



# Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının XƏBƏRLƏRİ

**HERALD**  
**of the Azerbaijan Engineering Academy**

**ВЕСТНИК**  
**Азербайджанской Инженерной Академии**

*Beynəlxalq elmi-texniki jurnal*  
*The international science-technical journal*  
*Международный научно-технический журнал*

Cild 4. № 1  
Vol. 4. № 1  
Том 4. № 1

**BAKİ – 2012**

**Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının  
XƏBƏRLƏRİ**  
*Beynəlxalq elmi-texniki jurnal*

**BAŞ REDAKTOR – AKADEMİK A.M. PAŞAYEV**

*Baş redaktorun müavini – akademik A.Ş. Mehdiyev*

*Baş redaktorun müavini – akademik Ə.X. Canəhmədov*

*Məsul redaktor – müxbir üzv H.F. Mirələmov*

***REDAKSİYA HEYƏTİ:***

akademik Ə.M. Abbasov, akademik N.H. Cavadov, akademik B.H. Əliyev,  
akademik C.C. Əsgərov, akademik A.Z. Quliyev, akademik H.Ə. Məmmədov,  
akademik İ.R. Sadıqov, müxbir üzv R.İ. Abdullayev, müxbir üzv H.S. Bağırov,  
müxbir üzv N.A. Əliyev, müxbir üzv G.H. Məmmədova

***REDAKSİYA ŞURASI:***

akademik B.V. Qusev (Rusiya), prof. N. Antoneski (Rumınıya), prof. S. Sureş (ABŞ),  
prof. Bravu Konstantin (İsrail), prof. Baur Reinhard (Almaniya), prof. F. Franek (Avstriya), akademik  
B.T. Jumaqulov (Qazaxıstan), prof. P. Jost (Böyük Britaniya), prof. Junq – Younq Son (Koreya),  
akademik A.V. Kərimov (Özbəkistan), prof. D. Mavrakis (Yunanıstan), akademik N.K. Mışkin  
(Belarusiya), prof. Nejdet Sağlam (Türkiyə), prof. S. Putko (Polşa), akademik A.İ. Vasilyev (Ukrayna)

---

---

*The international science-technical journal*  
**HERALD**  
**of the Azerbaijan Engineering Academy**

**A.M. PASHAYEV – CHIEF EDITOR, ACADEMICIAN**

*A.Sh. Mehtiyyev, academician – deputy editor*

*A.Kh. Janahmadov, academician – deputy editor*

*H.F. Miralamov, member of correspondent-managing editor*

***EDITORIAL BOARD:***

A.M. Abasov, academician, N.H. Javadov, academician, B.H. Aliyev, academician, J.J. Asgarov,  
academician, A.Z. Quliyev, academician, Q.A. Mamedov, academician, I.R. Sadigov,  
academician, R.I. Abdullayev, member of correspondent, H.S. Bagirov, member of correspondent,  
N.A. Aliyev, member of correspondent, G.H. Mamadova, member of correspondent,

***EDITORIAL ADVISORY BOARD:***

B.V. Gusev, academician (Russia), N. Antonesku, professor (Romania), S. Suresh, professor (USA),  
Bravu Konstantin, professor (Israel), Baur Reinhard, professor (Germany), F. Franek, professor  
(Austria), B.T. Zhumagulov, academician (Kazakhstan), Piter Jost, professor (Great Britain),  
Jung – Young Son, professor (Korea), A.V. Karimov, academician (Uzbekistan), D. Mavrakis,  
professor (Greece), N.K. Mishkin, academician (Belarus), Nejdet Saglam, professor (Turkey),  
S. Pytko, professor (Poland), A.I. Vasilyev, academician (Ukraine)

## ТƏSİSÇİ:

**“Azərbaycan Mühəndislik Akademiyası”** ictimai birlüyü.

2009-cu ilin noyabr ayından nəşr olunur.

Dövriliyi ildə 4 dəfədir.

Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyi tərəfindən rəsmi qeydiyyata alınmışdır. Qeydiyyat № 2965, 23.06.2009-cu il

Jurnal Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının reyestrinə namizədlilik və doktorluq dissertasiyalarının nəticələrini dərc olunmaq üçün daxil edilmişdir.

Jurnal texniki elmlər üzrə referativ məlumatların beynəlxalq ingilis dilli bazasına daxil edilmişdir – “INSPEC”

Jurnala abuna “Azərpocht” ASC-nin poçt bölmələrində yazılmış olar.

Abunə il boyu davam edir.

Abunə indeksi: Hüquqi və fiziki şəxslər üçün – 1156

*Redaksiyanın ünvanı:* Azərbaycan Respublikası, AZ 1010,

Bakı şəhəri, K.Səfərəliyeva 22.

Tel/Faks: (+99412) 598 24 52  
(dax. 6-59)

E-mail: amaxeber@yahoo.com  
<http://ama.com.az>

REKLAMALARIN YERLƏŞDİRİLMƏSİ  
İLƏ ƏLAQƏDAR REDAKSIYAYA  
MURACİƏT EDƏ BİLƏRSİNİZ

## FOUNDER:

**Public union “Azerbaijan Engineering Academy”**

Published since November, 2009.

Issued 4 times a year.

Certificate about registration № 2965, june 23. 2009 was given by Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan.

Journal was included into the list of education for publication of result of candidate and doctoral thesis by the supreme Attestation Commission Attached to the President of the Republic of Azerbaijan.

Journal was included into international English – language abstracts database on technical sciences “INSPEC”

Subscription to journal may be drawn up at post offices of OJSC “Azerpochtca”

Subscription index:

For juristic and for natural persons – 1156

*Address of editorial offices:* Azerbaijan Republic, AZ 1010,

Baku, K.Safaraliyeva 22.

Tel/Fax: (+99412) 598 24 52  
(inter. 6-59)

E-mail: amaxeber@yahoo.com  
<http://ama.com.az>

CONCERNING ADVERTISING  
PLACING TO ADDRESS  
IN EDITION

## УЧРЕДИТЕЛЬ:

Общественное объединение  
**«Азербайджанская Инженерная Академия».**

Издается с ноября 2009 года.

Выходит 4 раза в год.

Официально зарегистрирован  
Министерством Юстиции Азербайджанской Республики. № регистрация: 2965 от 23.06.2009 г.

Журнал включен в перечень изданний, рекомендованных для публикации основных результатов кандидатских и докторских диссертаций Высшей аттестационной комиссии при Президенте Азербайджанской Республики.

Журнал включен в международную англоязычную базу реферативных данных по техническим наукам INSPEC.

Подписка на журнал осуществляется в отделениях ОАО «Азерпочта».

Подписка продолжается в течение года.

Индекс подписки для юридических и физических лиц: 1156.

*Адрес редакции:* Азербайджан,  
AZ1010, г. Баку, ул. К.Сафаралиева, 22.  
Тел./Факс: : (+99412) 598 24 52  
(внутр. 6-59)

E-mail: amaxeber@yahoo.com  
<http://www.ama.com.az>

ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ  
РЕКЛАМЫ ОБРАЩАТЬСЯ  
В РЕДАКЦИЮ

## M Ü N D Ə R İ C A T

<b>Baş redaktordan .....</b>	<b>7</b>
<b><u>N e f t və q a z</u></b>	
<b>Qurbanov R.Ə.</b>	
Quyudibi mühərrrik turbininin kinematik sxeminin seçilməsinin əsas prinsipləri.....	13
<b>İsmayılov Q.Q., Quliyev M.M., Quliyev V.K.</b>	
Saultı neft və qaz kəmərlərinin "J"-üsulu ilə çəkilişi zamanı gərginlik-deformasiya vəziyyətinin təhlili .....	20
<b>Əhmədov İ.Z., Qurbanov Ə.N.</b>	
Quyudibi zonaya təsir üsullarının səmərəliliyinin artırılması problemləri .....	34
<b><u>M e x a n i k a və m a ş i n q a y i r m a</u></b>	
<b>Zeynalov R.R., Bağırov Ə.N.</b>	
Qaz nəqli avadanlığı və boru kəmərləri elementlərində korroziya-mexaniki çatların artma sürətinin proqnozlaşdırılması .....	41
<b><u>A v i a s i y a</u></b>	
<b>Cavadov N.H.</b>	
Texnoloji sistemin keyfiyyətinin proqnozlaşdırılması və onun optimallaşdırılması .....	49
<b>Nəbiyev R.N., Həzərxanov Ə.T., Skubilin M.D., Finaev V.İ.</b>	
Təyyarənin təkrar yerə enməsi üçün havalanma hərəkətinin riyazi modelləşdirilməsi .	54
<b><u>T ə t b i q i i n f o r m a t i k a</u></b>	
<b>Mustafayeva S.R.</b>	
Müşahidə nəticələri əsasında xaotik proseslərin idarə olunması.....	57
<b><u>İ n ş a a t m e x a n i k a sı</u></b>	
<b>Hacıyev M.Ə., Alayeva S.M.</b>	
Dəmirbeton sütunların avrostandartların sadələşdirilmiş diaqramları əsasında yükgötürmə qabiliyyətinin tədqiqi və dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi .....	65
<b><u>K e n d t ə s ə r r ü f a tı</u></b>	
<b>Əhmədzadə E.N.</b>	
Kənd təsərrüfatında intensivləşmənin investisiyalasdırılmasının və ixracın dəstəklənməsinin tənzimlənməsi .....	80
<b>Əliyev B.İ.</b>	
Antropogen təsirlərə məruz qalmış bitkilərin bioindikasiya xarakteristikaları.....	88
<b><u>E k o l o g i y a</u></b>	
<b>Əliyev M.İ.</b>	
Qazıma tullantılarının ekologiyaya və təbiət mühitli obyektlərə təsiri və onların təmizlənməsi.....	94
<b>Mirələmov H.F., Məmmədov N.T.</b>	
Abşeronda neft-qazın hasilatında formalasañ lay sularının ərazinin hidroloji rejiminə ekoloji təsiri.....	102
<b>Əskərova N.Z.</b>	
Qazıma tullantılarının utilizasiyası yolu ilə ətraf mühitin təmizlənməsi .....	107
<b>Akademik Arif Mir Cəlal oğlu Paşayevin ad gününə .....</b>	
<b>Xronika: Nobel mükafati laureatları .....</b>	
<b>Elm və texnika yenilikləri.....</b>	

## C O N T E N T S

<b>Editor in chief.....</b>	<b>7</b>
<b><u>Oil and gas</u></b>	
<b>Gurbanov R.A.</b>	
Basic principles of selection of kinematic downhole motors.....	13
<b>Ismailov G.G., Guliev M.M., Guliev V.K.</b>	
Analysis of the stress-strain state of underwater oil pipelines during installation by "J"-method.....	20
<b>Ahmadov I.Z., Gurbanov A.N.</b>	
Efficiency problems of bottom-hole treatment methods.....	34
<b><u>Mechanics and mechanical engineering</u></b>	
<b>Zeynalov R.R., Bagirov A.N.</b>	
Prediction of corrosion rate growth and mechanical elements of cracks in equipment and pipelines .....	41
<b><u>Aviation</u></b>	
<b>Javadov N.G.</b>	
Quality forecasting technological system and its optimization.....	49
<b>Nabiyev R.N., Gazarhanov A.T., Skubilin M.D., Finaev V.I.</b>	
Mathematical modelling of take-off movement of the plane at repeated landing .....	54
<b><u>Applied informatics</u></b>	
<b>Mustafayeva S.R.</b>	
Observed data-based control of chaotic processes.....	57
<b><u>Structural mechanics</u></b>	
<b>Hajiyev M.A., Alaeva S.M.</b>	
Investigation of the loading capacity for reinforced concrete columns by the european standard simplified diagram and evaluate their accuracy .....	65
<b><u>Agriculture</u></b>	
<b>Ahmadzadeh E.N.</b>	
Regulation of investment of an intensification of agriculture and support of export .....	80
<b>Aliev B.I.</b>	
Bioindicator characteristics of the vegetation subjected to anthropogenous influence .....	88
<b><u>Ecology</u></b>	
<b>Aliyev M.I.</b>	
Effect of drilling waste on the environment and objects of natural environment and methods of treatment.....	94
<b>Miralamov H.F., Mammadov N.T.</b>	
Environmental impact of oil and gas fields formed on the apsheron peninsula, on the hydrological regime of formation waters areas.....	102
<b>Askarova N.Z.</b>	
Preservation of the environment by recycling of the drilling waste .....	107
<b>To birthday of the academician Arif Mir Jalal oglu Pashayev .....</b>	
<b>Chronicle: Winners of a Nobel prize 2011 .....</b>	
<b>News of science and technology.....</b>	

## С О Д Е Р Ж А И Е

<b>От главного редактора .....</b>	<b>7</b>	
<b><u>Нефть и газ</u></b>		
<b>Курбанов Р.А.</b>		
Основные принципы выбора кинематической схемы турбины забойного двигателя .....	13	
<b>Исмайылов Г.Г., Гулиев М.М., Гулиев В.К.</b>		
Анализ напряженно-деформированного состояния подводных нефтегазопроводов при укладке “J”-методом .....	20	
<b>Ахмедов И.З., Гурбанов А.Н.</b>		
Проблемы повышения эффективности методов воздействия на призабойную зону скважин .....	34	
<b><u>Механика и машиностроение</u></b>		
<b>Зейналов Р.Р., Багиров А.Н.</b>		
Прогнозирование скорости роста коррозионно-механических трещин в элементах оборудования и трубопроводов .....	41	
<b><u>Авиация</u></b>		
<b>Джавадов Н.Г.</b>		
Прогнозирование качества технологической системы и её оптимизация .....	49	
<b>Набиев Р.Н., Газарханов А.Т., Скубилин М.Д., Финаев В.И.</b>		
Математическое моделирование взлётного движения самолета при повторной посадке .....	54	
<b><u>Прикладная информатика</u></b>		
<b>Мустафаева С.Р.</b>		
Управление хаотическими процессами по данным наблюдений .....	57	
<b><u>Строительная механика</u></b>		
<b>Гаджиев М.А., Алаева С.М.</b>		
Оценка точности упрощенных диаграмм евростандартов при исследовании несущей способности железобетонных колонн .....	65	
<b><u>Сельское хозяйство</u></b>		
<b>Ахмедзаде Э.Н.</b>		
Регулирование инвестирования интенсификации сельского хозяйства и поддержки экспорта .....	80	
<b>Алиев Б.И.</b>		
Биоиндикационные характеристики растительности, подвергнутой антропогенному воздействию .....	88	
<b><u>Экология</u></b>		
<b>Алиев М.И.</b>		
Влияние отходов бурения на экологию и объекты природной среды и методы их очистки .....	94	
<b>Мираламов Г.Ф., Мамедов Н.Т.</b>		
Экологическое влияние нефтяных и газовых месторождений, формирующихся на Апшеронском полуострове на гидрологический режим областей пластовых вод ...	102	
<b>Аскерова Н.З.</b>		
Охрана окружающей среды путем утилизации отходов бурения .....	107	
<b>Ко дню рождения академика Арифа Мир Джала оглы Пашаева .....</b>		<b>116</b>
<b>Хроника: Лауреаты Нобелевской премии – 2011 .....</b>		<b>119</b>
<b>Новости науки и техники .....</b>		<b>122</b>



## ***Baş redaktordan***

### **Əziz oxucular!**

Bir çox Qərb ölkələri son 30 ildə iqtisadiyyatın və cəmiyyətin yenilənməsinin, ali məktəbdə və regional səviyyədə innovasiya proseslərinin təşəkkülünün və inkişafının əsas mərhələlərindən keçmişlər.

Ölkə rəhbərlərinin müəyyənedici mərhələ kimi təqdim etdikləri indiki mərhələ cəmiyyətin və iqtisadiyyatın inkişafının sürətləndirilməsinin başlanğıcını qoymalı və yüksək texnoloji elm-təhsil cəmiyyətinə sıçrayışı təmin etməlidir. Bilik iqtisadiyyatına və innovasiya cəmiyyətinin formalasdırılmasına keçid bu yoluñ hüdudlarından biridir.

Innovasiya cəmiyyətinin təsdiq edilməsi uzaq perspektiv deyildir: bir sıra dövlətlər öz konsepsiya və strategiyalarında, yaxın perspektiv üçün inkişaf proqramlarında bu barədə məlumat verməyin zəruri olduğunu etiraf etmişlər. Təbii ki, onların təcrübəsi və bu yeni vəzifənin həllinə baxışları, bilavasitə istifadə üçün təklif edilmiş mexanizm və vasitələr böyük maraq doğur və müəyyən mənada oriyentir ola bilər.

Xaricdə innovasiya cəmiyyətinin təşəkkülü problemi öz dinamikası ilə hamının diqqətini cəlb etmiş dörd dövlətin – Kanada, İrlandiya, Finlandiya və Cənubi Koreyanın timsalında nəzərdən keçirilmişdir.

Nəyə görə təhlil üçün məhz bu ölkələr seçilmişdir? Hələ 20-30 il əvvəl Kanada, İrlandiya, Finlandiya və Cənubi Koreya öz inkişafına görə Avropa İttifaqında, Asiya regionunda və Şimali Amerikada sonuncular sırasında idilər. Innovasiya cəmiyyəti formalasdırmağa can atdıqlarını ilk dəfə onlar bəyan etmiş, bu anlayışı rəsmi dövriyyəyə buraxmış, bir sıra qərarlar və qanunverici aktlar qəbul etmiş və bu istiqamətdə irəliləməyi əsas məqsəd seçmişlər.

Bizim üçün son dərəcə mühüm məsələ budur ki, onlar ilk növbədə elm və təhsilə söykənmiş və “bilik iqtisadiyyatını” birincilər sırasında praktiki cəhətdən formalasdırmağa başlamışlar.

Innovasiya cəmiyyəti azad və yaradıcı insanların cəmiyyətidir. Yeni olan hər şeyə, o cümlədən iqtisadi həyata açıq olan bir cəmiyyətdir. Üstəlik, belə bir cəmiyyət bizim mənəvi dəyərlə-

rə mühafizəkar münasibətimizlə ahəngdar şəkildə birləşə bilər və birləşməlidir.

Yeni keçid iqtisadiyyatının problemləri, regionların innovasiya inkişafının aparıcı texnoloji məkanları (parkları) kimi təsdiq edilməsi, ali məktəbin bu məsələnin həllində rolu və iştirakı xüsusi təyinat kimi nəzərdən keçirilir.

Texnopark dövlətin gələcəyə töhfəsidir, layihələrinin icrasını başa çatdırmış və rəqabətədavamlı təzə məhsul bazarlarına çıxmağa hazır olan yeni innovasiya şirkətlərinin təkrar-təkrar yaradılması mərkəzidir.

Parkların əksəriyyəti regional elmi-texnoloji klasterlərin (65%) bilavasitə yaxınlığında yerləşir və formalaşmaqdə olan texnoloji sektorun (50%-dək) əsas istiqamətlərinə müvafiq ixtisaslaşır. Xarici təcrübənin təhlili göstərir ki, innovasiya iqtisadiyyatının həqiqi mənada innovasiya cəmiyyətində formalaşa biləcəyi getdikcə daha aşkar görünür. Belə bir cəmiyyətdə müəssisənin, təşkilatın istiqamətini və xarakterini innovasiyalar müəyyən edir, innovasiya təfəkkürü insanın hərəkət, baxış və səylərində həllədici olur, təhsil, elm və biznes birlilikləri real tərəfdəşliğə, işgüzar münasibətlərə söykənərək six şəkildə işləyirlər. Innovasiya cəmiyyətinin formalaşması probleminin nəzərdən keçirilməsi ideyası beləcə yaranmışdır.

Başqa dövlətlərin təcrübəsini təhlil edərkən bizi ərazi inkişafının problemləri, innovasiya məsələlərinin həllində regionların yeni rolu və onların məsuliyyəti, bilik cəmiyyətinin formalaşmasında ali məktəbin xüsusi təyinatı məsələləri daha çox maraqlandırılmışdır.

Biz ölkədə bu proseslərin fəal iştirakçıları olan ali məktəblərə və elmi mərkəzlərə güvənirik. Bütün hallarda ali təhsil ocaqlarının və elmi mərkəzlərin həmin problemlə bağlı səsimizə səs verib bizimlə əlaqə yaradacaqlarına ümid bəsləyirik.

Bununla əlaqədar olaraq belə bir sual ortaya çıxır: texnopark təhsil problemlərinə və ali məktəblərdə kadrların hazırlanmasına hansı formada keyfiyyətli təsir göstərə bilər? Təhsil sahəsində texnoparkı necə təsəvvür etmək və görmək olar? Məsələ budur.

Akademik

 Arif Paşayev

## ***Editor in Chief***

### **Dear readers!**

Over the past 30 years, the many western countries have passed the main stages of renovation of economy and society, formation and development of the innovative processes in the higher school and at regional level.

The current stage was declared by the heads of the countries as determinant and it has to speed up the development of the society and economy and provide a breakthrough to the hi-tech scientific and educational society. Transition to the economy of knowledge and formation of the innovative society is one of these boundaries.

The approval of the innovative society is not long-term prospect: some states stressed the necessity to declare about it in their conceptions and strategies, programs of development for the further prospects. Their experience and stances at solution of this new task, mechanisms and instruments, which are offered for immediate use, has an important interest and may serve as a guideline.

The problem of formation of the innovative society abroad was viewed by the example of four states, which attracted the overall attention due to their dynamism – Canada, Ireland, Finland and the Southern Korea.

Why do they select for analysis? Some decades ago, Canada, Ireland, Finland and the Southern Korea were the least developed in the European Union, Asiatic region and the Northern America. They first declared about their aspiration to form the innovative society, made it official, adopted some decisions and legislative acts and agreed to move in this way.

It is very important for us that they staked on education and science and began practical formation of the “economy of knowledge”.

The innovative society is the society of free and creative people, the society, which was opened for all new, including the economic life. Such society may and must be balanced with our conservative attitude to the spiritual values.

The problems of transition to the new economy, confirma-

tion of the regions as the leading technological grounds (parks) of the innovative development, role and participation of the higher school in solution of this task is considered as special destination.

The technopark is contribution of the state to the future, a center of the permanent reproduction of the new innovative companies, which completed the development of their projects and are ready to submit the new competitive production to the market.

The most of the parks is near the regional scientific and technological clusters (65%) and specialized in accordance with the main directions of the technological sector (about 50%). According to the analysis of the foreign experience, the innovative economy may be formed in the innovative society, where innovations define character of the activity of an enterprise, organization, where innovative thought becomes the basis for deeds, sights and aspirations of the individual and educational, scientific and business communities work in touch with partnership and business relations. Thus, intention on problem of formation of the innovative society was emerged.

During the analysis of the experience of other states, we mainly interested in problems of the territorial development, new role and responsibility of the regions for solution of the innovative tasks, destination of the higher school in formation of the knowledge society.

We rely on the higher education institutions and scientific centers, which are active participants of these processes in the country. We stake on the higher education institutions and the scientific centers, which respond to this problem and make contact with us.

Taking all this into account, the question arises as to whether the technopark may influence on problems of education and training personnel in the higher education institutions. The technopark is in the field of education - how can we imagine and see it? That is a question.

**Academician**

*Arif Pashayev*

## ***От главного редактора***

### **Дорогие читатели!**

За последние 30 лет многие западные страны прошли основные этапы обновления экономики и общества, становления и развития инновационных процессов в высшей школе и на региональном уровне.

Нынешний этап заявлен руководителями стран как определяющий, он должен дать стартовое ускорение развитию общества и экономики и призван обеспечить прорыв в высокотехнологичное научно-образовательное общество. Один из рубежей на этом пути – переход к экономике знаний и формированию инновационного общества.

Утверждение инновационного общества – не дальняя перспектива: ряд государств признали необходимым заявить об этом в своих концепциях и стратегиях, программах развития на ближайшую перспективу. Естественно, их опыт и взгляды на решение этой новой задачи, механизмы и инструменты, которые предложены для непосредственного использования, представляют значительный интерес и могут служить определенным ориентиром.

Проблема становления инновационного общества за рубежом интересна на примере четырех государств, которые своей динамикой привлекли всеобщее внимание, – Канады, Ирландии, Финляндии и Южной Кореи.

Почему именно они выбраны для анализа? Еще несколько десятилетий назад Канада, Ирландия, Финляндия и Южная Корея – в числе последних по своему развитию в Европейском Союзе, Азиатском регионе и в Северной Америке. Они впервые заявили о стремлении к формированию инновационного общества, ввели это понятие в официальный оборот, приняли ряд решений и законодательных актов и определили своей главной целью движения на этом пути.

Для нас крайне важно, что они сделали ставку в первую очередь на образование и науку и в числе первых приступили к практическому формированию «экономики знаний».

Инновационное общество – это общество свободных и творческих людей, общество, открытое ко всему новому, в том

числе в экономической жизни. При этом такое общество может и должно гармонично соединяться с нашим консервативным отношением к духовным ценностям.

Проблемы перехода к новой экономике, утверждение регионов как ведущих технологических площадок (парков) инновационного развития, роль и участие высшей школы в решении этой задачи рассматриваются как особое предназначение.

Технопарк – это вклад в будущее, центр постоянного воспроизводства новых инновационных компаний, которые завершили освоение своих проектов и готовы выйти на рынки новой конкурентоспособной продукции.

Большинство парков находятся в непосредственной близости от региональных научно-технологических кластеров (65 %) и специализируются в соответствии с основными направлениями формируемого технологического сектора (до 50%). Как показывает анализ зарубежного опыта, становится все более очевидным, что инновационная экономика по-настоящему может формироваться в инновационном обществе, в котором инновации определяют направление и характер деятельности предприятия, организации, где новое мышление становится определяющим в поступках, взглядах, устремлениях человека, а образовательное, научное и бизнес-сообщество работают в полном контакте на реальной основе партнерских, деловых отношений. Так возник замысел рассмотрения проблемы формирования инновационного общества.

При анализе опыта других государств нас больше интересовали проблемы территориального развития, новая роль и ответственность регионов за решение инновационных задач, особое предназначение высшей школы в формировании общества знаний.

Мы рассчитываем на вузы и научные центры, которые являются активными участниками этих процессов в стране. Во всех случаях мы делаем ставку на то, что по данной проблеме откликнутся и установят с нами контакт высшие учебные заведения и научные центры.

В связи с этим встает вопрос, в какой существенной форме технопарк может оказать качественное влияние на проблемы образования и подготовки кадров в вузах. Технопарк в сфере образования – каким его можно представить и видеть? Вот вопрос.

Академик

*Ариф Пашаев*

## QUYUDİBİ MÜHƏRRİK TURBİNİNİN KİNEMATİK SXEMİNİN SEÇİLMƏSİNİN ƏSAS PRİNSİPLƏRİ

R.Ə. QURBANOV

Məqalədə seçilmiş aktiv kinematik sxemli turbinlərdə sərfin verilmiş diapazonunda və konstruktiv parametrlərin seçilmiş qiymətlərində dövrlər sayının təmənidici qiyməti, mayenin hücum bucağı ilə çıxış bucaqlarının qiymətlərindən asılı olaraq təyin olunma metodikası verilmişdir.

**Açar sözləri :** turbobur, turbin, hücum bucağı, çıxış bucağı, xarakteristik əmsal.

**Giriş.** Quyuların dərinliyi artıraqca, qazma borularının iş şəraiti çətinləşdiyinə görə, qazma sürəti getdikcə azalmağa başlayır. Dərin quyuların rotor üsulu ilə qazılması səmərəli olmur. Buna görə də turbin üsulu ilə qazmaya keçmək lazımlı gəlir.

Çoxpilləli turboburlar iş prinsipi etibarı ilə hidravlikli turbindən ibarət olub, quyu dibinə göndərilən gilli məhlul vasitəsi ilə hərəkətə gətirilir. Turbobur hidravlikli mühərrrik olduğundan onun əsas işçi orqanı hidravlikli turbindir. Turboburun turbinindən keçən gilli məhlulun enerjisi mexaniki işçə çevrilərək val üzərində toplanır. Statordan keçən gilli məhlul müəyyən istiqamətə malik sürətlə rotora daxil olub onu hərəkətə gətirir. Gilli məhlulun sərfindən və təzyiqindən asılı olaraq müəyyən güc, fırlanma momenti və fırlanma sürəti alınır.

İşlənilən quyudibi mühərrrikin işçi orqanını hidravlikli turbin qəbul edirik. Bu turbin adı hidravlikli turbindən öz əndəzə ölçüləri, konstruksiyası, eləcə də öz energetik xüsusiyyətləri ilə fərqlənir.

Turbin, val üzərində müəyyən hücum bucağı altında yerləşdirilmiş metal lövhələrin verilmiş addımla düzümündən ibarətdir. Bu lövhələri turbinin pərləri adlandırırlar. Turbin layihələndirilərkən pərlərin hamısının eyni şəraitdə işlənməsinə nail olmaq lazımdır. Bu o deməkdir ki, hər bir pər arasından axan mayenin basqı itkisi turbinin hansı rejimdə işləməsindən asılı olmayaraq eyni olmalıdır. Beləliklə, hər paralel pərlər arasından keçən maye sərfi eyni olar və orada yaranan basqı fərqi bərabər olar, bu isə turbin valına verilən gücün dəyişməz qalmasına səbəb olar və dövrlər sayını yaradan moment də sabit qalar.

**Məsələnin qoyuluşu.** Turbin layihələndirilərkən pər aparatının tipinin düzgün seçiləməsi çox vacib və prinsipial məsələdir.

Çoxpərli turbinin layihələndirilməsinin ən sadə yolu düz pərli turbin şəbəkəsinin seçiləməsidir.

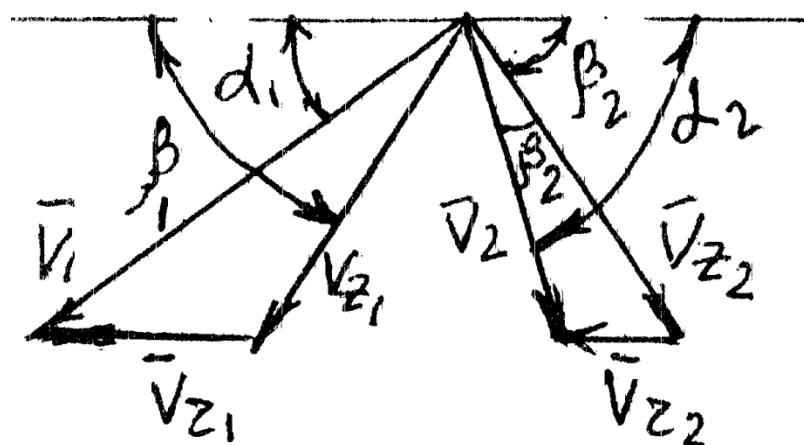
Hazırlanma texnologiyasına görə bu tip turbinlər çox asan və iqtisadi cəhətdən daha olverişlidir.

Düz pərləri mürəkkəb profilli turbinlərə nisbətən kiçik dövrlər sayına malikdirlər. Bu isə quyudibi mühərrikdə mürəkkəb quruluşa malik redukturdan istifadə etməyin qarşısını alır.

Pərlərin radial ölçüsü turbin valına nisbətən çox böyük alınmır, elə bu səbəbdən turbin kanallarından keçən maye axınının pərlərə verdiyi gücün hidrodinamiki şəraiti eyni olur.

**Məsələnin həlli.** Turbin layihələndirilərkən kinematik sxemin seçilməsi əsas məsələlərdən biridir. Bu sxemin seçilməsi zamanı həmişə sürət üçbucağından istifadə olunması məlumdur. Sxem vasitəsilə mayenin pərlərə təsiri zamanı axın sürətinin qiymətinin və istiqamətinin dəyişməsini əyani göstərmək olur. Sürət üçbucağı əsasən turbin aparatının girişi və çıxışı üçün qurulduğda böyük maraq kəsb edir. Turbin kanalındaki mayenin mütləq sürətini  $\bar{V}$  həmişə iki toplanana ayırmaq olur: nisbi sürət  $\bar{V}_z$  maye hissəcikləri turbinin pərlərinə nisbətən hərəkət edir və çevrəvi sürət  $\bar{V}_r$ . Bu sürətin qiymət və istiqaməti turbinin çevrəvi sürətinə bərabərdir. Bu üç sürət vektorları qapalı sürət üçbucağını yaradır. (Şəkil 1)

$$\bar{V} = \bar{V}_z + \bar{V}_r$$



Şəkil 1. Turbinin giriş və çıxışında sürət üçbucağı sxemi.

Sxemdə aşağıdakı şərti işarələr qəbul olunmuşdur:

$\alpha_2, \beta_1$  – sxemdə uyğun olaraq istiqamətləndiriciyə və turbin kanalına mayenin daxil olma bucaqları.

$\alpha_1, \beta_2$  – sxemdə uyğun olaraq istiqamətləndiricidən və turbin kanalından mayenin çıxma bucaqları.

Sürət üçbucaqlarının müxtəlif formada olması pərlərin profillərinin formalarından, istiqamətləndiricilərdən və turbinin ölçülərindən asılıdır. Bu parametrlər turbin pilləsinin əmsalını təşkil edir. Bunları nəzərdən keçirərək

**1) pillənin sərf əmsalı** – mayenin oxboyu sürətinin çevrəvi sürətə nisbətidir.

$$C_z = \frac{V_z}{V_r} \quad (1)$$

Nəzərə alsaq ki, mayenin ox boyu sürətini

$$V_z = \frac{Q}{\pi D_{op} h \alpha} \quad (2)$$

eləcə də çevrəvi sürəti

$$V_r = \frac{\pi D_{op} n}{60} \quad (3)$$

kimi göstərmək olar. Onda pillənin sərf əmsallarını aşağıdakı şəkildə yazmaq olar :

$$C_z = \frac{V_z}{V_r} = \frac{60Q}{\pi^2 D_{op}^2 h \alpha n} \quad (4)$$

Burada

**Q** – pərlər yerləşən turbin kamerasından keçən mayenin miqdarı;

**D<sub>op</sub>** – turbinin orta diametri;

**h** – pərlərin hündürlüyü;

**α** – axının pərlər tərəfindən sıxışdırılma əmsali;

**n** – turbin valının dəqiqlikədəki dövrlər sayıdır.

Beləliklə,  $C_z$  sərf əmsalının Q sərf diapazonu və D<sub>op</sub>, h, α parametrləri daxilində təyini deməkdir, bu isə digər işçi xarakteristikaların təyini üçün əsas yaradır.

**2) dövretmə əmsalı** – axının turbininin girişindəki və çıxışındakı mütləq sürətlərinin çevrəvi sürət istiqamətində proyeksiyaları fərqlərinin çevrəvi sürətə nisbətidir.

$$C_{V_r} = \frac{V_{W_r} - V_{2V_r}}{V_r} \quad (5)$$

digər tərəfdən, Eylerin turbin haqqında ikinci teoremini istifadə etsək ( $V_{r_1} = V_{r_2}$ ), onda aşağıdakı ifadəni almış olarıq

$$2C_{V_r} = \frac{H\eta}{\frac{V_r}{2g}} \quad (6)$$

Beləliklə, dövretmə əmsalı  $C_{V_r}$  turbinin nisbi işgörmə qabiliyyətini səciyyələndirir.

**3) reaktivlik dərəcəsi** – turbin pərlərinin girişi ilə çıxışındakı təzyiqlər fərqinin, turbin aparatında yaranan təzyiqlər fərqinə olan nisbətidir.

$$P_{reak} = \frac{\Delta P_{II}}{\Delta P_T} \quad (7)$$

Enerji itkisini nəzərə almadan Bernulli tənliyini istifadə etsək, reaktivlik dərəcəsini aşağıdakı şəkildə ifadə etmək olar :

$$P_{reak} = \frac{\Delta P_{II}}{\Delta P_{II} + \Delta P_{II}} = \frac{\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}}{\frac{v_{2r}^2 - v_{1r}^2}{2g} - \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}} \quad (8)$$

burada

- |                 |   |
|-----------------|---|
| $\Delta P_{II}$ | – istiqamətləndiricidə yaranan təzyiqlər fərqi;                 |
| $W_1 və W_2$    | – istiqamətləndiricidə turbin kanalındakı mayenin nisbi sürəti; |
| $V_{2r}$        | – istiqamətləndiricidə mayenin mütləq sürətidir.                |

Beləliklə, reaktivlik dərəcəsi, turbin daxilində enerjinin çevrilmə qaydasını səciyyələndirir. Reaktivlik dərəcəsini, (7) və (8) tənliklərini sürət üçbucağı vasitəsi ilə aşağıdakı şəkildə tapa bilərik :

$$P_{reak} = \frac{W_{op}}{V_r} \quad (9)$$

burada,  $W_{op}$  – çevrəvi sürət istiqamətində nisbi sürətlərin orta vektor qiymətlərinin proyeksiyasıdır.

Çevrəvi sürətin istənilən qiymətlərində  $C_z$ ,  $C_{VT}$  və  $P_{reak}$  əmsallarına qiymət verməklə sürət üçbucaqlarını qurmaq olar.

Sürət üçbucaqlarından mayenin turbinə giriş və çıkış bucaqlarını təyin etmək mümkündür. ( Şəkil 1 ) :

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{C_z}{C_{V_{1r}}} = \frac{\overline{C_z}}{\frac{C_{V_{1r}}}{2} + 1 - P_{reak}} \quad (10)$$

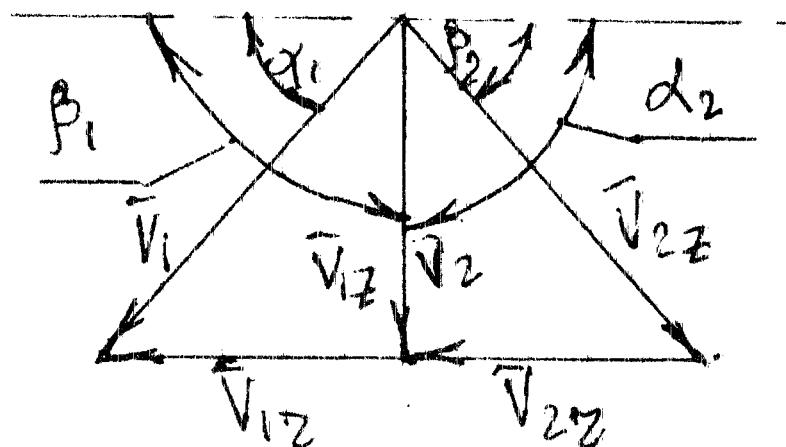
$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{C_z}{C_{V_{2r}}} = \frac{\overline{C}_z}{1 - P_{reak} - \frac{C_{V_r}}{2}} \quad (11)$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{C_z}{W_{W_r}} = \frac{\overline{C}_z}{\frac{\overline{C}_{V_r}}{2} - P_{reak}} \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{C_z}{W_{2V_r}} = \frac{\overline{C}_z}{\frac{\overline{C}_{V_r}}{2} + P_{reak}} \quad (13)$$

Göründüyü kimi, turbinin kinematik sxemi turbin pilləsinin xarakteristik əmsalları ilə təyin olunur. Bu kinematik sxemləri araşdırıraq.

1. Reaktiv tipli turbin pilləsinin sürətlər üçbucağı aşağıdakı kimidir (Şəkil 2.):



*Şəkil 2. Reaktiv tipli turbin pilləsinin sürətlər üçbucağı*

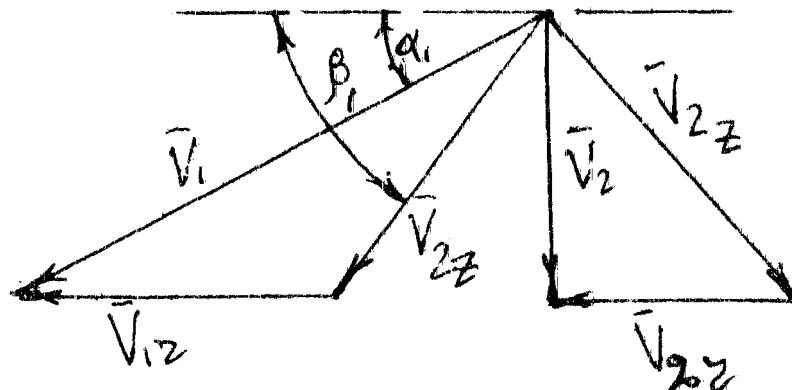
Göstərilən sürət üçbucağını nəzərə alsaq, turbinin xarakteristik əmsalları aşağıdakı şəkilə düşər.

➤ Dövretmə əmsali –  $C_{V_r} = \frac{V_{1r} - V_{2r}}{V_r} = \frac{V_{1r}}{V_r} = \frac{V_r}{V_r} = 1$

➤ Reaktivlik dərəcəsi –  $P_{reak} = \frac{W_{op}V_r}{V_r} = \frac{0.5V_r}{V_r} = 0.5$

Bu kinematik sxemin digərlərindən fərqi ondadır ki, mayenin sərfini sabit saxlamaqla, dövran sistemində təzyiqlər fərqini sabit saxlamaq mümkündür., f.i.ə. yüksəkdir, pərlərin konstruksiyası daha texnolojidir.

**2.** Aktiv tipli sürət üçbucağı aşağıdakı kimiidir (Şəkil 3.) :



Şəkil 3. Aktiv tipli turbinin sürət üçbucağı.

Turbin pilləsinin xarakteristik əmsalları

- Dövretmə əmsali –  $C_{V_r} = \frac{V_{1r} - V_{2r}}{V_r} = \frac{V_{1r}}{V_r} = \frac{2V_r}{V_r} = 2$
- Reaktivlik dərəcəsi –  $P_{reak} = \frac{W_{op}V_r}{V_r} = 0$

Bu kinematik sxemin reaktiv tipli turbindən fərqi ondadır ki, nisbətən kiçik dövrlər sayında nisbətən sabit burucu moment almaq mümkündür, bu isə turbinin pillələrinin sayını azaldır. Bu tip turbinin mənfi cəhəti isə f.i.ə. – nin nisbətən azlığıdır. Bunları nəzərə alaraq, quyudibi mühərrikin turbinini aktiv pilləli turbin qəbul edirik. Belə turbin üçün  $\overline{C_{V_r}} = 2$ ,

$P_{reak} = 0$  qiymətində giriş və çıxış bucaqlarının asılılığı aşağıdakı kimi olar :

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\overline{C_z}}{\frac{C_{V_{1r}}}{2} + 1 - P_{reak}} = \frac{C_z}{\frac{2}{2} + 1 - 0} = \frac{C_z}{2} \quad (14)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\overline{C_z}}{1 - P_{reak} - \frac{C_{V_r}}{2}} = \frac{\overline{C_z}}{1 - 0 - \frac{2}{2}} = \infty \quad (15)$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\overline{C_z}}{\frac{C_{V_r}}{2} - P_{reak}} = \frac{\overline{C_z}}{\frac{2}{2} - 0} = \overline{C_z} \quad (16)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\overline{C_z}}{\frac{C_{V_r}}{2} + P_{reak}} = \frac{\overline{C_z}}{\frac{2}{2} + 0} = -\overline{C_z} \quad (17)$$

Beləliklə, seçilmiş aktiv kinematik sxemli turbinlərdə sərfin verilmiş diapazonunda və  $D_{op}$ ,  $h$ ,  $\alpha$  konstruktiv parametrlərin seçilmiş qiymətlərində dövrlər sayının təmینedici qiyməti, mayenin hücum bucağı ilə çıxış bucaqlarının qiymətlərindən asılı olaraq təyin olunacaq, yəni  $\alpha_1 = 2\beta_2$ .

**Nəticə.** Turbin sxemlərinin seçilməsinə istinad edərək quyudibi mühərrikin işlənməsinin əsas prinsipləri təqdim olunmuşdur;

İşlənilmiş quyudibi mühərrikin turbininin xarakterik əmsalları təqdim olunmuş, araşdırılmış və əhəmiyyətləri təqdim olunmuşdur;

## ƏDƏBIYYAT

- Санәхмәдов Ә.Х.** Qazima maşın və avadanlıqları. ( 2-ci nəşri ) – Bakı : Elm, 2005. 256 s.
- Гулузаде М.П.** Турбинное бурение наклонных скважин. – Баку, Азнефтеиздат, 1959.
- Кириллов И.И.** Теория турбомашин. – М. –Л.: Машгиз, 1983.

