



#10 (50), 2019 część 5
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

#10 (50), 2019 part 5
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dziedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dziedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 kopii.

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo
Naukowe**

**Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

1000 copies.

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-
001 Warsaw, Poland»**

East European Scientific Journal

**Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Жумамуратов М. А., Мамбетуллаева С. М.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СО СТЕПЕНЬЮ РАСТВОРИМОСТИ ИОНОВ В ПОЧВАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ.....4

Skachkov V.A., Ivanov V.I., Kirichenko A.G., Vodennikova O.S., Panova V.O.

COMPACTING CARBON COMPOSITES BY PYROCARBON FROM PRODUCIS OF NATURAL GAS PYROLYSIS IN THE THERMOCHEMICAL FLOW-TYPE REACTORS6

Біляєв М. М., Козачина В. А., Лемеш М. В., Кіріченко П. С.

МОДЕЛЮВАННЯ ОЧИСТКИ ВОДИ В СИСТЕМАХ «АЕРОТЕНК–ВІДСТІЙНИК»10

Короли М. А., Гафурова М.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ16

Лавінський Д. В., Морачковський О. К.

ДЕФОРМУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПОРОШКІВ ПРИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ.....20

Лебедев А. В.

ПЕРЕХОД ОТ АСУ К ERP. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.....25

Майкут С. А.

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОНОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ27

Поперешняк С.В., Гріненко С. А.

МОДЕЛЬ ІННОВАЦІЙНОЇ ЗРІЛОСТІ ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ ІТ ПІДПРИЄМСТВ33

Молдабаева Г.Ж., Турдиев М.Ф., Сулейменова Р.Т., Шаяхметова Ж.Б., Абдешова Г.Г.

ПРИНЦИП И МЕТОДИКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗА ПРОЦЕССОМ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ РЕЖИМЕ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ.....40

Теслюк Г. В., Волик Б. А., Теслюк Ю. В.

КОНСТРУКЦІЯ РОТАЦІЙНОЇ ЗУБОВОЇ БОРОНИ НА ОСНОВІ БУДОВИ ТІЛА БІОЛОГІЧНОГО АНАЛОГУ47

Усмонов Ф. Б., Қаххоров Х. А.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМЕНА ГЕЛИОКАМЕРЫ54

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Жумамуратов Мырзамурат Ажимуратович

кандидат технических наук,

Нукусский государственный педагогический институт,

Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна

Доктор биологических наук, профессор,

Каракалпакский государственный университет

г. Нукус, Узбекистан

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СО СТЕПЕНЬЮ РАСТВОРИМОСТИ ИОНОВ В ПОЧВАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Jumamuratov Myrzamurat Ajimuratovich

Candidate of Technical science,

Nukus State pedagogical institute

Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna

Doctor of biological science, professor,

Karakalpak state university

Аннотация. В статье показано, что в условиях сильного засоления почв зоны Приаралья, геохимические процессы развиваются разными путями с образованием комплексных соединений химических элементов, которые по степени выщелачиваемости ионов находятся в интервале от растворимых до труднорастворимых соединений.

Annotation. It is shown in the article, that in the conditions of strong salt of soils of zone of Priaralie, geochemical processes develop different ways with formation of complex connections of chemical elements that on the degree of leachability of ions are in an interval from soluble to difficult soluble connections.

Ключевые слова: Приаралье, засоление, элементный анализ, загрязнение.

Keywords: Priaralie, salt, element analysis, contamination.

Почва – особое природное образование, состоит из генетически связанных между собой горизонтов, является накопителем и преобразователем в ней веществ, барьером на пути загрязнения, обладает особыми свойствами, присущими живой и неживой природе. В биогеохимической цепи миграции химических элементов почвы занимают центральное место.

В условиях Приаралья, где повсеместно идут процессы засоления почв, познание закономерностей формирования элементного состава почв, накопления в них элементов, и их рассеивания по биогеохимической цепи, представляет научно-практическое значение. В связи с этим мы изучали элементный состав почв основных агроландшафтов зоны Приаралья.

Соотношения химических элементов в почвах и литосфере практически сходны, но нет определенной пропорциональности, хотя во многих случаях, если содержание какого-либо элемента больше в литосфере, то его больше и в почве. Поэтому среднее содержание элемента и его дисперсия распределения в экосистеме может быть использована для оценки состояния компонентов

природной среды. По данным литературы [1, 2] было показано, что между средним содержанием элемента в почвах и растениях и ионным потенциалом, а также коэффициентом биологического поглощения имеется определенная взаимосвязь и эта связь характеризует растворимость иона в изучаемом объекте. Взаимосвязь ионного потенциала, выщелачиваемости элементов из почвы и среднего содержания элементов в почвах между Na^{1+} , Ca^{2+} , Rb^{1+} , Cs^{1+} и Ba^{2+} действительно имеется. Величина ионного радиуса взята из работы [3].

На основе полученных данных строили зависимость между ионным потенциалом (v) и степени выщелачиваемости ионов одно- и двух валентных ионов (рис. 1-а). Видим, что взаимосвязь этих параметров характеризуется коэффициентом корреляции 0,55 и соответствующих уравнений регрессии, которые описываются уравнением $Y=2,0+0,4x$. Аналогичная взаимосвязь имеется и для многозарядных ионов (рис. 1-б). С увеличением ионного потенциала увеличивается степень выщелачиваемости ионов (гидратируемость иона) в почве.

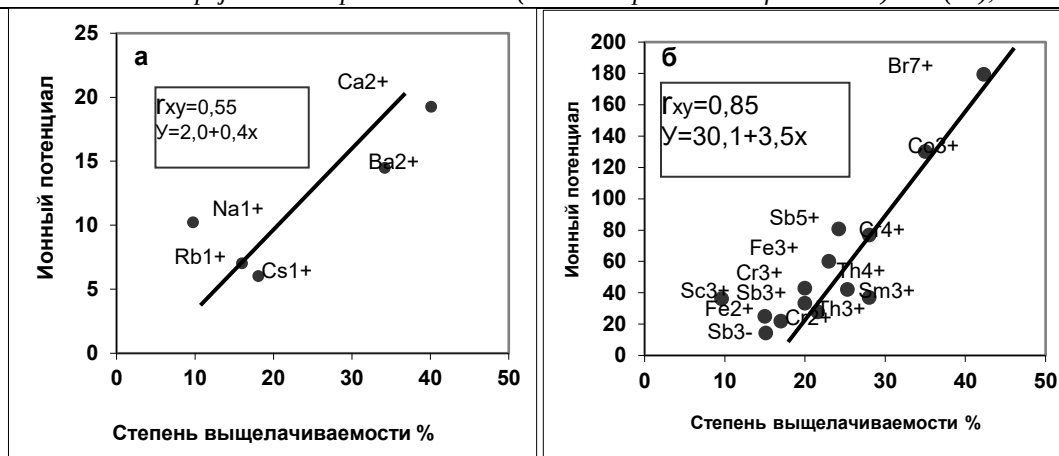


Рис. 1 Зависимость между ионным потенциалом и выщелачиванием химических элементов в сильнозасоленных почвах.

Для щелочноземельных элементов имеем до 40 % растворимости ионов (рис. 1-а). В этом случае, наверное, мы имеем дело с сульфатными формами: $NaSO_4^-$, KSO_4^- , $CaSO_4^-$, $MgSO_4$, которые являются хорошо гидратируемыми. Катионы Na^{1+} , K^{1+} , Ca^{2+} и Mg^{2+} в засоленных почвах могут сбалансироваться с зарядом иона хлора. В таких случаях наблюдается переход сульфатных форм в хлорные. Линейная зависимость с коэффициентом корреляции $r_{xy}=0,55$ и $r_{xy}=0,85$ для одно- и двухвалентных катионов показывает, что в условиях сильнозасоленных почв тенденция образования взаимосвязи с ионами OH^- , S^{2-} , Se^{2-} и галогенами будет слабой у щелочноземельных элементов. Степень растворимости у этих элементов изменяется по схеме: $Ca > Ba > Cs > Rb > Na$, а ионный потенциал изменяется по схеме: $Ca > Ba > Na > Rb > Cs$.

Для одновалентных катионов (Na^+ , Mg^+ , Rb^+ , Cs^{1+}) в условиях сильного засоления почв образование комплексов выражено слабо (рис. 1-а),

хотя, в отдельных случаях, например Na может участвовать в комплексообразовании, создавая ионные пары с OH^- , HCO_3^- , а главное, с SO_4^{2-} .

Интересна зависимость ионного потенциала и степени выщелачивания трех, четырех и более валентных ионов в почвах, которая отражена на рис. 1-б. Такая взаимосвязь имеется между средними содержаниями элементов и степенью растворимости, что было установлено выщелачиванием дистиллированной водой (рис. 2). Видно, что с увеличением ионного потенциала и содержания элемента в почве для многозарядных состояний (выше трех) выщелачиваемость ионов повышается. Для одно- и двух валентных ионов, например Cs^{1+} , Rb^{1+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Na^{1+} , которые имеют низкие значения ионного потенциала, выщелачиваемость их водой в среднем не превышает 40 %.

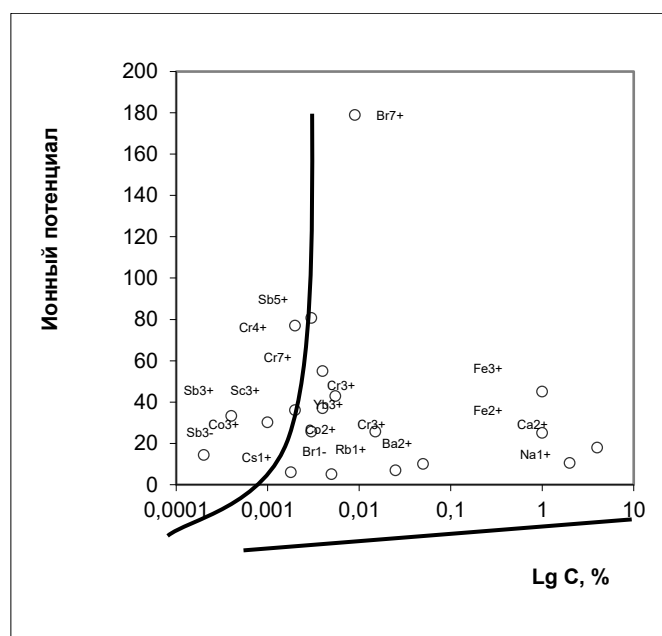


Рис. 2. Взаимосвязь между средним содержанием химических элементов в почве и степенью их выщелачиваемости.

В случае многозарядных ионов (рис. 1-б.) выщелачиваемость в почве не более 50 %, хотя величина ионного потенциала очень высока. Это объясняется тем, что содержание многозарядных ионов в почве очень низкое (10^{-4} - 10^{-3} % вес), что видно из рис. 2 для ионов Br^{7+} , Cr^{4+} , Co^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Se^{5+} , Sc^{3+} , Th^{4+} , Yb^{3+} и т.д.

Линейная зависимость между ионным потенциалом и растворимостью с коэффициентом корреляции $r_{xy}=0,85$ для переходных элементов, Th, РЗЭ, Sc показывает, что комплексообразование, по-видимому, в общем случае, более устойчивое, хотя имеются некоторые тенденции роста выщелачиваемости (несмотря на низкие концентрации элемента в почве) с увеличением величины ионного потенциала и сродства их с кислородом, что приводит к превращению в устойчивые анионные комплексы через ряд простых превращений. В зависимости от pH среды, степень растворимости оксидов и гидрооксидов элементов меняется от устойчивого до растворимого.

Полученные данные показывают, что в условиях сильного засоления почв (pH=7-9) процессы выщелачиваемости одновалентных ионов (например Na^{1+} , K^{1+} , Cs^{1+} , Rb^{1+}) относительно слабее, чем двухвалентных ионов (Ba^{2+} , Ca^{2+}). Двухвалентные катионы меньшие по размеру, образуют несколько слаборастворимых соединений с различными анионами. Трех и многозарядные ионы, которые при различных природных условиях образуют комплексные растворимые соединения, по-видимому, мало переходят в раствор, поскольку они легко

осаждаются в виде окислов и гидроокислов на геохимических барьерах (в частности глине).

Таким образом, в условиях сильного засоления почв зоны Приаралья, геохимические процессы развиваются разными путями с образованием комплексных соединений химических элементов, которые по степени выщелачиваемости ионов находятся в интервале от растворимых до труднорастворимых соединений.

Как показывают экспериментальные результаты, при выщелачивании элементов дистиллированной водой из сильнозасоленных почв в течение различных промежутков времени имеются определенные предпосылки для оздоровления экологической ситуации агропочв региона Южного Приаралья. Для этого, в первую очередь, следует заниматься вопросами реконструкции существующих дренажно-коллекторных систем и созданием новых систем по современным технологиям.

Список литературы

1. Хатамов Ш. Нейтронно-активационный анализ биогеохимических объектов при поисках золоторудных месторождений и оценке биогеохимической ситуации в Среднеазиатском регионе. Дисс. док. тех. наук. – М.: Геохимия РАН. 1991. – 485 с.
2. Перельман А. И. Геохимия. – М.: Высшая школа. 1979. – 432 с.
3. Краткая химическая энциклопедия. 1963. – М.: Гос. НИ и Советская энциклопедия. Том 2. – 379 с.

UDC 669.046:536.24.001.57

*Skachkov V.A., Ivanov V.I.,
Kirichenko A.G., Vodennikova O.S., Panova V.O.
Zaporizhzhia National University*

COMPACTING CARBON COMPOSITES BY PYROCARBON FROM PRODUCTS OF NATURAL GAS PYROLYSIS IN THE THERMOCHEMICAL FLOW-TYPE REACTORS

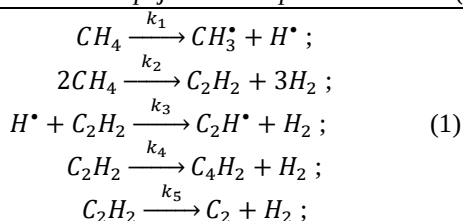
Abstract. The mathematical modelling natural gas pyrolysis and compacting carbon composites by pyrocarbon from a gas phase in the thermochemical flow-type reactors is performed. A model takes into account the processes of transporting gaseous hydrocarbons in the porous structure of composite, their subsequent decomposition and deposition of pyrocarbon on the heated surfaces of pores.

Keywords: carbon composite, natural gas, pyrolysis, isothermal compacting, pyrocarbon, flow-type reactor, modelling

Introduction. At the production of carbon composites one of the important stages is a compacting their porous structure with the use of natural gas (methane) [1]. When homogeneous reactions occur, the complex of paraffinic and unsaturated hydrocarbons and a number of radicals appears [2-5]. Products of homogeneous reactions and initial hydrocarbon diffuse to the heated surfaces of composite and then into its porous structure where subsequently decompose the heated walls of pores and form a solid phase, namely

pyrocarbon.

The assemblage of volume chemical reactions of methane pyrolysis can be presented as system of equations:



Carbon composite samples and reactor walls have an almost identical temperature. Near the heated surfaces of composites the temperature of reaction gases corresponds the temperature of reactor walls, but with distance from walls the temperature of gases decreases and in area of mainlines of its flow has a minimum value.

Problem statement. To study the processes of mass transfer of reaction gases mixture and deposition of pyrocarbon in flow-type reactors at the compacting of carbon composite from a gas phase.

Basic part of researches. For conditions of gas flowing along the reactor axis and diffusion rate lower then flow rate, equations of mass transfer of i -th component of gas mixture and chemical transformation can be written as:

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = \text{div}(\nabla C_i - D_{iN} \cdot \Delta C_i) = k_i \cdot C_1^n \cdot C_2^n \dots C_N^n, \quad (2)$$

where C_i is a concentration of i -th component of gas mixture; D_{iN} is a diffusion coefficient of i -th component from mixture of N components; ΔC_i is a concentration gradient; k_i , n are a rate constant of homogeneous reaction and reaction order on i -th component respectively.

A solving of the system of equations (2) is possible, if the initial and border conditions of the studied process are known.

Initial conditions determine the distribution of concentration for components of gas mixture in the reaction volume of reactor in start moment of process

$$C(\bar{x}, 0) = C(\bar{x}). \quad (3)$$

As a rule, initial distribution of concentration for components of reaction gas mixture in the volume of reactor is accepted as a constant.

Border conditions determine the features of mass transfer on the interface between reaction gases and heated surfaces, i. e. conditions of chemical interactions on the interface, its gas permeability and activity.

It is known that the structure of surface for porous carbon composite has a distinct heterogeneity conditioned by the presence of solid phase and open porosity.

For such surface total mass density I_i of i -th component stream on a border a «gas-solid» is determined by correlation

$$I_i = (1 - \omega_i) \cdot I_i^S + \omega_i \cdot I_i^V, \quad (4)$$

where I_i^S , I_i^V are a mass density of streams of i -th component on the surface of composite and in the

volume of its pores, respectively; ω_i is relative porosity of composite surface.

The mass density of i -th component steam on the surface S of composite is calculated by a formula

$$I_i^S = D_i \frac{\partial C}{\partial \eta} \Big|_S = W_i^S, \quad (5)$$

where η is a normal to the surface S ; W_i^S is specific volume productively of chemical transformations that defined on the basis of postulates of chemical kinetics [6] and which is rate of heterogeneous reaction of i -th component of reaction gas mixture.

In a formula (5) the rate of heterogeneous reaction for i -th component is determined by means of correlation

$$W_i^S = k_i^S \cdot C_i^S, \quad (6)$$

where k_i^S , C_i^S are a rate constant of heterogeneous reaction and concentration of i -th component on the surface of carbon composite, respectively.

For determination stream of reaction mixture density in the volume of the investigated composite, the problem of diffusive mass transfer in pores is considered.

In the conditions of stationarity equation of diffusive mass transfer of i -th component of reaction gases mixture along the length of pore can be written as:

$$\bar{r} \cdot D_i \frac{\partial C_i}{\partial \ell^2} = 2k_i^S \cdot f_i^S(C), \quad (7)$$

where $\bar{r}$, ℓ are a middle radius and length of pore, respectively; $f_i^S(C)$ is a kinetic function of heterogeneous processes.

In the case of sufficient thickness of the investigated carbon composite, border conditions for equation (7) are following

$$C_i|_{\ell \rightarrow \infty} = 0; \quad (8)$$

$$C_i|_{\ell \rightarrow 0} = C_i^S. \quad (9)$$

A condition (8) demonstrates the absence of reaction gas in the end of endlessly long pore, and condition (9) sets the concentration of gas near the mouth of pore.

In the case of linearness of function, $f_i^S(C) \equiv C$ solution of equation (9) looks like

$$C_i = C_i^S \cdot \left[-\frac{2k_i^S}{r \cdot D_i} \right] \cdot \ell. \quad (10)$$

The stream mass density for i -th component of reaction mixture in a pore is set by the first Fick law

$$I_i^V = D_i \cdot F \frac{dC}{d\ell} \Big|_{\ell=0}, \quad (11)$$

where F is cross-sectional area of pore.

After differentiation of equation (10) on length of pore and its substitution in equation (11), we get

$$I_i^V = -\pi \cdot \frac{C_i^S \cdot k_i^S \cdot r}{D_i} \quad (12)$$

Taking into account equations (7) and (12) total stream mass density, given by correlation (4), it can be written as

$$I_i = C_i^S \cdot \left[(1 - \omega_i) \cdot k_i^S - \pi \cdot \omega_i \cdot \frac{k_i^S \cdot r}{D_i} \right] \quad (13)$$

Equation (13) sets the discharge of components of reaction gas mixture on the surface of porous carbon composite. After the diffusion rate of reaction gases from the reactor volume and the rate of their discharge on the surface of composite will equal, the stationary concentration of reaction gases is set.

Assuming, that the concentration of i -th component from the volume of reactor to the surface of composite changes on a linear law, the size of its gradient can be defined with use of correlation

$$\frac{dC_i}{dn} = \frac{C_i^0 - C_i^S}{\delta} \quad (14)$$

where C_i^0 is a concentration of i -th component in the volume of reactor; δ is a thickness of diffusion layer.

The condition of stationarity can be written as

$$D_i \frac{dC_i}{dn} = I_i \quad (15)$$

Then correlation between the concentrations of i -th component in the volume of reactor (C_i^0) and on the surface of porous composite (C_i^S) is

$$C_i^0 = \frac{\beta \cdot C_i^S}{\beta + (1 - \omega_i) \cdot k_i^S - \pi \cdot \omega_i \cdot (2k_i^S \cdot r / D_i)} \quad (16)$$

where β is diffusion rate constant, $\beta = D_i / \delta$.

Correlation (16) is end result of method of equally accessible surfaces, specified by the two-stream approximation for porous bodies [7].

To simplify the solution of the system of equations (2), we introduce a number of assumptions [8]:

– a circular axisymmetrical reactor is considered, for which a function describing the structure of gas

streams does not depend on an azimuthal coordinate, and operating mode is stationary;

– rates of homogeneous and heterogeneous reactions on every individual component correspond to the first order;

– the Frank-Kamenetskij method of equally accessible surfaces is used.

Taking into account the accepted assumptions, the system of equations (1) can be written as:

$$\frac{d(UC_i)}{dz} + \frac{2k_i^S \cdot C_i^S}{R \cdot (\beta + (1 - \omega_i) \cdot k_i^S - \pi \cdot \omega_i \cdot (2k_i^S \cdot r / D_i))} = W_i^S \quad (17)$$

where U is rate of gas stream on the axis of reactor; R is a radius of reactor; z is a coordinate along the axis of reactor.

The diffusion coefficients for i -th component are calculated on the Blank formula:

$$D_i = \frac{1 - x_i}{\sum (x_i / D_{ij})} \quad (18)$$

where x_i is a molar fraction of i -th component; D_{ij} is a diffusion coefficient.

The concentrations of products of homogeneous and heterogeneous reactions are determined with the use of correlations:

$$\begin{aligned} [CH_4] &= \frac{A \cdot (1 - X - B) \cdot P}{\theta}; [CH_3^*] = \frac{A \cdot B \cdot P}{\theta}; \\ [C_2H_2] &= \frac{A \cdot (X - L - F - E) \cdot P}{\theta}; [C_2H^*] = \frac{A \cdot L \cdot P}{\theta}; \\ [\sum_{n=2} \sum_{m=2} C_n H_m] &= \frac{A \cdot F \cdot P}{\theta}; [C_2] = \frac{A \cdot E \cdot P}{\theta}. \end{aligned} \quad (19)$$

where A is a volume flow rate of methane; X, B, E, L, F are relative fractions of methane pyrolyzed to products of homogeneous reactions $C_2H_2, CH_3^*, C_2H^*, C_nH_m, C_2$, respectively; $\theta = K \cdot T \cdot M$; T, P are a temperature and pressure in the reactor; M is a common quantity of moles of gas passing through the given section of reactor per time unit; K is gas constant.

The system of equations (16) for methane and products of its homogeneous decomposition in a reactor, taking into account correlations (18), looks like:

$$\begin{aligned} \frac{d(U \cdot S \cdot \varphi)}{dz} + \Psi_6 \cdot \varphi &= S \cdot (k_1 + k_2) \cdot \phi; \\ \frac{d(U \cdot S \cdot \phi)}{dz} + \Psi_3 \cdot \phi &= S \cdot k_3 \cdot \varphi - (k_2 + k_4 + k_5) \cdot \varphi; \\ \frac{d(U \cdot S \cdot B)}{dz} + \Psi_1 \cdot B &= S \cdot k_1 \cdot \varphi; \frac{d(U \cdot S \cdot L)}{dz} + \Psi_2 \cdot L = S \cdot k_2 \cdot \varphi \\ \frac{d(U \cdot S \cdot F)}{dz} + \Psi_5 \cdot F &= S \cdot k_5 \cdot \phi; \frac{d(U \cdot S \cdot E)}{dz} + \Psi_4 \cdot E = S \cdot k_4 \cdot \phi, \\ \text{where } \varphi &= 1 - X - B; \phi = X - L - F - E. \end{aligned} \quad (20)$$

Rate constants for homogeneous reactions of formation of radicals, acetylene, heavy hydrocarbons

and soot carbon k_1 - k_5 in the system (1) are determined with the use of following correlations [9]:

$$\begin{aligned} k_1 &= -\frac{B}{(X+B) \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{A-X-B}{A} \right); k_2 = -\frac{L}{(L+E+F) \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{\phi}{k_3 \cdot A \cdot t} \right) \\ k_3 &= -\frac{X}{(X+B) \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{A-X-B}{A} \right); k_4 = -\frac{F}{(L+E+F) \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{\phi}{k_3 \cdot A \cdot t} \right); \\ k_5 &= -\frac{E}{(L+E+F) \cdot t} \cdot \ln \left(\frac{\phi}{k_3 \cdot A \cdot t} \right). \end{aligned} \quad (21)$$

It is assumed that during processes of compacting porous structure of carbon composite the next conditions are fulfilled:

- deposition rate of pyrocarbon in the porous structure of composite is small enough;
- porosity of composite is the slowly changing function of time.

In this case, problem of mass transfer in single cylindrical pore of carbon composite is mathematically formulated by the system of equations (7)-(9), and also by the following

correlations:

$$\vartheta \cdot \frac{d\rho}{d\ell} = \sum_{i=1}^N S_i \cdot k_i^S \cdot C_i; \quad (22)$$

$$\rho|_{\ell=0} = \rho_0, \quad (23)$$

where S_i is a specific reactive surface of composite; ρ_0 is an initial density of material of composite; ϑ is rate of pyrocarbon layer growth.

Solution of equation (7) taking into account conditions (8)-(9) can be presented as correlations [10]:

$$C_i = \frac{C_i^0 \cdot \left\{ \exp[(2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5} \cdot (\ell - 2h)] + \exp[-\ell \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5}] \right\}}{1 + \exp[2\ell \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)]}, \quad (24)$$

where $2h$ is a thickness of carbon composite wall.

Because of the size of specific reaction surface area of carbon composite S_i corresponds the specific surface area of pores; it can be defined with the use of correlation:

$$S_i = \frac{2(\rho_r - \rho)}{\bar{r} \cdot \rho_r \cdot \rho}, \quad (25)$$

where ρ_r is a real density of material of composite.

Performing the substitution of correlation (25) in differential equation (21), taking into account a

formula $\vartheta = \frac{1}{\rho_0} \cdot \sum_{i=1}^N k_i^S \cdot C_i$ it can be written:

$$\frac{d\rho}{d\ell} = \frac{2(\rho_r - \rho)}{\bar{r} \cdot \rho_r \cdot \rho} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{h_i \cdot C_i \cdot \rho_0}{\sum_{i=1}^N k_i^S}. \quad (26)$$

After integration of correlation (26) on ρ (from ρ_0 to ρ) and on ℓ (from 0 to ℓ) we obtain transcendent equation in relation to a parameter ρ_r which characterizes the change of apparent density for material of composite on the its wall thickness:

$$\rho_r \cdot \ln \left(\frac{\rho_r - \rho}{\rho_r - \rho_0} \right) = \frac{2\rho_0}{\bar{r} \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5} \cdot \rho_r \cdot \sum_{i=1}^N k_i^S} \cdot \sum_{i=1}^N k_i^S \cdot C_i^0 \cdot \frac{\left\{ 1 + \exp[(1 - 2h) \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5}] - \exp[-\ell \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)] - \frac{-\exp[-2h \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)]}{1 - \exp[-2h \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5}]} \right\}}{1 - \exp[-2h \cdot (2k_i^S/\bar{r} \cdot D_i)^{0.5}]} \quad (27)$$

Computing experiment with the use of the offered mathematical model was performed by means of the computer program in algorithmic language of «Turbo Pascal».

Initial data for the calculation are natural gas composition and flow rate; geometrical parameters of reactor; initial porosity and thickness of carbon composite wall; middle radius of pores; temperature and remaining pressure in reactor; duration of pyrocarbon deposition process.

Output parameters are distribution of individual hydrocarbons (radicals) concentration in the volume of reactor and in the porous structure of carbon composite;

deposition rate of pyrocarbon; distribution of composite density on the wall thickness for its different areas.

As a numeral example the calculation of pyrolytic compaction of composite was executed for next conditions: composite on basis of graphitized carbon clothes with novolak-type binder; natural gas (96.50 % CH_4 ; 0.54 % C_3H_8 ; 0.44 % C_2H_6 ; 0.20 % C_4H_{10} ; 1.5 % H_2 ; 0.82 % N_2) at a temperature 1050-1100 °C; remaining pressure 1.0 kPa, open porosity of composite - 24 %; middle radius of pores 7.0 mcm).

Table 1

DISTRIBUTION OF DENSITY ALONG TO THE THICKNESS OF CARBON COMPOSITE AFTER ITS GASPHASE COMPACTING

Distance from surfaces, mm	Density, g/cm ³		
	initial	calculated	real
0	1.085	1.286	1.285
2	1.085	1.278	1.276
4	1.085	1.267	1.265
6	1.085	1.250	1.254
8	1.085	1.248	1.247

Authentication of the offered mathematical model was performed by comparison of calculated values of

carbon composite density with real ones obtained during in optical and mechanical researches (see table

1). It was found that variance of theoretical and experimental values of density is, on average 0.5 %, that confirm to applicability of the offered model to the quantitative estimation of density distribution on thickness of composite wall at its compacting from a gas phase.

