala məruz qalıb və ya istismar olunmuşdur. Təkrar xammal əsas iki qrupa bölünür: istehsal tullantısı və istismardan çıxmış tullantı. Müasir texnoloji prosesi elə qurmaq lazımdır ki, tullantı əmələ gəlməsin [1-3].

Avadanlığın təmiri, dayanması və işə salınması nəticəsində əmələ gələn tullantı, yenidən istehsala qaytarılır.

Əgər tullantını toplayaraq səxdə və ya anbarda saxladıqda onun xassəsi pisləşir. Tullantını xüsusi avadanlıqda xırdalayıb dənəvərləşdirdikdən sonra, onu ilkin polimerlə və ya oliqomerlə qarışdırıcıda qarışdıraraq bircinsli qarışıq almaq lazımdır. Bu halda ilkin polimerdə tullantının miqdarı 15-20%-dən artıq olmamalıdır və ya oliqomer lazımı miqdarda çox olmamalıdır. İlkin polimer və tullantı əsasında alınan məmulata satış görkəmi vermək üçün onların qarışığına boyayıcı maddə əlavə edilir. Polimer materialların uzun müddətli istismarı, onların destruksiya olunma ehtimalını çoxaldır və təkrar həmin polimerlərdən istifadəni məhdudlaşdırır. Uzunmüddətli istismar zamanı ən çox destruksiya olunan polimerlər - polivinilxlorid, poliformaldehid və s. Bu polimerlər 2-3 dəfə emal oluna bilər. Polietilen və polistirol əsaslı məmulatlar isə 4-5 dəfə yenidən emal oluna bilər.

Məişət mənşəli polimer tullantılarından təkrar istifadə etmək olduqca mürəkkəb məsələdir. Bu tullantıların toplanmasını təşkil etmək demək olar ki, mümkün deyildir. Əgər toplansa belə onları çeşidləmək, təmizləmək, xırdalamaq, yumaq və qurudaraq dənəvərləşdirmək kimi çətinliklərlə müşahidə olunur. Bütün bu çətinliklərə baxmayaraq polimer tullantılarının təkrar emalı mühüm ekoloji əhəmiyyət kəsb edir.

Plastik kütlə tullantılarını 3 qrupa bölmək olar:

Termoplastların sintezi və emalı zamanı əmələ gələn texnoloji tullantılar.

- Stiroil -----100
- Su -----300
- Emulqator ----- 1-2
- Yeyici natrium -----0,2

2. Sənaye istifadəsi nəticəsində əmələ gələn tullantılar. Bunlar müxtəlif sənaye sahələrindən işlədilən polimer məmulatlarının istismardan çıxması nəticəsində (istismardan çıxmış şinlər, qablar və örtüklər, maşın hissələri, kənd təsərrüfatında istifadə olunan örtük plyonkalar, gübrələr yerləşdirilmiş kisələr

və s.) əmələ gəlir. Bu tullantılar nisbətən eynicinsli olub, az çirkənməmiş formada olmaqla yanaşı, onların toplanması daha asandır. Belə tullantıların təkrar emalı nisbətən asandır.

3. İctimai işə müəssisələrində və məişətdə əmələ gələn polimer tullantıları. Bu tullantılar evimizdə, ictimai müəssisələrdə toplanan tullantılardır.

Bunlar şəhər zibilxanalarına tökülərək digər tullantılarla "birgə qarışıq" əmələ gətirirlər.

Birgə qarışıqların istifadəsi və emalı olduqca çətinidir. Polimer əsaslı tullantılar məişət tullantıları ilə qarışdıqlarına görə onların digər tullantılardan ayrılması pilləli aparılır ki, bu da mühüm çətinliklərlə bağlıdır. Tullantıya çevrilmiş polimer məmulatlarının əhalidən toplanması mühüm fəvqəladə çətinliklərlə əlaqədardır. Əhalidən polimer tullantılarının toplanmasının təşkili bizim ölkəmizdə hələlik təşkil olunmamışdır. Bu səbəbdən polimer tullantılarının əksəriyyəti digər tullantılarla birgə ya yandırılır, ya da yerə basdırılır. Bu da iqtisadi cəhətdən əlverişsiz və texniki cəhətdən mürəkkəbdir. Polimer tullantılarının yandırılması və ya basdırılması ətraf mühitin çirkənməsinə və bitki aləminin məhvinə səbəb olur.

Plastik kütlə əsaslı tullantıların yandırılmasının ətraf mühitin çirkənməsinə baxmayaraq onun yandırılması bu günə qədər davam edir. Polimer tullantılarının yanması nəticəsində alınan istilik bir o qədər də böyük olmur, tullantı yandırılan soba korroziya nəticəsində aradan çıxır, yanma zamanı əmələ gələn texniki karbon və zəhərli qazlar havanı çirkəndirir və su hövzələrinin çirkənməsinə səbəb olur.

Sənaye miqyasında 150 növ plastik kütlə istehsal olunur. Bunların 30%-i müxtəlif polimerlərin qarışıqlarıdır. Plastik kütlələrin fiziki-mexaniki xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədilə onlara müxtəlif tərkibli kimyəvi maddələr əlavə olunur ki, bunlar da «inqrediyent» adlanır [4-7].

İstehsal olunan plastiklərin 41% örtük materialı kimi istifadə olunur. Plastik kütlə əsaslı məmulatların keyfiyyətli və ucuz olması onların istifadə sahələrini genişləndirir. İstifadə olunan sonra polimer məmulatlar tullantıya çevrilir. Bu tullantıların təkrar emalı həm iqtisadi, həm də ekoloji əhəmiyyət kəsb edir.

Plastik kütlələrin təkrar emalı texnologiyasına əsas aşağıdakı əməliyyatlar daxildir:

a) İlkin plastik kütləyə inqrediyentləri əlavə edərək kimyəvi çevrilmələr nəticəsində materialın

yaradılması; b) alınmış materialın formalaşdırılması və formalaşdırılmış materialdan və layihə olunmuş hazır məhsulun alınması.

Plastik kütlələrin təkrar emalı sahəsinə materialın emala hazırlanması və onun sonrakı işlənməsi. Texniki-iqtisadi göstəricilərinin hesablanması da aiddir.

Plastik kütlələrin təkrar emalı sənayesində əsas texnoloji proseslər avtomatik sistemlərin, robotların və kompüterlərin iştirakı ilə aparıldığından texnoloji proses əsasən qapalı (göz ilə müşahidə olunmadan) mühitdə gedir. Plastik kütlələrin təkrar emalı sənayesində çalışmaq istəyənlərdə belə bir fikir yarana bilər ki, emal vaxtı polimerdə gedən proseslər ikinci əhəmiyyətlidir. Onu dərinəndən öyrənmək də olar. Bu olduqca səhv düşüncədir. Bu mühəndis - texnoloqun düşünmə qabiliyyətini məhdudlaşdırma bilər.

PO tullantılarının təkrar emalı üçün texnoloji parametrlərin seçilməsi onların fiziki-kimyəvi, mexaniki və texnoloji xassələrindən asılıdır. PO tullantılarının bu xassələri ilkin polimerin xassələrindən əsaslı surətdə fərqlənir. PO emalının əsas xüsusiyyətlərinə aşağı tökmə sıxlığını; ərintinin geoloji xüsusiyyətlərini; quruluşunun dəyişməsi ilə kimyəvi aktivliyinin artmasını və s. göstərmək olar. Polietilen əsaslı məmulatlar istismar vaxtı mexaniki təsirlərə məruz qalmaqla yanaşı onlar termiki və fotooksidləşmə destruksiyaya məruz qalaraq aktiv qrupların əmələ gəlməsinə səbəb olurlar. Bu aktiv qruplar sonrakı emal proseslərində oksidləşmə proseslərini həyəcanlandırmaq qabiliyyətinə malikdirlər. PO kimyəvi quruluşlarının dəyişməsi onların ilkin emalından başlayır, xüsusi ilə ekstruziya zamanı polimer daha çox termooksidləşmə və mexano kimyəvi təsirlərə məruz qalır. İstismar zamanı fotokimyəvi proseslər polimerin quruluşunun dəyişməsinə ən çox təsir edən amildir. Bu dəyişikliklər dönməz olduqları halda fiziki-kimyəvi xassələri yenidən bərpa oluna bilər. Məsələn, isti xanaların örtülməsi üçün istifadə

olunan polietilen plyonkalar bir-iki mövsüm istifadə olunduqdan sonra, presləşdikdə və ekstruziya olunduqdan sonra fiziki-kimyəvi xassələri tam bərpa olunur.

İstismar zamanı PE plyonkalarında karbonil qruplarının əmələ gəlməsi, plyonkaların oksigeni udma xassələrini artırır və nəticədə təkrar emal məhsulunda vinil və vinildən qruplarını əmələ gətirir.

PE plyonkalarının tərkibində karbonil qruplarının olması nə onların mexaniki davamlılığına, nə də işiq buraxma xassələrinə təsir etmir. Lakin, PE plyonkalarında karbonil qruplarının olması onların işiq təsirinə davamlılığını artırır.

PE-nin fotoqocalmasının əsas səbəbi hidroperoksiddir. Hidroperoksiddə ilkin materialların mexanokimyəvi proseslə emalı zamanı əmələ gəlir.

Polimerin qocalması nəticəsində destruksiya reaksiyası və strukturlaşma gedir. Birinci halda aşağımolekullu birləşmələr, ikinci halda isə həll olmayan gel-fraksiya əmələ gəlir. Aşağımolekullu birləşmələrin əmələ gəlmə qocalma prosesinin əvvəlində maksimum olur. Bu dövrdə gəlin az olması və fiziki-mexaniki xassələrin azalması ilə xarakterizə olunur. Qocalmanın sonrakı mərhələlərində aşağımolekullu məhlulların əmələ gəlməsi azalır, gəlin miqdarı isə çoxalmağa başlayır və nisbi uzanma azalır ki, bu da strukturlaşma prosesinin getməsinə göstərir. Daha sonra binildən pöhətiləndə (BPE) gəlin miqdarı azalır, bu da polimerdə vinildən qruplarının tam istifadə olunması ilə eyni vaxta təsadüf edir.

VPE - fiziki-mexaniki xassələrinin dəyişmə sürəti onda olan gel-fraksiyanın miqdarından asdı deyil. Lakin gəlin miqdarını həmişə nəzərə almaq lazımdır ki, təkrar emal üsulunu seçmək mümkün olsun. Cədvəl.1-də ASPE və VASPE-nin plyonkasının ekstruziya ilə alınmış üç ayrı müddətində qocalmadan əvvəl və sonrakı xarakteristikası verilmişdir.

Cədvəl .1.

ASPE qocalmadan əvvəl və sonrakı xassələrinin xarakteri

Xarakterlər	ASPE		VSAPÉ
	əvvəl	sonra	Ekstruziya olunmuş
C-O qrupunun miqdarı, mol	0,1	1,6	1,6
Aşağımolekullu birləşməbrin miqdarı, %	0,1	6,2	6,2
Gəlin miqdarı, %	0	20	2,0
Didilmədə dağıdıcı gərginlik, Mpa	15,5	11,9	10
Qırılmada nisbi uzanma, %	490	17	125
Çatlamağa davamlılıq, saat	8	-	1
İşığa davamlılıq, gün	90	-	50

ASPE və VASPE üçün fiziki-mexaniki xassələrin dəyişmə xarakteri müxtəlifdir. Əgər ASPE üçün həm möhkəmlilik, həm də nisbi uzanma eyni ahənglə azalırsa da, VASPE üçün isə bu göstəricilər bir qədər fərqlənirlər. VASPE üçün dağıdıcı gərginlik

praktiki olaraq dəyişmədiyi halda onun nisbi uzanması isə 90% aşağı düşmüşdür. Buna səbəb VASPE-də aktiv dolduran rolunu oynayan gel-fraksiya olur. Belə «doldurucunun» olması hiss olunan dərəcədə gərginliyin əmələ gəlməsidir. Gərginliyin artması

nəticəsində materialların kövrəkliyi artır, nisbi uzanması kəskin aşağı düşür, didilmədə müqaviməti azalır, elastikliyi və dartılmada möhkəmliyi aşağı düşür.

PE-nin qocalması zamanı təkcə oksigenli birləşmələr əmələ gəlmir, eyni zamanda keton və aşağımolekullu birləşmələr də əmələ gəlir.

VASPE-də quruluş-kimyəvi çevrilmələr əsasən amorf fazada gedir. Bu polimerdə fazalar arasındakı əlaqələrin zəifləməsinə səbəb olur, nəticədə material möhkəmliyini itirir, kövrək olur və beləliklə də, həm emal vaxtı, həm də istismar zamanı qocalma prosesinə uğrayaraq öz fiziki-mexaniki xassələrini pisləşdirərək ömrü qısalır.

Polietilenin təkrar emalı üçün onun reoloji xassələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. VASPE üçün az sürüşmə gərginliklərində aşağı axma xarakterdir, gərginlik artdıqca, axma da artır. Əgər ilkin VASPE-də ərintinin axma göstəricisi təkrar emal olunan VASPE-dən çoxdursa, bu təkrar emal olunan VASPE-də gel fraksiyasının olması ilə izah edilir. Polimer ərintisinin axma indeksini temperaturun azalması ilə də tənzimləmək olar. Temperatur artdıqca polimer ərintisinin axma göstəricisi artır. Beləliklə demək olar ki, təkrar emala elə materiallar daxil olur ki, onların ilkin istehsalı təkrar emala böyük təsir göstərir. Təkrar emal zamanı polimer əlavə olaraq mexanokimyəvi və termooksidləşmə proseslərinə məruz qalırlar. Odur ki, təkrar emal prosesi nə qədər az vaxta başa gələrsə, bir o qədər onun xassələri dəyişməz qalar.

Bərkimə katalizatorlar oliqomerlərin bir-biri ilə əlaqəsini sürətləndirir, lakin onun quruluşuna daxil olmur. Katalizatorların seçilməsi oliqomerlərin funksional qruplarının reaksiya xüsusiyyətlərinə görə seçilir.

Fenol- və amino-formaldehid qatranı bərkimə katalizatoru kimi, sulfoturşular, sulfat, xlorid və s. istifadə olunur.

Bərkimə həyəcanlandırıcıları. Radikal polimerləşmə mexanizmi üzrə oliqomer molekulları arasında şaxəli əlaqələrin əmələ gəlməsinə səbəb ola bilən maddələrə bərkimənin həyəcanlandırıcıları deyilir. Reaksiya nəticəsində (şəraitində) həyəcanlandırıcılar sərbəst radikallara parçalanırlar və reaksiya sisteminin komponentləri ilə reaksiyaya girirlər. Belə birləşmələrdən ən əsası peroksidlərdir. Benzoil peroksidinin termiki parçalanması nəticəsində sərbəst radikal əmələ gəlir ki, bu sərbəst radikal parçalanaraq fenil radikalları əmələ gətirir.

Bu üsul lak-boya materiallarının polimer məmulatlarının üst səthlərinə kistlə, üfürməklə və ya xüsusi quruducu üfürücülərlə əlavə etməkdən ibarətdir. Bu proseslərin mexanikləşdirilməsi mümkün olmasa da, daha geniş yayılmış üsullar sayılır. Lakin plastik kütlə əsaslı məmulatların üst səthlərinə müxtəlif

rənglərin çəkilməsi üçün poliqrafik üsuldan istifadə olunur.

Çap üsulu polimer məmulatlarının üst səthlərinə boyaların çəkilməsi, rənglərin növbə ilə əlavə olunmasına əsaslanmışdır.

Trafaret üsulu rənglənmə səthə vurulması trafaretle aparılır. Trafaret setkalardan ibarət olub qatlanmış hissələri rəngi buraxmır. Digər sahələri isə materialın səthinə rəngi buraxaraq onu rəngləyir.

Lak-boya maddələrini polimerin səthinə elə çəkmək tələb olunur ki, lak-boya materialı polimerin səthində yüksək adgeziya qüvvəsi yarada bilsin və həlledici uçub getdikdən sonra lak-boya məmulatının estetik gözəlliyini qorumaqla bərabər onun möhkəmliyini də təmin etsin.

Lak-boya sənayesi polimerlərin üst səthlərini boyamaq üçün müxtəlif kimyəvi təbiətə malik lak-boya məmulatları istehsal edir. Bu lak-boylar bəzi polimerləri kimyəvi təsirsiz olduqlarına görə onlar üçün lak-boyların seçilməsi müəyyən çətinliklərlə əlaqədardır. Əsasən poliolefinlərin boyadılması üçün əvvəlcədən onların üst səthlərinin xüsusi həlledici ilə sürtmək lazımdır ki, polimerin səthi aktivləşsin və sistemin adgeziya əlaqələri möhkəmlənsin. Polimerlərin üst səthlərinin rənglənməsi prosesində plastik kütlələrin səthlərinin aktivləşdirilməsi əsas texnoloji prosesdir. Boyanacaq polimer məmulatının üst səthi əvvəlcədən ya fiziki, ya da kimyəvi yolla tədarük olunur.

Bu üsul sadəliyi ilə fərqlənir və imkan verir ki, çox qalın (17mkm) rəng qatı məmulatın səthinə çəkilsin. Lakin, bu üsul, digərlərinə nisbətən daha az məhsuldardır. Odur ki, bu üsuldan yalnız böyük olan məmulatların rənglənməsində istifadə olunur.

Dərin çap üsulu ilə boyamada əsas çap elementli formanın üstündə olan dərinləşmə elementidir. Dərinləşmə rəng və şəklə görə görünüşü olması üçün müxtəlif dərinlikdə ola bilər. Dərin çap üsulunun əsas mahiyyəti, çap olunan formanı rənglə isladaraq rənglənmə sahəyə rənglərin həkk olunmasını təmin etməkdir.

Zolaqlı çap üsulu vaxtı, çap elementləri və rənglənmə sahə eyni zolaqda yerləşirlər. Zolaqlı çap üsulunda forma rənglə isladılır və rənglənmə element formada rənglə birlikdə müəyyən müddət saxlandıqdan sonra, alınmış əks rənglənmə məmulatın üzərinə köçürülür. Bu üsul olduqca əlverişli olub rənglənməni yüksək sürətlə aparmağa imkan verir.