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТУРБИНЫ ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Р.А. КУРБАНОВ

В работе на основе выбора активной кинематической схемы турбины при заданном диапазоне расхода и конструктивных параметрах в зависимости от значения угла атаки и выходного угла дана методика определения частоты вращения турбины.

## **BASIC PRINCIPLES OF SELECTION OF KINEMATIC DOWNHOLE MOTORS**

R.A. GURBANOV

In this paper, based on the choice of the active kinematic scheme of the turbine at a given range of flow and structural parameters depending on the angle of attack and angle of the output given the methodology for determining the frequency of rotation of the turbine.

## SUALTI NEFT VƏ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN “J”-ÜSULU İLƏ ÇƏKİLİŞİ ZAMANI GƏRGİNLİK-DEFORMASIYA VƏZİYYƏTİNİN TƏHLİLİ

Q.Q. İSMAYILOV, M.M. QULİYEV, V.K. QULİYEV

Məqalədə dərin su hövzələrində sualtı neft və qaz kəmərlərinin “J”-üsulu ilə çəkilişi zamanı boru kəmərinin konfiqurasiyası və gərginlik vəziyyətini müəyyən etmək üçün hesablama üsulu təklif olunur.

**Açar sözlər:** sualtı dəniz neft və qaz kəmərləri, çəkiliş üsulları, gərginlik-deformasiya vəziyyəti, möhkəmlik həddi, buraxılabilən çəkilmə dərinliyi.

Azərbaycan üçün Xəzər dənizi həddindən çox maraq doğurur və öz zəngin karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi və dünya bazarına çatdırılması baxımından o regionda xüsusi yer tutur. Çünkü ölkəmizin neft sənayesinin inkişafının əsas perspektivləri dəniz yataqları – Xəzərin Azərbaycan sektorundakı perspektiv neft-qaz strukturları ilə bağlıdır. Bu strukturların, demək olar ki, yarısı dənizin 200 m və daha dərin olan sahələrini əhatə edir.

Xəzər şəlfinin karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi irimiyyaslı texniki mühəndis tikililəri hesab edilən sualtı dəniz neft və qaz kəmərlərinin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı ilə bağlıdır.

Dəniz neft-qaz hasilatının intensivləşməsi (o cümlədən, bağlanmış müqavilələr əsasında) hesabına böyük dərinliklərdə işlərin aparılması zərurəti ilə əlaqədar olaraq sualtı boru kəmərlərinin çəkiliş texnologiyalarına və möhkəmliklərinin təmin olunmasına qoyulan tələblər xeyli artmış və aktual olmuşdur. Təsadüfi deyil ki, dərin dəniz yataqlarından neftin, qazın hasil edilməsi, yığılması və nəqlinin səmərəliliyi sualtı avadanlıq və tikililərin etibarlılığı və düzgün quraşdırılmasından çox asılıdır.

Dəniz sualtı boru kəmərləri çəkiliş və istismar müddətində mürəkkəb gərginlik altında olmaqla həm daxili, həm də xarici amillərin təsirinə məruz qalır. Dənizin dərinliyi, axının istiqaməti, kəmərin uzunluğu dəniz dibinin relyefi və nəql olunan məhsulun fiziki-kimyəvi və reoloji xüsusiyyətlərdən, eləcə də termodinamiki şəraitdən asılı olaraq boru kəmərinin iş şəraiti və istismar göstəriciləri müxtəlif olur.

Dəniz şəraitində sualtı boru kəmərlərinin çəkilişi xüsusi layihə əsasında aparılır və

çəkiliş üçün ən etibarlı üsul borudüzən gəmilərdən istifadə olunmasıdır.

Dünya təcrübəsindən məlumdur ki, boru kəmərinin əyilən hissəsinin aldığı formaya görə adlandırılan “S” və “J”-üsullarından hal-hazırda sualtı neft-qaz kəmərlərinin çəkilişində geniş istifadə olunur [1-5]. Müasir borudüzən gəmilər “S”- üsulu ilə diametri 1420 mm olan boru kəmərinin 300 m, diametri 810 mm olan kəmərlərinin isə 700 m dərinlikdə gün ərzində 3-5 km sürətlə çəkilməsinə imkan verir. Bu zaman diametr və suyun dərinliyi artdıqca dərticə gücü daha çox olan sistemlər, ağır və böyük qabariti olan stingerlər tələb olunur. Digər tərəfdən, əyrilik radiusu və stingerin ümumi uzunluğunun artması öz növbəsində idarəetməni çətinləşdirməklə onu dalğa və axınların daha çox təsirinə məruz edir. Odur ki, dünya praktikasında daha dərin su hövzələrində böyük diametrli boru kəmərlərinin çəkilişi üçün “J”-üsulundan daha çox istifadə olunur. Qeyd olunan üsullarla boru kəmərlərinin çəkilişinin hesabı sxemi şəkil 1 və 2-də göstərilmişdir.

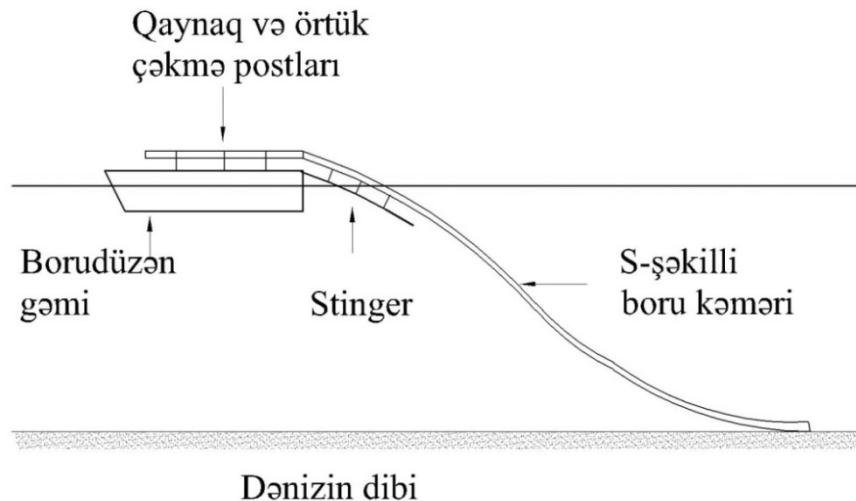
Şəkil 2-dən göründüyü kimi “J”-üsulu ilə çəkiliş texnologiyasının əsas fərqi ondan ibarətdir ki, bu zaman boru kəmərinin yuxarı hissəsi vertikal və ya ona yaxın yerləşdiyindən stingerdən istifadə olunması zərurəti yaranmır. Tikinti prosesinin idarə olunması əsasən gəmidə yaradılan gücün tənzimlənməsi hesabına əldə olunur. Bu zaman boruları saxlayan vişkanın vertikaldan səpməsi (fərqlənməsi) sıfıra bərabər və ya çox az olur. Vertikaldan ən çox fərqlənmə halı kəmərin trasının başlangıç və sonunda nisbətən dayaz su hövzələrində işləyərkən tətbiq edilir.

“S”-üsulu ilə çəkiliş texnologiyasından fərqli olaraq “J”-üsulu ilə çəkiliş üsulu minimum dərinliklə məhdudlaşır. Qeyd olunanları nəzərə alaraq praktikada hər iki üsuldan istifadə etməklə, yəni nisbətən dayaz su hövzələrində “S”, daha dərinliklərdə isə “J”- üsulunun tətbiqi ilə borudüzən gəmilərin vasitəsi ilə sualtı kəmərlərin çəkilişi aparılır.

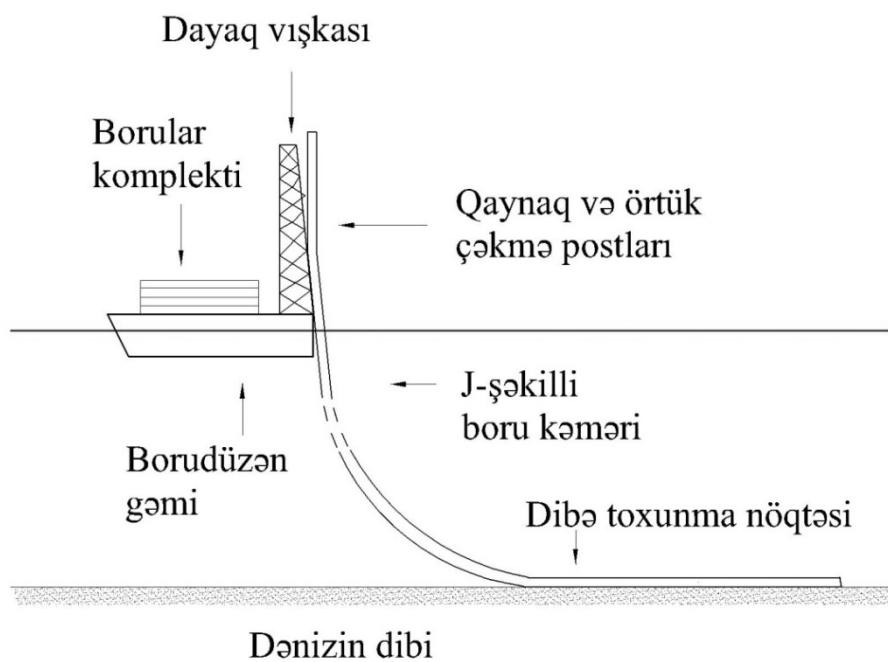
“J”-üsulu ilə boru kəmərinin çəkiliş prosesi iki mərhələdə həyata keçirilir. Belə ki, əvvəlcə boru kəməri vertikal olaraq sonluğu (ucu) dənizin dibinə toxunanadək suya salınır. Bu mərhələdən başlayaraq boru kəmərinin əyilməsi baş verir və borudüzən gəmi tras boyu hərəkət etdikcə kəmər dənizin dibinə yatır.

Dərin su hövzələrində “J”-üsulu ilə çəkiliş texnologiyalarına həsr olunmuş elmi-tədqiqat işlərinin təhlili göstərir ki, qeyd olunan üsulla çəkilişin hesablanması çox mürəkkəbdir və demək olar ki, hal-hazırda çəkiliş praktikasının müxtəlif şəraitləri üçün tətbiq oluna bilən dəqiq həllər mövcud deyildir. Belə ki, bəzi həllərdə boru kəmərinin çəkilişi zamanı sərhəd şərtlərindən istifadə olunmadığından, hesablama ancaq əyilməyə aparıldığı üçün kəmərin konfiqurasiyası nəzərə alınmamışdır. Boru kəmərinin əyilməsinin diferensial tənliklərinin həllini sadələşdirmək, onların təqribi həllərini almaq üçün edilən çəhdlər və yanaşmalar bir çox hallarda əsaslandırılmamış və qəbul olunan modellərin tətbiq sahəsi xeyli məhdud olmuşdur. Bəzi işlərdə boru kəmərlərinin əyilmə sərtliyinin nəzərə alınmaması ( $EJ = 0$ ) tövsiyə edildiyindən alınan tənliklərin nisbətən kiçik dərinliklər və diametrlər ( $D < 300$  mm), yəni kiçik sərtlik halları üçün istifadə olunması mümkün olmuşdur.

Boru kəmərinin konsol tipli əyilməsi halının qəbul olunması ilə bağlı olan yanaşmalar da əsaslandırılmışından yaxşı nəticələr verməmişdir.



*Şəkil 1. Dərin su hövzəsində boru kəmərinin "S"-üsulu ilə çəkilişi.*



*Şəkil 2. Dərin su hövzələrində boru kəmərinin "J"-üsulu ilə çəkilişi.*

Ümumiyyətlə, məlumdur ki, çəkiliş üsulundan asılı olmayaraq əsas məsələ boruların əyilməsi və qırılması hallarının olmamasına uyğun gərginiyik vəziyyətinin hesablanması hesab edilir.

“J”-üsulu ilə çəkiliş zamanı kəmərin dib hissəsinin gərginlik-deformasiya vəziyyəti (GDV) boru kəmərinin özünün ağırlığı, hidrostatik təzyiq və əyici momentin birgə təsiri ilə yaranır.

Bu üsulla çəkiliş zamanı əsas xüsusiyyət dənizin dibinə çatan hissədə və dib hissənin en kəsiyinin  $90^0$ -yə bərabər olan dönmə bucağında ən böyük əyici momentlərin baş verməsidir.

Kəmərin dib hissəsində  $q(x)$  –səpələnmiş yükün paylanması P.P.Borodavkin tərəfindən trapesiya şəklində qəbul edilmiş və boru kəmərinin konfiqurasiya, GDV vəziyyətini müəyyən etməyə imkan verən hesablama metodu təklif olunmuşdur.

H dərinliyində boru kəmərinin vertikal vəziyyətdə, h hissəsində isə əyilməsini və əyilmə xətti- $l$  uzunluğu boyu yükün paylanması şəkil 3-də göstərilən kimi əyrixətli trapesiya olduğunu nəzərə alaraq boru kəmərinin GDV-nin hesablanmasına baxaq.

Səpələnmiş yük epürasını şəkil 3. b)-də göstərilən kimi olduğunu nəzərə almaqla  $x=0$  olduqda  $q_x=q_0$ ,  $x=l$  olduqda isə  $q_x=q_l$  qəbul edirik.

Dib hissədə boru kəmərinin əyilməyə məruz qalan hissəsində  $q_x$  yükünün  $x$ - dən asılı olaraq dəyişməsinin aşağıdakı qanuna uyğunluqla baş verdiyini qəbul edək:

$$q_x = q_0 \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{x}{l}} = q_0 a^x, \quad (1)$$

$$\text{burada } a = \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{1}{l}} \quad (2)$$

“J”-üsulu ilə çəkiliş zamanı boru kəmərinin dib hissəsində  $q_x$  yükünün müxtəlif  $q_1/q_0$  - in qiymətlərində  $x/l$  ölçüsüz kəmiyyətindən (dib hissəsinin uzunluğu boyu) asılı olaraq dəyişməsi şəkil 4-də göstərilmişdir.

(1)-tənliyini nəzərə almaqla boru kəmərinin elastik xəttinin diferensial tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$EJy^{IV} = q_0 \cdot a^x \quad (3)$$

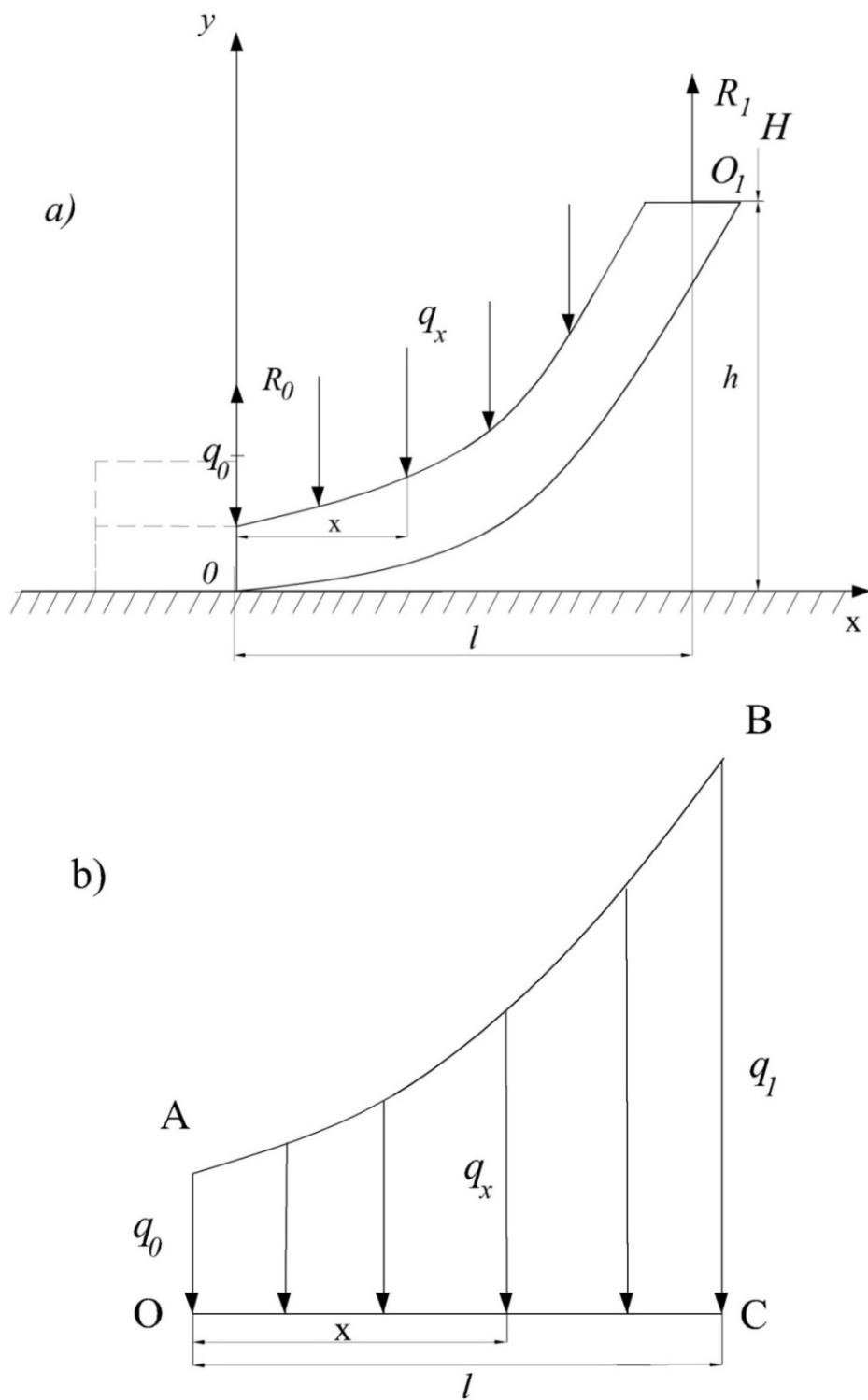
Sonuncu ifadəni integrallasaq aşağıdakı tənlikləri alarıq:

$$EJy^{III} = q_0 \cdot \frac{a^x}{\ln a} + c_1 \quad (4)$$

$$EJy^{II} = \frac{q_0}{\ell n^2 a} \cdot a^x + c_1 \cdot x + c_2 \quad (5)$$

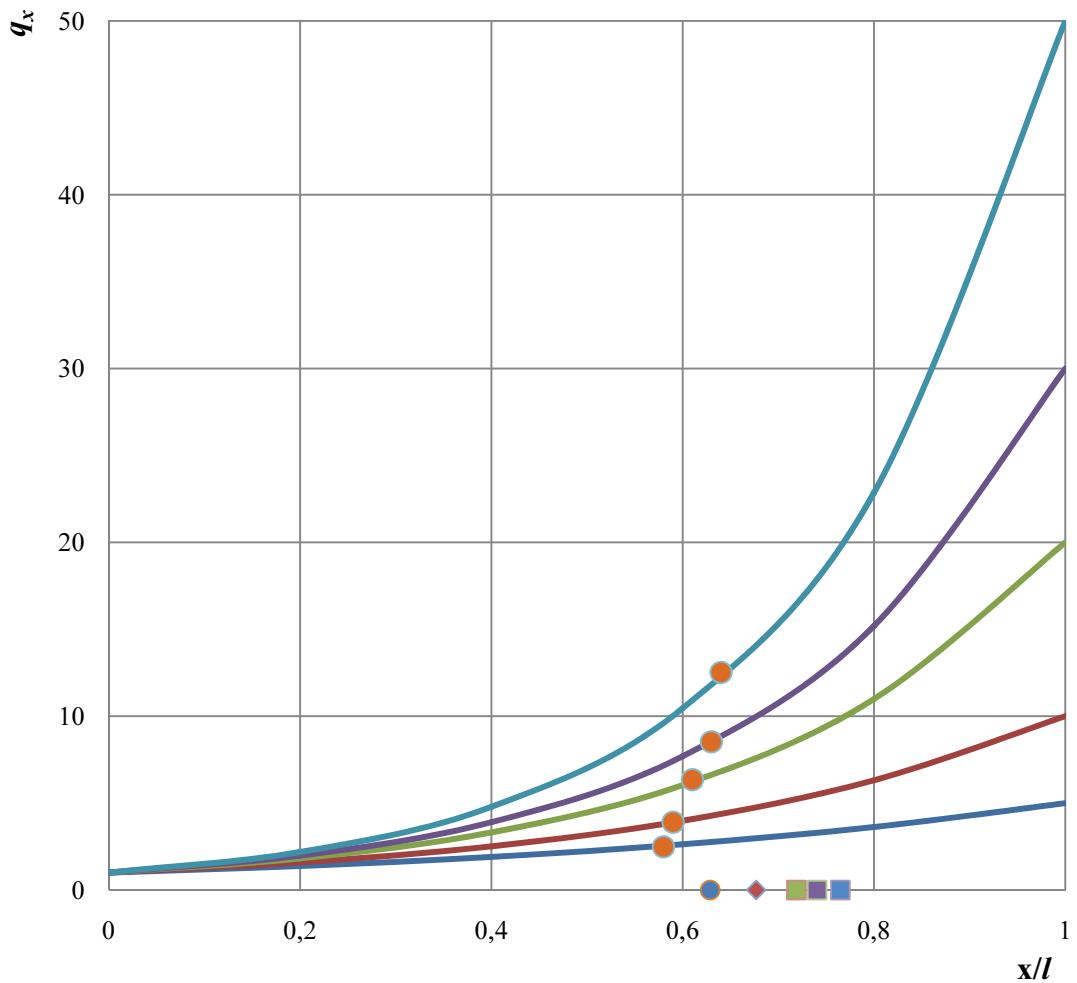
$$EJy^I = \frac{q_0}{\ell n^3 a} \cdot a^x + c_1 \cdot \frac{x^2}{2} + c_2 x + c_3 \quad (6)$$

$$EJy = \frac{q_0}{\ell n^4 a} \cdot a^x + c_1 \cdot \frac{x^3}{3} + c_2 \cdot \frac{x^2}{2} + c_3 x + c_4 \quad (7)$$



*Şəkil 3. Boru kəmərinin "J"-üsulu ilə çəkilişi zamanı dib hissənin hesabi sxemi*

- a) Hesabi sxem
  - b) Təqribiyük epuru



*Şəkil 4. "J"-üsulu ilə çökiliş zamanı boru kəmərinin dib hissəsində  $q_x$  yükünün paylanması*

—  $q_1/q_0=5$  —  $q_1/q_0=10$  —  $q_1/q_0=20$  —  $q_1/q_0=30$  —  $q_1/q_0=50$  ●  $q_{or}$

(4)-(7) ifadələrində  $C_1 \div C_4$  -inteqral sabitləri olub sərhəd şərtlərinə əsasən tapılır.

$x = 0$  olduqda,  $y = 0$  olduğundan (7) tənliyindən:

$$c_4 = -\frac{q_0}{\ell n^4 a} = -\frac{q_0 \ell^4}{\ell n^4 \frac{q_1}{q_0}} \quad (8)$$

Nəzərə alsaq ki,  $x = 0$  kəsiyində əyici moment  $M_0 = \sigma_0 \cdot W$  təşkil edir, onda (5) ifadəsindən

$$c_2 = \sigma_0 \cdot W - \frac{q_0 \cdot \ell^2}{\ell n^2 \frac{q_1}{q_0}} \quad (9)$$

Burada  $\sigma_0 - (x = 0)$  kəsiyində yaranan gərginlik,  $W$  - müqavimət momentidir.

Şəkildən göründüyü kimi,  $x=0$  kəsiyində təsir edən  $R_0$  qüvvəsini və (2)-ni (4) tənliyində nəzərə almaqla, yazmaq olar:

$$c_1 = -\frac{q_0}{\ell n a} - R_0 = -\frac{q_0 \ell}{\ell n \frac{q_1}{q_0}} - R_0 \quad (10)$$

$x = \ell$  kəsiyində yaranan  $R_1$  qüvvəsini tapmaq üçün  $x = 0$  nöqtəsinə nəzərən moment tənliyini yazaq

$$R_1 \cdot \ell = q_{or} \cdot l \cdot \xi \quad (11)$$

Burada  $q_{or}$  - kəmərin əyilən hissəsinə təsir edən  $q_x$  yükünün orta qiyməti,  $\xi$  - əyri xətli trapesiyanın (OABC) ağırlıq mərkəzinin absisidir. Səpələnmiş yükün paylanma qanunu məlum olduğu üçün  $q_{or}$  və  $\xi$  parametrlərini aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$q_{or} = \frac{1}{\ell} \int_0^\ell q_0 \cdot a^x dx \quad (12)$$

$$\xi = \frac{\int_0^\ell q_0 \cdot x a^x dx}{\int_0^\ell q_0 \cdot a^x dx} \quad (13)$$

(12) tənliyini inteqrallasaq və (2) ifadəsini nəzərə alsaq, alarıq:

$$q_{or} = \frac{\left( \frac{q_1}{q_0} - 1 \right) q_0}{\ln \frac{q_1}{q_0}} \quad (14)$$

Eyni qayda ilə (13) ifadəsini integrallamaq və (2) ifadəsini nəzərə almaqla ağırlıq mərkəzinin absisini tapmaq üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$\xi = \ell \cdot \begin{pmatrix} \frac{q_1}{q_0} \\ \frac{1}{\ln \frac{q_1}{q_0}} \end{pmatrix} \quad (15)$$

Qeyd edək ki, (14) və (15) ifadələrinə əsasən hesablanmış  $q_{or}$  və  $\xi$  parametrlərinin qiymətləri də şəkil 4-də uyğun işarələrlə göstərilmişdir. (14) və (15) ifadələrini (11)-də nəzərə alsaq  $x = \ell$  kəsiyində  $R_1$ -nin təyini üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$R_1 = \frac{\left( \frac{q_1}{q_0} \left( \ln \frac{q_1}{q_0} - 1 \right) + 1 \right) \cdot q_0 \cdot \ell}{\ell n^2 \frac{q_1}{q_0}} \quad (16)$$

$R_1 = \sigma_1 \cdot F$  olduğunu qəbul etsək, yazmaq olar:

$$\sigma_1 \cdot F = \frac{\left( \frac{q_1}{q_0} \left( \ln \frac{q_1}{q_0} - 1 \right) + 1 \right) \cdot q_0 \cdot \ell}{\ell n^2 \frac{q_1}{q_0}} \quad (17)$$

Sonuncu ifadəyə əsasən  $\sigma_1$  və  $F$  məlum olduğu üçün  $x = \ell$  kəsiyindəki  $q_1$  yükünün qiymətini hesablamaq olar.

Boru kəmərinin əyilməyə məruz qalan dib hissəsində təsir edən qüvvələrin  $y$  oxuna proyeksiyalarını almaqla  $x=0$  kəsiyində yaranan  $R_0$  qüvvəsini hesablamaq üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$R_0 = \frac{q_0 \ell \left( \frac{q_1}{q_0} - \ln \frac{q_1}{q_0} - 1 \right)}{\ell n^2 \frac{q_1}{q_0}} \quad (18)$$

Onda  $x = 0$  kəsiyində yaranan  $R_0$  qüvvəsini təyin etmək üçün (16), (17) və (18) ifadələrini nəzərə almaqla aşağıdakı ifadəni də yazmaq olar:

$$R_0 = \frac{q_0 \ell \left( \frac{q_1}{q_0} - 1 \right)}{\ell n \frac{q_1}{q_0}} - \sigma_1 \cdot F \quad (19)$$

Analoji olaraq  $x = \ell$  olduqda  $y^1 = \frac{\pi}{2}$  hali üçün (6) ifadəsinən  $C_3$  əmsalını hesablamaq üçün (2) ifadəsini nəzərə almaqla yazmaq olar:

$$C_3 = EJ \cdot \frac{\pi}{2} - \frac{q_0 \cdot l^3 \cdot \frac{q_1}{q_0}}{\ell n^3 \frac{q_1}{q_0}} - c_1 \frac{\ell^2}{2} - c_2 \ell \quad (20)$$

Boru kəmərinin hansı dərinlikdən başlayaraq əyilməsini, başqa sözlə əyilməyə məruz qalan hündürlüyü tapmaq üçün (7) ifadəsinədə  $y=h$  qəbul etmək lazımdır.

$$EJ \cdot h = \frac{q_0 \cdot l^4 \frac{q_1}{q_0}}{\ell n^4 \frac{q_1}{q_0}} + c_1 \cdot \frac{\ell^3}{3} + c_2 \cdot \frac{\ell^2}{2} + c_3 \cdot \ell + c_4 \quad (21)$$

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq aşağıdakı yoxlama şərtini də yazmaq olar:

$$\left. \begin{aligned} & \frac{q_0 \cdot l \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{x_{\max}}{l}}}{\ell n \frac{q_1}{q_0}} + c_1 = 0 \\ & \frac{q_0 \cdot l^2 \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{x_{\max}}{l}}}{\ell n^2 \frac{q_1}{q_0}} + c_1 \cdot x_{\max} + c_2 \leq [\sigma_{bur}]W \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Burada  $[\sigma_{bur}]$ - borunun dağılıması halına uyğun buraxıla bilən gərginlik həddi.

Boru kəmərinin borudüzən gəmidən asıldığını nöqtədə yaranan uzununa maksimal dərtici qüvvəni möhkəmlik şərtinə görə aşağıdakı kimi qiymətləndirmək olar:

$$Q_d = Hp + R_l \leq [\sigma_{bur}] \cdot F \quad (23)$$

Burada  $H$ - boru kəmərinin sonunun suyabatma dərinliyi,  $F$ - boru kəmərinin en kəsik sahəsi,  $p$ - boru kəmərinin vahid uzunluğunun çəkisidir.

Sonuncu ifadədən kəmərin maksimum buraxılabilən dərinliyini ( $H_{max}$ ) hesablamaq üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$H_{\max} = \frac{[\sigma_{bur}] \cdot F - R_1}{p} \quad (24)$$

Onda sualtı boru kəmərinin buraxılabilən çəkilmə dərinliyi ( $H_{mak.cək}$ ) aşağıdakı kimi olar:

$$H_{mak.cək} = h + H_{\max} = h + \frac{[\sigma_{bur}] \cdot F - R_1}{p} \quad (25)$$

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq sualtı boru kəmərinin gərginlik vəziyyətini müəyyən edən parametrləri aşağıdakı ardıcılıqla hesablamaq olar:

1. (17) ifadəsinə əsasən  $q_1$  yükünün təyini.
2.  $R_1 = \sigma_1 \cdot F$  ifadəsinə uyğun  $x=l$  kəsiyində yaranan  $R_1$  qüvvəsinin təyini.
3.  $x=0$  kəsiyində yaranan  $R_0$  qüvvəsinin (18) ifadəsinə əsasən tapılması.
4. (10) ifadəsinə uyğun  $C_1$  əmsalının təyini.
5. (8) ifadəsinə əsasən  $C_4$ , (9) ifadəsinə uyğun isə  $C_2$  əmsalının tapılması.
6. (20) tənliyinə əsasən  $C_3$  əmsalının təyini.
7. (22) şərtinə əsasən yoxlama.
8. (24) ifadəsinə əsasən  $H_{\max}$ -in təyini.
9. (25) tənliyinə uyğun olaraq  $H_{mak.cək}$ -in hesablanması.

Əgər bu zaman 7-ci addım (22) şərti ödənilməzsə, onda prosedur təkrar olunur.

Boru kəmərinin gərginlik vəziyyətinin qeyd olunan ardıcılıqla hesablanması nümunəsi aşağıda verilmişdir.

Hesablama diametri  $D= 539$  mm, divarının qalınlığı  $\sigma=10$  mm olan boru kəməri üçün aparılmışdır. Seçilmiş diametrə uyğun qəbul edilmiş parametrlər.

$$\begin{aligned} F &= 163 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ J &= 54659 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \\ W &= 2066 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \\ q_0 &= 100,2 \text{ kq/m} \\ \sigma_1 &= 80 \cdot 10^{-4} \text{ kq/m}^2 \\ \sigma_2 &= 20 \cdot 10^{-4} \text{ kq/m}^2 \\ [\sigma_{bur}] &= 4000 \cdot 10^{-4} \text{ kq/m}^2 \\ P &= 331,3 \text{ kq/m} \end{aligned}$$

Verilmiş bu qiymətlərə əsasən hesablamani aparmaq üçün vacib olan parametrləri təyin edək. Bunun üçün  $l=30$  m qəbul edək.

Verilmiş bu qiymətlərə əsasən boru kəmərinin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin hesablanması üçün lazım olan parametrlərin aşağıdakı qiymətləri alınmışdır:

$$\begin{aligned} q_1 &= 1878,0 \text{ kq/m} \\ R_1 &= 13024 \text{ kq} \\ R_0 &= 5194 \text{ kq} \\ q_{or} &= 607,1 \text{ kq/m} \\ c_1 &= -6221 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c_4 &= -1,1 \cdot 10^{12} \\c_2 &= -1010955 \\c_3 &= -2,08 \cdot 10^{11} \\h &= 49 \text{ m}\end{aligned}$$

(22) şərtinə əsasən (1-ci tənlik)  $x_{\max}$ -in qiyməti  $x_{\max} = 18,46 \text{ m}$  olduğu üçün həmin şərtin 2-ci tənliyinə əsasən yoxlama aparaq.

$$\frac{100,2 \cdot (30)^2 \cdot \left( \frac{18,780}{1,002} \right)^{\frac{18,46}{30}}}{\ln^2 \frac{18,780}{1,002}} - 6221 \cdot 18,46 - 1010955 \leq [\sigma_{bur}] \cdot W$$

$$|61297| < [\sigma_{bur}] \cdot W = 82640$$

Göründüyü kimi möhkəmlik şərti ödənilir. Onda (24) ifadəsinə əsasən buraxılabilən dərinlik aşağıdakı kimi olar:

$$H_{\max} = 192864 \text{ m}$$

Beləliklə (25) ifadəsinə uyğun olaraq boru kəmərinin buraxılabilən çəkiliş dərinliyi üçün aşağıdakı qiyməti alarıq:

$$H_{mak.cək} = h + H_{\max} = 1977,64 \text{ m}$$

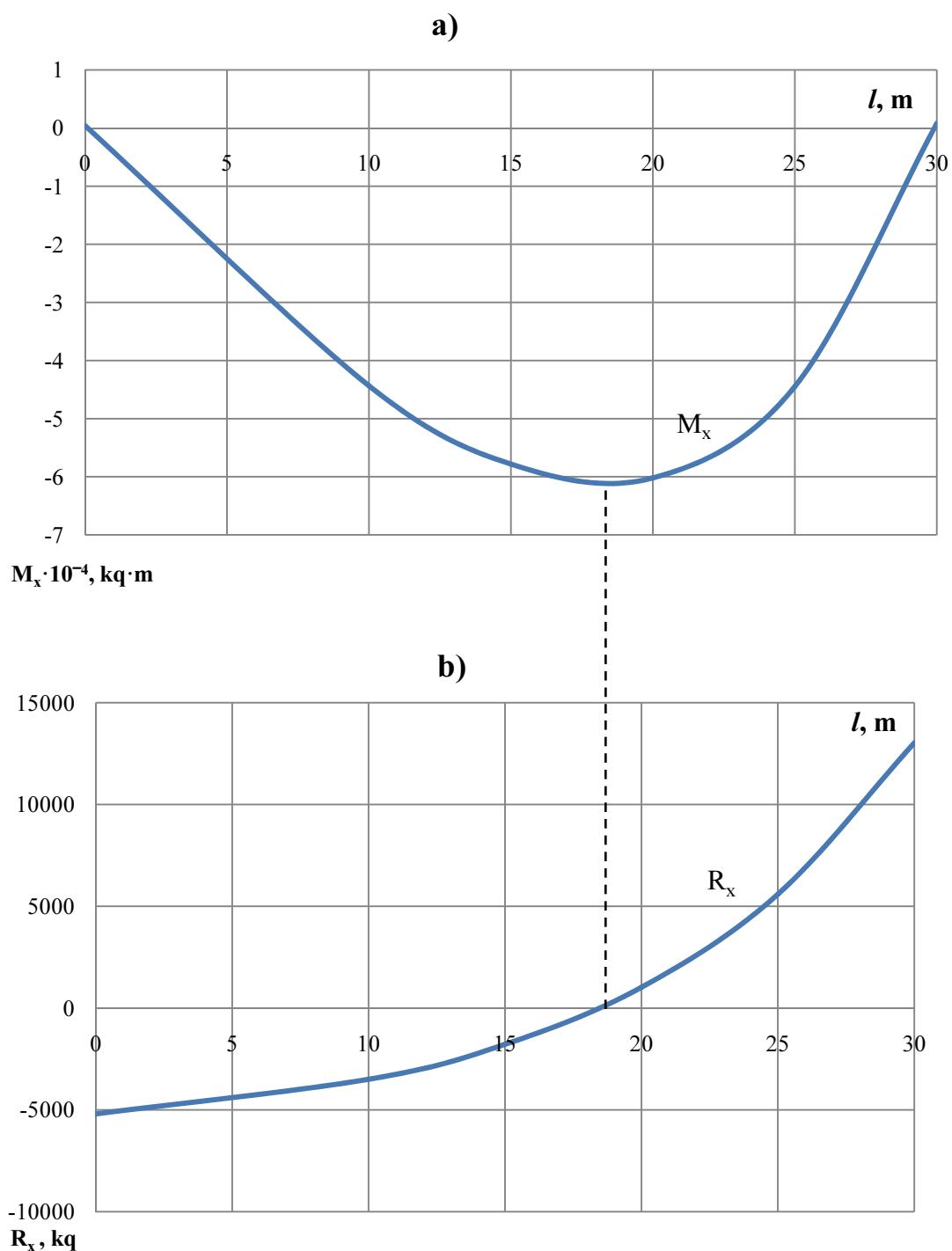
Maksimal əyici momentin ( $x_{\max} = 18,46 \text{ m}$  olduqda)  $M_{\max} = 61297,08 \text{ kq} \cdot \text{m}$  təşkil etdiyini nəzərə alsaq boru kəmərini sixan maksimal gərginlik aşağıdakı kimi olacaq:

$$|\sigma_{\max}| = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{61297,08}{2066 \cdot 10^{-6}} = 2967 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2$$

Göründüyü kimi  $|\sigma_{\max}| = 2967 \cdot 10^4 < [\sigma_{bur}] = 4000 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2$  sərti ödənilir.

$M_x$ -əyici momentin və  $R_x$ -kəsici qüvvənin kəmərin dib hissəsinin uzunluğu boyu dəyişməsi uyğun olaraq şəkil 5. a) və b)-də göstərilmişdir.

Verilən xarakteristikaya malik boru kəmərinin çəkilişi zamanı dənizin real dərinliyindən asılı olan  $h$  parametrinin məlum qiymətində  $l$ -in buraxılabilən qiyməti üçün təkliflərin hazırlanması məqsədilə çəkiliş başlanana kimi  $l$  və  $h$ -in müxtəlif qiymətlərində gərginlik vəziyyətinin hesablanmasına aparılması zəruridir. Bu məqsəd üçün, sualtı boru kəmərinin ən böyük gərginlik vəziyyətində olan dib hissəsinin uzunluq intervalını müəyyən etmək məqsədilə aşağıdakı şərtlərin yerinə yetirilməsi vacibdir:



*Şəkil 5.  $M_x$  – əyici momentin (a) və  $R_x$  – kəsici qüvvənin (b) kəmərin dib hissəsinin uzunluğu ( $l$ ) boyu dəyişməsi*

$$\left. \begin{aligned}
 & \frac{\left\{ \frac{q_1}{q_0} \left( \ln \frac{q_1}{q_0} - 1 \right) + 1 \right\} \cdot q_0 l}{\ln^2 \frac{q_1}{q_0}} = \sigma_1 \cdot F \\
 & \frac{\left\{ \frac{q_1}{q_0} \left( \ln \frac{q_1}{q_0} - 1 \right) + 1 \right\} \cdot q_0 l}{\ln^2 \frac{q_1}{q_0}} \leq [\sigma_{bur}] \cdot F - H \cdot P \\
 & \sigma_1 \cdot F + \frac{q_0 \cdot l}{\ln \frac{q_1}{q_0}} \left[ \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{x_{max}}{l}} - \frac{q_1}{q_0} \right] = 0 \\
 & S(l) = \frac{q_0 \cdot l^2}{\ln^2 \frac{q_1}{q_0}} \left[ \left( \frac{q_1}{q_0} \right)^{\frac{x_{max}}{l}} - 1 \right] - \left[ \frac{q_0 \cdot l}{\ln \frac{q_1}{q_0}} \cdot \frac{q_1}{q_0} - \sigma_1 \cdot F \right] \cdot x_{max} \leq W \{ [\sigma_{bur}] - \sigma_0 \} = S
 \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

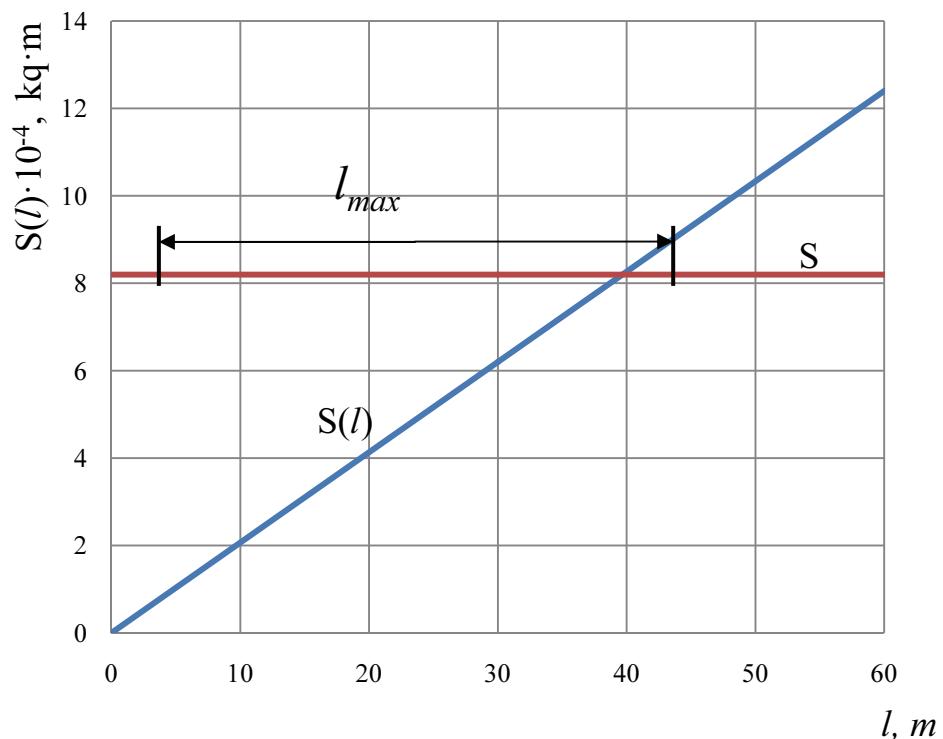
İndi isə (26) şərtinə əsasən yoxlamalar aparaq. Həmin ifadənin 1, 2 və 3-cü şərtləri üzrə yoxlamalar ödənilir. 4-cü şərtə əsasən  $x_{max}=18,46$  m qiyməti üçün  $|S(l)|=61297,72$   $kq \cdot m$  və  $S=82226,80$   $kq \cdot m$  qiymətləri alınır.

Sualtı boru kəmərinin dib hissəsinin uzunluğunun maksimal momentə görə buraxılabilən intervalı şəkil 6-da göstərilmişdir.

Beləliklə, dərin su hövzələrində "J"-üsulu ilə neft-qaz kəmərlərinin çekilişi zamanı boruların şaquli olaraq suya salınması hali üçün kəmərin konfiqurasiyası və gərginlik-deformasiya vəziyyətini təyin etmək üçün hesablama üsulu təklif olunub.