Conclusions. The model for natural gas pyrolysis process and mass transfer of reaction gas mixture at compacting of carbon composites by pyrocarbon deposited in flow-type reactor is developed. Offered model was successfully tested at practical calculations of pyrolytic compacting carbon composites` in reactors of different construction.

LITERATURE

1. P.A. Tesner. Formation of carbon from hydrocarbons of gas phase. 1972, M., Chem., 136 p.
2. V.A. Poltorak, V.V. Voevodskij. Lectures of AS the USSR. V.91, № 3, p.589 (1954).
3. R.Z. Magaril Formation of carbon at thermal

transformations of individual hydrocarbons and petroleum products. 1973, M., Nauka, 251 p.

4. R.I. Makarov, V.K. Pechik. Kinetics and catalysis. V.XVI, Is.6. p.1484 (1975).

5. B.V. Deryabin, D.V. Fedoseev. Growth of diamond and graphite from a gas phase. 1977, M., Nauka, 576 p.

6. G.M. Panchenkov. V.P. Lebedev. Chemical kinetics and catalysis. 1985, M., Chemistry, 584 p.

7. D.A. Frank-Kamenetskij. Diffusion and heat transfer in chemical kinetics. 1967, M., Nauka, 491 p.

8. V.A. Skachkov, V.I. Ivanov, N.A. Karpenko. Izvestiya. Ferrous metallurgy. № 12, p.33 (1991).

9. V.A. Skachkov, V.I. Ivanov, A.V. Karpenko and atc. «Education and science without borders» Proc. Conference on Machine Construction. Publication of ISFU, pp.63-65, March 2012.

10. V.A. Skachkov, V.I. Ivanov, V.D. Karpenko. Questions of atomic science and technique. Is.4(76), p.3 (1999).

Biliaiev M.M.

*Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of The Department «Hydraulics and Water Supply»,
Dnipro National University of Railway Transport
named after academician V. Lazaryan*

Kozachyna V.A.

*PhD, Senior Lecturer of The Department « Hydraulics and Water Supply »,
Dnipro National University of Railway Transport
named after academician V. Lazaryan*

Lemesh M.V.

*Postgraduate student of The Department «Hydraulics and Water Supply»,
Dnipro National University of Railway Transport
named after academician V. Lazaryan*

Kirichenko P.S.

*PhD, Assistant Professor
Assistant Professor of The Department « Heat, Gas and
Water Supply, Drainage Systems and Ventilation»
Kryvyi Rih National University*

MODELING OF WATER TREATMENT IN THE «AERATION TANK-SETTLER» SYSTEMS

Біляєв Микола Миколайович

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри «Гідравліка та водопостачання»,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*

Козачина Віталій Анатолійович

*к.т.н., старший викладач кафедри «Гідравліка та водопостачання»
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*

Лемеш Максим Вікторович

*аспірант кафедри «Гідравліка та водопостачання»,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*

Кіріченко Павло Сергійович

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри «Теплогазоводопостачання,
водовідведення і вентиляція», Криворізький національний університет*

МОДЕЛЮВАННЯ ОЧИСТКИ ВОДИ В СИСТЕМАХ «АЕРОТЕНК-ВІДСТІЙНИК»

Summary. Mathematical models for estimation of aeration tank and vertical settler work efficiency are considered. The construction of mathematical models is based on the use of fundamental equations of continuous-environment mechanics. For numerical integration of modeling equations finite-difference schemes are used. Computer programs were created on the base of developed numerical models.

Анотація. Розглянуто математичні моделі для оцінки ефективності роботи в аеротенку та вертикальному відстійнику. Побудова математичних моделей базується на використанні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві схеми. На базі розроблених чисельних моделей створено спеціалізовані комп'ютерні програми.

Key words: waste waters treatment, aeration tank, vertical settler, numerical model.

Ключові слова: очистка води, аеротенк, вертикальний відстійник, чисельна модель.

Постановка проблеми. Оцінки ефективності роботи різних споруд в системах очистки стічних вод – важливий етап на стадії проектування або реінжинірингу цих систем. Але відомо, що в системах очистки стічних вод ефективність роботи однієї споруди впливає на ефективність роботи іншої. Тому, в теперішній час увага приділяється розробці комплексних математичних моделей, що дозволяють аналізувати роботу двох або трьох споруд систем очистки води. Слід підкреслити, що це є дуже складною задачею, бо ефективність очистки води в кожній споруді визначається багатьма факторами, тому врахувати ці фактори одночасно є складною проблемою. Але спроби розробки таких моделей продовжуються.

Аналіз літературних даних. Для визначення ефективності роботи споруд систем очистки стічних вод використовуються декілька класів математичних моделей: емпіричні моделі [4, 13], аналітичні моделі [3, 5, 7-12]. Ці моделі дозволяють швидко отримати необхідні для проектувальника дані, але недоліком цих моделей є неможливість врахування нерівномірного потоку в споруді та геометричної форми споруди. Для врахування цих факторів слід використовувати чисельні моделі [1, 2, 6, 14]. Проте недоліком цих моделей є, в деяких випадках, значні витрати комп'ютерного часу на практичну реалізацію чисельної моделі [14].

Цілі і завдання дослідження. Метою даної роботи є розробка чисельних моделей процесу масопереносу у аеротенку та вертикальному відстійнику для оцінки ефективності їх роботи.

Методологія. Аналіз гідродинаміки та масопереносу домішки в аеротенку або вертикальному відстійнику проводиться на базі рівнянь механіки суцільного середовища. Оскільки такі рівняння допускають аналітичний розв'язок лише у спрощених задачах, то для їх інтегрування будемо використовувати кінцево-різницеві схеми.

Модель гідродинаміки течії в аеротенку. Для визначення швидкості течії стічних вод в аеротенку будемо використовувати модель потенціальної течії. Моделююче рівняння має вигляд:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

де P – потенціал швидкості. Компоненти вектору швидкості потоку визначаються залежностями:

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}; v = \frac{\partial P}{\partial y}; w = \frac{\partial P}{\partial z} \quad (2)$$

Постановка граничних умов для рівняння вигляду (1) розглядається в [1, 2]

Рішення рівняння (1) здійснюється чисельним шляхом. Чисельне інтегрування моделюючого рівняння здійснюється на прямокутній різницевої сітці. Для чисельного розв'язку використовуємо метод Річардсона. Попередньо рівняння (1) приводиться до вигляду:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2}, \quad (3)$$

де t – фіктивний час.

Далі, визначення значення потенціалу швидкості в центрах різницевих комірок здійснюємо за залежністю:

$$\begin{aligned} P_{ijk}^{n+1} = & P_{ijk}^n + \Delta t \frac{P_{i+1,j,k}^n - 2P_{ijk}^n + P_{i-1,j,k}^n}{\Delta x^2} + \\ & + \Delta t \frac{P_{i,j+1,k}^n - 2P_{ijk}^n + P_{i,j-1,k}^n}{\Delta y^2} + \\ & + \Delta t \frac{P_{i,j,k+1}^n - 2P_{ijk}^n + P_{i,j,k-1}^n}{\Delta z^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Для проведення розрахунків, на базі залежності (4), ми задаємо початкове значення потенціалу P , а саме: $P=0$.

Розрахунок здійснюється до тих пір, доки не виконається умова:

$$|P_{i,j,k}^{n+1} - P_{i,j,k}^n| \leq \varepsilon$$

де ε – мале число; n – номер ітерації.

Після визначення поля потенціалу швидкості потоку в аеротенку розраховуються компоненти вектора швидкості потоку так:

$$u_{ijk} = \frac{P_{ijk} - P_{i-1,j,k}}{\Delta x}, v_{ijk} = \frac{P_{ijk} - P_{i,j-1,k}}{\Delta y}, w_{ijk} = \frac{P_{ijk} - P_{i,j,k-1}}{\Delta z}.$$

Поле швидкості, що розраховано на базі розглянутої моделі, використовується для рішення задачі масопереносу в аеротенку.

Модель процесу масопереносу та очистки води в аеротенку. При моделюванні, процес розрахунку біологічної очистки води в аеротенку розщепляється у два етапи. На першому етапі визначається рух субстрату та активного мулу в

аеротенку. Цей процес моделюється наступними рівняннями переносу:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w-w_g)C}{\partial z} = \text{div}(\mu \text{grad} C) \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} + \frac{\partial vS}{\partial y} + \frac{\partial (w-w_g)S}{\partial z} = \text{div}(\mu \text{grad} S) \quad (6)$$

де C – концентрація субстрату, S – концентрація активного мулу, w_g – швидкість гравітаційного осадження, $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коефіцієнти дифузії, t – час.

Постанова крайових умов для рівнянь переносу вигляду (5), (6) розглядається в [1,2].

На другому кроці розглядається саме біологічне очищення в аеротенку на базі наступних моделюючих рівнянь:

$$\frac{dC(t)}{dt} = \mu(S)C(t) - bC \quad (7)$$

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\frac{\mu(S)}{Y}C(t) \quad (8)$$

де $\mu(S)$ – швидкість росту біомаси, Y, b – коефіцієнти.

Для розрахунку швидкості росту біомаси використовується модель Monod [11, 12].

Таким чином, процес розрахунку біологічного очищення стічних вод складається з послідовного рішення рівнянь (5) – (8).

Розглянемо методологію рішення рівнянь переносу на прикладі рівняння (5). Здійснюємо розщеплення рівняння (5) наступним чином:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad (9)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) \quad (10)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad (11)$$

Тут прийнято позначення $w = w - w_g$.

Далі, кожне одновимірне рівняння (9) – (11) чисельно вирішується за допомогою неявної поперемінно-трикутної різницевої схеми розщеплення. На кожному кроці розщеплення невідоме значення концентрації C (або S) визначається за явною формулою розрахунку «що біжить» [2].

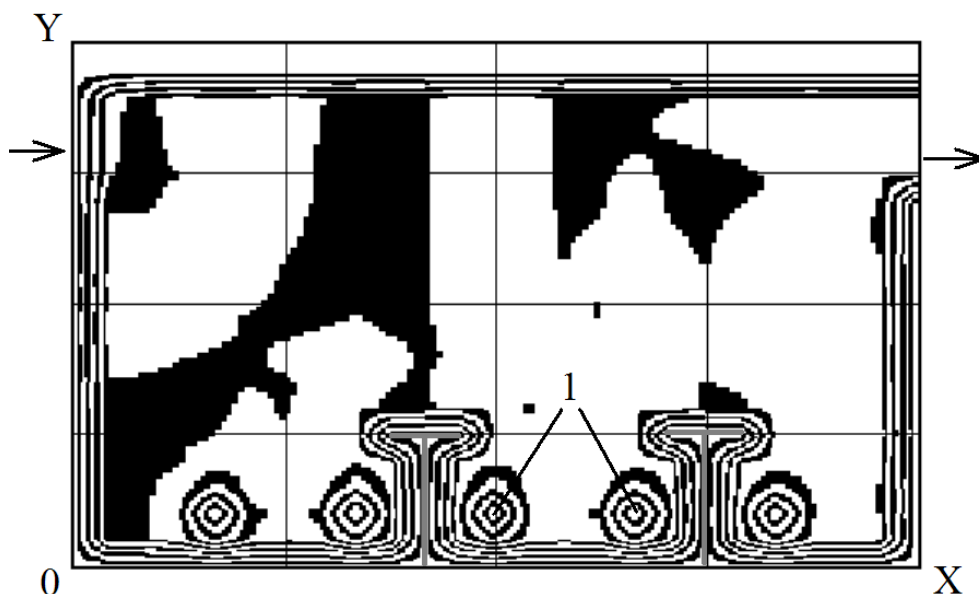


Рис. 1. Концентрація активного мулу в аеротенку $t=2.7$ (час безрозмірний):
1 – місце подачі активного мулу

На рис.2 показана зміна з часом безрозмірної концентрації активного мулу на виході з відстійника.

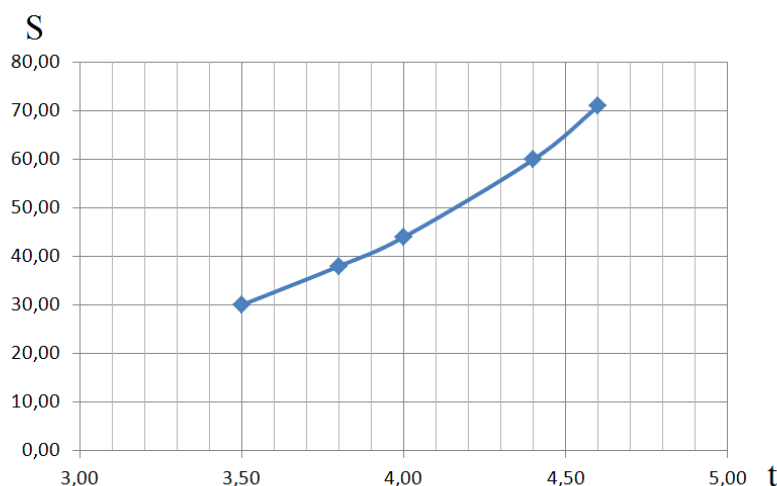


Рис. 2. Зміна концентрації активного мулу з часом на виході з аеротенку (час - безрозмірний)

Модель гідродинаміки течії у відстійнику.

Найважливішою задачею при розрахунку очисних споруд систем водовідведення є визначення поля швидкості водного потоку. Це пов'язано з тим, що рух домішок в споруді визначається, переважно, конвекцією. Тому, при створенні моделей оцінки ефективності роботи очисних споруд – рішення задачі гідродинаміки постає на першому місці. В роботі будемо використовувати модель рівнянь Нав'є-Стокса для рішення задачі гідродинаміки. Моделюючи рівняння мають вигляд:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial u \omega}{\partial x} + \frac{\partial v \omega}{\partial y} = \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right), \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega, \quad (13)$$

де ψ – функція току; $Re = V_0 L / \nu$ – число Рейнольдса; $\omega = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ – завихреність; $u = \frac{\partial \psi}{\partial y}$; $v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$ – компоненти вектору швидкості водного потоку; L – характерний лінійний розмір; V_0 – характерна швидкість.

Постановка граничних умов для системи рівнянь (12)-(13) наведено в роботі [2].

Розглянемо побудову різницьких схем для чисельного інтегрування рівнянь Нав'є – Стокса. Представимо швидкість потоку у такому вигляді

$$u = u^+ + u^- = \frac{u+|u|}{2} + \frac{u-|u|}{2}; v = v^+ + v^- = \frac{v+|v|}{2} + \frac{v-|v|}{2}.$$

Виконаємо заміну конвективних похідних так [1, 2]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u^+ \omega}{\partial x} &\approx \Lambda_x^+ \omega = \frac{u_{i+1,j}^+ \omega_{ij} - u_{i,j}^+ \omega_{i-1,j}}{\Delta x} \\ \frac{\partial u^- \omega}{\partial x} &\approx \Lambda_x^- \omega = \frac{u_{i+1,j}^- \omega_{i+1,j} - u_{i,j}^- \omega_{ij}}{\Delta x} \\ \frac{\partial v^+ \omega}{\partial y} &\approx \Lambda_y^+ \omega = \frac{v_{i,j+1}^+ \omega_{ij} - v_{i,j}^+ \omega_{i,j-1}}{\Delta y} \\ \frac{\partial v^- \omega}{\partial y} &\approx \Lambda_y^- \omega = \frac{v_{i,j+1}^- \omega_{i,j+1} - v_{i,j}^- \omega_{ij}}{\Delta y} \end{aligned} \quad (14)$$

Для апроксимації других похідних використовуємо залежності [1, 2]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} &\approx L_{xx}^+ \omega - L_{xx}^- \omega = \frac{-\omega_{i,j+1}^+ + \omega_{i-1,j}^+}{\Delta x^2} + \frac{\omega_{i+1,j}^- - \omega_{i,j}^-}{\Delta x^2} \\ \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} &\approx L_{yy}^+ \omega - L_{yy}^- \omega = \frac{\omega_{i,j-1}^+ - \omega_{i,j}^+}{\Delta y^2} + \frac{\omega_{i,j+1}^- - \omega_{i,j}^-}{\Delta y^2} \end{aligned} \quad (15)$$

де в подальшому різницеві оператори $L_{xx}^+, L_{xx}^-, L_{yy}^+, L_{yy}^-$ визначатимуться на різних розрахункових шарах. Замінюючи похідні розділеними різницями (14), (15), отримуємо наступну різницьку схему [2]:

$$\begin{aligned} \frac{\omega_{i,j}^{n+1} - \omega_{i,j}^n}{\Delta t} + (\Lambda_x^+ + \Lambda_x^- + \Lambda_y^+ + \Lambda_y^-)(\omega^{n+1} \xi + (1 - \xi) \omega^n) = \\ = \frac{1}{Re} (L_{xx}^+ + L_{xx}^- + L_{yy}^+ + L_{yy}^-)(\omega^{n+1} \xi + (1 - \xi) \omega^n) \end{aligned} \quad (16)$$

або

$$\begin{aligned} \left((E + \Delta t \xi)(\Lambda_x^+ + \Lambda_x^- + \Lambda_y^+ + \Lambda_y^-) - \frac{\Delta t}{Re} \xi (L_{xx}^+ + L_{xx}^- + L_{yy}^+ + L_{yy}^-) \right) \omega^{n+1} = \\ \left((E - \Delta t(1 - \xi)(\Lambda_x^+ + \Lambda_x^- + \Lambda_y^+ + \Lambda_y^-) + \frac{\Delta t}{Re} (1 - \xi)(L_{xx}^+ + L_{xx}^- + L_{yy}^+ + L_{yy}^-)) \right) \omega^n \end{aligned} \quad (17)$$

Схема (17) при $\xi = 1/2$ має другий порядок точності по часовій координаті, однак для

визначення невідомих ω^{n+1} необхідно вирішувати систему алгебраїчних рівнянь великої розмірності.

Далі, записуємо різницеву схему розщеплення [2]:

$$\begin{aligned} & \left(E + \frac{\Delta t}{2} (\Lambda_x^+ + \Lambda_y^+) - \frac{\Delta t}{2Re} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \omega^{n+1/2} = \\ & = \left(E - \frac{\Delta t}{2} (\Lambda_x^- + \Lambda_y^-) + \frac{\Delta t}{2Re} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \omega^n \\ & \left(E + \frac{\Delta t}{2} (\Lambda_x^- + \Lambda_y^-) - \frac{\Delta t}{2Re} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \omega^{n+1} = \\ & = \left(E - \frac{\Delta t}{2} (\Lambda_x^+ + \Lambda_y^+) + \frac{\Delta t}{2Re} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \omega^{n+1/2} \end{aligned} \quad (18)$$

Розрахунок невідомого значення ω на кожному кроці розщеплення визначається за методом біжучого рахунку.

$$\begin{aligned} \frac{\psi_{ij}^{l+1} - \psi_{ij}^l}{\Delta \eta} &= (L_{xx}^+ + L_{xx}^-) \frac{\psi_{ij}^{l+1} - \psi_{ij}^l}{2} + (L_{yy}^+ + L_{yy}^-) \frac{\psi_{ij}^{l+1} - \psi_{ij}^l}{2} + \tilde{\omega}_{ij}, \\ \tilde{\omega}_{ij} &= \frac{1}{4} (\omega_{ij} + \omega_{i-1,j} + \omega_{i,j-1} + \omega_{i-1,j-1}). \end{aligned} \quad (20)$$

Схема розщеплення має вигляд:

$$\begin{aligned} \psi^{l+1/4} &= \psi^l + \tilde{\omega} \frac{\Delta \eta}{2} \\ \left(E - \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \psi^{l+2/4} &= \left(E + \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \psi^{l+1/4} \\ \left(E - \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \psi^{l+3/4} &= \left(E + \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \psi^{l+2/4} \\ \psi^{l+1} &= \psi^{l+3/4} + \tilde{\omega} \frac{\Delta \eta}{2} \end{aligned} \quad (21)$$

Значення функції току $\psi^{l+2/4}, \psi^{l+3/4}$ визначаються методом біжучого рахунку на другому та третьому шагах розщеплення.

Компоненти вектора швидкості визначаються так:

$$u_{ij} = \frac{(\psi_{i,j+1} - \psi_{i,j})}{\Delta y}, v_{ij} = -\frac{(\psi_{i+1,j} - \psi_{i,j})}{\Delta x}$$

Для формування вигляду розрахункової області використовуються маркери.

Модель масопереносу у відстійнику. Після розрахунку нерівномірного поля швидкості потоку у відстійнику необхідно розрахувати рух домішки. Для математичного опису переносу домішки в очисній споруді будемо використовувати рівняння балансу маси [1, 2]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-w)C}{\partial y} + \sigma C = 0 \quad (22)$$

де C – концентрація домішки; u, v – компоненти вектора швидкості потоку в напрямку осей x і y ; w – гравітаційна швидкість осадження домішки; x, y – Декартові координати; σ – коефіцієнт, що враховує процес флокуляції і розпаду частинок, а також біохімічне окислення.

Для чисельного інтегрування рівняння для функції току використовується метод ітерацій. Для цього рівняння Пуассона приводиться до вигляду:

$$\frac{\partial \psi}{\partial \eta} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \omega. \quad (19)$$

де η – фіктивний час. Функція $\psi(x, y, \eta)$, будучи розв'язком нестационарного рівняння (19), буде розв'язком рівняння Пуассона при $\eta \rightarrow \infty$.

Різницєва схема, що використовується, має вигляд [2]:

Крайові умови для рівняння (22) розглянуто в [1, 2].

Для чисельного інтегрування рівняння (22) використовується неявна поперемінно-трикутна схема розщеплення [1, 2].

Результати. На базі побудованої чисельної моделі створено пакет програм. Основні модулі цього пакету наступні:

1. Підпрограма EVORZ – розрахунок поля вихору на базі рівнянь Нав'є-Стокса;
2. Підпрограма EFUZ – розрахунок функції току на базі рівнянь Нав'є-Стокса;
3. Підпрограма ECOZ – розрахунок концентрації домішки у відстійнику;
4. Підпрограма EPRZ – друк результатів обчислювального експерименту.

На рис. 3 показано розподіл домішки у вертикальному відстійнику. Обчислювальний експеримент, на базі побудованої чисельної моделі, проведено для відстійнику, що має дуже складну геометричну форму. Як відомо, для таких розрахункових областей ряд чисельних методів втрачають стійкість, але побудована чисельна модель не має такого недоліку. Числа на рис.3 показують у відсотках концентрацію домішки від значення концентрації домішки на вході у відстійник ($C=99\%$). На базі такої технології можливо швидко аналізувати, яка концентрація домішки буде на виході з відстійника.

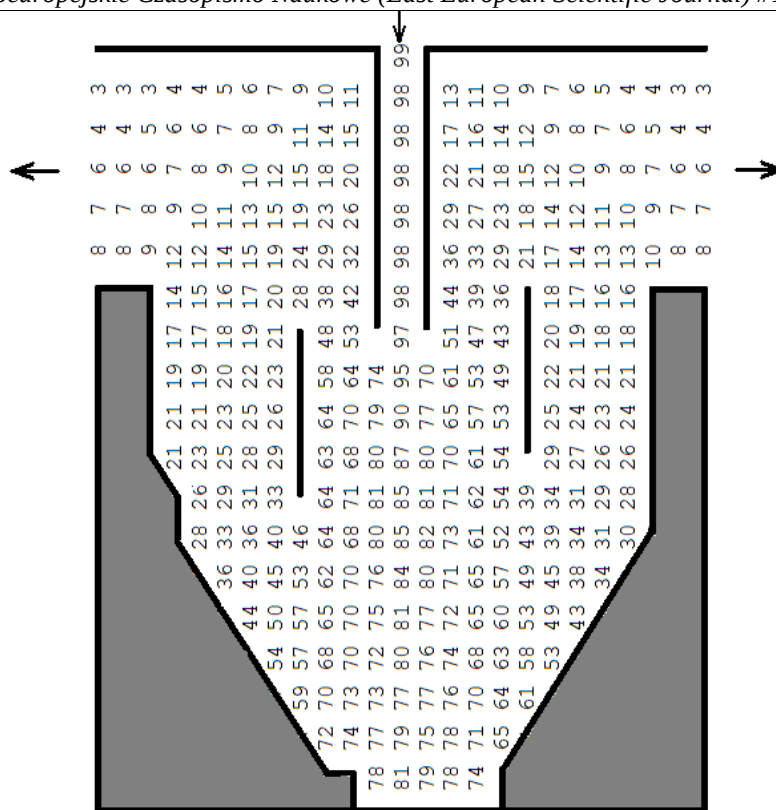


Рис. 3. Концентрація домішки у вертикальному відстійнику

Як ми бачимо з рис.3, ефективність очистки води в даній споруді буде біля 90%.

Відзначимо, що час розрахунку склав біля 15сек.

Новизна та практична цінність. Запропоновані ефективні чисельні моделі, що базуються на рівняннях Нав'є-Стокса, рівнянні для потенціалу швидкості та рівнянні переносу домішки. Розроблені моделі дозволяють оперативно розраховувати нерівномірне поле швидкості потоку в спорудах та розподіл концентрації домішки в аеротенку та відстійнику. Моделі можуть бути застосовані на етапі проектування очисних споруд систем водовідведення.

Висновки. У статті розглянуті чисельні моделі, що дозволяють оперативно оцінювати ефективність роботи аеротенку та вертикального відстійника. Моделі базуються на використанні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища.

Подальший розвиток даного наукового напрямку слід проводити в області створення 3D моделей оцінки ефективності роботи очисних споруд на базі рівнянь Нав'є-Стокса.

Список використаних джерел

1. Беляев, Н.Н. Математическое моделирование массопереноса в отстойниках систем водоотведения [монография] / Н.Н. Беляев, Е.К. Нагорная. – Д.: Нова ідеологія, 2012. – 112 с.
2. Беляев, Н. Н. Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных

отстойниках [монография] / Н. Н. Беляев, В. А. Козачина. – Д.: Акцент ПП, 2015. – 115 с.

3. Горносталь С.А. Аналіз результатів моделювання процесу біологічного очищення стічних вод / С.А. Горносталь, О.А. Петрухов // Науковий вісник будівництва. – ХНУБА, 2014. – №1. – С. 112-114.

4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування / К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2013. – 128 с.

5. Епоян, С.М. Особливості роботи пористої полімербетонної перегородки водопровідного горизонтального відстійника і її регенерація / С.М. Епоян, Д.Г. Сухоруков // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2012. – Вип. 69. – С. 327-331.

6. Козачина, В.А. Моделирование процесса массопереноса в отстойнике при импульсной подаче примеси / В.А. Козачина // Науковий вісник будівництва. – ХНУБА, 2015. – №1 (79) – С. 162-165.

7. Олійник О.Я. Моделювання очисних стічних вод від органічних забруднень в біореакторах – аеротенках зі зваженим(вільно плаваючим) і закріпленим біоценозом / О.Я. Олійник, Т.С. Айрапетян // Доповідь НАН України. – НАН України, 2015. – №5. – С.55-60. doi:10.15407/dopovidi2015.05.055.

8. Олійник О.Я. Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод в аеротенках за рахунок зваженого та закріпленого біоценозу / О.Я. Олійник, Т.С. Айрапетян // Науковий вісник

будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – №3(81). – С. 106-109.

9. Олійник О.Я. Підвищення ефективності роботи аеротенків – витискувачів за рахунок завислого і зваженого біоценозу/ О.Я. Олійник, Т.С. Айрапетян // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. Наук.-техн.зб. – К.:КНУБА, 2016. – Вип.26. – С. 123-130.

10. Олійник О.Я. Моделювання і розрахунки біологічної очистки стічних вод на краплинних біофільтрах / О.Я. Олійник, О.А. Колпакова // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук.- техн. праць. – К., 2014. – №16. – С.68-86.

11. Олейник О.Я. Повышение эффективности работы аеротенков / О.Я. Олейник, Т.С. Айрапетян // Вісник Одеської державної академії будівництва

та архітектури. – Одеса: Optimum, 2015. – № 59. – С. 214-222.

12. Олейник О.Я. Моделирование работы биореакторов-аэротенков со взвешенным и прикрепленным биоценозом / О.Я. Олейник, Т.С. Айрапетян // MOTROL.Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin- Rzeszow, 2016. – № 18. – С. 83-90.

13. Реконструкція і інтенсифікація споруд водопостачання та водовідведення: навч. посіб. / О.А.Василенко, П.О. Грабовський, Г.М. Ларкін та ін. – К.:ІВНБКП «Укреліотек», 2015– 272 с.

14. Griborio, A. Secondary Clarifier Modeling: A Multi-Process Approach: PhD Thesis / A. Griborio. – New Orleans: University of New Orleans, 2004. – 440 p.