Yüksək mətbəə çapı üsulu ilə rənglənmədə rəngləyici element formanın çıxıntılı bərk metodik elementidir. Bu üsul çox təmiz və keyfiyyətli əkslərin alınmasına səbəb olur. Lakin bu məqsədlə özlü və gec quruyan rənglərdən istifadə etmək lazımdır.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, təkrar emalı 3-5 dəfədən çox apardıqda polimer materialın möhkəmliyi sürətlə azalır. VASPE - nin təkrar emalı zamanı gel fraksiyasını dağıtmaq üçün tökmə temperaturunu 3-5%



artırmaq lazımdır. Qeyd etmək lazımdır ki, materialın təkrar emal prosesi vaxtı (xüsusi ilə hava oksigenin təsiri zamanı) poliolefinlərin molekul kütləsi kəskin sürətdə azalır ki, bu da materialın kövrək olmasına səbəb olur. Poliolefinlərin digər səthinə mənsub olan PP-nin çox dəfəli təkrar emalı onun ərintisinin axma indeksinin (ƏAİ) artmasına səbəb olur, lakin materialın möhkəmlik xassələrinə heç bir təsir etmir. Buna görə də, PP əsasında hazırlanmış materiallar tullantıya çevrildikdən sonra da, çox asanlıqla təkrar emal oluna bilərlər. Dediklərimizdən belə bir nəticəyə gəlirik ki, poliolefin tullantılarını təkrar emal etdikdə onları modifikasiya etmək lazımdır ki, emal nəticəsində alınan məhsulların fiziki-mexaniki göstəriciləri yüksək olsun və məmulatın istismarı zamanı o tez xarab olmayaraq uzun müddət işləyə bilsin

### BUTİLKAUÇUK TULLANTILARININ İSTİFADƏSİ

Butilkauçuk digər izobutilen kauçukları ilə müqayisədə daha geniş miqyasda istehsal olunur. Onun əsas hissəsi vulkanlaşdırılmış şəkildə (kameralarda və digər məmulatlar) istifadə olunduğundan BK qalıqlarının regenerasiyası daha çətin problemdir. Bundan başqa texnoloji tullantıları kondisiasiya olunmamış BK xammalı (maye polimerlər, qırıntılar, çirkələnmiş və ya destruksiya edilmiş məhlullar) mövcuddur.

Termokatalitik destruksiya (depolimerləşmə). Vulkanlaşdırılmış BK texnoloji tullantıların utilizasiyasının əsas metodu alüminium xlorid  $\text{Me}[\text{C}_2\text{H}_2\text{Al}_3]$  və ya  $\text{Me}[\text{Cl}_{3+n}]$  duz kompleksinin iştirakı ilə termokatalitik destruksiyasıdır (550-600). BK makromolekullarında çoxlu sayda doymamış C=C qruplarının-polimerin parçalanma mərkəzlərinin olması izobutilenin eliminirləmə reaksiyasının daha aşağı temperaturlarda (520-600; PİB üçün 570-675 K) getməsinə şərait yaradır. Termiki emalda izobutilenin çıxımı 42% olduğu halda burada çıxımı 90% (kütlə) təşkil edir. Eyni zamanda az turşulu və bir qayda olaraq texnoloji mühitdə daha münasib sayılan katalitik kompleks sistemlərinin aktivliyi artır. Alüminium xlorid komplekslərinin iştirakı ilə BK termokatalitik destruksiyası zamanı polimerin sintezində istifadə olunan katalizator qalıqına daha sərt tələblər qoyulur. Belə ki, o, polimerin destruksiya məhsullarında nəzərə çarpacaq dərəcədə izobutilenin miqdarını azaldır. BK yüksək özlülüyünə əsaslanaraq ərinti, doldurulmuş və ya karbonxloridlər şəklində kauçuklardır və kompleks sisteminin ilkin homogenləşməsi effektiv destruksiyaya şərait yaradır. Əmələ gəlmiş izobutilen əlavə təmizlənmədən istənilən polimer məhsullarının sintezinin istehsal prosesinə göndərilir.

BK qalıqlarının termiki emalının effektiv üsulu onların qızdırıcı sobalarda bərpasıdır. Bu halda istehsal tsiklinə 75%-ə qədər xammal qaytarılır.

### Butilkauçukun ikinci emalının kimyəvi metodları

Rezin və həmçinin BK qalıqlarının utilizasiyasının ümumi üsullarından biri regenerasiyadır - kauçuk və rezin qarışıqlarının digər inqrediyentləri ilə qarışa bilən elastiki rezini plastik xüsusiyyətlərə malik məhsula çevirən texnoloji prosesdir. Bu xammalın hazırlanması (qırıntı şəklində xırdalanma və ion mənşəli birləşmələrdən ayrılma); rezinin buxar, suneytral termomexaniki metodlarla və ya dispersləşmə metodu ilə devulkanizasiyası; devulkanizatın satış regenerat məhsuluna çevrilməsi məqsədi ilə mexaniki emalından ibarət standart prosesidir. Yüksək keyfiyyətli regeneratın istifadə olunması çöküntünün miqdarını azaldır və profilləşdirilmiş məmulatların səthinə yaxşılaşdırır, profilləşdirilmənin sürətini və kalandıranmış rezinlərin kalibrini artırmağa imkan verir. Regenerat saxlayan rezin qarışıqları yaxşı axıcılığa malik olur, asanlıqla formalaşır. Regenerat bərkliyi, sərtliyi, temperatura və atmosferə davamlılığı, rezinin dielektrik göstəricilərini artırır, hazır məmulatların qazkeçirməməzliyini aşağı salmır.

BK qalıqlarının həqiqətdə regeneratların vulkanlaşma qabiliyyətini çətinləşdirən digər növ elastomer qalıqlarından diqqətlə ayırmaq vacibdir. Regenerativ həm yeni BK ilə qarışıqda, həm də BK olmadan emal etmək olar. Son halda vulkanlaşmanın sürətləndiricisinin dozasını artırmaq vacibdir.

BK yenidən emalı effektiv metodu doymamış C=C əlaqələri üzrə kimyəvi çevrilmədir. Onlardan biri vulkanlaşdırılmamış BK-nın ozon ilə qarışıqlı təsviridir. Reaksiya otaq temperaturunda aparılır və yüksək istiqamətlənmə ilə xarakterizə olunur.  $\text{O}_3$  - izopren  $[3,0 \cdot 10^4 / (\text{mol} \cdot \text{C})]$  və izobutilen  $[1,2 \cdot 10^{-3} / (\text{mol} \cdot \text{C})]$  fraqmentləri ilə qarşılıqlı təsir sürətlərinin konstantı arasındakı böyük fərqə görə oksidləşməyə BK makromolekulunun doymamış qrupları məruz edilir. BK müxtəlif növlərinin dağıdıcı ozonlaşması nəticəsində, həmçinin kondisə edilməmiş və termiki emala məruz qalmış məmulatlardan son karbooksid və keton qrupları ilə dar fraksiya tərkibli doymamış oliqoizobutilenlər alınır. Onlar yüksək temperatur və mexanodestruksiyaya qarşı davamlılığa malik yüksək effektivli sürtkü yağları üçün baza ola bir. Oliqoizobutilenlərin son qruplarına görə alınan məhsulları sürtkü yağları üçün perspektivli keçid sayılır.

Vulkanizasiya edilmiş BK və fenolun qızdırılması (450K) gedən neytrallaşma və su buxarının iştirakı ilə reaksiya qarışığının distilləsi nəticəsində qiymətli məhsul - tretbutil-fenol alınır. BK qalıqlarının (375-475K) merkaptanlar, hidrogensulfid, amillərlə utilizasiya metodu da məlumdur.

Digər metodlar: Vulkanlaşdırılmış və xammal halında BK tullantılarının geniş yayılmış utilizasiya metodu yandırılma və pirolizdir. Yandırılma metodu

(1100K) daha sadədir və xüsusi avadanlıqların olmasını tələb etmir. Bu halda izobutilen əsasında polimer məhsullarının istilikötərmə qabiliyyəti yetəri qədər yüksək, təqribən 4500KС.kq bərabərdir. Əmələ gəlmiş istilik istehsal və yaşayış obyektlərinin qızdırılma sistemində və digər məqsədlər üçün, şlak isə tikintidə istifadə oluna bilər.

BK pirolizindən ya yeni birləşmələrin alınması üçün kimyəvi xammala (müx.k/h), ya da enerjinin hasilatı üçün yanacaq alırlar. Xüsusi halda, 650-800 K-də 50-90%-ə (kütlə) qədər yüngül orta və ağır k/h+ və 5-50% (kütlə) qazvari məhsullar almaq olar. Maye məhsullarının ayrı fraksiyalarını polyar və qeyri polyar kauçuklar əsaslı rezinlərdə plastifikatorlar kimi istifadə olunur. Onlar rezin çənlərdə işlədilərən kükürlü plastifikatorlardan geri qalmırlar. 850-1500 K-da çoxlu miqdarda yanan qazlar əmələ gəlir, 1500-2000 K-da isə bərk qalıqlar yandırılır. Koks əmələgəlmənin qarşısını almaq üçün reaksiya qarışığına buxar verilir.

Yandırılma və piroliz metodları və tərkibində PİB və BK olan polimer məhsulları qarışıqlarının qalıqlarının utilizasiyası üçün də yararlıdır.

BK qalıqlarını birbaşa hermetikləşdirici mastika, sürtkü və örtüklərinin alınmasında işləmək təklif edilmişdir. Müxtəlif əlavələrin daxil edilməsi mastikaların və birləşmələrin istiliyə, işığa davamlılığını və digər xüsusiyyətlərini tənzimləməyə imkan verir. BK-dan alınmış qurumayan tipli örtüklər və onlar əsasında qarışıqlar istehsal obyektini korroziyadan etibarlı qorumağa qadirdir. Bu halda örtüklərin dəmir və digər səthlərə çəkilməsi xüsusi hazırlıq tələb etmir. Antikorroziya tərkibi k/t maşınlarının və s. fəsildən asılı mühafizəsi üçün konservasiya materialı kimi gün şüalarının təsirindən, nəmdən, aqressiv buxar və qazlardan qoruyan lak-boya örtüklərinin səthində qoruyucu təbəqə şəklində də istifadə oluna bilər.

Sənaye yağları və s. kimi istifadə olunan PİB üçün işlənmiş məhsulların santrifuqlama, elektrik sahəsində təmizləmə və s. müasir metodlardan istifadə etməklə lazımı yerlərdə çirklərdən təmizlənməsi məqsədə uyğundur.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Шихалиев К.С. Композиция на основе битума и резиновой пыли. Резиновая промышленность. Москва.- 2005,- С. 131-142.
2. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Москва. Союздор НИИ, -1991, 182с.
3. Кисина А.М. Полимербитумные кровельные и гидроизоляционные материалы Л.: Строй издат.-1983. – 133 с.
4. Шихалиев К.С. Пути использования изношенных шин в Азербайджанской ССР. Обзорная информация, сер. "Транспорт", Баку, АЗНИИНИТИ, -1982, - 12с. Золотарев В.А. О показателях качества битумов, модифицированных полимерами – Киев, 2006 р – (Збірник наукових статей); вып. 5; с. 200–221
5. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов. – М.: Высш. школа. – 1967. – 119 с.
6. Шыхалиев Карам Сефи .,Амиров Фариз Али.,Исследования процесса получения покрытый различного назначения на основе нефтяного битума.Инновационное развитие науки и образования.(монография).МЦНС,наука и просвещение,Пенза,-2017.-318 с.

#### ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ.

Магистрант Рагимов Яхья Адиль оглы

И. Гаджиев, К.С.Шихалиев

В статье рассмотрены методики, повторного использования полимерных отходов в производстве.

Несмотря на наличие простых и эффективных методов утилизация и использования отходов изобутиленовых полимеров, данные методики применяются в промышленности в очень малом количестве. Наиболее перспективным методом использования полимерных отходов производства бутилкаучука и полиизобутилена с выходом чистого изобутилена 85-100%, является процесс каталитической деполимеризации. Под чистотой полимеризации подразумевается, расширение сырьевой базы производства, Оптимизация материальных вложений и труда, транспортировка, а также понижения уровня загрязнения окружающей среды. Это также значительно снижает актуальность проблемы более долгой эксплуатации продуктов на основе бутилкаучука и полиизобутилена. Также наблюдается тенденция улучшения термической и атмосферной стойкости полимеров, а также сроков эксплуатации полимера и композиционных материалов на его основе путем внедрения новых функциональных групп.

**RECYCLING OF INDUSTRIAL WASTES**

**Rahimov Yahya Adil oglu**

**Gadzhiev I. Shikhaliev K.S.**

The article discusses the techniques of reuse of polymeric waste in production.

Despite the availability of simple and effective methods for the disposal and use of waste of isobutylene polymers, these techniques are used in industry in very small quantities. The most promising method of using polymer waste production of butyl rubber and polyisobutylene with the release of pure isobutylene 85-100%, is the process of catalytic depolymerization. By polymerization purity is meant expansion of the raw material base of production, Optimization of material investments and labor, transportation, as well as a decrease in the level of environmental pollution. It also significantly reduces the urgency of the problem of longer life of products based on butyl rubber and polyisobutylene. There is also a tendency to improve the thermal and atmospheric resistance of polymers, as well as the service life of the polymer and composite materials based on it by introducing new functional groups.

UOT: 552.1: 553.2

## MUĞAN-SALYAN DÜZÜNÜN HIDROGEOLOJİ ŞƏRAİTİNƏ TƏSİR EDƏN AMİLLƏR.

İ.İ. Tağıyev

Magistrant T. Ş. Mahalov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: taleh\_mahalov@hotmail.com

**Açar sözlər:** hidrogeoloji şərait, iqlim, stuktur,

qrunt suları, dinamiki dəyişmə

Muğan-Salyan düzənliyi Kür-Araz ovalığının şərq hissəsi olmaqla şimaldan Araz və Kür şayları, cənubdan Viləş çayı, cənub-qərbdən İran İslam Respublikası və Talış dağ silsiləsinin dağətəyi yamaqları, şərqdən isə Xəzər dənizi ilə sərhədlənir. Relyefin ümumi meyilliyi 1-3o olmaqla Kür və Araz çaylarına və Xəzər dənizinə doğru istiqamətlənmişdir.

İqlimi yarımsəhra olmaqla, isti yayı və mülayim qışı ilə səciyyəlidir. Atmosfer çöküntüləri əsasən yağış halında düşür və qarın yağması nadir hallarda müşahidə edilir. Bütün düzənlik boyu havanın orta aylıq hərərəti müsbətdir. Düzənlikdə ən soyuq aylar yanvar və fevral olsa da, bu müddətdə orta aylıq hərərət 2.0-7.5 oC-dən aşağı enmir. Ən isti aylar iyul-avqustdur və bu zaman havanın orta aylıq hərərəti əsasən 26.5-29.2 oC civarında qeydə alınır. Düzənlikdə havanın hərərətinin artması nisbi rütubətin azalması ilə nəticələnir. Nisbi rütubət ilin əvvəlində 78-90% olduğu halda, iyul-avqust aylarında 54-70% təşkil edir. Atmosfer çöküntüləri yer səthinə, əsasən, payız qış və yaz mövsümlərində düşür, yay ayları isə çox quraqlı keçir. İl ərzində yağıntının miqdarı düzənlikdə ərazidən asılı olaraq 212mm-dən 450mm arası dəyişir. Düzənlikdə qrunt sularının rejiminin formalaşmasında iqlim göstəricilərinin rolu çox böyükdür.

Kür, Araz, Bolqar və Viləş çayları, magistral irriqasiya kanalları, təsərrüfatlar arası və təsərrüfatlar daxili kanallar və kollektor-drenaj şəbəkələri düzənliyin hidroqrafik şəbəkəsini təşkil edir. Düzənlikdə suvarma əkinçiliyi geniş inkişaf etmişdir. Suvarma üçün başlanğıcını Araz çayından götürən kanallardan istifadə olunur ki, onların da ümumi uzunluğu 244 km-dir. Kür və Araz çayları boyunca mexaniki suvarma sistemləri mövcuddur ki, onların da ümumi uzunluqları 32 km olmaqla 25 min hektar sahənin suvarmasına xidmət edirlər. [1].

**İşin məqsədi:** Son illərdə Muğan-Salyan düzünün hidrogeoloji şəraitinə təsir edən amillər Kür çayının aşağıya doğru axım zonasında baş

verən daşqın-sel hadisələri kənd təsərrüfatı sahələrinə və xalq təsərrüfatına böyük maddi zərər vurmaqdan əlavə, aran rayonlarının təbii hidrogeoloji şəraitini, bütünlükdə qrunt sularının rejim və balansının əlavə araşdırılmasını zəruri etmişdir.

Aktuallıq ondan ibarətdir ki, son illərdə torpaqların meliorativ vəziyyətinin dinamiki dəyişməsi, suvarma və kollektor-drenaj sistemlərinin texniki vəziyyəti, torpaqların şoranlaşması, qrunt sularının səviyyəsinin tərəddüdü müasir dövrdə böyük əhəmiyyət kəsb edir.