## ƏDƏBİYYAT

1. **Искендеров И.А.** Вопросы проектирования и строительства морских трубопроводов. – Баку, Азернешр, 1970.
2. **Капустин К.Я.** Строительство морских трубопроводов. – М, 1982.
3. **Бородавкин П.П., Березин В.Л., Шадрин О.Б.** Подводные трубопроводы. – М. Недра, 1979.
4. **Бородавкин П.П.** Морские нефтегазовое конструирование. - М. Недра, 2006.
5. **Березин В.Л., Зоненко В.И., Ким Б.И.** Методы укладки и обеспечения устойчивости глубоководных трубопроводов. - М. ВНИИЭГазпром, 1988.



*Səkil 6. Sualtı boru kəmərinin dib hissəsinin uzunluğunun maksimal momentə görə buraxılı bilən intervalı*

#### АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВОДНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ ПРИ УКЛАДКЕ "J"-МЕТОДОМ

Г.Г. ИСМАЙЫЛОВ, М.М. ГУЛИЕВ, В.К. ГУЛИЕВ

В работе представлены результаты проведенных исследований по разработке методики расчета для анализа конфигурации и определения напряженно-деформированного состояния морских подводных нефтегазопроводов при укладке трубопроводов на больших глубинах "J"-методом.

#### ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF UNDERWATER OIL PIPELINES DURING INSTALLATION BY "J"-METHOD

G.G. ISMAILOV, M.M. GULIEV, V.K. GULIEV

The paper presents results of research to develop methods of calculation for configuration analysis and determination of the stress-strain state of marine oil and gas subsea pipelines during laying at great depths by "J"-method.

## ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН

И.З. АХМЕДОВ, А.Н. ГУРБАНОВ

Предлагаемая статья посвящена вопросам интенсификации нефтедобычи путем воздействия на призабойную зону скважин на длительно эксплуатируемых месторождениях. Проанализированы результаты кислотных обработок, проведенных в последние годы на скважинах Производственного Объединения «Азнефть», и представлены результаты экспериментальных и промысловых исследований по повышению эффективности воздействия.

**Ключевые слова:** кислотная обработка, призабойная зона скважины, пласт, селективное воздействие, химическая реакция, пластовая нефть и вода.

Как известно, в настоящее время увеличение нефтедобычи в республике осуществляется за счет освоения и активной эксплуатации новых нефтяных и газовых месторождений на море. Вместе с тем, подтверждено наличие достаточно высоких остаточных извлекаемых запасов нефти и газа на месторождениях, длительное время находящихся в эксплуатации. Однако в процессе разработки старых месторождений по причине целого ряда природных и техногенных условий имеет место ощутимое падение производительности скважин. А это, в свою очередь, приводит к уменьшению добычи и необходимости расширения внедрения методов воздействия.

В связи с этим, кислотная обработка – один из наиболее эффективных методов улучшения взаимосвязи между скважиной и пластом и увеличения продуктивности скважин. Технико-технологическая простота и успешные результаты кислотной обработки делают целесообразным продолжение применения этого метода на старых месторождениях. Однако эксплуатация длительное время находящихся в разработке месторождений характеризуется истощением пластовой энергии, падением пластового давления, высокой обводненностью и, как следствие, разрушением пород и резким увеличением пескопроявления. Наряду с этим большое влияние на эффективность воздействия на призабойную зону оказывает микро- и макронеоднородность разрабатываемых месторождений. Поэтому на таких месторождениях осуществление кислотной обработки сопровождается целым рядом осложнений. Главным из них является обеспечение селек-

тивности проводимых мероприятий и вымыванием асфальто-смоло-парафиновых отложений, адсорбирующихся на границах пор. Большое содержание в составе пластовых нефтей нафтеновых кислот обуславливает образование эмульсий в призабойной зоне скважин, что, в свою очередь, является причиной падения продуктивности. Образуемые в порах призабойной зоны пласта отложения затрудняют фильтрацию нефти и наряду с этим препятствуют проведению мероприятий кислотной обработки(КО). Так например, закачиваемая в призабойную зону (ПЗС) кислота не может проникнуть в породу и в результате химическая реакция не происходит, а не нейтрализованная кислота выносится на поверхность. А это не только сводит на нет эффективность процесса, а, напротив, создает дополнительные сложности.

Исследование внедрения методов воздействия на ПЗС на промыслах ПО «Азнефть» указывает на значительное их уменьшение после 90-х годов. Если в начале рассматриваемого периода ежегодно проводилось 4500 операций воздействия на ПЗС и за счет их дополнительно было добыто 150 тыс. тонн нефти, то в последние годы их число уменьшилось до 200, а дополнительная добыча нефти в среднем составила 4,3 тыс. тонн. Если из общего числа проведенных мероприятий число КО составило 25%, а в последние годы число их составило 90% от общего количества воздействий, то это происходило за счет резкого уменьшения количества других методов воздействия. Количество кислотных обработок уменьшилось с 1000 до 200 операций в год, дополнительно добываемая нефть составила 250 тонн [1].

Статистический анализ результатов проведенных на скважинах кислотных обработок по объектам эксплуатации показал, что они проводились в основном в двух группах: в первую группу входят в основном пластины из верхнего отдела продуктивной толщи, а вторая группа состоит из объектов нижнего отдела. Исключение из этой разбивки составляют в верхнем отделе II и IV горизонты, а в нижнем отделе горизонты ИКС и НКС, однако на их долю приходится ничтожно малое количество из общего числа мероприятий и поэтому влияние их на общий результат незначительно (таблица 1) [2].

**Таблица 1**  
**Результаты кислотных обработок**

	Общее число КО	Число успешных КО	Число неудачных КО	Успешность %
Нижний отдел	320	284	36	89
Верхний отдел	172	122	50	71
По продуктивной толще	492	406	86	82

В классификации объектов на нижний и верхний отделы основную роль играют физико-химические свойства пород, нефтей и вод исследуемых объектов. Например, в составе нефтей верхнего отдела в основном парафин отсутствует, содержимое нафено-

вых кислот мало и поэтому они малоактивны. А для нефей нижнего отдела характерным является относительно высокое содержание парафина, а количество нафтеновых кислот доходит до 1,63%, поэтому эти нефти относятся к высокоактивным. Составы вод этих отделов продуктивности также существенно различаются. Так, например, общая минерализация вод горизонтов нижнего отдела в среднем 3-4° Be, а для верхнего отдела этот показатель достигает 9-15° Be. Помимо этого, в то время, как для верхнего отдела относительное содержание ионов Na и Cl в среднем меньше единицы, то для нижнего отдела эта цифра больше двух. Коллекторы нижнего отдела также отличаются большей неоднородностью (таблица 2) [3,4].

**Таблица 2**  
**Классификация эксплуатационных объектов**

Отдел	Состав пластовой нефти, %			Состав пластовой воды		Свойства горных пород		
	Смолы	Парафин	Нафтеновые кислоты	Соленость Bome	Na Cl	Пористость, %	Проводимость, $10^3 \text{mkm}^2$	Карбонатность, %
Верхний	9,8-37,9	0,20-5,55	0,15-1,63	0,9-9,2	0,96-2,40	11,0-27,7	27-610	2,85-21,15
Нижний	4,8-42,0	0,76-2,58	0,10-0,12	3,6-15,5	0,76-1,23	20-27,5	37-468	7,2-14,9

Таким образом, воды нижнего отдела в силу своей щелочности при кислотной обработке частично нейтрализуют действие кислоты и этим ослабляют ее действие. Высокая активность нефти и сложные реологические свойства также осложняют взаимодействие породы с кислотой и замедляют реакцию. Помимо этого, большая неоднородность коллекторов горизонтов нижнего отдела также значительно снижает эффективность воздействия.

Общей характерной особенностью для всех рассматриваемых объектов является значительное снижение пластовой энергии в результате длительного периода эксплуатации, обводнение пропластков с большей проводимостью, наличие остаточных запасов нефти в пластах с низкой проводимостью. Высокая вязкость нефти и низкая проводимость нефтенасыщенных пластов создает условия для воздействия кислотной обработки в основном на обводненные слои. Следует отметить, что в процессе эксплуатации призабойная зона пласта обычно подвергается загрязнению и поэтому в результате кислотной обработки прирост продуктивности не достигает желаемого значения.

Таким образом, анализ информации по кислотным обработкам позволяет с высокой достоверностью утверждать, что приведенные ниже два основных фактора в значительной степени влияют на их эффективность:

- физико-химические особенности пластовой нефти и воды;
- наличие в пластах, подвергавшихся кислотной обработке, обводненных зон с высокой проводимостью.

Результаты исследований лабораторных экспериментов, проведенных с целью изучения влияния отмеченных выше факторов, показывают, что скорость реакции 15%-ой соляной кислоты с образцами сухих и пропитанных жидкостями различного состава карбонатных пород полностью может характеризоваться интенсивностью выделения газа во время реакции. При этом реакция соляной кислоты с сухими и со смоченными водой различного состава карбонатными породами проходила с высокой скоростью, в то время, как реакция с образцами, смоченными нефтью, протекала очень медленно, что объясняется абсорбцией на поверхности породы имеющихся в составе нефти асфальто-смоло-парафиновых соединений. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что наличие тяжелых компонентов в составе нефти оказывает большее влияние на ход реакции.

Попытки с помощью реагентов на водной основе ускорить реакцию кислоты с породами, не содержащими остаточную воду, не дали положительных результатов. В этом случае только применение углеводородных растворителей дает положительный эффект. Добавка даже в малом количестве керосина создает условия для начала реакции.

В настоящее время в связи с дорогоизнаной углеводородных растворителей были проведены экспериментальные исследования по активизации солянокислотного воздействия на нефтеносные породы преимущественно с использованием реагентов на водной основе и обнаружена пригодность некоторых из них для этих целей. Самым подходящим оказалась смесь 0.01%-ного раствора пластовой воды с реагентом «Алкан» в пропорции 1:9. Содержащиеся в составе этого раствора реагенты широко используются в нефтяной промышленности страны и поэтому внедрение их существенно облегчается. Эксперименты, проведенные с целью вымывания нефтяной пленки с поверхности кварцевых и карбонатных пород, также подтвердили эффективность этого состава. Исследования, проведенные на прямолинейной модели пласта, указывают на то, что в пластах с низкими давлением и температурой высокая вязкость нефти в пластовых условиях является причиной того, что закачиваемая кислота заполняет поры менее, чем на 50% от общего объема, а выделяемый в результате реакции  $\text{CO}_2$ , смешиваясь с активной нефтью, образует очень стойкую пену, которая создает дополнительное сопротивление притоку жидкости к забою и в результате ожидаемая продуктивность уменьшается.

Что касается отмеченного выше второго фактора, то изоляция обводненных пропластков по-прежнему является актуальной задачей. Используемые в настоящее время для изоляции углеводородные щелочные отходы и методы изоляции с помощью раствора  $\text{CaCl}_2$  по ряду причин не всегда дают достаточного эффекта. Результаты многочисленных промысловых и лабораторных экспериментов показывают, что объем образующихся в процессе данной операции осадков, составляет малую часть от общего объема реагента и не может обеспечить заполнение пор. Именно по этой причине в многолетней практике внедрения мероприятий случаев полной изоляции вод не наблюдалось. Во время проведенных экспериментов после восстановления процесса фильтрации наблюдался вынос из пласта вместе с потоком образовавшихся в порах частиц осадков. За счет неоднократного повторения мероприятия только частично удалось уменьшить фильтра-

цию воды. Основываясь на полученных результатах, можно сделать вывод, что при данном методе для полного прекращения притока к скважине воды объем закачиваемых в пласт реагентов должен быть увеличен в 2-3 раза.

Следует отметить, что в данной технологии, как показали исследования, смешение 10%-ного раствора  $\text{CaCl}_2$  и углеводородно-щелочного отхода (УЩО) в пропорции 1:1 недостаточно для того, чтобы имеющиеся в составе последнего вещества полностью выпали в осадок. Поэтому следует увеличить концентрацию раствора в 2 раза или же пропорцию довести до 1:(2-3). С учетом состава пластовой воды для щелочных вод это отношение должно быть больше. Основываясь на результатах различных других наблюдений, можно прийти к выводу, что более перспективными способами предотвращения притока воды из пласта в скважину могут считаться методы, основанные на реакциях, приводящих к гелеобразованию [5].

Обобщая вышеизложенное, можно выдвинуть некоторые рекомендации и предложения с целью повышения эффективности кислотных обработок. Главным и существенным из них является проведение на ПЗС скважин, подлежащих кислотной обработке, соответствующих подготовительных работ с учетом текущих условий эксплуатации. При этом в качестве базовых реагентов использовались соль и кислоты и на их основе различные модифицированные составы. Ниже представлены наиболее подходящие подготовительные и технологические операции для различных условий проведения КО.

В пластах с ощутимым падением давления и низкими температурами для улучшения взаимодействия кислоты с гидрофобными карбонатными породами, образовавшимися в результате осаждения асфальто-смоло-парафиновых частиц, закачка вначале в призабойную зону углеводородного растворителя, а уж после осуществление кислотной обработки может дать хороший результат.

В пластах с обводненными прослойками с высокой проводимостью для кислотного воздействия на низкопроводимые нефтеносные слои более эффективным может оказаться нагнетание в данные слои высоковязкой «обратной» эмульсии, а затем проведение кислотной обработки.

В случае, когда нефтеносные слои гидрофобны и в составе нефти содержание нафтеновых кислот высоко (пластовая нефть активна) перед нагнетанием кислоты необходимо закачать углеводородный растворитель. В случае неоднородности коллектора более целесообразным может быть селективная изоляция водоносных слоев с помощью углеводородных щелочных отходов и раствора  $\text{CaCl}_2$ , а затем закачка растворителя и проведение кислотной обработки.

Как уже было отмечено выше, содержащиеся в нефти асфальто-смоло-парафиновые частицы, осаждаясь в призабойной зоне, абсорбируются на поверхности породы и препятствуют реакции кислоты с карбонатными частицами. В результате проведенных исследований было доказано, что закачка в скважину перед кислотой смеси 0,01%-ного

раствора алканового реагента в пластовой воде и УЩО в пропорции (8-9):1 значительно активизирует химическую реакцию и, расщепляя образовавшуюся по какой-либо причине в призабойной зоне эмульсию, облегчает освоение скважины после мероприятия и повышает продуктивность.

Результаты экспериментов по изоляции обводненных пропластков последовательной закачкой в призабойную зону пласта водного раствора соли  $\text{CaCl}_2$  и УЩО показали, что объем и концентрацию реагентов следует выбирать так, чтобы количество образовавшихся осадков было максимальным. Так например максимальное количество осадков, образующихся за счет активных компонентов в 1 грамме УЩО происходит лишь при достаточных количествах ионов Ca. А это имеет место при смешивании 15%-ного раствора  $\text{CaCl}_2$  в пластовой воде и в соотношении 1:(1,5-2). Количество образовавшихся в этом случае осадков составляет очень малую часть участающих в реакции реагентов (15-20%) и это количество осадков недостаточно для заметного уменьшения проводимости пор. Для получения лучших результатов целесообразно внести некоторые изменения в технологический процесс, а именно:

- либо процесс повторить 2-3 раза;
- либо в 4-5 раз увеличить объем закачиваемых реагентов, т.е. расширить радиус закачки реагентов в призабойную зону.

Анализ имеющейся в литературе информации и результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что для селективной изоляции обводненных пропластков наиболее приемлемым является метод взаимодействия в пласте малоовязких жидкостей, приводящий к структурному гелеобразованию. В этом направлении целесообразно продолжать лабораторные и промысловые эксперименты.

В заключение следует отметить, что в конце прошлого столетия широкое внедрение углеводородных растворителей осуществлялось в основном за счет использования продукции нефтехимического производства того времени и поэтому в тот период на скважинах проводилось до 10 тысяч кислотных обработок в год и в результате проведенных мероприятий добывалось дополнительно 1,5-2,0 миллиона тонн нефти. В настоящее время в результате переориентации производства в нефтехимической промышленности и осуществлении модернизации технологических процессов использование их продукции в нефтедобыче резко сократилось. Именно по этой причине количество проводимых на промыслах методов воздействия на ПЗС, в том числе и кислотных обработок, и их эффективность значительно снизилось.

В заключение необходимо отметить важность и актуальность проблемы усовершенствования и адаптации методов воздействия на призабойную зону к текущим условиям эксплуатации месторождений. Поэтому необходимо продолжение научных исследований и лабораторно-промышленных экспериментов в этом направлении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [www.socar.az](http://www.socar.az)
2. Алиев Е.М., Ахмедов И.З. и др. Анализ результатов кислотных обработок призабойной зоны скважин. Научные труды ИНИ ГНКАР 2006 №7 с.97-101
3. Ахундов А.Р., Мехтиев У.Ш., Рачинский М.З. Справочник по подземным водам нефтегазовых и газоконденсатных месторождений Азербайджана, Издательство «Маариф», Баку 1976г., с.298
4. Ашумов Г.Г. Азербайджанские нефти. Издательство Академии Наук Азербайджанской ССР Баку, 1961г., с.211
5. [www.plastik-yug.ru](http://www.plastik-yug.ru) «Нефть и газ России- Кислотные обработки ПЗС»

## QUYUDİBİ ZONAYA TƏSİR ÜSULLARININ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI PROBLEMLƏRİ

I.Z. ƏHMƏDOV, Ə.N. QURBANOV

Məqalədə “Azneft” İstehsalat Birliyi yataqlarında quyu məhsuldarlığının artırılması məqsədilə quyudibi zonaya təsir üsullarının səmərəliliyinin bəzi məsələləri araşdırılmışdır. Bu məqsədlə quyularda aparılan əsasən turşu işləmələrinin nəticələri ətraflı təhlil edilmişdir. Göstərilmişdir ki, turşu işləmələri prosesinə əsasən layın qeyri-bircinsliyi, neftin tərkibi və xassələri, lay suyunun xassələri və süxurların hidrofobluğu nəzərəçarpacaq təsir edir.

Aparılan analitik və eksperimental tədqiqatların nəticələri bu amillərin tənzimlənməsi ilə təsir üsullarının səmərəliliyinin artırılması mümkünlüyünü təsdiq etmişdir

## EFFICIENCY PROBLEMS OF BOTTOM-HOLE TREATMENT METHODS

I.Z. AHMADOV, A.N. GURBANOV

Long term practice and oil production theory shows that bottom-hole acidizing is one of the most rational methods of wells productivity increase and relation improvement between formation and wells.

Analysis of carried out during last years acidizing results show that this method use is conducted in wells having high degree of water encroachment rate. As a result of acidizing additionally 10-15 tons of oil is produced at the mean.

However a number of complications occur in fields, being on the last stages of development for successful acidizing carrying out. In this connection results of theoretical, experimental and field researches obtained during long period of time make it possible to present a number of generalized recommendations for acidizing efficiency increase that are shown in given article. Among these recommendations the main ones are conducting certain preparation measures in bottom-hole before acidizing. It is expedient to continue researches and conducting test in this direction.

## QAZ NƏQLİ AVADANLIĞI VƏ BORU KƏMƏRLƏRİ ELEMENTLƏRİNDE KORROZİYA-MEXANİKİ ÇATLARIN ARTMA SÜRƏTİNİN PROQNOZLAŞDIRILMASI

R.R. ZEYNALOV, Ə.N. BAĞIROV

Məqalədə yorulmadan yaranan zədələr, onların təsnifatı, yorulma prosesindəki əsas mərhələlər, yorulmanın öyrənilməsində əsas istiqamətlər: Vyoler əyriləri, Koffin-Menson üsulu, tsiklli yorulma, yorulmadan yaranan zədənin inkişaf kinetikası, çatın böyüməsinin kinetikası, çatın artma sürətini müəyyən edən amillərə baxılmış, müxtəlif markadan olan metallar üçün bu halların öyrənilməsi nəzəri ifadələrlə alınmışdır.

**Açar sözlər:** çat, tsikl, yorulma, korroziya, zədə

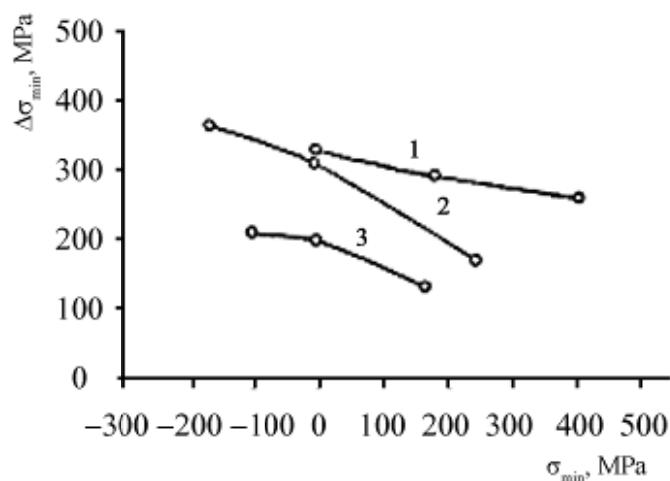
Materialların, məmulatların, konstruksiyaların möhkəmliyini, etibarlılığını və uzun-ömürlülüyü qiyamətləndirərkən bərk cisimlərin kövrək dağılması haqqında konsepsiya əsasında onlarda birdən və ya tədricən subkritik inkişafının kəmiyyət həllinin alınmasına imkan verən daha çox dağıılma mexanikasından istifadə edilir.

Dağıılma mexanikasının intensiv inkişafı istifadə olunan konsepsiyanın universallığını və sadəliyi ilə şərtlənir. Bu konsepsiaya uyğun olaraq çatlı bərk cismin ən müxtəlif istismar yüklənməsi və onun gərgin vəziyyəti gərginliyin intensivliyi əmsalı ilə, müxtəlif buraxıla bilən vəziyyəti issə - bu əmsalların kritik qiymətlərindən istifadə etməklə təsvir edilə bilər. Praktiki istifadədə mühüm olan odur ki, müxtəlif materiallar üçün gərginlik intensivliyi əmsalının müəyyən yüklənmə şəraitində sübut olunan buraxıla bilən qiymət variantlarıdır. Beləliklə, çatadavamlılıq parametrlərindən metal və ərintilərin mühüm mexaniki xassələri kimi istifadə etmək olar.

Dağıılma mexanikasının yayılmasına yanaşma çatları müxtəlif aktiv, o cümlədən korrozion işçi mühitin təsirində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məsələlər energetikada, kimya, neftqaz sənayesi və s. istifadədə olan və etibarlılığı ilə olan problemlərin həllində aktualdır. Korroziyadan dağıılma tədqiqat obyekti korroziya mühitində olmayan ənənəvi dağıılma mexanikasına nisbətən daha geniş materiallar (möhkəmlik və plastiklik səviyyəsi üzrə) mövcuddur.

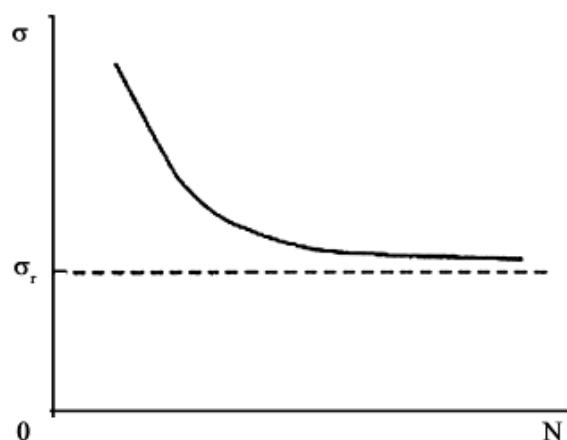
İndi də yorulmadan yaranan zədələrə baxaq.

*Yorulmadan yaranan zədələr (defektlər).* Materialın yorulması dedikdə onun mexaniki və fiziki xassələrinin gərginlik və deformasiyanın uzun müddət ərzində təsirindən tsiklik dəyişməsi kimi başa düşülür [1, 2]. “Yorulma” termininin ilk dəfə metala tətbiqi 1854-cü ildə ingilis alimi Bratvaytin (Braithwaite F.) [3] məqaləsində istifadə edilmişdir. Material və məmulun materialın yorulması prosesinə müqavimətini metalin “dözümlülüyü” adlandırırlar. Material yorulmasının tədqiqinə başlanmasına ilkin səbəb XIX-əsrin ortalarında dəmir yol çarxları onun tez-tez sınaması hadisəsi oldu. Bu sıhma səbəblərinin analizinə əsaslanan Frank-furt-Oderdə dəmir yol mühəndisi A. Vyoler (Wohler) oxlarda təsir yükündən hər mil yola düşən maksimum əyilmə momentini miqdarnı təyin etmək üçün avadanlıq və metodika işləyib hazırladı. Təsir edən yükün dəyişməsi dəmir yolunun xarakterində asılı oldu. Tədqiqatlar göstərdi ki, bir mil yolda ən böyük gərginlik orta hesabla bir dəfə əldə edilir. Alınan nəticələri A. Vyoler qrafikdə absis oxu üzərində minimal gərginliyi, ordinat oxunda isə - dəyişən gərginliyin maksimal fərqini göstərdi. Gərginliklərin minimaldan maksimuma qədər cəmi (onların dəyişmələrinin bir dövründə) sonralar tsikl, dəyişən yüklənmə isə - tsiklik adını aldı. Şəkil 1-də A. Vyolerin üç marka polad üçün nəticələr göstərilmişdir. Bu nəticələrdən sonralar 1863-cü ildə dəmir yol oxları üçün istifadə edilmişdir. Alınan əyrilər “yorulma əyriləri və ya Vyoler əyriləri” adını aldı. A. Vyoler tərəfindən işlənmiş avadanlıq 70-ci illərdən bizim günlərə kimi mexaniki sınaq laboratoriyalarının standart avadanlıqlarıdır.



Şəkil 1 – Müxtəlif polad markaları üçün Vyoler sınaqları

XIX əsrin 80-ci illərində yorulma əyrilərini ən kiçik gərginlikdən gərginlik amplitudasından asılılıq kimi qəbul olunurdu. Hazırda Vyolerin tipik əyrisi ordinat oxu üzrə tsiklin maksimum gərginliyi  $\sigma_{\max}$ , absis oxu üzərində isə dağıllana kimi dözən nümunənin N tsikllər sayı götürülür. Bir qayda olaraq, bir neçə milyon tsikldən sonra Vyoler yüklənmə əyrisi horizontal asimptoda (sonsuz budaqlı əyri) səy göstərir (şəkil 2). Asimptodun varlığı materialın davamlılıq həddinin  $\sigma_R$  olmasından xəbər verir.



*Şəkil 2 – Dəmir və polad üçün tipik davamlılıq ayrısi (Vyoler ayrısi)*

Davamlılıq (yorulma) həddinin işarələnməsində tsikl assimetriyası əmsalı  $R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$  dayanır. Bu hal onunla əlaqədardır ki, davamlılıq həddi bu əmsaldan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Davamlılıq həddinə bərabər gərginlikdə və ya ondan az olduqda, material məhdud olmayan sayıda tsikl yüksək davam gətirə bilər. Göstərmək lazımdır ki, materialın davamlılıq həddi onun möhkəmlik həddindən həmişə bir qayda olaraq 2...3 dəfə azdır. Bu məlum olan fakt A. Vyolerə aiddir ki, bunu da vaxtilə müasir tanınmış alman alimi İ. Baušinger (Bauschinger İ.) qeyd etmişdir. O, A. Vyolerin “dartılma və sıxılma üçün təbii davamlılıq həddinin onun ilkin elastiklik həddindən bir istiqamətdə kiçik olduğu barədə kəşfini tanımışdır”.

Qeyd etmək lazımdır ki, Vyoler ayrısi konstruksiya elementinin və ya onun tapşırıq üzrə yüklenməsi tələb olunan uzunömürlülük üzrə işçi gərginliyinin səviyyəsini müəyyən etməyə imkan verir. A. Vyoler göstərmışdır ki, tsiklik yüklenmədə metalin kristallik strukturu zəifləyir ki, bu da dağılma prosesinə imkan yaradır. İşarədəyişiklikli çoxsaylı yüklenmə sakit yüklenməyə nisbətən metal möhkəmliyi üçün daha təhlükəlidir. Bu onunla əlaqədardır ki, nisbətən kiçik gərginlikdə metalin ayrı-ayrı dənəciklərində plastik sürüşmədə əmələ gələn digərlərindən az möhkəm olur. Gərginliyin çox sayılı növbəsində bu sürüşmələr mikroskopik çatlar verir ki, bu da yavaş-yavaş böyükərək detalın dağılmasına gətirib çıxarıır [4].

Yorulma çatının yaranması və yayılması müxtəlif amillərlə bağlıdır. Bu amilləri aşağıdakı işarələr üzrə təsnifatlaşdırmaq olar:

- ilkin zədələməni, dənəciklərin ölçüsünü, sürüşmə xarakterini reqlament edən metallurji;
- səthin vəziyyəti ilə: dartılmanın və ya sıxılmanın qalıq gərginliyi, səthin emalı üsulları, kimyəvi və elektrolitik örtmə və s. ilə əlaqədə texnoloji;
- əhatə mühitlə əlaqədar amillər: vakuum, nəmlik, aqressiv mühit və s.
- gərginlik konsentrasiyası və s. mexaniki növ yükləmələr.

Adətən yorulma prosesində aşağıdakı əsas mərhələləri ayıırlar:

- mərhələ I – bu zaman yorulma zədələrin toplanması, çat rüşeyminin yaranması səbəbindən çatların yaranması;
- mərhələ II-də isə əmələ gələn çatın yayılması baş verir. Göstərilən iki mərhələ bir birindən öz fiziki təbiətlərinə görə fərqlənir və müxtəlif qanuna uyğunluğa tabe olur. yorulma digər növ deformasiyalardan onunla fərqlənir ki, bu defektlər özlərini xüsusi formada aparırlar. Lakin hazırda yorulmanın ümumi nəzəriyyəsini işləmək üçün praktik informasiya çatışır. Bu informasiyaya yorulmanın yarandığı şəraitdə işləyən yüksək davamlılığın malik materiallar və dəyişən amplitudalı yüksək yükler aiddir.

Yorulma haqqında çoxlu eksperiment materiallar mövcuddur. Bu materiallar yüksək möhkəmliyə malik texniki ərintilərin tədqiqatı nəticəsində əldə edilmişdir. Bu, materialların yalnız ən vacib sorğularını təmin edir. Yeyilmə rüşeyminin yaranması mexanizminin fundamental tədqiqatlarının aparılması təmiz metallara aiddir.

Bu vəziyyətin yaranmasına səbəb qismən yorulmanın fövqəladə lokallaşma üzə çıxması ilə əlaqədardır: metal nə qədər az plastik olarsa, lokallaşma dərəcəsi bir o qədər yuxarı olar. Bununla əlaqədar təmiz metalların tədqiqatı üçün qəbul olunmuş optik və elektron mikroskoplar üsulu yüksək möhkəm materiallar halında qəbul edilməz olur.

Hazırda yorulmanın öyrənilməsində təxminən dörd istiqaməti göstərmək olar:

1) Vyoler əyriləri; 2) Koffin-Menson üsulu; 3) tsiklik pərçim; 4) çatın yayılma sürəti.

Adları çəkilən yanaşmalarla daha yaxşı tanış olaq.

Yorulma sınaqlarında  $\sigma$  yükü qoyulur. Bu yük  $\sigma_a$  gərginliyini dəyişən amplitudalı  $\sigma_m$  daimi orta gərginliklə, məsələn, dərtılmasında, burulmasında, müstəvi əyilmədə, burulma ilə əyilmədə  $\sigma = \sigma_m + \sigma_a \sin \omega_t$  bildirir. Sınağın məqsədi dağılmadan qabaq tsikllərin sayını qoyulan gərginlik funksiyasında təyin etməkdir. Yorulma sınaqlarının tipik əyriləri şəkil 3-də göstərilmişdir. Bir çox materiallar üçün dayanıqlılıq həddini – tsiklin maksimum gərginliyin lazımı qədər (baza sayılan) böyük tsikldə, məsələn,  $10^7$  və daha çox, aydın göstərən üfüqi məntəqə (1 əyrisi) vardır. Digər materiallar üçün yorulma əyriləri daim azalma tendensiyası (2 əyrisi)na malikdir və onlar üçün gərginliyin qiymətini və tsikllər sayı N-i göstərməklə məhdudlaşdırılmış dayanıqlılıq həddi qoyulur.

Yorulma əyrilərinin analitik təsviri üçün, bir qayda olaraq, dərəcəli və ya eksponensial ifadədən istifadə edilir. İfadələr yorulma əyriləri qrafikdə düz xətt şəklində və ya düz xətt parçaları şəklində loqarifmik koordinatlarda göstərməyə imkan yaradır.

Ən çox ümumi ifadələrdən biri Veybull tərifindən təklif edilmişdir.

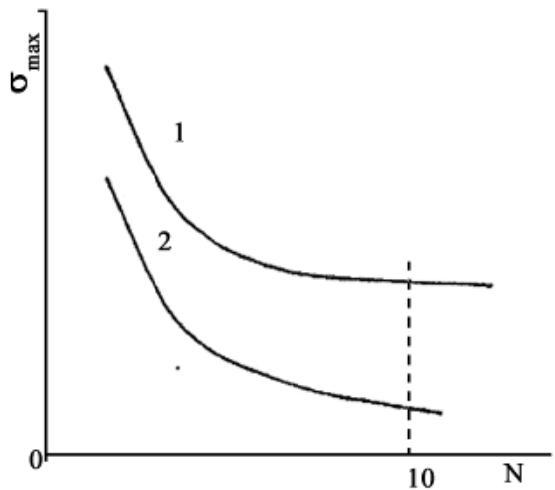
$$(\sigma - \sigma_r)/(\sigma_b - \sigma_r) = \exp[-\alpha(\ln N)^m] \quad (1)$$

burada,  $\sigma_b$  - dərtılmasında möhkəmlik həddi;

$\sigma_r$  - dayanıqlılıq həddi;

$N$  - dağılıma qədər tsikllərin sayı;

$\alpha$  və  $m$  - eksperimental nəticələrinə görə sabit kəmiyyətlər.



1 -  $\sigma_{\max} = \sigma_R$  - də asimptota çıxan əyri; 2 - asimptotsuz.

**Şəkil 3 – Metalın yorulma əyriləri**

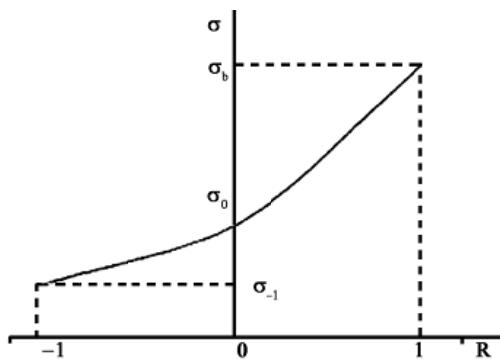
Yorulma əyrisinin sol hissəsi az tsiklli yorulma adlanan təkrar-statistik yüklənməyə uyğundur. Bu tip yorulma dağılmaya görə az tsiklli və müqayisəli böyük səviyyədə qoyulan gərginliklə xarakterizə edilir. Dəyişən yüklənmədə zədələnmənin toplusu mexanizmi mürəkkəb olduğundan, az tsiklli yorulma sahəsində plastik deformasiyanın olması ilə əlaqədar olduğundan, bu halda sınaq nəticələrindən praktiki istifadə etmək üçün ən rahat ifadəni [5]

$$\sigma^m N = C \quad (2)$$

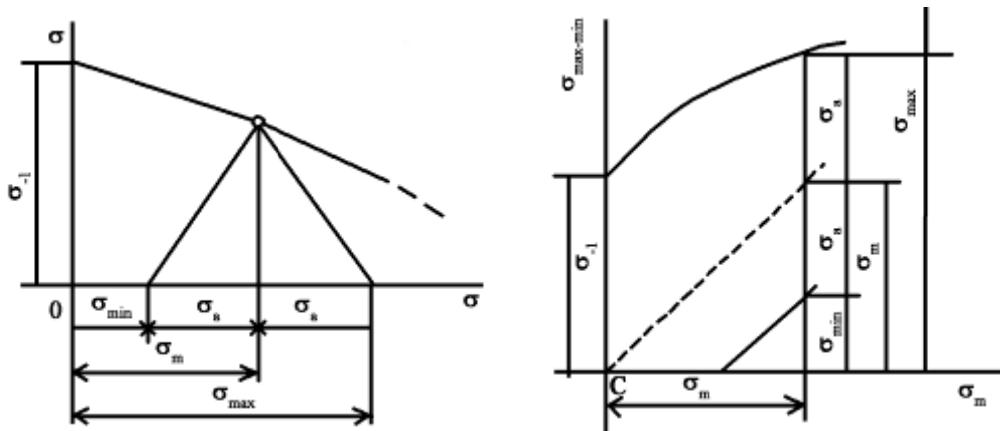
kimi göstərmək olar.

Burada C və m – eksperimental yolla təyin olunan parametrlərdir.

Statistik möhkəmlilik yorulma möhkəmliyindən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olduğundan, təbiidir ki, daimi və dəyişən gərginlik əvəzləyicisi nisbətin dəyişməsi ( $R$  tsiklinin asimmetriya əmsalının dəyişməsilə) yorulma müqaviməti əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir (Şəkil 4). Yeyilmə möhkəmliyinin tsikl asimetriyasından asılılığı gərginliyin orta qiyməti və tsiklin amplitud və ya tsiklin orta və hədd gərginliyi əlaqəsini xarakterizə edən diaqram hədd gərginliyi ilə təyin edilir (şəkil 5).



**Şəkil 4 – R tsiklinin yorulma həddinin  $\sigma$  asimetriya əmsalından asılılığı**



Şəkil 5 – Amplitud (a) və gərginlik (b) hədd diaqramları

Yorulma əyrilərinin qurulması yorulma möhkəmliyinin öyrənilmə üsullarından birincisi və ən geniş yayılmışdır. Çünkü bu üsul dağılmışın yerini müəyyən etməyə və verilən gərginlik üçün konstruksiya elementlərinin mümkün həyat müddətini qiymətləndirməyə imkan verir. Bu üsulun çatışmayan cəhəti ondadır ki, o, metalin ilkin strukturunda mövcud defektləri, həmçinin yorulmadan dağıılma ilə müşahidə olunan makroçat prosesinin inkişafını nəzərə almır.

**Kiçiktsiklli yorulma.** Bir sıra hallarda elementlər kiçiktsiklli yorulma şəraitində Koffin-Mensonun təsviri etdiyi tənliyə əsasən dağılırlar [6].

Koffin-Menson üsulu deformasiya amplitudası sabitliyə şərtlidə, yəni “sərt gənliyi” olan və təyin edilən yorulmadan dağılmaya baxır. Metaldan  $\varepsilon_p$  plastik deformasiyasının yığılması məhdudlaşdırıb ki, bu da yüklənmədən yorulma qanuna uyğunluğunu əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Bu halda plastik əvəzləyicini  $\Delta\varepsilon$  deformasiya dəyişikliyə elastik deformasiya payının  $\Delta\varepsilon_\ell$  ilə fərqi ilə hesablamaq olar.

$$\Delta\varepsilon_p = \Delta\varepsilon - \Delta\varepsilon_\ell, \quad \Delta\varepsilon_\ell = \Delta\sigma / E. \quad (3)$$

Bu ifadədə  $\Delta\sigma$  - dərtılma və sıxılma deformasiyasının pik nöqtəsində alınan həqiqi gərginliyin cəbri fərqini göstərən tsikl gərginliyi dəyişməsidir.

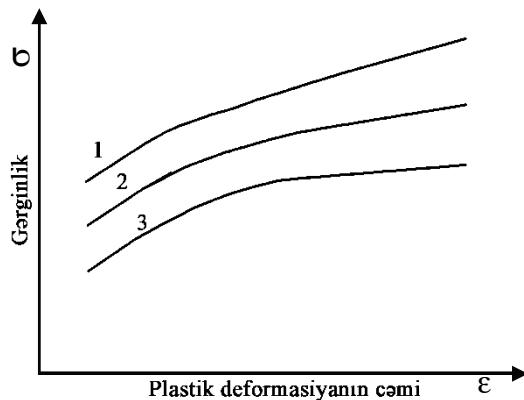
Koffin-Menson qanunu N tsikllər sayını  $\Delta\varepsilon_p$  plastik deformasiyasının dəyişməsindən dağılmayı birləşdirir. Eksperimentdən alınanları emal etməklə bu qanuna uyğunluğu aşağıdakı empirik nisbət kimi təsvir etməyə imkan verir.

$$N = (\Delta\varepsilon_p)^2 C, \quad (4)$$

burada C – statik dərtilmədən dağılmada plastikliklə əlaqədar sabit kəmiyyətdir.

Tsiklik pərçimləmənin öyrənilməsini tsiklik deformasiya nümunəsini, hər bir tsikldə  $\Delta\varepsilon_p$  sabit qalmaqla və bu deformasiyanı almaq üçün sonraki tsikllərdə lazımlı gərginliyi tapmaqla aparılır. Bu gərginliklərin plastik deformasiyaların cəmindən asılılığı deformasiyanın statik diaqramına uyğun tsiklik möhkəmləmənin əyrisini müəyyən edirlər. “Gərginlik-deformasiya” diaqramı tsiklik sabit vəziyyət üçün materialın makromexaniki xassələrinin dəyişməsi haqqında yorulma prosesi zamanı mühüm informasiya verir. Tsiklik möhkəmlənmə əyrisinin monoton statistik möhkəmlilik əyrisinə nisbətən vəziyyəti tsiklik yüklənmədə metalin

möhkəmlənməsi və ya möhkəmliyinin azalması haqqında informasiya alınmasına imkan verir (şəkil 6).



1 – tsiklik möhkəmlənən material; 2 – monoton statistik möhkəmlənmə;  
3 – tsiklik möhkəmliyin azalması

**Şəkil 6 – Tsiklik möhkəmləndirmənin eksperimental ayrılları**

Yorulma makroçatlarının yaranması və inkişafi ilə olan sınaqlar çatların artma sürətlərini qoyulan gerginlik və ya deformasiyaların amplitudalarının funksiyası kimi müəyyən edilməsi məqsədilə aparılır. Yorulma çatının yayılma sürəti hər tsikldə çatın artan uzunluğu vasitəsilə ifadə olunur.

Çatın yayılma sürətini təsvir etmək üçün empirik asılılıq tənliyindən istifadə etmək olar.

$$d\ell / dN = C \sigma^m \ell^n, \quad (5)$$

burada  $\sigma$  - brutto kəsiyində qoyulan gerginlik;

$\ell$  - çatın uzunluğu;

C, m, n – bir sıra sabitlər.

1963-cü ildən başlayaraq [7]-dən sonar çat artımının sürətini çatın başında olan gerginliyi müəyyən edən parametrdən, yəni gerginliyin intensivlik əmsalı K-dan olan asılılıq kimi qəbul edirlər. Bu halda aşağıdakı çatın yayılması qanununu tətbiq edək (Paris qanunu) [3]

$$d\ell / dN = C(\Delta K)^m. \quad (6)$$

burada  $\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$  gerginlik intensivliyi əmsalının dəyişməsi, m – üst göstəricisi – 2-dən 10-a qədər dəyişir. Çatın böyük olmayan yayılma sürəti üçün  $\Delta K = \Delta K_{th}$ -in hədd qiymətinə yaxındır. Əksinə, yüksək sürətdə dağılma momentində  $K_{\max}$  gerginlik intensivliyi əmsalının kritik qiymətində  $K_c$  kəmiyyətində olur.

Yorulmadan yaranan zədənin inkişaf kinetikasına gələcəkdə rast gəlmək mümkün olacaqdır.