Короли Мехрия Анваровна

к.т.н., доцент,

Ташкентский Государственный Технический Университет,

г. Ташкент Республика Узбекистан

Гафурова Мехринос

магистрант

ТашГТУ Узбекистан

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Аннотация. Рассмотрены возможности повышения энергоэффективности жилых зданий путем применения современных конструкционных решений с использованием теплоизоляционных материалов местного производства, децентрализации систем теплоснабжения, перехода на закрытые системы теплоснабжения и использования возобновляемых источников энергии

Ключевые слова: *теплоснабжение, изоляция, тепловые потери, энергосбережение, энергоэффективность, децентрализация, закрытые системы ГВС, независимые системы отопления, зависимые системы отопления, солнечная энергетика*

В условиях прогнозируемого естественного сокращения запасов традиционного углеводородного сырья и соответствующего роста цен на традиционные энергоресурсы, обеспечение эффективного энергопотребления является важной задачей повышения конкурентоспособности экономики для всех стран. Учитывая, что объем расходуемой энергии в Узбекистане к 2030 году, с учетом роста населения, ВВП, ускорения процессов урбанизации, при прочих равных условиях, может увеличиться с 60 млн.т.н.э. до 150 млн. т.н.э, требуются комплексные меры по повышению энергоэффективности зданий.

Имея относительно высокий по сравнению с другими странами уровень энергоемкости экономики, Узбекистан имеет и большие резервы для радикального снижения энергопотребления и экономии энергоресурсов, и первую очередь в жилищной сфере и при эксплуатации зданий.

Основные проблемы в этой области связаны со следующими аспектами:

- Несовершенные архитектурно-планировочные решения и применяемые материалы при строительстве и капитальной реконструкции зданий;

- Избыточные потери энергии в системах отопления вследствие отсутствия тепловой

изоляции и соответствующего учета расхода тепловой энергии

- Потери тепловой энергии и горячей воды в системах горячего водоснабжения

- Потери электрической энергии при освещении и использовании электробытовых приборов

- Недостаточное использование возобновляемых источников энергии в зданиях

Большие потери энергии происходят через крыши, не имеющих чердачных помещений современных конструкций, защищающих здания от потери тепла в зимний и прохладный в летний период. Используемые строительные материалы имеют высокую теплопроводность, превышающую в большинстве случаев коэффициент 0,1, что не соответствует современным международным стандартам. Так, однослойные бетонные конструкции, широко использованные в предыдущие годы для строительства зданий, не соответствуют современным энергетическим требованиям. В результате через ограждающую конструкцию зданий в атмосферу теряется большая доля тепловой энергии (в среднем, около 40% топливных энергетических ресурсов).

Жизнь современного города невозможна без надежно работающей энергетической

инфраструктуры, включающей источники ТЭР, устройства их преобразования, сети их транспорта, распределения и сами энергопотребляющие системы: освещение, отопление, вентиляция, водоснабжение и т. д. Облик, планировка, конструкции зданий городов, развитие городских инфраструктур и организация жизни в значительной степени зависят от способов и средств их энергообеспечения. В свою очередь, на структуру систем снабжения энергетическими ресурсами и их потребления в бытовом, промышленном, торгово-коммерческом, транспортном и других секторах городского хозяйства, на режимы энергопотребления влияют климатические условия и географическое расположение городов, населенных пунктов, их историческое прошлое, национальные особенности и традиции, структура городского хозяйства, демографический фактор и т. д.

В Узбекистане на здания и сооружения приходится почти 50% от общего объема энергопотребления. За счет энергосберегающих мероприятий можно снизить потребление топлива на 20% от его общего потребления республикой, более 20% – за счет модернизации инженерных систем (включая переход на индивидуальные системы теплоснабжения и горячего водоснабжения).

Согласно современной концепции, с точки зрения энергопотребления, проектирование, строительство и использование здания рассматриваются как единая технологическая цепь, имеющая своей целью минимизировать энергоматериальные, трудовые затраты и воздействие на окружающую среду.

Особое место в решении данной проблемы отводится и реконструкции эксплуатируемого фонда жилых и общественных зданий, теплотехнические характеристики ограждающих конструкций которых не удовлетворяют современных требований. Теплозащита большинства жилых зданий нарушена или отсутствует вовсе, поэтому при нашем резко континентальном климате, внутренняя температура помещения «скачет» синхронно с температурой наружного воздуха.

Наиболее действенным способом повышения энергоэффективности жилых зданий является применение современных конструктивных решений с использованием теплоизоляционных материалов [1,2]. В этой связи обращает на себя внимание необходимость интенсивного развития в республике промышленности теплоизоляционных материалов что позволит получить экономию энергии более 70%. В условиях Узбекистана можно выделить 3 основных направления для повышения теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций:

- Применение базальтового волокна, обладающего уникальными свойствами, для

теплоизоляции имеющийся в Узбекистане (Асмансайское месторождение в Фаришском районе – 98 млн.тонн, Гавасайское месторождение в Чустком районе – 20,2 млн.тонн).

- Утепление наружных стен за счёт применения полимерных материалов (вспененный пенополиуретан, пенополистерол), исходными компонентами которых, обычно являются продукты нефтехимической промышленности (полиолы и полиизоцианаты). Для этого можно рядом с Сургияльским газохимическим комплексом построить предприятие по производству полистирола, проектной мощностью 50 тысяч тонн в год.

- Применение новых строительных материалов с низкой теплопроводностью: пенобетона, газобетона.

В качестве примера можно привести типовой панельный 9 - ти этажный жилой дом в г. Ташкенте. Выполненные теплотехнические расчеты показали, что утепление наружных стен за счёт применения базальтового волокна, толщиной 5см снижает потери тепла приблизительно на 10%.

Одно из основных направлений повышения эффективности зданий это использование современных технологий коммунальных услуг: предлагается в системах теплоснабжения внедрение «закрытой» системы ГВС и независимой системы отопления [2,4]

При измерении параметров в тепловой сети и их сравнении с проектами значениями выявляются серьёзные нарушения пьезометрического и температурного графиков теплоснабжения. В течение отопительного сезона поступает большое число жалоб от жителей ряда районов г. Ташкента на плохое отопление квартир. Всё это свидетельствует о наличии нерасчётных режимов функционирования. В целях выявления и анализа таких режимов, а также поиска оптимального варианта ИТП было проведено массовое обследование индивидуальных тепловых пунктов 4-х и 9-ти этажных жилых домов. Анализ результатов показал, что необходимо заново пересмотреть решения по присоединению абонентов к тепловым сетям, выбрать оптимальные варианты, которые позволят нормализовать снабжение потребителей теплоты. Предлагаются две тенденции:

- первая-это реконструкция, модернизация и переоснащение уже действующих узлов ввода;
- вторая-это разработка совершенно новых модификаций тепловых узлов, основанных на ином типе схем присоединения потребителей к тепловым сетям, для вновь строящихся объектов на уровне европейских стандартов.

В существующей системе количество потребленной энергии и количество тепла на СО фиксируется двумя тепломерами – до элеватора и после него. Также установлены расходомеры на подающем и обратном трубопроводах на входе тепловой сети.

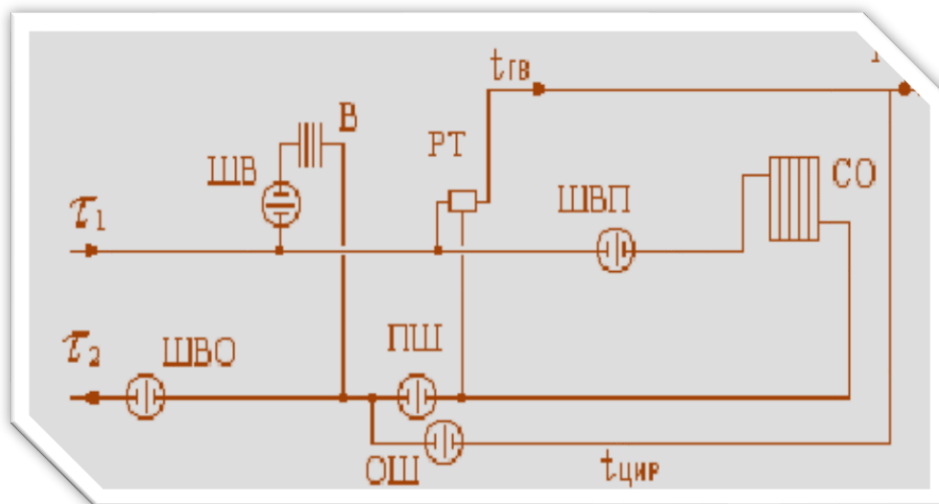


Рис. Существующая система открытого присоединения ГВС и зависимая СО

Предлагаемый индивидуальный тепловой пункт (ИТП) - представляет из себя устанавливаемый в подвале здания и работающий автоматически комплекс насосов, теплообменников и датчиков, регулирующий подачу ресурса в системы отопления и горячего водоснабжения дома в соответствии с заданной программой и температурой наружного воздуха. ИТП поставляется для монтажа в виде готовых блоков. В стандартной комплектации схема индивидуального теплового пункта состоит из двух модулей - системы отопления и системы горячего водоснабжения. Получив теплоноситель из системы централизованного теплоснабжения, ИТП задает необходимые тепловые параметры в системе отопления здания, а также готовит и подает в помещения горячую воду.

Преимущества предлагаемого ИТП:

- повышение долговечности оборудования источников теплоснабжения;

- повышение долговечности и надёжности трубопроводов теплотрасс;
- возможность оперативного контроля аварийных ситуаций;
- возможность снижения энергопотребления за счёт применения автоматизации узлов вводов у потребителей.

Однако есть и недостатки – это высокая стоимость импортных теплообменников для отопления и горячего водоснабжения у каждого потребителя, необходимость практически единовременной полной модернизации оборудования всех потребителей, подключённых к единому источнику тепла, и обеспечение квалифицированного обслуживания оборудования у потребителей. Также это потребует повышение уровня обеспечения пропускной способности сетей холодного водоснабжения.



Рис. Предлагаемая система закрытого присоединения ГВС и независимой системы отопления

Такой вариант ИТП предлагается применить в системе теплоснабжения зоны ТЦ2 Мирабадского района г. Ташкента. По предварительным расчетам экономия ресурсов при переходе на закрытое присоединения ГВС и независимую систему отопления составит - природный газ: до -62.59 млн м³/год, после – 58.51 млн м³/год; электроэнергия соответственно 17128.53 тыс. кВт ч/год, 11524.20 тыс. кВт ч/год.

Также предлагается применение локальных котельных с высокоэффективными автоматизированными системами отопления и ГВС индивидуального жилищного фонда [Основное преимущество таких систем – возможность регулирования энергопотребления в зависимости от наружной температуры и существенное снижение потерь при транспортировке. Вместе с тем, это требует также оснащение таких котельных современными котлами с автоматическим регулированием (до 95%) и повышение теплозащиты конструктивных элементов, особенно общественных зданий. В соответствии с концепцией развития, модернизации и реконструкции систем теплоснабжения ГУП «Тошиссиккуватти» в Ташкенте в 2014 – 2015 годах реализован проект децентрализации системы теплоснабжения на массиве ТТЗ. Было осуществлено строительство локальных котельных вместо котельной ТТЗ. В зоне котельной ТТЗ сегодня действует 46 локальных котельных. Авторами проведен анализ эффективности перехода на децентрализованное теплоснабжение по закрытой схеме присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям. С этой целью были изучены роль и место теплоснабжения в проблеме экономии энергии; проанализированы пути повышения энергоэффективности систем теплоснабжения города Ташкента и реконструированной системы теплоснабжения жилых районов массива ТТЗ по закрытой схеме присоединения систем горячего водоснабжения. Экономический эффект представлен в следующих показателях: расход природного газа сократился на 5%; электроэнергия - на 36.8%; расход воды на 21.7 % в среднем за отопительный период.

Кроме того, необходимо обратить внимание на совершенствование технологий учета предоставления услуг, т.е. установку приборов учета с высоким классом точности с дистанционным снятием показаний потребления ресурсов; установку автоматизированных тепловых пунктов. В настоящее время большинство систем отопления создано с системой регулирования отопления из центральной котельной по температуре воды, подаваемой в теплосеть. Регулирование режима отопления домов при такой системе существенно усложняется.

Конечно, самым целесообразным представляется повсеместное использование возобновляемых источников энергии в зданиях [3,4]. Это направление предусматривает модернизацию существующих систем

теплоснабжения посредством интегрирования в существующие централизованные теплоисточники солнечных установок по предварительному подогреву воды. Использование этой технологии позволит сократить выбросы вредных веществ от ТЭС и локальных котельных и обеспечит экономию значительных объемов природного газа. В частности, солнечный теплоисточник позволяет экономить при удельных показателях 0,12-0,15 тонн условного топлива на 1 м² солнечного коллектора до 200 м³ природного газа. В настоящее время для повышения энергоэффективности жилых зданий в Узбекистане уделяется большое внимание развитию возобновляемых источников энергии, в частности в жилищно-коммунальном секторе.

Объектом наших исследований стали солнечно-топливные системы децентрализованного теплоснабжения на двух девятиэтажных домах массива Ойбек введенные в эксплуатацию в 2017 году в г. Ташкенте. Проектом предусмотрено приготовление воды для ГВС с помощью солнечных коллекторов установленных на кровлях жилого дома. Вторичным источником теплоснабжения является местная крышная котельная. Индивидуальные котлы в количестве 8 штук теплопроизводительностью 52 кВт (дом №40) и 3×105 кВт (дом №42) располагаются на технических этажах зданий. Теплоносителем является вода с параметром T1 =90 С и T2 =70 С с давлением 25м.вод.ст на вводе. На крышах домов №40 и №42 установлено соответственно 15 и 40 м² с теплопроизводительностью 2,2 кВт солнечных панелей трубчато-вакуумированного типа. Мощность коллекторов 75 кВт. В подвале зданий установлено по 4 бака накопителя горячей воды каждый емкостью 400 м³. Это позволяет существенно уменьшить расход природного газа на горячее водоснабжение жителей. Система полностью автоматизирована – через гидрострелку, котлы подключаются для догрева воды после солнечного гелиоконтра. Экономическая эффективность с учетом себестоимости до и после модернизации составила 35 984 000 сум, срок окупаемости 7 лет и 8 месяцев.

Кроме того, нами предлагаются энергосберегающие технологии на основе применения тепловых насосов, а также фотоэлектрических батарей. Особенно в областях и районах, где существует относительный избыток электроэнергии и относительный недостаток теплоты крайне выгодна установка тепловых насосов. Теплонасосные установки, используя возобновляемую низкопотенциальную энергию окружающей среды и повышая ее потенциал до уровня, необходимого для теплоснабжения, затрачивают в 3 – 7 раз меньше первичной энергии, чем при сжигании топлива.

Таким образом, по результатам проведенного анализа, можно сделать вывод, что комплексный подход к проектированию новых зданий в республике, включающий как пассивные (внешнюю тепловую изоляцию, максимальное

использование энергии солнечной радиации для отопления и ГВС; применение децентрализации с местными локальными котельными), так и активные меры энергосбережения, может обеспечить снижение энергопотребления в зданиях до 70%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М.А. Короли, А.И. Анарбаев Комплекс технических мероприятий по повышению энергоэффективности системы теплоснабжения г. Ташкента. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения №1-2, Ташкент, 2013. С. 86-91.

Аналитический доклад Повышение энергоэффективности зданий в Узбекистане:

направления реформ и ожидаемые эффекты (ЦЭИ), 2014

2. Постановление Президента РУз от 22.08.2019г. № ПП – 4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии»

3. Научные основы схемно-технологической оптимизации комбинированных солнечно-топливных котельных: монография / М.А. Короли, Р.А. Захидов, А.И. Анарбаев. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2016. – 106 с.

Lavinsky D.V.

candidate of technical sciences, docent,

docent of the department «Theoretical Mechanics»

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»

Morachkovsky O.K.

doctor of technical sciences, professor,

head of the department «Theoretical Mechanics»,

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»

DEFORMATION OF DEVICES FOR PRESSURE OF POWDERS IN THE ACTION OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD

Лавінський Денис Володимирович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри «Теоретична механіка»

Національний Технічний Університет

«Харківський політехнічний інститут»

Морачковський Олег Костянтинович

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри «Теоретична механіка»

Національний Технічний Університет

«Харківський політехнічний інститут»

ДЕФОРМУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПОРОШКІВ ПРИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Summary. The problem statement of the compound structures deformation for powder compaction is given in this article. The capability of the joint use of traditional pseudoisostatic compaction and electromagnetic compaction is considered. The finite element method is used as numerical method of solution. It is given the numerical results, which show the distribution of equivalent stresses. The influence of external electromagnetic field on stress-strain state of press-molding elements is studied under the number of numerical investigations.

Анотація. В роботі наведено постановку задачі аналізу деформування складених конструкцій, які використовуються для пресування порошкових матеріалів. Розглянуто можливість сумісного використання традиційного псевдоізостатичного пресування та електромагнітного пресування. В якості чисельного метода розв'язання використовується метод скінчених елементів. Наведено результати розрахунків, що ілюструють розподіл інтенсивності магнітного поля та інтенсивності напружень. Проведено серію розрахунків, у яких вивчено вплив зовнішнього електромагнітного поля на напружено-деформований стан елементів прес-форми.

Key words: compound structures, powder compaction, electromagnetic field, stress-strain state, finite element method.

Ключові слова: складені конструкції, пресування порошкових матеріалів, електромагнітне поле, напружено-деформований стан, метод скінчених елементів.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень. Порошкові матеріали (ПМ) наразі стають невід'ємним елементом при виготовленні

сировини для одержання як заготовок, так і готових виробів у різноманітних галузях промисловості [1]. Велика кількість технологічних процесів

пресування (ущільнення) ПМ стосується обробки високоактивних відходів із метою їх подальшої утилізації. Один з напрямків, передбачає пресування нових виробів з порошків тугоплавких сполук типу карбиду вольфраму, кобальту, нікелю. Ефективним процес пресування може бути тільки при підвищених температурах. Так при температурі оброблюваного порошку $\sim 1800^\circ\text{C}$ і питомих тисках 30-40 МПа пресування може проводитись в матрицях з тугоплавких матеріалів. При рівнях тиску 40-100 МПа можна використовувати для матриці вуглець-вуглецевий композиційний матеріал – ВВКМ, який має високі механічні властивості при підвищених температурах [2,3].

У роботах [4,5] наведено розрахункову схему прес-форми та надано постановку задачі аналізу напружено-деформованого стану (НДС) складеної прес-форми з ВВКМ, наведені результати розрахунків. Згідно цих результатів можна стверджувати, що основні елементи прес-форм для обробки порошків високоміцних тугоплавких матеріалів (пуансони і матриця) є високонавантаженими конструкційними елементами, причому рівні напружень в них близькі до небезпечних, особливо це стосується матриці.

Основним джерелом навантаження вкладиша і матриці є радіальний тиск пресування, якщо в процесі пресування створити тиск, який діє на заготовку в протилежному напрямку (що забезпечує радіальне стиснення заготовки), то тоді знизиться навантаженість вкладиша і матриці. Створити такий стискаючий радіальний тиск можна, якщо використовувати енергію наведеного електромагнітного поля (ЕМП), що розвивається зовнішнім індуктором. В даному випадку це можна реалізувати, якщо розмістити з боку зовнішньої

поверхні матриці циліндричний спіральний багатовитковий індуктор. Застосування подібних індукторів широко поширене як в традиційних технологіях МІОМ, коли оброблювана заготовка розташована всередині індуктора (тут вплив класифікується за схемою «обтискання» [6]), так і при магнітно-імпульсному пресуванні порошкових матеріалів [1,7,8], коли електромагнітні сили діють безпосередньо на оброблюваний порошок.

Постановка завдання досліджень.

Розглянемо розрахункову схему прес-форми із зовнішнім індуктором, яка може мати вигляд, наведений на рис. 1. В даному випадку електромагнітні сили, що розвиваються індуктором, будуть спрямовані до осі Oz вздовж радіуса. Зовнішній спіральний багатовитковий індуктор з ізоляцією на основі азбесту, струмопровід – з міді. Товщина ізоляції індуктора – $H = 8$ мм, переріз струмопроводу – прямокутник 3 на 4 мм. Кількість витків струмопроводу варіюється. Прес-форма має такі розміри: $d_1 = 340$ мм, $d_3 = 340$ мм, $L = 340$ мм. Вироби можуть мати різну висоту (l), яка задається відносно висоти прес-форми (L). Навантаженість вкладиша і матриці залежить від співвідношення їх товстостінностей, які можна визначити відношенням зовнішнього діаметра вкладиша (d_2) до зовнішнього діаметра матриці (d_3) при фіксованому діаметрі пресованого виробу (d_1). Результати розрахунків за ізостатичного пресування [4,5] свідчать, що найбільш навантаженими елементи прес-форми є у випадку: $l/L = 0,550$ та $d_2/d_3 = 0,850$, тому подальші розрахунки проводились саме при цих співвідношеннях.

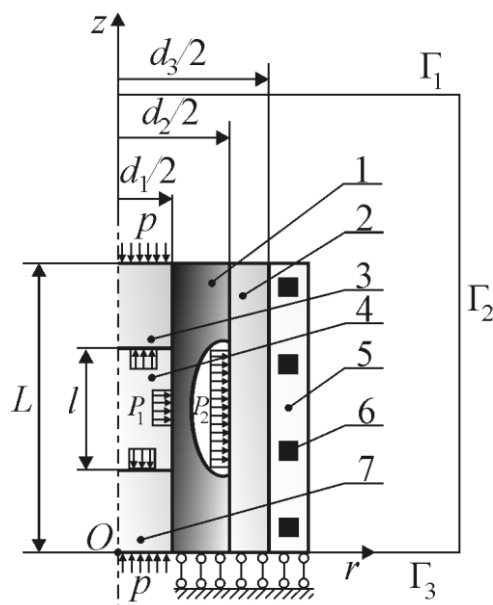


Рисунок 1 – Розрахункова схема пристрою з індуктором для пресування порожнистих виробів з порошків: 1 – вкладиш; 2 – матриця; 3,7 – пуансони; 4 – брикет з порошку;

5 – ізоляція індуктора; 6 – струмопровід індуктора

У таблицях 1 і 2 приведені фізико-механічні характеристики матеріалів ізоляції та струмопроводу індуктора, а також електрофізичні характеристики матеріалу елементів прес-форми і індуктора, які використовувалися в розрахунках.

Таблиця 1

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛУ ЕЛЕМЕНТІВ ПРЕС-ФОРМИ

	Пуансони (ВВКМ)	Матриця (ВВКМ)	Вкладиш (графіт АРВ-1)	Ізоляція (азбест)	Струмопровід (мідь)
E , ГПа	18	18	10,5	200	180
ν	0,19	0,19	0,2	0,2	0,33
σ_T , МПа	—	—	—	—	200
σ_B , МПа	—	—	—	700	—
$(\sigma_+)_B$, МПа	100	100	15	—	—
$(\sigma_-)_B$, МПа	110	110	51,5	—	—
α_T , $1/^\circ\text{C}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$
ρ , кг/м ³	1500	1500	1600	2400	1500
λ , Вт/(м·К)	130	130	120	0,05	130
c , Дж/(кг·К)	1700	1700	1700	1050	1700

Таблиця 2

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРІАЛУ ЕЛЕМЕНТІВ ПРЕС-ФОРМИ І ІНДУКТОРА

	Матриця, пуансони (ВВКМ)	Вкладиш, центральний стрижень (графіт АРВ-1)	Заготовка (карбід вольфраму)	Ізоляція (азбест)	Струмопровід (мідь)
γ , 1/(Ом·см)	$0,372 \cdot 10^7$	$0,372 \cdot 10^7$	$0,522 \cdot 10^7$	0	$7 \cdot 10^7$
μ_r	1	1	1	1	1

На першому етапі вирішувалося завдання аналізу розподілу векторних компонент ЕМП. Тут прес-форма розглядалася спільно з навколишнім середовищем, на межах Γ_1 , Γ_2 і Γ_3 задавалися нульові значення окружної компоненти векторного магнітного потенціалу, що моделює загасання ЕМП на віддаленні від джерела поля. В якості джерела поля приймався струм, рівномірно розподілений по перетину витка струмопроводу, в часі густина струму приймалася за законом: $j(t) = I_m e^{-\delta 2\pi f t} \cdot \sin(2\pi f t)$, де амплітуда сили струму $I_m = 30$ кА, частота $f = 2$ кГц, відносний коефіцієнт загасання $\delta = 0,3$. При розв'язанні задач теплопровідності та деформування оточуюче середовище виключалось із розгляду.

Повна постановка задачі пружно-пластичного деформування контактно-взаємодіючих систем тіл при дії ЕМП та метод розв'язання, що спирається

на метод скінчених елементів (МСЕ), наведені у роботах [9-11] у роботах [10,11] наведено варіаційну постановку задачі, а також підхід до визначення електромагнітних сил, який базується на принципі віртуальної роботи. Моделювання контактної взаємодії проводилось відповідно до рекомендацій, представлених у [12].

Взагалі, процес аналізу подібних розрахункових схем потребує послідовного розв'язання трьох задач: задачі з визначення просторово-часового розподілу основних характеристик ЕМП, задачі нестационарної теплопровідності, а також задачі пружного (пружно-пластичного деформування). Вплив ЕМП на етапі розв'язання другої та третьої задачі враховується введенням розподілених джерел тепловиділення та розподілених електромагнітних сил. Таким чином, розв'язання потребує пошуку стаціонарних значень наступних функціоналів:

$$\begin{aligned}
 MAG &= 2\pi \iint_S \left[\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial A}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial z} \right)^2 \right\} + \mu\gamma \frac{\partial A}{\partial t} A \right] r d\Gamma; \\
 Temp &= 2\pi \iint_S \left\{ \frac{\lambda}{2} \left[\left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)^2 \right] - QT + \rho c \frac{\partial T}{\partial t} T \right\} r dS + 2\pi \int_{\Gamma_2} \frac{\alpha}{2} [T^2 - 2T_\infty T] r d\Gamma \\
 &U = \pi \int_S [\sigma_r \varepsilon_r + \sigma_z \varepsilon_z + \sigma_\theta \varepsilon_\theta + \tau_{rz} \gamma_{rz}] r dS - 2\pi \int_S [j_\theta (B_r u_z - B_z u_r)] r dS.
 \end{aligned}$$

Де j_θ – ненульова (окружна) компонента векторного магнітного потенціалу; μ – магнітна проникність матеріалу; γ – електропровідність матеріалу; λ – коефіцієнт теплопередачі; Q – питома потужність внутрішніх джерел тепловиділення;

$Q = \frac{1}{\gamma} j_\theta^2$, j_θ – окружна компонента густини вихрового струму; α – коефіцієнт конвекційного теплообміну; T_∞ – температура зовнішнього середовища; $\sigma_r \dots \tau_{rz}$, $\varepsilon_r \dots \gamma_{rz}$, B_r, B_z , u_r, u_z – ненульові компоненти тензорів напружень та

деформацій, а також векторів магнітної індукції та переміщень.

Наведені функціонали одержані із загальних виразів з [10,11] з урахуванням осової симетрії, яка стосується і геометрії конструкційних елементів, і умов навантаження та закріплення.

Поведінка матеріалів складових частин прес-форми та ізоляції індуктора приймається в рамках пружної моделі, матеріал струмопроводу розглядаємо в рамках пружно-пластичної моделі

Задача деформування розв'язувалась у квазістаціонарному наближенні, тому що в даному випадку впливом нестационарності ЕМП можна знехтувати. Дане твердження, ґрунтується на особливостях геометрії конструктивних елементів прес-форми, заготовки та індуктора – всі вони є досить масивними, а отже мало схильними до можливості виникнення коливальних процесів.

Аналіз одержаних результатів.

На рис. 2 наведено просторовий розподіл еквівалентних напружень σ_{Mo} згідно до критерію Кулона-Мора. Якісно картина навантаженості елементів прес-форми є майже ідентичною

випадку, коли пресування відбувається без додаткового індуктора. Проте кількісний аналіз свідчить, що матриця стає навантаженою у значно меншому ступені. Рівні еквівалентних напружень σ_{Mo} в матриці знижуються в порівнянні з ізостатичним пресуванням приблизно у 1,84 рази у центральній зоні та приблизно у 1,2 разу в околі верхнього торцю.

Слід відзначити, що найбільші значення еквівалентних напружень σ_{Mo} спостерігаються у витках індуктора, де вони досягають приблизно 120 МПа. Мідь є матеріалом, яка однаково деформується при розтягу та при стиску, отже розглянуті еквівалентні напруження, фактично є значенням максимального дотичного напруження, яке також може використовуватись для оцінок початку текучості. При розглянутих конструкційних та експлуатаційних параметрах струмопровід деформується пружно. Максимальні значення еквівалентних напружень в ізоляції індуктора незначні (у порівнянні з межею міцності азбесту) – вони не перевищують 42 МПа.