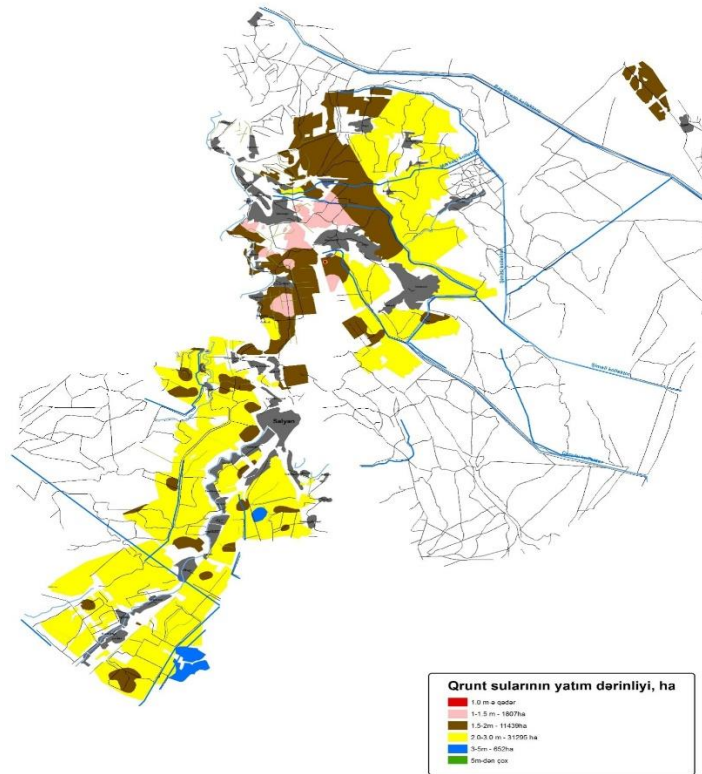
Qrunt suları səviyyəsinin enməsi və qalxması təbii və süni amillərin iştirakından bilavasitə əlaqədardır. Bu amillərə buxarlanma və havanın temperaturunu, atmosfer çöküntülərini, suvarma kanallarından və Kür çayından süzülən suların miqdarından aerasiya zonasını və torpağı təşkil edən süxurları süxurların su keçirmə xüsusiyyətindən və digər amillərdən asılıdır. Bundan əlavə torpağın daxilində olan duzların tədqiqi tədbirlər planının layihəsinin hazırlanması və bütövlükdə su-duz balansının təyin olunması torpaqların əmələ gəlmə prosesinin proqnozlaşdırılması torpağın keyfiyyətinin yüksəlməsi məsələlərində işin vacib aktualıq göstəricilərindən biridir.

Əkinə yararlı torpaqların şoranlıq göstəricilərinin, torpağın və suyun kimyəvi xüsusiyyətlərini təşkil edən əsas anionların və kationların rolu, suvarma drenaj sistemlərinin işi, torpaqların şoranlaşmasının vacib səbəbləri, bu sahədə öyrənilən elmi tədqiqat işlərinin və başqa tədqiqatlarının sistemləşdirilməsində vacib rol oynayır.

Qrunt suları ərazidə mövcud olan bütün geoloji-genetik süxur kompleksləri hüdudlarında yayılmışdır. Onların yatma dərinliyi buraxılış işində tərtib edilən xəritə üzərində (Qrunt sularının yatma dərinliyi, kimyəvi tərkib və minerallaşma xəritələri) öz əksini tapmışdır. Xəritələrdən də görüldüyü kimi ərazinin böyük hissəsində qrunt sularının yatma dərinlikləri 1-3 m təşkil edir.

0-1 m dərinlikdə yatan qrunut suları yayıldığı ərazilər Salyan şəhərindən şimala doğru Qarabağlı və Çağırğan kəndlərinə qədər, cənuba Qaraimamlı və cənub-şərqə Bankə qəsəbəsinə qədər Kür

çayının hər iki sahili istiqamətində enli zolaq formasında geniş sahəni əhatə edir. Şəkil 1-də Salyan rayonu suvarılan torpaq sahələrində qrunut sularının yatım dərinliyi xəritəsi verilmişdir. [2]



Şəkil 1. Salyan rayonu suvarılan torpaq sahələrində qrunut sularının yatım dərinliyi.

**Görülən işlər.** Yerin 1-3 m dərinliyində yatan qrunut suları yayılan ərazilər qeyd olunduğu kimi daha böyük sahələri əhatə edir və yaz-payız və yay aylarında da bu üstünlüyünü qoruyub saxlayır.

Yerin 3-5 m dərinliyində yerləşən qrunut suları isə Kür çayının sol sahilində, Neftkəşfiyyatı qəsəbəsinin yaxınlığında lokal sahələrdə qeydə alınmışdır. Şəkil 2-də Salyan düzənliyinin Neftçala sahəsi üzrə qrunut sularının yatım dərinliyi xəritəsi verilmişdir.

Tədqiqat aparılan ərazidə 5 m-dən dərinlikdə qrunut sularına rast gəlinmir.

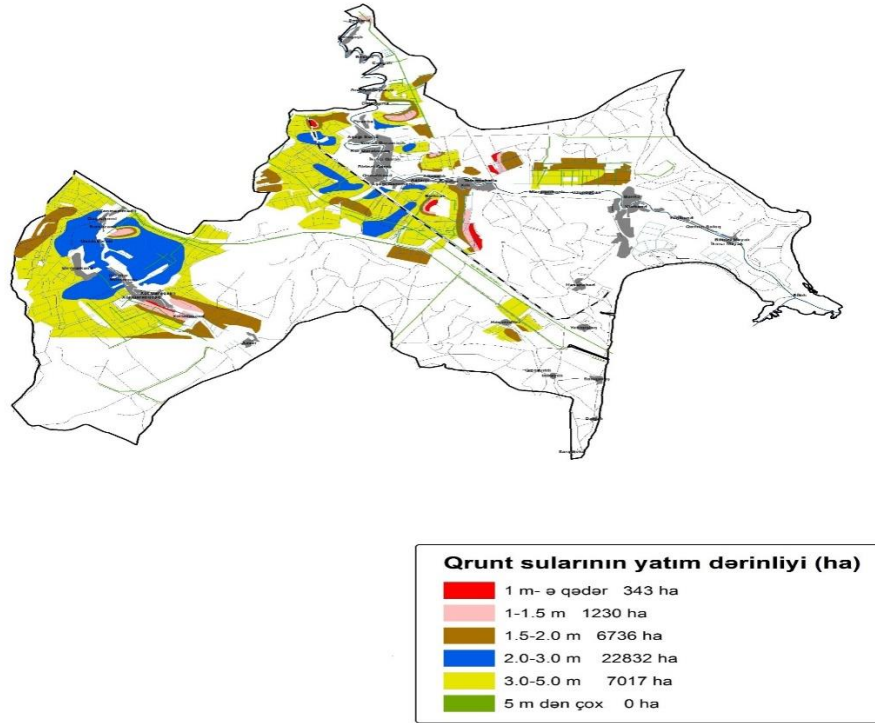
Qrunut sularının səviyyə məilliyi 0,003 m-ə qədər olmaqla yerin səthinin meyilliyi təkrarlanır. Burada hidroyeriyə vəziyyətinə geomorfoloji şəraitinə, oroqrafiyasına, təbii hidroqrafik şəbəkənin xarakterinə və inkişafına təsir göstərir. Axın istiqaməti şərqə – yəni Kür çayına tərəf yönəlib.

Su horizontunun qalınlığı 3-4 m-dən 21-26 m-dək olmuşdur. susaxlayıcı süxurlar bunlardan ibarətdir; gilçələrdən, qumcalardan və qumlarda.

Keçirilmiş təcrübə suçəkmə işlərinin sınaq nəticələrinə görə süzülmə əmsalı qumlarda 0,69-1,66 m/gün, 0,64-0,19 m/gün qumcalarda, gilçələrdə isə 0,07-1,35 m/gün-dür.

Qrunut sularında böyük diapazonda mineralaşma dəyişərək axının istiqamətində artır. Ərazinin axmaz və qeyri-qənaətbəxş olması, burada əsasən su balansının mineralaşmasına və yüksək mineralaşmaya malik olan suların toplanmasına imkan yaradır.

Başqa sözlə desək, Kür çayına birləşmiş ərazilərdə mineralaşma aşağı olur. Bunun da səbəbi mövsümi olaraq çayda baş verən qidalanmanın hesabına yaranır. Eyni qaydada olaraq sahədə qrunut sularının kimyəvi tərkibində sulfat ionları, hidrokarbonat daha çox yayılmışdırsa (natriumlu və kalsiumlu-natriumlu kation tərkibli) çaydan kənarlaşdıqca xlorlu, natriumlu tipli sular üstünlük təşkil edir. Bu vəziyyət eyni vaxtda bu sahədə torpaqların çox şoranlaşmasına görə suvarma əkinçiliyinin daha zəif inkişafı ilə bağlıdır. [3]



Şəkil 2. Salyan düzənliyinin Neftçala sahəsi üzrə qrunt sularının yatım dərinliyi xəritəsi.

**Eksperimental işlər.** Tədqiqat olunan ərazi üzrə mövcud olan arxiv, fond və nəşr olunmuş geomorfoloji, geoloji-tektonik, hidrogeoloji, geofiziki, həmçinin iqlim və geokoloji məlumatların toplanması, onların qarşılıqlı əlaqəli sistemləşdirilməsi təzyiqli və qrunt sularının qarşılıqlı əlaqəsi, boşalma və qidalanma şəraitinin öyrənilməsi yeraltı suların uzunmüddətli

balansının və rejiminin formalaşma qanunauyğunluqlarının təhlilindən ibarətdir. Tədqiqat ərazisində respublikanın digər rayonlarında olduğu kimi son illərdə böyük sosial və iqtisadi əhəmiyyəti olan meliorasiya proqramının keyfiyyətlə və səmərəli yerinə yetirmək üçün konkret tədbirlər görülür.

Muğan – Salyan massivinin qrunt sularının balansı.

Qrunt sularının balansının elementləri	Pobedonovsevə görə		H. İsvitilova görə	
	Hesablama sahəsi 603,2min ha			
	m <sup>3</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%
<b>Gəlir hissə</b>				
Təzyiqli sular	360	19,5	360	17,2
Kondensasiya suları	415	16,1	415	20,0
Atmosfer yağıntıları (infiltrasiya)	995	38,6	150	7,2
Kürün gətirmə konusları	13	0,5	-	-
<b>Çıxar hissə</b>				
Buxarlanma və transpirasiya	-	-	-	-
Bitkilərin transpirasiyası	1860	41,5	4268	56
Buxarlanma	2620	58,5	619	8,1
Drenaj suları	-	-	2677	35,9
<b>Cəmi</b>				
		100%		100%

Bu tədbirlərə suvarmada istifadə olunan torpaqların meliorasiya vəziyyətinin yaxşılaşdırılması, suvarma kanallarının kollektor-drenaj sisteminin yenidən qurulması, torpaqların

təkrar şoranlaşmasının, bataqlıqların əmələ gəlməsinin qarşısının alınması və digər tədbirlər daxildir.

Burada əkin sahələrinin xeyli hissəsinin əlverişli olmayan təbii iqlim şəraitində yerləşməsi,

relyefin suvarma üçün əlverişli olub-olmaması da nəzərə alınmalıdır.

#### Muğan-Salyan düzənliyinin su balansı

Su balansının elementləri	S.F. Korobkinə görə hesablaşma sahəsi 345/ ha		A.T. Morotova görə 135min ha		U.A. Momontova görə 150min ha	
	m <sup>3</sup> / ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> / ha	%
<b>Gəlir hissə</b>						
Atmosfer yağıntı	2990	44,5	2560	42,3	3550	38,3
Suvarma	1990	55,5	1800	48,7	4529	49
Sahələrə verilən su	-	-	825	22,3	-	-
Daxil təsərrüfatda itirilən su	-	-	550	13,5	-	-
Paylaşdırıcı qurğuda itirilən su	-	-	5	1,2	-	-
Magistral kanallarda itirilən su	-	-	332	9	-	-
Təzyiqli sular	-	-	-	-	883	9,6

Salyan rayonunun əkilən ümumi torpaq sahəsi 66 min ha-a yaxındır. Bunun təxminən 44 min ha-ı əkin üçün yararlıdır. Suvarma kanallarının ümumi uzunluğu 1000 km-dən çoxdur. Suvarma şəbəkəsi nəqlədiçisi və tənzimləyici kanallar kimi iki qrupdan ibarətdir. Hər iki qrup kanallar birlikdə suvarma kanalları sistemi təşkil edir. Nəqlədiçisi kanallar magistral və paylayıcı kanallardan ibarətdir. Bu kanalların məqsədi suvarma suyunu bilavasitə suvarılacaq sahəyə verməkdən ibarətdir. Tənzimləyici suvarma şəbəkəsi vasitəsilə suvarma suyu şırım və zolaqlara verilərək əkin sahələri suvarılır. Öz axımı ilə açıq suvarma şəbəkəsindən, suvarmada tənzimləyici şəbəkə kimi müvəqqəti arxlardan

istifadə edilir. Bundan başqa Salyan rayonunda mexaniki suvarma şəbəkəsindən geniş istifadə edilir. Kür çayının suyu mexaniki nasos stansiyaları ilə götürülüb əkin sahələrinə çatdırılır. Bu şəraitdə qurulan kanallar suvarma mənbəyindən götürülən suların hamısı suvarılan sahəyə gəlib çatır. Kanallardan itən suyun çox hissəsi kənara süzülmə nəticəsində itirilir. Açıq suvarma kanallarından itkilərin təyini və onlarla mübarizə tədbirlərinin tətbiqi suvarma meliorasiyasından vacib bir məsələ kimi qəbul edilir. Suvarma kanallarından itkilər nə qədər az olarsa sudan bir o qədər səmərəli istifadə edilməsi təmin edilmiş olur.

#### Nəticə

Muğan-Salyan düzənliyi ərazinin çox hissəsi dəniz səviyyəsindən 25 metrə qədər aşağıda yerləşir. Qalmaş, Xıdırlı, Babazənən palçıq vulkanları bu ərazidə yerləşmişdir. Eyni zamanda Muğan-Salyan düzənliyi neft və qaz yataqları ilə zəngindir. Tədqiqat ərazisi Azərbaycanın ümumi ərazisinin 4,33%- ni (936 km<sup>2</sup>) təşkil edir.

Tədqiqat ərazisinə dair toplanmış hidrogeoloji hesabatların materialları eyni zamanda ərazi üzrə son 15 il ərzində çap olunmuş materialların qısa şərhini onu göstərir ki, ərazinin hidrogeoloji şəraiti xüsusilə qurult sularının son illərdə səviyyəsini qalxması, habelə bütünlükdə ərazinin torpaq ərazilərinin və yeraltı sularının çirklənməsi yaranmış vəziyyəti pisləşdirmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, son illərdə əlaqədar Dövlət Strukturları tərəfindən bir sıra kompleks tədbirlər həyata keçirilmiş, lakin materialların təhlili göstərir ki, təcili olaraq əlavə tədbirlər görülməli, xüsusən də torpaq əraziləri kimyəvi və radioaktiv çirklənmədən təmizlənməsi işləri sürətləndirilməlidir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Tağıyev İ. İ., - "Azərbaycan üçün transsərhəd çirklənmə problemlərinin həll olunması ekoloji vəzifələrin ən vacibidir". Bakı, Elmi-praktiki konfransın materialları, 2004.
2. Əliyev B. H., Əliyev İ. N., - "Azərbaycanda kənd təsərrüfatının bəzi problemləri və onların həlli yolları". Bakı, "Ziya-Nurlan" nəşriyyatı, 2004 (572 səh.).
3. Tağıyev İ. İ. Kazimov S. M., - "Kür – Araz dağarası çökəkliyinin hidrogeoloji – meliorativ şəraitinin formalaşmasında hidrogeoloji tsikllərin rolu".



Bakı, Azərbaycan Aqrar Elmi – Nəzəri jurnalı N1, 2008.

4. Aslanov H., Səfərli S., - “Azərbaycanın neftlə çirklənmiş torpaqları, onların rekultivasiyası və mənimsənilməsi”. Bakı – 2008 (237 səh.).

5. Qədirov V. Q., - “Azərbaycan Kür çökəkliyində neftli- qazlı strukturlarının axtarışında qravimaqnit kəşfiyyatının tətbiqi”. Bakı, “Qanun nəşriyyatı”, N2243, 2010.

## **FACTORS INFLUENCING HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF MUGAN-SALYAN PLAIN.**

**I.I.Tagiyev , T.Ş.Mahalov**

**Azerbaijan State Oil and Industry University**

Salyan Plain is located on the right bank of the Kura river in the area between the Mugan Plain and the Caspian Sea: most of the area is located 25 meters below sea level, covering Babazanen, Khidirli and Bandovan. Kalmash, Khidirli, Babazanen mud volcanoes are located in this area. At the same time Salyan Plain is rich in oil and gas deposits. The research area is 4.33% of the total territory of Azerbaijan (936 km<sup>2</sup>).

In the last 15 years, the collection of tectonic, geomorphological and geocological materials, their interconnected systemic, groundwater and pressurized waters, the conditions of their nutrition and emptying have been investigated, along with the existing archives, stock material available on the research object, and the formation of the perennial regime and balance of underground waters studied. Graduation work is accompanied by a summary of the literature, the introduction, the 3 chapters, the results, and the literature.

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МУГАНО-САЛЪЯНСКОЙ РАВНИНЫ.**

**И.И.Тагиев, Т.Ш.Махалов**

**-Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности**

Сальянская равнина расположена на правом берегу реки Куры в районе между Муганской равниной и Каспийским морем: большая часть территории расположена на 25 метров ниже уровня моря, покрывая Бабазанен, Хидирли и Бандован. Оставайтесь в Хыдырлах, Бабазананы грязевые вулканы расположены в этой области. В то же время Сальянская равнина богата залежами нефти и газа. Площадь исследований составляет 4,33% от общей территории Азербайджана (936 км<sup>2</sup>).

За последние 15 лет были исследованы коллекция тектонических, геоморфологических и геоэкологических материалов, их взаимосвязанные системные, подземные и напорные воды, условия их питания и опорожнения, а также существующие архивы, запас материалов, имеющихся на объекте исследования, и формирование многолетнего режима и баланса подземных вод. были исследованы. Выпускная работа сопровождается кратким изложением литературы, введением, 3-мя главами, результатами и литературой.



UDK 66 097 : 532.73 : 546.72

## ALIFATİK QLIKOLLARIN PROPARGİL EFİRLƏRİNİN DƏMİRİN XLORİD TURŞUSU MƏHLULUNDA KORROZİYASI ZAMANI QORUYUCU TƏSİRİ MEXANİZMINİN TƏDQIQI.