## ӘДӘВІYYAT

1. Канадский национальный стандарт CAN 3-2183-M86 «Системы нефтепроводов (Oil Pipeline Systems)».
2. **Школьник Л. М.** Скорость роста трещин и живучесть металла. – М.: Металлургия, 1973 – 216 с.
3. **Партон В.З., Морозов Е.М.** Механика упруго-пластического разрушения, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985 – 504 с.
4. **Шатинский В.Ф., Гарлинский Р.Н., Колесников Ю.В.** Исследование контактных деформаций шероховатых поверхностей при ударном нагружении // Контактная жесткость в приборостроении и машиностроении. – Рига, 1979, 88 с.
5. **Стеклов О.И., Бадаев А.С.** К методике испытаний на коррозию под напряжением при одноосном изгибе с постоянной деформацией // Заводская лаборатория. – 1970 - №8 – с. 983-984.
6. **Менсон С.** Температурные напряжения и малоцикловая усталость – М.: Машиностроение, 1974 – 344 с.
7. **Когаев В.П. и др.** Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность / В.П. Когаев, Н.А. Махутов, А.П. Гусенков, - М.: Машиностроение, 1985 – 219 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СКОРОСТИ РОСТА КОРРОЗИОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРЕЩИН В ЭЛЕМЕНТАХ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

Р.Р. ЗЕЙНАЛОВ, А.Н. БАГИРОВ

В статье рассматривается явление усталостной повреждаемости, их классификация, основные этапы усталостных процессов, основные направления в изучении усталости: кривые А.Вёлера, метод Коффина-Мэнсона, циклический наклеп и скорость распространения трещины, аналитические описания кривых усталости, малоцикловая усталость, кинетика развития повреждаемости в результате образования усталости, кинетика увеличения трещины, факторы, определяющие скорость увеличения трещин. Получены теоретические выражения для изучения указанных процессов различных металлов.

## PREDICTION OF CORROSION RATE GROWTH AND MECHANICAL ELEMENTS OF CRACKS IN EQUIPMENT AND PIPELINES

R.R. ZEYNALOV, A.N. BAGIROV

The article deals with the phenomenon of fatigue damage, their classification, the main stages of fatigue processes, the main directions in the study of fatigue: A. Wohler curves, the method of Coffin-Manson, cyclic hardening and the rate of crack propagation, the analytical description of fatigue curves, low cycle fatigue, the kinetics of damage development in result of the formation of fatigue, the kinetics of the crack, the factors determining the rate of increase of cracks. Theoretical expressions for studying these processes at different metals.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ОПТИМИЗАЦИЯ

Н. Г. ДЖАВАДОВ

В работе приводятся результаты прогнозирования качества технологической системы и ее оптимизация путем метода градиента.

**Ключевые слова:** технологическая система, оптимизация, факторное пространство, метод градиента, случайный поиск.

Прогнозирование качества функционирования технологической системы отличается от расчета тем, что решается вероятностная задача, в которой поведение сложной системы в будущем определяется лишь с той или иной степенью вероятности, и оценивается вероятность нахождения системы в определенном состоянии при различных условиях функционирования.

Особую актуальность имеет прогнозирование надежности функционирования технологической системы [1].

Применительно к надежности задача прогнозирования сводится в основном к предсказанию вероятности безотказной работы  $P(t)$  в зависимости от возможных режимов технологического процесса и условий функционирования системы.

Качество прогноза в большой степени зависит от источника информации о надежности отдельных элементов системы и о процессах утраты ими работоспособности.

Для прогнозирования, в общем случае, применяются разнообразные методы с использованием моделирования, аналитических расчетов, статической информации, экспертизы оценок, аналогий, теоретико-информационного, логического анализа и др [2].

Обычно прогнозирование, связанное с применением математического аппарата (элементы численного анализа и теории случайных функций), является аналитическим.

Специфика прогнозирования надежности заключается в том, что при оценке вероятности безотказной работы  $P(t)$ , эту функцию в общем случае не представляется возможным экстраполировать.

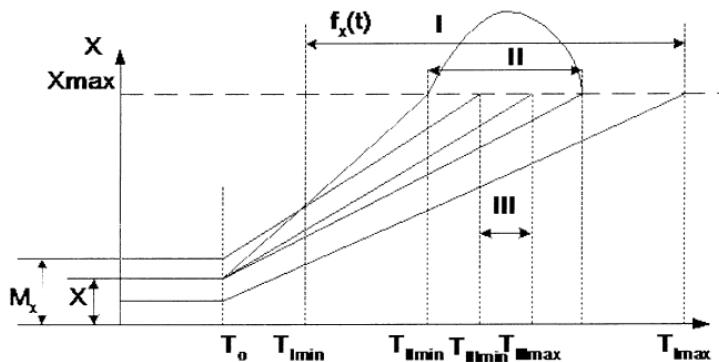
Если она определена на каком-то участке времени  $t$ , то за его пределами ничего о функции  $P(t)$  сказать невозможно.

Поэтому основным методом прогнозирования надежности сложной системы является оценка изменения выходных параметров во времени при различных входных пере-

менных (данных), на основании чего можно сделать вывод о показателях надежности при различных ситуациях и условиях функционирования системы.

Для этого прогнозируется поведение:

1) всей генеральной совокупности рассматриваемых технологических систем, учитываются вариации исходных характеристик систем и возможных условий их функционирования (рис. 1., область I);



*Рис 1. Изменение выходных параметров технологической системы во времени.*

2) конкретной технологической системы начальные параметры системы становятся неслучайными величинами, а режимы и условия функционирования технологической системы могут изменяться в определенном диапазоне, при этом область состояний (рис. 1., область II) сужается;

3) конкретной технологической системы в определенных условиях функционирования при постоянных режимах технологического процесса. В этом случае необходимо выявить реализацию случайного процесса (рис. 1., область III), которая соответствует заданным условиям функционирования.

Таким образом, если в двух первых случаях необходимо предсказать возможную область существования выходных параметров и оценить вероятность их нахождения в каждой зоне данной области, то в третьем случае отсутствует неопределенность в условиях функционирования технологической системы, и прогноз связан лишь с выявлением тех закономерностей, которые описывают изменение выходного параметра системы во времени.

Точность прогнозирования зависит от того, насколько принятая система потери работоспособности технологической системы отражает объективную действительность и насколько достоверны сведения о режимах и условиях функционирования системы, а так же о ее начальных параметрах.

Прогнозирование можно вести и на стадии проектирования технологических систем, если имеются технические условия, конструктивные данные о ее элементах, известны возможные условия ее эксплуатации.

При наличии опытного образца системы можно получить ее начальные характеристики, а при эксплуатации - информацию об уплате работоспособности технологических систем при различных условиях.

На этом этапе имеется наибольшая неопределенность в оценке возможных состояний системы.

Задача оптимизации технологических процессов сводится к нахождению таких условий их проведения, при которых критерий оптимизации достигает экстремума.

Целевую функцию  $y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , связывающую критерий оптимизации с выходными параметрами, варьируемыми при исследовании, принято называть функцией отклика, а геометрическое изображение функции отклика в факторном пространстве - поверхностью отклика.

Экстремальное значение отклика достигается многократным последовательным продвижением в факторном пространстве несколькими методами [3, 4].

По методу Гаусса – Зейгеля осуществляется последовательное продвижение путем поочередного варьирования каждым фактором до достижения частного экстремума целевой функции.

В каждой серии опытов изменяется только переменная  $x_i$ , остальные постоянные.

Изображающая точка перемещается поочередно вдоль каждой из координатных осей

$x_i (i+1, \dots, k)$  факторного пространства. Переход к новой ( $i+1$ ) координате осуществляется при достижении экстремума целевой функции  $y(x)$  по предыдущей координате, т. е. в точке  $x_{N+1}$ , где  $dy(x_{N+1})/dx_i = 0$  (рис. 2).

Направление движения вдоль ( $i+1$ )-ой координатной оси выбирается обычно по результатам двух пробных экспериментов в окрестности точки частного экстремума по предыдущей переменной.

Поиск экстремума прекращается в точке, движение из которой в любом направлении приводит к росту значения выходного параметра.

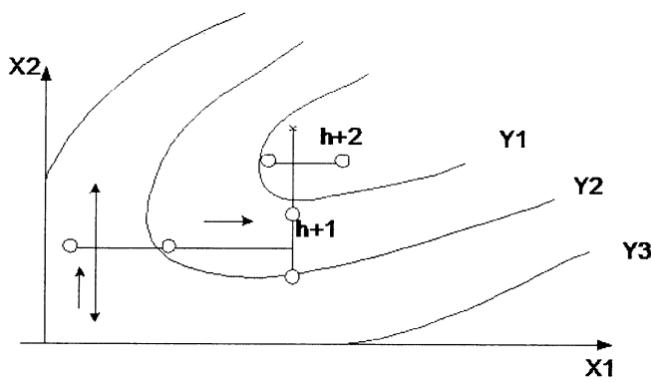


Рис. 2. Движение в факторном пространстве по методу Гаусса-Зейгеля (здесь  $h$  шаг).

При увеличении количества выходных переменных до 5 - 6 метод Гаусса-Зейгеля становится малоэффективным в силу значительного роста числа экспериментов, необходимых для отыскания экстремума. Поэтому в этих случаях удобно пользоваться методом градиента.

Метод градиента состоит в том, что при оптимизации технологических процессов движение осуществляется в направлении наибольшего изменения целевой функции, причем направление движения корректируется после каждого рабочего шага.

Поскольку координатами вектора является градиент

$$\text{grad } y(x) = \left( \frac{\partial y}{\partial x_1} i; \frac{\partial y}{\partial x_2} j; \dots; \frac{\partial y}{\partial x_k} u \right)$$

Коэффициенты при линейных членах уравнения регрессии  $b_1, b_2, \dots, b_k$  не допустимо определить по результатам нескольких пробных экспериментов в окрестности исходной точки.

В этом случае приращение целевой функции  $y$ , соответствующее приращению  $x_i$ , можно считать пропорциональным значению производной

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x_i} = b_i \quad (i = 1 \dots k)$$

После нахождения составляющих градиента выполняется рабочий шаг по направлению к экстремуму (рис. 3.):

$$x_{N+1} = x_N + \rho_{ш} \text{grad } y(x_N)$$

где:  $\rho_{ш}$  - параметр рабочего шага, который выбирают в зависимости от его номера  $h$  на расстоянии от оптимума  $y$ :  $p_h = p/(h y)$ ;  $p = \text{const}$ ,  $h$  - номер шага;  $0 < y < 0,5$ , оптимально ( $y=0,25$ ).

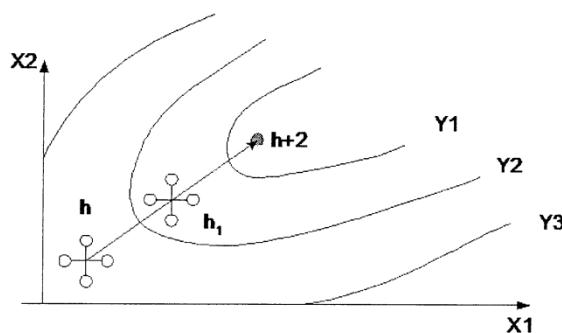


Рис. 3. Движение в факторном пространстве в методе градиента.

Показателем выхода в область оптимума является малое значение модуля градиента ( $\text{grad } y(x) \rightarrow 0$ ), т. е. все коэффициенты  $b_i$  становятся незначимыми или равными 0.

В градиентном методе важен выбор шага, т. к. при слишком малом шаге необходимо большое число экспериментов, а если шаг велик, то можно «проскочить» экстремум.

Этот метод включает в себя характерные элементы метода Гаусса-Зейгеля. Так, шаговое движение при этом методе осуществляется в направлении наибольшего изменения целевой функции в направлении роста градиента.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Джавадов Н.Г., Касимов Ф.Д., Самойленко А.П., Скубилин М.Д.** Надежность и качество автоматизированных систем обработки информации. - Баку: Мутарджим, 2006. - 140 с.
2. **Голинкевич Т.А.** Прикладная теория надежности. – М.: Высшая школа, 1985. – 168 с.
3. **Джавадов Н.Г, Письменов А.В., Скубилин М.Д.** Информационное и инструментальное обеспечение в технологических системах. – Баку: МВМ, 2007. – 420с.
4. **Джанахмедов А.Х.** Физико-стохастическое трибомоделирование. – Баку: Элм, 1988. – 152 с.

## **TEXNOLOJİ SİSTEMİN KEYFİYYƏTİNİN PROQNOZLAŞDIRILMASI VƏ ONUN OPTİMALLAŞDIRILMASI**

N.H. CAVADOV

Məqaladə texnoloji sistemin keyfiyyətinin proqnozlaşdırılmasının və onun gradient metodu ilə optimallaşdırılmasının nəticələri verilmişdir.

## **QUALITY FORECASTING TECHNOLOGICAL SYSTEM AND ITS OPTIMIZATION**

N.G. JAVADOV

In work results of forecasting of quality of technological system and its optimization by a gradient method are resulted.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗЛЁТНОГО ДВИЖЕНИЯ САМОЛЕТА ПРИ ПОВТОРНОЙ ПОСАДКЕ

Р.Н. НАБИЕВ, А.Т. ГАЗАРХАНОВ,  
М.Д. СКУБИЛИН, В.И. ФИНАЕВ

Выполнено математическое моделирование взлётного движения летательного аппарата для повторной посадки и обосновывается целесообразность выбранного средства принятия решений по результатам моделирования.

**Ключевые слова:** летательный аппарат, моделирование взлётного движения, принятие решений, посадка.

Повторный заход самолета на посадку является режимом, обеспечивающим безопасность полета в случае возникновения непредвиденных обстоятельств – отказ курсового или глиссадного радиомаяков, осложнения метеорологических условий, ошибка в ориентации на поверхность взлетно-посадочной полосы (ВПП) и др. [1]. Режим ухода на повторную посадку начинается с принятием пилотом решения о прекращении посадки и характеризуется переходом самолета с режима снижения в режим набора высоты и разгона для повторного захода на посадку. Ввиду сложности и критичности этого режима его автоматизация является первоочередной задачей разработок любых систем автоматического управления полетом самолета для режима посадки и/или взлёта [2-5]. На современном этапе управления полетами не представляется возможной сертификация систем управления посадкой и обеспечения в них автоматического ухода на повторный заход на посадку.

В известных системах управления принцип функционирования режима ухода на повторную посадку основывался на переводе управления двигателями во взлетное положение. При этом в канале руля высоты решалась задача выхода самолета на заданную скорость полета. Но энерговооруженность самолета не принималась во внимание, что сопряжено с возможностью недопустимых перегрузок экипажа в вертикальном направлении.

Перегрузка  $n_{\Pi}$  в направлении траектории полета сопряжена с ускорением и выражается как

$$n_{\Pi} = dV_{\Pi}/dt.$$

Полная энергия летящего самолета определяется по формуле:

$$E = m(gH + V_{\Pi}^2/2).$$

где:  $H$  – высота полета, м;  $V_{\Pi}$  – путевая скорость,  $m/c$ ;  $m$  – масса самолета, кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ , а изменение полной энергии при выражении описывается выражением вида

$$(mgV_{\Pi})^{-1}dE/dt = V_{\Pi}^{-1}dH/dt + g^{-1}dV_{\Pi}/dt, \quad (1)$$

с учетом которого

$$n_{\Pi} = V_{\Pi}^{-1}dH/dt + g^{-1}dV_{\Pi}/dt. \quad (2)$$

Сравнение (1) и (2) показывает, что изменение полной энергии самолета пропорционально значению перегрузки  $n_{\Pi}$ , но из уравнения движения самолета следует, что

$$n_{\Pi} = \sin \theta + g^{-1}dV_{\Pi}/dt, \quad (3)$$

а из этого, с учетом перегрузки в вертикальном направлении  $n_z$  оценивается по

$$n_{\Pi} = n_x \cos \alpha_{\Pi} - n_y \sin \alpha_{\Pi}, \quad (4)$$

где  $n_x$  и  $n_y$  – горизонтальная и вертикальная перегрузки в связанных осях,  $g$ ;  $\alpha_{\Pi}$  – траекторный угол атаки,  $^{\circ}$  ( $\alpha_{\Pi} = \Theta - \theta$ );  $\Theta$  – угол тангажа,  $^{\circ}$ ;  $\theta$  – угол наклона траектории,  $^{\circ}$ .

Учитывая (3) и (4), потенциальное ускорение по координате  $z$  можно определить из

$$dV_z^{\text{пот}}/dt = (n_x \cos \alpha_{\Pi} - n_z \sin \alpha_{\Pi}) dV_{\Pi}/dt.$$

Для исключения перегрузок экипажа в бортовой вычислительной системе управления рулем высоты и тягой задан коэффициент  $K_p$ , определяющий соотношение составляющих затрат энергии и руля на набор высоты.

$K_p$  выбирается в результате моделирования ожидаемых условий эксплуатации данного типа самолета так, чтобы

$$n_{z \min} < (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)^{1/2} < n_{z \max},$$

где  $n_{z \min}$  и  $n_{z \max}$  задаются с учетом недопустимости столкновения самолета с землей и запредельных перегрузок экипажа, соответственно.

При включении режима «уход» тяга автоматически, как правило, переводится в режим взлета, а штурвал удерживается пилотом в состоянии  $n_z < n_{z \max}$ ,  $n_z < n_{\text{доп}}$ . Тогда пилоту необходима информация о состоянии  $(n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)^{1/2}$ , что способен обеспечить трехкоординатный акселерометр.

Вводом информации с выходов акселерометра в бортовую ЭВМ можно достичь автоматизации управления самолетом в режиме захода на повторную посадку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Авраменко А.В.** Об управлении режимом взлёта самолета. //Известия ВУЗов. Авиационная техника, № 6. – Казань: КАИ, 2002. – С. 26–34.
2. **Скубилин М.Д., Самойленко А.П., Письменов А.В., Стефаненко В.К.** Эргатические системы, их детерминизм и тезаурус. – Киев: ОДА, 2006. – 243 с.
3. **Гузик И.Ф., Кидалов В.И., Самойленко А.П.** Статистическая диагностика неравновесных объектов. – Санкт-Петербург: Судостроение, 2009. – 304 с.
4. **Финаев В.И., Скубилин М.Д., Набиев Р.Н.** Синтез и оптимизация систем управления. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2010. – 358 с.
5. **Эксперт: катастрофа самолета класса А-320 в России произошла впервые. - МОСКВА, 3 мая – 2006 г. РИА Новости.**

## ТӘYYARƏNİN TƏKRAR YERƏ ENMƏSİ ÜÇÜN HAVALANMA HƏRƏKƏTİNİN RİYAZI MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

R.N. NƏBİYEV, Ə.T. HƏZƏRXANOV, M.D. SKUBİLİN, V.İ. FİNAEV

Təyyarənin təkrar yerə enmək üçün havalanması hərəkətinin riyazi modelləşdirilməsi aparılmış və modelləşdirmənin nəticələri əsasında qərar qəbul etmə vasitələrinin seçilməsinin məqsədə uyğunluğu əsaslandırılmışdır.

## MATHEMATICAL MODELLING OF TAKE-OFF MOVEMENT OF THE PLANE AT REPEATED LANDING

R.N. NABIYEV, A.T. GAZARHANOV, M.D. SKUBILIN, V.İ. FİNAEV

Mathematical simulation of the aircraft take-off motion for repeated landing is performed and the expediency of the chosen means of decision-making are explained base on simulation results.

## УПРАВЛЕНИЕ ХАОТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

С.Р. МУСТАФАЕВА

В работе поставлена задача идентификации и управления хаотическими процессами. На базе метода резонансных возбуждений и в контексте использования нелинейного рекуррентного анализа, отмечена важность учета рефлексивности при принятии удовлетворительных решений.

**Ключевые слова:** резонансные возбуждения, хаотические процессы, нелинейный рекуррентный анализ, квазирегулярность, рефлексивность.

Актуальным остается направление в нелинейной динамике, посвященное проблемам предсказуемости поведения хаотических систем, управления их динамикой и возможности подавления хаоса.

Известно, что посредством достаточно слабых воздействий можно переводить первоначально хаотические системы на требуемый динамический режим и тем самым стабилизировать их поведение. Иными словами, для стабилизации необходимо найти такие внешние возмущения, которые вывели бы систему из хаотического режима на регулярный [1].

Наиболее интригующим и заманчивым приложением теории нелинейных систем является прогнозирование динамики порождаемых ими временных рядов. В этом контексте обращает на себя внимание важность открытия Пуанкаре, которое состоит в том, что непрерывный поток в фазовом пространстве, определяющий поведение системы, можно изучать с помощью дискретного отображения, индуцированное этим потоком на сечении Пуанкаре [2].

Однако традиционные методы анализа нелинейных процессов требуют значительного объема информации, что естественно, усложняет принятие корректного решения.

Фундаментальную перспективу представляет использование метода рекуррентного анализа нелинейных процессов, не предъявляющего особых требований к объему данных, и дающего удовлетворительные результаты. Таким образом, на базе метода резонансных возбуждений [1] в контексте использования нелинейного рекуррентного анализа [3] ставится задача идентификации и управления хаотическими процессами.

**Постановка задачи.** Пусть имеют место мультипликативное и аддитивное возмущения систем.

Рассматривается динамическая система

$$\dot{\mathbf{x}} = V(x, a), \quad (1)$$

где  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ,  $a \in R$ ,  $x(t_0) \equiv x_0$ , с некоторым возмущением.

Мультипликативное возмущение. В этом случае регулирование состоит в такой модификации  $V$  в соотношении (1), чтобы новая система  $\dot{\mathbf{x}} = V'(x, a', t)$  имела требуемое поведение.

Пусть в динамическую систему аддитивно включено внешнее возмущение  $F(t)$ :

$$\dot{\mathbf{x}} = V(x, a) + F(t) \quad (2)$$

и требуемая динамика задана функцией  $y(t)$ , удовлетворяющая уравнению предписанного движения:

$$\dot{y} = g(y). \quad (3)$$

Выбирая возмущение в виде  $F = g(y(t)) - V(y(t), a)$  и подставляя в (2), получим уравнение контролирования [1]:

$$\dot{\mathbf{x}} = V(x, a) + g(y) - V(y, a). \quad (4)$$

Задано отображение Чирикова – Тейлора, имеющего вид [4]:

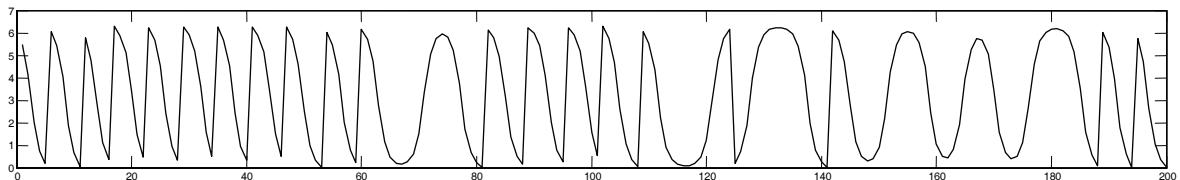
$$\begin{aligned} x' &= x - k \sin(y) \pmod{2^* pi}, \\ y' &= y + k \sin(y) \pmod{2^* pi}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $k$  – параметр, определяющий ширину эргодического слоя.

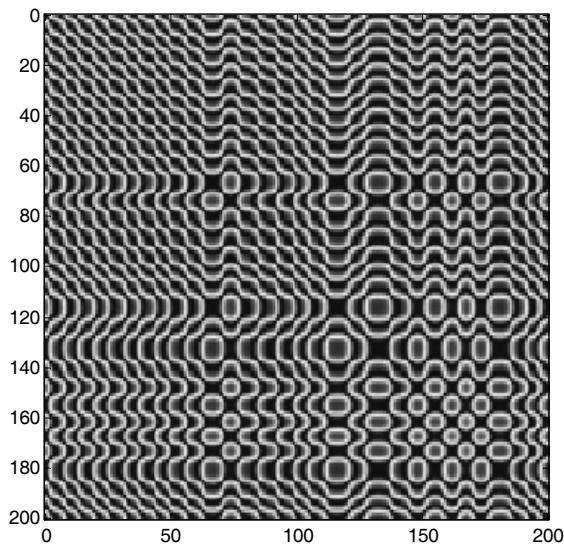
Далее, пусть  $x(t)|_I^N$  -  $m$ - мерная фазовая траектория системы (5), которой соответствует временной ряд  $\{u_i\}_I^N$ , где  $u_i = u(t_i)$ ,  $t_i = i\Delta t$ ,  $N$  - длина ряда (число наблюдений),  $\Delta t$  - интервал выборки (рис. 1, а).

Визуальное отображение  $\{u_i\}_I^N$  представляет собой Евклидово расстояние (distance plot), характеризующее расстояние между состояниями системы в виде цветовой палитры (рис. 1, б) и рекуррентная диаграмма РД (рис. 1, в), определяемые выражением вида [3]:

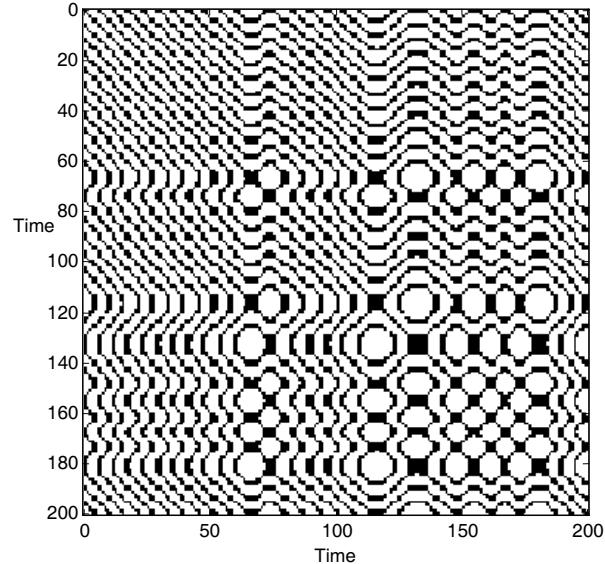
а)



б)



в)



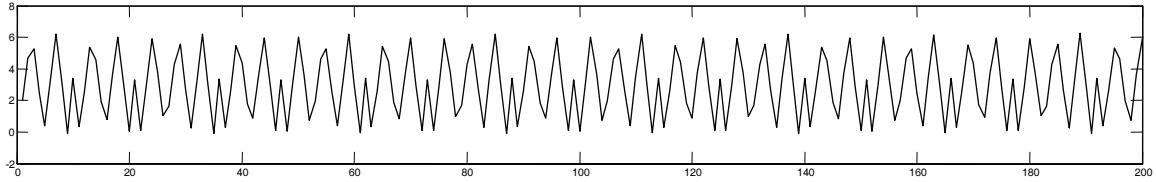
*Рисунок 1.*

$$PD^\varepsilon = \theta(\varepsilon - \|x_i - x_j\|), x_i, x_j \in R^m, i, j = \overline{1, N}, \quad (6)$$

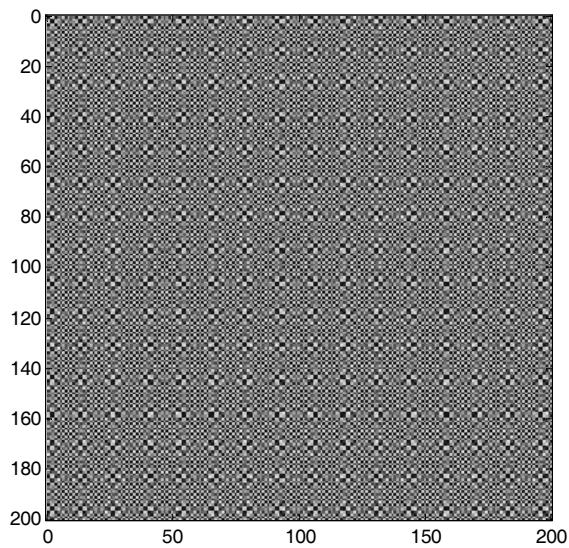
где  $\varepsilon$  - граничное расстояние от центра выбранной окрестности,  $\|\cdot\|$  - норма,  $\theta(\bullet)$  функция Хевисайда.

Задана  $y(t)|_I^N$  -  $m$ - мерная фазовая траектория произвольной хаотической системы, которой соответствует временной ряд  $v_j = v(t_i)$ ,  $t_i = i\Delta t$ ,  $N$  - длина ряда,  $\Delta t$  - интервал выборки (рис. 2, а). Визуальное отображение  $\{v_j\}_I^N$  представляет собой Евклидово расстояние (Рис. 2, б) и рекуррентную диаграмму (рис. 2, в), определяемые аналогично выражению (6).

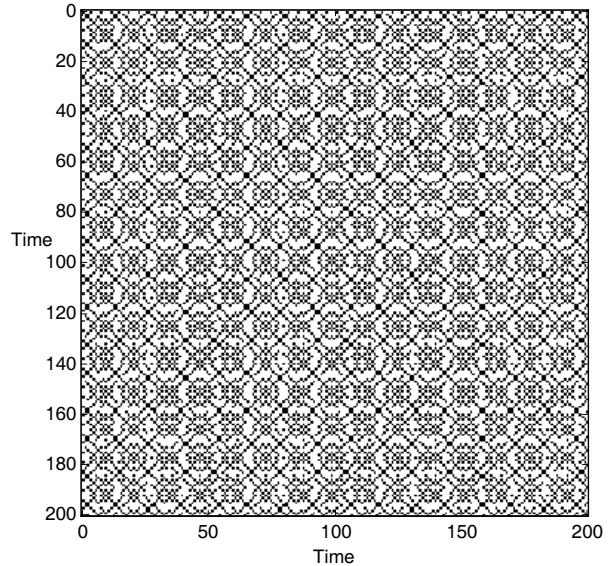
а)



б)



в)



*Рисунок 2.*

Длины всех модельных рядов составляют  $N = 5000$  точек.

Таким образом, ставится задача подбора таких воздействий  $\{u_i\}_I^N \Rightarrow \{v_j\}_I^N$ , чтобы выбранная модель поведения и способа организации системы отвечали бы цели управления. То есть на  $\{v_j\}_I^N$  был бы получен квазирегулярный сегмент.

#### Реализация алгоритма.

- Мультипликативное возмущение определяется как:

$$G_{i,j} = u_i * v_j, \quad u_i, v_j \in R', \quad i, j = \overline{1, N}, \quad (7)$$

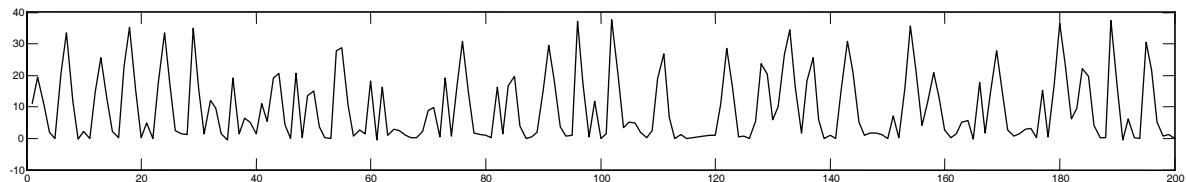
где «\*» - обозначает операцию кросс – корреляции (умножения).

- Отображаем  $G_{i,j} \in R'$  на квадратную матрицу  $M_{m_s \times n_c} \in R^2$  и определяем кросс–рекуррентную диаграмму (КРД) как [3]:

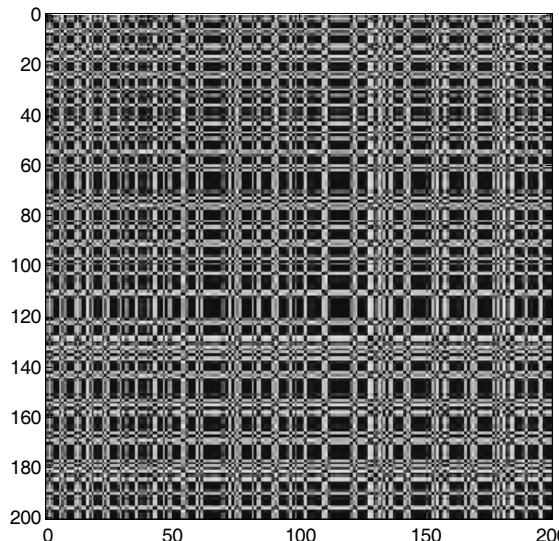
$$KPD^\varepsilon = \theta(\varepsilon - \|x_i - y_j\|), x_i, y_j \in R^m, i, j = \overline{1, N}, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  - граничное расстояние от центра выбранной окрестности,  $\|\cdot\|$  - норма,  $\theta(\bullet)$  функция Хевисайда. Рис. 3, а характеризует взаимодействие временных рядов, рис. 3, б – Евклидово расстояние, рис. 3, с - КРД возмущенной системы.

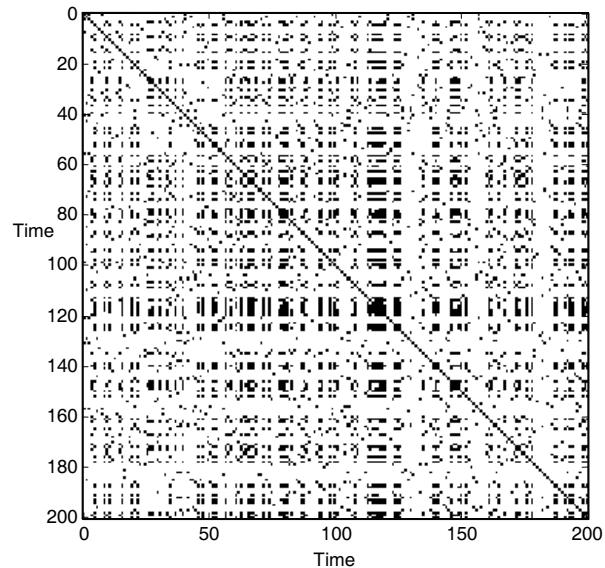
a)



b)



c)



*Рисунок 3.*

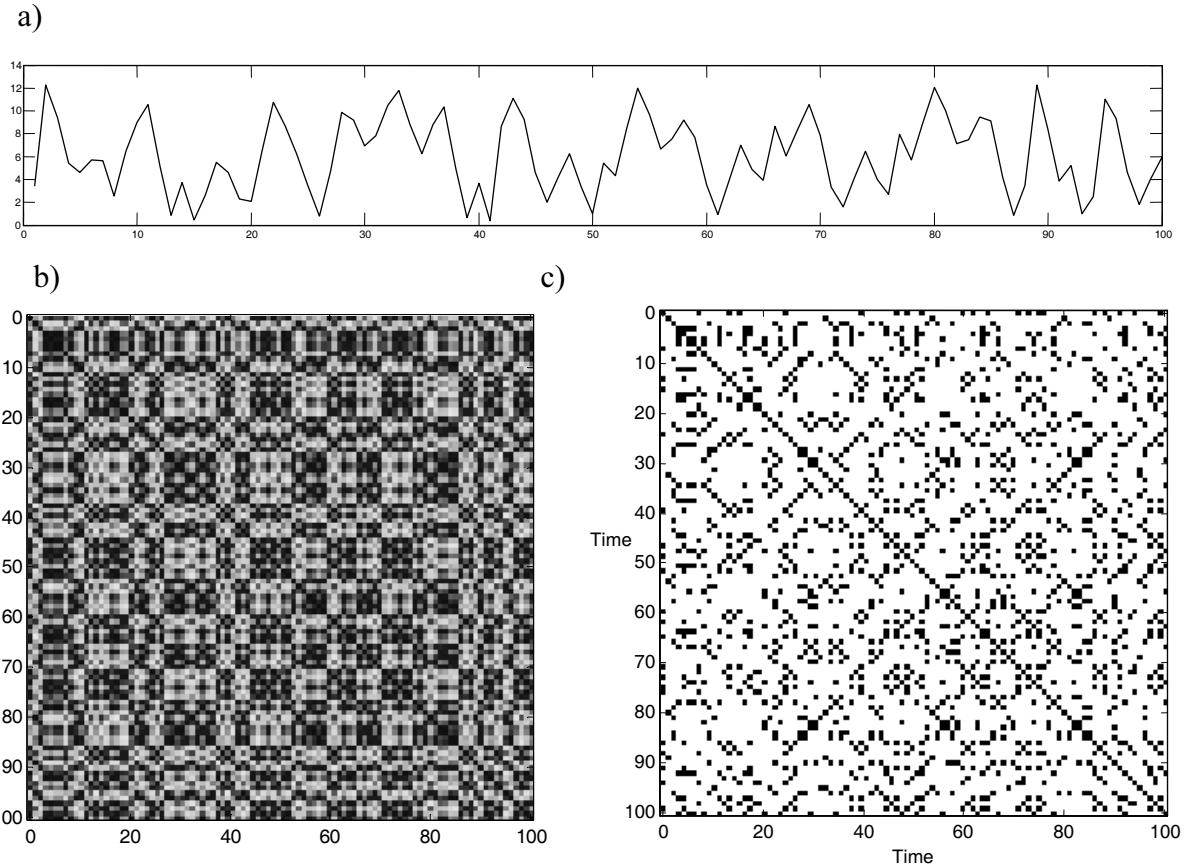
Здесь попадание точки  $y_j$  в  $\varepsilon$  – окрестности точки  $x_i$  отмечается на диаграмме черной точкой в позиции  $(i,j)$ . Черные точки обозначают наличие рекуррентности, а по обеим осям откладывается время.

- Аддитивное возмущение определяется как [4]:

$$\mathcal{Q}_{i,j} = u_i + v_j, u_i, v_j \in R', i, j = \overline{1, N} \quad (9)$$

где «+» обозначает операцию сложения.

- Отображаем  $\Omega_{i,j} \in R'$  на квадратную матрицу  $M_{m_s \times n_c} \in R^2$  и определяем аддитивную рекуррентную диаграмму (АРД). Здесь рис.4, а, характеризует взаимодействие временных рядов, Рис. 4, б, – Евклидово расстояние, рис. 4, с, – аддитивная - рекуррентная диаграмма.
- В случае получения неудовлетворительного результата производится обучение рекуррентных диаграмм введением положительной обратной связи (ПОС).



*Рисунок 4.*

**Обсуждение результатов.** Анализ полученных рекуррентных диаграмм показал, что мультипликативное резонансное возбуждение (Рис. 3, б, с) не организовало регулярного или квазирегулярного поведения процесса, что говорит о хаотичности системы. Что касается метода аддитивного резонансного возбуждения, то на рисунке 4, с, показан локальный квазирегулярный сегмент, что говорит об отсутствии хаотического поведения на этом участке системы. Кроме того, рекуррентная диаграмма (рис. 4, с) демонстрирует перпендикулярность линий главной диагонали, обозначающие противоположное развитие (то есть один из подпроцессов будто отражен в зеркале).

Характер диагональных линий (Рис. 1-4) определяет эволюцию процесса. Так, длина ее соответствует временному масштабу локальной близости участков траектории, а наклон временному разнесению, направлению последовательности состояний данных участков временного ряда и характеризует внутреннее время данных подпроцессов. Важно отметить, что рефлексивность формирует положительную обратную связь (ПОС) [5]. Поэтому при обучении рекуррентных диаграмм введением ПОС, помимо учета топологических и текстурных признаков рекуррентных диаграмм, необходимо учитывать рефлексивность в широком смысле, то есть учет актов самосознания, самооценки, что можно назвать «мышлением о мышлении» при принятии удовлетворительных решений [6].

**Заключение.** На основании проведенных исследований был сделан вывод, что резонансные возбуждения непосредственно не регулируют поведение управляемой системы, а лишь формируют механизм ее самоорганизации, то есть способствуют организации новых структур. Алгоритм управления реализован в программной среде MATLAB.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Лоскутов А.Ю.** Проблемы нелинейной динамики II. Подавление хаоса и управление динамическими системами. Вестник Моск. Ун-та. Серия 3. Физика. Астрономия, 2001, №3.- с. 3-21.
2. **Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б.** Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Еди-ториал УРСС, 2002. -360 с.
3. **Eckmann J., P., Kamphorst O., Ruelle D.** Recurrence plots of dynamical systems //Europophys. Lett., 4. 1987. –р. 973-977.
4. **Владимирский Э.И., Исмайлов Б.И.** Нелинейный рекуррентный анализ как математическая модель управления хаотическими процессами. Информационные технологии, 2011, №5, (177). с. 42-45.
5. **Лефевр В.А., Адамс. –Веббер Дж.** Функция быстрой рефлексии в биполярном выборе. Рефлексивные процессы и управление. 2001. Т.1, №1. с. 34-46.
6. **Владимирский Э.И.** Отображение принципов рефлексии в математической модели принятия удовлетворительных решений. Тр. IV Межд. Конференции «Идентификация систем и задач управления», SICPRO'05. Москва 25-28 января 2005. Москва.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. РАН. 2005. – с. 1681-1688.

## MÜŞAHİDƏ NƏTİCƏLƏRİ ƏSASINDA XAOTİK PROSESLƏRİN İDARƏ OLUNMASI

S.R. MUSTAFAYEVA

Qeyri-xətti rekurrent təhlilin istifadəsi kontekstində və rezonans həyəcanlanması metodunun əsasında işdə xaotik proseslərin identifikasiyası və idarə olunması məsələsi qoyulmuşdur. Kafi qərarların qəbulu zamanı reflexivliyin hesaba alınmasının vacibliyi qeyd olunmuşdur.

## OBSERVED DATA-BASED CONTROL OF CHAOTIC PROCESSES

S.R. MUSTAFAYEVA

In the paper the problem of identification and control of chaotic processes. On the basis of the method of resonance excitation and in the context of nonlinear recurrent analysis, noted the importance of taking into account the reflexivity in making satisfactory solutions.

---

*Пределы наук походят на горизонт:  
чем ближе подходят к ним,  
тем более они отодвигаются.*

*Пьер Буасм*

---

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ УПРОЩЕННЫХ ДИАГРАММ ЕВРОСТАНДАРТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

М.А. ГАДЖИЕВ, С.М. АЛАЕВА

В статье с применением для бетона при кратковременном загружении нелинейной диаграммы деформирования бетона при сжатии, предложенной европейским комитетом по бетону и с учётом упругопластической работы арматуры построена численная методика для исследования несущей способности внецентренно сжатых железобетонных стержней круглого сечения при многорядном армировании. На основании разработанной методики проведены численные эксперименты и установлено, что при применении упрощенных диаграмм несущая способность сжатых железобетонных колонн определяются с погрешностью, не выходящей за рамки точности инженерных расчетов, а при определении параметров напряженно-деформированного состояния следует пользоваться основной диаграммой, предложенной еврокодом, в виде дробно-рациональной функции.

**Ключевые слова:** диаграмма, напряжение, внецентренное сжатие, полная диаграмма, диаграмма «нагрузка-прогиб», бетон, железобетон.

Европейским комитетом по бетону ЕКБ-ФИП [1,2] для бетона помимо полной диаграммы с нисходящей ветвью разрешается использовать приведенные на рис.1 и рис.2 упрощенные диаграммы без нисходящей ветви.