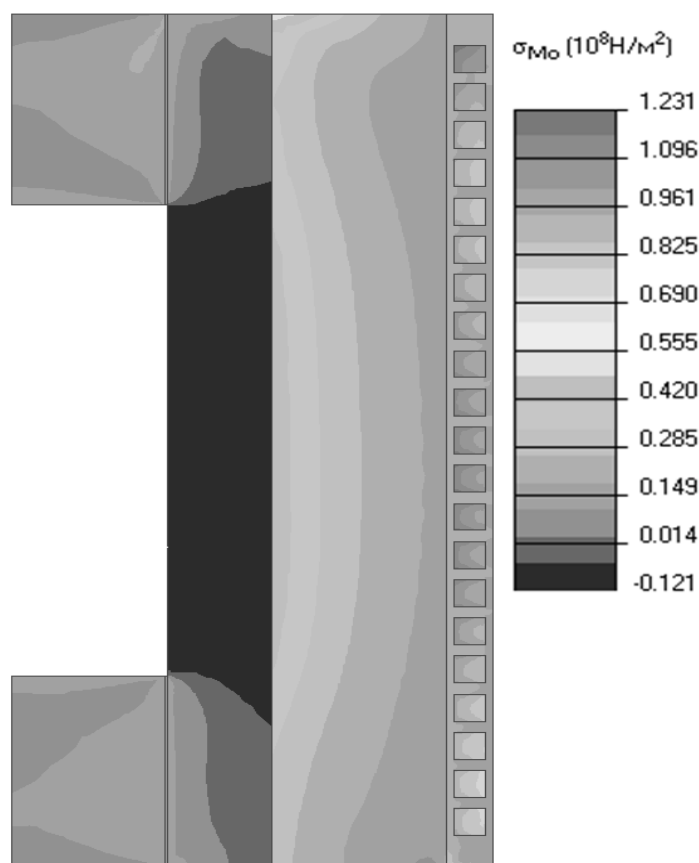


Рисунок 5.31 – Розподіл еквівалентних напружень згідно до критерію Кулона-Мора

Як відомо, зі збільшенням амплітуди сили струму відбувається збільшення значень електромагнітних сил, що в технологічних системах, подібних розглянутій призведе до зниження рівнів напружень в елементах прес-форм. Для складання кількісних оцінок була проведена серія розрахунків, в яких варіювалося значення амплітуди сила струму, що діє в індукторі.

Виявилося, що при підвищенні амплітуди відбувається значне зниження максимальних значень інтенсивності напружень в матриці. Так, при збільшенні сили струму з 30 до 40 кА, максимальна інтенсивність напружень в матриці знижується приблизно на 10%, така ж тенденція зберігається і при подальшому збільшенні сили струму.

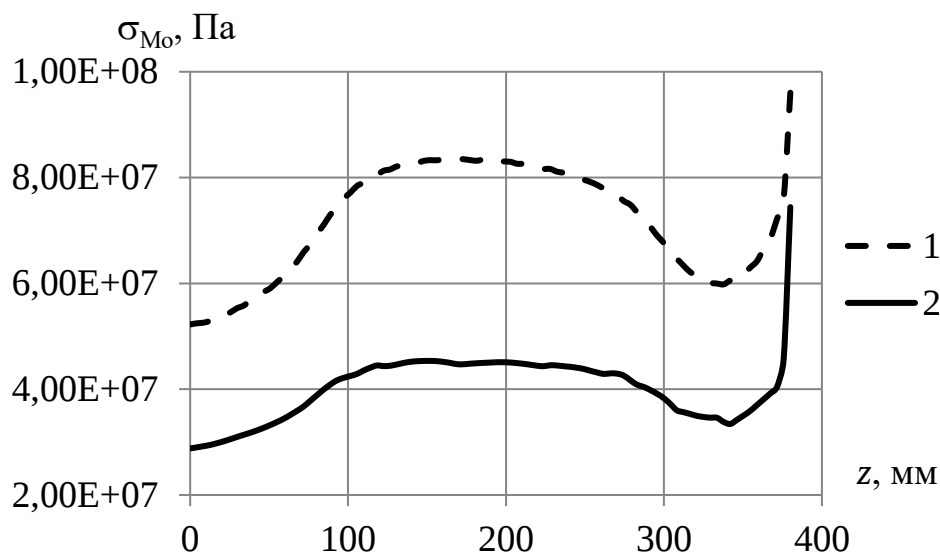


Рисунок 5.32 – Порівняння інтенсивності напружень, розподілених уздовж внутрішньої поверхні матриці; 1 – ізостатичне пресування, 2 – сумісне пресування

Однак, збільшення сили струму призводить також до збільшення електромагнітних сил, що діють на струмопровід індуктора: при збільшенні амплітуди сили струму з 30 до 40 кА максимальна інтенсивність напружень зростає приблизно на 30%. При перевищенні силою струму величини 50 кА інтенсивність напружень перевищує межу текучості міді і в матеріалі струмопроводу з'являються зони пластичних деформацій. Тому для індуктора з розглянутими геометричними розмірами струмопроводу використання сили струму більше, ніж 50 кА не бажано.

Висновки. В роботі запропоновано використання сумісного ізостатичного та електромагнітного пресування порошків тугоплавких сполук у матрицях, виконаних з вуглець-вуглецевих композитних матеріалів. Із використанням методу скінчених елементів визначені просторово-часові розподіли основних компонентів електромагнітного поля. Вплив електромагнітного поля на процес деформування враховано шляхом введення розподілених електромагнітних сил. У квазістационарному наближенні проведено аналіз деформування основних елементів прес-форми.

В цілому, для розглянутої технологічної операції, слід відзначити позитивний ефект в результаті застосування способу електромагнітної обробки матеріалів спільно із ізостатичним пресуванням. Спостерігається зниження навантаженості основного елемента прес-форми – матриці. Для визначення раціональних експлуатаційних параметрів проведено серію розрахунків, у яких вивчалась залежність інтенсивності напружень від величини амплітуди сили струму.

Список літератури:

1. Mamalis A. G., Manolakos D.E., Kladas A.G., Koumoutsos A.K. Electro-magnetic tooling for metal forming and powder compaction: numerical

simulation. High Speed Forming: Proceedings of the 1st International Conference. 2004. P. 143-154.

2. Бушуев Ю.Г., Персин М.И., Соколов В.А. Углерод-углеродные композиционные материалы. М.: Металлургия, 1994. 128с.

3. Нагорный В.Г., Котосонов А.С., Островский В.С. Свойства конструкционных материалов на основе углерода: Справочник. М.: Металлургия, 1975. 335 с.

4. Бирюков О.В., Колосенко В.В., Саенко С.Ю., Лавинский Д.В., Морачковский О.К., Соболев В.Н. Статический анализ прочности конструктивных элементов пресс-форм для прессования изделий из порошков. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». 2006. №32. С. 28-32.

5. Ашихмин В.П., Бирюков О.В., Гуринов В.А., Затолока Б.Б., Колосенко В.В., Саенко С.Ю., Лавинский Д.В., Морачковский О.К. Анализ прочности элементов пресс-форм из углерод-углеродных материалов для псевдоизостатического прессования. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 2007. № 6 (91). С. 120-123.

6. Белый И.В., Фертик С.М., Хименко Л.Т. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов. Харьков: Вища школа, 1977. 189 с.

7. Миронов В.А. Прогрессивные способы производства деталей машин и приборов из порошковых материалов. Рига: Зинатне, 1974. 87 с.

8. Миронов В.А. Магнитно-импульсное прессование порошков. Рига: Зинатне, 1980. 196 с.

9. Лавинський Д.В., Морачковський О.К. Пружно-пластичне деформування систем тіл при дії електромагнітних полів. Вісник Запорізького національного університету: Фізико-математичні науки. 2015. № 2. С. 125-135.

10. Altenbach H., Morachkovsky O., Lavinsky D., Naumenko K. Inelastic deformation of conductive

bodies in electromagnetic fields. Continuum Mechanics and Thermodynamics. 2016. Vol. 28. No. 5. P. 1421-1433.

11. Lavinskii D.V., Morachkovskii O.K. Elastoplastic Deformation of Bodies Interacting Through Contact Under the Action of Pulsed

Electromagnetic Field. Strength of materials. 2016. - Vol. 48. No. 6. P. 760-767.

12. Lavinskii D.V., Bondar' S.V. Study of thermoelastoplastic contact deformation of production tooling mixed structures. Strength of materials. 2011. Vol. 43. No. 4. P. 447-454.

Lebedev A.V.
JSC Angstrom-T,
Moscow, Russia

DSC TO ERP. ADVANTAGES AND SHORTCOMINGS

Лебедев Александр Владимирович
АО «Ангстрем-Т»
Москва, Россия

ПЕРЕХОД ОТ АСУ К ERP. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Summary. Today, almost all DCS of enterprises do not meet the requirements - computer automated control. There is a transition from DCS systems to ERP systems.

Аннотация. На сегодняшний день, почти все АСУ предприятий не соответствуют требованиям – компьютерного автоматизированного управления. Происходит переход от систем АСУ к системам ERP.

Согласно ГОСТ 34.003-90 [1] под автоматизированной системой¹ управления (АСУ) понимается система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

По определению из ГОСТ 24.103-84 АСУ [2] предназначена для обеспечения эффективного функционирования

В финансово-хозяйственной деятельности любого предприятия микроэлектронной промышленности можно выделить большое количество задач, требующих автоматизации. К таким общим задачам можно отнести [3,4]:

- управление производственными ресурсами;
- управления процесса проектирования интегральных микросхем (ИС);
- управление качеством продукции (ОТК);
- планирование и контроль последовательности выполнения производственных (технологических) операций;

- управление материальными и финансовыми ресурсами;

- управление закупками, сбытом, заказами потребителей и поставками;

- управление кадрами, основными фондами, складами;

- бизнес-планирование и бухгалтерский учет;

- расчеты с покупателями и поставщиками;

- ведение банковских счетов

Из этих задач мы выделяем следующие задачи:

- управление производственными ресурсами;

- управление материальными и финансовыми ресурсами;

- управление закупками, сбытом, заказами потребителей и поставками.

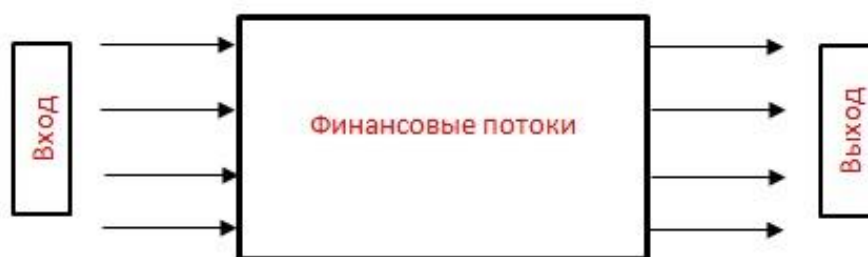
Это совершенно разные задачи, каждая из которых, зеркально отображается в управлении финансами.

¹ Примечания:

1. В зависимости от вида деятельности выделяют, например следующие виды автоматизированных систем (АС): автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др.

2. В зависимости от вида управляемого объекта (процесса) АСУ делят, например, на АСУ технологическими процессами (АСУТП), АСУ предприятиями (АСУП) и т.д.

Под функцией автоматизированной системы понимается совокупность действий АС, направленная на достижение определенной цели



Для решения этих задач применяются Автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП) [5]

Под ними понимают системы [6], в которых функционально объединяются существовавшие ранее как автономные («островки автоматизации») системы для решения задач автоматизации учета и управления производством, финансами, снабжением и сбытом, кадрами и информационными ресурсами.

АСУП – организационно-технический комплекс, обеспечивающий организацию управления предприятием на базе использования экономико-математических методов и ЭВМ. Согласно ГОСТ 19675-74 [7] «АСУП представляет собой человеко-машинную систему, обеспечивающую автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления предприятием как автономно, так и в составе АСУ производственным объединением».



При этом каждая АСУ П решала свою конкретную задачу и разрабатывалась под конкретное предприятие. Примеры наиболее известных АСУ П: АСУ «Львов», АСУ «Кунцево», АСУ «ВАЗ», АСУ «УЦМ» и др. Главным недостатком этих систем являлось то, что они были направлены на «объёмно-календарное планирование» (планирование чего?) или же «планирование трудозатрат» (трудозатрат на что?) или же «доведение выработанных управляющих воздействий до объекта управления» (воздействий каких, на что и на каких объектов управления?) и т.д.

Кроме этого, описанные выше, системы АСУ П состояли из множества систем АСУ, соединённых между собой последовательно. Управление такими системами ведётся по координатам (винеровское управление)

С развитием персональных ЭВМ в 80-х – 90-х годах XX века начали появляться универсальные АСУ П такие как MRP, MRP II и как этап эволюции MRP систем – ERP-системы, основанные на процессном подходе управлением предприятием [9].

ERP система - это система планирования ресурсов предприятия, заключающаяся в управлении физическими, финансовыми,

материально-техническими и человеческими ресурсами предприятия, в отличие от АСУ П, каждая из которых разрабатывалась под конкретное предприятие, может использоваться на различных предприятиях.

Еще одним отличием ERP систем от систем АСУП является их «можестарность», число выходов больше числа входов. И для управления такими сложными системами нужно вводить дополнительные управляющие воздействия – параметры, так как одних координат по которым происходит управление в системах АСУ П уже недостаточно.

Список литературы:

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. г.М.: СтандартИнфо, 2009
2. ГОСТ 24.103-84. Автоматизированные системы управления. Основные положения. г.М.:

Государственный комитет СССР по стандартам, 1985

3. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: Энергия, 1974.

4. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986

5. Поспелов Д.А. Большие системы. Ситуационное управление. М.: Знание, 1975.

6. Микита Р. М., Рогозов Р. М., Свиридов А. С., Стукотий Л. Н. Концепция построения информационной модели предприятия, 2005

7. ГОСТ 19675-74 Автоматизированные системы управления. Основные положения. Термины и определения г.М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1980

8. Научные основы организации управления и построения АСУ / Под ред. В. Л. Бройдо, В. С. Крылова. - М.: Высшая школа, 2006.

9. Беккер Й., Вилков Л., Таратухин В., Кутелер, Роземанн Й.: Менеджмент процессов. – М.: «Эксмо», 2007

Maikut S.A.

Post-graduate student, Assistant,
Department of General and Solid State Physics
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

ELECTRON KINETICS IN A CYLINDER SYSTEM WITH A PULSED MAGNETIC FIELD

Майкут С. А.

Аспирант, ассистент кафедры
общей физики и физики твердого тела
КПИ им. Игоря Сикорского

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОНОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Summary. 3D modeling of vacuum arc suppression by a magnetic field in a high-voltage current interrupter with cylindrical electrodes is performed. The process parameters were calculated by the algorithm of the suggested physical topological model of the current interrupter. The parameters characterizing the vacuum arc quenching process (current interruptions) were statistically determined: the fraction of electrons whose trajectories were closed on the collectors, was calculated. The trajectory of the electrons was traced taking into account the effect of the electric field of the electrodes and the magnetic field on the external inductor. The effect of the space-charge field of electrons was not taken into account. The calculations are performed by a numerical finite element method. The influence of the magnetic field of an external inductor and the design of the electrodes of a current interrupter on the vacuum arc extinguishing process is investigated.

Аннотация. Произведено 3D моделирование процессов гашения вакуумной дуги магнитным полем в высоковольтном прерывателе тока с цилиндрическими электродами. Расчёт производился по алгоритму предложенной физико-топологической модели прерывателя тока. Параметры, определялись статистически: вычислялась доля электронов, траектории которых замыкались на коллекторах. Влияние поля объёмного заряда электронов не учитывалось. Расчёты выполнены методом конечных элементов.

ВВЕДЕНИЕ

Эффект отсечки электронов происходит в магнитном поле, ортогональном электрическому полю, и не позволяет электронам катода достигать анода [1, 2]. Он находит применение во многих вакуумных и плазменных устройствах: вакуумные магнетроны для микроволновой генерации, газовые магнетроны для генерации электронов и ионов, ионно-распыляющие магнетроны, манометрические преобразователи магнетронного

типа и газоразрядные коммутационные устройства и т. д. В некоторых устройствах этот эффект создает условия для генерации СВЧ-колебаний, заряженных частиц и плазмы. В других случаях он обеспечивает прерывание тока на анод в устройствах открывания или переключения тока с одного электрода на другой. Отсечка электронов используется на стадии после разряда в вакуумных дуговых прерывателях, когда электроны все еще эмитируются из горящих катодных пятен. На рис. 1

показан эффект отсечки в цилиндрической электродной системе.

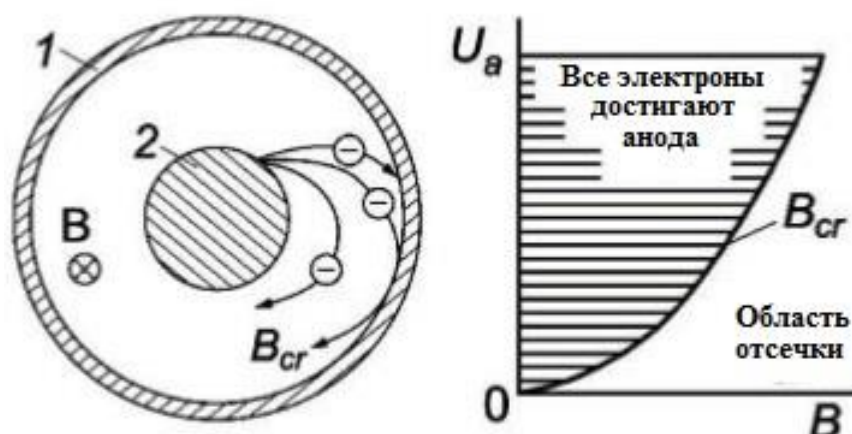


Рис. 1. Эффект отсечки электронов при : 1 – анод; 2 – катод; – анодное напряжение; – магнитная индукция

Случай отсечки электронов в однородных скрещенных полях рассмотрен в литературе [1, 2]. Однако на практике чаще всего используются неоднородные поля, и большой интерес представляет случай импульсного магнитного управления с внешним индуктором для прерывания или переключения тока в высоковольтных цепях постоянного тока. Результаты исследования отсечки электронов в плоском переключающем диоде, управляемом импульсным током плоского индуктора, представлены в [3].—Насколько нам известно, в литературе не было учтено влияние отсечки электронов в цилиндрических электродных системах из-за импульсного магнитного поля с учетом индукции вихревых токов в электродах и их вторичных магнитных полей. Таким образом, наша работа посвящена исследованию эффекта отсечки в таких системах с помощью компьютерного моделирования.

1. КОНФИГУРАЦИИ ИССЛЕДОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ СИСТЕМ

Для исследования было использовано несколько электродных систем различной конфигурации. Они изображены на рис. 2. Конфигурации электродов были выбраны с учетом применения полученных результатов в будущем к разработке высоковольтного размыкающего устройства (прерывателя тока) на базе вакуумной дуги.

Характерные размеры систем в миллиметрах определены на рис. 2, г. Материал электрода – медь. Катоды имеют небольшой диаметр (6 мм) и высоту h (10 мм) в соответствии с рекомендацией [4] для их использования в прерывателе тока. Однако катод системы на рис. 1, а также имеет $h = H = 100$ мм с целью проверки расчетов (см. Этот катод изображен пунктирными линиями на рис. 1, а).

Минимальный диаметр анода напротив катодов составляет 30 мм. Все аноды имеют вертикальный разрез шириной 1 мм (слева на всех рисунках) для лучшего проникновения импульсного магнитного поля, генерируемого индукторами, через металлические аноды в зазоры «катод-анод». Предоставление анодов в системах, показанных на рис. 2, б, с, д, с внутренними выступами / выступами треугольного сечения, решается несколько задач: 1) концентрировать импульсное магнитное поле в зазорах «катод-анод»; такой подход, как известно, успешно работает в системах с импульсным магнитным полем [4-6]; 2) продлить ток анода во время дугового разряда по большей поверхности; 3) уменьшить часть поверхности анода, расположенную близко к катоду в порядке облегчения гашения вакуумной дуги.

Системы были смоделированы с кодом на база программного обеспечения Comsol Multiphysics аналогично к [3]. Код содержит части электрического и магнитного полей, а также вихревой наведенный ток на электродах с вторичными магнитными полями генерируемые им. Другая часть кода была используется для расчета траекторий электронов. Значение пространственного разряда было принято считать нулевым. Предполагалось, что катоды эмитируют электроны с синусоидальным распределением. Напряжение постоянного тока U_a между электродами было 10 кВ. Индуктор питается переменным током 44 кГц. В статье, режим работы определяется ампер-обмотками ($A \cdot w$). Поскольку электроны катода достигают границы системы за несколько наносекунд, траектории были рассчитаны как для постоянного магнитного поля в максимум тока индуктора.

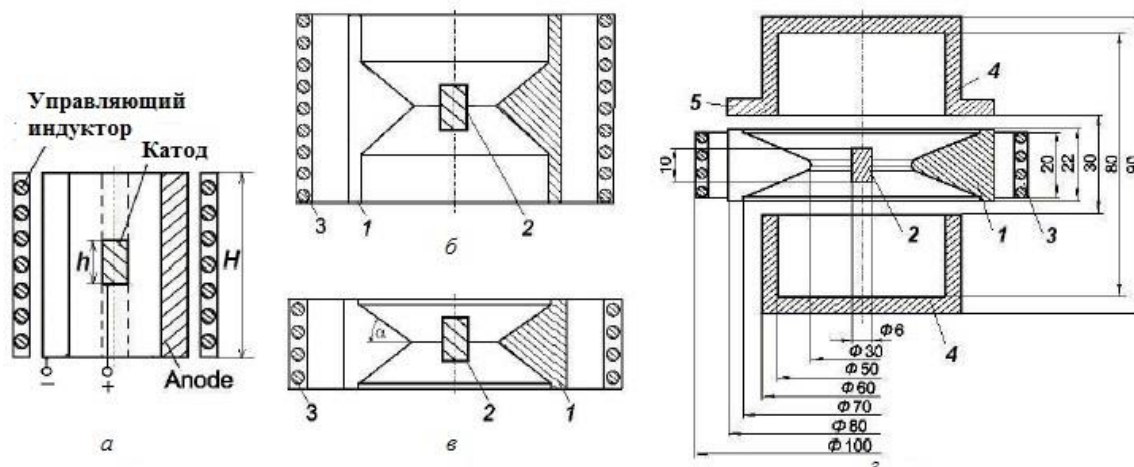


Рис. 2. Конфигурация исследуемых электродных систем: 1 - анод; 2 - катод; 3 - управляющий индуктор; 4 - электронные коллекторы; 5 - кольцевой карнизоподобный элемент

Система, показанная на рис. 2 а, была использована для верификации кода симуляции. Наши расчеты хорошо сходятся с теоретическим расчетом для однородного скрещенного поля. $= 4,7$ мТл: $= 4,9$ мТл для $h = H = 100$ мм и $= 5,0$ мТл для $h = 6$ мм, $H = 100$ мм. Здесь определяется как в [1]:

$$B_{cr.theor} = \sqrt{\frac{8m}{e}} U_a / R_a (1 - \frac{R_c^2}{R_a^2})$$

где: m и e масса и заряд электрона, R_a – радиус анода, R_c – радиус катода

2. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА И ОБСУЖДЕНИЕ

Типичные траектории электронов в режиме отсечки и под разными углами излучения представлены на Рис. 3 для двух значений длины катода h . Черные точки показывают конец вычисленных траекторий.

В случае длинного катода отсечка приводит к возвращению всех электронов на катод. При коротком катоде многие электроны не возвращаются обратно. Более того, чем больше искажено электрическое поле от радиального около конца катода и чем больше угол эмиссии электронов, тем быстрее электроны уходят от катода (см. рис. 3, б, где траектории показывают, что электроны выбрасываются только радиально, возврат к катоду). Длина индуктора должно быть равна H или больше, чем H для полной отсечки электронов от катода, как показано на рис. 3. В противном случае анод может захватывать электроны в зонах с $B < B_{cr}$.

Траектории электронов в системе с концентрация магнитного поля, изображенные на рис. 2, б, в, отличаются от показанных на рис. 3б увеличенным радиусом вращения в нижней и верхней частях системы. Траектории в пространстве вниз и вверх относительно катода в системах, изображенных на рис. 2, б, в похожи как расширяющийся поток.

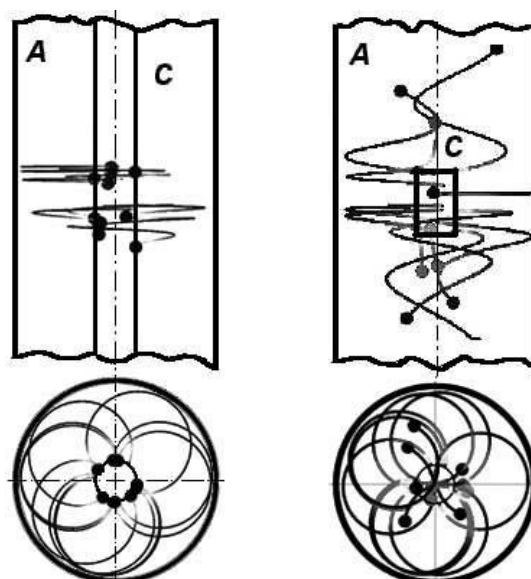


Рис. 3. Траектории электронов с длинным катодом, $h = 100$ мм (а) и короткий катод, $h = 6$ мм (б), в режиме отсечки. Индуктор - 4 кА*вит

Интересно рассмотреть изменение импульсного магнитного поля в зазоре между электродами, особенно в системах с концентрацией магнитного поля. Соответствующие расчеты были сделаны и представлены ниже. В системе, показанной на фиг. 2, а (или на фиг. 3), напряженность импульсного магнитного поля слабо изменяется между электродами и внутри анода в пространстве, удаленном от катода. Однако магнитное поле значительно варьируется в системах, показанных на рис. 2, б, с, d из-за изменения радиуса анода вдоль вертикальной оси. Пример такого изменения поля представлен на рис. 4 для системы, изображенной на рис. 2, в. В общем, магнитное поле, создаваемое вихревым током

анода, присутствует во всем пространстве вокруг анода.

Чтобы проверить возможность использования анодной конфигурации, показанной на рис. 2, б, но с коротким индуктором, мы рассчитали по траекториям электронов и получили результаты, представленные на рис. 5. Видно, что анод не захватывает электроны как в пространстве концентрации магнитного поля, так и в нижней и верхней частях анода. Последнее связано с большими внутренними диаметрами этих частей и если длина анода не слишком велика. Такое свойство этой конфигурации позволяет использовать нижнюю и верхнюю части анода в качестве перегородок для защиты индуктора от плазмы дугового разряда в прерывателях тока.

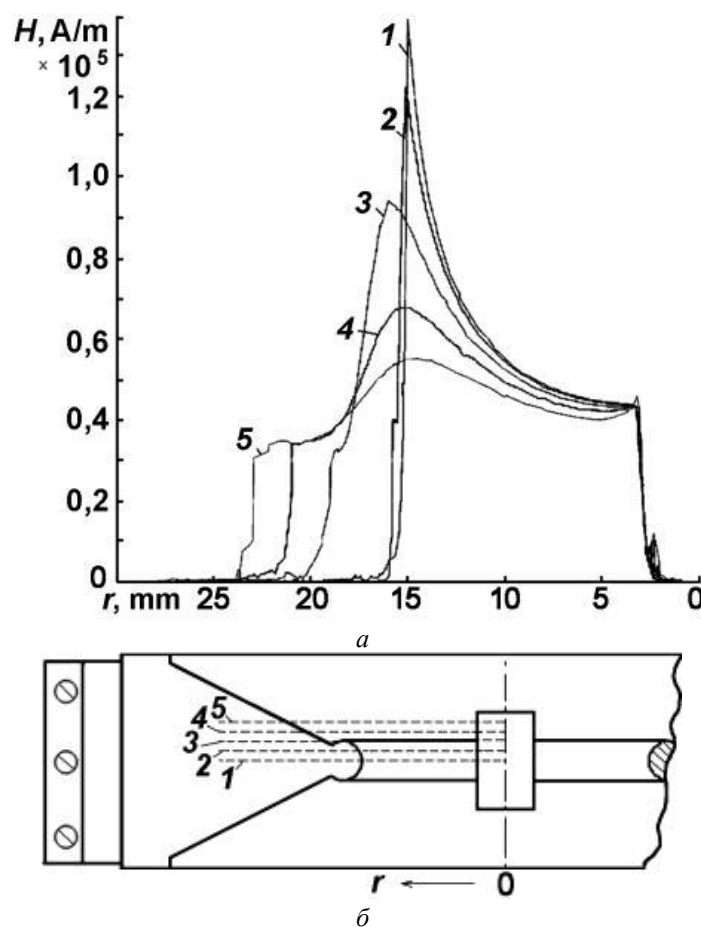


Рис. 4. Изменение напряженности импульсного магнитного поля в зазоре «катод-анод» на радиус r на разных высотах (в разных плоскостях) над средней плоскостью. Индуктор - 2,2 кА*вит

Чтобы исследовать влияние угла α (см. Рис. 2, в) на максимальное отклонение электронов от вертикальной оси системы, траектория электронов была рассчитана при различных значениях α . На рис. 6 показано изменение максимального радиального отклонения электронов вдоль

вертикальной оси для двух значений α . Видно, что чем больше угол, тем меньше максимальное отклонение электронов. Это может быть связано с изменениями в распределении индуцированного магнитного поля вокруг анода.