E.Ə. Məmmədov

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti**Email:elbrus.mammadov.46@mail.ru.*

**Anatasiya:** *Heteroatomlu asetilen birləşmələrinin turş mühitdə metalların korroziyasına qarşı effektiv inqibitor olduğu məlumdur. Bunu nəzərə alaraq etan, 1,3- propan və 2,3-butandiolun bir sıra mono- və dipropargil efirləri bizim tərəfimizdən sintez edilmişdir ki, alınmış bu efirlər turş mühitdə metalların korroziyasında inqibitor kimi istifadə edilə bilər. Bu birləşmələrin inqibitor kimi turş mühitə təsiri mexanizminin öyrənilməsi, effektiv inqibitorların sintezi üçün böyük maraq kəsb edir.*

Korroziya (yeyilməyə qarşı) sınaqları СТ 10КП nümunəsində məlum üsulla aparılmışdır. Diolların propargil efirlərinin (DPE) adsorbsiyasını tədqiq etmək üçün 1 n HCl məhlulunda dəmir elektrodun (Армко) diferensial tutumunun ( $C_d$ ) ölçülməsi üsulundan istifadə edilmişdir. Tutumun ölçülməsi, sahəsi  $0,33\text{cm}^2$  olan silindirik elektrodda,  $25 \pm 1^0$  C temperaturda, 1000hs tezlikdə, P-565 körpüsünün köməyi ilə və 10 mv amplitud dəyişən cərəyanda aparılmışdır [1-3]. İnqibitorla səthin örtülmə dərəcəsi aşağıdakı formula ilə hesablanmışdır:

$$\theta = \frac{C_f - C_{inq.}}{C_f - C_{\infty}},$$

burada  $C_f$ ,  $C_{inq.}$  və  $C_{\infty}$  - uyğun olaraq fon məhlulda, inqibitorla birgə məhlulda və səth sonsuz örtüldükdə tutumlardır. Polyarizasiya ölçmələri П- 5827 potensiostatının köməyi ilə aparılmışdır. Potensialın stasionar qiyməti müəyyən edildikdən sonra əvvəlcə katod əyrisi, sonra isə potensialı stasionara qaytardıqdan sonra anod əyrisi çəkilmişdir. Potensialı 20 mV-dan bir, pilləvari olaraq dəyişməklə cərəyanın qərarlaşmış qiymətini yazmışıq (hər 2 dəqiqədən). Yuvanın və müqayisə elektrodunun (xlorgümüş) temperaturu ultratermostatın köməyi ilə saxlanılmışdır. Tutum və polyarlaşmanın ölçülməsi, bir saat müddətində helium üfürməklə oksigensizləşdirilmiş məhlulda həyata keçirilmişdir.

Korroziya sınaqlarının aparılması nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, diolların tədqiq edilmiş bütün propargil efirləri xlorid turşusunda effektiv

**Acar sözlər:** efir, propargil, inqibitor, korroziya, spirt inqibitorlardır (qoruyucu təsiri 95 – 99,7% ). Nəticələr cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Etilenqlikol (EQ), propandiol (PD), butandiol (BD) efirlərinin qoruyucu xassələrinin müqayisəli səciyyəsi göstərir ki, onların effektivliyi aşağıdakı cərgə üzrə  $PD < EQ < BD$  azalır. Bunu onunla izah etmək olar ki, ilkin diol zəncirinin şaxələnməsi efir molekulunun adsorbsiyasına sterik müqavimət göstərir [4,5].

Propandiolun mono- və di- efirləri sırasında alkil qrupu zəncirinin uzunluğunun azalması ilə effektivlik artır, yəni propargil qrupu olan efirlər propargiloksitetil qrupundan daha effektivdir və sonuncular isə propargiloksitetil efirlərindən daha çox effektivdir. Göründüyü kimi bu onunla bağlıdır ki, diolların propargil efirlərinin xətti uzunluq ölçülərinin artması molekulun adsorbsiya mərkəzləri arasındakı məsafənin ( $-C \equiv C$  və  $-O-$ ) artmasına və metalın inqibitorla örtülmüş səthinin azalmasına gətirir. Dipropargil efirləri monoanoloqlarından daha effektivdir ki, bu da diefir molekulunda iki adsorbsiya mərkəzinin olması ilə bağlıdır. Adsorbsiya mərkəzləri arasındakı məsafənin artması effektivliyin azalmasına gətirir. Belə ki, 1,3-propandiolun dipropargiloksitetil və dipropargiloksitetil efirləri 1,3-propandiolun dipropargil efirindən az effektivdir. Diferensial tutumun ölçülməsi (cədv.2) göstərir ki, doğrudan da adsorbsiya mərkəzləri arasındakı məsafənin artması ilə səthin örtülmə dərəcəsinin  $\Delta C/C_f$  qiyməti azalır.

Asetilen efirlərinin 4 n HCl məhlulunda ( $C_{\text{inq.}} = 10^{-2}$  mol/l) 10KП poladına nəzərən qoruyucu təsiri

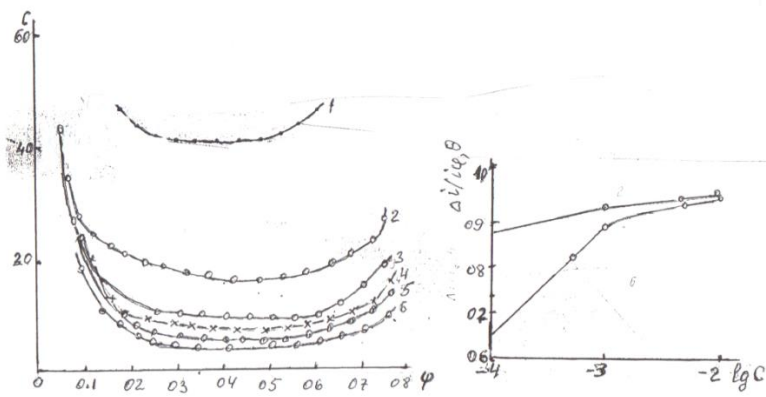
İnqibitorların adları	Korroziyanın sürəti, $\rho$ ( $q/m^2$ ) və $t^0(C)$ -də inqibitor effekti, $\gamma = \rho_0/\rho$			
	20		80	
	$\rho$	$\gamma$	$\rho$	$\gamma$
4 n HCl	14,2	1	833,6	-
1,3-propandiolun dipropargil efiri	0,25	56,8	1,96	511,4
2,3-butandiolun monopropargil efiri	0,65	21,9	11,47	73,0
2,3-butandiolun dipropargil efiri	0,50	28,4	2,86	290
1,3-propandiolun monopropargiloksimetil efiri	0,71	20	11,8	70,6
1,3-propandiolun monopropargil efiri	0,39	36,7	5,99	139,2
1,3-propandiolun dipropargiloksimetil efiri	0,57	24,9	9,50	89
1,3-propandiolun dipropargiloksietil efiri	0,51	27,8	8,48	98,4
1,3-propandiolun monopropargiloksietil efiri	0,49	29	6,7	124,0
Etilenqlikolun dipropargiloksietil efiri	0,40	35,5	6,4	130

Cədvəl 2.

Dəmir elektrodun 1n HCl- da 1,3 – propandiolun dipropargil efiri əlavəsində  $\phi_{\text{st}}$  və  $C_d$ - in qiymətləri ( $C_{\text{inq.}} = 10^{-2}$  mol/l).

İnqibitor	$\Phi_{\text{st}}$ (v)	$C_d$ (mkf/sm <sup>2</sup> )	$\Delta C/C_f$
1n HCl	-0,31	41,5	-
1,3-propandiolun dipropargil efiri	-0,27	16,0	0,61
1,3- propandiolun dipropargiloksimetikefiri	-0,29	22,4	0,45
1,3-propandiolun monopropargiloksietil efiri	-0,28	20,5	0,48

Tədqiq edilmiş bütün birləşmələrin 20<sup>0</sup>C-dən 80<sup>0</sup>C- ə qədər temperaturda qoruyucu təsiri artır. Asetilen efirlərinin 80<sup>0</sup>C temperaturda effektivliyi 98,6 – 99,8 % təşkil edir ki, bunlardan 1,3- propandiol inqibitor kimi daha effektiv nəticə göstərmişdir.



(a)

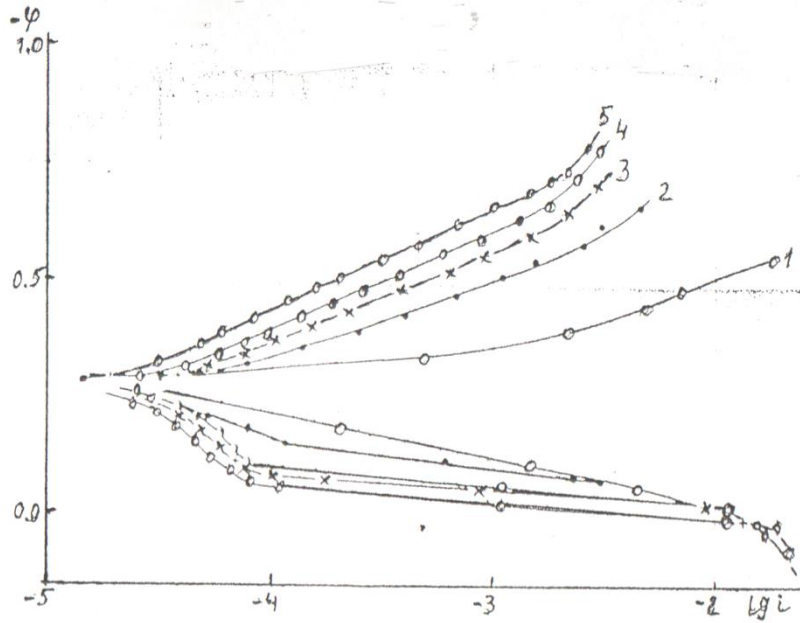
(b)

Şəkil 1. Propandiolun dipropargil efirinin əlavələri ilə 1n HCl-da(1) dəmir elektrodun tutumunun  $C(\text{mkf}/\text{sm}^2)$  potensialdan  $\varphi$  (B) asılılığı (a) və dəmir səthinin inqibitorlaşma dərəcəsinin  $\Delta i/i_f$  (2) və örtülmə dərəcəsinin  $\theta$  (1) diasetilen efirinin qatılığının loqarifmasından asılılığı (b).

Propandiolun diasetilen efirlərinin əlavələri (m): 2 –  $10^{-4}$ , 3 –  $5 \cdot 10^{-4}$ , 4 –  $10^{-3}$ , 5 –  $5 \cdot 10^{-3}$ , 6 –  $10^{-2}$ .

Şəkil 1(a) diferensial tutumun ən effektiv inqibitor olan 1,3- propandiolun diasetilen efirinin müxtəlif qatılıqda əlavələri ilə 1n HCl da dəmir elektrodun potensialından asılılıq əyriləri göstərilmişdir. Göründüyü kimi 1,3 propandiolun 1,3-propandiolun dipropargil efirinin qatılığının artırılması ilə katod və anod proseslərinin gərginlik yüklənmələri də artır(Şək.2).

asetilen efirinin qatılığının artırılması ilə tutum azalır, bu da inqibitorun adsorbsiyasının artmasına uyğun gəlir. Efirin adsorbsiyası əsasən mənfi yüklənmiş dəmir səthində, potensialın 0,25 – 0,6 V intervalında üstünlük təşkil edir.



Şəkil 2. Dəmirin 1n HCl-da (1) propandiolun diasetilen efiri əlavəsi ilə polyarizasiya əyriləri.  $\varphi$  – potensial (V),  $i$  – cərəyan sıxlığı ( $\text{A}/\text{sm}^2$ ).

Propandiolun diasetilen efirlərinin əlavələri (m): 2 –  $10^{-4}$ , 3 –  $10^{-3}$ , 4 –  $5 \cdot 10^{-3}$ , 5 –  $10^{-2}$ .

Stasionar potensialların qiymətindən göründüyü kimi, bütün asetilen efirlərinin iştrakı ilə yerdəyişmə əsasən müsbət istiqamətə tərəf olur ki, onlar da əsasən anod prosesini ləngidir (cə.d.2).  $\varphi - Iq$  i- anod əyriləri üçün əvvəlcə polyarizasiya əyrilərinin meylinin birdən artması xarakterikdir, müəyyən potensialdan sonra isə anod reaksiyasının sürəti potensialdan praktiki olaraq asılı olmur.

Anod polyarizasiya əyrisinin bu cür dəyişməsi adsorbsiya şəraitinin dəyişməsindən asılıdır. Potensialın stasionardan müsbət tərəfə çox böyük olmayan yerdəyişməsində ( $\Delta\varphi_a = 100-120$  mv) inqibitor dəmir səthində kifayət dərəcədə

adsorbsiya olunur və anod reaksiyasını əhəmiyyətli dərəcədə (1,0 – 1,5) tormozlayır.

Daha yüksək müsbət potensiallarda inqibitorun desorbsiyası baş verir və anod reaksiyası birdən artır. 1,3- propandiolun həcmi qatılığının artması ilə desorbsiya müsbətə doğru istiqamətdə olan potensiallarda baş verir. Bu nəticəni Şək. 1,a da görmək olar. Şəkildən göründüyü kimi dəmir elektrodun diferensial tutumunun artması potensialın - 0,1Vdan başlayaraq müsbət istiqamətə doğru qiymətində ani olaraq artması baş verir.  $C_d - \varphi$  əyrilərində tutum potensiallarının artımı  $\varphi - Iq$  i əyrilərində inqibitorun desorbsiya potensialına uyğun gəlir. 1 – 3 propandiolun dipropargil efirinin məhluldakı

müxtəlif qatılıqlarda katod sahəsinin meyl bucağı  $b_k$  inqibitorun qatılığından asılıdır və 1 n HCl məhlulunda inqibitorsuz 120-ə qarşı 180-dan 220mv qədər təşkil edir.

Şəkil 1, a və 2 verilənlərə görə maksimal adsorbsiya sahəsində molekul səthinin örtülmə dərəcəsi  $\theta$  və  $\varphi = -0,5$  olduqda katod reaksiyasının tormozlanma dərəcəsi  $\Delta i/i_f$  hesablanmışdır ( $\Delta i = i_f - i_{inq.}$ ,  $i_f$  və  $i_{inq.}$  isə uyğun olaraq inqibitorsuz və inqibitorla birlikdə məhluldakı cərəyanın qiymətləridir).

Şəkil 1, b-də  $\theta$  və  $\Delta i/i_f$  asılılığının inqibitorun qatılığından asılılığı göstərilmişdir. Göründüyü kimi katod reaksiyasının inqibitorlaşma dərəcəsi  $\Delta i/i_f$  qatılığın  $10^{-4}$ -  $10^{-3}$ m hüdudunda örtülmə dərəcəsinin ( $\theta$ ) qabaqlayır, qatılığın  $>10^{-3}$  m qiymətində isə vahidə yaxın olur. Əyrilərin bu cür çəkilişi onu göstərir ki, inqibitorun kiçik qatılıqlarında ( $<10^{-3}$ m.) katod reaksiyasının tormozlanmasına  $\psi$  potensialı bəzi təsirini göstərir, qatılıq  $>10^{-3}$  m. olduqda isə tormozlanma səthin blakirovkası ilə bağlı olur.

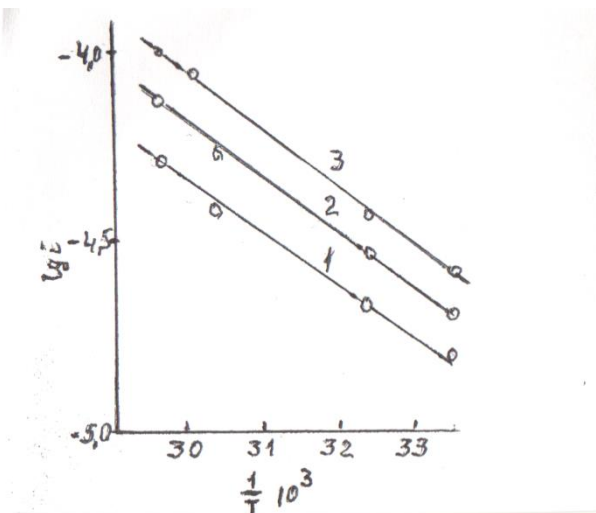
Kiçik qatılıq hüdudunda  $\theta - \ln C$  arasında xətti asılılıq müşahidə edilir, yəni 1,3- propandiolun dipropargil efirinin dəmirdə adsorbsiya izotermının müəyyən yaxınlaşması Temkin tənliyinə tabe olur:  $\theta = A + 1/f \ln C$ . Bu və eləcə

də digər faktorlar (temperaturdan asılı olaraq inqibitorun qoruyucu təsirinin artması, dəmirin mənfi yüklənmiş səthində adsorbsiya ) asetilen efirlərinin adsorbsiyasının kimyəvi təbiətli olduğunu göstərir.

Adsorbsiyanın mərkəzi üçqat rabitədir , kimyəvi rabitə isə asetilen efirlərinin  $\pi$  elektronları ilə dəmirin d elektronları hesabına həyata keçir. İnqibitorun  $>10^{-3}$  m. qatılığında adsorbsiya qatı tam hala gəlir. Bu halda məhlulda müxtəlif qatılıqlı inqibitorların katod sahələrində (tafel) meyl bucaqlarının müxtəlifliyinin səthin müxtəlif dərəcədə örtülməsi ilə bağlı olduğu aydın olur.

Müxtəlif temperaturda çəkilmiş polyarizasiya əyrilərindən belə nəticə çıxarmaq olar ki, inqibitorun iştirakı ilə, eləcə də inqibitorsuz 1n HCl məhlulunda katod reaksiyasının sürəti artır, lakin bu sürət inqibitorsuz məhlulda daha yüksək olur.

Çəkilmiş polyarizasiya ölçülərindən göründüyü kimi cərəyan sıxlığının loqarifmasının temperaturun əks qiymətindən asılılığı xəttidir və bütün tədqiq edilmiş temperatur intervallarında  $\lg i - 1/T$  xətləri paraleldir (şək.3). Bu verilənlər hidrogen ayrılarkən katod prosesində aktivləşmə enerjisinin katod polyarizasiyasından asılı olmadığını göstərir.