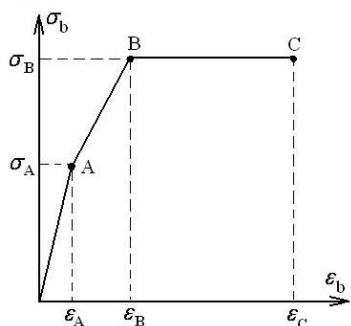


Рис.1. Трехлинейная упрощенная диаграмма деформирования бетона

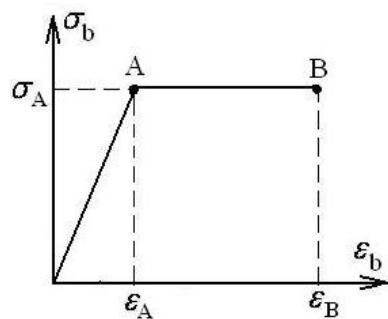


Рис.2. Двухлинейная упрощенная диаграмма деформирования бетона

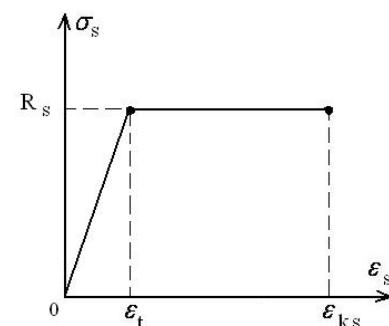


Рис.3. Диаграмма деформирования арматуры

В первой диаграмме с тремя прямолинейными участками  $\sigma_A = 0,6R_b$ ;  $\varepsilon_A = \frac{0,6R_b}{E_b}$ , а напряжение  $\sigma_B = R_b$  соответствует деформации  $\varepsilon_B = 0,002$ , предельная

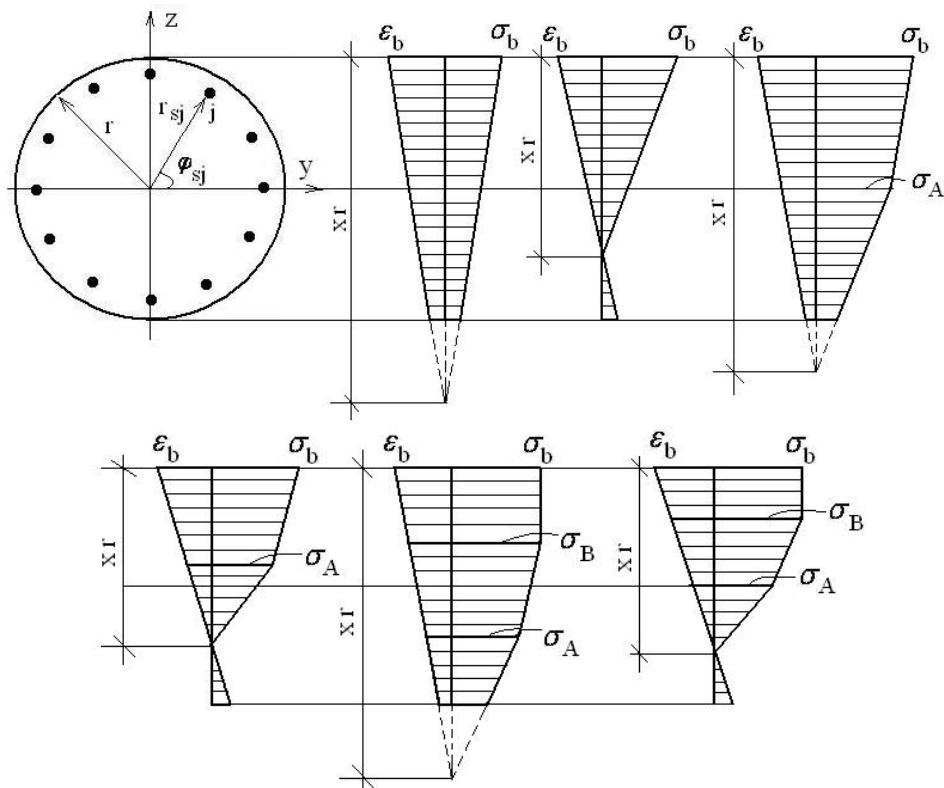
же деформация, соответствующая разрушению бетона от сжатия в точке  $C$ , принимается  $\varepsilon_c = 0,0035$ .

Второй упрощённой диаграммой, рекомендованной к использованию, является простейшая диаграмма Прандтля с ограниченной площадкой текучести, рис.2. В этой диаграмме  $\sigma_a = R_b$ ,  $\varepsilon_a = 0,0015$  и  $\varepsilon_c = 0,0035$ . Для арматуры также рекомендовано использование диаграммы Прандтля с ограниченной площадкой текучести, рис.3. Здесь  $\sigma_s = R_s$ ,  $\varepsilon_t = \frac{R_s}{E_s}$  и  $\varepsilon_{rs} = 0,025$ .

Исследуем с применением этих диаграмм несущую способность внецентренно сжатых железобетонных колонн круглого поперечного сечения с многорядным армированием при кратковременном однократном статическом загружении.

Сначала рассмотрим применение первой диаграммы для бетона с тремя линейными участками. В зависимости от уровня нагружения возможны варианты распределения нормальных сжимающих напряжений в бетоне, показанные на рис.4. При построении расчетной методики принимается справедливость гипотезы плоских сечений [1,2,3,4] и на основании этого для распределения деформаций по высоте сечения можем написать

$$\varepsilon_{bz} = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z). \quad (1)$$



*Рис.4. Возможные варианты распределения сжимающих напряжений в бетоне в случае применения трехлинейной диаграммы деформирования бетона.*

Для принятой диаграммы деформирования бетона при сжатии аналитическая зависимость напряжения от деформаций может быть представлена в виде:

$$\sigma_b = \begin{cases} E_b \cdot \varepsilon_b ; & \text{если } 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_A \\ E_b \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_A) ; & \text{если } \varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B \\ R_b ; & \text{если } \varepsilon_B < \varepsilon_b \leq \varepsilon_C \\ 0 ; & \text{если } \varepsilon_b > \varepsilon_C \end{cases} \quad (2)$$

Здесь  $E_{AB} = \frac{\sigma_B - \sigma_A}{\varepsilon_B - \varepsilon_A}$ . С применением этой зависимости найдем главный вектор и

главный момент [1,4] эпюры сжимающих напряжений в бетоне. Так как диаграмма деформирования бетона при сжатии представляется набором прямых отрезков, эти величины могут быть вычислены аналитически. Согласно формулам сопротивления материалов

$$N_b = 2bh \cdot \int_q^1 \sigma_{bz} \cdot \sqrt{1 - z^2} dz ; \quad M_b = 2bh^2 \cdot \int_q^1 \sigma_{bz} \cdot z \cdot \sqrt{1 - z^2} dz . \quad (3)$$

Здесь в зависимости от положения нейтральной оси нижний предел интегралов определяется по формуле

$$q = \begin{cases} -1 ; & \text{если } x \geq 2 \\ 1 - x ; & \text{если } 0 < x < 2 . \end{cases}$$

Если учесть (1) в (2) для распределения нормальных напряжений в бетоне по высоте сечения получим

$$\sigma_{bz} = \begin{cases} E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) ; & \text{если } 0 \leq \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_A \\ E_b \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) - \varepsilon_A \right) ; & \text{если } \varepsilon_A < \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_B \\ R_b ; & \text{если } \varepsilon_B < \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_C \\ 0 ; & \text{если } \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) > \varepsilon_C . \end{cases}$$

Представим эту зависимость более сокращенно следующим образом:

$$\sigma_{bz} = \begin{cases} C_1 + Bz ; & \text{если } 0 \leq \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_A \\ C_2 + B_1 z ; & \text{если } \varepsilon_A < \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_B \\ R_b ; & \text{если } \varepsilon_B < \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \leq \varepsilon_C \\ 0 ; & \text{если } \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) > \varepsilon_C , \end{cases} \quad (4)$$

где

$$B = E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x}; \quad B_1 = E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x}; \quad C_1 = E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1); \\ C_2 = E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A .$$

Для вычисления интегралов, входящих в (3), напомним, что неопределенные интегралы

$$I_0 = \int \sqrt{1 - z^2} dz = \frac{z}{2} \cdot \sqrt{1 - z^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z; \\ I_1 = \int z \cdot \sqrt{1 - z^2} dz = \frac{z^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z^2}; \\ I_2 = \int z^2 \cdot \sqrt{1 - z^2} dz = \left( \frac{z^3}{4} - \frac{z}{8} \right) \cdot \sqrt{1 - z^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z . \quad (5)$$

С учетом (5) для главного вектора и главного момента получим:

- при  $\varepsilon_b \leq \varepsilon_A$ , т.е. деформирование бетона в сечении происходит по первому участку  $OА$  диаграммы, рис.1. Причём во всех случаях надо отдельно рассматривать, когда нейтральная ось проходит вне сечения при  $x \geq 2$ , и когда нейтральная ось проходит в сечении при  $0 < x < 2$ .

$$N_b = 2r^2 \cdot \int_q^1 (C_1 + Bz) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz = \\ = 2r^2 \cdot \left[ C_1 \cdot \left( \frac{\pi}{4} - \frac{q}{2} \cdot \sqrt{1 - q^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin q \right) + B \cdot \frac{1 - q^2}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} \right]; \\ M_b = 2r^3 \cdot \int_q^1 (C_1 + Bz) \cdot z \cdot \sqrt{1 - z^2} dz = \\ = 2r^3 \cdot \left[ C_1 \cdot \frac{1 - q^2}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} + B \cdot \left( \frac{\pi}{16} - \frac{2q^3 - q}{8} \cdot \sqrt{1 - q^2} - \frac{1}{8} \cdot \arcsin q \right) \right].$$

После упрощений для рассматриваемого случая имеем:

$$N_b = \begin{cases} 2r^2 \cdot \frac{E_b \cdot \varepsilon_b}{x} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot (x-1); & \text{если } x \geq 2; \\ 2r^2 \cdot \frac{E_b \cdot \varepsilon_b}{x} \cdot \left[ (x-1) \cdot \left( \frac{\pi}{4} - \frac{1-x}{2} \cdot \sqrt{2x-x^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin(1-x) \right) + \right. \\ \left. + \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} \right]; & \text{если } 0 < x < 2 \end{cases} \quad (6)$$

$$M_b = \begin{cases} 2r^3 \cdot \frac{E_b \cdot \varepsilon_b}{x} \cdot \frac{\pi}{8}; & \text{если } x \geq 2; \\ 2r^3 \cdot \frac{E_b \cdot \varepsilon_b}{x} \cdot \left[ (x-1) \cdot \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \frac{\pi}{16} - \right. \\ \left. - \frac{1-x}{8} \cdot (1-4x+2x^2) \cdot \sqrt{2x-x^2} - \frac{1}{8} \cdot \arcsin(1-x) \right]; & \text{если } 0 < x < 2. \end{cases} \quad (7)$$

- при  $\varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B$  предварительно следует определить из условия  $\varepsilon_A = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1+z_A)$  координату  $z_A = \frac{\varepsilon_A \cdot x}{\varepsilon_b} - x + 1$ , тогда для внутренних усилий в рассматриваемом случае получим

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ \int_q^{z_A} (C_1 + Bz) \cdot \sqrt{1-z^2} dz + \int_{z_A}^1 (C_2 + B_1 z) \cdot \sqrt{1-z^2} dz \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ \int_q^{z_A} (C_1 z + Bz^2) \cdot \sqrt{1-z^2} dz + \int_{z_A}^1 (C_2 z + B_1 z^2) \cdot \sqrt{1-z^2} dz \right].$$

С учетом табличных интегралов (5) после соответствующих упрощений найдем

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ B \cdot \frac{1-q^2}{3} \cdot \sqrt{1-q^2} + (C_1 - C_2) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) + C_2 \cdot \frac{\pi}{4} - \right.$$

$$\left. - C_1 \cdot \left( \frac{q}{2} \cdot \sqrt{1-q^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin q \right) + (B - B_1) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ (C_1 - C_2) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} - C_1 \cdot \frac{q^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-q^2} + \right.$$

$$\left. + (B - B_1) \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) + B_1 \cdot \frac{\pi}{16} - \right.$$

$$\left. - B \cdot \left( \frac{2q^3 - q}{8} \cdot \sqrt{1-q^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin q \right) \right]$$

С учетом положения нейтральной оси и введенных обозначений эти выражения конкретизируются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 N_b &= 2r^2 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) + \right. \\
 &\quad + \left( (E_b + E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A \right) \cdot \frac{\pi}{4} + \\
 &\quad \left. + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} \right]; \quad \text{если } x \geq 2, \\
 N_b &= 2r^2 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) - \right. \\
 &\quad - \frac{E_b \varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \left( \frac{1-x}{2} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin(1-x) \right) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A \cdot \frac{\pi}{4} + \\
 &\quad + \frac{E_{AB} \varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \frac{\pi}{4} + E_b \varepsilon_b \cdot \frac{2-x}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \\
 &\quad \left. + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} \right]; \quad \text{если } 0 < x < 2,
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 M_b &= 2r^3 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \right. \\
 &\quad + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) + \\
 &\quad \left. + (E_b + E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{\pi}{16} \right]; \quad \text{если } x \geq 2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_b &= 2r^3 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \right. \\
 &\quad + \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{\pi}{16} \\
 &\quad + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) - \\
 &\quad \left. - E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{1-5x+6x^2-2x^3}{8} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin(1-x) \right) \right]; \quad \text{если } 0 < x < 2.
 \end{aligned} \tag{9}$$

наконец, при  $\varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B$ , т.е. когда в эпюре сжимающих напряжений в бетоне реализуются все три участка диаграммы деформирования рис.1; Предварительно следует уточнить из условия  $\varepsilon_B = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1+z_B)$  координату  $z_B = \frac{\varepsilon_B \cdot x}{\varepsilon_b} - x + 1$ , тогда для внутренних усилий в рассматриваемом случае можем написать

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ \int_q^{z_A} (C_1 + Bz) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + \int_{z_A}^{z_B} (C_2 + B_1 z) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + R_b \cdot \int_{z_B}^1 \sqrt{1 - z^2} dz \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ \int_q^{z_A} (C_1 z + Bz^2) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + \int_{z_A}^{z_B} (C_2 z + B_1 z^2) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + R_b \cdot \int_{z_B}^1 z \cdot \sqrt{1 - z^2} dz \right].$$

Теперь, применяя формулы (5) для неопределенных интегралов после приведения подобных членов найдем

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ (C_1 - C_2) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) - C_1 \cdot \left( \frac{q}{2} \cdot \sqrt{1 - q^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin q \right) + (C_2 - R_b) \cdot \left( \frac{z_B}{2} \cdot \sqrt{1 - z_B^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_B \right) + R_b \cdot \frac{\pi}{4} + (B - B_1) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - B \cdot \frac{q^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} + B_1 \cdot \frac{z_B^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_B^2} \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ C_1 \cdot \frac{1 - q^2}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} + (C_1 - C_2) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + (B - B_1) \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) - B \cdot \left( \frac{2q^3 - q}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin q \right) + B_1 \cdot \left( \frac{2z_B^3 - z_B}{3} \cdot \sqrt{1 - z_B^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_B \right) + (C_2 - R_b) \cdot \frac{z_B^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_B^2} \right].$$

С учетом положения нейтральной оси эти выражения конкретизируются следующим образом:

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) - \varepsilon_A \right) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) + \frac{\pi}{4} \cdot \left( E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) + R_b \right) + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \left( E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A - R_b + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \right) \cdot \left( \frac{z_B}{2} \cdot \sqrt{1 - z_B^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_B \right) \right];$$

если  $x \geq 2$ ;

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) - \varepsilon_A \right) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) - E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) \cdot \left( \frac{1 - x}{2} \cdot \sqrt{2x - x^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin(1 - x) \right) \right]$$

$$\begin{aligned}
 & + \left( E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A - R_b \right) \cdot \left( \frac{z_B}{2} \cdot \sqrt{1-z_B^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_B \right) + \\
 & + R_b \cdot \frac{\pi}{4} + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \quad (10) \\
 & + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_B^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_B^2} \Big];
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_b = 2r^3 \cdot & \left[ (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \right. \\
 & + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) + E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{\pi}{16} + \\
 & + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_B^3 - z_B}{8} \cdot \sqrt{1-z_B^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_B \right) + \\
 & \left. + \left( E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A - R_b \right) \cdot \frac{z_B^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_B^2} \right]; \text{ если } x \geq 2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_b = 2r^3 \cdot & \left[ E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^3} + \right. \\
 & + (E_b - E_{AB}) \cdot \left( \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) - \varepsilon_A \right) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \\
 & + (E_b - E_{AB}) \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A \right) - \\
 & - E_b \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{1-5x+6x^2-2x^3}{8} \cdot \sqrt{2x-x^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin(1-x) \right) + \\
 & + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_B^3 - z_B}{8} \cdot \sqrt{1-z_B^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_B \right) + \quad (11) \\
 & \left. + \left( E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) + (E_b - E_{AB}) \cdot \varepsilon_A - R_b \right) \cdot \frac{z_B^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_B^2} \right]; \text{ если } 0 < x < 2.
 \end{aligned}$$

Как видно из полученных выражений, во всех рассмотренных случаях внутренние силовые факторы являются функциями деформаций крайнего сжатого волокна бетона  $\varepsilon_b$  и параметра  $x$ , определяющего положение нейтральной оси. Поэтому в более короткой записи эти зависимости могут быть представлены в виде:

$$N_b = 2r^2 \cdot \Psi_N(\varepsilon_b, x); \quad M_b = 2r^3 \cdot \Psi_M(\varepsilon_b, x). \quad (12)$$

Для  $j$ -го арматурного стержня введем обозначения: -  $r_{sj}$  - радиус,  $E_{sj}$  - модуль упругости,  $A_{sj}$  - площадь поперечного сечения,  $\varepsilon_{st}$  - деформация соответствующая началу

текучести,  $R_{sj}$  - напряжения текучести. Тогда на основании гипотезы плоских сечений для деформации арматурных стержней запишем

$$\varepsilon_{sj} = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right).$$

Диаграмму деформирования арматурных стержней, согласно рис.3, примем в виде:

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \varepsilon_{sj} \cdot [1 - \omega_{sj}(\varepsilon_{sj})]; \quad \omega_{sj}(\varepsilon_{sj}) = \begin{cases} 0, & \text{если } |\varepsilon_{sj}| \leq \varepsilon_{stj} \\ 1 - \frac{\varepsilon_{stj}}{|\varepsilon_{sj}|}, & \text{если } |\varepsilon_{sj}| > \varepsilon_{stj}. \end{cases}$$

Тогда для нормальной силы и изгибающего момента, создаваемого арматурными стержнями, можно записать

$$\begin{aligned} N_s &= \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\varepsilon_b, x)]; \\ M_s &= \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot r_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\varepsilon_b, x)]. \end{aligned} \quad (13)$$

Теперь составим уравнения равновесия для наиболее напряженного сечения [1,4] с учетом зависимостей (12) и (13)

$$\begin{aligned} 2r^2 \cdot \Psi_N(\varepsilon_b, x) + \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\varepsilon_b, x)] &= P, \\ 2r^3 \cdot \Psi_M(\varepsilon_b, x) + \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot r_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\varepsilon_b, x)] &= \\ = P \cdot r \cdot (e + f) \end{aligned} \quad (14)$$

В этих уравнениях  $er$  - эксцентриситет приложения внешней сжимающей силы,  $fr$  - прогиб наиболее напряженного сечения. Аппроксимируем изогнутую ось внецентрен-но сжатого стержня подходящей кривой вида  $y(x) = fr \cdot y_0(x)$ , тогда для кривизны по-

лучим,  $K = fr \cdot |y_0''(x)|$ . С другой стороны, согласно рис.4  $K = \frac{\varepsilon_b}{xr}$ . Приравнивая эти

два выражения кривизны, устанавливаем связь между прогибом и деформацией крайне-го сжатого волокна и параметром нейтральной оси  $f = \frac{\varepsilon_b}{xr^2 \cdot |y_0''(x_0)|}$ , здесь  $x_0$  - коор-

дината наиболее напряженного сечения. Например, для шарнирно опертого стержня, аппроксимируя изогнутую ось полуволной синусоиды, т.е., принимая  $y_0(x) = \sin \frac{\pi x}{L}$ ,

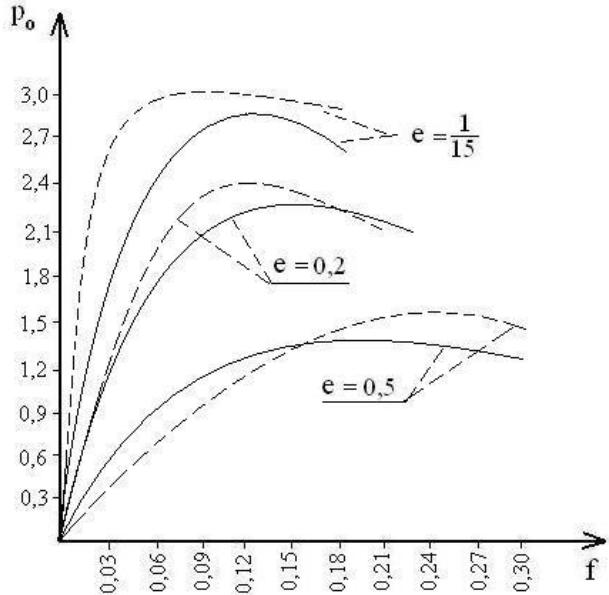
имеем  $f = \frac{\varepsilon_b \cdot L^2}{xr^2 \cdot \pi^2}$ . Аналогично для стержня с одним защемленным и другим шарнирно

опертым концом, принимая  $y_0(x) = 1 - \cos \frac{\pi x}{2L}$ , имеем  $f = \frac{4\epsilon_b \cdot L^2}{xr^2 \cdot \pi^2}$ . С учетом этого уравнения равновесия (14) представляют собой полную систему нелинейных алгебраических уравнений относительно  $\epsilon_b$  и  $x$ . Так как данная система существенно нелинейна и не представляется возможным ее аналитическое решение, то предлагается следующая численная методика решения этой системы. Принимая во внимание пределы деформаций бетона при сжатии, с определенным шагом изменяя деформацию крайнего сжатого волокна наиболее напряженного сечения  $\epsilon_b$  и находим соответствующий принятому значению деформаций параметр  $x$ . Для чего поделим почленно уравнения равновесия, получим следующее нелинейное уравнение, связывающее между собой  $\epsilon_b$  и  $x$ :

$$\begin{aligned} & \left( 2r^3 \cdot \Psi_N(\epsilon_b, x) + r \cdot \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\epsilon_b}{x} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\epsilon_b, x)] \right) \cdot (e + f) - \\ & - 2r^3 \cdot \Psi_M(\epsilon_b, x) + \sum_{j=1}^{j=n_s} E_{sj} A_{sj} \frac{\epsilon_b}{x} \cdot r_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left( x - 1 + \frac{r_{sj}}{r} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \cdot [1 - \omega_{sj}(\epsilon_b, x)] = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

После вычисления параметра  $x$  при известном  $\epsilon_b$  по вышеприведенным формулам вычислим параметр прогиба  $f$  и, наконец, по первому уравнению (14) найдём соответствующее значение внешней сжимающей силы. Таким образом, для каждого принятого значения деформации имеем решение  $(\epsilon_b, x, f, P)$ , которое позволяет построить диаграмму «нагрузка-прогиб», по которой определяется несущая способность внецентренно сжатого железобетонного стержня. На алгоритмическом языке Turbo Pascal 7.1 составлены соответствующие программные модули и рассмотрены численные примеры при следующих исходных данных: длина шарнирно оперто стержня  $L = 4,5 \text{ м}$ ,  $r = 0,15 \text{ м}$ , арматура равномерно распределена по сечению на расстоянии от центра окружности  $r_{sj} = 0,12 \text{ м}$ , сечение армировано двенадцатью арматурами периодического профиля  $\mathcal{O} 12$ ,  $E_{sj} = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ . На рис.5 сплошными линиями построены графики «нагрузка-прогиб» при различных значениях безразмерного эксцентризитета.

При использовании для бетона диаграммы Прандтля (рис.3) возможны следующие, приведенные на рис.6, случаи распределения нормальных сжимающих напряжений в бетоне. Напомним, что в этом случае  $\sigma_A = R_b$  и  $E_b^{red} = \frac{R_b}{\epsilon_A}$ ,  $\epsilon_A = 0,0015$ . Здесь при  $\epsilon_b \leq \epsilon_A$  справедливы предыдущие выражения (6) и (7), а при  $\epsilon_A < \epsilon_b \leq \epsilon_b = 0,0035$  они имеют вид:



**Рис.5. Диаграммы «нагрузка-прогиб» внецентренно сжатого шарнирно опертого стержня.**

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ \int_q^{z_A} E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1 + z) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + \int_{z_A}^1 R_b \cdot \sqrt{1 - z^2} dz \right];$$

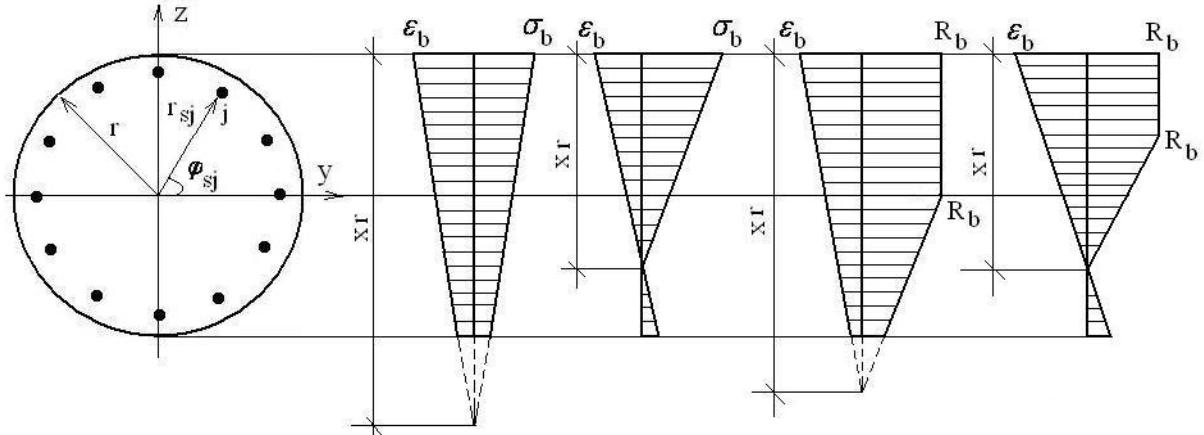
$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ \int_q^{z_A} E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot ((x - 1) \cdot z + z^2) \cdot \sqrt{1 - z^2} dz + \int_{z_A}^1 R_b \cdot z \cdot \sqrt{1 - z^2} dz \right]. \quad (16)$$

Вычислив эти интегралы с помощью табличных интегралов (5), найдем

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A - \frac{q}{2} \cdot \sqrt{1 - q^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin q \right) + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \frac{q^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} \right) + R_b \cdot \left( \frac{\pi}{4} - \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - 1) \cdot \left( \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \frac{q^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} \right) + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A - \frac{2q^3 - q}{8} \cdot \sqrt{1 - q^2} - \frac{1}{8} \cdot \arcsin q \right) - R_b \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right].$$

В зависимости от положения нейтральной оси, эти выражения конкретизируются следующим образом:



**Рис.6. Возможные варианты распределения сжимающих напряжений в бетоне в случае применения двухлинейной диаграммы деформирования бетона**

- при  $x \geq 2$

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A + \frac{\pi}{4} \right) + \right. \\ \left. + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + R_b \cdot \left( \frac{\pi}{4} - \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \right. \\ \left. + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A + \frac{\pi}{16} \right) - R_b \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} \right].$$

- при  $0 < x < 2$

$$N_b = 2r^2 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \left( \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A - \frac{1-x}{2} \cdot \sqrt{2x-x^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin(1-x) \right) + \right. \\ \left. + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} \right) + R_b \cdot \left( \frac{\pi}{4} - \frac{z_A}{2} \cdot \sqrt{1-z_A^2} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin z_A \right) \right];$$

$$M_b = 2r^3 \cdot \left[ E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x-1) \cdot \left( \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{2x-x^2}{3} \cdot \sqrt{2x-x^2} \right) + \right. \\ \left. + E_b^{red} \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \left( \frac{2z_A^3 - z_A}{8} \cdot \sqrt{1-z_A^2} + \frac{1}{8} \cdot \arcsin z_A - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1-5x+6x^2-2x^3}{8} \cdot \sqrt{2x-x^2} - \frac{1}{8} \cdot \arcsin(1-x) - R_b \cdot \frac{z_A^2 - 1}{3} \cdot \sqrt{1-z_A^2} \right) \right].$$

Чтобы оценить точность диаграммы, вышеприведенный пример был рассчитан с применением данной диаграммы и результаты приведены на рис.5 пунктирной линией. Интересным является оценка точности упрощенных диаграмм. Основная диаграмма

бетона при сжатии с учетом нисходящей ветви в Евростандартах рекомендована [1,2] в виде дробно-рациональной функции

$$\frac{\sigma_b}{R_b} = \frac{k \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R} - \left( \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R} \right)^2}{1 + (k-2) \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R}}, \quad \text{где } k = \frac{E_b \cdot \varepsilon_R}{R_b}.$$

В таблице приведены параметры напряженно деформированного состояния, соответствующие максимуму диаграммы «нагрузка-прогиб» для рассмотренного примера, а также результаты, полученные с применением основной дробно-рациональной зависимости [8].

Принимая результаты, полученные по основной диаграмме за точные, в таблице в скобках указаны погрешности, доставляемые применением упрощенных диаграмм. Анализ диаграмм, приведенных на рис. 5 и в таблице, показывает, что несущая способность упрощенной диаграммы определяется достаточно точно, а погрешности не выходят за рамки точности инженерных расчетов. Вместе с тем, параметры напряженно деформированного состояния в наиболее напряженном сечении, определяемые упрощенными диаграммами деформирования материалов, имеют большие погрешности. Например, при условно центральном сжатии, т.е., при случайных эксцентризитетах, несущая способность, определяемая по всем диаграммам, различается между собой менее чем на 5%. При этом прогибы отличаются примерно на 30% от прогиба, полученного по основной дробно-рациональной диаграмме [8]. Причем диаграмма с тремя прямолинейными отрезками (рис.1), дает завышенные, а диаграмма, приведенная на рис.2, заниженные значения прогиба. Кроме того, с увеличением эксцентризитета сжимающей силы погрешности уменьшаются.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- построена эффективная численная методика для исследования напряженно деформированного состояния и несущей способности внецентренно сжатых железобетонных колонн круглого поперечного сечения по упрощенным диаграммам деформирования материалов и составлены соответствующие процедуры с входными и выходными параметрами на алгоритмическом языке *Turbo Pascal*, осуществляющие численную реализацию разработанной методики;
- в численных примерах показано, что эксцентризитет приложения внешней сжимающей силы сильно влияют на несущую способность колонн;
- установлено, что при применение упрощенных диаграмм деформирования бетона при сжатии, рекомендованных Еврокодом, несущая способность сжатых железобетонных колонн определяется с погрешностью, не выходящей за рамки точности инженерных расчетов, вместе с тем, параметры напряженно деформированного состояния получаются с неудовлетворительной точностью. Поэтому, если целью расчета является определение параметров напряженно деформированного состояния, то следует пользоваться основной дробно-рациональной диаграммой бетона при сжатии.

Таблица

*Несущая способность и параметры напряженно деформированного состояния по диаграммам Евростандартов.*

Вид диаграммы деформирования бетона при сжатии	$x$	$\varepsilon_b$	$f$	$p$
<b>Эксцентризитет приложения внешней сжимающей силы</b>				$e/r = 1/15$
Дробно-рациональная функция	2,0377	0,0022	0,0984	2,9770
С тремя прямолинейными отрезками	1,8581 (-8,8%)	0,0026 (+18,1%)	0,1276 (+29,7%)	2,8458 (-4,4%)
Диаграмма Прандтля	2,6579 (+30,4%)	0,0020 (-9,1%)	0,0686 (-30,3%)	3,0868 (+3,7%)
<b>Эксцентризитет приложения внешней сжимающей силы</b>				$e/r = 0.2$
Дробно-рациональная функция	1,5935	0,0022	0,1259	2,3028
С тремя прямолинейными отрезками	1,5210 (-4,6%)	0,0024 (+9,1%)	0,1439 (+14,3%)	2,1968 (-4,6%)
Диаграмма Прандтля	1,7492 (+9,8%)	0,0022 (0%)	0,1147 (-8,9%)	2,3034 (+0,02%)
<b>Эксцентризитет приложения внешней сжимающей силы</b>				$e/r = 0.5$
Дробно-рациональная функция	1,0838	0,0026	0,2188	1,3438
С тремя прямолинейными отрезками	1,0734 (-4,6%)	0,0028 (+7,7%)	0,2379 (+8,7%)	1,3142 (-2,2%)
Диаграмма Прандтля	1,1197 (+3,3%)	0,0028 (+7,7%)	0,2280 (+4,2%)	1,3235 (-1,5%)

## ЛИТЕРАТУРА

- Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. Теория расчета железобетонных конструкций на прочность и устойчивость. Современные нормы и евростандарты. Санкт-Петербург- Москва, изд-во АСВ, 2006, 222с.
- Кодекс-образец ЕКБ-ФИП для норм железобетонных конструкций. Перевод с фр. М., НИ-ИЖБ, 1984, 284с.
- Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М., 1990. – 352с.
- Гаджиев М.А. Прочность и устойчивость железобетонных стержневых элементов с применением нелинейных диаграмм деформирования материалов при кратковременном и длительном загружениях. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. докт. техн. наук, Баку, 2007. – 38с.

5. **Бондаренко В.М., Бондаренко С.В.** Инженерные методы нелинейной теории железобетона. М., Стройиздат, 1982. – 287с.
6. Данилина Н.И., Дубровская Н.С., Кваша О.П., Смирнов Г.Л., Феклисов Г.И. Численные методы. М., Высшая школа, 1976, 368с.
7. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М. Наука, 1970, 664с.
8. Гаджиев М.А., Алаева С.М. Исследование несущей способности железобетонных колонн круглого сечения с многорядным армированием по диаграммам Евростандартов // Вестник КазНТУ, Алматы, 2011, №6(88), с. 109-114.

**DƏMİRBETON SÜTÜNLARIN AVROSTANDARTLARIN SADƏLƏŞDİRİLMİŞ  
DIAQRAMLARI ƏSASINDA YÜKGÖTÜRMƏ QABİLİYYƏTİNİN  
TƏDQİQİ VƏ DƏQİQLİYİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

M.Ә. HACIYEV, S.M. ALAYEVA

Məqalədə beton üzrə Avropa Komitəsi tərəfindən qısa müddətli statik yükləmələr üçün betonun sıxılmada işini xarakterizə edən qeyri-xətti deformasiya diaqramlarının və armaturun elastik-plastik işini nəzərə almaqla mərkəzdən xaric sıxılmış dairəvi en kəsikli dəmirbeton sütunların yükgötürmə qabiliyyətinin tədqiqi üçün ədədi metodika işlənmişdir. İşlənmiş metodika əsasında ədədi eksperimentlər aparılaraq göstərilmişdir ki, beton üzrə Avropa Komitəsinin təklif etdiyi sadələşdirilmiş deformasiya diaqramlarının tətbiqi zamanı yükgötürmə qabiliyyəti mühəndis dəqiqliyi ilə təyin olunsa da, gərginlikli deformasiya halını xarakterizə edən digər parametrlər təyin olunarkən bu komitə tərəfindən kəsr-rasional funksiya şəklində təklif olunmuş əsas diaqramdan istifadə olunmalıdır.

**INVESTIGATION OF THE LOADING CAPACITY FOR REINFORCED  
CONCRETE COLUMNS BY THE EUROPEAN STANDARD SIMPLIFIED  
DIAGRAM AND EVALUATE THEIR ACCURACY**

M.A. HAJIYEV, S.M. ALAEVA

In the article with the use of concrete under short-term loading of nonlinear concrete strain diagram at compression, proposed by the European Committee for the concrete and taking into account the steel rods elastic-plastic action which constructed a numerical technique to investigate the loading capacity of eccentrically compressed for a circular cross- sectional reinforced bars in multi-rows reinforcement. By based on the developed method, performed numerical experiments and established that, when using a simplified diagram of loading capacity of compressed reinforced concrete columns are determined with an error, not exceeding the accuracy of engineering calculations, and at the determination of stress-strain state parameters of the basic diagram which proposed by Eu- rocode, in the form a fractional ratio function.

## KƏND TƏSƏRRÜFATINDA İNTENSİVLƏŞMƏNİN İNVESTİSİYALAŞDIRILMASININ VƏ İXRACIN DƏSTƏKLƏNMƏSİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİ

E.N. ƏHMƏDZADƏ

Dövlət tənzimlənməsi olmadan kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşməsinin investisiyalasmasında ciddi müsbət nəticələr əldə etmək mümkün deyildir. Bundan başqa, kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsinin səmərəli sisteminin qurulması, həllədici dərəcədə, xarici ticarətin dövlət tənzimlənməsinin qanunvericilik bazasının mükəmməliyindən asılıdır. Hazırkı məqalə bu tip məsələlərə həsr edilmişdir.

**Açar sözlər:** dövlət dəstəyi, dövlət tənzimlənməsi, intensivləşmə, kənd təsərrüfatı, investisiya, səmərəlilik.

Aqrar istehsalın intensiv inkişaf konsepsiyası kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahəsi vahidinə vəsait qoyuluşunu artırmaqla məhsuldarlığı yüksəltməyi nəzərdə tutur. Odur ki, kənd təsərrüfatında investisiya proseslərinin tənzimlənməsi mexanizmində intensiv inkişafına xidmət edən elementlərin və onların üzvi vəhdətdə fəaliyyətinin təminatı mühitinin formallaşması həllədici əhəmiyyətə malikdir.

Mövcud maddi-texniki bazanın modernləşdirilməsi, intensiv inkişaf tələblərindən irəli gələn yeni fəaliyyət növləri və sahələrinin mənimsənilməsi və genişləndirilməsi kənd təsərrüfatında investisiya proseslərinin tənzimlənməsi dairəsini şərtləndirən mühüm amillərdir. Odur ki, “bu amillər ayrı-ayrılıqda spesifik xüsusiyyətlərə malik olsalar da, son nəticədə onlar istehsal fəallığına artan tələbatın ödənilməsi istiqamətində proporsionallığın təmin olunmasına imkan yaradır” [1].

İnvestisiya proseslərinin tənzimlənməsi tədiyyə qabiliyyətli tələbin yüksəldilməsində mühüm rola malikdir. Aqrar istehsalın intensiv inkişafına xidmət edən həmin proseslərinin tənzimlənməsi mexanizmi, təbii ki, investisiyaların səmərəliliyinin yüksəldilməsini, ümumilikdə əlverişli investisiya mühitini təmin etməlidir. Investisiya mühitinin təşəkkülündə həllədici rol oynayan makroiqtisadi amillər sırasında istehsal və resurs potensialı, əhalinin alıcılıq qabiliyyəti, milli valyutanın məzənnəsi, inflasiya, vergi-gömrük rejimi, istehsal və sosial infrastruktur elementlərinin formallaşma səviyyəsi, ticarətin liberallaşma dərəcəsi və bir sıra digər amillər qeyd edilməlidir.

Araşdırmaclar və qabaqcıl təcrübənin təhlili göstərir ki, dövlət tənzimlənməsi olmadan kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşməsinin investisiyalasmasında ciddi müsbət

nəticələr əldə etmək mümkün deyildir. Belə ki, aqrar sahədə əlverişli investisiya mühitinin təşəkkülü kənd təsərrüfatı istehsalı və six iqtisadi-texnoloji əlaqələrə malik fəaliyyət sahələrində işgüzarlıq və təşəbbüskarlığa dövlət himayəsinin davamlığı, sağlam rəqabət şəraitinin dəstəklənməsi, birbaşa müdaxilələrin aradan qaldırılması, antiböhran tədbirlərinin və digər qabaqlayıcı tədbirlərin kompleks xarakteri kimi amillərin təsiri altında baş verir.

İslahatların gedisi investisiya proseslərinə birbaşa təsir göstərir. İntensiv inkişafın investisiya proseslərinin tənzimlənməsi sosial – iqtisadi və elmi – texniki siyasetin daşıyıcısı olan kompleks tədbirlər sisteminin həyata keçirilməsini nəzərdə tutan konsepsiyaya əsaslanmalıdır. Müvafiq konsepsiyanın hazırlanmasında sahə və ərazi özünəməxsusları ilə yanaşı, qabaqcıl xarici təcrübədə sınaqdan çıxmış yanaşmalar da diqqət mərkəzində olmalıdır. Bu baxımdan “digər ölkələrdəki forma və strukturların düşünülmədən, mexaniki olaraq Azərbaycan iqtisadiyyatına gətirilməsi münasib variant sayla bilməz. Problemin doğru yolu – təkcə dünya birliyi iqtisadiyyatının tarixi inkişafındakı ümumi xətti deyil, eyni zamanda milli iqtisadiyyatın spesifik xüsusiyyətlərini və keçmişini nəzərə alan sosial – iqtisadi forma və investisiya bazarı strukturunun yaradılmasıdır” [2].

XXI əsrдə milli ərzaq təhlükəsizliyinin təminatı, o cümlədən intensiv inkişafın investisiya proseslərinin tənzimlənməsi konsepsiyanlarının qloballaşmanın irəli sürdüyü tələblərə uzlaşdırılması məsələləri xüsusi aktuallıq kəsb edir. Bu baxımdan, prioritet məsələlər sırasına - aqrar sahədə investisiya proseslərinin tənzimlənməsində iqtisadi-ekoloji səmərəliliyin yüksəldilməsinə xidmət, ərzaq təhlükəsizliyinin təminatında regional birliklərə üzv olan ölkələrin korporativ maraqlarının uzlaşdırılması, məsrəflərin minimumlaşdırılması, ekoloji təmiz kənd təsərrüfatının üstün inkişafı aid edilməlidir.

Bazar münasibətlərinin daha yüksək inkişafı şəraitində ekoloji tarazlığın bərpası və ekoloji təmiz kənd təsərrüfatının üstün inkişafının, başlıca olaraq hökumətin məqsədli proqramları əsasında təmin edilməsi nəzərdə tutulur.

“Qeyri-neft sektoruna investisiyaların cəlb edilməsi baxımında əlverişli sayılan sahələrdə tarazlı və dinamik inkişafın təmin edilməsində investisiya proqramlarının rolü əvəzsizdir. Belə ki, elmi – texniki proqramlarla six qarşılıqlı əlaqədə tərtib olunan və həyata keçirilən investisiya proqramları maddi – maliyyə ehtiyatlarını ən perspektivli istiqmətlərə yönəldir” [3].

Məqsədli proqramlar əsasında kənd təsərrüfatının investisiya cəlbediciliyinin artırılması istiqamətlərinin reallaşdırılması intensiv inkişaf edən aqrar sahəyə investisiya qoyuluşlarının stimullaşdırılması, yenidən investisiyalşaşma proseslərinin tənzimlənməsi sisteminin təkmilləşdirilməsi və digər bu kimi məsələləri əhatə etməlidir. Həmin “proqramlarda bir tərəfdən xarici investisiyaların cəlb edilməsi əsasında ölkənin ixracat potensialını artırmaq, digər tərəfdən xarici-iqtisadi əlaqələri getdikcə daha da genişləndirmək nəzərdə tutulur” [4].

Azərbaycanın dinamik sosial-iqtisadi inkişafı, artan iqtisadi qüdrəti, etibarlı beynəlxalq tərəfdəş imici xarici investorların milli aqrar sektora artan marağına səbəb olmuşdur. Odur ki, xarici investorların fəaliyyət mühitinə sivil qaydada təsir göstərmək üçün, onların qarşılara qoyduqları məqsəd və vəzifələrin icrası və tətbiq etdikləri vasitələrin

istifadə mühitinin iqtisadi metodlarla tənzimlənməsi məsələləri diqqət mərkəzində olmalıdır. Məsələ ondadır ki, bəzi hallarda xarici investorların tətbiq etdikləri vasitələr onların elan etdikləri məqsədlərlə uyuşmur.

Sırr deyil ki, bir sıra hallarda xarici investorlar, müxtəlif yollarla yerli xammal bazasını formalasdırmaqla, daxili istehsalın inkişafına maliyyə və texniki-texnoloji dəstəklə bağlı öz üzərlərinə götürdükləri vəzifələri icra etməkdən yayınırlar. Nəticədə bu və ya digər kənd ərazilərində inkişafın kompleksliyi pozulur, məşğulluğa neqativ təsir edən hallar baş verir. Əlbəttə, digər mənfi nəticələrin olması ehtimalı da az deyildir. Onların aradan qaldırılması üçün investisiya layihələlərində bütün maddələr öz əksini, birmənalı surətdə tapmalıdır.