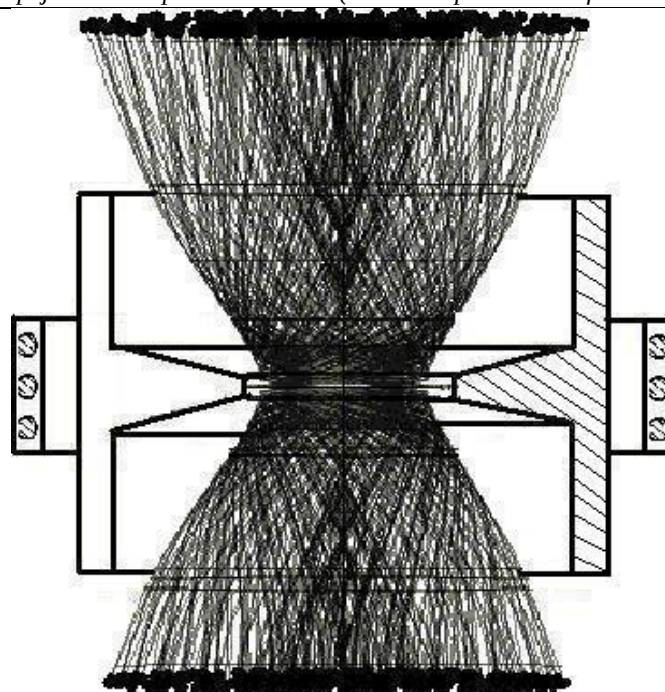


Рис. 5. Электронные траектории с длинным анодом ($H = 40$ мм) и коротким индуктором (20 мм, $2,8 \text{ кА} \cdot \text{вит}$)

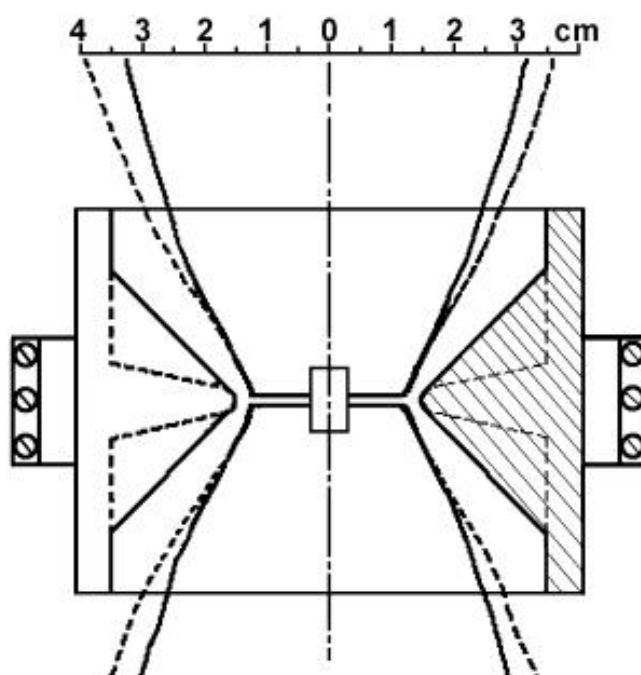


Рис. 6. Максимальное радиальное отклонение электронов для двух анодной конфигурации.
Индуктор - $2,8 \text{ кВ} \cdot \text{вит}$, $B = 40$ мм

Из представленных выше данных можно сделать вывод, что реальный прерыватель тока должен быть снабжен вспомогательными электродами для сбора электронов, идущих вверх и вниз из зазора «катод-анод». В качестве варианта такого подхода была предложена конфигурация, изображенная на рис. 2, г. Моделирование траекторий электронов показало, что некоторая группа электронов может пройти через щель между

анодом и коллектором во внешнее пространство системы. Чтобы устранить утечку электронов, кольцевой плоский элемент, такой как карниз, был прикреплен к нижнему концу верхнего коллектора, и положительное постоянное напряжение U_c относительно катода было приложено к коллекторам. На рис. 7 представлены электронные траектории в системе с коллекторами.

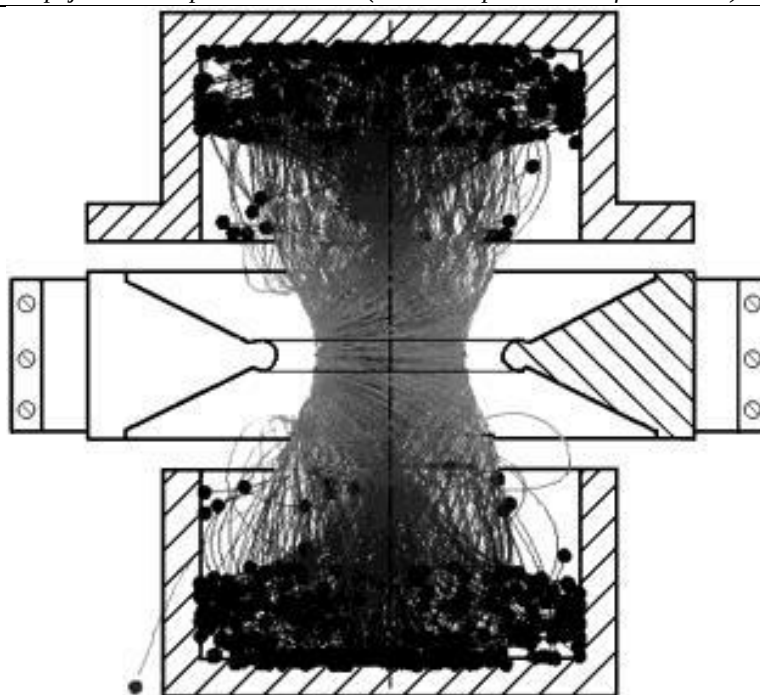


Рис. 7. Электронные траектории в системе с коллекторами. $U_c = +300$ В.
Индуктор - 5 кВ*вит

Расчеты показали, что прикрепление кольцевого элемента к коллектору не сильно влияло на утечку электронов (это видно на рис. 7, где сравниваются траектории в верхней и нижней частях). Тем не менее, этот элемент может быть полезен для защиты индуктора от плазмы дугового разряда в прерывателях тока. На рис. 8 показаны зависимости относительной утечки электронов по

кольцевым зазорам между анодом и коллекторами от напряжения коллектора U_c и тока индуктора I_i . Обратите внимание, что коллекторы также генерируют вторичное магнитное поле из-за вихревого тока, наведенного в их корпусах. Видно, что значение $U_c = +300$ В достаточно для минимизации утечки электронов.

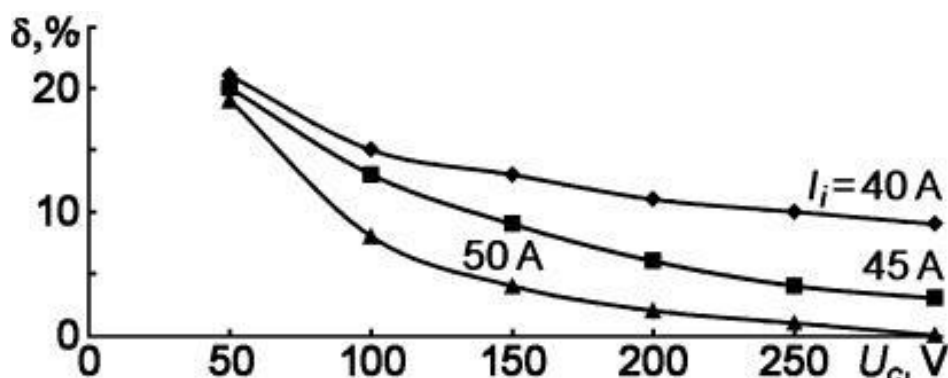


Рис. 8. Относительная утечка электронов через кольцевой зазор между анодом и коллектором.
Индуктор - 100 обмоток

ВЫВОДЫ

Компьютерный код на основе Comsol Multiphysics был принят для моделирования и исследования эффекта отсечки электронов в цилиндрической электродной системе в импульсном магнитном поле внешнего индуктора. Учтено влияние вторичных магнитных полей, создаваемых вихревыми токами в электродах. Успешная проверка численных результатов доказана.

В системе с неоднородностью геометрии, а также электрических и магнитных полей вдоль оси

(из-за короткого катода, внутренней проекции на аноде напротив катода для концентрации магнитного поля, короткого индуктора), циклоиды Природа планарных электронных траекторий преобразуется в спиральные с вылетом электронов из межэлектродного промежутка. Чтобы получить эффект отсечки, необходимо перехватить электроны, выходящие из межэлектродного промежутка. Для этого целесообразно ввести концевые чашеобразные коллекторы с положительным напряжением 300 В при напряжении на аноде до 10 кВ.

Полученные результаты могут быть использованы при создании высоковольтного прерывателя тока, а также для анализа условий магнитного инициирования магнетронного разряда низкого давления и характеристик магнетронных электронных пушек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. K. Shimonui. Phusikalische elektronik. Budapest: "Akademiai Kiado", 1972.
2. A.I. Kuzmichev. Magnetron sputtering systems. Kiev: "Avers", 2008, 244 p. (in Russian).
3. S.A. Maykut, I.M. Drozd, A.I. Kuzmichev, L.Yu. Tsybulsky. Investigation of electron cut-off in a

flat diode by magnetic field of a plane inductor // Electronics and communication (Elektronika i svjaz'). 2017, v. 22, № 4(88), p. 11-17 (in Russian).

4. A.S. Gilmour, D.L. Lockwood. The interruption of vacuum arcs at a high DC voltages // IEEE Trans. ED. 1975, v. 22, № 4, p.173-180.

5. H. Knoepfel. Pulsed high magnetic fields. Amsterdam-London: "North-Holland Publ. Co.", 1970.

6. L.M. Shpanin, G.R. Jones, J.W. Spencer. Convoluted arc with flux concentrator for current interruption // IEEE Trans. PS. 2018, v. 46, № 1, p. 175-179.

Поперешняк С.В.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри програмних систем і технологій,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Грінченко Сергій Анатолійович
асистент кафедри інженерії програмного забезпечення
Національний авіаційний університет*

МОДЕЛЬ ІННОВАЦІЙНОЇ ЗРІЛОСТІ ПЕРСОНАЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ ІТ ПІДПРИЄМСТВ

Popreshnyak S.V.

*candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor of the department of software systems and technology,
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Grinenko S.A.*

*assistant of the department of software engineering,
National Aviation University*

MODEL OF INNOVATIVE MATURITY OF PERSONNEL FOR ESTIMATION OF IT ENTERPRISES

Анотація. Активне впровадження інформаційних систем при реалізації ІТ проектів на підприємствах часто не призводить до отримання бажаних результатів в автоматизації бізнес процесів. Це пов'язано, в основному, з недостатньою підготовленістю працівників ІТ підприємств до роботи в умовах постійного розвитку інформаційних технологій. Використання моделі інноваційної зрілості персоналу та чотирьохкрокового циклу до оцінки рівня зрілості ІТ підприємства, які запропоновані в даній роботі, дозволять керівництву підприємства адекватно реалізовувати сучасні методи керування для підвищення якості, ефективності та прибутковості даних підприємств. Застосування моделі інноваційної зрілості персоналу на підприємствах малого та середнього ІТ бізнесу з використанням змішаної методології показало, що вона дійсно допомагає при оцінці цими підприємствами рівня свого розвитку з позицій управління персоналом, наявності та використання нових ідей, продуктів і послуг, знань і навичок персоналу.

Summary. Active implementation of information systems in the implementation of IT projects at enterprises often does not lead to the desired results in the automation of business processes. This is mainly due to the lack of preparedness of IT enterprise employees to work in the conditions of constant development of information technologies. Using a model of innovative staff maturity and a four-step cycle to assess the level of maturity of the enterprise IT, which is proposed in this paper, will allow the management of the enterprise to adequately implement modern management methods to improve the quality, efficiency and profitability of these enterprises. The application of the innovative maturity model for small and medium-sized IT enterprises using a mixed methodology has shown that it really helps in assessing the level of their development from the point of view of personnel management, availability and use of new ideas, products and services, knowledge and skills of staff.

Ключові слова: моделі розвитку, оцінка ІТ підприємства, зрілість персоналу, інноваційність, дієздатність.

Keywords: development models, IT enterprise evaluation, staff maturity, innovation, capacity.

Постановка проблеми. Існуюча залежність підприємства від наявності сучасних прибутку і результативності діяльності інформаційних систем і технологій та

висококваліфікованого персоналу вимагає від керівництва вміння оцінити користь, яку вони можуть принести, знати, які кошти необхідно інвестувати в системи автоматизації обробки інформації та підвищення кваліфікації співробітників і як можна проконтролювати і виміряти результати. IT-інфраструктура підприємства являє комплекс технічних, програмних, методичних, організаційних та інших засобів, а також персоналу, що забезпечують функціонування інформаційних систем і сприяють ефективній роботі всіх функціональних підрозділів підприємства, підвищенню конкурентоспроможності, розвитку сучасних методів управління. Цілі бізнесу та IT повинні бути взаємопов'язані, що вимагає від керівництва підприємства максимальної уваги до організації та функціонування IT-інфраструктури. Це дасть можливість адекватно оцінити рівень розвитку підприємства та визначити кроки для подальшого розвитку.

Актуальність теми визначається тим, що існуючий методологічний підхід до використання інформаційних систем заснований на інтуїтивному розумінні взаємозв'язку IT-інфраструктури підприємства і отриманням декларованих розробником якостей інформаційної системи (ІС). Безпосереднє застосування сучасних методик, що використовують процесний підхід до контролю і управління ІС, є досить проблематичним в силу ряду причин, заснованих в першу чергу, на відмінностях в структурі організацій і методах управління підприємствами, невідповідності персоналу, різному розумінні принципів автоматизації бізнесу тощо. Тому створення методологічного підходу і практичних рекомендацій для визначення рівня зрілості IT-підприємства, який побудовано на принципах інноваційної зрілості персоналу є актуальним і

затребуваним. Розробці моделі інноваційної зрілості персоналу (МІЗП) та методу визначення рівня зрілості IT підприємства присвячена дана робота.

Головною метою цієї статті є огляд того, як конкретна модель оцінки зрілості персоналу, може застосовуватися для підтримки IT підприємств малого та середнього бізнесу, для оцінки рівня їх розвитку та стимулювання їх до самовдосконалення на основі отриманих результатів. Ціллю статті є обґрунтування вибору моделі зрілості підприємства в якості ефективного інструменту діагностики факторів уразливості малих і середніх IT підприємств. В роботі буде представлена модель зрілості, яка заснована на інноваційній зрілості персоналу, яка може бути застосована в IT підприємствах та при управлінні проектами.

Ступінь вивченості даної проблеми. Вирішення питань взаємозв'язку і взаємозалежності оцінки якості ІС і рівня зрілості IT-інфраструктури підприємства приділяється значна увага в сучасних дослідженнях, в яких вирішуються питання контролю й управління IT-процесами [1-7]. При цьому якість виконання цих процесів визначається стандартами, такими як: ISO, ITIL, Cobit, CMMI та ін. в роботах багатьох фахівців в області IT (наприклад, Скрипник Д. [8,9], Гузик С. [10], Галімов М. [1], Шаститко І. [3, 11]) запропоновані сучасні практичні методи використання рівнів зрілості в управлінні IT-інфраструктурою підприємства. Однак проблеми оцінки рівня зрілості IT підприємств є недостатньо вивченими.

Постановка задачі. Чітка й збалансована взаємодія бізнесу та IT вирішується методами ефективного управління, класична модель якого представлена на рис. 1 [12].

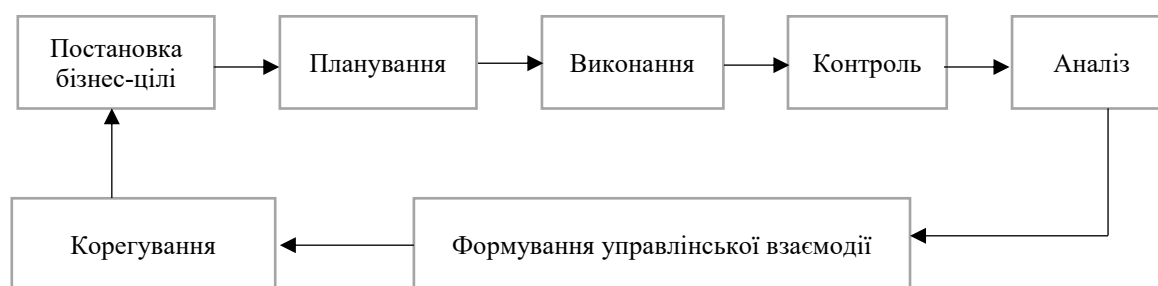


Рис. 1. Класична модель управління

На практиці у багатьох підприємств така модель управління не приводить до бажаних управлінських результатів, що змушує використовувати більш прогресивні методи управління, а саме: управління бізнес-процесами або процесне управління. В основі процесного управління лежить поняття процес (Process) - послідовність кроків, спрямована на досягнення певної мети або результату [7], або послідовність виконання робіт (функцій, операцій), спрямованих на створення результату, що має цінність для

споживача [12], або структурований набір видів діяльності, спроектований для досягнення певної мети, набір практик і діяльностей, організований для досягнення певних цілей і створення певних виходів, які допоможуть IT-інфраструктурі досягнути своїх цілей [5, 9]. У загальному випадку підприємство, і, зокрема, його IT-інфраструктуру, можна уявити як систему, що споживає інформаційні ресурси на вході і видає на виході інформацію, адекватну бізнес цілям, здійснювати це перетворення повинні висококваліфіковані та

мотивовані працівники компанії. Таким чином, необхідно розробити МІЗП та підхід до оцінювання згідно МІЗП, яка могла б бути використана для оцінки рівня зрілості ІТ підприємств.

Підхід до оцінювання згідно МІЗП

Спочатку в рамках кожного випадку оцінювання ІТ підприємства треба провести оцінку зрілості на рівні «ЯК-Є» (AS-IS) для того, щоб

визначити базисний рівень зрілості відповідно до підходу, який пропонує МІЗП. Цей підхід описує процес, який полегшує оцінку поточного і майбутнього рівнів зрілості Персоналу, Інновацій та Дієздатності організації. Даний підхід забезпечує практичне керівництво для використання МІЗП, як показано на рис. 2.



Рис. 2. Цикл оцінки МІЗП

Він демонструє покроковий цикл подій, а саме: планування, реалізацію, оцінку і аналіз, зворотний зв'язок та рекомендації, які потрібні для того, щоб перейти з одного рівня зрілості на наступний, підвищений. Завдяки спільній роботі всіх штатних співробітників відбувається ітераційний процес прийняття рішень, що стосується шляхів підвищення рівнів зрілості.

Оцінка за МІЗП включає концептуальний огляд, стартова нарада, обговорення отриманих даних і спільне формулювання рекомендацій щодо наступних етапів.

Цикл оцінки МІЗП містить наступні етапи:

- 1) Планування, організація та складання графіка
 - а) Ідентифікація підприємства малого та середнього бізнесу, яке потрібно оцінити.
 - б) Організація стартової наради для того, щоб: представити МІЗП; пояснити параметри оцінок; задати параметри оцінок.
 - в) Співставлення графіка реалізації програми оцінювання.
- 2) Здійснення.
 - а) Проведення якісної оцінки.
 - б) Проведення індивідуальних інтерв'ю: неофіційне обговорення; оцінка етнологічного оточення.

- с) Проведення якісного дослідження.
- д) Оцінка підтверджуючих аргументів.
- 3) Оцінювання та аналіз.
 - а) Аналіз якісної оцінки.
 - б) Аналіз кількісного дослідження.
 - 4) Зворотний зв'язок по отриманим даним і рекомендації.

- а) Обговорення отриманих даних.
- б) Розробка шляхом спільної роботи конкретних адаптованих до особливостей організації практичних рекомендацій.
- с) Узгодження плану дій.
- д) Здійснення наступних узгоджених етапів.
- е) Визначення часу наступного оцінювання

Варто зазначити, що спільне формулювання рекомендацій щодо наступних етапів є основою і початком нового циклу, який зможе оцінити спільно досягнутий прогрес у розвитку зрілості організації.

При первинній оцінці рівня зрілості немає доступних даних про поточний рівень зрілості організації. Щоб визначити стан персоналу, інновацій та дієздатності, застосовується чотирьохкроковий підхід, який використовує експериментальні дослідження. Цей підхід представлений на рис. 3.

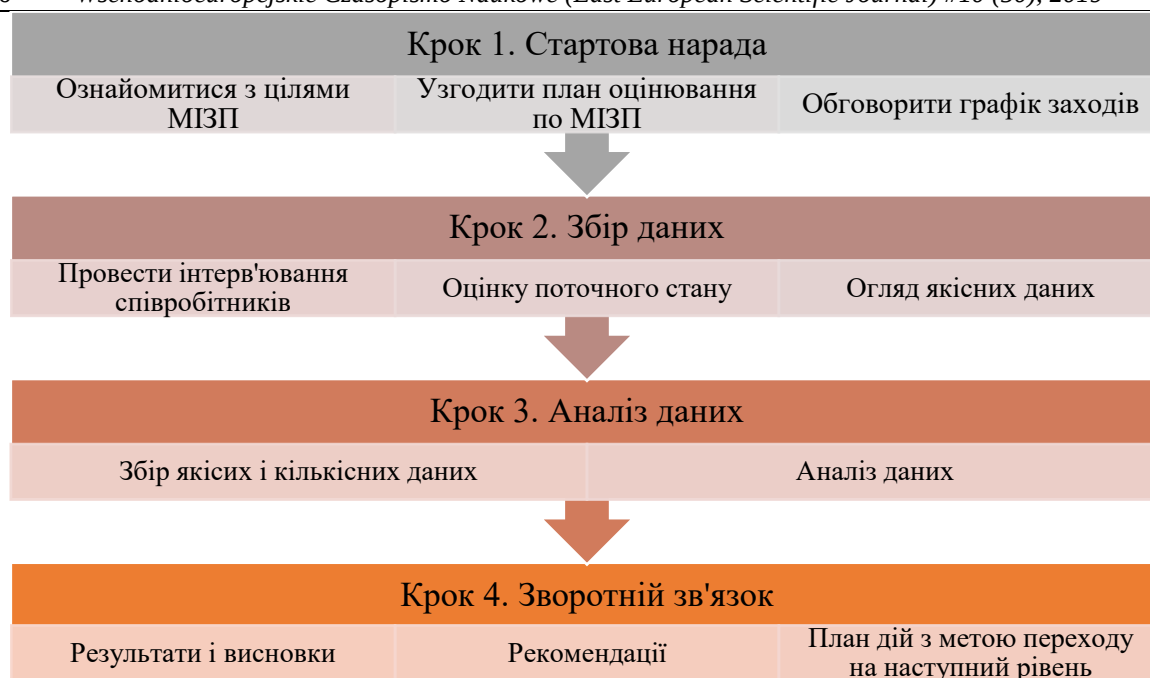


Рис. 3. Ітеративний чотирьох кроковий цикл оцінки рівня зрілості

Розглянемо чотирьохкроковий підхід до оцінки рівня зрілості.

Крок 1 - Стартова нарада

Комунікації мають вирішальне значення для забезпечення успіху впровадження МІЗП в організації. В цьому відношенні ключовим методом комунікації є стартова нарада. Це найбільш важлива зустріч у всьому комплексі оцінки рівня зрілості персоналу, інновацій та дієздатності.

Стартова нарада, по суті, служить чотирьом основним цілям, як це викладено нижче:

- почати оцінку по МІЗП;
- намітити цілі оцінки по МІЗП;
- уточнити очікування працівників, адміністрації і старших керівників;
- отримати підтримку працівників, адміністрації і старших керівників, які будуть впливати на результати оцінки за МІЗП.

Формат стартової наради може змінюватися в залежності від обсягу і складності оцінки по МІЗП. Вона може складатися з однієї або більше зустрічей, в залежності від місця проведення.

Стартова нарада ставить перед собою три завдання:

1. ознайомити з цілями МІЗП і ще раз підтвердити анонімність і конфіденційність інформації, одержуваної при оцінці персоналу, інновацій та дієздатності;
2. представити і узгодити план оцінки по МІЗП;
3. обговорити й узгодити графік заходів по оцінці рівня зрілості.

Крок 2 - Збір даних

На етапі збору даних використовуються два методи.

1. Використовується процес якісного збору даних. Під час якісного збору даних проводиться колективне і / або індивідуальне інтерв'ювання

працівників, менеджерів і топ-менеджерів. Вибір типу інтерв'ю залежить від розміру і складності організації. Структуровані інтерв'ю зосереджені на дослідженні з метою отримати роз'яснення і контекстуалізації думки інтерв'юваного через набір стандартних запитань [13]. Інтерв'ю представлені в частково структурованій формі, при цьому вони, хоча і включають в себе стандартні запитання, можуть використовувати і відкриті запитання до яких, згідно [14], вдаються для отримання додаткової інформації, рефлексії або з'ясування суб'єктивної думки респондентів.

Неформальні дискусії, спостереження за поведінкою, «балаканина у кулера для води» зазвичай дають більше інформації про те, як людина оцінює організацію, ніж бесіди в офіційній обстановці. В такому середовищі також можна спостерігати природну поведінку: наприклад, працівники мають тенденцію висловлюватися про організацію більш відкрито, перебуваючи серед рівних за рангом, на протилежності ситуації, коли поруч знаходиться керівник. Нотатки під час таких розмов робляться таким чином, щоб працівник був упевнений в анонімності. Польові замітки, що містять відповіді на питання інтерв'ю, кодуються для подальшого аналізу.

Документи в формі різних регламентів і процедур дають уявлення про те, наскільки добре структурована інформація компанії. Меморандуми компанії можуть постачати дані про аргументацію, закладеної в основу стратегічних рішень, прийнятих менеджерами і топ-менеджерами.

2. Також використовується кількісний метод, що вимагає від працівників, менеджерів і топ-менеджерів заповнення ретельно складеного відповідно до МІЗП оціночного опитувальника. Існує три набори анкет: для працівників, для менеджерів і для топ-менеджерів. Всі вони містять

питання по ключових темах: персонал, інновації, дієздатність.

Кількісна оцінка включає числове вимірювання даних і аналіз даних [15]. Приймається припущення, що існує якась об'єктивна істина, яка може бути виміряна і пояснена науково, і що це вимірювання надійно і обґрунтовано [16].

Крок 3 - Аналіз даних

Якісні дані, зібрані за допомогою структурованих і неструктурованих обговорень, спостережень і документації, ретельно, акуратно і систематично документуються з використанням польових нотаток, магнітофонних записів і інших відповідних методів [13].

В [13] стверджується, що оцінювач, почавши з великого блоку інформації, повинен, шляхом індуктивних умовиводів, сортувати і розподіляти її за категоріями, поступово зводячи до керованого набору тем. Діючи таким чином, можна виявити конкретні характеристики, що підлягають подальшому аналізу та інтерпретації. Дані, зібрані з різних джерел, тепер можуть бути об'єднані, проаналізовані і проінтерпретовані в підсумковому звіті, що подається керівництву компанії. Це графічно відображено на рис. 4.

Саме протягом фази аналізу даних як якісні, так і кількісні дані об'єднуються відповідно до підходу комбінації методів, що використовуються в даному дослідженні.



Рис. 4. Спіраль аналізу даних

В [13] наголошується на можливості використання підходу на основі спірального аналізу даних, при якому інформація оцінюється в кілька кроків:

1. Організація – організуйте дані.
2. Уважне вивчення – уважно вивчіть повний комплект даних кілька разів, щоб зрозуміти загальний зміст.
3. Класифікація – визначте загальні категорії або теми.

4. Синтез – об'єднуйте і узагальнюйте дані для звіту.

Дані, зібрані для кількісної оцінки, можуть бути класифіковані за шкалою Ликерта для визначення ставлення учасників. Кожна відповідь на питання поміщається в таблицю. Це робить можливим управління всім обсягом отриманої інформації. Описуючи використання отриманих таблиць, в [17] пояснюється, що кожен стовпець займає одна змінна, і цей стовпець відповідає питання в опитувальнику, що використовується для

збору даних. Кожен рядок присвячена конкретному респонденту. Результати аналізу визначають рівень зрілості персоналу, інновацій та дієздатності даної

організації за п'ятибальною шкалою з діапазоном від (1) – випадковий до (5) – стабільний (рис. 5).

5. Стабільний

- Вся організація залучена в покращення і розвиток, що відбувається, а процеси, можливості і інновації стали розвинутими і стабільними.

4. Вимірюваний

- По мірі управління зрілістю процесів, дієздатності і інновацій на основі кількісних показників, вони стають більш прогнозованими.

3. Визначений

- Визначена очікувана ступінь зрілості з точки зору дієздатності, процесів і інновацій.

2. Початковий

- З'являються керовані процеси і структури, які поки ще відповідають низьким рівням зрілості.