Şəkil 3. Dəmir elektrodun cərəyanın katod sıxlığı loqarifmasının  $i$  ( $A/sm^2$ ), 1n HCl-un 2,3 -butandiolun dipropargil efirii ilə əlavəsində ( $10^{-3}$ )  $1/T$  -dən müxtəli polyarizasiyada ( $\Delta\phi_k$ ) asılılığı.  $\Delta\phi$  (V) : 1 – 50, 2 – 70, 3 – 100 .

## Nəticə

Alınan ümumi göstəricilərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, dəmir elektrodun səthində propargil efirləri möhkəm adsorbsiya olunaraq sıx adsorbsiya qatı yaradır ki, nəticədə metalın səthindən, onun dağılmasına səbəb olan ionların daxil olması çətinləşir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Е.С.Иванов, С.А. Бalezин, Защита металлов, 9,335, (1973), - [2].Б.Б.Дамаскин, О.А.Пуерий,
2. В.В.Батраков. Адсорбция органических соединуний на електродах. Изд. «Наука», М.(1968),- 3.
- Ф.Г.Курбанов, Э.Г.Насимов, А.Б. Кучкаров, Н.М.Садыков, Защита металлов, 9, 335 (1973),-
4. С.Ф.Караев, Э.А.Мамедов, В.В.Егоров, Журнал прикладной химии., 1981, стр.1955-1969,
5. Э.А.Мамедов, Müasir tədiət və iqtisad elmlərinin artual problemləri., I hissə, səh.269,270.

**STUDY OF THE MECHANISM OF PROTECTIVE ACTION OF PROPARGHYL ETHERS OF ALIPHOTIC GLYCOLES Dissolving IRON IN SALT ACID**

**E.A. Mamedoff**

**Azerbaijan State Oil and Industry University**

It is known that heteroatomic acetylenic compounds effectively inhibit corrosion of metals in an acidic environment. Taking this into account, we synthesized a series of mono- and dipropargyl ethers of 1,3-propane and 2,3-butanediol, which can be used as an inhibitor of corrosion of metals in an acidic environment. The study of the effect of these compounds on environmental susceptibility is of great interest for the synthesis of effective inhibitors.

**Keywords:** ether, propargyl, corrosion, alcohol

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ АЛИФОТИЧЕСКИХ ГЛИКОЛЕЙ ПРИ РАСТВОРЕНИИ ЖЕЛЕЗА В СОЛЯНОЙ КИСЛОТЕ**

**Э.А. Мамедов**

**Азербайджанский Государственный Нефтяной и Промышленный Университет**

Известно, что гетероатомные ацетиленовые соединения эффективно ингибируют коррозию металлов в кислой среде. Принимая это во внимание, нами был синтезирован ряд моно- и дипропаргильных эфиров 1,3-пропана и 2,3-бутандиола, которые могут быть использованы в качестве ингибитора коррозии металлов в кислой среде. Изучение влияния этих соединений на восприимчивость к окружающей среде представляет большой интерес для синтеза эффективных ингибиторов.

**Ключевые слова:** эфир, пропаргил, коррозия, спирт

УДК 66.001.001.57:66.022:621.926/929

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АДСОРБЕНТОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ

ГУЛИЕВА С.Н.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,

Email: [raoztun@mail.ru](mailto:raoztun@mail.ru)

**Аннотация** Учитывая, что допустимое количество тяжёлых углеводородов в отходящем (очищенном) газе должно быть при давлении 40 кГ/см<sup>2</sup> и - 30°С для С<sub>2</sub>-С<sub>6</sub> соответственно не больше 3,3; 1,1; 0,6; 0,18 и 0% (объем.), то при достижении такого выхода (через 60 мин. после начала адсорбции) прекращают процесс, берут из 6-ти пробоотборников адсорбера пробы адсорбентов и определяют количество поглощённого бензина

**Ключевые слова:** природный газ, адсорбер, десорбция, углеводороды.

**Введение:** В настоящее время в производстве вынуждено ненасыщенные состояние адсорбента останавливать адсорбционную фазу и переключит десорбционную фазу, так как, если продолжит процесс, то ухудшается качества отходящий газ.

**Цель работы** является полное использование активности адсорбента для этого предложена схема короткоциклового адсорбции который предложены частичные изменения существующий схемы установки рис 1.

Природный газ поступает на установку из магистрального газопровода I под давлением до 50 кГ/см<sup>2</sup>, при температуре 25-35°С. Существующая установка работает следующим образом (рис.1 верхняя часть). Для ведения процесса газ разделяется на два отдельных потока (в первом цикле). Один из них, состоящий 70-80% всего количества, направляется в адсорбер (один из адсорберов б), откуда осушенный от влаги и тяжёлых углеводородов (С<sub>2</sub> и выше) газ поступает в магистральный газопровод II.

Второй поток, являющийся газом десорбции, проходит печь 8, нагревается до температуры десорбции (300-350°С) и направляется в адсорбер (другой адсорбер б) для регенерации адсорбента. После этого газ, насыщенный парами воды и углеводородов, из десорбера направляется через конденсатор-холодильник 5 в сепаратор 4, а затем в компрессор 3. Газ регенерации циркулирует в системе печь десорбер- конденсатор- сепаратор-компрессор./1/

В сепараторе происходит разделение газовой и конденсированной жидкой фазы. Вода сбрасывается в канализацию, жидкие углеводороды в ёмкость газовой продукции III.

Весь цикл процесса адсорбции делится на две фазы, последовательно происходящие в каждом адсорбере: адсорбцию и десорбцию. После окончания фазы происходит переключение адсорберов и потоков газа. Адсорбер начинает работать как десорбер и наоборот. После первого цикла поток из магистрального газопровода I подается только в тот адсорбер, где идёт адсорбция.

На рис.1 (нижняя часть) изображена принципиальная технологическая схема установки

адсорбционной очистки газов в предлагаемом виде, которая отличается от существующей установки только соединениями 9<sub>1</sub> и 9<sub>2</sub>.

Сущность данного предложения поясним на примере конкретной фазы адсорберов. Пусть б<sub>1</sub> в данный период работает как адсорбер, а б<sub>2</sub>-как десорбер. Поток сырья I подаётся в б<sub>1</sub>.

Предложение заключается в следующем.

Когда на выходе б<sub>1</sub> появляется проскок целевого компонента (адсорбирующего компонента), то не прекращая фазу адсорбции, продолжаем подачу сырья I в б<sub>1</sub>, но выход потока из б<sub>1</sub> переключаем из линии отходящего газа II через линии 9<sub>1</sub> в начало (верх) колонки б<sub>2</sub> одновременно выход колонки б<sub>2</sub> включаем в линию отходящего газа II./2/

В б<sub>1</sub>-адсорбент продолжает насыщаться, так как поток I продолжает проходить через него и выход из б<sub>1</sub> сопряжено рециркулирует в колонку б<sub>2</sub>, т.е. обе колонки работают как адсорберы до тех пор, пока полностью не насытится б<sub>1</sub>. Когда на выходе б<sub>1</sub> концентрация целевого компонента будет равна его концентрации на входе, то б<sub>1</sub> переключается на фазу десорбции, сырье I переключается на вход (верх) б<sub>2</sub>, а выход его продолжает оставаться выключенным в линию отходящего газа II. Колонка начинает работать как десорбер, а б<sub>2</sub>-как адсорбер самостоятельно.

В момент появления на выходе б<sub>2</sub> проскока целевого компонента, выход б<sub>2</sub> сопряжено рециркулируется на вход уже десорбированный б<sub>1</sub> и описанный выше цикл повторяется.

Следовательно, работа установки адсорбции предложенным способом даёт возможность максимального использования активности адсорбента.

Принцип работы 3-х и 4-х адсорберных установок, аналогичен принципу работы 2-х адсорберных установок. Предложение о повышении динамической активности адсорбентов, приведённое в этом параграфе, применимо как для установок в замкнутом цикле регенерации, так и для установок в открытом цикле регенерации, поскольку то изменение, которое предлагается сделать в существующих установках,



относится к адсорберам, а эта часть у обоих вариантов установок одинакова.

Недостатком ведения процесса на этих установках является то, что динамическая активность адсорбентов в адсорберах  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  значительно ниже их статической активности, т.е. не полностью используется поглотительная возможность адсорбентов./3/

На рис.1, где указан характер степени использования адсорбентов. Здесь иллюстрируется поглотительная способность силикагеля НС-62, заполняющая адсорбер 8-ми метровой высоты с пробоотборниками в 6-ти точках. Расстояние между точками 1 м. Сверху в адсорбер подают очищаемый природный газ в количестве 3000 м<sup>3</sup>/час.

Полученные данные дают кривую распределения адсорбции по высоте. Из кривой I видно, что в верхних (начальных) слоях (150 см) активность адсорбента достигает до 28,5 г/100 г, а в нижних слоях (ближе к выходу) - до 6 г/100 г.

Активность адсорбента резко падает по длине слоя адсорбента. В настоящее время в производстве, ограничиваясь таким распределением активности по длине работающего слоя адсорбента (кривая I), вынуждены в таком ненасыщенном состоянии адсорбента останавливать адсорбционную фазу и переключать фазу десорбции, так как если продолжать адсорбцию, то на выходе качество очищаемого газа ухудшается (отходящего газа II)./4/

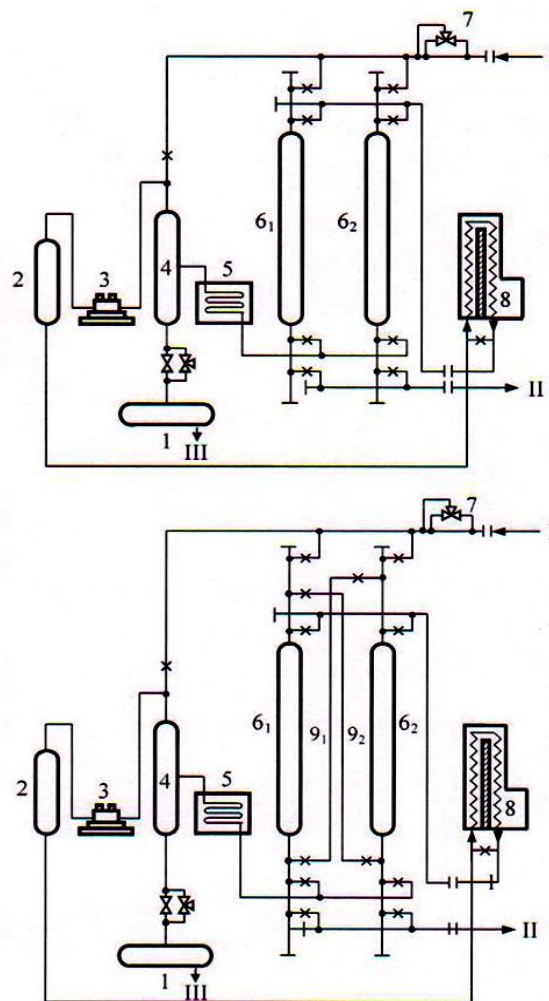


Рис.1. Схема установки короткоцикловой адсорбции: верхняя -существующая, нижняя -модифицированная

При повышении производительности адсорбционной установки ускоряется просок части бензина и влаги за слой и ещё большая часть адсорбента остаётся ненасыщенной. Использованной части активности адсорбента к максимальной его активности в целом составляет около 50%.

#### Вывод

Установлено что, активность адсорбции резко падает под лине слоя адсорбента, при повышении производительности адсорбционной установки, ускоряется просок часть бензина и влаги за слой и большая

часть адсорбента остается ненасыщенной. Таким образом использованной части активности адсорбента к максимальной его активности адсорбента в целом составляет около 50%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. İbrahimov Ç.Ş., Babayev Ə.İ. Kimya kibernetikasının elmi əsasları və praktiki məsələləri. - Bakı, ADNA-2012, c.340
2. Ch.Sh. İbragimov E.B. Nurmamedov. The liquid-phase adsorption of n-paraffins C5-C8. Journal "Theoretical foundations of chemical engineering", 2012, vol. 46, no. 2, pp. 135-142].
3. İbrahimov Ç.Ş. Kimya texnologiyası proseslərinin kibernetikası.-Bakı, "ELM"- c.104.
4. Эфендиев И.Р., Мустафаев И.А. Методы проектирования систем оптимального управления технологическими процессами.-Баку.: Изд. "Чашыоглу"- 2005 - с. 238.

### ADSORBENTLƏRİN DİNAMİK AKTİVLİYİNİN TƏDQIQI VƏ PROSESİN İDARƏ EDİLMƏSİNDƏ İSTİFADƏ EDİLMƏSİ

S.N.QULIEVA

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*

Qaz sənayesində təbii qazın qaz boru kəmərləri ilə nəqlini təmin etmək üçün adsorbsiya qurğularından istifadə edilir. Onlar aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: adsorberlər G1, G2, maye məhsulların toplanması üçün konteyner, alıcı, kompressor, qaz separator, kondensator-spiral, qaz axını təzyiqlik tənzimləyicisi, soba, egzoz qazı. adsorbentlərin ehtimalı.

NS-62 silisiumun adsorbsiya qabiliyyəti burada göstərilmişdir və samplers ilə 8 metr hündürlüyü olan adsorberləri 6 balda doldurur.

1 m nöqtələrinin arasındakı məsafə adsorberdə yuxarıdan təmizlənmiş təbii qaz 3000 m<sup>3</sup> / saat təşkil edir.

Nəticədə təklif olunan üsulla adsorbinlərin dinamik fəaliyyətinin mövcud aşağı faizlərdən (statik fəaliyyətin təxminən 50% -dən) 80% və daha çox artması bu təklifin müsbət təsirini təmin edir.

**Açar sözlər:** təbii qaz, adsorber, desorbsiya, karbohidrogenlər

### THE STUDY OF THE DYNAMIC ACTIVITY OF ADSORBENTS AND ITS USE IN PROCESS CONTROL

S.N.Gulieva

*Azerbaijan State University of Oil and Industry*

In the gas industry, adsorption installations for field preparation of natural gas for transportation through gas pipelines are known, containing: adsorbers G1, G2, container for collecting liquid products, receiver, compressor, gas separator, condenser —fridge, gas flow pressure regulator, furnace, main gas pipelines of raw materials and exhaust gas. the possibility of adsorbents.

The absorption capacity of NS-62 silica gel is illustrated here. It fills an adsorber of 8 meters height with samplers at 6 points.

The distance between the points 1 m. From the top in the adsorber serves purified natural gas in the amount of 3000 m<sup>3</sup> / hour.

Consequently, an increase in the dynamic activity of the adsorbts by the proposed method from the existing low percentages (about 50% of the static activity) to 80% and more ensures the positive effect of this proposal.

**Key words:** natural gas, adsorber, desorption, hydrocarbons.



UOT: 552.1: 553.2

## GƏNCƏ-QAZAX DAĞƏTƏYİ DÜZƏNLIYININ HİDROGEOLOJİ ŞƏRAİTİNİN MÜASİR VƏZİYYƏTİ

V. M. Kərimov,

A. Ş. Tağıyev,

magistrant R.A. Nuriyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: [allahverdi.taghiyev@gmail.com](mailto:allahverdi.taghiyev@gmail.com)**Açar sözlər:** qrunt suları, minerallaşma dərəcəsi, yeraltı suların səviyyəsi, hidrogeodinamiki rejim.

Gəncə-Qazax dağətəyi düzənliyi Azərbaycan Respublikasının şimal-qərbində Kiçik Qafqaz dağları ilə Kür çayı arasında eni 5-30 km olan zolaq formasında yerləşmişdir. Düzənlik qərbdən Gürcüstan Respublikası ilə, şərqdən isə Qarabağ düzənliyi ilə - şərti olaraq İncəçay boyunca həmsərhəddir. Düzənlik 3757 km<sup>2</sup> ərazini əhatə edir [1].

Oroqrafik cəhətdən Gəncə düzənliyi cənub və cənub-qərbdən şimal və şimal-şərq istiqamətində maili şəkildə yerləşmişdir. Müasir relyefin formalaşması bütün düzənlik boyu ərazidən axan dağ çayları və onların qidalandırdığı Kür çayının təsiri altında baş vermişdir.

Düzənliyin cənubda – Kiçik Qafqaz dağları ilə kontakt sahələrdə və şimalda – Kür çayı boyunca relyefin mürəkkəb şəkildə, mərkəzi sahələrdə isə nisbətən sakit formada olması ilə xarakterizə olunur. Düzənliyin şərqində yerləşən Bozdağ, Düzdağ, Gödəkdağ kimi Neogen yaşlı yüksəkliklər də sakit relyef formasına aid edilir. Düzənlikdə mütləq yüksəklik dağlıq sahələrdə 600 metrədən Kür çayı boyunca 60 metrə qədər azalır.

Gəncə düzənliyi sıx hidroqrafik şəbəkəyə malikdir. Burada Ağstafaçay, Tovuzçay, Zəyəmçay, Şəmkiçay, Qoşqarçay, Gəncəçay, Kürəkçay, Goran və İncə çayları Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamaclarından axaraq Kür çayına tökülürlər. Həmin çaylar düzənlik boyunca bəzi yerlərdə relyefi 30-40 m dərinliyə qədər kəsərək axır. Bu isə bir çox hallarda qrunt suları üçün təbii dren rolunu oynayır (şək. 1).

Düzənliyin qərb hissəsində - Gəncə çayından qərbə doğru çay şəbəkəsinin sıxlığı şərq və mərkəzi hissələrə nisbətən 2 dəfə çoxdur. Bu səbəbdən, eyni zamanda ərazinin geomorfoloji quruluşunun, süxurların litoloji tərkibinin, iqlimin və s. təbii amillərin təsirindən düzənlikdə yeraltı suların əmələ gəlməsi və kifayət qədər istismar ehtiyatlarının formalaşması üçün əlverişli şərait yaranır [2].