İnvestisiya mühitinin dayanıqlığı və tərəfdəşlik əlaqələrinin etibarlıq səviyyəsi aqrar istehsalının gəlirlərini müəyyənləşdirən başlıca amillərdəndir. İnvestisiya fəaliyyətində tərəfdəşlik əlaqələrinin etibarlıq səviyyəsi yüksəldikcə investorların sayı artlığından, onların əldə etdiyi mənfəətin bir qədər azalması baş verə bilər. Odur ki, digər şərtlər eyni olduqda investisiya mühitinin etibarlılıq səviyyəsi və əldə edilən gəlir göstəricilərinin dinamikasında tərs mütənasiblik olduğu barədə fikirlərlə razılaşmamaq çətindir. Odur ki, aqrar istehsalın intensiv inkişaf konsepsiyasının əsaslandırılması prosesində investisiya cəlbediciliyi, vəsait qoyuluşunun əlverişlik dərəcəsini müəyyənləşdirmək üçün işgüzar fəallıq, səmərəlilik, maliyyə dayanıqlığı və ödəniş qabiliyyəti göstəricilərindən istifadə edilməsi məqsədə uyugundur.

İnvestisiya və innovasiya prosesləri birgə tənzimlənməli, sahibkarlıq və intellektual fəaliyyət subyektlərinin innovasiyalara meylinin stimullaşdırılmasının iqtisadi artım amili olması faktı diqqət mərkəzində saxlanmalıdır.

Analitiklərin fikrinə görə yeni əsrədə həyata keçirilən investisiya- texnoloji siyaset aşağıdakı prinsiplərə əsaslanmalıdır:

- mövcud texnologiyaların istifadəsi və tətbiqinin yaxşılaşdırılması;
- səmərəli dövlət proqramları, texnoloji və innovasiyalı inkişafın mexanizmləri çərçivəsində özəl sektorun innovasiya fəaliyyətinin və özəl investisiyaların cəlb edilməsinin stimullaşdırılması;
- fundamental işləmələrin və yeni texnologiyaların yaradılması sahəsindəki tədqiqatların uzunmüddətli maliyyələşdirilməsi;
- elmi-texnoloji siyasetin bütün tənzimləyici alətlərinin müxtəlif kombinasiyalarda tətbiqi (vergi güzəştəri, qanunvericilik aktları, intellektual mülkiyyət standartları və hüquqları);
- texnoloji tədqiqatların aparılmasında, dövlətin investisiya- texnoloji siyasetin formalaşması və həyata keçirilməsində, hökumətin işinin səmərəliliyi və stabilliyin yüksəldilməsi” [5].

Kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşməsinin investisiya proseslərinin model-ləşdirilməsi torpaq bazarının yaxın perspektivi barədə proqnoz materialları bazasında mümkündür. Azərbaycanda uğurla həyata keçirilmiş torpaq islahatı investisiya proseslərinin daha dinamik tənzimlənməsi üçün ilkin şərait formalasdırılmışdır. Həmin şərait investisiya

axınlarının tənzimlənməsinin adekvat, başqa sözlə mütəmadi yeniləşən informasiya bazasının yaradılmasını tələb edir.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi sisteminin təkmilləşdirilməsindən danışdıqda isə qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanda həyata keçirilən iqtisadi islahatlar kənd təsərrüfatında ixrac potensialının güclənməsinə həm birbaşa, həm də dolayı yolla xidmət edir. O cümlədən, görülən tədbirlər daxili və xarici bazarlara çıxışın vəziyyətində, gömrük orqanlarının işinin səmərəliliyində, istehsal və kommersiya fəaliyyəti üçün nəqliyyat və kommunikasiya infrastrukturunun inkişaf səviyyəsində müsbət dinamikanı şərtləndirmişdir. Əldə edilən nailiyyətlər Dünya İqtisadi Forumunun dünya ölkələrinin makroiqtisadi və ticarət əməliyyatları üzrə vəziyyətinə dair hesabatında xüsusi vurğulanmışdır.

Hesabatda dünya ölkələrinin beynəlxalq iqtisadi sistemdə rolü, dünya ticarətinə integrasiyası, idxal və ixracın stimullaşdırılması mexanizmi müsbət qiymətləndirilmiş, biznes mühitinin indekslərində davamlı yaxşılaşma olduğu qeyd olunmuşdur. Azərbaycan ticarət sisteminə integrasiya indeksi reytinqinə, əvvəlki illərə görə daha yüksək qiymət verilmişdir. Əlamətdar haldır ki, respublikamız bu sahədə Rusiya, Ukrayna, Qazaxıstan, Braziliya, Argentina kimi ölkələri geridə qoymaqla, daxili və xarici bazarlara çıxış səviyyəsinə görə 120-dən çox ölkə arasında 52-ci yerə yüksəlmişdir.

Dünya iqtisadiyyatına integrasiya, beynəlxalq əməkdaşlıq sahəsində islahatları dərinləşdirməklə yanaşı, əlverişli biznes mühitin təmin olunması, sahibkarlığa, xüsusilə aqrar sahibkarlığa dəstəyin gücləndirilməsini, idxal-ixrac əməliyyatlarında şəffaflığın artırılması, sağlam rəqabət şəraitinin yaradılması milli inkişaf strategiyasının prioritətləridir.

2008-ci ildə Azərbaycan Dünya Bankı və Beynəlxalq Maliyyə Korporasiyası tərəfindən elan olunmuş "Doing Business - 2008" hesabatında bir nömrəli islahatçı dövlət hesab edilmişdir.

Azərbaycanın dünya iqtisadi birliyində layiqli mövqe qazanmasında, onun genişlənən beynəlxalq iqtisadi əlaqələri, xarici ticarətdə etibarlı tərəfadaş imici mühüm rol oynamışdır. "Qloballaşan dünyada ölkələr arasında formalasian integrasiya münasibətləri şəraitində iqtisadi əlaqələr daha da aktivləşdiyindən onlar ölkənin iqtisadi həyatında mühüm əhəmiyyət kəsb etməyə başlamışdır. Bu baxımdan kecid dövrünü yaşayan Azərbaycan Respublikasının dövlət müstəqilliyi əldə etməsi dönyanın bir sıra ölkəleri ilə qarşılıqlı şəkildə idxal və ixrac əməliyyatlarının aparılmasına imkan yaratmışdır. İqtisadi əlaqələrin qarşılıqlı səmərəlilik prinsipləri əsasında qurulması müstəqilliyin və suverenliyin başlıca atributu kimi dəyərləndirilir» [6].

Qloballaşma prosesləri ayrı-ayrı ölkələrin milli ərzaq təhlükəsizliyinin aktuallığını azaltmamışdır. Bu və digər səbəblərdən kənd təsərrüfatı məhsulları xarici ticarətinin tənzimlənməsi metodikasında fərqlərin azalması, demək olar ki, müşahidə edilmir. Əlbəttə, kənd təsərrüfatı məhsulları xarici ticarətinin tənzimlənməsində ixrac potensialının və innovasiyalı intensiv inkişaf imkanlarının vahid kontekstdə nəzərdən keçirilməsi, ixrac potensialının gücləndirilməsində maliyyələşmə mexanizminin artan rolunun önə çəkiləsi, məhsulun rəqabət qabiliyyətini dəstəklənməsi kimi ümumi tövsiyələr də az rol oynamır.

Bununla belə, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 25 avqust 2008-ci il tarixli sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “2008-2015-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında əhalinin ərzaq məhsulları ilə etibarlı təminatına dair Dövlət Programı”nda göstərildiyi kimi “Kənd təsərrüfatı məhsullarının ixracını artırmaq, xarici bazarda rəqabət-qabiliyyətli məhsul satmaq üçün çeşidləmə, qablaşdırma, saxlama, reklam, nəqliyyat məsələləri həll olunmalı, istehsala və ixraca stimul yaradan tədbirlər həyata keçirilməlidir. Ölkədə bəzi kənd təsərrüfatı məhsullarının emalı müəssisələrinin olmaması və bəzilərinin də müasir tələbatdan geri qalması kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalının artım səviyyəsinin ləngiməsinə, məhsulların müəyyən hissəsinin itkisinə səbəb olur, istehlakçıların çeşidli yerli məhsullarla təminatına mənfi təsir göstərir”.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsinin səmərəli sisteminin qurulması, həllədici dərəcədə, xarici ticarətin dövlət tənzimlənməsinin qanunvericilik bazasının mükəmməlliyyindən asılıdır. Respublikamızda müvafiq normativ-hüquqi bazanın formallaşmasında «Beynəlxalq müqavilələrin bağlanması, icrası və ləğv edilməsi qaydaları haqqında» Azərbaycan Respublikasının qanunu [13 iyun 1995] və “Gömrük tarifi haqqında” Azərbaycan Respublikasının qanunu [20 iyun 1995], “Xüsusi iqtisadi zonaların yaradılması haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin [6 mart 2007] fərmanı və digər normativ-hüquqi aktlar mühüm rol oynamışdır.

Kənd təsərrüfatı istehsalının intensiv inkişafının stimullaşdırılması aqrar ixrac potensialının güclənməsini şərtləndirən mühüm amillərdəndir. Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi mexanizmi “xalis bazar iqtisadiyyatı”nın nöqsanları qismində qəbul edilən sosial bərabərsizlik, inflyasiyanın və işsizliyin yolverilməz səviyyəsi, inhisarçılıq kimi arzuolunmaz meyillərə qarşı dövlətin gördüyü tədbirlərin prioritetliyinə əsaslanır. Belə ki, makroiqtisadi stabillik şəraitində intensiv inkişafi stimullaşdırıran sağlam rəqabətin təşviqi və gəlirlərin yenidən bölüşdürməsi dövlətin tənzimləyici təsiri ilə formalanmış iqtisadi fəallıq mühiti ixrac potensialının möhkəmləndirilməsinə xidmət edir.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi aqrar ixrac potensialını şərtləndirən aşağıdakı amillərin səciyyələndirilməsini tələb edir:

- ixrac və innovasiya potensialının qarşılıqlı əlaqə və asılılığı;
- iqtisadi, idarəetmə, ekoloji, sosial və digər risklərin risklərin xarakteri və onların ixrac potensialına təsiri;
- kənd təsərrüfatı istehsalı prosesinin rəqabətə davamlılığı və ixrac məhsullarının rəqabət qabiliyyəti;
- risklərin neytrallaşması və minimumlaşdırılmasında mütərəqqi iqtisadi və aqrotexnologiyaların rolunun artırılması imkanları və i.a.

Aqrar islahatların müasir mərhələsinin gedişi göstərir ki, ixrac yönümlü sahələrin inkişafının stimullaşdırılması normativ-hüquqi bazanın möhkəmləndirilməsi və təkmilləşdirilməsi istiqamətində görülən tədbirlərin davam etdirilməsini tələb edir. Bu baxımdan ixracın stimullaşdırılmasının istehsalçı məsrəflərinin kompensasiyasına əsaslanması tədbirlərinin səmərəliliyinin normativ-hüquqi bazaya əsaslanaraq qiymətləndirilməsi xüsusi vurgulanmalıdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, aqrar sahədə ixracın stimullaşdırılmasının,

davamlı olaraq istehsalçı məsrəflərinin kompensasiyasına əsaslanması- yerli kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalçılarının öz xərclərini minimumlaşdırmaq motivlərini zəiflətməklə, onların texnoloji innovasiyalara marağını azaldır. Eyni zamanda, aparılan araşdırımlar, həmçinin belə bir fikri söyləməyə əsas verir ki, istehsalçı məsrəflərinin kompensasiyası sənaye və kənd təsərrüfatı məhsulları arasında qiymət disparitetini gücləndirir.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi bu və ya digər bir səra arzuolunmaz meyillərin aradan qaldırılmasına, milli aqrar istehsalçının rəqabətədavamlı fəaliyyətinin dəstəklənməsinə və dünya bazارında onların mövqə qazanmasına yönəlməlidir. Digər prioritetlər sırasına:

- ölkəyə valyuta daxilolmalarının artırılması;
- kənddə məşgullüğün səviyyəsinin yüksəldilməsi. Məsələ ondadır ki, məşgullüğün məqbul həddini və istehsalın optimal strukturu ilə ixrac potensialının keyfiyyəti arasında kifayət qədər sıx qarşılıqlı əlaqə vardır;
- dünya innovasiya innovasiya bazarında iştirakın stimullaşdırılması və həmin bazarına çıxışın asanlaşması və i.a. aid edilməlidir.

İxrac infrastrukturunun inkişafı səviyyəsi bilavasitə ixrac yönümlü kənd təsərrüfatı sahələrinin inkişafının stimullaşdırıran mühüm amillərdəndir. Müvafiq infrastruktur elementlərinin inkişaf etdirilməsi istiqamətində qabaqcıl təcrübənin təhlili, əsasən iki modelin tətbiq olunduğunu söyləməyə imkan verir.

Daha çox istifadə olunan model kənd təsərrüfatı məhsulları ixracında ümumi (çoxtəyinatlı) infrastrukturun istifadəsidir. Bu modelin üstün cəhəti, onun az məsrəfli olmasıdır. Bu modelin, tətbiqi zamanı, (xüsusilə loqistik sistemlərdə) qarşıya çıxan hüquqi və institutsiyal problemlər aqrar sahə məhsulları ixracında coxtəyinatlı infrastrukturun istifadəsinin başlıca çatışmazlığı kimi vurğulanır.

İkinci model aqrar-ərzaq kompleksi məhsullarını ixrac edənlər üçün ixtisaslaşdırılmış infrastrukturun yaradılmasını nəzərdə tutur. Bu modelin tətbiqi daha çox vəsait tələb etsə də, ixracın stimullaşdırılmasının milli strategiyasına malik ölkələrdə böyük səmərə verir. Respublikamızda soyuducu anbarlar şəbəkəsinin və ixtisaslaşdırılmış nəqliyyat vasitələri parkının genişləndirilməsi, müasir loqistik sistemlərin qurulması və beynəlxalq əhəmiyyətli limanların inşası, ixrac infrastrukturunda müasir beynəlxalq marketinq və informasiya-məsləhət xidmətlərinin yaradılması belə bir strategiyanın geniş miqyasda reallaşdırılmasından xəbər verir.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi, həmin məhsulların xarici ticarətində həyata keçirilən siyasetin üzvi tərkib hissəsidir. Odur ki, kənd təsərrüfatı məhsulları xarici beynəlxalq ticarətinin liberallaşdırılması xətti və aqrar sahəyə büdcədən maliyyələşən dövlət himayəsi sistemi arasında dinamik konsensusun əldə olunması bir çox səbəblərdən məqsədə uyğundur. Haqında danışılan konsensusun əldə edilməsi, o cümlədən:

- aqrar sahənin stimullaşdırılması və kənd təsərrüfatı məhsulları xarici ticarətinin liberallaşması kursları arasında manevr imkanlarını genişləndirir;

– qeyri-neft sektorunun üstün inkişaf prioritetlərinə əsaslanaraq milli aqrar fəaliyyət məhsullarının dünya bazarında mövqeyini möhkəmləndirmək üçün yeni perspektivlər açılır.

– daxili aqrar bazarın qorunmasına yönəlmış müdafiə mexanizmində inhisarçılıq meyillərininə qarşı tədbirlərində təsir gücünü artırır.

Kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi sisteminin təkmilləşdirilməsi, ixrac potensialının gücləndirilməsinə yönəlmüş dövlət himayəsi tədbirlərin nəticələrinin hərtərəfli qiymətləndirilməsini tələb edir. Bu məqsədlə, hər şeydən əvvəl:

– ixrac potensialının gücləndirilməsinə yönəlmüş dövlət himayəsi tədbirlərinə məsrəflər müəyyənləşdirilməli;

– həmin məsrəflər və onların səmərəliliyi müqayisəli qiymətləndirilməli;

– birbaşa və dolayı səmərəliliyin müəyyənləşdirilməsinin metodiki ziddiyətləri aradan qaldırılmalıdır.

Artıq qeyd edildiyi kimi, qloballaşma prosesləri milli ərzaq təhlükəsizliyi məsələlərinin aktuallığını azaltmamışdır. Ona görə də "... ölkəmizin xarici siyasetinin Azərbaycandan əmtəə və xidmətlərin, habelə işçi qüvvəsinin dünya bazarlarına çıxarılması şəraitinin yaxşılaşdırılmasına, daxili bazarın müvafiq səviyyədə qorunmasına, iqtisadi inkişaf üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən kapital və texnologiyaların yerli istehsalı məhdud olan əmtəə, iş və xidmətlər bazarına çıxışının təmin olunmasına, Azərbaycanın xarici ödəniş mövqelərinin möhkəmləndirilməsinə, iqtisadi təhlükəsizliyin təminatına yönəldilməsi uzunmüddətli iqtisadi strategiyamızın başlıca prinsipləri olmalıdır» [7].

Bələliklə, milli iqtisadi təhlükəsizlik meyarlarına adekvat kənd təsərrüfatı məhsullarının xarici ticarətinin tənzimlənməsi sistemi, ilk növbədə:

– ərzaq təhlükəsizliyinin təminatı səviyyəsini;

– yerli istehsalın rəqabət qabiliyyətinin dəstəklənməsi vəziyyətini;

– daxili aqrar - ərzaq bazarının gömrük müdafiəsi səviyyəsini göstəriciləri ilə səciyyələndirməlidir.

Artıq qeyd olunduğu kimi idxal və ixracın, valyuta gəlirləri və xərclərinin, istehsal və istehlakın strukturunda mütərəqqi dəyişikliklər üçün hüquqi mühit yaratmış "Gömrük tarifi haqqında" Azərbaycan Respublikasının qanunu həmin mühitin imkanlarının reallaşması və yerli aqrar istehsalın dəstəklənməsi proseslərinin vəhdətinə xidmət edir.

**Nəticə:** Daxili aqrar-ərzaq bazarının gömrük müdafiəsi səviyyəsinin obyektiv reallığa uyğunluğunun qiymətləndirilməsi və onun milli aqrar bazarın qorunmasına təsirinin müəyyənləşdirilməsində qarşıya çıxan metodoloji və informasiya xarakterli problemlərin həlli kənd təsərrüfatı məhsullarının xarici ticarətinin tənzimlənməsi və ixracın stimullaşdırılması sisteminin təkmilləşdirilməsinin vacib istiqamətlərindən biridir. Müvafiq metodoloji və informasiya xarakterli problemlərin həlli, xüsusilə ərzaq mallarının xarici ticarətində gömrük rüsumlarının proteksionist meyarlara uyğunlaşma dərəcəsindəki kəskin tərəddüdləri aradan qaldırmaqdə mühüm rol oynayacaqdır.

Sırr deyildir ki, haqqında danışılan tənzimləmə sistemi, hazırda kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalçısından daha çox emalçı və vasitəçi təsərrüfat subyektlərinin mənafeyinə

uyğundur. Bu səbəbdən, kənd təsərrüfatı məhsulları ixracının dövlət tənzimlənməsi sistemi həmin məhsullarını emal edən, onları ixrac infrastrukturundan keçirərək bu və ya digər ölkədə istehlakçıya çatdırın müəssisələrlə bərabərhüquqlu tərəfdaşlıq mühitinin formalaşmasına xidmət etməlidir.

## **ƏDƏBIYYAT**

1. **Əliyev Q.İ.** İnvestisiyanın maliyyələşdirilməsi və kreditləşdirilməsi. Bakı, “İqtisad nəşriyyatı”, 2008. - 274 s.
2. **Tağıyev N.F.** İnvestisiya proseslərinin idarəetmə modellərinin formalaşması məsələləri. Bakı, Elm, 2003. - 220 s.
3. **İbrahimov F.M.** Azərbaycan iqtisadiyyatına yönəldilən xarici investisiyalar və onun milli iqtisadiyyatın dirçəlişində rolü. İ.e.n....dis.Bakı,2006. - 153 s.
4. **Allahverdiyev H.B.** Xarici investisiya fəaliyyətinin dövlət tənzimlənməsi problemləri. Jurn: “İqtisad elmləri: nəzəriyyə və praktika”, № 4. - 1999, s. 45-50
5. Управление научно-техническим развитием в США. Газета «Игтисадийят», 17-23 август, 2001.
6. **Salahov S.V.** Aqrar sahənin dövlət tənzimlənməsi problemləri. Bakı, ”Nurlar”,2004, 504 s.
7. **Həbibbəyli Ə.** Azərbaycan Respublikasının Böyük Britaniya və Şimalı İrlandiya Birleşmiş Krallığı ilə iqtisadi əlaqələri. - Bakı, “Nurlar”. - 2007, 216 s.

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПОДДЕРЖКИ ЭКСПОРТА**

Э.Н. АХМЕДЗАДЕ

Без государственного регулирования невозможно получить серьезные положительные результаты в инвестировании интенсификации производства сельского хозяйства. Кроме этого, создание рациональной системы государственного регулирования продуктов сельского хозяйства в основном зависит от совершенства законодательной базы государственного регулирования внешней торговли. Этим вопросам и посвящена статья.

## **REGULATION OF INVESTMENT OF AN INTENSIFICATION OF AGRICULTURE AND SUPPORT OF EXPORT**

E.N. AHMADZADEH

Without government regulation it is impossible to get positive results to the investments in the intensive agricultural production. In addition, a rational system of state regulation of agricultural products depends largely on the perfection of the legal framework of state regulation of foreign trade. These issues are discussed in this article.

## БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПОДВЕРГНУТОЙ АНТРОПОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Б.И. АЛИЕВ

Рассматриваются вопросы, связанные с получением информации о состоянии растений, подвергнутых антропогенному воздействию, с помощью биоиндикационных характеристик, которые позволяют решать определенные задачи в области охраны окружающей среды, и в частности защиты растительного покрова Земли.

**Ключевые слова:** биоиндикатор, растения, окружающая среда, ультрафиолетовое излучение, ионизирующее излучение.

Постоянное увеличение объемов и степени антропогенного воздействия на окружающую среду оказывает все большее влияние на растительный покров планеты. В настоящее время в усиленно осваиваемых ландшафтах почти не существует биоценозов, которые прямо или косвенно не испытывали бы негативного воздействия человека.

Перед учеными остро стоит вопрос о необходимости своевременно обнаруживать обусловленную антропогенными стрессорами деградацию экосистем, чтобы изменение жизненно важных параметров среды обитания человека не зашло слишком далеко либо не стало необратимым.

Антропогенные воздействия, с одной стороны, представляют собой новые параметры среды, с другой - обуславливают антропогенную модификацию уже имеющихся природных факторов и, тем самым, изменения свойств биологической системы. Если эти новые параметры значительно отклоняются от соответствующих естественных исходных величин, то возможна их биоиндикация.

При значительных антропогенных воздействиях на окружающую среду меняются входные и выходные параметры растительного покрова (рис.1).

Не подвергающийся воздействию входной параметр $x(t)$ через биологический элемент $z(t)$ приводит к возникновению выходного параметра	Антропогенный входной параметр $s(t)$ через измененный биологический элемент $z'(t)$ приводит к возникновению измененного выходного параметра	Биоиндикация при антропогенно-дифференцированных входных параметрах

**Рис. 1. Изменение параметров состояния или выходных параметров растительного покрова, являющихся основой биоиндикации**

Изменение выходных параметров обусловливается, в основном, физическими, либо физико-химическим антропогенными воздействиями. Основные различия между этими факторами проявляются в биоиндукционных показателях. Если первые методы дают количественные и качественные характеристики фактора и позволяют лишь косвенно судить о его биологическом действии, то с помощью второго подхода можно получить информацию о биологических последствиях и сделать выводы об их особенностях.

Для количественной оценки значимости отклонений необходимы абсолютные или относительные калибровочные стандарты (табл. 1).

**Таблица 1.**

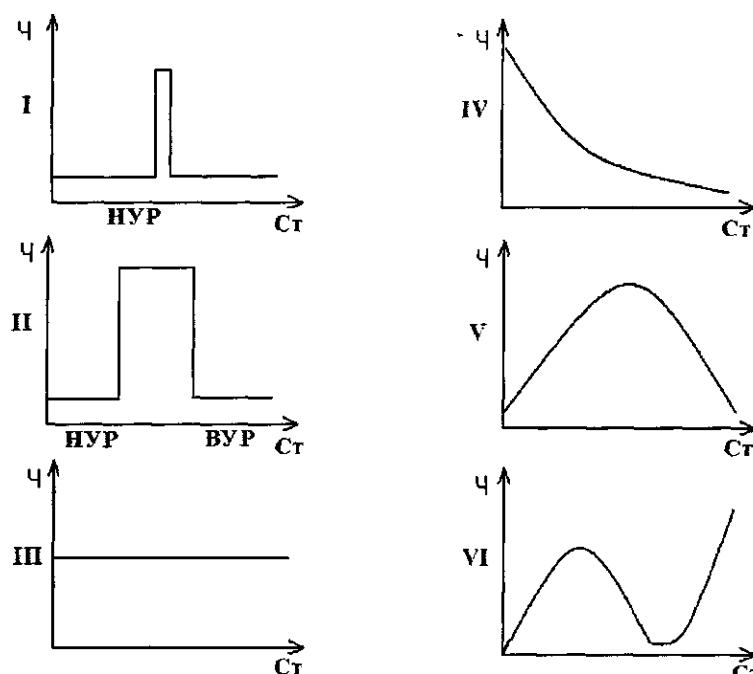
**Стандарты для сравнения при биоиндикации**

A. Абсолютные стандарты сравнения.
а) сравнение с показателями растительной системы, свободной от воздействий;
б) экспериментальное исключение антропогенных факторов;
в) сравнение с растительными системами прошлого, не подверженными действию антропогенных факторов;
г) построение градиента изменений одного и того же объекта вплоть до текущего времени.
Б. Относительные стандарты сравнения.
а) корреляция с пространственными временными изменениями антропогенных воздействий факторов среды;
б) установление в эталонах объектов, испытывающих незначительное или известное антропогенное воздействие.

Существуют различные формы биоиндикации. Если две одинаковые реакции вызываются различными антропогенными факторами, то они относятся к **неспецифической биоиндикации**. Если же те или иные происходящие изменения можно связать только с одним единственным фактором, тогда имеет место **специфическая биоиндикация**. При этом, если биоиндикатор реагирует значительным отклонением жизненных проявлений от нормы, то он является **чувствительным биоиндикатором**.

Желательно заблаговременно обнаружить биологические воздействия антропогенного фактора, для того чтобы при известных условиях иметь возможность произвести направленное вмешательство. Наличие очень чувствительных биоиндикаторов приводит к ранней индикации, когда реакция заметна уже при минимальных дозах, спустя очень короткое время и происходит в месте воздействия фактора на элементарные молекулярные или биохимические процессы.

В зависимости от времени развития биоиндикационных реакций можно выделить следующие шесть различных типов чувствительности (рис. 2).



*Рис. 2. Типы биоиндикации в зависимости от реакции во времени:*  
**НУР - ниже уровня реакции; ВУР - выше уровня реакции;**  
**Ст - стрессор; Ч - чувствительность.**

I тип: биоиндикатор проявляет себя спустя определенное время, в течение которого он никак не отвечал на воздействие (отсутствие эффективного уровня), затем после одноразовой сильной реакции он тут же теряет чувствительность (выше верхнего эффективного уровня).

II тип: как и в первом случае, реакция внезапная и сильная, однако продолжается известное время, а затем так же резко исчезает.

III тип: биоиндикатор реагирует с момента появления нарушающего воздействия с одинаковой интенсивностью в течение длительного времени.

IV тип: после немедленной сильной реакции наблюдается ее затухание, сначала быстрое, потом более медленное.

V тип: при появлении нарушающего воздействия начинается реакция, становящаяся все более интенсивной, пока не достигает максимума, а затем постепенно затухает.

VI тип: реакция V типа неоднократно повторяется, возникает осцилляция биоиндикационных параметров.

В биоиндикационных характеристиках растительности основная роль принадлежит так называемым стрессорам, которые меняют параметры растительного покрова, вызывая резкие изменения - стресс. В биологии под стрессом понимается реакция биологической системы на экстремальные факторы среды, которые могут, в зависимости от силы, интенсивности, момента и продолжительности воздействия, более или менее сильно влиять на систему. В естественных условиях биологические организмы, в том числе и растения, приспособились к этому путем периодического изменения активности.

В отличие от естественных, антропогенные факторы значительно более ощутимы и опасны для биологических систем. Причиной тому является то, что они крайне отличны, как по величине, интенсивности, продолжительности, так и по моменту воздействия, от природной нормы, к которой издавна адаптированы различные биологические системы.

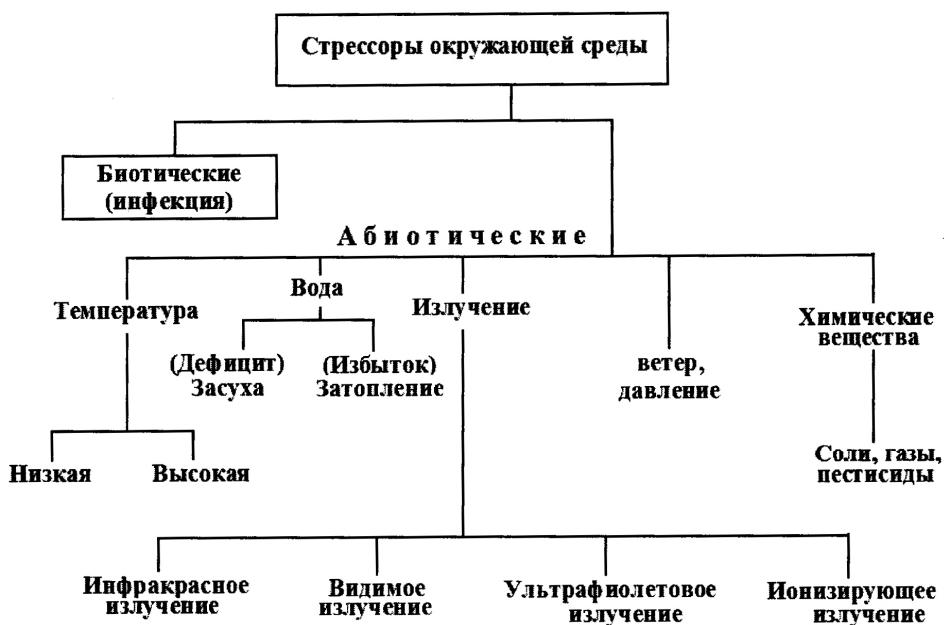
Кроме того, следует обратить внимание на то, что в природе на различные по характеру и типу растительные системы действует не один отдельно взятый какой-нибудь стрессор, а всегда наблюдается целый комплекс нарушающих факторов. При этом, разумеется, какой-либо отдельный фактор может временно или постоянно доминировать. В связи с этим понятно, что реакция растений на стрессоры в лабораторном эксперименте не всегда совпадает с наблюдающимися реакциями в естественных условиях. Поэтому исследования комбинированного воздействия средовых нагрузок, т.е. комплексного стрессового воздействия среды, являются принципиально важными для

установления допустимой нагрузки и предельных порогов стабильности растительных систем в нарушенной среде с различного рода и характера антропогенными стрессорами.

Схематически перечень вероятных стрессов в окружающей растения среде представлен в табл. 2.

Таблица 2.

## Стрессоры в окружающей растения среде



При реализации исследовательских работ по биоиндикации следует учитывать четыре нижеперечисленных основных требования:

1. Относительная быстрота проведения.
2. Получение достаточно точных и воспроизводимых результатов.
3. Присутствие объектов, применяемых в целях биоиндикации, по возможности в большом количестве и с однородными свойствами.
4. Диапазон погрешностей по сравнению с другими методами тестирования не должен превышать 20%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Смоленск, 2002.
2. Лихачева Э.Н., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. – Москва, 2002.
3. Алексеев В.А. Мониторинг лесных экосистем. СПб. - 1997.
4. Anderson K.V., Tracy C.R. Habitat Selection in two Species of short-horned grasshoppers. The role thermal and hydric Stresses, Geologic, 38. - Berlin, 1988.
5. Austin M.P. Permanent quadrats: An interface for and practice. Vegetation. 46, - Berlin, 1989.
6. Azizov B.M., Mehdiev G.S. Ecological, energetic and economic aspects of Azerbaijan oils extraction, transportation progressing problems and their perspectives. International congres - energy, ecology, economy. Baku. 1999.
7. Lloyd A.H., Groumlich L.J. Holocene dynamic of treeline forests in the Sierra Nevada //Ecology. - 1997, № 78.
8. Биологическая индикация антропоэкологии. - Л., Наука, 1984.

## ANTROPOGEN TƏSİRLƏRƏ MƏRUZ QALMIŞ BİTKİLƏRİN BİOİNDİKASIYA XARAKTERİSTİKALARI

B.İ. ƏLİYEV

Antropogen təsirlərə məruz qalmış bitkilərdə təsirin göstəricilərinin qeydə alınması, onların keyfiyyət və kəmiyyətcə qiymətləndirilmə məsələləri nəzərdən keçirilmişdir. Göstərilmişdir ki, təsirlərin bitkilərdə yaradığı dəyişikliklərin qeydə alınmasının daqiqliyi ilk növbədə təsiredici stressorların düzgün təyin olunmasından asılı olur.

## BIOINDICATOR CHARACTERISTICS OF THE VEGETATION SUBJECTED TO ANTHROPOGENOUS INFLUENCE

B.I. ALIEV

Problems associated with obtaining information on the status of plants subjected to human impact, with bioindicator characteristics that allow us to solve certain problems in the field of environmental protection, and in particular the protection of vegetation of the earth.

## ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ И ОБЪЕКТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ИХ ОЧИСТКИ

М.И. АЛИЕВ

В статье рассмотрены влияние буровых сточных вод, отработанных буровых растворов и выбуренной породы или бурового шлама на экологию и объекты природной среды, изложены методы их очистки, установлено также действие галоидов, содержащихся в пластовой воде.

Установлено, что рассмотренные в статье методы очистки буровых сточных вод позволяют решать задачи перехода буровых на замкнутый цикл водоиспользования, являющийся основой экологически безопасной технологии бурения скважин.

**Ключевые слова:** БСВ – буровые сточные воды, ОБР – отработанные буровые растворы, БШ – буровой шлам, ПДК – предельно допустимая концентрация.

**Введение.** Среди комплекса природоохранных мер важная роль отводится мероприятиям по очистке, обезвреживанию и утилизации производственно-технологических отходов бурения — буровых сточных вод (ЬСВ), отработанных буровых растворов (ОБР) и выбуренной породы или бурового шлама (БШ), так как они содержат широкую гамму загрязнителей, представленных применяемыми в бурении материалами и химреагентами.

Объемы отходов зависят от многих факторов: от применяемой технологии бурения, глубины и продолжительности строительства скважины, используемой системы водоснабжения и водоотведения, природно-климатических и др.

При строительстве скважины глубиной 4500...5200 м образуется в среднем до 6...8 тыс. м<sup>3</sup> отходов бурения [1].

Характер отрицательного влияния отходов бурения на окружающую природную среду зависит от вида и состава химических реагентов, используемых для обработки буровых растворов.

Одним из наиболее необходимых и емких компонентов в составе бурового раствора является вода. Непосредственно на буровых для этих целей используются минерализованные (пластовые) воды, от состава которых во многом зависят свойства растворов и бурового шлама.

**Пластовые воды нефтяных и газовых месторождений.** Залежи нефти обычно находятся в пористых, чаще всего одновременно водоносных пластах (коллекторах), причем сама нефть занимает сравнительно небольшие объемы внутри этих пластов, располагаясь на приподнятых участках (ловушках). Пласти, содержащие и воду, и нефть, и газ, образуют единые гидравлические системы, где нефтяные и газовые залежи испытывают на себе давление со стороны всех заключенных в такой системе жидкостей. При разбуривании пласта газы и жидкости (нефть, вода) под существующим давлением начинают поступать на земную поверхность.

Пластовая вода нефтяных месторождений, как правило, высокоминерализованная жидкость, содержащая в 1 м<sup>3</sup> до 300 кг, а иногда и больше, вплоть до насыщения, различных солей.

Многообразие факторов, влияющих на состав и концентрацию компонентов пластовой воды, в токсическом отношении определяют особенности и силу вредного ее воздействия на водные организмы в случае попадания ее в водоемы.

Сведения в научной литературе о влиянии пластовых вод, буровых растворов и их основных компонентов (кроме щелочей) на водные организмы практически отсутствуют. Поэтому изучение воздействия пластовых вод, буровых растворов и слагающих их компонентов на жизнедеятельность гидробионтов приобретает первостепенную, практическую ценность.

При попадании в водоем пластовая вода, извлекаемая на поверхность при добыче нефти, может изменить органолептические свойства речной воды, придавая ей специфический керосиновый запах, усиливающийся при нагревании. Найдено, что порог восприятия запаха пластовой воды наступает при разбавлении ее речной водой в 256 раз [2].

Токсичность пластовой воды обусловлена ее высокой минерализацией и составом.

Наиболее чувствительны к воздействию пластовой воды представители пресноводной фауны — микроводоросли и низшие ракообразные, составляющие основу биологической продуктивности водоемов. Сброс в рыбохозяйственный водоем пластовых вод, разбавленных менее чем в 500 раз, следует считать опасным в экологическом плане.

Повреждающее икру севрюги действие пластовой воды проявляется при ее разбавлении менее, чем в 32 раза, что соответствует 6...7 %, т. е., критической концентрации соли.

Установлено также действие галоидов, содержащихся в пластовой воде. Максимальные концентрации ионов галоидов, переносимые икрой севрюги без видимых отклонений от нормы, составляют: 0,5 г/л фтористого калия, 1,0 г/л бромистого калия и 1,5 г/л йодистого калия.

**Роль нефти и нефтепродуктов в загрязнении водоемов и отравлении водных организмов.** Одним из определяющих загрязнителей окружающей среды уже в конце прошлого века и, тем более остро, в следующие десятилетия стала добываемая нефть и нефтепродукты (мазут, дизельное топливо, керосин и др.) [3].

Нефть, попавшая в водоем, быстро растекается. Легкие фракции нефти улетучиваются за несколько суток, а оставшаяся масса превращается в устойчивую нефтеводяную эмульсию. Вода приобретает запах керосина при содержании нефти 0,2...0,4 мг/л, причем этот запах не устраняется даже при хлорировании и фильтровании воды. Присутствие нафтеновых кислот придает воде резко выраженный запах уже при концентрации 0,01 мг/л.

Рыбы под влиянием даже ничтожных концентраций (0,001 мг/л) нефтепродуктов приобретают стойкий и неприятный специфический (керосиновый) запах и вкус, неисчезающий ни при какой технологической (кулинарной) обработке. Такая рыба непригодна не только для питания людей, но даже не может быть скормлена скоту.

Согласно классификации и характеристике основных загрязнителей, разработанной Е. А. Веселовым, нефть и нефтепродукты относятся к загрязнителям, комплексно загрязняющим водоемы и действующим на водные организмы. По Е. А. Веселову основное влияние загрязнителя на водоем подразделено на 9 направлений, из которых 6 полностью относятся к действию нефтепродуктов: ухудшение физических свойств воды (замутнение, порча вкуса и запаха воды); отравление водоема токсичными веществами; поверхностные пленки; осадки на дне водоема; брожение и гниение; дефицит кислорода.

Из разновидностей влияния на водоем, рассматриваемых классификацией Е. А. Веселова, нефтепродукты не влияют лишь на активную реакцию (рН) воды, на жесткость воды и засоленность водоема, а по всем остальным показателям являются комплексным загрязнителем, причем к этому следует добавить и действие вторичных процессов (отравление водоема и гидробионтов продуктами окисления и других превращений загрязнителя). Фазой последствий загрязнения являются угнетение и подавление нормальной органической жизни, изменение состава биоценозов, заморы рыбы, гибель нерестилищ, уход рыбы из загрязненных районов, порча вкусовых качеств рыбы и общее падение биологической и рыбной продуктивности водоема.

Нефть и нефтепродукты оказывают токсическое действие на все гидробионты, однако наиболее губительно их воздействие на рыб. Так, по данным О. Г. Миронова даже такие незначительные количества нефти в воде, как 0,0001...0,001 мл/л, уже вызывают гибель мальков. Аналогичные работы по изучению влияния нефтяных загрязнителей на эмбрионы рыб выполнялись и другими исследователями.

Таким образом, нефть и нефтепродукты не только пагубно влияют на все звенья биологической цепи, разрушая сложившийся в ходе тысячелетней эволюции биоценоз, но и нарушают обмен энергией, теплом, влагой и газами между атмосферой и водоемами.

**Отходы бурения и их влияние на окружающую среду.** Строительство нефтяных и газовых скважин сопровождается образованием значительных объемов отходов бурения, отрицательно действующих на окружающую среду, загрязняя недра, водные объекты, снижая плодородие почв, сокращая лесные и земельные фонды.

Характер негативного влияния отходов на компоненты природной среды определяется их загрязняющими свойствами. В составе ОБР, БСВ и БШ отмечается повышен-

ное содержание органических веществ всех классов, в том числе нефти и нефтепродуктов, растворимых солей, мелкодисперсных и коллоидных глинистых фракций. По данным ВНИИКРнефти, в ОБР содержание загрязняющей органики, оцениваемой по величине показателя химического потребления кислорода (ХПК), достигает свыше 50 г/л., а нефти и нефтепродуктов - 15 % и более. БСВ характеризуется показателем ХПК до 10 г/л, содержание взвешенных веществ достигает 10 г/л, а нефти и нефтепродуктов — 0,9 г/л, рН — в пределах 7,5...11,5, содержание минеральных солей достигает 27 г/л.

В основном для оценки вредного воздействия на объекты окружающей среды всех видов отходов используют токсикологические и санитарно-гигиенические показатели, дающие представления о степени вредности отдельных веществ с позиции токсикологии. При этом токсичность веществ характеризуется величиной показателя предельно допустимой концентрации (ПДК). Для различных природных объектов значения ПДК одних и тех же веществ неодинаковы и механизм загрязняющего действия промышленных отходов на окружающую среду пока достаточно не изучен.

Базируясь на экспериментальном и эмпирическом подходе, большинство исследователей считают, что полимерные реагенты, используемые в бурении, не оказывают вредного влияния из-за высокой молекулярной массы. Вещества, основанные на полисахаридах склонны к быстрому биохимическому разложению, а гуминовые кислоты, лигнин и лигносульфонаты довольно устойчивы к биологическим изменениям. Хром в органических соединениях маловреден, а в свободном состоянии весьма токсичен. Органические составляющие отходов буровых растворов и буровых сточных вод безвредны.

Американские ученые [5] исследовали влияние токсичности 4 разных фракций бурового раствора на основе лигносульфонатов с добавками хрома на морские беспозвоночные. Определено, что отфильтрованная 10%-я растворимая фракция вызывала гибель 32... 100 % подопытных гидробионтов в течение 96 ч. Аналогичные данные получены для взвешенных веществ и осажденной твердой фракции. Установлено, что пороговая концентрация суспензии бентонита на оструюю токсичность гидробионтов оставляет 0,0079 г/л.

Ассоциацией нефтяных фирм США совместно с комитетом по защите окружающей среды была разработана методика контроля токсичности основных компонентов стандартных буровых растворов [5].

Согласно этой методике набор организмов помещают в водную среду, содержащую токсические вещества различных концентраций, в которых они выдерживаются в течение 96 ч, после чего подсчитывают количество выживших организмов. Выделяют 50%-ю смертность исследованных тест-объектов и соответствующую им концентрацию изучаемого вещества, которая является для исследуемого вещества предельно допустимой.

Из реагентов и материалов, используемых в бурении, наибольшую опасность для почвогрунтов представляют минеральные соли, нефть и нефтепродукты. Практика показывает, что при попадании в почву растворимых минеральных солей происходит необратимые изменения ее агрохимических свойств, приводящих к потере агрономической

ценности, а в некоторых случаях к развитию почворазрушающих процессов, способствующих перерождению структуры и формированию солончаков.