1. Випадковий

- Зрілість процесів, дієздатності і інновацій, там де вони взагалі існують - нестабільна; перераховане реалізується не прогнозовано та нестабільно.

Рис. 5. Рівні зрілості і функціональності по МІЗП

Дані з електронної таблиці потім відправляються в статистичний пакет для обробки соціологічної інформації (SPSS, який використовує альфа-коефіцієнт Кромбаха (Crombach)). Даний коефіцієнт застосовується до всіх відповідей опитувальника, що представляє собою оцінний інструмент дослідження. Мета аналізу полягає в тому, щоб представити поточний стан рівня зрілості організації.

По завершенні збору даних результати інтерпретуються (із застосуванням дедуктивного методу), тобто їм надається сенс [18]. В [18] передбачається, що при осмисленні даних має бути прийнято до уваги наступні фактори:

- Що показують результати?
- Що вони мають на увазі?
- Як вони пов'язані з результатами інших опублікованих досліджень?
- Що важливо в отриманих результатах?
- Як ці результати пов'язані з оцінкою по МІЗП?
- Яку значимість вони мають для організації?

Крок 4 - Зворотній зв'язок

Зворотній зв'язок має на увазі огляд методу оцінки по МІЗП, що може включати в себе:

- Перелік питань для самостійного заповнення респондентом, особисті інтерв'ю і спостереження;
- повний опис методів оцінки зрілості;
- перелік тих, хто брав участь в оцінці рівня зрілості (кількість людей в кожній категорії - працівників, менеджерів, топ-менеджерів);
- опис спроб подальшої взаємодії з людьми, які не дали відповідей на етапі збору даних.

Зворотній зв'язок включає в себе розділ, який присвячено результатам і висновкам, що представляють кількісні дані у вигляді графіків і / або таблиць (там, де це доречно) і якісні дані у вигляді описів.

У висновку звіту даються рекомендації, спрямовані на підвищення рівня зрілості організації по всіх позиціях МІЗП. Виконання рекомендацій відстежується відповідно до плану дій, які розроблені спільно представниками ІТ підприємств і оцінювачем з метою просування даного підприємства на наступний рівень зрілості.

Підсумовуючи, обґрунтуємо значимість дослідження розглянувши внесок і переваги використання МІЗП для забезпечення стійкості та зрілості ІТ підприємств, які полягають в наступному:

- надання комплексних стратегічних і практичних рекомендацій;
- оцінка/визначення поточної ситуації у співпраці з ІТ підприємствами;
- досягнення розуміння специфічних стимулів для розвитку бізнесу для конкретного ІТ підприємства.
- надання цільової технічної підтримки;
- підтримка господарюючих суб'єктів;
- розвиток потенційних можливостей і ефективності робочої сили організації;
- поліпшення процедур і результативності діяльності, оцінка продуктивності;
- деталізація та вимірювання процесів з метою більшого контролю над ними, що дозволяє домогтися більш успішного і стійкого поліпшення;

• впровадження відповідних технологій, інновацій та навичок, що призводять, з великою часткою ймовірності, до більш успішних результатів;

• оптимізація бізнесу;
• забезпечення консультацій для полегшення процесу передачі навичок і знань;

• консультаційна підтримка використання МІЗП від початкового рівня з метою досягнення стабільного рівня реалізації інновацій і продуктивності як активу організації.

Все перераховане графічно представлено на рис. 6.

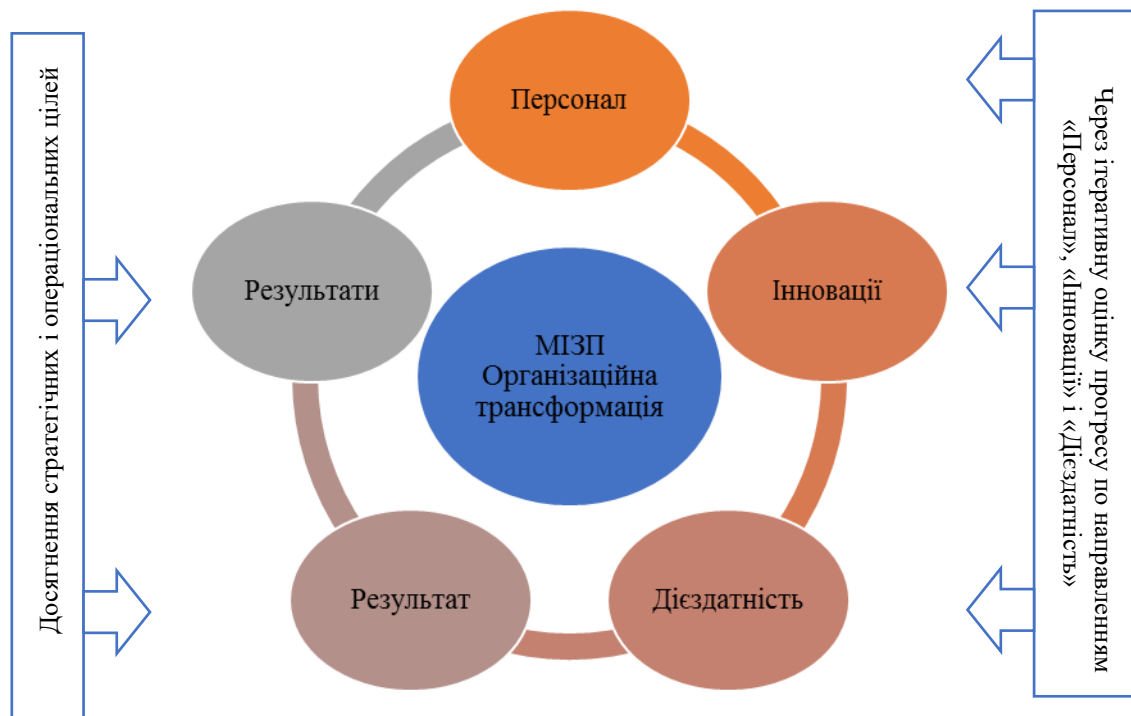


Рис. 6. Внесок МІЗП для розвитку та вигоди від її використання

Розглянемо складові організаційної трансформації МІЗП:

- Персонал – розвиток і нарощування навичок працівників підприємства.
- Інновації – посилення здібностей співробітників і організації до розвитку інновацій.
- Дієздатність - збільшені компетентності й досвід.
- Результат – ефективне задоволення потреб ринку.
- Результати – зріла прибуткова організація.

Висновки.

Модель інноваційної зрілості персоналу може стати основною моделлю оцінки малих та середніх ІТ підприємств, яка допоможе в подоланні чинників, які найбільш перешкоджають розвитку і є причинами банкрутства - таких, як слабе управління бізнесом, недостатнє навчання і вдосконалення навичок персоналу, недостатнє використання технологій. Ця модель дає можливість малим та середнім ІТ підприємствам реалізувати власні стратегії і тактичні цілі у відповідності до вимог ринку в своїх секторах бізнесу.

Список літератури:

1. Галимов М. Модель зрелості організації в області ЕСМ [Електронний ресурс]. – Режим

доступа: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=12630>

2. Уровни зрелости ИТ-инфраструктуры предприятия. iTEAM портал «Технологии корпоративного управления» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/it/section_91/article_3182/

3. Шаститко И. Модель оптимизации ИТ-инфраструктуры — инструмент для создания эффективного бизнеса // Журнал Корпоративные системы. – 2008. – №1. – С.42-46. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.management.com.ua/ims/ims147.html>

4. Capability Maturity Model Integration, CMMI. Software Engineering Institute (SEI) Carnegie Mellon. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>

5. Cobit® 4.1. Framework. Control Objectives. Management Guidelines. Maturity Models. IT Governance Institute. (Методология. Цели контроля. Руководство по управлению. Модели зрелости процессов. Институт управления ИТ) ISBN 1-933284-72-2. USA, 2011, 196 p.

6. Infrastructure Maturity Models (Gartner Group) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docstoc.com/docs/1043285/Infrastructure-Maturity-Models> 29.01.2013, 21-45

7. ITIL® The key to Managing IT services Office of Government Commerce. London: TSO. 2005. – 418 p.
8. Скрипник Д. А. ITIL. IT Service Management по стандартам V.3.1 Портал Интернет Университет информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.intuit.ru/department/itmngt/itil_dpo/15/3.html
9. Скрипник Д. А. Управление ИТ на основе COBIT 4.1 Портал Интернет Университет информационных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/itmngt/cobit/16/2.html>
10. Гузик С. Стандарт CobiT. Управление и аудит информационных технологий. Особенности проведения внешнего аудита ИТ. Портал CIT Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://citforum.ru/consulting/standart_cobit/article1.1.2003130.html
11. Шаститко И. Оптимизация ИТ-инфраструктуры и снижение ССВ. Проект ИТ-антология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.comizdat.com/index_.php?in=komi_articles_id&id=4352
12. 5 шагов к процессному управлению. – СПб., Инталев, 2002. – 127 с.
13. Leedy P. & Ormrod J. Practical Research: Planning and Design. 8th ed. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall, 2005.
14. Charmaz K. Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis. London: Sage, 2006.
15. Smith M. Contemporary Communication Research Methods. Belmont: Wadsworth Incorporated, 1998.
16. Cassel C. & Syman G. Qualitative Research in Work Contexts. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.
17. Welman J. & Kruger S. Research Methodology. 2nd ed. Cape Town: Oxford University Press, 2001.
18. Oates B. Researching Information Systems and Computing. London: SAGE Publications Ltd., 2008.

УДК 622.276.7

Молдабаева Г.Ж.

д.т.н., профессор КазНУТУ имени К.Сатпаева

Турдиев М.Ф.

к.ф.-м.н., профессор АУНГ имени С.Утебаева

Сулейменова Р.Т.

докторант КазНУТУ имени К.Сатпаева

Шаяхметова Ж.Б.

к.п.н., доцент АУНГ имени С.Утебаева

Абдешова Г.Г.

доцент АУНГ имени С.Утебаева

ПРИНЦИП И МЕТОДИКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗА ПРОЦЕССОМ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ РЕЖИМЕ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ВОДОЙ

Аннотация. В данной статье рассматривается на примере месторождении Кырыкмылтык геолого-промысловые характеристика месторождения, принцип и методика регулирования за процессом разработки нефтяного месторождения при режиме вытеснения нефти водой.

Ключевые слова. Геология, вытеснения нефти водой, месторождение, методика регулирования.

Общие сведения о районе месторождения месторождение нефти и газа Кырыкмылтык, расположенное в Эмбинском нефтегазоносном районе, открыто в 1988 году. Промышленная нефтеносность месторождения связана с меловыми, юрскими и триасовыми отложениями.

Месторождение нефти Кырыкмылтык в географическом отношении расположено в юго-восточной части Прикаспийской впадины в бассейнах нижнего течения рек Сагиз и Эмба.

Административно площадь находится на территории Жылыойского района Атырауской области, центром которого является г. Кульсары, находящийся в 75 км к юго-западу.

К северо-западу в 45 км от месторождения проходит железная дорога Актобе – Атырау – Астрахань. Ближайшими железнодорожными

станциями являются станция Жантерек, расположенная в 60 км к северо-западу и Мукур – в 70 км к северо-западу.

Основными задачами анализа разработки месторождения Кырыкмылтык являются:

1. Уточнение характеристики геологического строения продуктивных горизонтов, геолого-физических характеристик коллекторов, физико-химических свойств пластовых флюидов по вновь пробуренным скважинам согласно «Технологической схеме разработки юрских горизонтов месторождения Кырыкмылтык», выполненная в 1995г.;

2. Оценка эффективности применяемой системы разработки путем изучения технологических показателей разработки;

3. Оценка характера и степени выработки запасов нефти;

4. Динамика изменения обводненности добываемой жидкости;

5. Определение выработанных и оставшихся запасов нефти;

6. Оценка эффективности, где предусматривается методов повышения продуктивности скважин и увеличения нефтеотдачи пластов;

7. Обоснование мероприятий по контролю и регулированию процесса разработки.

Процесс разработки залежи характеризуется определенными периодами или стадиями изменения основных технологических показателей. Поэтому цели регулирования не могут оставаться неизменными на весь период эксплуатации залежи.

Основными целями регулирования процесса эксплуатации залежей являются следующие:

1. Улучшение динамики добычи нефти за весь период разработки;

2. Обеспечения максимального конечного коэффициента нефтеотдачи залежи за проектный срок разработки;

3. Максимально возможное ограничение затрат на эксплуатацию месторождения.

Причем, нам представляется, что в начальный и в основной период разработки первая цель, т. е. улучшение динамики добычи нефти, является главной задачей. В поздней стадии разработки главной целью должна являться задача обеспечения максимального конечного коэффициента нефтеотдачи. Эта не означает, что мы должны забывать про нефтеотдачу, когда мы, например, в начальной стадии обводнения продукции залежи отыскиваем оптимальный вариант поддержания режимов работы скважин за данный отрезок времени для обеспечения наилучшей динамики добычи нефти по залежи. Решая эту задачу, мы обязаны убедиться, что рекомендуемые изменения режимов работы скважин не уменьшает конечный коэффициент нефтеотдачи.

При выборе методов регулирования и принятии решения, какой же из вариантов регулирования по данному конкретному месторождению должен быть принят, необходимо придерживаться определенного принципа оптимальности или рациональности.

Перед регулированием ставится задача не коренного изменения системы разработки или системы воздействия, а задача отыскания комплекса мероприятий, обеспечивающих наилучший ход процесса эксплуатации, рамках запроектированной системы разработки.

Применительно к месторождениям, разрабатываемым при поддержании пластового давления заводнением, наилучший способ регулирования процесса эксплуатации должен предопределяться следующим принципом оптимальности: выбор такого варианта регулирования, который бы обеспечивал за каждый

данный отрезок времени: максимальную текущую нефтеотдачу всех участков, зон, пластов или объектов при минимальной добыче попутной воды и при условии обеспечения максимальной конечной нефтеотдачи и минимально возможных затратах в целом по нефтяному месторождению.

Следует в то же время отметить, что не любое регулирование, которое обеспечивает максимальный прирост текущей нефтеотдачи, можешь быть оптимальным, а только такое, которое одновременно позволяет этого достичь при минимальном объеме добычи попутной воды.

На месторождении Кырыкмылтык рекомендуемый метод регулирования можно разделить на две группы (последствия они могут рассматриваться как два варианта регулирования):

1. Методы и средства регулирования без изменения системы воздействия и добурирования новых скважин;

2. Методы и средства регулирования путем частичного изменения системы воздействия и путем добурирования новых эксплуатационных скважин.

Учитывая вышеперечисленных анализов и по анализам результатов гидродинамических исследования на месторождении, к первой группе можем отнести следующие методы и средства регулирования:

□ увеличение гидродинамического совершенства скважин (дополнительная перфорация, гидропескоструйная перфорация, применение поверхностно-активных веществ.);

□ изоляция или ограничение притока попутной воды в скважинах (различные способы цементных заливок, создание различных экранов, применение химреагентов и др.);

□ изменение режимов работы эксплуатационных скважин (ограничение отборов жидкости, отключение высоко обводненных скважин, форсированный отбор жидкости, периодическое изменение отборов.);

□ изменение режимов работы нагнетательных скважин (увеличение закачки воды, перераспределение закачки по скважинам.).

Ко второй группе можем отнести следующие методы и мероприятия по регулированию:

□ добурирования эксплуатационных скважин, количество которых в основном определено в проектном документе (резервные скважины);

□ приближение фронта нагнетания путем переноса нагнетания в существующие скважины;

□ изменение направления фильтрационных потоков.

Эффективность каждого из этих методов различна, но, однако, из опыта разработки известно, что наибольшую эффективность дают такие методы, как изменения режимов работы эксплуатационных и нагнетательных скважин из первых группы и все методы второй группы.

Обоснование и рекомендуемые мероприятия по контролю и регулированию процесса разработки. Основной целью

регулирования процесса разработки на месторождении Кыркмылтык является выполнение проектных решений, которые обеспечили бы выход на проектный уровень добычи нефти и выработки запасов. Установлено, что фактическая разработка ведется с отклонением от проекта при значительном нарушении плана буровых работ, несоблюдении проектной технологии, фактическая добыча ниже проектного уровня.

В целях регулирования процесса разработки, обеспечения проектных уровней и выработки запасов нефти на месторождении следует выполнить следующее:

1. С целью восстановления и поддержания пластового давления в центральной части залежи необходимо перевести под нагнетание воды добывающие скважины №№72 и 66;

2. По мере появления дефицита по объёму закачиваемой воды рекомендуется использовать альб-сеноманскую воду. Соответствующие исследования по совместимости вод выполнены.

Для перевода под нагнетание скважины №66 вначале необходимо произвести дострел ранее неперфорированных интервалов, отработать скважину на нефть в течение времени, достаточного для дренирования определенного количества нефти до достижения высокой обводненности и перевести скважину под нагнетание.

Скважина №66 вступила в эксплуатацию в январе 1997 года и по состоянию накопленная добыча нефти составляет 34,6 тыс.т, среднесуточный дебит по нефти 12,3 т/сут, обводненность 21,9%. Скважина находится в центральной части залежи, где наблюдается наибольшее снижение пластового давления. Перевод её в фонд нагнетательных скважин позволит осуществить внутриконтурное заводнение.

Перед переводом данной скважины под нагнетание необходимо провести гидродинамические (определение максимального объема закачки, коэффициента приемистости), дебитометрические (определение профиля приемистости) исследования и провести расчеты по определению давления нагнетания.

Геофизические исследования, проведенные в данной скважине, позволяют выделить литотипы пород и на базе данных экспериментальных исследований, проведенных сотрудниками лаборатории физико-химических методов повышения КИН ВНИГНИ РФ рекомендовать в качестве агента для закачки смесь 50% альб-сеноманской и 50% среднеюрской воды.

3. С целью повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти, изоляции водопритоков и устранения выявленных заколонных перетоков необходимо провести работы по обработке призабойных зон эксплуатационных скважин водоизолирующими композициями с применением составов поверхностно-активных веществ. По результатам анализов комплекса ГИС за разработкой данные работы необходимо провести в скважинах №№2-А, 15-А, 55, 56, 61, 62, 67;

4. Продолжить проведение геолого-технических мероприятий по изоляции пластовых вод путём проведения цементировок на водной и нефтяной основе, имеющих успешность при их проведении на скважинах месторождения в течение пяти лет;

5. С целью увеличения добычи нефти провести дострел ранее неперфорированных интервалов в скважинах №№ 54, 55, 60, 62, 65, 66;

6. Уплотнение сетки эксплуатационных скважин. За счёт предусмотренных в технологической схеме, но не пробуренных до настоящего времени по геологическим причинам семи добывающих скважин с целью равномерной выработки запасов и вовлечения в разработку менее дренированных зон залежи пробурить дополнительные пять скважины (№№50,51,57,58,63). Местоположение рекомендуемых к бурению новых скважин, которое по мере полученным данных может уточняться на рисунке 3.2.1;

7. По полученным результатам рассмотреть вопрос о дальнейшем уплотнении сетки скважин по месторождению;

8. С привлечением специализированных компаний провести работы по интенсификации притоков из наклонных стволов скважин №№75, 68;

9. Проводить систематизированный контроль за работой глубиннонасосных установок;

10. Поддерживать фонд скважин в нормальном состоянии, исключить длительные простои по техническим причинам;

11. Увеличить охват разработкой путем прострела невоскрытых нефтенасыщенных толщин в горизонтах.

Выполнение рекомендаций настоящего отчета позволит оптимизировать разработку месторождения, что приведет к достижению запланированных Проектом на эти годы уровней добычи нефти и стабилизировать пластовое давление и обводненность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СКВАЖИНЕ № 72

Гори-зонт	Кровля гориз., м	Подошва гори-з., м	Кровля кол-лек., м	Подошва кол-лек., м	Эф. нефтена с. толщ., м	Эф. водо-нас. толщ., м	Коэфф. пористости, %	Коэфф. нефтегазона с., %	Инт. перфорации, м	Толщина пр-о-стрел. инт., м	Лито-тип пород
Ю-1	890,8	894	890,8	892	1,2		31	63			II тип
			893	894	1		30	59			II тип
Всего					2,2						
Ю-2А	895,6	920,8	895,6	898,6	3		31	60			II тип
			904	907	3		27,5	60	905-922	3	II тип
			907	909,2	2,2		29	66		2,2	II тип
			911	913,8	3,4		31,5	75		3,4	I тип
			913,8	917,8	4		30	71		4	II тип
			917,8	920,8	2		30,5	66		2	I тип
Всего					17,6					14,6	
Ю-2Б	933	940	933	938,2	5,2		28	52			II тип
			938,2	940	1,8		30	55			I тип
Всего					7						
Ю-3	944	954	944	948		2,4	30,5	40			
			948	954		6	29	20			

Второй скважиной кандидатом перевода под нагнетание является простаивающая нагнетательная скважина №2Г. Ввод данной скважины в нагнетание также позволит компенсировать недостачу энергии законтурной зоны. Исследования необходимые в данной скважине аналогичны, как и в скважине № 72.

Перед переводом скважины №72 под нагнетание необходимо провести гидродинамические (определение максимальной дебита по жидкости, коэффициента продуктивности), дебитометрические (определение профиля приемистости) исследования.

С целью стабилизации пластового давления в центральной части залежи в случае необходимости

рекомендуется организация заводнения в №66 скважине.

Расчет основных показателей разработки месторождения. Предварительные расчёты давления нагнетания, объёмов закачки воды, количества нагнетательных скважин. Проектирование процесса закачки воды сводится к определению для конкретных условий оптимального давления на устье нагнетательной скважины, давления на забое и необходимого количества воды.

Наивыгоднейшее давление нагнетания с учётом экономических показателей вычисляются по формуле академика А.П.Крылова [4]:

$$P_{ун} = \sqrt{\frac{C_c * \eta}{K_{прм} * 365 * t * w * C_v}} - (P_{см} - \overline{P_{пл}} - P_{тр}),$$

где C_c - стоимость нагнетательной скважины, руб;
 η - КПД насосного агрегата;

$K_{прм}$ - коэффициент приемистости нагнетательной скважины, $m^3/(сут \cdot MPa)$;

t - время работы нагнетательной скважины, год;

w - энергетические затраты на нагнетание 1 м^3 воды при повышении давления на 1 МПа , $\text{кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^3\cdot\text{МПа})$;

C_v - стоимость $1\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ электроэнергии, руб/($\text{кВт}\cdot\text{ч}$);

$P_{ст}$ - гидростатическое давление воды в скважине глубиной L_c , МПа;

$$P_{ст} = 10^{-6} \cdot \rho_v \cdot g \cdot L_c,$$

где ρ_v - плотность нагнетаемой воды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$

L_c - глубина скважины, м

$\overline{P_{пл}}$ - среднее пластовое давление в зоне нагнетания воды, МПа;

$P_{тр}$ - потери давления при движении воды от насоса до забоя, МПа;

$$P_{ун} = \sqrt{\frac{37500000 \cdot 0,7}{35 \cdot 365 \cdot 10 \cdot 0,27 \cdot 50}} - (10^{-6} \cdot 1081 \cdot 9,81 \cdot 1000 - 7,84 - 4) = 5,1 \text{ МПа}$$

$$Q' = \frac{280 \cdot 1,1}{0,885} = 348 \text{ м}^3$$

$$V = 348 + 230 = 578 \text{ м}^3$$

При коэффициенте избытка $K=1.2$ потребуется следующее количество воды (без учёта поступающего в залежь объёма контурной воды):

$$Q'_{в} = V \cdot K = 578 \cdot 1.2 = 694 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Таким образом, для заданных условий

Давление на забое нагнетательной скважины:

$$P_{забн} = P_{ун} + P_{ст} - P_{тр}$$

Общая суточная добыча жидкости в пластовых условиях (м^3):

$$V = Q' + Q_{в}$$

Добытая нефть в пластовых условиях Q' занимает объём (м^3):

$$Q' = \frac{Q_n \cdot b_n}{\gamma}$$

где Q_n - добыча нефти за сутки, т

b_n - объёмный коэффициент нефти

γ - удельный вес нефти, $\text{т}/\text{м}^3$

$Q_{в}$ - добыча воды за сутки, м^3

суточный объём закачки составляет 694 м^3 при давлении на устье нагнетательной скважины $P_{ун} = 5.1 \text{ МПа}$.

Предварительно рассчитаем число нагнетательных скважин при условии, если коэффициент приёмистости их одинаков.

Объём закачки воды в одну нагнетательную скважину :

$$q_{вн} = K_{прм} \cdot (P_{забн} - \overline{P_{пл}}) = 35 \cdot (11,7 - 7,84) = 135 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Тогда число нагнетательных скважин:

$$n = Q'_{в} / q_{вн} = 694 / 135 = 5.$$

Таким образом, в данных условиях для восполнения объёма добываемой жидкости потребуется 5 нагнетательных скважин.

Обработка планируемых мероприятий в скважине №72 позволит уточнить все предварительно рассчитанные параметры и объёмы.

Расчет допустимой депрессии призабойной зоне пласта. При разработке месторождения Кырыкмылтык, в процессе его эксплуатации и в больших выборах темпов отбора нефти из пласта, в забое скважины наблюдалось конусообразная прибытие подошвенной воды.

С целью ограничения водопритоков подошвенной воды надо рассчитывать предельно допустимую депрессию на пласт.

Расчет задачи мы будем делать в притоке нефти к скважине несовершенной по характеру

вскрытия, а движение жидкости рассматриваем подчиняющего к линейному закону фильтрации. Эффективность действия капиллярных сил не пренебрегаем.

Для расчета берем любую сильно обводненную скважину с определенными параметрами, например скважина № 67 (пласт Ю-III)

Каротажная отметка кровли -939,0м

Каротажная отметка подошвы -958,0м

Общая толщина -19м

Эффективная нефтенасыщенная толщина -6м

Эффективная водонасыщенная толщина -8м

Общая эффективная толщина -14м

Интервал перфорации 938-943м

При этом условии потенциал скорости в точки А - точки пересечения оси скважины с горизонтальной поверхностью пласта определяем по формуле М. Маскету. [5]

$$\Phi_A = -\frac{q_0}{4\pi h_p h} \left\{ -\ln \frac{0.5+0.5\bar{h}}{0.5-0.5\bar{h}} + \ln \frac{\Gamma(1.5+0.5\bar{h})}{\Gamma(1.5-0.5\bar{h})} \right\}, \quad (1)$$

где $h = h_{вс}/h_n$ – относительно вскрытая мощность пласта;

$h_{вс}$ – глубина вскрытия пласта (нижний интервал перфораций) в 943-939=4 м;

h_n – мощность продуктивного горизонта в 19-(8+2)=9 м;

q_0 – постоянный дебит скважины в м³/с;

$\Gamma(x)$ – гамма-функция.

Определяем потенциал скорости на контуре питания

$$(r = R_k). \Phi_K = -\frac{q_0}{2\pi h_n} \ln \frac{4h_n}{R_k}. \quad (2)$$

Теперь определяем разность между потенциалом скорости на контуре питания и потенциал скорости на стенке скважины.

$$\Phi_K - \Phi_C = \frac{q_0}{2\pi h_n} \left\{ \frac{1}{2h} \left[2 \ln \frac{4h_n}{r_c} - \Phi(\bar{h}) \right] - \ln \frac{4h_n}{R_k} \right\}, \quad (3)$$

где

$$\Phi(\bar{h}) = \ln \frac{\Gamma(0.875\bar{h}) \cdot \Gamma(0.125\bar{h})}{\Gamma(1-0.875\bar{h}) \cdot \Gamma(1-0.125\bar{h})}, \quad (4)$$

из уравнений (1)-(3) при $R_k = 4h_n$, получим

$$\psi = \frac{\Phi_K - \Phi_A}{\Phi_K - \Phi_C} = \frac{\ln \frac{0.5+0.5\bar{h}}{0.5-0.5\bar{h}} - \ln \frac{\Gamma(1.5+0.5\bar{h})}{\Gamma(1.5-0.5\bar{h})}}{\ln \frac{4h_n}{r_c} - \frac{1}{2}\Phi(\bar{h})}, \quad (5)$$

Значения данных месторождении $h_n/r_c = 50; 100; 250; 2000$.