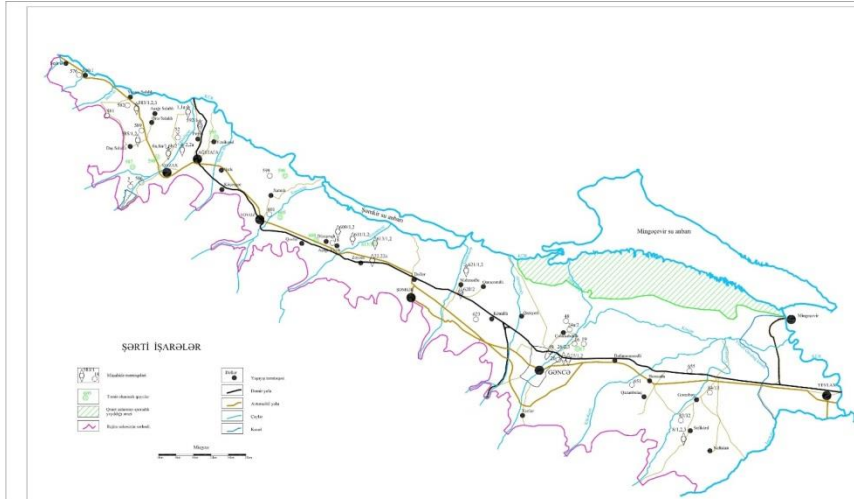
**İşin məqsədi:** Gəncə-Qazax dağətəyi düzənliyinin hidrogeoloji şəraitinin müasir vəziyyətinin öyrənilməsi üçün ərazidə hidrogeoloji şəraitə təsir edəcək təbii və suni amilləri nəzərdən keçirmək lazımdır. Ümumiyyətlə, ərazinin hidroloji və eyni zamanda hidrogeoloji şəraitinin formalaşmasında çaylar üzərində tikilmiş su anbarlarının xüsusi rolunun olmasını qeyd etmək lazımdır. Belə ki, ən böyük Mingəçevir su anbarı ilə yanaşı Ağstafa və Şəmkiç su anbarlarını xüsusi qeyd etmək olar. Ağstafa və Şəmkiç su anbarları özlərinin coğrafi mövqeyi, yerləşdiyi ərazi və təsir zonalarının mühəndis-geoloji və hidrogeoloji şəraitinə görə düzənlikdə qrunt sularının yer səthinə üstünə qalxması, ətraf mühitdə geoloji tarazlığın pozulması və bir çox hallarda neqativ hadisələrin əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur.

Hidroloji rejimə görə düzənlikdən keçən çayların hamısı atmosfer çöküntüləri və qarların əriməsi hesabına yaz-yay daşqınları ilə səciyyələnirlər. Düzənlikdəki çayların əksər hissəsinin üzərində su anbarları inşa edildiyindən, onların hidroloji rejimləri kifayət qədər tənzimlənmişdir. Belə ki, su anbarlarını qidalandıran çaylar öz sularını yerüstü axınları vasitəsi ilə çox hallarda Kür çayına çatdırıb bilmirlər. Su anbarlarından kanallar vasitəsi ilə çayların suyu irriqasiya şəbəkəsinə və düzənliyin suvarma sahələrinə paylanılır.

Gəncə düzənliyi iqlimə görə qərbdə - qışı quru keçən mülayim isti, mərkəzdə - qışı quru mülayim yarımsəhra, şərqdə isə quru səhra kimi tipləri ilə səciyyələnir son illərdə həmişə olduğu kimi düzənliyin şərqində qərbə nisbətən havanın orta illik hərərəti yüksək olmuşdur. Belə ki, düzənliyin şərqində orta illik hərərət 13,8-15,3<sup>0</sup>C, şərqində isə 13,1-15,2<sup>0</sup>C olmuşdur.

**Görülən işlər.** Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin məlumatlarına əsasən tədqiqat sahəsində son illərdə bütün ərazi boyu havanın orta aylıq hərərəti sıfırdan yuxarı olmuşdur. Belə

ki, ən aşağı orta aylıq hərarət dekabr-fevral aylarında ( $0,4-6,2^{\circ}\text{C}$ ), ən yüksək hərarət isə iyul-avqust aylarında ( $24,5-28,3^{\circ}\text{C}$ ) olmuşdur.



Şək. 1. Gəncə-Qazax düzənliyinin faktiki materiallar xəritəsi

Havanın orta illik nəmliyi 63-72 % təşkil edir. Ümumiyyətlə, əvvəlki illərdə olduğu kimi hesabat illərində də yay mövsümündə havanın nəmliyinin 48-61%-ə qədər azlması, payız-qəş aylarında isə 73-92%-ə qədər çoxalması müşahidə olunur.

Gəncə düzənliyində tədqiq edilmiş şirin və az mineralaşmaya malik olan yeraltı suların istismar ehtiyatları 4218,5 min  $\text{m}^3/\text{gün}$  həcmində hesablanmış və təsdiq edilmişdir. Bu suların hal-hazırda yalnız 13-15%-i istifadə edilir. Hasil edilmiş yeraltı suların 17-19%-i məişətdə və istehsalatda, 82-84%-i isə kənd təsərrüfatında və suvarmada istifadə olunur [3].

Qrunt suları Gəncə dağətəyi düzənliyində bütün sahə boyunca yayılmışdır. Düzənliyin dağətəyi hissələrində qrunt suları horizontunun yatma dərinliyi 54-56 m (quyu 586) təşkil edir. Kür çayı istiqamətində yatma dərinliyi azalaraq 0,5-1,2 m-ə (quyu 621/2) çatır. Düzənliyin Kür çayına yaxın olan bəzi sahələrində qrunt suları bulaqlar şəklində yer səthinə çıxırlar (şək. 2).

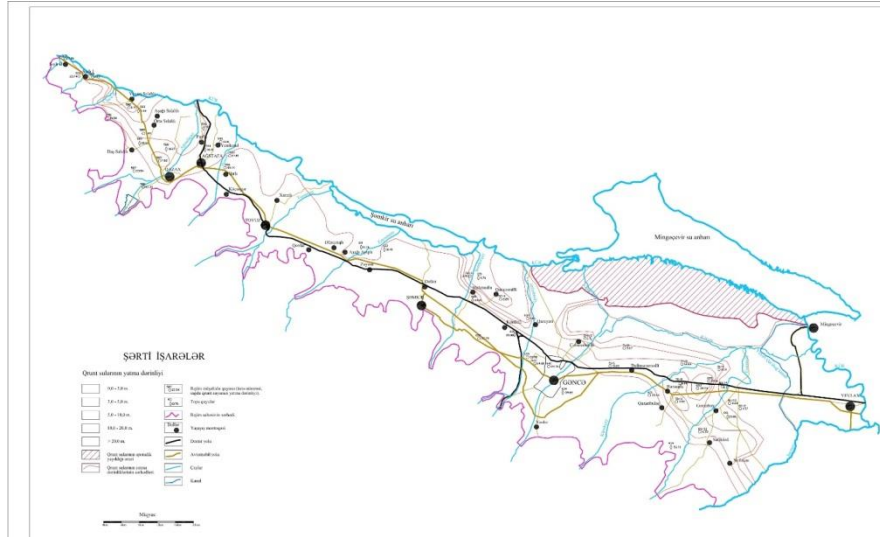
**Ekspərimental işlər.** Gəncə düzənliyində qrunt sularının mövsümi, illik və çoxillik rejimlərinin formalaşmasında təbii amillərlə yanaşı süni amillərin də təsiri çox olmuşdur. Respublikanın başqa dağətəyi bölgələrində olduğu kimi, Gəncə dağətəyi düzənliyində də kənd təsərrüfatı və sənayenin inkişafı ilə əlaqədar olaraq içməli, təsərrüfat və texniki məqsədlər üçün suya olan tələbat xeyli artmışdır. Belə ki, suvarma sistemləri genişlənməsi, su dəryaçalarının sayı artmış, yeraltı suların istismar edən çoxlu sayda

artezian quyuları qazılmışdır. Həmin süni amillər qrunt sularının hidrodinamiki və hidrokimyəvi rejimlərinin formalaşmasında təbii amillərin rolunu xeyli zəiflətməmişdir.

Son illərində düzənliyin yalnız dağətəyi sahələrində təbii amillərin qrunt sularının rejiminə təsiri daha açıq şəkildə özünü göstərir. Təbii rejimin formalaşmasında atmosfer çöküntülərinin təsiri daha mühüm rol oynayır. Eyni zamanda yeraltı suların qidalanması və boşalması arasında yaranan qanunauyğunluqlar da təbii rejimə təsir edir. Düzənliyində yeraltı suların qidalanması üçün ən əlverişli şərait buxarlanmanın az olduğu və atmosfer çöküntülərinin çox düşdüyü yaz və payız fəsillərində yaranır.

Qrunt sularının süzəlmə hesabına qidalanması onların yer səthinə nisbətən yaxın yatma dərinliyindən və eləcə də aerasiya zonası süxurlarının su keçiricilik xüsusiyyətlərindən asılıdır. Düzənlikdə qazılmış kəşfiyyat və müşahidə quyularının materiallarına əsasən aerasiya zonasının süxurları öz müxtəliflikləri ilə səciyyələnirlər. Düzənliyin qərb və mərkəzi hissələrində, quyuların geoloji-litoloji kəsilişlərində nisbətən iri fraksiyalar üstünlük təşkil etdiyi halda, şərq hissəsində xırda və incə fraksiyaların çoxluğu qeydə alınmışdır.

Qeyd olunduğu kimi, dağətəyi sahələrdə qrunt sularının təbii rejimləri formalaşır. Bu sahələrdə qrunt sularının yer səthinə minimal yatma dərinlikləri bir qayda olaraq aprel-may və iyun ayının əvvəllərində baş verir.



Şək 2. Gəncə-Qazax düzənliyində qrun sularının yatma dərinlik xəritəsi

Sonrakı müddətdə atmosfer çöküntülərinin azalması və buxarlanmanın çoxalması ilə əlaqədar qrun suları səviyyəsinin enməsi prosesi baş verir və bu proses oktyabr-noyabr aylarında yağıntıların başladığı müddətə qədər davam edir. Payızda havanın və aerasiya zonası süxurlarının nəmliklərinin artması ilə qrun sularının qidalanması yenidən intensivləşir və onların səviyyəsinin yenidən yüksəlməsi dövrü başlanır. Bu proses yenidən aprel-may aylarına qədər davam edir. Dağətəyi bölgələrdə qış aylarında havaların şaxtalı keçdiyi və atmosfer çöküntülərinin yer səthinə qar halında düşdüyü müddətdə qrun suları səviyyəsinin qalxma sürəti zəifləyir və ya müşahidə olunmur.

Düzənliyin qərbində Həsənsu və Tovuz çaylarının konuslararası depressiyasında – dağətəyi bölgədə yerləşən 601 sayılı müşahidə məntəqəsində, bu ərazidə yerləşən əksəriyyət məntəqələr kimi, stasionar rejim müşahidələri 1980-ci illərin axırlarından etibarən aparılır. 2000-2004 illərində bu quyuda qrun sularının səviyyəsi ildən-ilə mütamadi olaraq yer səthinə doğru qalxması müşahidə olunur və orta illik səviyyəni 1999-cu illə müqayisədə 2004-cü ildə 2,80 m yuxarı qalxmışdır. Sonrakı illərdə səviyyə qərarlaşaraq böyük dəyişikliklərə məruz qalmamışdır və 35.0m təşkil etmişdir. Səviyyənin illik amplitudu hesabat ilindən asılı olaraq 0,27-0,35 m təşkil edir. Qrun sularının yer səthinə nisbətən minimal yatma dərinliyi səviyyənin mütamadi olaraq qalxması ildən-ilə fərqlənir və əsasən ilin axırına – dekabr ayına təsadüf edir, maksimal isə mart və avqust aylarında müşahidə olunur.

Düzənliyin şərq hissəsində rejim müşahidə işlərinə 1952-ci ildə başlanılmışdır. Burada olan 57/4 sayılı müşahidə məntəqəsi Gəncə və Şəmkir çaylarının arasında Kür çayından 4-5 km aralı məsafədə yerləşir. Bu quyuda qrun sularının orta illik yatma dərinlikləri müşahidələr başladığı zaman 5,63 m olmuşdur. 2000-ci ildə bu quyularda qrun suları orta illik səviyyəsi 2,28 m təşkil etmişdir. Hesabat illərində bu quyuda qrun suları səviyyəsinin ildən-ilə mütamadi olaraq yer səthinə doğru qalxması müşahidə olunur. Bu dövrdə quyuda suyun səviyyəsi 2,28 m-dən 0,95 m-dək dəyişmişdir. Bu da müşahidələrə başladığı illə müqayisədə 4,68 m səviyyənin qalxması deməkdir. Səviyyənin illik amplitudu hesabat illərində 0,32 m təşkil edib.

Çoxilliklər boyu qrun sularının səviyyəsinin yer səthinə yaxınlaşmasının əsas səbəbi ərazidə suvarma əkinçiliyinin inkişafı ilə bağlıdır. Görən çayının aşağı axınının sağ sahilində yerləşən 83/32 sayılı quyuda müşahidələrə başladığı 1955-ci illə qrun sularının səviyyəsi 7,79 m olmuşdur[4]. 1987-ci ildə isə qrun sularının səviyyəsi quyuda 7,19 m təşkil etmişdir. 2000-ci il üçün bu quyuda səviyyə 5,20 m olmuşdur. İldən-ilə qrun sularının səviyyəsi yer səthinə doğru qalxaraq 2005-ci illin axırında 3,37 m-də qərarlaşmışdır. Sonrakı illərdə səviyyə tədricən aşağı düşməyə başlayıb və hesabat illərində yenə də 7.0-7.3m civarında qərarlaşıb. İllik amplitud dəyişməsi 0,19-0,26 m civarında olmuşdur. Ən yuxarı səviyyə, əsasən, may-iyun aylarında müşahidə edilmişdir. Ən aşağı səviyyə isə ildən asılı olaraq mart-aprel və ya da sentyabr-oktyabr aylarına təsadüf edir. Onu da qeyd edək ki, düzənliyin bu hissəsində qrun sularının səviyyəsinin yüksəlməsi digər quyularda

da azdan-çoxdan müşahidə olunur. Belə ki, bu bölgələrdə yerləşən 78/11, 81/3 və 60/1 sayılı müşahidə məntəqələrində qrunt sularının səviyyəsində analoji vəziyyət müşahidə olunur.

Düzənliyin mərkəzi və qərb bölgələrində qrunt sularının hidrodinamiki rejimlərinin formalaşmasında süni amillərin rolu üstünlük təşkil edir. Ərazidə intişar tapmış yeraltı sular yüksək keyfiyyətə malik olduğundan onların istismarı çoxsaylı subartezian quyuları vasitəsi ilə aparılır. Həmçinin bu ərazilərdə suvarma əkinçiliyi inkişaf etmişdir və hasil olunmuş yeraltı suların 80%-ə qədəri suvarmaya işlədilmişdir. Bunlar isə qrunt suları rejiminin formalaşmasında əsas amillərdən biridir. 576, 581, 583/3, 589, və 586 sayılı müşahidə məntəqələri Gəncə düzənliyində qərbində, Ağstafa çayından qərbə tərəf ərazidə yerləşirlər. Bu ərazidə qrunt sularının yatma dərinliyi quyunun yerləşməsindən asılı olaraq 3,40 m-dən 62,25 m-dək intervalda qərarlaşmışdır. Əvvəlki illərdə bu ərazidə qrunt sularının səviyyəsinin artması müşahidə olunurdu. Bu artım 4-5 ildə 1.28-2.49 m və səviyyənin illik amplitud dəyişməsi 0,35-1,75 m-dən təşkil edirdi. Hesabat illəri boyu bu quyularda qrunt sularının səviyyəsi demək olar ki stabil qalıb və illik amplitud dəyişməsi bu quyularda 0,20-0,55 m-dən artıq olmur. Ümumiyyətlə, rejim müşahidə məntəqələrində qrunt suları səviyyəsinin minimal yatma dərinlikləri əsasən yaz aylarında, maksimal isə yay aylarının axırında, payız aylarının əvvəllərində müşahidə edilir.

Gəncə düzənliyinin mərkəzi hissəsində qrunt sularının rejimi digər amillərlə yanaşı, son illər Şəmkir su anbarının təsiri altında da formalaşır. Bu ərazidə son illərdə müşahidə məntəqələrinin olmaması buranın hidroloji şəraitini dəqiq şərh etmək imkanı vermir. Su anbarı inşa olunandan və anbara suyun toplanması prosesi başlanan zamandan ətraf sahələrdə qrunt sularının səviyyəsinin qalxması və bunun nəticəsi kimi əraziləri subması müşahidə olunmuşdur. Başlanğıcını Şəmkir su anbarından götürən magistral kanalların keçdiyi sahələrdə də qrunt sularının səviyyəsinin kəskin qalxması nəticəsində kanallar boyu sahələrdə subasma halları qeydə alınır.

Gəncə dağətəyi düzənliyində intişar tapmış qrunt suları özlərinin müxtəlif və rəngarəng hidrokimyəvi rejimləri ilə səciyyələnirlər. Düzənliyin mərkəzi və qərb hissələrində qrunt sularının ümumi minerallaşma dərəcəsi 1,0 q/l-dən

azdır. Çoxilliklər boyu onların keyfiyyətində nəzərə çarpacaq dəyişikliklər qeydə alınmamışdır. Kimyəvi tərkiblərində kalsium, maqnezium, hidrokarbonat və sulfat kimi kation və anionlar həmişə üstünlük təşkil etmişdir.

Düzənliyin şərq hissəsində qrunt sularının ümumi minerallaşma dərəcəsi 0,5q/l-dən 48,2 q/l-ə qədər dəyişir. Daha yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik qrunt sularına aerasiya zonasında və susaxlayan horizontlarda gillərin və gilli süxurların yayıldığı Bozdağın ətəyində rast gəlinir. Düzənliyin bu ərazilərində kimyəvi tərkibinə görə qrunt suları xlorlu natriumlu tipə aid edilir. Düzənliyin şərq hissəsində, çayların gətirmə konuslarında il ərzində və çoxilliklər boyu qrunt sularının keyfiyyəti dəyişmir və ümumi minerallaşma dərəcəsi 0,5 q/l-dən çox olmur.