В Университете Утаха (США) проведены работы по оценке влияния буровых растворов на растения и почвы. Использовали шесть различных типов почв и семь различных рецептур глинистых буровых растворов, приготовленных на основе широко распространенных химреагентов. Основными факторами, отрицательно влияющими на почвы, являются избыток растворимых солей и высокое содержание обменного натрия. Вредное влияние нефти и нефтепродуктов оказалось менее пагубным по сравнению с воздействием солей. Отработанные буровые растворы оказывают меньшее отрицательное влияние на кислые почвы с высоким содержанием органических веществ, а также песчаные почвы, но являются более вредными для щелочных суглинистых почв и почв с высоким содержанием глин. Это связано с щелочной природой отработанных буровых растворов. Многие буровые растворы являются причиной почвенного диспергирования, вызывающего поверхностное коркообразование. В засушливых зонах с ежегодным количеством осадков менее 50 см буровые растворы не так пагубны, как в зонах влажного климата. Американскими специалистами были также изучены вопросы поглощения и накопления в растениях металлов и производных буровых растворов. Установлено падение урожайности сельхозкультур, возделываемых на почвах, смешанных с отработанными буровыми растворами (ОБР) в соотношении 1:1. При соотношении ОБР — почва, равном 1:4, сокращения урожайности не наблюдалось только в случае невысокого содержания в ОБР растворимых минеральных солей и обменного натрия.

Выявлено, что хроматы и барит, присутствующие в буровых растворах, растениями не усваиваются и проникновение ОБР в песчаные почвы вреда окружающей среде не наносят. Даже при высоком содержании ОБР в почве в растениях не обнаружены хром и барий, присутствовавшие в отходах бурения. Это позволяет сделать важный вывод, что содержащиеся в отходах бурения тяжелые металлы не аккумулируются растениями и поэтому не оказывают влияния на пищевую цепь экосистемы.

Таким образом, уже этот неполный обзор материалов исследований по оценке воздействия отходов бурения на объекты природной среды подтверждает необходимость разработки эффективных методов и техники очистки, утилизации и нейтрализации вредного воздействия на компоненты окружающей среды.

**Методы и техника очистки буровых сточных вод.** Наибольший объем отходов бурения составляют буровые сточные воды, представляющие собой многокомпонентные устойчивые суспензии, содержащие нефть и нефтепродукты, минеральные и органические вещества, находящиеся в них в виде взвесей, в растворенном и коллоидном состоянии. В растворенном виде в них присутствуют минеральные соли натрия, калия, кальция и магния, а также растворимые в воде химреагенты.

Основными загрязнителями БСВ являются взвешенные частицы, 80 % которых имеют размеры 2 мкм. Устойчивость последних дополнительно усиливается химическими реагентами, стабилизирующими водоглинистые суспензии. Взвешенные вещества состоят из минеральной и органической составляющих. Минеральная часть включает

частицы глины, утяжелителя и выбурунной породы. Органические вещества определяются составом реагентов, используемых для обработки буровых растворов.

Нефть и нефтепродукты находятся в БСВ в плавающем, эмульгированном и растворенном состояниях.

Физико-химический состав буровых сточных вод крайне разнообразен и изменяется в течение всего времени бурения. Уровень загрязненности БСВ довольно высок. Сброс таких вод в объекты природной среды недопустим. Проблема разрешима лишь при условии очистки буровых сточных вод.

Наиболее рациональным и экологически оправданным направлением утилизации сточных вод является переход на полностью или частично замкнутый цикл водоснабжения буровой. Его основу составляет максимально возможное вовлечение БСВ в систему оборотного водоснабжения с ориентацией на их использование для технических нужд бурения.

БСВ, используемая для технических нужд бурения, должна удовлетворять определенным требованиям. Такая вода характеризуется «бедующим» составом и свойствами:

Содержание, кг/м<sup>3</sup>, не более:

взвешенных веществ	0,250
нефти и нефтепродуктов	0,025
окисляемых органических веществ (ХПК)	0,40

Биохимическая потребность кислорода (БПК),

кг/м<sup>3</sup>, не более 0,05

Жесткость, кг-экв/м<sup>3</sup> До 0,010

Сухой остаток, кг/м<sup>3</sup>, не более 10

pH 6...8

Использование такой воды на буровых не вызывает осложнений в технологических операциях бурения, а для приготовления тампонажных растворов при креплении использование БСВ является даже целесообразным, так как в составе БСВ содержатся материалы и химреагенты, вводимые в тампонажные растворы с целью регулирования сроков схватывания (КМЦ, КССБ и др).

Прогрессивным направлением утилизации БСВ является их использование для целей ирригации, но в этом случае требуется более глубокая очистка БСВ. Основное требование – строгое ограничение содержания в составе воды токсичных для почв растворимых минеральных солей: хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов и др.

Для очистки БСВ используют механические, физико-химические и биохимические методы. Метод механической очистки включает отстаивание, центрифугирование и фильтрацию и позволяет удалить из сточных вод нерастворимые примеси различной степени дисперсности, за исключением коллоидных фракций. Известны результаты очистки промышленных сточных вод от взвешенных частиц и нефти с помощью гидроци-

клонов. В гидроциклоне эффективность очистки составляет не более 78...81 %, при этом обеспечивается отделение минеральных частиц диаметром не более 15...20 мкм, а высокодисперсные и коллоидные частицы остаются. Метод центрифугирования позволяет удалить 40...70 % взвешенных частиц и является также малоэффективным. Лучшие результаты очистки БСВ достигаются при фильтрации ее через пористые материалы. Крупным недостатком метода фильтрования является трудность регенерации фильтрующего агента. Основными методами очистки БСВ являются физико-химические (реагентная коагуляция и электрокоагуляция). Сущность реагентной коагуляции заключается в разделении фаз под действием добавляемых в очищаемую воду коагулянтов (солей алюминия железа). Реагентная коагуляция – наиболее эффективный метод очистки БСВ, обеспечивающий получение вод, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к водам обратного водоснабжения буровых.

При высокой степени загрязненности БСВ их очистка коагулянтами не дает нужного эффекта. В этом случае используют совместно коагулянты и флокулянты. В качестве последних используют растворимые высокомолекулярные соединения. Этот метод позволяет достичь высокой степени очистки БСВ. Одним из эффективных методов очистки БСВ является электрокоагуляция, сущность которой заключается в дестабилизации БСВ под действием адсорбционно-активных гидроокисей, генерированных электрическим током за счет растворения металла анода. Это приводит к коагуляции высокодисперсных загрязнителей и выпадению их в осадок.

Перспективен биохимический метод очистки БСВ, широко применяемый для обработки производственных сточных вод ряда отраслей народного хозяйства. Метод основан на способности некоторых микроорганизмов извлекать из воды органические вещества различного генезиса и использовать их в качестве питательного субстрата. Метод используется для очистки нефтесодержащих буровых сточных вод. В настоящее время биохимическая очистка БСВ находится на стадии лабораторных и экспериментальных исследований и в промысловой практике еще не реализуется.

Таким образом, рассмотренные методы очистки БСВ позволяют решать задачи перехода буровых на замкнутый цикл водоиспользования, являющийся основой экологически безопасной технологии бурения скважин.

**Заключение.** Установлено, что нефть и нефтепродукты не только пагубно влияют на все звенья биологической цепи, но и нарушают обмен энергией, теплом и газами между атмосферой и водоемами. Выявлено, что хроматы и барит, содержащиеся в буровых растворах, растениями не усваиваются и проникновение ОБР в песчаные почвы вреда окружающей среде не наносят. Даже при высоком содержании ОБР в почве, в растениях не обнаружены хром и барий, содержащие в отходах бурения тяжелые металлы не аккумулируются растениями и поэтому не оказывают влияния на пищевую цепь экосистемы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Агзамов Ф.А., Овчинников В.П., Хаиров Г.Б.** Исследование и разработка тампонажных материалов для цементирования скважин / Материалы Всесоюзного совещания: Повышение качества нефти и продуктов ее переработки. – М., 1976.
2. **Белов С.Б.** Охрана окружающей среды. – М.: «Высшая школа» 1991, 215 с.
3. **Кузьмин Ю.И. Войтенко В.С., Братишко Ю.А.** Влияние буровых растворов и их ингредиентов на окружающую среду в условиях Крайнего Севера. М.: 1989, 315 с.
4. **Анцыпович И.С., Попечко Л.Я.** Охрана окружающей среды. – М.: Агропромиздат, 1986.
5. **Лисицын Е.Н.** Охрана природы в зарубежных странах. – М.: Агропромиздат, 1987, 215 с.
6. **Аскерова Н.З.** Экологические проблемы и их решение при бурении скважин. // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии. - Том 3, вып. 4. – 2011, с. 86-94.

## **QAZIMA TULLANTILARININ EKOLOGİYAYA VƏ TƏBİƏT MÜHİTLİ OBYEKTLƏRƏ TƏSİRİ VƏ ONLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ**

M.I. ƏLİYEV

Məqalədə qazima axar sularının, işlənmiş qazima məhlullarının, qazilan süxur və ya qazima şlamının ekologiyaya və təbiət mühitli obyektlərə təsirindən, onların təmizlənmə üsullarından, həmçinin lay suları tərkibində olan haloidlərin təsirindən bəhs edilir.

Müəyyən edilmişdir ki, məqalədə göstərilən qazima axar sularının təmizlənmə üsulları qazimada ekoloji təhlükəsiz quyu qazima texnologiyasının əsasını təşkil edən qapalı sudanistifadə siklinə keçməyə imkan verir.

## **EFFECT OF DRILLING WASTE ON THE ENVIRONMENT AND OBJECTS OF NATURAL ENVIRONMENT AND METHODS OF TREATMENT**

M.I. ALIYEV

The paper considers the impact of drilling waste water, drilling muds and drilling waste or cuttings on the environment and the objects of the environment, presents the methods of treatment, it also establishes the reaction of halogens contained in the reservoir water.

It is established that cleaning methods of drilling waste water, discussed in the article, can meet the challenge by transition to the closed-loop drilling water use, which is the basis of environmentally sound technology of well drilling.

## ABŞERONDA NEFT-QAZIN HASİLATINDA FORMALAŞAN LAY SULARININ ƏRAZİNİN HİDROLOJİ REJİMİNƏ EKOLOJİ TƏSİRİ

H.F. MİRƏLƏMOV, N.T. MƏMMƏDOV

Məqalədə neftin, qazın yiğilması və hazırlanmasında əmələ gəlmış tullantı lay sularını təmizləyici texnoloji qurğulardan üçmərhələli sistem şəkilində keçirməklə müsbət nəticələrin əldə olunmuşu göstərilmişdir.

**Açar sözlər:** hidroloji rejim, ekoloji təsir, neftli gölməçə, lay suyu, relyef, Balaxanı-Sabunçu-Ramana yatağı, ekologiya, neft-qaz

**Giriş.** Abşeron yarımadasında hidroloji parametrlərin mövcudluğu, təbii iqlim şəraitinin formalaşmasında əsas rol oynayır. Lakin uzun illərdən bəri sənaye və digər obyektlərin fəaliyyət mexanizminin mütəşəkkil şəkildə artırılmasında ərazinin təbii coğrafi-ekoloji sistemində bəzi mənfi nəticələr özünü biruzə vermişdir. Yarımadada quru iqlimin bərqərar olduğu, atmosfer yağıntılarının illik miqdarının 200-300 mm, mümkün buxarlanmanın isə yağıntılardan 3-4 dəfə artıq olması, yay dövründə quruma həddinə çataraq, suyun ifrat dərəcədə şorlaşdırıcı dərinə duz çökdürməsi bu göllər üçün xarakterikdir.

Abşeron yarımadasında neft-qaz yataqlarının kəşfiyyatı və istismarı ilə əlaqədar olaraq yaranan süni göl və gölməçələrin əksəriyyəti neftlə birgə çıxan lay sularının uzun müddət təmizlənmədən ətraf mühitə atılması nəticəsində əmələ gəlmüşdir. Abşeronda sənayenin sürətli inkişafı əhalinin sayının artmasına və nəticədə çoxlu sayıda yaşayış massivlərinin tikilməsinə səbəb olmuşdur. Yaşayış massivlərində isə vahid kanalizasiya sistemləri qurulmadığına görə onların kommunal-məişət, tullantı suları yaxında olan göllərə və ətraf ərazilərə axıdılır. Nəticədə həmin su hövzələri zərərli maddələrlə cırklənərək gərgin ekoloji ərazilərə çevrilmişdir.

Hidroloji amillər, əsasən yeraltı suların boşalmasına təsir göstərir. Bununla belə bu prosesin əsasını Xəzər dənizinin səviyyəsinin dəyişməsi (enib-qalxması) təşkil edir.

Yarımadasa geniş yayılmış duzlu göllərin bir çoxunun qidalanmasına qrunut sularının və neft qaz sənayesində əmələ gələn lay sularının təsiri az deyildir.

Abşeron yarımadasının istehsalat zamanı əmələ gəlmış neftli tullantı suları, ərazinin coğrafi şəraiti hesabına yaranmış süni göllərin və gölməçələrin mövcud zaman kəsiyində ekoloji durumun bir qədər dəyişməsi məlum olmuşdur [1,2].

**Məsələnin qoyuluşu.** Abşeron ərazisində neft-qaz hasilatında formalaşan lay sularının vahid idarəetmə sisteminin tətbiq edilməsi dövrün vacib məsələlərdən hesab edilmişdir. Bunun üçün neft-qaz istismar olunan yataqlarda mövcud ekoloji vəziyyətinin öyrənilməsini, yeni elmi metodiki təhlillər əsasında daha mütərrəqqi üsullarının təklif olunmaqla, hasilatın səmərəliliyinin artırılmasına və ətraf mühitə təsirinin azaldılmasına nail olmaqdır. Eko-coğrafi amillər nəzərə alınmaqla, hasilatın səmərəliliyinin artırılmasına nail olmaq üçün ilk önce yatağın təbii coğrafi iqlim şəraiti, hidroloji rejimi və relyefi xüsusiyyətlərini ardıcıl şəkildə öyrənmək məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Tədqiqat apardığımız “Balaxanı-Sabunçu-Ramana” yatağının təbii coğrafi iqlim və hidroloji amillərindən biri də süni yaranmış göl və gölməçələrdir. Yatağın istehsalat sahələrində yarananan neftli gölməçələrin həcmi mütəmadi artıb azalmaqdadır. Belə ki, ilin qış aylarında neft-qaz quyularından hasil olunan lay sularının və borulardan baş verən sızma zamanı formalaşan quyu məhsulları müxtəlif mənbələrdən relyefə dağılıraq, burada qrunut sularının təsirindən çirkənmənin daha da artmasına səbəb olur. Mədən ərazilərində qış aylarında olan qrunut suları ilə yanaşı əraziyə, eyni zamanada məişət çirkəb sularının axındılması halları da baş verir. Məişət çirkəb suları, mədən ərazilərinə yaxın məsafədə yerləşən yaşayış massivlərindən axındılır. Ərazidə yaranmış süni gölməçələrdə olan lay suların həcmi, ümumi gölməçənin 30%-ni təşkil edir ki, bu da ərazinin hidroloji rejiminin pislənməsinə səbəb olmuşdur.

Neftli gölməçələrdən götürülmüş su nümunələrində aparılmış laboratoriya təhlillərinə əsasən məlum olmuşdur ki, bu çirkənmış sularda neft məhsulları 2,25-16,0 mq/l, duzluluq 14-31%, fenol 0,045 -9,22 mq/kq olmuşdur (Cədvəl 1).

**Məsələnin həlli.** Aparılmış tədqiqatlara əsasən, mədən ərazilərində lay və məişət çirkəb suları ilə çirkənmış sular torpağın bir neçə metr dərinliyinə hoparaq (2-3 metr) torpaqda olan qrunut sularına qarışır. Yatağın torpaq qatının geoloji qurlusu gilli qumlu olduğundan, qarışiq çirkəb suları torpaq məsamələrindən asan şəkildə relyefi nisbətən çökəklik olan ərazilərə axmasına səbəb olmuşdur. Neftin-qazın yiğilması, hazırlanması və nəqli zamanı quyu məhsulundan ayrılan lay sularının bir qismi relyefə axıdlaraq süni gölməçələrin əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur.

*Cədvəl 1*

*“Balaxanı-Sabunçu-Ramana” yatağında mövcud olan neftli gölmaçələrdə  
lay sularının analiz nəticələri*

Su nüm- ünəsi	pH	Elektrik keçirici- liyi $\mu\text{s}/\text{m}$	Duzlu- luq %	$\text{CO}_3^{2-}$ mq/l	$\text{HCO}_3^-$ mq/l	$\text{Cl}^-$ mq/l	$\text{Ca}^2$ mq/l	$\text{Mg}^2$ mq/l	$\text{SO}_4^{2-}$ mq/l	Neft məhs. ümmiq. %	Fenol mq/kq
<b>Su-1</b>	7,00	641	0,1	0,0	244,0	104,37	60,0	12,0	28,81	4,8	8,48
<b>Su-2</b>	7,91	$21,4 \times 10^3$	12,8	15,255	396,5	782,75	200,0	240,0	576,36	12,5	9,22
<b>Su-3</b>	7,65	314	14	12,08	1098	535,0	180	114	49,49	12	3,091
<b>Su-4</b>	8,01	4100	18,9	0,98	1575	490	400	240,0	39,39	10,9	6,95
<b>Su-5</b>	8,46	2550	15,5	1,20	1368	832,5	90,0	66	55,9	5,0	4,1
<b>Su-6</b>	8,48	1233	12,7	7,97	334,8	1100	170,0	156,0	84,63	16,0	2,93
<b>Su-7</b>	8,48	1250	13,4	6,15	732	798	160	150	205,92	6,5	0,045
<b>Su-8</b>	7,66	871	31,6	12,09	915	420	300	660	0	12,8	0,089
<b>Su-9</b>	7,94	5200	2,7	10,75	366	195	50	102	57,1	22	3,8
<b>Su-10</b>	8,45	635	8,2	10,19	285,6	532,5	40	156	14,18	10,0	5,91

*Cədvəl 2*

*Neftli gölmaçələrin tərkibinin mövsümi hesablama cədvəli*

№ S\S	Gölmaçə sahəsi ha-la	Dərinlik m-lə	Lay və qrun suyu həcmi $\text{m}^3 - \text{lə}$	axın sürəti m/s	Neft məhsulu %-lə	Atmosferə buxarlanma %-lə		Mənbəyi
						yay	qış	
1	0,36	0,40	1440	0,26	2,18	36,12	0,12	Lay və qrun suyu
2	0,80	1,00	8000	0,08	2,07	33,012	0,08	Lay və qrun suyu
3	2,56	0,30-1,20	28320	7,23	1,92	28,1	0,20	Lay və qrun suyu
4	1,85	0,30-0,80	14800	4,08	2,00	28,22	0,24	Lay və qrun suyu
5	0,110	0,63	6930	0,50	1,9	39,020	0,12	Lay və qrun suyu
6	0,48	0,50	2400	0,18	2,00	30,12	0,12	Lay və qrun suyu
7	2,45	0,25-1,80	44100	8,122	1,79	26,15	0,18	Lay və qrun suyu
8	0,25	0,30	750	0,12	2,23	46,02	0,09	Lay və qrun suyu
9	0,75	0,35	2625	0,045	2,11	40,05,	0,20	Lay və qrun suyu
10	1,045	0,32	3344	4,88	1,93	37,38	0,11	Lay və qrun suyu

Lakin apardığımız tədqiqatlar zamanı neft tərkibli lay sularının ətraf mühitə təsirinin minumuma endirilməsi məqsədilə, texnoloji qurğulardan (nefttutucuları, neftçökdürücüləri, mexaniki çökəmə cənləri) təkrarlanmaqla tam çökdükdən sonra lay suyunun kimyəvi tərkibi dəfələrlə yüngülləşmiş və ətraf mühitə təsir mexanizmi də azalmışdır. Yataq ərazisində lay sularından və qrunt sularından əmələ gəlmış neftli çirkab suların ilin müxtəlif fəsillərində kimyəvi tərkibi və həcmi tez-tez dəyişilməyə məruz qalır. Bunun üçün də çöl tədqiqat işləri zamanı seçilmiş dayaq nöqtələrində mövsümi təhlillər aparmaqla baş verən dəyişikliklərin dinamikasını öyrənməyə çalışmışıq [3,4,5].

Cədvəl 2-də göründüyü kimi, müxtəlif ölçülərdə olan neftli gölməçələrdə suyun həcmi relyefin formasından, suyun axın sürətindən, küləyin təsirindən və ilin fəsillərindən asılı olaraq dəyişilir. Yay aylarında buxarlanması intensiv olduğundan, suyun həcmi azalmağa doğru, qış aylarında isə bunun əksi müşahidə edilmişdir.

**Nəticə.** Neftin, qazın yiğilması və hazırlanmasında əmələ gəlmış tullantı lay sularını, təmizləyici texnoloji quğularda üç mərhələli sistem şəkilində keçirməklə aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur.

Lay sularından neft məhsulların miqdarı 12-20 ml/l- dən 2,5-3 ml/l-ə qədər, mexaniki qum qarışığın 30-35 % dən, 8,2-11 %-ə qədər, duzluluq 45-50 ppm ( $^{0}/_{00}$ ) 18-20 ppm ( $^{0}/_{00}$ ) və digər tərkiblər aşağıya doğru olmuşdur. Quyularda lay təzyiqi saxlamaq məqsədi ilə vurulan suyun yüngül tərkibdə olmasını məqsədə uyğun hesab etmək olar. Quyulara vurulan lay suyun həcmi  $3000-3500\text{ m}^3$ -dən  $5800-6000\text{ m}^3$  -ə qədər artmışdır. Neftli torpaqlarda neft məhsullarının cirkənmə dərəcəsi (torpağa hopma dərinliyi) 2-2,5 metrdən, 0,50-1,00 metrə qədər olmuşdur.

Torpaqda qazılmış tədqiqat quyularından götürülmüş nümunələrdə laboratoriyyada analiz nəticələrinə əsasən neft məhsullarının miqdarı 30-35 ml/q-dan, 10-15 ml/q düşmüşdür.

Neftin-qazın yiğilması və hazırlanmasında əmələ gəlmış neftli tullantıların ətraf ərazilərinə yayılması azalmağa doğru səbəb olmuşdur.

## **ƏDƏBİYYAT**

1. **S.A. İsayev, Y.Ə.Əliyev** Abşeron yarımadasının və onun sahilyanı sahələrinin geoekoloji səciyyəsi – Bakı, 2003. - səh. 39-47
2. **Исрафилбеков И.А., Листенгартен В.А., Шахсуваров А. С.** «Гидрологические и инженерно-геологические условия Апшеронского полуострова. – Баку, 1980. - səh. 76-81
3. **M. Salmanov** Tətbiqi ekologiyanın əsasları – Qızıl şərq nəşriyyatı Bakı-1993. - səh. 161-164
4. **İskəndərov M.A.** “Neft və Qaz Geologiyasının əsasları – «Bakı: Marif, 1968. - S. 61-68
5. **Hacıqasımov A.S., Orucov V.Ə.** Neft-qaz mədən geologiyası və neft-qaz-yataqlarının işlənməsi. – Bakı: Marif, 1968. - S. 206-212

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ НЕФТИНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА АПШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ, НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОБЛАСТЕЙ ПЛАСТОВЫХ ВОД**

Г.Ф. МИРАЛАМОВ, Н.Т. МАМЕДОВ

При разведке и эксплуатации на Апшеронском полуострове нефтяных и газовых месторождений образовалось большое количество искусственных озер и прудов, выходящих на поверхность вместе с пластовыми водами и длительное время не очищаемых, что привело к ухудшению окружающей среды. Быстрый рост промышленности и численности населения Апшеронского полуострова стал причиной строительства большого количества жилых массивов. Отсутствие в жилых массивах канализационных систем привело к тому, что сточные воды распространились в близлежащие озера и окрестности. В результате бассейны этих вод, загрязняясь вредными веществами, превратились в области интенсивного экологического загрязнения.

## **ENVIRONMENTAL IMPACT OF OIL AND GAS FIELDS FORMED ON THE APSHERON PENINSULA, ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF FORMATION WATERS AREAS**

H.F. MIRALAMOV, N.T. MAMMADOV

During the exploration and exploitation of the oil and gas deposits on the Apsheron Peninsula, a large number of artificial lakes and ponds are formed from leaking to the surface of underground waters not cleaned for a long time, which led to environmental degradation. Rapid growth of industry and population of the Apsheron Peninsula has caused the construction of a large number of residential areas. Lack of housing estates sewerage systems led to the fact that waste water spread into nearby lakes and the surrounding area. As a result, pools of water, contaminating harmful substances, have become an intense area of environmental pollution.

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПУТЕМ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Н.З. АСКЕРОВА

Показано, что захоронения отходов буровых растворов и бурового шлама не решают полностью задач защиты окружающей среды от загрязнения. Целесообразно организовать очистку и повторное использование буровых сточных вод. Обезвреживание отходов позволяет повысить экологичность и обеспечить благоприятные условия для своевременной рекультивации отстойников с отходами буровых растворов и шламом, исключив стадию длительного ожидания затвердевания их содержимого.

**Ключевые слова:** окружающая среда, утилизация, бурение, буровые шламы, шламохранилище.

**Введение.** В настоящее время в мире общее количество охраняемых природных территорий превышает 2600 при общей их площади свыше 4 млн. км<sup>2</sup>, что составляет 3% площади суши.

Анализ состава промышленных выбросов и автотранспорта показывает, что на городских территориях 85% общего выброса вредных веществ в атмосферу составляет сернистый газ, оксиды углерода и аэрозольная пыль. Половина остальных 15% специфических вредных веществ приходится на углеводороды, загрязняющие окружающую среду в виде производственно-технологических отходов, другая половина – на аммиак, сероводород, фенол, хлор, сероуглерод, фтористые соединения, серную кислоту.

В вопросах мониторинга атмосферы следует учитывать, что в окружающую среду выбрасывается до 400 наименований загрязнителей. В СНГ установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) для 145 веществ и 20 их комбинаций в атмосферном воздухе. Основное количество нормируемых для воздуха веществ имеют ПДК на уровне 5 - 100 мкг/м<sup>3</sup>, однако для ряда токсичных веществ он находится в пределах 1-5 мкг/м<sup>3</sup>, например: ПДК для неорганических соединений мышьяка - 1 мкг/м<sup>3</sup>, сульфата свинца - 2, пяти окиси ванадия - 3, соединений шестивалентного хрома - 4, айетофена - 5, стирола - 5, металлической ртути - 0,3, свинца и его соединений - 0,7, гексаметилендиамина - 4, метиллиркаптана - 0,009 мкг/м<sup>3</sup> [1, 2, 3].

**Постановка задачи.** Остро стоит проблема полноты и комплексности использования полезных ископаемых.

Интенсивный рост объемов буровых работ, не подкрепленный научным предвидением возможных негативных последствий, в настоящее время наиболее остро проявляется в загрязнении окружающей среды производственно-технологическими отходами бурения. Размещение в объектах природной среды отходов бурения, превышающих пороговую ассимилирующую способность этой среды, является одной из основных причин ухудшения качества окружающей среды в районе ведения буровых работ.

В настоящее время в буровой практике используют ряд прогрессивных методов утилизации ОБР (отходов буровых растворов), наиболее эффективными из которых являются:

1. Повторное использование ОБР бурения новых скважин (наиболее доступное направление). Это направление оправдано не только с экологической, но и с экономической точки зрения, так как обеспечивает значительное сокращение затрат на приготовление буровых растворов. В отечественной практике бурения повторное использование буровых растворов находит широкое применение, особенно при кустовом бурении и в районах с развитой транспортной сетью. Однако оно не всегда осуществимо из-за специфических природно-климатических и ландшафтных условий районов ведения буровых работ и при значительной удаленности буровых друг от друга, что экономически невыгодно.

2. Регенерация активных компонентов буровых растворов путем получения из него глинопорошка удовлетворительного качества. Метод имеет недостаток – значительный расход углеводородного топлива на производство глинопорошка, при этом утилизации подлежит лишь отработанный глинистый раствор плотностью 1170-1200 кг/м<sup>3</sup>.

3. Регенерация некоторых химических реагентов из отработанных буровых растворов путем обработки их специальными микроорганизмами и штаммами. Эта технология имеет ограниченное применение в зарубежной практике бурения из-за селективности действия используемых микроорганизмов и высокой чувствительности их к составу утилизируемого раствора.

4. Перспективным направлением утилизации ОБР представляется его использование для крепления скважин (в качестве добавок к известным тампонажным материалам, традиционно применяемым в практике цементирования скважин или в качестве основного тампонажного материала).

5. Основное направление работ концентрируется на физико-химической нейтрализации и отверждении ОБР и бурового шлама. Предусматривается разделение ОБР на жидкую и твердую фазы с последующей утилизацией жидкой части и нейтрализацией осадка. Методы обезвреживания бурового шлама: окисление и гидрофобизация поверхности (более эффективен); термическая обработка шламовых масс (безреагентный метод).

6. Основными направлениями утилизации буровых шламов являются:

- получение мелиорантов и структурообразователей почв для рекультивации;
- производство керамзита и грубой строительной керамики;
- дорожное строительство;

- подземное захоронение в поглощающие горизонты.

Получаемый буровой шлам не может быть использован в качестве основы удобряющих компонентов и структурообразователей почвы, так как в своем составе содержит нефть, а также токсичные для почв минеральные соли.

Использование бурового шлама в дорожном строительстве – одно из интересных направлений его утилизации. Однако практическая полезность и экологическая чистота этого метода, а также его экономическая состоятельность еще не доказаны и требуют всесторонних исследований.

Несмотря на очевидные преимущества утилизации бурового шлама, самым доступным является его ликвидация путем захоронения в специально отведенном земляном амбаре на территории буровой.

Практикуется захоронение отработанных буровых растворов и шлама в специально отведенных местах, в глубоко залегающих в земле горизонтах горных пород.

Захоронение отходов бурения в специально отведенных местах предусматривает использование для этих целей шламохранилищ, бросовых земель или оставшихся после разработки карьеров. Такое захоронение сопряжено с транспортными расходами, но часто данный метод является единственным возможным вариантом решения природоохранной проблемы. Наибольшее распространение в отечественной практике получило захоронение отработанных буровых растворов и шлама в земляных амбарах непосредственно на буровой. Этот самый доступный и практически легко осуществимый метод захоронения в то же время является экологически непригодным, поскольку не исключает загрязнения почвы и почвенных вод. Экологически состоятельным он может стать лишь при условии обезвреживания захороняемой массы, которое может быть достигнуто двумя путями – физико-химической нейтрализацией и отверждением.

Непригодные (отработавшие) промывочные жидкости целесообразно складировать в бункерах-накопителях с последующей утилизацией или обезвоживанием. Такая промывочная жидкость может служить основой или активной частью твердеющего тампонажного раствора.

Буровые растворы на углеводородной основе следует хранить в закрытых металлических емкостях и специальных складах, а выбуренную с применением такого раствора породу собирать в металлические емкости и перед захоронением промывать в водном растворе ПАВ с целью извлечения адсорбированных на частицах породы нефтепродуктов либо подвергать термической обработке.

С целью охраны окружающей среды (у нас и за рубежом) используют захоронение производственных сточных вод. Наибольший опыт подземного захоронения буровых сточных вод (БСВ) накоплен в Западной Сибири.

При захоронении БСВ в поглощающие горизонты необходимо провести исследования по обоснованию требований к составу и свойствам стоков с учетом коллекторских свойств пласта и физико-химических особенностей насыщающего его флюида. Во многих случаях отсутствовала технология с обоснованием параметров закачки и мето-

дов контроля. Следовательно, необходимо разработать требования к качеству и составу закачиваемых вод.

Выбор технологии ликвидации земляных амбаров – один из наиболее ответственных этапов проектирования. В случае неверно принятого решения земляной амбар может превратиться в долговременный очаг вторичного загрязнения окружающей природной среды. Возможны два пути ликвидации амбаров – с сохранением и без сохранения их содержимого.

Обязательными условиями захоронения отходов в амбарах являются предварительное их обезвреживание и отверждение. В ряде случаев эти операции могут быть совмещены, так как при использовании эффективной технологии отверждения получаемая твердая масса практически водонерастворима, что является гарантией отсутствия миграции вредных веществ из отходов в окружающую природную среду. Однако обезвреживание отходов путем отверждения не является полным решением данной проблемы, так как достигнутое таким образом обезвреживание является условным, поскольку заключается лишь в снижении скорости поступления вредных веществ в природную среду. Кроме того, некоторые отвердители, например карбамидные смолы, в процессе отверждения выделяют токсичные вещества в количествах, многократно превышающих ПДК.

При ликвидации амбаров без сохранения их содержимого отходы бурения и испытания скважин вывозят на полигоны по захоронению промышленных отходов или в другие специально отведенные места, например заброшенные карьеры. Такая технология ликвидации амбаров является дорогостоящей, так как требует значительных транспортных расходов. Кроме того, за размещение отходов взимается плата, размер которой зависит от степени токсичности отходов. Во избежание лишних затрат на строительство скважины следует тщательно обосновывать технологию ее строительства, в частности, программу промывки скважины, не допуская использование неэкологичных технологий.

**Геоэкологический мониторинг.** При геоэкологических исследованиях находят применение прогрессивные технологии с использованием двойной концентрической бурильной колонны, выносом керна и разрушенной породы восходящим потоком жидкости, газа или пенных систем.

Комплексы технических средств для реализации этой технологии созданы на базе установок УРБ-2А2 (КГК-Г и КГК-П), БА-15В (КГШК-500). Рассматривается вопрос о создании универсального комплекса на базе установки ПБУ-1, выпускаемой с различными транспортными базами. Испытания и эксплуатация комплексов КГК свидетельствуют о значительном (в 2-3 раза) ускорении сооружения скважин, повышении качества работ и сокращении затрат времени на освоение, что связано с предотвращением кольматации водоносных горизонтов.

Достигнутые результаты подтверждают экономичность бурения с пневмотранспортом шлама по двойной колонне. За рубежом в последние годы он стал одним из ос-

новных способов, применяемых при бурении скважин для водоснабжения и геоэкологического мониторинга.

В настоящее время созданы предпосылки для значительного расширения области применения технологии бурения с гидротранспортом разрушенной породы. В частности, разработаны комплексы, обеспечивающие сооружение скважин для водоснабжения и других целей на глубину 150 м с использованием бурильных труб диаметром 89 мм при начальном диаметре 190 и конечном 151 мм, а также на глубину 500 м с трубами диаметром 108 мм, начальном и конечном диаметрах соответственно 270 и 190 мм. Первый комплекс базируется на установке УРБ-2А2, второй – на БА-15В. Эти комплексы дают возможность не только повысить скорость сооружения скважин в 2-2,5 раза, но и улучшить качество вскрытия водоносных горизонтов, уменьшив или вообще исключив их кольматацию.

Получены положительные результаты и при бурении на глубину до 50-80 м с применением воздуха или газожидкостной смеси, что позволяет упростить организацию работы в осенне-зимних условиях, сократить расход воды и повысить достоверность встречи водоносных горизонтов.

Охрана окружающей среды на месторождении нефти или газа в течение всего срока его разработки должна сопровождаться регулярными наблюдениями за изменением гидрогеологических условий поверхностных и подземных пресных вод по контрольным пунктам на реках, водоемах, болотах, в колодцах, рудниках, артезианских скважинах и других объектах.

**Охрана недр и окружающей среды при разработке проекта на строительство скважин.** В этом разделе приведены мероприятия по охране морей, водоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными сборами на основе исходных данных, полученных от санитарно-эпидемиологической, гидрогеологической и других служб, характеризующих естественное состояние водоема, атмосферного воздуха, включая утилизацию элементов, содержащихся в сточных водах и выбросах в атмосферу, их очистку и обезвреживание. Приведены обоснования и расчет технических средств для осуществления этих мероприятий. [6].

Согласно СНиП 11.01-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений», в составе проектной документации должен быть разработан раздел «Охрана окружающей среды», включающий следующие основные подразделы: [7]

- охрана и рациональное использование земельных ресурсов;
- охрана атмосферного воздуха от загрязнения;
- охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения;
- охрана окружающей среды при складировании (утилизации) отходов промышленных производств;
- охрана растительности и животного мира;
- прогноз изменения состояния окружающей среды под воздействием проектируемого объекта;

- эколого-экономическая эффективность строительства, реконструкции, технического перевооружения объекта.

Проектные материалы по охране морей разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 17.13.05-82, методических и нормативных документов, утвержденных в установленном порядке, исходя из конкретных условий производства работ. [8].

Проектные документы по охране водоемов от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами разрабатывают с учетом требований Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. В случае необходимости сброса сточных вод в водоемы в проекте определяют величину предельно допустимого сброса для каждого загрязняющего вещества в сточных водах. В этом случае концентрация загрязняющего вещества в водоеме на расстоянии 1 км до места водозабора должна составлять

$$C_{cm} = \frac{\gamma Q}{q}(C_{nok} - C_p) + C_{nok},$$

где  $\gamma$  — коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды водотока участвует в разбавлении;  $q$  — максимальный расход сточных вод;  $Q$  — минимальный расход воды в водотоке;  $C_{nok}$  — ПДК загрязняющего вещества в водотоке.

Коэффициент смешения зависит от гидравлических параметров водотока. Если  $C_{ct}$  больше концентрации загрязняющего вещества, сбрасываемого в водоток, то требуется очистка сточных вод перед сбросом.

Объем и содержание проектных материалов по охране атмосферного воздуха от загрязнения устанавливают с учетом требований ГОСТ 17.2.3.02-78, методических и нормативных документов, согласованных и утвержденных в установленном порядке с органами государственного надзора, устанавливающими порядок разработки, рассмотрения и согласования воздухоохраных мероприятий.

**Определение предельно допустимого выброса (ПДВ).** Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым сечением устья для каждого ЗВ рассчитывают по формуле [7]

$$ПДВ = \frac{ПДК - Z_\phi H^2}{AF_{m\eta}} \sqrt[3]{V_1 \Delta T},$$

Где  $A$  — коэффициент стратификации атмосферы, зависящий от температурного градиента и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания выбросов;  $m$  — масса вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;  $V_1$ , — объем выбрасываемой газовоздушной смеси, м<sup>3</sup>/с;  $H$  — высота трубы, м;  $F$  — коэффициент, учитывающий скорость оседания взвешенных частиц выброса в атмосфере (для газов равен 1, для пыли при эффективности очистки газоочистной установки более 0,9 /=2,5 и менее 0,75  $F= 3$ );  $\Delta T$  — разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, равной

средней температуре самого жаркого месяца в 13 ч;  $\pi$  — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (обычно равен 1);  $Z_\phi$  — фоновая концентрация загрязняющего вещества.

Состав проектной документации по восстановлению (рекультивации) земельного участка, охране недр и животного мира определяют с учетом требований нормативных актов, утвержденных в соответствии с действующими законами о недрах, по охране и использованию животного мира и положениями по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геологоразведочных, строительных и иных работ, а также с учетом других нормативных документов, утвержденных в установленном порядке.

Предусматривают объемы работ по рекультивации земельного участка и использованию плодородного слоя почвы. При биологическом этапе проводят работы по повышению плодородия рекультивируемых земель в соответствии с проектом на рекультивацию.

Раздел должен содержать проектные решения:

- по способам снятия и хранения плодородного слоя почвы, транспортировки его к месту укладки (или временного хранения), нанесения плодородного слоя почвы на восстанавливаемый земельный участок;

- по восстановлению земельного участка и приведению его в соответствие, пригодное для использования по назначению, устройству инженерных сетей и коммуникаций, для дренажа, по планировке участка и др.

Кроме того, раздел должен включать мероприятия по предупреждению растепления при бурении в районах вечной мерзлоты.

Необходимо также предусмотреть объемы работ, материалы и технические средства, используемые при выполнении работ по ликвидации или консервации скважины.

При проведении ликвидационных работ по скважине должны быть обеспечены надежное разобщение и изоляция всех вскрытых пластов, исключающие перетоки пластовых вод и загрязнение вышележащих горизонтов пресных вод.

**Основные пути решения экологических проблем при бурении скважин.** В настоящее время охрана окружающей среды стала одной из актуальных проблем современности. Необходимость бережного отношения к природе получила глубокое отражение в различных государственных решениях и постановлениях. Поэтому большое значение при ведении буровых работ имеют технико-экономические аспекты охраны окружающей природной среды, заключающиеся в рациональном выборе технологии производственных процессов, технических средств, которые обеспечивают реализацию необходимых природоохранных мероприятий при наименьших экономических затратах.

Основные источники загрязнения окружающей среды при бурении:

- промывочная жидкость и реагенты, используемые для регулирования ее свойств;
- частицы горных пород, выносимые потоком промывочной жидкости из скважины или выбрасываемые из нее во время открытого фонтанизования;

- пластовые жидкости, выходящие из скважины с потоком промывочной жидкости либо изливающиеся во время газонефтепроявлений, при освоении и испытании;
- нефть и нефтепродукты.

Загрязнение окружающей среды при использовании тампонажных растворов происходит при потерях составляющих компонентов на поверхности и при попадании их в проницаемые горизонты в результате несхватывания раствора или выщелачивания тампонажного камня. Устраняют это комплексом предупредительных мероприятий и в меньшей степени мерами, связанными с ликвидацией излишних объемов заготовленных тампонажных составов.

Свести к минимуму загрязнение окружающей среды при бурении скважин можно только путем комплексного решения задач:

- для хранения промывочных жидкостей, реагентов, нефти и нефтепродуктов использовать металлические емкости;
- для сбора и временного хранения всей выбуренной породы, пластовых и буровых сточных вод, а также нефти, изливающейся из скважины при ее освоении, нефтегазовых выбросах и открытых фонтанах, — земляные амбары с достаточно высокой и надежной обваловкой;
- дно и стенки земляных амбаров должны иметь хорошую гидроизоляцию, чтобы хранящиеся в ней жидкости и химреагенты не могли проникнуть в горизонты грунтовых вод и естественные водоемы.

Более приемлемо захоронение шлама на территории буровой, но для этого он должен быть обезврежен. Работы по обезвреживанию бурового шлама ведутся двумя методами: физико-химическими (окисление, гидрофобизация) и термическими (сжигание органических веществ в печах при высокой температуре).

**Заключение.** Анализ состояния вопроса захоронения ОБР и бурового шлама свидетельствует о том, что захоронение отходов бурения не решает полностью задачи защиты окружающей среды от загрязнения. Целесообразно организовать очистку и повторное использование БСВ. Обезвреживание отходов позволяет повысить экологичность и обеспечить благоприятные условия для своевременной рекультивации отстойников с ОБР и шламом, исключив стадию длительного ожидания затвердевания их содержимого.

Существуют различные пути освобождения территории буровой от оставшейся в емкостях промывочной жидкости и шлама горных пород:

- транспортировка оставшейся промывочной жидкости и шлама в зоны катастрофического поглощения в соседних бурящихся скважинах, если эти зоны не содержат пресные или целебные воды и не сообщаются с горизонтами таких вод, акваториями и атмосферой;
- сбор всего шлама и оставшейся жидкости в металлические контейнеры и вывоз для захоронения в специальные шламохранилища;

— отверждения промывочной жидкости на водной основе добавками минеральных вяжущих и полимерных материалов для использования в качестве строительного материала.

Особого внимания заслуживает проблема защиты окружающей среды при применении растворов на углеводородной основе, поскольку нефть и нефтепродукты представляют собой устойчивые загрязнители среды.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Экология, охрана природы и экологическая безопасность // Под общей ред. проф. В.И. Данилова. – М.: МНЭПУ, 1997. – 744 с.
2. **Балаба В.И., Колесов А.И., Коновалов Е.А.** Проблемы экологической безопасности использования веществ и материалов в бурении. Обзор инф. сер. Охрана человека и окружающей среды в газовой промышленности. – М.: ИРЦ Газпром, 2001.
3. **Белов С.В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды. – М.: Изд-во «Юрайт», 2010. – 671 с.
4. **Аскерова Н.З.** Экологические проблемы и их решение при бурении скважин. // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии. - Том 3, вып. 4. – 2011, с. 86-94.
5. **Богдановский Г.А.** Химическая экология. М.: МГУ, 2009. – 237 с.
6. **Дягтерев В.В.** Охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1989. – 212 с.
7. Государственный стандарт РФ Р 17.0.0.06 – 2000. Экологический паспорт природопользователя. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 62 с.
8. ГОСТ 17.1.3 12 – 95. Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении и добыче нефти и газа на суше.