При $h = h_{вс}/h_n = 4/9 = 0,44$

Где r_c – радиус скважины, -0,085 м (Ø170 мм), тогда $h_n/r_c = 9/0,085 = 105,9$

$h_n/r_c = 100$ от туда

$\Psi = 0,2$

Потенциал скорости можно написать так.

$$\psi = \frac{p_K^2 - p_A^2}{p_K^2 - p_{3AB}^2}, \quad (6)$$

где p_K, p_{3AB}, p_A абсолютные давления на изобаре радиуса, на стенке скважины, и в точке А

Из формулы (6) находим

$$p_K - p_A = p_K \left[1 - \sqrt{1 - \psi(1 - \varepsilon_3^2)} \right], \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta P = p_K - p_{3AB} &= \sqrt{\frac{y \cdot g \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot (2 \cdot p_K + y \cdot g(\rho_B - \rho_H))}{\psi}} = \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 9,8 \cdot (1129 - 774,3) \cdot (2 \cdot 8,5 \cdot 10^6 + 4 \cdot 9,8 \cdot (1129 - 774,3))}{0,2}} = \sqrt{1,1 \cdot 10^{12}} = 1,04 \cdot 10^6 \text{ Па} \\ &\Rightarrow 1,04 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Выбор вариантов разработки. С целью извлечения нефти, оптимизации сетки скважин и закачки воды к дальнейшему разработки на первые 10 лет по месторождению Кырыкмылтык рекомендуем два варианта разработки.

$$\text{где } \varepsilon_3 = \frac{p_{3AB}}{p_K} \quad (8)$$

Из уравнений (7) и (8) получим

$$\frac{p_K - p_A}{p_K - p_{3AB}} = \psi_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - \psi(1 - \varepsilon_3^2)}}{1 - \varepsilon_3}, \quad (9)$$

Допустим что подъем водяного конуса определяем разностью давлений $p_K - p_A$. Тогда высоту конуса

$$y = \frac{p_K - p_K}{g(\rho_B - \rho_H)} = \frac{p_K - p_{3AB}}{g(\rho_B - \rho_H)} \cdot \psi_1, \quad (10)$$

где ρ_H и ρ_B – плотности пластовой нефти и воды 774,3 и 1129 в кг/м³;

g – ускорение свободного падения -9,8 м/с².

Во избежание прорыва воды в скважину выбираем подъем водяного конуса

$$y < 0,8(h_n - h_{вс}), \quad (11)$$

$y < 0,8(9-4) = 4 \text{ м}$

где 0,8 – коэффициент запаса (устойчивости конуса)

Из (6) и (7) для предельной депрессии

$$p_K - p_{3AB} \leq \frac{0,8 \cdot g \cdot (h_n - h_{вс}) \cdot (\rho_B - \rho_H)}{\psi_1}, \quad (12)$$

При условии (12), как показывают расчеты, величина депрессии получается заведомо сниженной, в то время как высота водяного конуса остается достаточно стабильно. Зная высоту конуса, по формуле (10) получаем

$$y = \frac{p_K - p_{3AB}}{g(\rho_B - \rho_H)} \cdot \psi_1, \quad (13)$$

Но из (8) и (9)

$$\psi_1 = \frac{p_K - \sqrt{p_K^2 - \psi(p_K^2 - p_{3AB}^2)}}{p_K - p_{3AB}}, \quad (14)$$

Подставляя в (13) значение ψ_1 , некоторого преобразования получим предельную депрессию при h_n вскрытии мощности пласта:

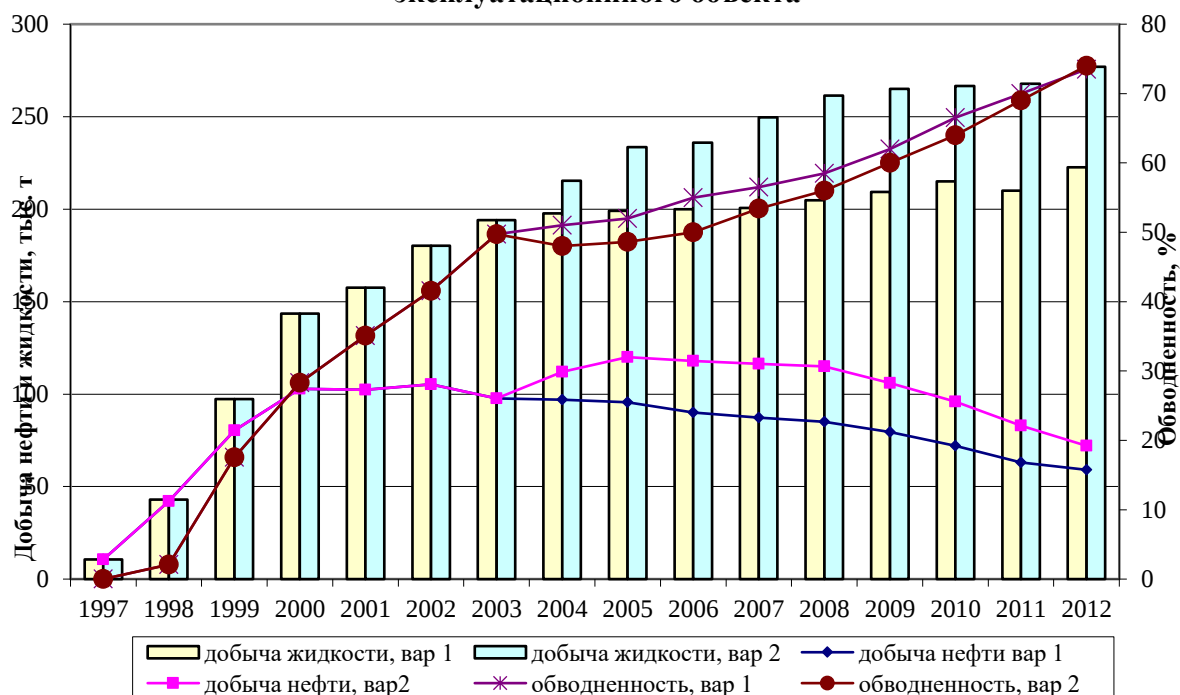
Первый вариант – без изменений системы воздействия, то есть предусматривается разработка объекта при существующей технологии добычи с использованием действующего пробуренного фонда скважин до 2012 год, с переходов некоторых

добывающих скважин на нагнетательную, предусмотренного в проекте. С целью оптимального извлечения нефти по горизонтам нужно провести выше перечисленных геолого-технических мероприятий.

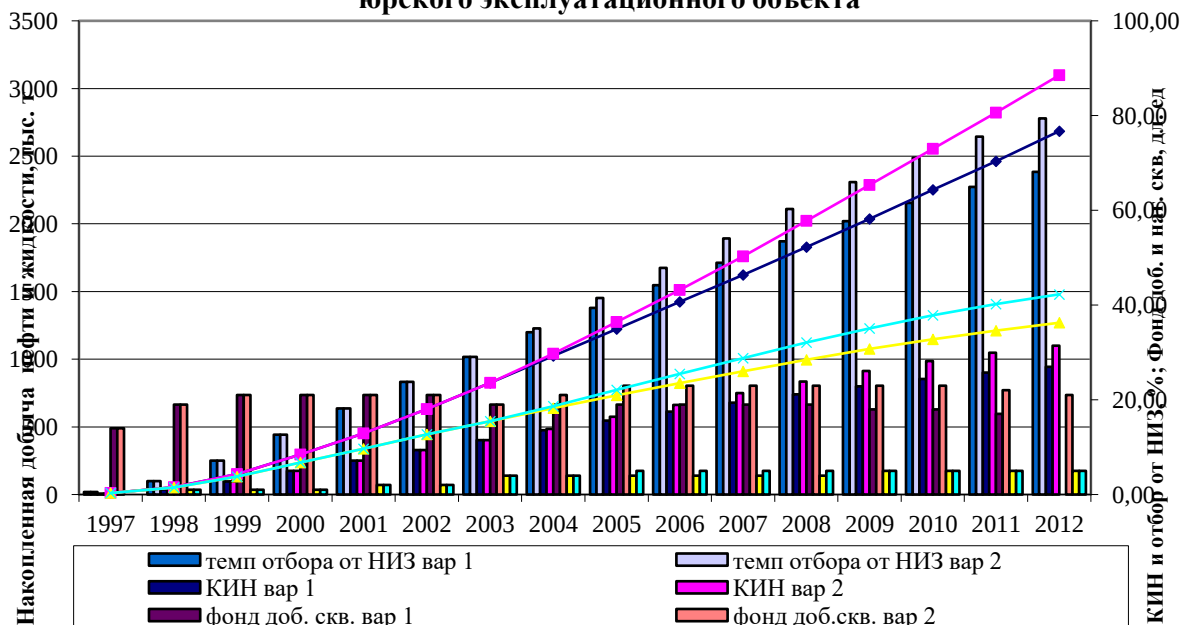
Второй вариант – частично изменением системы воздействия, умножить фонд нагнетательных и добуриванием новых добывающих скважин, то есть уплотнение сетки эксплуатационных скважин. За счёт предусмотренных в технологической схеме, но не

пробуренных до настоящего времени по геологическим причинам семи добывающих скважин. С целью равномерной выработки запасов и вовлечения в разработку менее дренированных зон залежи нужно пробурить дополнительно пятью скважины в центральной части месторождения. Местоположение рекомендуемых к бурению скважин (№№50,51,57,58,63), которое по мере получения данных может уточняться приведено на рисунке 1-2

Динамика технологических показателей юрского эксплуатационного объекта



Динамика накопленных технологических показателей разработки юрского эксплуатационного объекта



Выводы. Разработка месторождения Кырыкмылтык по юрскому горизонту ведется на основании рекомендаций по выбору способа эксплуатации скважин, устьевого и внутрискважинного оборудования, обоснованных в технологической схеме разработки месторождения. Как показывает опыт, применяемые способы эксплуатации и типы оборудования являются подходящими для условий месторождения Кырыкмылтыка и будут использоваться в дальнейшем.

Учитывая физико-химические свойства нефти на месторождении Кырыкмылтык с высоким содержанием смолы и учитывая вязкость нефти, а также выростовании доли обводненности и от наклонных стволов с горизонтальным заканчиванием в продуктивном пласте, мы рекомендуем далее применять винтовых штанговых электронасосов.

Список литературы

1. Проект «Технологическая схема разработки юрских горизонтов месторождения Кырыкмылтык», КазНИПИнефть, Атырауский филиал, 1995 г.
2. НИР «Программа промышленного заводнения юрского эксплуатационного объекта

месторождения Кырыкмылтык», НИПИ «Каспиймунайгаз», г. Атырау, 2003 г.

3. Л.И.Меркулова, А.А.Гинзбург, «ГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА при добыче нефти», г Москва, «Недра» 1986г.

4. «Регулирование процессов эксплуатации нефтяных залежей», Издательство «НАУКА» 1977г.;

5. Дондцов К.М. «Разработка нефтяных месторождений». г. Москва, «Недра» 1977г.;

6. К,Г,Оркин, А,М,Юрчук, «Расчеты в технологии и технике добычи нефти», г. Москва, «Недра» 1986 г.;

7. Лысенко В.Д. «Проектирование разработки нефтяных месторождений» г. Москва, «Недра» 1987г.;

8. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для ВУЗов - Москва: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им.И.М. Губкина, 2003г.;

9. Гиматулинов Ш.К., Дунюшкин И.И., Зайцев В.М., Коротаев Ю.П., Левакин Е.В., Сахаров В.А. «Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений», г. Москва, «Недра» 1988г.;

10. Желтов Ю.П. «Разработка нефтяных месторождений» Учебник для ВУЗов, г. Москва, «Недра» 1986г.;

Tesliuk H.V.

*associate professor department of tractors and agricultural machinery
Dniprovsk state university of agriculture and economics*

Volik B.A

*associate professor department of tractors and agricultural machinery
Dniprovsk state university of agriculture and economics*

Tesliuk Y. V

*graduate student department of economics
Dniprovsk state university of agriculture and economics*

A CONSTRUCTION OF ROTARY SPIKE-TOOTH HARROW IS ON BASIS OF BUILD BIOLOGICAL TO ANALOGUE

Теслюк Геннадій Володимирович

кандидат технічних наук, доцент

кафедри тракторів і сільськогосподарських машин

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Волик Борис Анатольевич

кандидат технічних наук, доцент

кафедри тракторів і сільськогосподарських машин

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Теслюк Юлія Валеріївна

аспірантка кафедри економіки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

КОНСТРУКЦІЯ РОТАЦІЙНОЇ ЗУБОВОЇ БОРОНИ НА ОСНОВІ БУДОВИ ТІЛА БІОЛОГІЧНОГО АНАЛОГУ

Summary. In the article the brought results over of analytical researches for rationalizations of parameters of rotary spike-tooth harrow on the basis of the use of methods of bionics. Reasonable biological analogue, analysed possibility of structural recreation of biological structure. Certain technical solution offers.

Анотація. В статті наведені результати аналітичних досліджень по раціоналізації параметрів ротаційної зубової борони на основі використання методів біоніки. Обґрунтований біологічний аналог,

проаналізована можливість конструктивного відтворення біологічної структури. Запропоноване конкретне технічне рішення.

Ключові слова. Борона ротаційна зубова, біологічний аналог, пружне кріплення.

Постановка проблеми Основне призначення ротаційної зубової борони – руйнування поверхневої ґрунтової кірки і вичісування бур'яну. Як показує аналіз досліджень найбільш раціональний режим роботи знаряддя – це вертикальне занурення голки в оброблюване середовище і вихід з нього в режимі утворення мікровибуху. Проблема вертикального входження в ґрунт легко вирішується підбором раціонального кінематичного режиму. Складніше справа з подальшим переміщенням голки і її виходом на денну поверхню. Оглядом досліджень [1-3, 6-8.] окреслені основні напрямки раціоналізації цього етапу взаємодії голки з ґрунтом. Перш за все, це придання голкам спеціальної форми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Використання методів біоніки є одним з перспективних напрямків удосконалення ґрунтообробних машин. В галузі сільськогосподарського машинобудування основні ідеї біонічного моделювання започатковані А.Н. Гудковим [5]. Подальший розвиток напрямку належить школі Л.Ф.Бабицького [1-3].

Стосовно ротаційної зубової борони відоме конструктивне рішення [1], де в якості біологічного аналогу був взятий дощовий хрпак. Позитивний ефект полягає в тому, що кожен окремий диск борони виконує обертовий рух зі зміною положення осі обертання. Складне за формою переміщення зануреної голки інтенсифікує процес крішення.

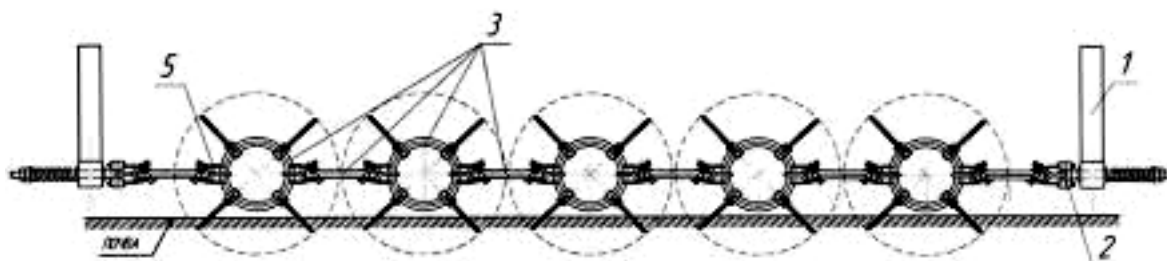


Рисунок 1 – Конструктивна схема гнучкої ротаційної борони Л.Ф.Бабицького [1]

Конструктивно знаряддя виконане наступним чином. До рами 1 прикріплений ланцюговий шлейф 2. Ланцюги 4 являють собою круглі кільця прямокутного перетину. Кільця з'єднані між собою пружними проміжними ланцюгами. За аналогією з дощовим хрпаком на кідцях перпендикулярно

один до одного прикріплені чотири пари голок 3 прямокутного перетину. В процесі руху, за рахунок наявності пружних елементів, голки виконують складний коливальний рух (рис.2.), що дозволяє робити поверхневий шар ґрунту більш однорідним.

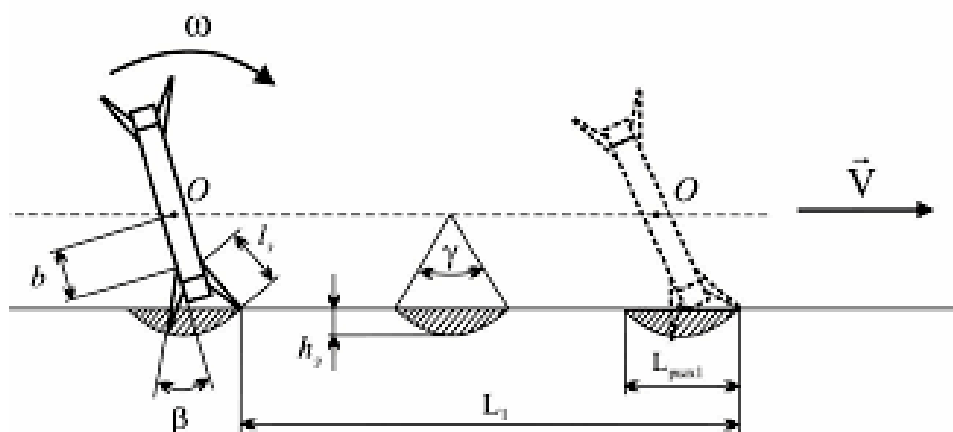


Рисунок 2 – Схема коливального руху голок борони Л.Ф.Бабицького [1]

Близьким за технічною суттю є технічне рішення, запропоноване А.А. Кемом [6].

Автором, шляхом аналітичних досліджень встановлено, що якість довсходового обробітку залежить від можливості копіювання поверхні робочими органами ротаційної

борони. Запропонована конструкція борони з демпферними пристроями і голками V- подібної форми. (рис.3). Для такої конструкції характерний нестабільний рух з прискоренням і підгальмовуванням, що можна розглядати як такий, що провокує мікробухи у поверхневому шарі.

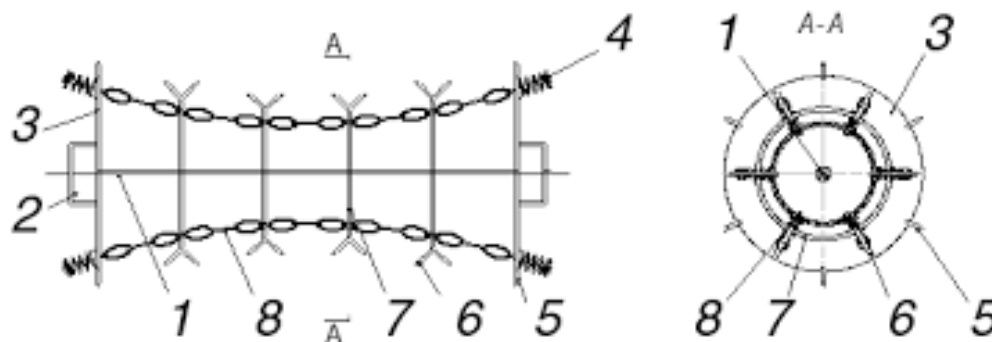


Рисунок 3 – Схема гнучкої ротаційної борони [6] :

1 – вал; 2 – опора валу; 3 – диск опорний; 4 – циліндрична пружина;
5 – ґрунтозацеп; 6 – зуб; 7 – проміжне кільце; 8 – ланцюг.

До невирішених проблем слід віднести відсутність аргументованого технічного рішення по індивідуальному кріпленню голки на диску

Мета дослідження : покращення якісних показників поверхневого обробітку ґрунту шляхом раціоналізації руху голок на основі запозичення методів біоніки.

Основний матеріал досліджень

В живій природі існують тварини, тіло яких вкрито голками. Розглянемо звичайного їжака, який вирішує проблему видалення паразитів з поверхні голок тим, що нанизує на голку листя та інші рослинні рештки і таким чином їх вичісує.

Особливо ефективним є використання для цього деяких видів отруйних грибів, бо в такому разі додатково додається бактерицидний ефект. Але, нанизані матеріали треба видалити. Відомо, що їжак чистить свої голки шляхом зперегину поверхні тіла на якій вони закріплені. Аналогічно, робить і морський їжак, який нами і пропонується в якості біологічного аналогу (рис.4.) Такий вибір нами аргументований тим, що з точки зору механіки кріплення голки морського їжака більш підходить до конструктивного відтворення. На рис. 5 представлений зовнішній вид окремо взятої голки.

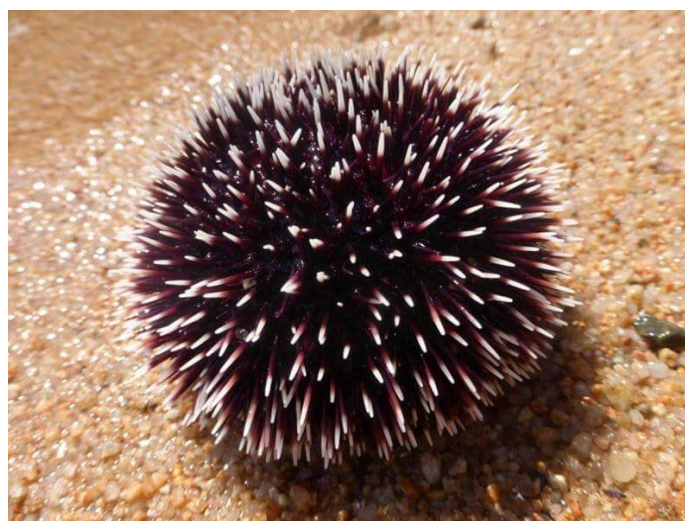


Рисунок 4 – Загальний вид морського їжака (*Sphaerechinus granularis*)

Особливо треба відмітити, що тварина має тіло шаровидної форми, що наближає його до конструкції роторних борін за схемами [1,6]



Рисунок 5 : а– Голка морського їжака (*Spaerechinus granularis*);
б- загальний вид веретена :

1 – суглобова головка; 2 – зовнішня конусна кінцівка.

Як видно на представленому рисунку, голка їжака практично повністю відповідає профілю веретена.

Профіль характеризується тим, що центральна частина циліндрична і за діаметром більша за периферійні. Самі кінцівки конусної форми, в місці кріплення до панцаря коловка має шаровидну суглобову головку, яка забезпечує шарнірне з'єднання. Це надає можливості в залежності від натягнутості м'яз 4 (рис. 6) забезпечувати зміну кута постановки голки до тіла, чим забезпечується самоочищення голчастої поверхні. Така особливість будови характерна також і для сухопутного їжака.

В ході обґрунтування параметрів ротаційної голчастої борони ми прийшли до висновку, що форма веретена є раціональною для голки ротаційної борони. На нашу думку перевага полягає в тому, що відносно велика конусність (в розробленій нами конструкції - 18°) запобігає нанизуванню рослинних решток на тіло голки. Одночасно, різкий перехід від циліндричної до конусної ділянок полегшує сходження рослинних решток з тіла голки.

Голки такої конструкції максимально пристосовані до роботи в умовах наявності на

поверхні великої кількості рослинних решток, що характерно для ведення органічного землеробства.

Таким чином, для забезпечення самоочищення голок ротаційної борони треба виконати голку у формі веретена і забезпечити її пружне кріплення до ступиці диска. Під дією реакції ґрунту голки будуть змінювати кут постановки і тим самим забезпечувати «ефект їжака».

Нами розроблена конструктивна схема в якій закладені наведені вище принципи з максимальною уніфікацією з серійними зразками, що надає можливості встановити розроблену конструкцію на серійну машину.

Шпоровий (голчастий) диск має наступну конструкцію, рис.7. Цільнолитий диск 1 має по периметру приливи 2 з циліндричними порожнинами 3. Голка суглобовою головкою всередину поміщена у порожнину до упору. Порожнина залита модифікованою силіконовою масою (рис.8).

Для надійності фіксації силікону, порожнина має циліндричні проточки. Для заливки пружної маси в корпусі голки виконані технологічні отвори (на рисунку не показані).

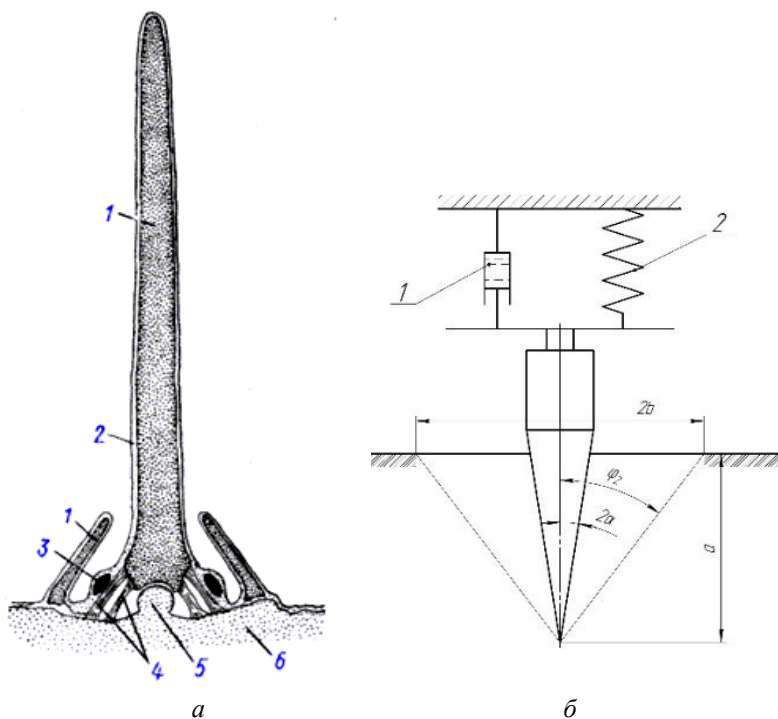


Рисунок 6,а – Схема кріплення голки до панциря їжака (а): 1 – голка; 2 – епітелій; 3 – нервові кільця; 4 – м'язи; 5 – суглобова головка; 6 – панцирь

Рисунок 6,б – Реологічна модель механізму кріплення : 1 – в'язкий елемент; 2 – пружний елемент

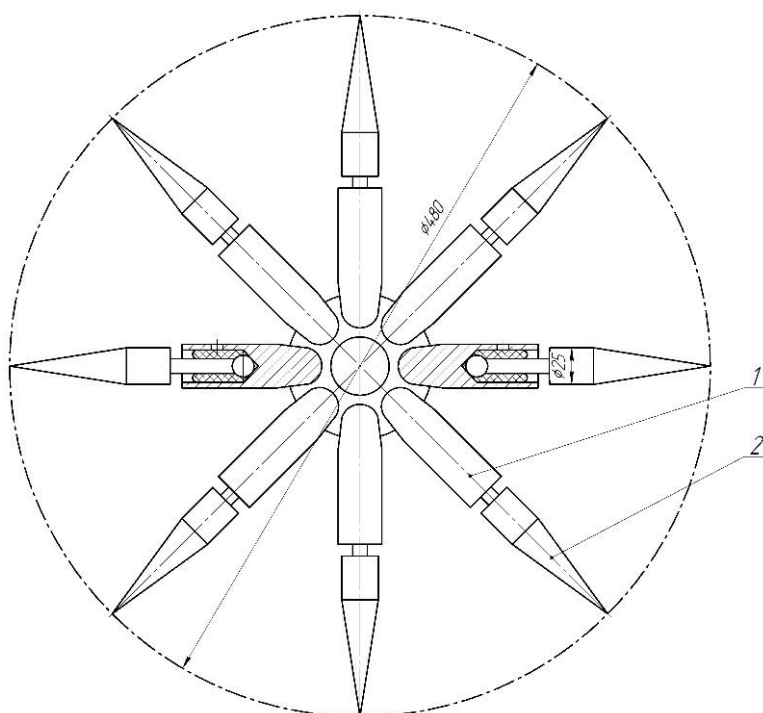


Рисунок 7 – Конструктивна схема голчастого диска :
1 – диск; 2 – голка; 3.

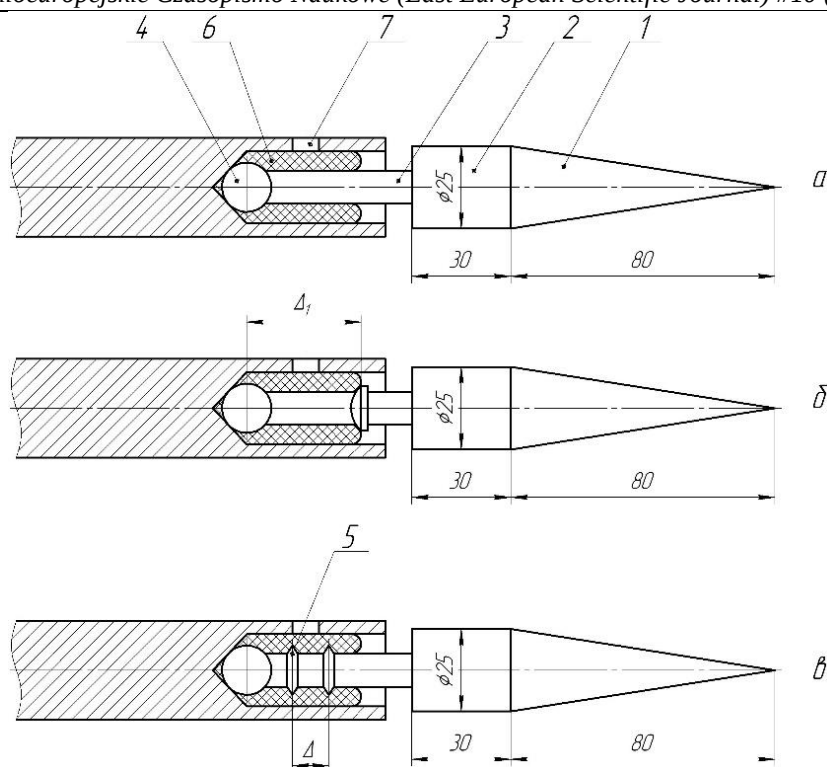


Рисунок 8 – Варіанти конструктивного виконання голок
 а – базовий варіант; б- варіант зосередженого навантаження діючих сил;
 в - варіант розсередженого навантаження діючих сил

В усіх наведених варіантах виконання голка показана в урівноваженому положенні. Але, таке положення легко переходить в неурівноважене в залежності від напрямку загальної реакції діючих сил. Варіанти відрізняються характером діючої сили : **а** – сила розосереджена і діє по дотичній; **б** – сила зосереджена по осі, що виводить стискання пружного елемента за межі лінійності; **в** – сила розосереджена по довжині і кожна вважає, що кожна з ділянок між упорними кільцями 5 працює в режимі лінійного стискання. Таким чином, якщо на диску встановлені в довільному порядку всі три варіанти голок, ми отримаємо ефект, коли всі голки будуть відхилятися індивідуально, що і призведе до появи ефекту їжака

Конструкція працює наступним чином.