Gəncə düzənliyində yerləşən iri sənaye şəhəri Gəncə və ona bitişik olan ərazilərdə yeraltı suların texnogen amillərin təsirindən çirklənməsi və onların hidrokimyəvi tərkiblərinin neqativ dəyişikliklərə məruz qalması halları təqzib olunmazdır. Gəncə gil-torpaq kombinatı Respublikanın iri sənaye müəsisələrindən biri olmaqla şəhərin və ona yaxın ətraf ərazilərin atmosferi ilə yanaşı, yeraltı suların keyfiyyətində də müəyyən qədər öz təsirini göstərir. Kombinatin tullantıları toplanan şlam anbarları ətrafında yerləşən müşahidə məntəqələrində qrunt sularının yatma dərinliyi son illərdə 7,10-9,47-dən 13,78-17,13 arasında dəyişmişdir. Illik amplitud dəyişməsi ilindən asılı olaraq 0,21-1,37 m civarında olmuşdur [5].

Gəncə düzənliyində qrunt suları ilə yanaşı Dördüncü dövr çöküntülərində inkişaf tapmış 4 təzyiqli sulu horizontu da yayılmışdır. Bu horizontlar eyni qidalanma mənbəyinə malik olduqlarından bir-biri ilə hidravlik əlaqədədirlər. Təzyiqli sular öz yüksək keyfiyyətlərinə görə qrunt sularından dala qalmırlar. Bu keyfiyyətinə görə də düzənlikdə hal-hazırda xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində və içməli su təminatında intensiv şəkildə istifadə olunurlar. Düzənlik boyu üfüqi və şaquli istiqamətlərdə təzyiqli sulu horizontların hidrodinamiki göstəriciləri çox böyük intervalda dəyişir. Təzyiqli suların pyezometrik səviyyələri rejim şəbəkəsinin müşahidə məntəqələrində yer səthindən 45,0-46,0 m-dən başlayaraq, fəvvarəli quyularda müxtəlif sərtlərlə yer səthindən yuxarı çıxırlar.

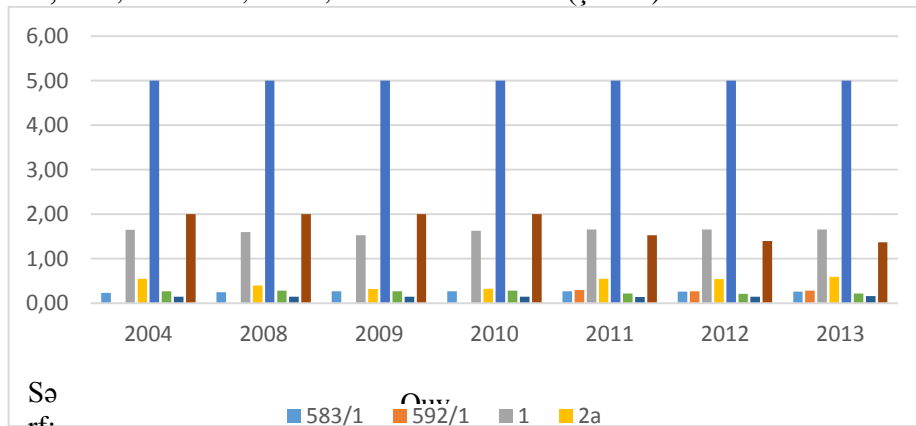
Şəmkir rayonunun Qapanlı yaşayış məntəqəsinin yaxınlığında yerləşən 621/1



müşahidə məntəqəsində təzyiqli sular fəvvarə şəklində yer səthinə çıxırlar. Dərinliyi 72 m olan bu quyuda süzgəc 61,1-66,4 m arası quraşdırılmışdır. Son illərdə bu quyuda suyun orta illik sərfi 1,53 l/san olmuşdur və il ərzində amplitud dəyişikliyi 0.3 l/san qeyd edilmişdir.

Qazax rayonunun Salahlı və Ağstafa rayonunun Poylu yaşayış məntəqələrində yerləşən 583/1 və 592/1 sayılı müşahidə quyularında son illərdə təzyiqli sular fəvvarə ilə yer səthinə çıxmışlar. Bu quyuların dərinlikləri uyğun olaraq 100,0 və 108,0 m təşkil edir. Quyularda süzgülər müvafiq olaraq 87,1-92,6 və 95,2-103,1 m-də

yerləşdirilmişdir. Quyularda suyun sərfi də çox fərqlənir 0,27 l/san 583/1 sayılı quyuda və 0,30 l/san-ə 592/1 sayılı quyuda. Burada onu da qeyd etmək lazımdır ki, qrun sularından fərqli olaraq təzyiqli suların il ərzində istər sərf, istərsə də səviyyə dəyişikliyi çox zəif hiss olunur. Son illərdə bu quyularda sərfin il ərzində amplitud dəyişməsi uyğun olaraq 0,00-dan 0,04 l/san qədər olmuşdur. Burada yerləşən və digər təzyiqli sulu horizonta qazılmış 592/2 sayılı quyuda (dərinliyi 58m) son dövrlərdə təzyiqli sularının səviyyəsi 7.82m müşahidə olunur və illik amplitudu 0,45 m təşkil edir (şək. 3).



Şək. 3. Gəncə-Qazax dağətəyi düzənliyinin quyularda təzyiqli sularının orta illik sərfərin dinamikası (l/san)

Gəncə düzənliyində yayılmış təzyiqli suların il ərzində və çoxilliklərlə müqayisəsində özlərinin nisbi sabit hidrokimyəvi rejimləri ilə səciyyələnirlər. Son illərdə təzyiqli suların ÜMD 1,0 q/l-ə qədər, çox vaxt isə 0,6 q/l olmuşdur. Kimyəvi tərkibləri xlorlu-sulfatlı natriumludur.

Təzyiqli suların temperatur rejimləri il boyu, demək olar ki, az dəyişikliyə məruz qalır. Təzyiqli suların orta illik hərərəti 17,0<sup>0</sup> C olmuşdur, illik amplitud dəyişməsi isə 1,0-1,5<sup>0</sup> C təşkil etmişdir.

### NƏTİCƏ

Nəticə olaraq qeyd edə bilərik ki, Gəncə-Qazax düzənliyinin müasir hidrogeoloji şəraiti həm təbii, həm də sunii amillərin hesabına formalaşmışdır. Belə ki, təbii amillərdən üstünlük təşkil edənləri atmosfer yağıntıları və düzənliyin ərazisindən keçən çayların gətirmə konuslarıdır. Ümumiyyətlə, Gəncə düzənliyində Neogen-Dördüncü dövr yaşlı çöküntülərdə inkişaf etmiş qrun və dörd təzyiqli sulu horizont tədqiq olunmuşdur. Həmin sulu horizontlar bir-birindən şərti olaraq ayrılır və onların arasında hidravliki əlaqənin olması mövcuddur. Süni amillər isə Gəncə-Qazax düzənliyinin mərkəzi və qərb bölgələrində qrun sularının hidrodinamik rejimlərinin formalaşmasında üstünlük təşkil edir. Həmçinin, bəzi təzyiqli su quyularında (621/1) orta illik sərfin azalması müşahidə edilmişdir.

Tədqiqat sahəsindəki bəzi çaylar üzərində su anbarlarının yaradılması nəticəsində su ehtiyatlarının təbii paylanma şəraiti, yerüstü və yeraltı suların qarşılıqlı əlaqə şəraiti dəyişmişdir. Su anbarlarının təsiri altında olan ərazilərdə hidrodinamik və hidrokimyəvi şərait, ilk növbədə, Kür çayı üzərində 110-120 km məsafədə yaradılmış üç iri su anbarının Gəncə-Qazax məsamə-lay yeraltı su hövzəsinin hidrogeoloji şəraitinə təsiri kompleks öyrənilməlidir.

### ƏDƏBİYYAT

1. F.Ə.İmanov, A.B.Ələkbərov. Azərbaycanın su ehtiyatlarının müasir dəyişmələri və inteqrasiyalı idarə edilməsi. Bakı-Mütərcim-2017, 353 s.
2. R.H.Məmmədov, Ə.B.Əsgərov, C.E.Əhmədov. 2009-2013-cü illərdə Azərbaycan Respublikası ərazisində yeraltı suların monitorinqinin aparılması işlərinin nəticələri haqqında. Hesabat, 2015. 243 s.

3. Nəsnov R.B. Əsgərov Ə.B. və başğaları. 2005-2008-ci illərdə Azərbaycan Respublikası ərazisində yeraltı suların monitorinqinin aparılması üzrə hesabat. Bakı İAF, 2009. 75 s.
4. Алиев Ф.Ш. Типизация закономерностей формирования и прогноза режима грунтовых вод орошаемых земель. Вопросы гидрогеологии неосферы. Вып.5, САЙГИМС Ташкент, 1980г. 125 с.
5. Алиев Ф.Ш., Керимов П.М.. Геоэкологические проблемы использования подземных вод предгорных равнин аридных зон на орошение. “Экологические проблемы при орошении и осушении“ Часть II, Киев 1993г. 116 с.

### **THE CURRENT STATE OF THE HYDROGEOLOGICAL CONDITION IN GANJA-GAZAKH LOWLANDS**

**K.V. Mirzamehdi, A.Sh. Taghiyev,  
R. A. Nuriyev**

**Azerbaijan State Oil and Industry University**

As in all the foothills of the Republic, at the Ganja plains, the sediments of the atmosphere fall into the ground surface, mainly in the form of rain. However, during the winter months (December-February), there is snowfall. It should be noted that the snow can stay on the ground for a few days, and then melts away from heat. According to the stations at the Ganja plain of the hydrometeorological service, the amount of atmospheric precipitations in recent years varies from 168 to 451 mm.

The role of artificial factors in the formation of hydrodynamic regime of ground water in the central and western regions of the Ganja-Gazakh plain dominates. Also, in some pressure water wells (621/1) there was a decrease in average annual consumption.

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГЯНДЖА-ГАЗАХ**

**В. М. Каримов, А.Ш. Тагиев  
Р. А.Нуриев**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности**

Как и во всех предгорьях республики, на Гянджинских равнинах атмосферные отложения выпадают на поверхность земли, в основном в виде дождя. Однако в зимние месяцы (декабрь-февраль) идет снегопад. Следует отметить, что снег может оставаться на земле в течение нескольких дней, а затем тает от жары. По данным станций Гянджинской равнины гидрометеорологической службы, количество атмосферных осадков в последние годы колеблется от 168 до 451 мм.

Роль искусственных факторов в формировании гидродинамического режима подземных вод в центральных и западных районах Гянджа-Газахской равнины доминирует. Кроме того, в некоторых водонапорных скважинах (621/1) наблюдалось снижение среднегодового потребления.

UOT678.4

## XLORTUTUMLU BİRLƏŞMƏLƏRLƏ MODİFİKASIYA OLUNMUŞ ÜÇLÜ ETİLEN-PROPİLEN SOPOLİMERİ ƏSASINDA KOMPOZİSİYALAR

magistrant S.M.Məmmədov

İ.H.Mövlayev

salehmemmedov30@gmail.com

*Üçlü etilen-propilen sopolimerinin çatışmayan xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədilə xlorparafınli birləşmə ilə müxtəlif nisbətlərdə modifikasiya olunmuşdur. Modifikasiya nəticəsində əldə olunan vulkanizatın fiziki-mexaniki və fiziki-kimyəvi xassələrinin yaxşılaşdırılması tədqiqatlar nəticəsində sübut olunmuşdur*

**Açar sozlər:** üçlü etilen-propilen sopolimeri, xlorparafın, modifikasiya, qırılmada möhkəmlik həddi, yanma, cırılmaya müqavimət, nisbi uzanma, şişmə dərəcəsi

Üçlü etilen-propilen sopolimeri doymuş polimerlər sinifinə və alınma mənbəyi ucuz xammallardan ibarətdir. Onun əsasında alınan kompozisiyalardan yüksək temperatur və ozon şəraitində istismar olunan rezin texniki məmulatların alınmasında, formlaşmış rezin məmulatlarının alınmasında, kablərin izolyasiyasında geniş istifadə olunur. Üçlü etilen-propilen sopolimerinin aşağı sürətlə vulkanizasiyası, doymamış kauçuklarla pis birgə yerləşməsi, aşağı kohezivliyi, metalla əlaqə möhkəmliyinin aşağı olması və s. Şin və

rezin texniki məmulatlarının alınması sahəsində geniş tətbiq edilməsini məhdudlaşdırır. Üçlü etilen-propilen sopolimerinin qeyd edilən xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə onu xlorlutumlu xlorparafınlə (XP-470) modifikasiya edirik. Mexaniki modifikasiya laboratoriyaya vərdənəsində 40-50°C temperaturda müxtəlif nisbətlərdə xlorparafın üçlü etilen-propilen sopolimeri ilə 2-3 dəqiqə müddətində qarışdırılmaqla aparılır. Daha sonra cədvəl 1-də göstərilən komponentlər SKEPT-60/XP-470 qarışığına verilərək qarışdırılır.

Cədvəl 1

XP-470-lə modifikasiya olunmuş üçlü etilen-propilen əsasında kompozisiyaların tərkibi

№	Qarışığın nömrələri Komponentlər	Qarışığın nömrələri					
		1	2	3	4	5	6
1	SKEPT-60	100	100	100	100	100	100
2	XP-470	-	-	-	-	-	-
3	Stearin turşusu	1	1	1	1	1	1
4	Tiuram	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
5	Kaptaks	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6	ZnO	5	5	5	5	5	5
7	Texniki karbon, P-234	50	50	50	50	50	50

Ümumi qarışma müddəti 20-25 dəqiqə davam edir. Qarışdırılma başa çatdıqdan sonra qarışıq vərdənənin valları arasında 2.5-3 mm qalınlığında vərəq şəklində buraxılır. Hazırlanmış kompozisiya hidravlik vulkanizasiya presində 153±2 °C temperaturda 25 dəqiqə müddətində vulkanizasiya edilir. Vulkanizasiya prosesi başa

çatdıqdan sonra alınan vulkanizat standartı uyğun olaraq 4-6 saat müddətində otaq temperaturunda saxlanılır və daha sonra vulkanizatın fiziki-mexaniki və fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilir. Vulkanizatın tədqiqatı nəticəsində alınan göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2

Xlorparafınlə modifikasiya olunmuş üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələri

№	Qarışığın nömrələri Komponentlər	Qarışığın nömrələri					
		1	2	3	4	5	6

1	Qırılma anında möhkəmlük həddi,MPa	20.1	20.8	21.6	21.2	20.0	18.6
2	100% uzanmada möhkəmlük həddi, Mpa	3.2	3.5	3.7	3.2	2.7	2.0
3	300% uzanmada möhkəmlük həddi, Mpa	12.9	13.3	13.9	12.8	11.6	11.0
4	Nisbi uzanma,%	370	380	385	390	392	400
5	Qalıq deformasiya ,%	14.1	14.8	15.2	14.3	13.4	12.8
6	Cırılmaya müqavimət, kN/m	32.6	34.1	36.0	33.7	32.1	31.2
7	TM-2 cihazı üzrə bərklik ş.v	69.8	69.5	69.0	67.9	66.0	59.9
8	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik,%	38.6	39.0	39.3	38.1	38	37.0
9	100°C temperaturda 36 saat müddətində saxladıqdan sonra istilikdən qocalma əmsalları						
	$f_{möh.üzrə}$	0.86	0.89	0.92	0.88	0.85	0.84
	$\epsilon_{nisbi uzanma üzrə}$	0.59	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64
10	100°C temperaturda istilikdən qocalma əmsalları						
	$f_{möh.üzrə}$	0.26	0.98	0.99	0.97	0.91	0.90
	$\epsilon_{nisbi uzanma üzrə}$	0.86	0.87	0.86	0.86	0.85	0.83
11	Pol.3 əlaqə möhkəmliyi(qopartma üzrə), MPa	1.40	1.75	2.1	2.3	2.0	1.99
12	Həlledicilərdə şişmə dərəcəsi, %	112.1	108.4	101.5	99.1	94.0	91.8
	Benzin “qaloş”						
	Benzin-benzol 3:1	143.2	139.8	132.7	129.9	125.7	123.9
13	Yanma müddəti	290	310	395	420	473	495

Modifikasiya olunmuş üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında alınan kompozisiya nın göstəriciləri,modifikasiya olunmamış üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında alınan kompozisiyaya nisbətən yüksəkdir.Məsələn qırılmada möhkəmlük həddi 20.1 Mpa-a qarşı 21.6 Mpa, 100% və 300% uzanmada möhkəmlük həddi uyğun olaraq 3.2 Mpa-a qarşı 3.7 Mpa, 12.9 Mpa-a qarşı 13.9 Mpa-la yüksəlmişdir. Cırılmaya müqavimət 32.6 kN/m-ə qarşı 33.7 kN/m olmuşdur. İstilikdən qocalma əmsalları (qırılma üzrə və nisbi uzanma üzrə) uyğun olaraq 0.86-dan 0.92-yə, 0.59-dan 0.62-yə qalxmışdır. Metalla (st-3) əlaqə möhkəmliyi 1.4 Mpa-a qarşı 2.3 Mpa-ya qədər yüksəlmişdir. Benzine davamlılıq 12.4%, benzin-benzol 3:1 qarışığına davamlılıq isə 9.6% artmışdır.Xlorparafınla (XP-470) modifikasiya olunmuş üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında

#### Nəticə

1. Üçlü etilen-propilen sopolimeri müxtəlif nisbətlərdə xlorparafınla vərdənədə 40-50°C temperaturda 2-3 dəqiqə müddətində mexaniki modifikasiya edilmişdir.
2. Modifikasiya edilmiş Üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında alınmış kompozisiyanın fiziki-mexaniki xassələri modifikasiya olunmamışa nisbətən yaxşılaşdırılmışdır.
3. Gələcəkdə xlorparafınla modifikasiya olunmuş Üçlü etilen-propilen sopolimerinin digər doymuş və doymamış ümumi təyinatlı kauçuklarla qarışığı əsasında yeni təyinatlı kompozisiya materiallarının alınmasında istifadə etməkdir.