## **QAZIMA TULLANTILARININ UTİLİZASİYASI YOLU İLƏ ƏTRAF MÜHİTİN TƏMİZLƏNMƏSİ**

N.Z. ƏSKƏROVA

Məqalədə göstərilmişdir ki, qazıma məhlulu və qazıma şlamları basdırmaqla ətraf mühitin tullantılardan tam təmizlənməsini təmin etmək mümkün deyil. Tullantıların zərərsizləşdirilməsi ekoloji mühiti təmizləyir və otstoynikin axınında rekultivasiya olunması üçün münbət şərait yaradır, bununla qazıma məhlulu və şlamların uzun zaman bərkimə fazasına keçməsinin qarşısını alır.

## **PRESERVATION OF THE ENVIRONMENT BY RECYCLING OF THE DRILLING WAISTE**

N.Z. ASKAROVA

It is shown that the disposal of drilling fluids and drill cuttings do not completely solve the problems of protecting the environment from pollution. It is advisable to organize the cleanup and reuse of drilling wastewater. Waste Management can improve ecological and provide favorable conditions for timely reclamation of ponds with waste drilling muds and cuttings, eliminating long waiting stage of solidification of their contents.

## Akademik Arif Mir Cəlal oğlu Paşayevin ad gününə



15 fevralda dünya şöhrətli alim, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor, Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının prezidenti, Beynəlxalq Mühəndislik Akademiyasının vitse-prezidenti, Azərbaycan Dövlət Mükafatı laureati, əməkdar elm xadimi, bir çox beynəlxalq akademiyaların üzvü, Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyasının rektoru, akademik Arif Mir Cəlal oğlu Paşayevin doğum günüdür.

A.M. Paşayev 1957-ci ildə Odessa Elektrotexnika Rabitə İnstiutunun «Radiofizika» ixtisasını bitirdikdən sonra Azərbaycan MEA Fizika İnstiutunda elmi fəaliyyətə başlamışdır. Həmin vaxtlarda yarımkəçiricilər fizikası artıq elm və texnikanın bir çox sahələrinə daxil olmuşdu. Yarımkəçiricilər qarşısında açılan geniş perspektivlər, yüksək inkişaf və yenilik ona gətirib çıxardı ki, yarımkəçirici cihazlar və

yarımkəçiricilər fizikası sahəsi A.M. Paşayevin elmi fəaliyyətinin əsas istiqaməti oldu.

Arif Mir Cəlal oğlu Paşayev zədəsiz nəzarət sahəsindəki çoxillik elmi tədqiqatlarına hələ Moskvada olarkən başlamışdı. O, 1960-ci ildə keçmiş Sovet İttifaqının aparıcı elmi mərkəzlərindən sayılan Dövlət Nadir Metallar İnstiutunun (Qiredmet) aspiranturasına qəbul olur. 1965-ci ildə «Yüksək və ifratyüsək tezliklərdə yarımkəçiricilərin parametrlərini ölçmək üçün kontaktsız üsul və cihazların işlənməsi» mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək texnika elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almışdır.

A.M. Paşayevin yarımkəçiricilər elektronikası və mikroelektronika sahəsində nəzəri və təcrübə tədqiqatlarının nəticələri 1978-ci ildə «Yarımkəçiricilərin tədqiqində elektromaqnit üsulların fiziki əsasları, inkişaf prinsipləri və tətbiqi perspektivləri» mövzusunda müvəffəqiyətlə müdafiə etdiyi doktorluq dissertasiyasında öz əksini tapdı və o fizika-riyaziyyat elmləri doktoru alimlik dərəcəsinə layiq görüldü.

Bu tədqiqatların əsasında sualtı obyektlərə nəzarət və tədqiq üçün nəzərdə tutulmuş telemetrik, çoxfunksiyalı, hidroakustik kompleks aparatura yaradıldı. 1991-ci ildə A.M. Paşayev «Avtonom hidroakustika informasiya sisteminin yaradılması sahəsində kompleks işlərə görə» Azərbaycan Dövlət Mükafatı laureati adına layiq görülmüşdür.

A.M. Paşayev uzun müddət – 1971-ci ildən 1996-ci ilə qədər Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Fizika İnstiutunun «Zədəsiz ölçmə və nəzarətin fiziki üsulları» laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir və İnstiutun elmi istiqamətlərinin müəyyən edilməsində fəal iştirak etmişdir. Məhz bu müddət ərzində onun alim və elmi təşkilatçı kimi görkəmli qabiliyyətə malik olması bütövlükdə özünü biruzə vermişdir.

1996-cı ildən hazırkı dövrə kimi akademik A.M. Paşayev «Azərbaycan Hava Yolları» Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin Milli Aviasiya Akademiyasının rektorudur.

A.M. Paşayevin rektor təyin olunduğu 1996-cı ildən Milli Aviasiya Akademiyası yeni bir inkişaf pilləsinə qədəm qoymuşdur. Akademik A.M. Paşayev fəaliyyətinə tədris prosesinin, elmi-tədqiqat işlərinin ən yüksək müasir tələblər səviyyəsində təşkilindən başladı.

Elmi-tədqiqat Nəqliyyat və Aviakosmik Problemləri İnstitutunun bazasında, özündə Elmi-tədqiqat İnstitutunu, Konstruktor bürosunu və Təcrübə-sınaq istehsalatını birləşdirən Elmi-istehsalat Birliyi yaradılmışdır.

Akademik A.M. Paşayev Azərbaycanda ilk dəfə olaraq müasir dünya standartlarına uyğun, təhsil, elm və istehsalatın vəhdətini nəzərdə tutan ali təhsil ocağı yaratmışdır.

A.M. Paşayevin rəhbərliyi ilə MAA-nın əldə etdiyi nailiyyətlər müxtəlif tanınmış xarici ölkə təşkilatları tərəfindən də bəyənilmişdir. Təhsil sistemində Avropa standartlarına uyğun olaraq göstərdiyi yüksək xidmətlərə görə MAA-ya verilmiş «Avropa keyfiyyəti» və «Avropanın ən yaxşı müəssisəsi» Beynəlxalq mükafatları buna parlaq sübutdur.

Bundan əlavə Milli Aviasiya Akademiyası Dövlətlərarası Aviasiya Komitəsinin qərarı ilə mülki aviasiya ali təhsil müəssisəsi sertifikatına layiq görülmüş, Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatının mülki aviasiya ali təhsil müəssisələrinin siyahısına daxil edilmiş, eləcə də Avropa Universitetləri Assosiasiyanın tam hüquqlu üzv kimi qəbul olmuşdur.

Arif Paşayev Ukrayna Milli Aviasiya Universitetinin, Gürcüstan Aviasiya Universitetinin, A.S. Popov adına Odessa Milli Rabitə Akademiyasının Fəxri doktoru, Vyana Beynəlxalq Universitetinin Fəxri professoru, Ukrayna Azərbaycanlıları Konqresinin Fəxri üzvüdür. O, həmçinin 2005-ci ildə təsis edilmiş Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının prezidenti, Beynəlxalq Mühəndislik Akademiyasının vitse-prezidenti və 2009-cu ilin iyul ayında təsis edilmiş «Elmi Təminatlı İnnovasiya Assosiasiyası» İctimai Birliyinin prezidentidir.

Rusiya və Gürcüstandan olan alımlılərə birgə yarımkəcəricilər fizikası sahəsində elmi kəşfin müəllifidir. Kəşflə əlaqədar ona 340 sayılı xüsusi diplom verilmiş, fizika sahəsində Nobel mükafatı laureatı P.L. Kapitsa adına qızıl medal təqdim olunmuşdur. O, həmçinin Rusiya Təbiət Elmləri Akademiyasının Fəxri akademiki seçilmiş və bununla əlaqədar ona Vernadski adına qızıl döş nişanı verilmişdir.

Beynəlxalq əlaqələrin möhkəmləndirilməsi işindəki xidmətlərinə görə akademik Arif Paşayevə İnsan Hüquqlarının Müdafiəsi Beynəlxalq Komitəsinin «Şərəf və Ləyaqət» Qızıl Ulduzu təqdim olunmuşdur.

Akademik A.M. Paşayevin 400-dən çox elmi əsərləri dərc olunmuş, 30-dan artıq kitabın, monoqrafiyanın müəllifidir, 60-dan artıq ixtira üçün müəlliflik şəhadətnaməsi və sənaye nümunələri almışdır.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanlarına əsasən Azərbaycan elminin və təhsilinin inkişafındakı xidmətlərinə görə «ŞÖHRƏT» və «ŞƏRƏF» ordenləri ilə təltif edilmişdir. Akademik Arif Paşayev Azərbaycan elm və təhsil xəzinəsinə verdiyi töhfələrə, Azərbaycan elmini dünya səviyyəsində ləyaqətlə təmsil etdiyinə görə «Əməkdar elm xadimi» fəxri adına, Ümumdünya Əqli Mülkiyyət Təşkilatının Ali mükafatına - «Qızıl

medal»ına, eləcə də Beynəlxalq Mühəndislik Akademiyasının yubiley «Qızıl medal»ına, “Mühəndislik şöhrəti” ordeninə layiq görülmüşdür.

29 fevral 2008-ci il tarixində Dövlətlərarası Aviasiya Komitəsinin sədri Tatyana Anodina akademik Arif Paşayevə «Aviasiya mütəxəssislərinin hazırlanması işindəki xüsusi xidmətlərinə və tədris prosesinin nümunəvi təşkilinə görə» qızıl medal təqdim etmişdir.

2009-cu ildə MAA-nın rektoru, akademik Arif Paşayev Beynəlxalq Mühəndislik Akademiyasının Beynəlxalq mükafat laureatı diplomu və böyük qızıl medali ilə də təltif olunmuşdur.

MAA-nın tələbələrinə göstərdiyi yüksək qayğı və dəstəyinə görə Arif Mir Cəlal oğlu Paşayev 2010-cu ilin mart ayında Bakı şəhər Gənclər və İdman Baş İdarəsi tərəfindən «İlin ən fəal rektoru» fəxri diplomu ilə təltif edilmişdir.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin «Azərkosmos» Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin təsis edilməsi haqqında” 03 may 2010-cu il tarixli 885 nömrəli Sərəncamının 6-cı bəndinin icrasının təmin edilməsi məqsədilə Azərbaycan Respublikası Rabitə və İnformasiya Texnologiyaları Nazirliyinin 05 iyul 2010-cu il tarixli 06 sayılı kollegiyasının qərarına əsasən Kosmik məsələlər üzrə Şura yaradılmış və akademik Arif Paşayev həmin şuraya sədr təyin olunmuşdur.

2011-ci ilin may ayında Milli Aviasiya Akademiyasının rektoru, akademik Arif Paşayev «Qafqaz Universiteti ilin adamlarını seçir» layihəsi çərçivəsində «İlin elm adamı» fəxri adına layiq görülmüşdür.

Qeyd olunanlar əsas verir ki, cəsarətlə deyək A.M. Paşayev qədim azərbaycan xalqının milli qürurudur, vətənpərvər və humanist insandır.

Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının üzvləri, jurnalın redaksiya heyəti, elmi-texniki ictimayət, çoxsaylı mühəndis ordusu akademik Arif Mir Cəlal oğlu Paşayevi ad günü münasibətilə ürəkdən təbrik edir, ona mühkəm can sağlığı, xoşbəxtlik və yaradıcılıq uğurları arzulayır!



**ХРОНИКА:**  
**ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ-2011**

***В Стокгольме объявили лауреатов Нобелевской премии, одной из наиболее престижных международных премий, присуждаемой за выдающиеся научные исследования, революционные изобретения или крупный вклад в культуру или развитие общества.***

**Нобелевскую премию по медицине вручили за исследования в области иммунологии**

110-я Нобелевская неделя традиционно открылась вручением премии за заслуги в области медицины и физиологии. Нобелевская премия по медицине и физиологии, вручаемая в 102-й раз, досталась американским ученым Брюсу Бойтлеру (Bruce A. Beutler), Ральфу Штейману (Ralph Steinman), умершему 30 сентября, и уроженцу Люксембурга Джюлиусу Хоффманну (Jules A. Hoffmann) за изучение врожденного иммунитета. 10 млн. шведских крон (1,4 млн. долларов США) ученым присудили за исследования в области иммунологии, отрасли медицины, посвященной реакциям клеток организма на бактерии и вирусы: Бойтлер и Хоффманн смогли объяснить, как именно работает врожденный иммунитет, а Штейман еще в 1973 году прославился открытием дендритных клеток кожи, кишечного тракта и полости носа, которые образуют первую линию защиты человека от болезни.

Получить премию на церемонии награждения, которая состоялась 10 декабря 2011 года, смогли не все лауреаты. Ральф Штейман умер еще 30 сентября, а Нобелевскую премию, согласно уставу, не дают посмертно. В Нобелевском комитете о смерти лауреата узнали после объявления лауреатов, но тем не менее отказываться от своего решения ученыe не стали. «Нобелевская премия Ральфу Стейнмену была присуждена справедливо. Ее присуждение основывалось на очевидной предпосылке, что лауреат жив», – говорится в

официальном пояснении. Деньги были переведены в состав наследственного имущества ученого.

**Нобелевская премия по физике присвоена за открытие ускоренного расширения Вселенной**

Также шведская королевская академия наук назвала имена лауреатов Нобелевской премии по физике – 2011. В этом году награды удостоены космологи Сол Перлматтер (Saul Perlmutter), Брайн Шмидт (Brian P. Schmidt) и Адам Рисс (Adam G. Riess). Премия им присуждена за парадоксальное открытие: Вселенная расширяется с ускорением. Первую часть премии получил Перлматтер, а вторую часть разделили между собой его коллеги Шмидт и Рисс. Лауреатами были изучено несколько дюжин звезд, так называемых суперновых, и обнаружено, что Вселенная расширяется с растущей скоростью.

Ученые сообщили о результатах своей работы в 1998 году. Они обнаружили, что при взрыве удаленных сверхновых до Земли доходило меньше света, нежели ожидалось. Это говорит о растущих темпах расширения Вселенной.

Над исследованием звезд работали две команды. Одну из них возглавил Сол Перлматтер, другую – Брайан Шмидт. Появление Адама Рисса в команде Шмидта сыграло в исследованиях важную роль.

Исследовательские группы спешили, чтобы создать полномасштабную карту Вселенной путем изучения самых удаленных звезд. Для изучения Вселенной космологи использовали передовые технологии: мощные телескопы, установленные на Земле и в космосе, компьютеры и цифровые датчики отображения (за их изобретение была дана Нобелевская премия по физике в 2009 году).

В своих исследованиях команды использовали особый вид сверхновой звезды, названной типом Ia. Эта звезда такая же тяжелая, как Солнце, но в то же время по размеру чуть больше Земли. Но при этом она излучает свет, которого хватит, чтобы осветить всю галакти-

ку. В общей сложности лауреатами Нобелевской премии было обнаружено более 50 отдаленных звезд. Исходящий от них свет был намного слабее, чем от Ia. Из этого ученые сделали вывод, что расширение Вселенной ускорилось. Согласно общепринятым научным взглядам, Вселенная образовалась после взрыва, произошедшего почти 14 млрд лет назад. Однако сделанное учеными открытие показывает, что если расширение будет происходить в тех же ускоренных темпах, что и сейчас, то скоро Вселенная покроется льдом.

## **Лауреатом Нобелевской премии по химии стал израильский ученый**

За открытие квазикристаллов, которое было сделано еще в 1982 году, награду получил израильский ученый **Даниэль Шехтман (Daniel Shechtman)** из Технологического института в Хайфе. Нобелевская комиссия отмечает, что исследование полностью изменило представление науки о твердых телах.

Изучая структуру быстроохлажденного сплава алюминия и марганца, он обратил внимание на необычную кристаллическую решетку материала с неповторяющейся структурой - впоследствии её назвали квазикристаллом. Эту структуру можно сравнивать с узорами арабской мозаики, где каждый ее элемент имеет неповторимый узор, но сложенные вместе кусочки дают симметричную картину. Квазикристаллы обладают осьми симметрии разных порядков, существование которых противоречит канонам классической кристаллографии.

Вскоре более детальные эксперименты доказали, что симметрия квазикристаллов существует на всех масштабах, вплоть до атомного, и квазикристаллы действительно являются новой формой организации материи. Позднее выяснилось, что с квазикристаллами физики столкнулись задолго до их официального открытия, в частности, в 1940-х годах при изучении дифракции Дебая-Шерера на зернах интерметаллидов в алюминиевых сплавах. Однако в то время икосаэдрические (в форме правильного выпуклого многогранника) квазикристаллы были ошибочно идентифицированы как кубические кристаллы с большой

постоянной решеткой. В настоящее время известны сотни видов квазикристаллов, имеющих точечную симметрию икосаэдра, а также десяти-, восьми- и двенадцатигранника.

## **Нобелевская премия по литературе присуждена шведскому поэту, показавшему, что такое минимализм в поэзии**

У Нобелевской премии по литературе репутация самой политизированной - она часто вызывает горячие споры и кривотолки. Но в этот раз награда досталась представителю чистого искусства. Нобелевским лауреатом 2011 года стал 80-летний шведский поэт **Томас Транстрёмер (Tomas Tranströmer)**, профессиональный врач-психолог, работавший в тюрьмах для несовершеннолетних преступников, увлекающийся фортепиано.

Согласно традиции, имя лауреата огласил секретарь Нобелевского комитета Петер Энглунд. Премия классику скандинавской литературы присуждена с формулировкой: «За ёмкие, насыщенные игрой света и тени образы», дающие «нетривиальный взгляд на реальность».

Транстрёмер – самый популярный шведский поэт. Он автор 12 книг стихов и прозы. Начал писать подростком, а первый сборник поэзии опубликовал в возрасте 23 лет. Транстрёмер – лауреат ряда престижных литературных премий в Швеции, Германии и других странах. В частности, ему присуждалась премия Петrarки.

Произведения Транстрёмера переведены на 50 языков. Он известен также экспериментальными стихотворениями в жанре хайку.

Основой поэзии Транстрёмера является позаимствованная у французских поэтов-сюрреалистов буйная метафоричность, которая органически сочетается с фирменным скандинавским минимализмом. Большое место в творчестве поэта занимают хайку – японские трёхстишия, которые в исполнении Транстрёмера приобретают совершенно новое звучание: «В тишине женщина развешивает белье. Смерть спокойна». Или: «Во глубине глубин плывет моя душа — тихо, как комета». А вот как поэту представляется тюрьма: «Выпив молока, парень засыпает. Камера — ка-

менная мать» (перевод со шведского Анатолия Кудрявицкого).

В 1990-м перенес удар, после этого у него появились трудности с передвижением и речью, но он продолжает писать. Аккомпанирует исполнителям своих стихов левой рукой на пианино.

**Нобелевская премия мира досталась трем африканским политическим и правозащитным деятелям разных поколений и стран континента:** Это президент Либерии 72-летняя Эллен Джонсон-Серлиф (*Ellen Johnson-Sirleaf*), либерийская правозащитница Лейма Гбови (*Leymah Gbowee*) 39-ти лет, а также её 32-летняя коллега Тавакуль Карман (*Tawakkul Karman*) из Йемена.

Они награждены «за ненасильственную борьбу за безопасность женщин и за права женщин на полномасштабное участие в миротворческой работе».

Джонсон-Серлиф и Лейма Гбови были награждены за миротворческую деятельность в своей стране, Карман – за борьбу за права женщин в Йемене. «Мы не можем добиться демократии и прочного мира, если женщины не смогут в той же степени, что и мужчины, влиять на развитие событий на всех уровнях общества. Решение вручить Нобелевскую премию мира трем женщинам поможет положить конец ограничению возможностей женщин, все еще наблюдающемуся во многих странах, а также позволит женщинам внести немалый вклад в демократию и мир», – говорится в коммюнике Нобелевского комитета.

## **Нобелевская премия по экономике вручена американцам**

Королевская академия наук Швеции объявила, что лауреатами стали американцы **Кристофер Симс (Christopher A. Sims)** из Принстонского университета и **Томас Сарджент (Thomas J. Sargent)** из университета Нью-Йорка получили. Премия вручена им «за эмпирические исследования причинно-следственных связей в макроэкономике». Как говорится в пресс-релизе Нобелевского комитета, Сарджент и Симс проводили свои исследования независимо друг от друга и разработали методы, позволяющие ответить на вопросы, касающиеся каузальных отношений между экономической политикой и различными макроэкономическими переменными, такими как ВВП, инфляция, безработица и инвестиции.

Симс отмечен за разработку теории и метода векторной авторегрессии при анализе воздействия политических решений на макроэкономику. Его метод позволил, в частности, количественно показать, что при повышении ставки ЦБ снижение роста экономики существенно опережает снижение инфляции, причем восстановление роста также происходит со значительным лагом.

Работы Сарджента, автора классического труда «Динамическая макроэкономика» в области структурной макроэконометрики, позволили проанализировать необратимые эффекты государственной экономической политики на уровне отдельных домохозяйств и компаний.

### **Переопределение основных единиц измерения**

Ученые решили переопределить такие единицы измерения, как ампер, моль, кельвин и килограмм. Соответствующее предложение было утверждено на Генеральной конференции по мерам и весам, прошедшей в Париже. Окончательно новые определения могут быть приняты уже в 2014 году. Известно, что все единицы в системе СИ сводятся к семи основным - ампер (сила тока), моль (количество вещества), килограмм (масса), кельвин (температура), секунда (время), метр (расстояние) и кандела (сила света). Согласно принятому предложению, ампер - эта сила тока, при которой элементарный электрический заряд равен  $1,60217653 \times 10^{-19}$  кулону (кулон определяется как заряд, прошедший через проводник при силе тока в один ампер за одну секунду). Кельвин предлагается определить так, чтобы постоянная Больцмана была равна  $1,3806505 \times 10^{-23}$  джоулей на кельвин, моль - чтобы постоянная Авогадро была в точности  $6,0221415 \times 10^{23}$  на моль, а килограмм - чтобы постоянная Планка была равна  $6,6260693 \times 10^{-34}$  джоулей-секунд.

### **Загрязнение воздуха может стать причиной инсульта**

Американские ученые связали риск инсульта с уровнем загрязнения воздуха. Исследование провела группа специалистов под руководством Грегори Уэллениуса из Брауновского университета. Уэллениус и его коллеги изучили медицинские данные более 1,7 тысячи пациентов. Все они были госпитализированы с симптомами ишемического инсульта в один из медицинских центров Бостона в период с 1999 по 2008 год. После этого ученые собрали информацию о загрязнении воздуха в городе и его окрестностях. По результатам исследования, в течение суток с момента регистрации умеренного

уровня загрязнения атмосферы риск развития инсульта был на 34 процента выше, чем при нормальных экологических показателях. Наибольший риск наблюдался в течение 12-14 часов после выявления вредных выбросов и ассоциировался с уровнем диоксида азота. Основным источником этого токсичного вещества являются выхлопные газы и теплоэлектростанции. Группа ученых из чикагского Университета Раш, в свою очередь, связала загрязнение воздуха со снижением умственных способностей у женщин. По данным исследования, в котором участвовали почти 20 тысяч пожилых американок, увеличение содержания вредных примесей в воздухе было связано с повышенной скоростью ухудшения памяти и мышления.

### **Швейцария уберет космический мусор**

Ученые из Швейцарии заявили о запуске программы по уборке космического мусора. В рамках проекта CleanSpace One они собираются отправить в космос спутник-уборщик. Он должен будет отследить опасный объект, а затем отбуксировать его в плотные слои атмосферы, где и мусор, и сам аппарат сгорят. По данным американского космического агентства НАСА, на околоземной орбите курсируют с огромной скоростью более полумиллиона объектов: среди них детали ракет, сломанные спутники и другой мусор.

### **Физики сделали железо прозрачным**

Электромагнитные волны могут сделать ядро атома железа прозрачным. Такой эффект продемонстрировали в своем эксперименте учёные, работающие на синхротроне в исследовательском центре DESY. Параллельно они доказали, что светом можно управлять и создали де-

таль для квантового компьютера будущего. Полученный эффект называется прозрачностью, вызванной электромагнитным полем (EIT). Это явление хорошо известно физикам-лазерщикам. Используя яркий лазерный луч определённой длины волны, можно заставить непрозрачный материал стать прозрачным для излучения другой длины волны. Свет в этом случае определённым образом взаимодействует с электронной оболочкой атома. Синхротрон центра DESY (PETRA III) является источником рентгеновского излучения. И немецким учёным впервые удалось продемонстрировать прозрачность, вызванную рентгеновскими лучами. Для этого учёные поместили два тонких листа железа-57 (изотоп, составляющий 2% природного железа) в оптический резонатор — два параллельных платиновых зеркала. Такой "коридор" позволяет переотражать рентгеновские лучи много раз. Листы железа толщиной всего по три нанометра разделял слой углерода, который является прозрачным для рентгена использованной длины волны. Толщина бутерброда из железа и углерода составляла 50 нанометров. На него исследователи направили тонкие рентгеновские лучи (под очень малыми углами). В результате при определённом положении листов они наблюдали, что свет отражается от платиновых зеркал так, будто между ними ничего нет. Однако возникал этот эффект только при определённом соотношении длины волны и расстояния между железными пластинами.

### **Военные испытали самонаводящуюся пулю**

По оценке авторов проекта, такая пуля может применяться для прицельной стрельбы на дистанцию до двух километров. Пока снаряд, наводимый на цель при помощи лазерной подсветки, — это рабочий прототип. Он не готов поступить на вооружение, но показывает принципиальную выполнимость сложного замысла. Инженеры из национальной лабора-

тории Сандия создали подкалиберную пулю для гладкоствольного ручного оружия. Снаряд этот оснащён оптическим сенсором в носу,строенными электроникой, батарейкой и электромагнитными актуаторами, управляющими тонким оперением. Компьютерная симуляция, учитывающая реальные условия стрельбы, показала, что обычная пуля при полёте на километр может уклониться от цели на 9 метров, а управляемая по лазерному лучу — только на 0,2 м. Чтобы упростить задачу управления, а следовательно, облегчить бортовую электронику, создатели суперпули отказались от нарезного оружия и, соответственно, стабилизации снаряда вращением. Правда, оперённая электронная пуля всё-таки вращается в полёте, но с темпом всего в несколько оборотов в секунду, что на два-три порядка медленнее, чем скорость вращения винтовочных пуль. Между тем электроника,строенная в новую «стрелу», подправляет её полёт с частотой 30 раз в секунду. Этого должно быть достаточно для наведения на цель. Пока испытатели разгоняли свою пулю до 732 метров в секунду, но американцы утверждают, что скорость можно будет повысить.

### **Геотермальная энергия – энергия глубин**

В Германии планируется разработка огромного геотермального месторождения. К 2022 году планируется положить конец ядерной энергетике и вывести из эксплуатации последнюю АЭС. Чем пополнить энергоресурсы? Увеличение количества электростанций, работающих на угле и газе — не решение проблемы. Выбросы углекислого газа оказывают влияние на изменение климата планеты. Конечно, значительно возрастет доля ветровой и солнечной энергии, но ее зависимость от сезона и погодных условий слишком сильна, чтобы обеспечить определенный стабильный энергетический потенциал. Поэтому учёные возлагают большие надежды на тепло от Земли.

## **Ядерный автомобиль**

Идея создания автомобиля с двигателем, работающим на ядерной энергии, не нова. Но до Laser Power Systems никто не пытался воплотить в реальность ядерный реактор сопоставимый с автомобильными характеристиками по размерам и мощности. Чарльз Стивенс, изобретатель, предприниматель и руководитель компании Laser Power Systems представил данный проект. Концепт-кар был назван Thorium, в честь слаборадиоактивного металла тория, который будет использоваться при работе реактора. По подсчетам ученых, один грамм этого элемента может заменить 30 тысяч литров бензина. Торий сложно использовать для создания ядерного оружия, но он вполне может послужить источником для мирной атомной энергии. Запасы тория в земной коре превышают запасы урана в три раза. Этот элемент содержится в десятках минералов, месторождения которых обнаружены в Индии, Австралии, Норвегии, США, Бразилии, Пакистане и других странах. Интересно, что ученые из Laser Power Systems хотели создать лазер, а не ядерный реактор. Но в ходе работ они обнаружили, что лазер на основе тория не является собой направленный луч света, как это случается обычно, а испускает мощные тепловые волны. Эта особенность и послужила основой для создания ядерного двигателя Thorium. Предполагается, что в основе системы будет находиться 250-киловаттный генератор весом около 230 килограмм, способный легко уместиться под капотом автомобиля.

Отходы ториевого реактора составляют

всего 1% от отходов уранового реактора той же мощности, при этом его безопасность намного выше. Технологии, использованные в Thorium, могли бы стать основой для автомобилей будущего, не требующих постоянной зарядки и фактически не выбрасывающих вредные вещества в атмосферу.

## **Гоночный лифт**

С появлением небоскребов и лифты разрабатываются уникальные – скажем, вмещающие до 80 человек, или такие, как новая лифтовая система компании Mitsubishi, сверхскоростной лифт, способный развивать в движении свыше 60 км/ч и преодолевать километровую высоту менее чем за минуту.

Добиться этого удалось благодаря использованию целого ряда конструкционных решений: сверхлегких и прочных материалов для тросов, аэродинамической формы лифтовой кабины и даже системы контроля за давлением внутри, которая не позволяет возникать перепадам.

Помимо прочего, в лифте используется уникальная система рекуперации энергии, позволяющая снизить энергопотребление более чем на 30%. Особенное внимание, конечно, удалено тормозной системе. Гидравлические тормоза оснащены керамическими дисками, способными переносить очень высокие температуры.

Уже подписан контракт по установке подобной лифтовой системы в сверхвысокой Шанхайской башне, которая возводится в Китае и должна стать вторым по высоте небоскребом мира.

*По материалам  
интернет-сайтов*

## MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBATI QAYDALARI

**“Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri”** jurnalının redaksiyasına göndərilən məqalələr aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

1. Məqalənin mövzusu və məzmunu jurnalın profilinə uyğun olmalı və fikirlər çox aydın yazılmalıdır.

2. Məqalə azərbaycan, rus və ingilis dillərində yazılı bilər. Ciddi redaktə olunmalı və A4 formatda aq kağızda çap olunmalı, səhifələnməli və iki nüsxədə təqdim edilməlidir. Eyni zamanda, məqalə elektron variantda 3.5 duyumluk və CD diskində və ya Word for Windows (6.0/95/97/2003) mətn redaktoru formatında təqdim edilə, elektron poçtla göndərilə bilər.

3. Məqalənin birinci səhifəsinin yuxarı sol küncündə YDK indeksi olmalı, aşağıda baş hərf-lərlə məqalənin adı, müəllifin (müəlliflərin) adı, soyadı və iş yerinin, çalışdığı təşkilatın tam ünvanı olmalıdır. Sonrakı səhifədə 0,5 səhifəlik həcmdə makina yazısı ilə rus dilində referat və əsas sözlük, məqalənin mətni, qeydlərin, ədəbiyyatın siyahısı; ingilis dilində müəllifin adı və soyadı, məqalənin adı və referati əks olunmalıdır. Referat tədqiqatın mövzusu əldə edilən nəticələr haqqında dolğun məlumat verməlidir. (“Nəticə” bölməsini təkrar etməməlidir.) Məqalə bölmələrdən ibarət olmalıdır, məsələn: “Giriş”, “Məsələnin qoyuluşu”, “Sınaq üsulları”, Sınağın nəticələri və onların müzakirəsi”, “Nəticə”.

Birinci səhifədəki qeyddə hansı müəlliflə yazışmanı aparmaq lazımlıdır.

4. Şəkillər və qrafiklər ayrıca vərəqlərdə təqdim edilir və aşağıdakı kimi tərtib olunmalıdır; ya aq kağızda qara tuşla (6x9 sm ölçüsündən kiçik və 10x15 sm – dən böyük olmamaqla) və ya “Excel” cədvəl prosessorunun köməyi ilə.

Yarımton fotosəkillər (orijinallar mütləq) parlaq kağızda təqdim olunur və kontrast əksi olmalıdır. Fotosəklərin ölçüsü 6x6 sm-dən kiçik, 10x15 sm-dən böyük olmamalıdır.

5. Cədvəllər bilavasitə məqalənin mətnində yerləşdirilməlidir. Hər cədvəlin öz başlığı olmalıdır. Cədvəllərdə mütləq ölçü vahidi göstərilməlidir.

Əlyazma mətndə şəkillər və cədvəllerin yeri göstərilir. Eyni bir məlumatı mətndə, cədvəldə və əlyazmada təkrarlamaq yolverilməzdür. Məqaləyə şəkilaltı sözlərin siyahısı da əlavə edilir.

6. Məqalədə istifadə olunan işarələr bilavasitə mətndə açıqlanır və bundan əlavə, ayrıca bir səhifəyə çıxarılmalıdır.

7. Mətndə xarici soyadlar qeyd olunduqda, onların rus dilində yazılışından sonra mötərəzədə orijinalda olduğu dildə vermək lazımdır (ensiklopediyada olan məşhur soyadlar və ədəbiyyat siyahısında qeyd olunan soyadlar istisna olmaqla). Xarici müəssisələrin, firmaların, firma məhsullarının və s. adlarının rus dilində transliteriyası zamanı mötərəzədə onların adları orjinalda yazıldığı kimi verilməlidir.

8. Məqalədə istifadə olunan ölçü vahidləri beynəlxalq ölçü vahidləri sisteminə uyğun olmalıdır. Qəbul olunmuş sözlərdən başqa və s, və i.a., qısalılmış sözlərdən istifadə etmək olmaz.

9. Ümumi ədəbiyyat siyahısı məqalənin sonunda ayrıca bir səhifədə göstərilməli və tam bibliografik məlumatları əhatə etməlidir.

10. Məqalə bütün müəlliflər tərəfindən imzalanmalıdır. Müəlliflər özləri haqqında ayrıca səhifədə aşağıdakı məlumatları göstərməlidirlər: soyadı, adı, atasının adı, yaşışmaq üçün poçt indeksi və dəqiq ünvan, iş yeri və tutduğu vəzifə, elmi dərəcəsi, hansı sahə üzrə mütəxəssisidir, həmçinin telefon (ev, xidməti) nömrələri, faxsimel rabitə və elektron poçt ünvanı.

11. Müəssisədə yerinə yetirilən tədqiqatın nəticələrini açıqlayan məqalənin çap edilməsi üçün müvafiq yazılı razılıq olmalıdır.

12. Redaksiya məqalənin əsas məzmununa xələl gətirməyən redaktə dəyişiklikləri və ixtisarları etmək hüququnu özündə saxlayır.

13. Məqalə çapa verilmədikdə redaksiya heyətinin qərarı barədə müəllifə məlumat verilir və əlyazma müəllifə qaytarılmır. Redaksiyanın məqaləni yenidən işləmək haqqında müraciəti, onun çapa veriləcəyini ehtiva etmir, belə ki, ona əvvəl resenziyaçılar sonra isə redaksiya heyəti yenidən baxır. Çap üçün məqbul sayılmayan məqalə müəllifinin məqalənin çapına yenidən baxılması xahişi ilə redaksiya heyətinə müraciət etmək hüququ var.

14. Məqalənin korrekturası müəllifə göndərilmir. Məqalə çap olunandan sonra redaksiya otiskləri yazışma üçün göstərilən ünvana göndərir.

15. Məqalə sadalanan tələblərə cavab verməzsə baxılmaq üçün qəbul edilmir və müəllifə qaytarılır. Əlyazmanın daxil olduğu vaxt redaksiyanın mətnin son variantının redaksiyaya daxil olduğu gündən sayılır.

16. Bütün korrespondensiyaları sadə və ya sıfarişli məktub (banderol) kimi göndərmək lazımdır. Qiymətli məktub (banderol) qəbul edilmir.

## GUIDE FOR AUTHORS

### Papers should meet the following requirements.

1. Contents of a paper should be written in line with the scope of the journal and clearly expressed.

2. The paper may be written in Azeri, Russian and English edited thoroughly and submitted in two copies to the Editorial Office. The manuscript should be printed on A4 white paper with all pages numbered. In addition, the authors must submit the electronic version of their manuscript either on a floppy (CD) or by e-mail in Word for Windows (6.0/95/97/2000) format.

3. The paper title printed in capitals on the first page is followed by the name(s) of the author(s), authors' affiliations and full postal addresses next to which are an abstract of no more than a half-page, keywords, the text itself, nomenclature, and references. At the end of the manuscript give, please, authors' names, the paper title, and the abstract in English. The abstract should outline the subject of the study and results obtained (please, do not duplicate the Conclusions). The text should be divided into sections, e.g. Introduction, Problem Formulation, Experimental Methods, Results and Discussion, Conclusions. The corresponding author should be identified in the footnote on the first page.

4. Each figure should be presented on a separate page as a drawing 6x9 to 10x15 cm in size or a printout made in the Excel, Quattro Pro or MS Graph processors.

Halftone photographs (only originals) should be glossy and contrast (6x6 to 10x15 cm in size).

Illustrations should be necessarily presented in electronic form as separate files of tif, pcx, bmp, psc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, and wmf formats.

5. Tables should be inserted into the text and have titles. Units are required to be indicated in tables.

The authors should mark in margins the location of illustrations and tables in the text. Please, do not duplicate data in the text, tables, and figures. Captions should be supplied on a separate sheet.

6. Notations should be explained when mentioned first in the text and listed on a separate sheet.

7. When citing foreign names in the text the authors should print them in the original in parenthesis after Russian transliteration except for generally known names included in encyclopedia and names cited in references. If names of foreign institutions, companies, products etc. are given in Russian their original spelling should be printed in parenthesis.

8. All measurements and data should be given in SI units, or if SI units do not exist, in an international accepted unit. The authors are advised to avoid abbreviations except for generally accepted ones.

9. Publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. References should be given in their original spelling, numbered in the order they appear in the text and contain full bibliography. Please, do not cite unpublished papers.

10. The manuscript should be signed by all authors. They should provide the following information on a separate sheet; name, surname, zip code and correct postal address for correspondence, organization or company name and position, title, research field, home and office phone numbers, fax number, and e-mail address.

11. The Editorial Board has the right to edit the manuscript and abridge it without misrepresenting the paper contents.

12. The Editorial Office informs the authors of paper denial and the reviewer's conclusion without returning the manuscript. A request to revise the manuscript does not imply that the paper is accepted for publication since it will be re-reviewed and considered by the Editorial Board. The authors of the rejected paper have the right to apply for its reconsideration.

13. Proofs are not sent to the authors. Three offprints of each paper will be supplied free of charge to the corresponding author.

14. Papers not meeting the above requirements are denied and returned to the authors. The date of receipt of the final version by the Editorial Office is considered as the submission date.

15. In case of questions relating to paper submission and acceptance and the status of accepted papers, please, contact the Editorial Office.

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

- Статьи, направляемые в редакцию журнала "Вестник Азербайджанской Инженерной Академии", должны удовлетворять следующим требованиям.**
1. Материал статьи должен соответствовать профилю журнала и излагаться предельно ясно.
  2. Статья может быть написана на азербайджанском, русском и английском языках, тщательно отредактирована и представлена в двух экземплярах, распечатанных на белой бумаге формата А4 с пронумерованными страницами. Одновременно электронный вариант статьи представляется на диске 3,5 дюйма или CD, либо по электронной почте в формате текстового редактора Word for Windows (6.0/95/97/2003).
  3. В левом верхнем углу первой страницы статьи должен стоять индекс УДК, ниже располагаются название статьи, напечатанное прописными буквами, инициалы и фамилия автора (авторов) и полный адрес организации, в которой он работает. Далее следуют на русском языке реферат статьи объемом до 0,5 стр. машинописного текста и ключевые слова, текст статьи, список обозначений, литература; на английском языке фамилия и инициалы авторов, название и реферат статьи. Реферат должен давать представление о предмете исследования и полученных результатах (не дублировать с разделом "Заключение"). Статья должна содержать разделы, например; "Введение", "Постановка задачи", "Методы испытаний", "Результаты эксперимента и их обсуждение", "Заключение". В ссылке на первой странице необходимо указать автора.
  4. Рисунки и графики представляются на отдельных листах и должны быть выполнены: либо черной тушью на белой бумаге (размер не менее 6x9 и не более 10x15 см), либо при помощи табличных процессоров "Excel" и др. Полутоновые фотографии (обязательно оригиналы) представляются на глянцевой бумаге и должны иметь контрастное изображение. Минимальный размер фотографий – 6x6, максимальный -10x15 см. Обязательно представление иллюстративного материала в электронном виде (формат tif, psx, bmp, rcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf) на диске в виде отдельных файлов.
  5. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь заголовок. В таблицах обязательно указываются единицы измерения величин. В тексте рукописи на полях указывается место для рисунков и таблиц. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках недопустимо. К статье прилагается список подрисуночных подписей.
  6. Обозначения, принятые в статье, расшифровываются непосредственно в тексте, и, кроме того, должны быть вынесены на отдельную страницу.
  7. При упоминании иностранных фамилий в тексте необходимо давать их на языке оригинала в скобках после русского написания (за исключением общезвестных фамилий, встречающихся в энциклопедии, и фамилий, на которые даются ссылки в списке литературы). При упоминании иностранных учреждений, фирм, фирменных продуктов и т. д. в русской транслитерации в скобках должно быть дано их оригинальное написание.
  8. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т. е., и т. д., и т. п.).
  9. Литература должна быть приведена в конце статьи в виде списка на отдельной странице и содержать полные библиографические данные. Ссылки даются в оригинальной транслитерации. Список литературы должен быть составлен в порядке упоминания ссылок в тексте. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.
  10. Статья должна быть подписана всеми авторами. Авторам необходимо на отдельной странице сообщить о себе следующие сведения: фамилия, имя, отчество, почтовый индекс и точный адрес для переписки, место работы и занимаемая должность, ученая степень, специалистом в какой области является автор, а также номера телефонов (домашний, служебный), факсимильной связи и адрес электронной почты.
  11. Статьи, излагающие результаты исследований, выполненных в учреждениях, должны иметь соответствующее разрешение на опубликование.
  12. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения, не исказжающие основное содержание статьи.
  13. В случае отклонения статьи редакция сообщает автору решение редколлегии и заключение рецензента, рукопись автору не возвращается. Просьба редакции о доработке статьи не означает, что статья принята к печати, так как она вновь рассматривается рецензентами, а затем редакционной коллегией. Автор отклоненной статьи имеет право обратиться к редколлегии с просьбой повторно рассмотреть вопрос о возможности опубликования статьи.
  14. Корректура авторам не высыпается. После опубликования статьи редакция высылает оттиски по адресу, указанному для переписки.
  15. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и возвращаются авторам. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста.
  16. Всю корреспонденцию следует направлять простыми или заказными письмами (бандеролями). Ценные письма (бандероли) не принимаются.

**Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının  
XƏBƏRLƏRİ**

**HERALD  
of the Azerbaijan Engineering Academy**

**ВЕСТНИК  
Азербайджанской Инженерной Академии**

*Beynəlxalq elmi-texniki jurnal  
The international science-technical journal  
Международный научно-технический журнал*

Cild 4. № 1  
Vol. 4. № 1  
Том 4. № 1

**BAKİ – 2012**

Məsul katib  
**N.Z. Əskərova**

Nəşriyyat və yayım şöbəsinin müdürü  
**A.M. Dənziliyev**

**“Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının  
XƏBƏRLƏRİ”**

jurnalı redaksiyasının kompyüterlərində yığılmış  
və ofset üsulu ilə çap olunmuşdur.

*Çapa imzalanmış 16.03.2012,  
formatı 60x84 1/8,  
kağız təbaşirli,  
f.q.v. 16, s.q.v. 15  
tirajı 1200 əd.  
Qiyaməti müqavilə ilə*