В процесі кочення диска по поверхні ґрунту на голку діють вертикальна, повздовжня і поперечна сили реакції ґрунту. Під дією доведених сил силіконова маса зминається і голка змінює своє положення, величина якого обумовлюється жорсткістю залитої пружної маси і напрямком вектору діючої сили. Окремо слід відмітити, що запропонована конструкція забезпечує віброударну дію механізму і це інтенсифікує процес кришення [4].

Під дією доведених сил пружна опора буде змінювати свою довжину. Вважаємо, що інші розміри не змінюються бо опора знаходиться в обмеженому просторі. Величина деформації визначає амплітуду коливань голки Для визначення величини деформації скористаємось законом Гука :

$$\delta L = \frac{P \cdot L}{S \cdot E},$$

де P – величина доведеної сили;
 L – довжина пружного елемента;
 S – площа поперечного перетину;
 E – модуль юнга матеріалу пружного елемента.

δL – абсолютне зменшення довжини.

Закон Гука встановлює лінійну залежність між деформацією та механічним напруженням, але для малих величин $\frac{\delta L}{L}$, Щоб гарантовано вийти за межі цієї вимоги нами діюча сила розосереджена по довжині шляхом введення спеціальних виступів (рис. 8,в).

Аналітично обґрунтувати параметри пружного елемента складно. Тому запропонована нижче методика нами пропонується як оціночна.

У відповідності до досліджень В.М. Булгакова [3] раціональний режим віброударної дії для ґрунтообробючих знарядь становить

- амплітуда, мм - 5-10;
- частота, c^{-1} - 10 – 20

Напрямок дії принципового значення не має. Ефект полягає у створенні вібротекучого середовища.

Як показали, виконані нами лабораторні дослідження вертикальна складова реакції ґрунту для ґрунтових умов наближених до усереднених по Дніпропетровській області становить близько 140 Н.

Таким чином жорсткість пружного елемента повинна дорівнювати :

$$C_{\text{ж}} = 140/1,0 = 140 \text{ Н/см},$$

Рациональна швидкість поступового руху 4,0-4,5 м/с.

Де амплітуда коливань прийнята 10 мм = 1,0 см.

Час релаксації пружного елементу і поступова швидкість агрегату взаємозалежні і тому один з показників треба приймати виходячи з експлуатаційних міркувань. Приймаємо швидкість поступового руху $V = 4,5 \text{ м/с}$. В режимі без пробуксовування Робочий цикл однієї голки, тобто від початку занурення до виходу на денну поверхню

$$T = \frac{2\pi \cdot R}{n \cdot V} = \frac{2\pi \cdot 0,5}{8 \cdot 4,5} = 0,09 \text{ с.}$$

Вважаємо, що голка почне вивільняти енергію стискання одразу після переходу нейтрального, тобто вертикального положення і ця енергія повинна рівномірно вивільнюватись протягом всього циклу мікровибуху. Таким чином, час повної релаксації пружної опори повинен дорівнювати 0,045 с.

Висновки та пропозиції

Застосування методів біоніки є перспективним напрямком удосконалення конструктивних параметрів ґрунтообробних машин.

Працездатність ротаційної зубової борони можна суттєво покращити шляхом раціоналізації параметрів голок (зубів) на основі запозичення принципів будови тіла біологічного аналогу – їжака.

Рациональні параметри конструкції :

- діаметр голки 16 мм при конусності 7-9°.
- радіус описаного кола 500 – 510 мм.

Рациональні параметри пружного елемента:

- жорсткість 140 н/см,
- час релаксації $\sigma = 0,045 \text{ с.}$

Дотримання цих параметрів забезпечує амплітуду віброударних коливань 1,0 см з частотою 15 с^{-1}

Список літератури

1. Бабицкий Л. Ф. Обоснование конструктивных параметров гибкой бороны / Л. Ф. Бабицкий, И. В. Соболевский, В. А. Ку克林 // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. - 2016. - Вип. 4. - С. 61-68.
2. Белокопытов А.В. Обоснование рациональных параметров рабочих элементов игольчатых рабочих органов для сплошной обработки почвы в условиях юга Украины. – Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. Мелитополь, 1997. с.200.
3. Булгаков В. М. Дослідження вібраційних процесів при основному обробітку ґрунту / В. М. Булгаков, М. О. Свірень, Р. В. Кісільов, С. Б. Орищенко, І. О. Лісовий // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. - 2015. - Вип. 5, Т. 1. - С. 3-13.
4. Гудков А.Н. Теоретические основы построения рабочих процессов сельскохозяйственных машин с учетом характера живой материи растений, животных, почвы. Кн. Земледельческая механика. М.: Машиностроение, 1966. Т.9. С. 86-97
5. Кем А.А., Чекусов М.С., Черемисин А.И. Ротационная борона для грядковых обработок посадок картофеля. / Сельскохозяйственные машины и технологии. - №5. -2015 – С.34-37.
6. Шевчук В.В. Обґрунтування параметрів та режимів роботи гольчастої борони автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.наук /В.В. Шевчук – Львів, 2015. – 24с.
7. Шустік Л. Ротаційна Борона Динар-5,4 (Лозовські машини). Функціональні випробування (фокус-тест) / Л.Шустік, Н. Нілова, В. Супрун/ Техніка і технології АПК №9-9(107), 2018. – С.- 36 – 39.

Усмонов Фарход Бафоевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Строительства зданий и сооружений»
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан.

Қаххоров Хамид Ахрорович

старший преподаватель кафедры
«Строительства зданий и сооружений»
Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМЕНА ГЕЛИОКАМЕРЫ

UDQ 662.997:621.362

Usmonov Farhod Bafoevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Construction of Buildings and Structures,
Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan

Khakhkhorov Hamid Akhrorovich

Senior Lecturer,
Department of "Construction of Buildings and Structures",
Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan.

TEMPERATURE MODE AND MATHEMATICAL MODEL OF HEAT CAMERA HEAT EXCHANGE

Аннотация. Разработана математическая модель теплообмена гелиокамеры, предназначенной для тепловой обработки сборных бетонных и железобетонных изделий, позволяющей определить предпочтительные конструктивные решения с позиции эффективного прогрева и нарастания прочности бетона в них. Математическая модель позволяет оценить эффективность работы гелиокамеры в различных климатических зонах и в различное время года, а также проводить расчеты температурного режима гелиокамеры в условиях изменяющихся в течении суток интенсивности солнечной радиации и температуры наружного воздуха.

Annotation. A mathematical model of heliocamera heat exchange has been developed, designed for heat treatment of precast concrete and reinforced concrete products, which allows to determine the preferred design solutions from the standpoint of effective heating and increase the strength of concrete in them. The mathematical model allows us to estimate the efficiency of the heliocamera in different climatic zones and at different times of the year, as well as to calculate the temperature regime of the heliocamera under the conditions of the varying intensity of solar radiation and the outdoor air temperature during the day.

Ключевые слова: гелио, гелиокамера, гелиотермообработка, конструктивное решение, теплообмен, бетон, железобетон, прочность, модель, математическая модель.

Key words: helio, heliocamera, solar thermal processing, constructive solution, heat transfer, concrete, reinforced concrete, strength, model, mathematical model.

Введение и цель исследования. Для определения наиболее предпочтительных конструктивных характеристик гелиокамер, предназначенных для тепловой обработки бетонных изделий, а также для оценки эффективности их работы в различных климатических зонах и в различное время года необходимо проводить расчеты их температурного режима в условиях, изменяющихся в течении суток интенсивности солнечной радиации и температуры наружного воздуха.

Поскольку параметры внешнего теплового воздействия на гелиокамеру за полный цикл её

работы изменяются в довольно широких пределах, температурный режим гелиокамеры является нестационарным [5,6,11].

Методика. Для математического описания температурного режима гелиокамеры, используемой для тепловой обработки бетона, рассматривается следующая обобщенная расчетная схема (рис.1). Камера состоит из бетонного корпуса, внутри которого выполнено пустотелое пространство, предназначенное для размещения форм с бетонной смесью. Сверху корпус закрывается двухслойным прозрачным покрытием,

через которое в установку поступает солнечная радиация [2,1,10].

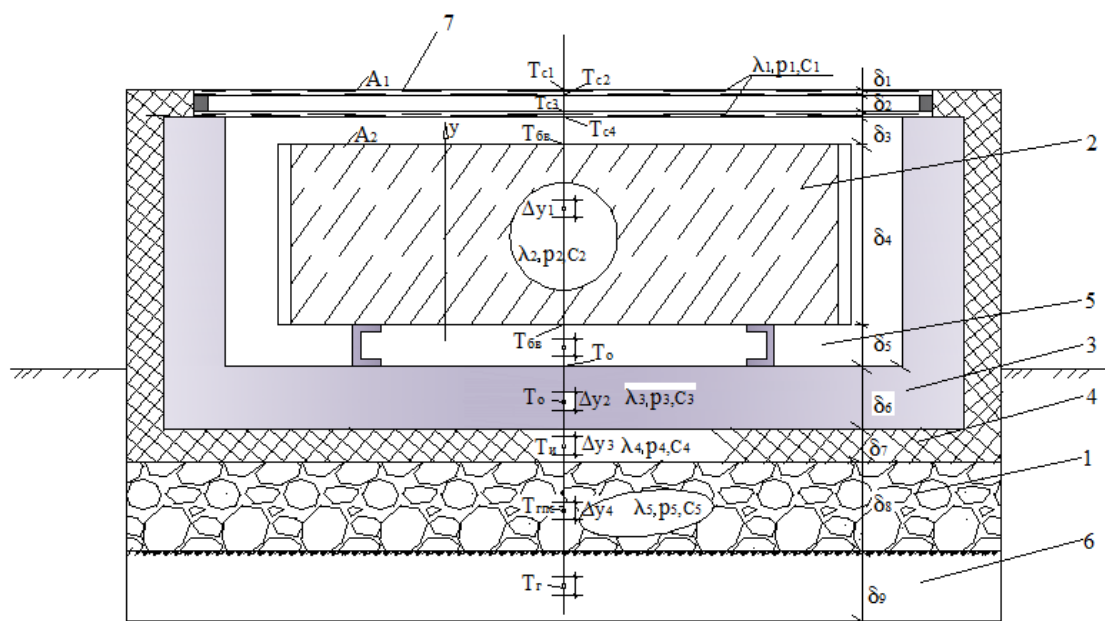


Рис. 1. Расчётная схема для математического описания температурного режима гелиокамеры: керамзит; 2-бетонное изделие; 3 - корпус гелиокамеры; 4- слой теплоизоляции; 5-воздушная прослойка; 6-грунт; 7-двухслойное прозрачное покрытие.

С наружной стороны корпус имеет слой тепловой изоляции, предназначенной для уменьшения теплотерь в окружающую среду. Камера размещается на керамзитовой подушке, с целью уменьшения теплотерь в грунт [4,9].

Результаты. Для составления математической модели теплообмена гелиокамеры, находящейся в условиях суточного изменения параметров внешнего теплового воздействия предполагается, что теплоемкость её прозрачного покрытия мала по сравнению с бетонным корпусом и ею можно пренебречь. Кроме этого считается, что масса бетонной смеси, находящейся в камере, остается неизменной, несмотря на наличие процессов массопереноса, так как внутреннее пространство камеры является герметичным, а процессы испарения на поверхности твердеющего бетона протекают параллельно с процессами конденсации паров воды на внутренней поверхности прозрачного покрытия и возвращением капельной влаги к поверхности бетона под действием силы тяжести.

С учетом данных допущений уравнения, описывающие теплообмен в гелиокамере, принимают следующий вид:

- уравнение нестационарной теплопроводности для твердеющей бетонной смеси [8]:

$$\frac{\delta T_{\delta}}{\delta \tau} = \frac{\lambda_2}{\rho_2 C_2} \frac{\delta^2 T_{\delta}}{\delta y^2} + \frac{q_m}{C_2}, \quad (1)$$

где T_{δ} - температура бетонной смеси;
 λ_2, ρ_2, C_2 - теплопроводность, плотность, удельная теплоемкость бетонной смеси; y - вертикальная координата; q_m - мощность тепловыделения цемента в процессе его гидратации, $\frac{\text{Вт}}{\text{кг}}$; τ - время.

Граничные условия к уравнению (1) характеризуют теплообмен на верхней и нижней поверхностях бетонного образца и описываются следующими уравнениями:

на верхней границе ($\delta_{\delta}=0$);

$$\lambda_3 \frac{\delta T_{\delta}}{\delta y} = J * C_{\text{пс}} * A_2 - \frac{\epsilon_{\text{кв}} * \lambda_{\text{в}}}{\delta_3} * (T_{6\text{в}} - T_{c4}) + \epsilon_{\delta\text{с}} * c_0 \left[\left[\frac{T_{\delta}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_{c4}}{100} \right]^4 \right] + m_{60}^o * r \quad (2)$$

На нижней границе ($\delta_{\delta}=\delta_4$);

$$-\frac{1}{(1+\kappa_{\delta\text{с}})} * \lambda_2 \frac{\delta T_0}{\delta y} = \frac{\epsilon_{\text{кн}} * \lambda_{\text{в}}}{\lambda_3} * (T_{6\text{н}} - T_0) + \epsilon_{\delta\text{о}} * c_0 * \left[\left[\frac{T_{6\text{н}}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_0}{100} \right]^4 \right] + m_{60}^o r, \quad (3)$$

где J - интенсивность суммарной солнечной радиации;

$C_{\text{пс}}$ - пропускная способность прозрачного покрытия;

A_2 - поглощательная способность бетонной смеси;

$\epsilon_{\text{кв}} \epsilon_{\text{кн}}$ - коэффициенты конвекции для верхней и нижней воздушных прослоек;

λ_b - коэффициент теплопроводности воздуха;
 δ_3, δ_6 - ширина верхней и нижней воздушных прослоек;

T_{cm}, T_o - температуры на внутренних поверхностях прозрачного покрытия и основания гелиоустановок;

$E_{\delta c}, E_{\delta o}$ - приведенные степени черноты системы для верхней и нижней границы;

C_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела;

$m_{\delta c}, m_{\delta o}$ - удельные потоки массы водяных паров на верхних и нижних границах;

g - удельная теплота парообразования;

K_{bc} - коэффициент, учитывающий влияние боковых поверхностей гелиоустановки.

Распределение температуры в бетонном

основании, теплоизоляции, гравийной подушке и грунте, на которых размещается гелиокамера, описывается системой уравнений нестационарной теплопроводности:

$$\frac{\delta T_0}{\delta \tau} = \frac{\lambda_3}{P_3 C_3} \frac{\delta^2 T_0}{\delta y^2} \quad (4)$$

$$\frac{\delta T_u}{\delta \tau} = \frac{\lambda_4}{P_4 C_4} \frac{\delta^2 T_u}{\delta y^2} \quad (5)$$

$$\frac{\delta T_k}{\delta \tau} = \frac{\lambda_5}{P_5 C_5} \frac{\delta^2 T_k}{\delta y^2} \quad (6)$$

$$\frac{\delta T_r}{\delta \tau} = \frac{\lambda_6}{P_6 C_6} \frac{\delta^2 T_r}{\delta y^2} \quad (7)$$

При следующих граничных условиях:

На верхней границе основания ($\delta_8=0$)

$$\frac{1}{(1+\kappa_{\delta c})} * \lambda_3 \frac{\delta T_o}{\delta y} = \frac{\varepsilon_{KH} * \lambda_b}{v_5} * (T_{\delta H} - T_o) + \varepsilon_{\delta o} * c_0 * \left[\left[\frac{T_{\delta H}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_o}{100} \right]^4 \right] + m_{\delta o}^0 * g \quad (8)$$

На границе между основанием и тепловой изоляцией ($\delta_0 = \delta_6$)

$$\lambda_3 \frac{\delta T_o}{\delta y} = \lambda_4 \frac{\delta T_u}{\delta y} \quad (9)$$

$$T_o = T_u \quad (10)$$

На границе между тепловой изоляцией и слоем гравия

$$\lambda_4 \frac{\delta T_u}{\delta y} = \lambda_5 \frac{\delta T_k}{\delta y} \quad (11)$$

$$T_u = T_k \quad (12)$$

на границе между гравием и грунтом:

$$\lambda_4 \frac{\delta T_u}{\delta y} = \lambda_6 \frac{\delta T_r}{\delta y} \quad (13)$$

$$T_k = T_r \quad (14)$$

на глубине грунта, равной δ_9

$$\frac{\delta T_r}{\delta y} = 0 \quad (15)$$

В уравнениях (2-15) приняты следующие обозначения:

T_0, T_u, T_k, T_r - температуры основания, изоляции, керамзита и грунта соответственно;

λ_3, C_3, ρ_3 - теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность основания гелиокамеры;

λ_5, C_5, ρ_5 - теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность керамзита;

λ_6, C_6, ρ_6 - теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность грунта;

Температура на внутренней поверхности прозрачного покрытия определяется зависимостью

$$T_{c4} = T_{\delta b} - \frac{q_{nc}}{\alpha_{\Sigma b}} \quad , \quad (16)$$

где $T_{\delta b}$ - температура бетонной смеси на верхней границе;

q_{nc} - плотность теплового потока теплопотерь через прозрачную стенку гелиокамер;

$\alpha_{\Sigma b}$ - суммарный коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности прозрачного ограждения, который определяется следующими отношениями;

$$q_{nc} = K_{nc} * (T_{\delta b} - T_u) \quad , \quad (17)$$

где T_u - температура наружного воздуха ;

K_{nc} - коэффициент теплопередачи прозрачного покрытия;

$$K_{nc} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\Sigma H}} + 2 \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_{пр(1)}} + \frac{1}{\alpha_{\Sigma B}}} \quad (18)$$

δ_1, λ_1 - толщина и теплопроводность материала прозрачного покрытия;

δ_2 - зазор между плоскостями, образующими прозрачное покрытие;

$\lambda_{пр(1)}$ - приведенный коэффициент теплопроводности воздушной прослойки, между плоскостями прозрачного покрытия:

$$\lambda_{пр(1)} = \varepsilon_{KH} * \lambda_b + \frac{\varepsilon_{cc} * c_0 * \delta_2}{(T_{c3} - T_{c2})} * \left[\left[\frac{T_{c3}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_{c2}}{100} \right]^4 \right] \quad (19)$$

ε_{KH} - коэффициент конвекции в воздушной прослойке между плоскостями прозрачного покрытия;

ε_{cc} - приведенная степень черноты плоскостей прозрачного покрытия;

T_{c2} - температура на нижней поверхности верхней плоскости прозрачного покрытия;

T_{c3} - температура на верхней поверхности нижней плоскости прозрачного покрытия;

$$A_{\Sigma H} = \alpha_{HK} + \alpha_{HL} \quad (20)$$

$\alpha_{\text{нк}}$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией на наружной поверхности прозрачного покрытия;

$\alpha_{\text{нл}}$ - коэффициент теплоотдачи излучением на наружной поверхности прозрачного покрытия;

$$\alpha_{\text{нл}} = \frac{\varepsilon_c * c_0 * \left[\left(\frac{T_{c1}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{на}}}{100} \right)^4 \right]}{(T_{c1} - T_{\text{н}})} \quad (21)$$

ε_c - степень черноты наружной поверхности прозрачного покрытия;

$T_{\text{на}}$ - температура излучения атмосферы, которая может определиться по следующей зависимости [3].

$$\begin{aligned} \varepsilon_K &= 1 & C_r * F_r &< 10^3 \\ \varepsilon_k &= 0.105(c_r * P_r)^{0.3} & 10^3 &< c_r * F_r < 10^6 \\ \varepsilon_k &= 0.4(c_r * P_r)^{0.2} & c_r * P_r &> 10^6 \end{aligned} \quad (24)$$

где $C_r = \frac{g * \beta * \Delta T_r * \delta_r^3}{v^2}$ - число Грасгофа; g - ускорение свободного падения;

β - температурный коэффициент объемного расширения воздуха;

ΔT_r , δ_r - температурный перепад и толщина воздушной прослойки;

g - коэффициент кинематической вязкости воздуха;

$P_r = \frac{v}{a}$ - число Прандтля; α - коэффициент температуропроводности воздуха.

Приведенные степени черноты системы для поверхностей образующих воздушные прослойки, определялись по следующей зависимости;

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_i} + \frac{1}{\varepsilon_j} - 1} \quad (25)$$

где ε_i , ε_j - степени черноты поверхностей, образующих воздушную прослойку.

Удельные потоки массы водяного пара на поверхностях установки определены из условия аналогии процессов тепло и массопереноса в воздушных прослойках [7].

$$m_{fj} = \frac{\varepsilon_{kfj} * \lambda_B}{\delta_f * C_{Bл}} * [a_f - a_j] \quad (26)$$

где ε_{kfj} - коэффициент конвекции в воздушной прослойке, образованной i и j поверхностью;

δ_i - толщина воздушной прослойки;

$C_{Bл}$ - удельная теплоемкость влажного воздуха;

d_i , d_j - влагосодержание насыщенного влажного воздуха при температуре i и j поверхности соответственно

При наличии зависимостей, описывающих изменение интенсивности солнечной радиации, температуры наружного воздуха и теплоты гидратации система уравнений (1) ÷ (26) является замкнутой и позволяет находить распределение температуры в бетонной смеси в условиях нестационарных процессов тепло- и массообмена,

$$T_{\text{на}} = 1.36t_{\text{н}} + 23.9K \quad (22)$$

T_{c1} - температура на наружной поверхности прозрачного покрытия;

$\alpha_{\text{св}}$ - суммарный коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности прозрачного покрытия;

$$a_{\varepsilon B} = \frac{\varepsilon_{KB} * \lambda_B}{\delta_3} + \frac{\varepsilon_c * c_0 * \left[\left(\frac{T_{\delta B}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{c4}}{100} \right)^4 \right]}{[T_{\delta B} - T_{c4}]} + \frac{m_{\delta c} * r}{[T_{\delta B} - T_{c4}]} \quad (23)$$

Для определения коэффициентов конвекции в воздушных прослойках использованы зависимости [8].

протекающих в гелиокамерах при воздействии на нее потоков солнечной радиации.

Для описания изменения во времени параметров внешнего теплового воздействия мощности тепловыделений цемента в процессе гидратации использован гармонический ряд Фурье, коэффициенты которого определяются посредством гармонического анализа.

Для расчета кинетики прогрева бетона в гелиокамере необходимо представить изменения температуры наружного воздуха, интенсивности солнечной радиации и мощности тепловыделений при гидратации цемента в виде временных функций. Поскольку изменения температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации за цикл работы гелиокамеры являются периодическими функциями, их описание удобнее представить с помощью гармонического ряда Фурье [3]. Характер изменения мощности тепловыделений при гидратации цемента в гелиокамере [5] также отвечает математическому представлению в виде гармонического ряда.

При определении температурного состояния бетона в гелиокамере с помощью (1) ÷ (26) предпочтительнее использовать численные методы, так как коэффициенты тепло- и массопереноса на границах и мощность тепловыделений при гидратации цемента зависят от температуры бетона, т.е. система уравнений является нелинейной. В связи с этим для разработки алгоритма и программы расчета температурного режима в гелиокамере использован метод конечных разностей [7].

Выводы. Разработанная методика расчета температурного режима прогрева бетона при его тепловой обработке в гелиокамерах позволяет с учетом температуры окружающей среды, интенсивности солнечной радиации и теплоты, выделяемой при гидратации цемента, установить с допустимой погрешностью пределы кинетики прогрева бетонного изделия, а следовательно, степень зрелости и прочности в суточном или еще раннем распалубочном возрасте, выдать

предложения по оптимизации конструктивных решений гелиокамер, предназначенных для тепловой обработки железобетонных изделий.

№	Литература	References
1	Аруова Л.Б., Дуажанов Н.Т. Использо-вание солнечной энергии для гелиотермообработки бетона в республике Казахстан// Вестник: Строительное материаловедение. №10. 2012. Изд. МГСУ, - Москва,-2012,- С.144-146.	Aruova LB, Duazhanov N.T. The use of solar energy for solar thermal processing of concrete in the Republic of Kazakhstan // Bulletin: Building Materials Science. №10. 2012. Ed. MGSU, - Moscow, -2012, - P.144-146
2	Аруова Л.Б. Технология использования солнечной энергии в производстве различных видов бетонов// Технология бетонов, 12(101), 2014. Изд. Композит XXI век, Москва, - 2014, -С.31-34.	Aruova L.B. Technology of solar energy in the production of various types of concretes // Concrete Technology, 12 (101), 2014. Ed. Composite XXI century, Moscow, - 2014, - P.31-34
3	Ачилов Б.М., Чугунков ВВ. Гармони-ческий анализ суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации // Гелиотехника. №2, 1991. Изд. ФАНАНРУз, Ташкент, -1991, -С.59-61.	Achilov B.M., Chugunkov V.V. Harmonic analysis of diurnal fluctuations of the outside air temperature and the intensity of solar radiation // Heliotekhnika. No. 2, 1991. Ed. FAN Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, -1991, - pp.59-61.
4	Дуажанов Н.Т., Аруова Л.Б. Тепло- и массообмен при различных технологиях гелиотермообработки железобетона// Вестник МГСУ, №2, 2014, Изд. МГСУ, Москва, - С.84-86.	Duazhanov N.T., Aruova L.B. Heat-mass exchange in the different technology sun-heat treatment of reinforced concrete. Vestnik MGSU, №2, 2014, Izd. MGSU, Moscow - P.84-86
5	Заседателев ИБ, Малинский ЕН, Темкин ЕС. Гелиотермообработка сборного железобетона.- Москва, Изд. Стройиздат, 1990,-312с.	Zasedatelev IB, Malinsky E.N., Temkin E.S. Solar thermal treatment of precast concrete. Moscow, Izd. Stroyizdat, 1990, - 312p.
6	Крылов, С. Б. Энерго- и ресурсосберегающие технологии с использованием солнечной энергии в производстве строительных материалов// Промышленное и гражданское строительство, №8, 2017. Изд.МГСУ. Москва, - С. 9-15.	Krylov, S. B. Energy and resource-saving technologies using solar energy in the production of building materials // Industrial and Civil Construction, №8, 2017. Izd.MGSU. Moscow, pp. 9-15.
7	Леонтьев А.И. Теория тепло- и массообмена. Москва, Изд. Высшая школа. Москва, -1980. -326с.	Leontyev A.I. Theory of heat and mass transfer. Moscow, Ed. High school. Moscow, - 1980. -326 p.
8	Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Москва, Изд. Энергия, 1987. - 373с.	Mikheev M.A., Mikheeva I.M. Basics of heat transfer. Moscow, Ed. Energy, 1987. -373p.
9	Самиев М.С., Бектемирова М.А. Использование солнечной энергии при производстве строительных конструкций и изделий// Жамбул Университети жарчысы. . №4, 2018, Изд. ЖамУ, Жамбул, -С.80-83.	Samiev MS, Bektemirova MA The use of solar energy in the production of building structures and products // Zhambul Universiteti zhrachysy. . №4, 2018, Ed. ZhamU, Zhambul, -Pp.80-83.
10	Турдажиева Э.Н., Иранова Н.А., Тайтакурова Г.З. Использование солнечной энергии при производстве бетонных и сборных железобетонных конструкций// Известия Ошского технологического университета. №2, 2016, Изд. Ошский ТУ, Ош,- С.87-90.	Turdazhieva E.N., Iranova N.A., Taitakurova G.Z. The use of solar energy in the production of concrete and precast concrete structures // News of Osh Technological University. №2, 2016, Ed. Osh TU, Osh, - p.87-90
11	Щукина Т.В., Акопян А.В., Семенова Е.Ю. Ресурсы солнечной энергии для использования при производстве строительных изделий// // Технология бетонов, №9, 2014. Изд. Композит XXI век, Москва, - 2014, -С.45-47.	Schukina TV, Akopyan A.V., Semenova E.Yu. Solar Energy Resources TsChR for use in the manufacture of building products // // Concrete Technology, №9, 2014. Ed. Composite XXI century, Moscow, - 2014, -p.45-47

#10 (50), 2019 część 5
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

#10 (50), 2019 part 5
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com>