#### ƏDƏBİYYAT

kompozisiyaların xassələrinin yaxşılaşması onu göstərir ki, xlorparafın SKEPT-60-ın vulkanizasiya torunun əmələ gəlməsində,vulkanizasiya torunun sıxlaşmasında iştirak etdiyini deməyə əsas verir. Vulkanizasiya torunun sıxlaşması baş verdiyindən modifikasiya olunmuş üçlü etilen-propilen sopolimeri əsasında kompozisiya vulkanizatının benzində şişməsi 12%,benzin-benzol 3:1 qarışığında isə 10% aşağı düşmüşdür. Yanma müddəti isə modifikasiya olunmamışa nisbətən 130 saniyə artmışdır(290 san-yə qarşı 420 san).Bu isə xlorun vulkanizasiya torunda yerləşdiyini deməyə əsas verir.

Üçlü etilen-propilen sopolimerinin 4-6 k.h xlorparafınla modifikasiyası əsasında alınan kompozisiyanın fiziki-mexaniki və fiziki kimyəvi xassələri optimal göstəriciyə malik olur.



1. Eldarov E.G., Mamedov F.V., Golderg V.M., Zaikov G.E. A kinetic model of polymer degradation during extrusion. Oxidation communications, 1996, 19, N:1, p.54-68
2. Билалов Я.М. , Мовлаев И.Г. , Иванов А.В. , Ибрагимов А.Д. Реологические свойства смесей тройных этилен - пропиленовых и хлорсодержащих поли меров . Тез . И докл . Всесоюзн НТК " Процессы и аппараты пр - ва полим мат . , методы и оборудов. для перераб . их в изделия " , Москва , 1982 , т . 1 , с.7
3. Билалов Я.М. , Ибрагимов А.Д. , Мовлаев И.Г. , Гумбатов Б.Г. Свойства резин на основе тройного этилен - пропиленового каучука с хлоркарбокислированным полиэтиленом . Изв . ВУЗ - ов , сер . " Химия и хим . техноло- гия " , 1983 , т . 26 , вып . 10 , с . 1258-1260
4. Билалов Я.М. Мовлаев И.Г. Исмайлов Т.М. , Ибрагимов А.Д. , Реологиче- ские свойства полимерной композиции этилен - пропилен вого тройного сополимера и хлоркарбокислированного полиэтилена. Изв . ВУЗ - ов , сер . " Нефть и газ " , 1984 , № 3 , с.33-35
5. Y.M.Bilalov, F.İ.Hüseynov, L.M.Abbasova. Modifikasiya edilmiş Polimer Kompozisiyaları-2002

**КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ С ХЛОРПАРОФИНАМИ  
ТРОЙНОГО ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО СОПОЛИМЕРА СКЭП-60**

**Мовлаев И.Г. , Мамедов С. М**

Модифицированный в различных пропорциях хлорпарафиновым соединением для улучшения отсутствующих свойств тройного этилен-пропиленового сополимера. Улучшение физических, механических и физико-химических свойств вулканизации в результате модификации было доказано в результате исследований.

**Ключевые слова:** тройной этилен-пропиленовый сополимер, хлорпарафин, модификация, жесткость при разрушении, горение, сопротивление разрыву, относительное удлинение, надувная скорость.

**COMPOSITIONS BASED ON ETHYLENE-PROPYLENE TERPOLYMER COPOLYMER  
EPDM-60 MODIFIED WITH CHLOROPAROFINS**

**İ.G.Mövlayev., S.M.Mammadov**

EPDM rubber was modified with chloroparaffin in different proportion to improve physical properties of rubber. According to the test results, physical-mechanical and physical-chemical properties of obtained vulcanizate after modification was improved.

**Keywords:** EPDM rubber, chloroparaffin, modification, tensile strength ,resistance to fire, resistance to wear, relative elongation, swelling degree

UOT 622.27.621.52

**YERALTI QAZ ANBARINDA TƏBİİ QAZIN QUYUYA YARIM  
SFERİK-RADİAL AXINLA STASİONAR REJİMDƏ SÜZÜLMƏSİ**

**O.Ə.Əliyeva**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
afeliyaalieva@gmail.com

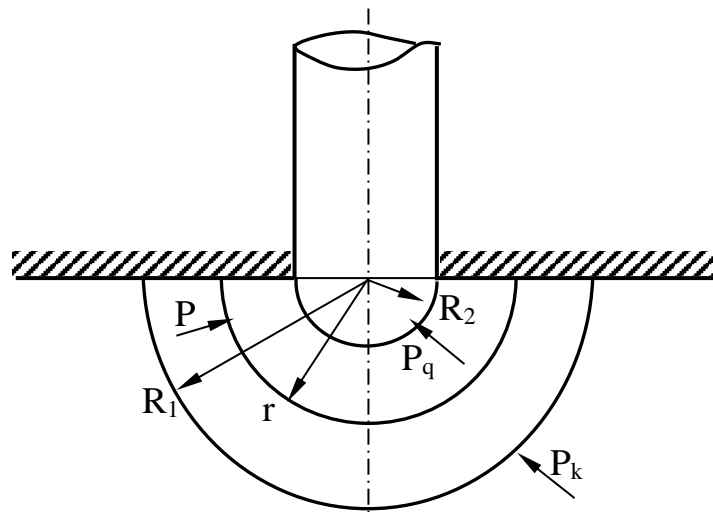
**Açar sözlər:** yeraltı qaz anbarı, təbii qaz, yarım sferik-radial axın, stasionar rejim, bircins lay, debit, süzülmə sürəti, cari təzyiqin paylanması, cari təzyiq qradienti, yerdəyişmə müddəti, orta lay təzyiqi

Məqalədə, yeraltı qaz anbarında qazın quyuya yarım-sferik radial axınla stasionar süzülməsinə dair qazodinamik məsələnin həlli nəticələri şərh edilmişdir. Burada kəsilməzlik tənliyindən, Darsi qanunundan və qazın sıxlığı ilə cari təzyiq arasındakı əlaqədən istifadə edilib, aşağıdakılar üçün düsturlar çıxarılmışdır: cari süzülmə sürəti, quyunun debiti, cari anbar təzyiqinin paylanması qanunu, cari təzyiq qradienti, digər tərəfdən, qaz anbarı süxurlarının məsamə kanallarında qazın həqiqi orta hərəkət sürətilə süzülmə sürəti arasındakı məlum əlaqədən istifadə edərək, qazın qidalanma konturundan quyuyadək irəliləmə müddəti üçün də düstur çıxarılmışdır. Bütün bunlardan başqa qaz anbarının cari orta təzyiqinin təyini üçün üsul təklif edilmişdir.

Bu məqalədə quyunun yeraltı qaz anbarının yerləşdiyi layın tavanını yarım-sferik çökək diblə açmışdırsa, yəni quyunun dibi yastı-dairəvi deyildirsə, onda laydan bu quyuya yarım

$$r\rho v_q = \text{const}$$

(1)



Şək.1.  $P_k$  - lay təzyiqi,  $P_q$  - quyudibi təzyiq,  $P$  - cari təzyiq,  
 $R$  - qidalanma konturunun radiusu,  $R_2$  - quyunun radiusu,  
 $r$  - cari radius - vektordur.

Əgər süzülmə sürəti və sıxlıq üçün aşağıdakı ifadələri qəbul etsək,

$$v_q = \frac{K_q}{\mu_q} \frac{\partial P}{\partial r}$$

$\rho = aP$ , onda (1) ifadəsi bu şəkildə düşər:

$$r \frac{dP^2}{dr} = C_1 \quad (2)$$

buradan

$$\frac{dP^2}{dr} = \frac{C_1}{r} dP^2 = C_1 \frac{dr}{r},$$

$$P^2(r) = C_1 \ln r + C_2 \quad (3)$$

alınır.

$C_1$  və  $C_2$  inteqral sabitlərini təyin etmək üçün aşağıdakı sərhəd şərtlərindən istifadə edirik:

$$r = R_1 \text{ olanda } P(R_1) = P_1 \text{ olur;}$$

$$r = R_2 \text{ olanda } P(R_2) = P_2$$

olur,

onda (3) ifadəsindən aşağıdakı tənlikləri yaza bilərik :

$$P_1^2 = C_1 \ln R_1 + C_2$$

$$P_2^2 = C_2 \ln R_2 + C_2$$

Bu tənliklər sistemini həll edərək, tapırıq:

$$C_1 = \frac{P_1^2 - P_2^2}{\ln R_1/R_2} \quad C_2 = P_1^2 \frac{P_1^2 - P_2^2}{\ln R_1/R_2} \cdot \ln R_1$$

$$= P_2^2 - \frac{P_1^2 - P_2^2}{\ln R_1/R_2} \cdot \ln R_2$$

$C_1$  və  $C_2$  sabitləri qiymətlərini (3) ifadəsində yerinə yazsaq, cari təzyiğin paylanması üçün aşağıdakı düsturu alarıq:

$$P(r) = \sqrt{P_1^2 - \frac{P_1^2 - P_2^2}{\ln R_1/R_2} \cdot \ln \frac{R_1}{r}} =$$

$$= \sqrt{P_2^2 - \frac{P_1^2 - P_2^2}{\ln R_1/R_2} \cdot \ln \frac{r}{R_1}} \quad (4)$$

Ifadə (4)-də  $P$  - dən  $r$  - ə görə törəmə alıb, cari təzyi qradienti üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{P_1^2 - P_2^2}{2rp(r)\ln R_1/R_2} \quad (5)$$

Cari süzülmə sürəti olur :

$$v_q = \frac{K_q}{\mu_q} \frac{dP}{dr} = \frac{K_q(P_1^2 - P_2^2)}{2\mu_q r P(r) \ln R_1/R_2} \quad (6)$$

Yuxarıda şərh edilənlərə əsasən quyunun normal şəraitdə qaz debiti olacaq :

$$Q = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{v_q}{r} = R_2 \cdot S \quad (7)$$

burada  $S = 2\pi r^2$  cari yarım sfera sərtinin sahəsidir, bunu və (6) ifadəsindən

$v_q$ -nin qiymətini düstur (7) -də yerinə qoysaq, alarıq :

$$Q = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 2\pi r^2 \frac{K_q}{\mu_q} \frac{dP}{dr} \quad (8)$$

bu diferensial tənliyi dəyişənlərinə ayırıb,  $\rho/\rho_0 = P/P_0$  qəbul edək, onda alarıq:

$$\frac{Q \cdot P_0 \cdot \mu_q}{2\pi K_q} \frac{dr}{r^2} = P dP \quad (9)$$

(9) tənliyini  $r$ -ə görə  $R_1$ -dən  $r$ -dək,  $P$ -yə görə isə  $P_1$ -dən  $P$ -yədək inteqrallasaq, alarıq:

$$\frac{Q \cdot P_0 \cdot \mu_q}{\pi K_q} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R_1} \right) = P_1^2 - P^2 \quad (10)$$

Sonuncu ifadədən qaz quyusunun debiti üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$Q = \frac{\pi K_q R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{P_0 \mu_q (R_1 - R_2)} \quad (11)$$

$Q$  - nin bu qiymətini (10) düsturunda yerinə qoysaq, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$P^2 = P_1^2 - \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{R_1 - R_2} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R_1} \right) \quad (12)$$

Buradan, alarıq:

$$P = \sqrt{P_1^2 - \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{2(R_1 - R_2)} \cdot \frac{1}{r^2}} \quad (13)$$

Düstur (13)-də  $P$ -dən  $r$ -ə görə törəmə alsaq, cari təzyi qradienti üçün aşağıdakı ifadəni əldə edərik:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{2(R_1 - R_2)} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (14)$$

Cari süzülmə sürəti üçün düstur (14)-dən alarıq :

$$v_q = \frac{K_q}{\mu_q} \cdot \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{2(R_1 - R_2)} \cdot \frac{1}{r^2} \quad (15)$$

Qazın yeraltı qaz anbarı süxurlarının məsamə kanallarında həqiqi orta hərəkət sürətilə qazın süzülmə sürəti arasında aşağıdakı funksional əlaqə mövcuddur:

$$w_q = \frac{v_q}{m} = \frac{dr}{dt} \quad (16)$$

$v_q$ -nin qiymətini (15) ifadəsindən (16) tənliyində yetinə qoysaq, alırıq :

$$\frac{K_q}{m\mu_q} \cdot \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{2(R_1 - R_2)} \cdot \frac{1}{r^2} = -\frac{dr}{dt} \quad (17)$$

Tənlik (17)-ni dəyişənlərinə ayıraraq, alırıq :

$$-r^2 dr \cdot \frac{2m\mu_q(R_1 - R_2)}{K_1 R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)} = dt \quad (18)$$

(18) diferensial tənliyini  $r$ -ə görə  $R_1$ -dən  $R_2$ -dək və  $t$ -yə görə  $0$ -dan  $T$ -dək inteqrallayaq:

$$-\frac{2m\mu_q(R_1 - R_2)(R_1^3 - R_2^3)}{3K_q R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)} = -T \quad (19)$$

buradan alırıq:

$$T = \frac{2}{3} \frac{m\mu_q(R_1 - R_2)(R_1^3 - R_2^3)}{K_q R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)} \quad (20)$$

Bu düsturla qazın qidalanma konturundan quyuyadək irəliləmə müddəti hesablanır.

Əgər yeraltı qaz anbarında yalnız bir bu quyudan qaz hasil edilərsə və heç bir quyudan anbara qaz vurulmazsa, onda anbardakı cari orta lay təzyiqini hesablamaq olar [3,4].

Bunun üçün əvvəlcə (13) ifadəsindən istifadə edib, cari təzyiq  $P$  -nin, absislər (radius – vektorlar) oxu,  $R_1, R_2$  ordinatları arasında qalan sahə hesablanır, yəni :

$$S = \int_{R_2}^{R_1} P dr = \int_{R_2}^{R_1} \sqrt{P_1^2 - \frac{R_1 R_2 (P_1^2 - P_2^2)}{2(R_1 - R_2)}} \cdot \frac{1}{r^2} \cdot dr \quad (21)$$

Yeraltı qaz anbarının orta cari lay təzyiqi olacaq :

$$P_{lay or.} = \frac{S}{R_1 - R_2} \quad (22)$$

## NƏTİCƏ

1. Məqalədə yeraltı qaz anbarında təbii qazın quyuya yarımşferik-radial axınla stasionar rejimdə süzülməsinə dair qazodinamik məsələ həll edilmişdir.

2. Kəsilməzlik tənliyindən, Darsi xətti süzülmə qanunundan və qazın sıxlığının təzyiqdən xətti asılılığından istifadə edərək, cari anbar təzyiqinin cari radius-vektordan asılı paylanması qanunu, cari təzyiq qradienti, cari süzülmə sürəti və quyunun qaz debiti üçün qazodinamik hesablama düsturları çıxarılmışdır.

3. Yeraltı qaz anbarı süxurlarının məsamə kanallarında qazın həqiqi orta hərəkət sürətilə qazın cari süzülmə sürəti arasındakı məlum funksional əlaqədən istifadə edərək, qazın qidalanma konturundan quyuyadək yerdəyişmə müddətini hesablamaq üçün də düstur çıxarılmışdır.

4. Yeraltı qaz anbarının cari orta lay təzyiqini təyin etmək üçün üsul təklif edilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Mustafayev S.D., Əliyeva O.Ə., Qədirov Z.S., Şıxıyev M.N. Yeraltı qaz anbarlarının qaz quyularının tədqiqat xüsusiyyətləri // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - № 07- 08, 2017, S.31-34

2. İsmayılov F.S., Abbasov E.M., Qədirov Z.S. Qaradağ yeraltı qaz anbarına qazvurma prosesinin başlanğıc mərhələsində quyuların iş rejiminin təyini // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - № 12, 2018, S.14-17

3. Mirələmov H.F., Məmmədov R.M., Qurbanov Ə.N. Respublikamızda fəaliyyət göstərən yeraltı qaz saxlama anbarlarının və istismar edilən qurğuların işinin təhlili // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, - №5, 2013, S.11-17

4. Асланов В.Д. Геологические основы создания подземных хранилищ газа и связи с решением проблемы газоснабжения, Баку-2001, 43-49 с.

**ПОЛУСФЕРИЧЕСКАЯ РАДИАЛЬНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА  
В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ В ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОХРАНИЛИЩАХ.**

**Алиева Офелия Арастун**

**Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности**

В статье изложены результаты решения газодинамической задачи о стационарной полусферической фильтрации газа в подземном хранилище. Здесь использовались уравнение неразрывности, закон Дарси и связь между плотностью газа и текущим давлением, выводились следующие газодинамические расчетные формулы: для текущей скорости фильтрации, дебита скважины, закона распространения текущего давления, текущего градиента давления; с другой стороны, используя известную связь между средней истинной скоростью движения газа в поровых каналах пород и скоростью фильтрации, выводилась формула для вычисления времени продвижения газа из контура питания до скважин. Кроме всего этого, предложен способ для определения среднего текущего давления подземного хранилища газа.

**Ключевые слова:** подземное хранилище газа, природный газ, полусферический - радиальный поток, стационарный режим, однородный пласт, дебит, скорость фильтрации, распространение текущего давления, текущий градиент давления, время продвижения, среднее пластовое давление.

**STATIONARY FILTRATION OF NATURAL GAS IN THE  
UNDERGROUND GAS STORAGE BY SPHERICAL-RADIAL FLOW**

**Aliyeva Ofelya Arastun**

**Azerbaijan State Oil and Industry University**

The article outlines the findings of the gas-bearing problem of stationary filtration of gas the underground gas storage by a half-spherical radial flow. In the article continuity equation, Darcy's law, relationship between gas density and current pressure have been used, the following gaso-dynamic calculation formulae - current filtration rate, well discharge, law of current underground pressure distribution, current pressure gradient have been derived.

On the other hand, using relationship between real average movement velocity of gas in the porous channels and filtration rate the equation for calculation of time of gas movement from feeding contour to the well has been derived. In addition, the method determining current average pressure storage has been offered.

**Key words:** underground gas storage, natural gas, half-spherical-radial flow, stationary mode, layer, debit, filtration speed, current pressure distribution, current pressure gradient, displacement time, average layer pressure