

AMEA-nin Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun
“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin 2019-ci ilin illik

HESABATI

“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsində 5 işçisi var: 1 prof., f.-r.e.d., 1 - m.e.d., b.e.i., 1-t.e.n., b.e.i., 2 laborant və 1 mühəndis.

2019-cu ildə “Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsində aşağıdakı elmi tətqiqatlar iki mövzu ətrafında aparılıb:

MÖVZU 1.: Kiçik ölçülü sistemlərdə fiziki mühitləri nəzərə almaqla özlü maye hidrodinamikasının əsasları.

(f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q.).

İş A. Nano borularda kvant-mexaniki effektləri nəzərə almaqla özlü mayenin hərəkətinin riyazi araşdırılması

(f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q.),

İşdə nano kanallarda ($10^{-9}m \leq d \leq 10^{-4}m$) özlü mayenin hərəkətinin ,müəyyənədicə tənlilikləri təklif edilir. Kanalın divarları ilə maye arasında sərhəddə mövcud olan fiziki sahənin gərginliyinin dərinliyə nüfuz edən təsirini nəzərə almaqla mayenin sürüşməsinin Navye sərhəd şərtinin ümumiləşdirilməsi verilir.

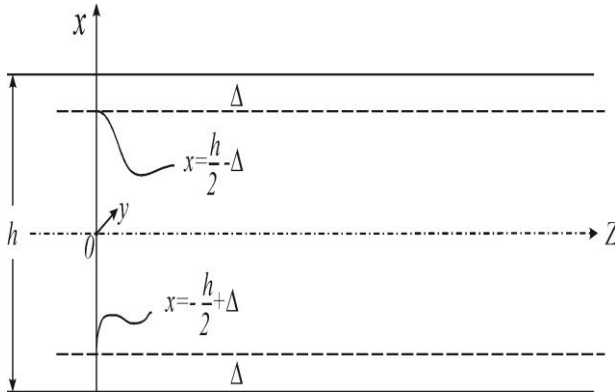


Рис.1

-Bircins mayenin qeyribircins mayeyə çevrilməsinin kvant mexaniki təsirini nəzərə almaqla nano hidrodinamikada ümumiləşdirilmiş Navye sərhəd şərti aşağıdakıdır:

$$v(x)|_{x=\frac{h}{2}-\Delta} = v_0 + L \cdot \frac{\partial v}{\partial x}$$

Burada $\rho = \rho_0 \cdot [1 - \tilde{E}(x)]$ и $\mu = \mu_0 \cdot [1 - \tilde{E}(x)]$ - mayenin dərinliyi boyunca mayenin sıxlıq və özlü funksiyalarıdır. $v = \frac{\mu_0}{\rho_0}$ - кинематик özlülük, v_0 və $L = R_0 - r_0$ - əmsallardır. Bütün bunlar təcrübi olaraq verilmiş mayenin dərinliyinə nüfuz edən $\tilde{E} = \frac{E(x)}{E_0}$ fiziki sahə gərginliyinin sıxlığından verilmiş kvant mexaniki təsirlərdən asılıdır. Kiçik ölçülü ($10^{-9} m \leq d \leq 10^{-4} m$) sistemlərdə özlü mayenin hidrodinamikasının əsas kəmiyyət və keyfiyyət nəticələri aşağıdakılardır:

- qabın divarı ilə maye arasında $\Delta = 0,12 \cdot \frac{h}{2}$ ölçüdə boş fəzanın yaranması ,

-divara yaxın yerdə mayenin dərinliyində bircins maye qeyri-bircins mayeyə çevriləcək.

- mayenin dərinlik boyu qeyri-bircins hissəsinin mexaniki xüsusiyyətləri ($\rho(x)$ sıxlığı və $\mu(x)$ özlülüüyü) fiziki sahənin dərinliyindən asılı olaraq :

$$\rho = \rho_0 \cdot [1 - \tilde{E}(x)], \quad \mu = \mu_0 \cdot [1 - \tilde{E}(x)] \text{ - şəklində dəyişir.}$$

- nanotrübədə kəsik boyu özlü mayenin axını sürətinin paylanması diaqramı parabolik olmayacaq, yəni yapışma effekti olmayacaq .Divara yaxın yerdə mayenin sürəti həmişə sıfırdan fərqli olacaq $v_0 \neq 0$, yəni kvant mexaniki effektlərin təsirindən maye sürüşəcək .

-maye və boş fəza arasında sərhəddə sürüşmə sürətinin xarakteri 3 növ sürətin cəmindən ibarət olacaq:

1-ci sürət $v_0 = \sqrt{2g \cdot \ell} = 4,43 \frac{m}{сек}$ – mayenin sürətini bərk cisim sürəti kimi xarakterizə

edir; 2- ci sürət mayenin divardibi qeyribircinsliyi hesabına meydana gəlir

$v_2 = v_0 + (\frac{h}{2} - \Delta - x_0) \cdot \frac{dv}{dr}$; 3-sürət maye və boş fəza sərhədində mayenin sürüşməsinin

görünən uzunluğu hesabına meydana gələn sürətdir.Onun uzunluğu atomlar arasında

olan „ qadağan olunmuş zona, qiymətinə bərabərdir və $\Delta = 0,12 \cdot \frac{h}{2}$, $v_3 = \Delta \cdot \frac{dv}{dr}$ -

nanosistemlərdə maye şərti klassik hidrodinamika nəzəriyyəsində verildiyindən dəfələrlə çoxdur.

Misal. Özlü mayenin laminar axını.

1-ci bölgədə özlü maye axınının əsas tənlikləri ($0 \leq x \leq x_0$):

$$\frac{d^2 v_z}{dx^2} = -\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{\Delta p}{\ell}$$

2-ci bölgədə özlü maye axınının əsas tənlikləri ($x_0 \leq x \leq \frac{h}{2} - \Delta$):

$$\frac{d^2 v_z(x)}{dx^2} - \frac{1}{1 - \tilde{E}(x)} \cdot \frac{d\tilde{E}(x)}{dx} \cdot \frac{dv_z(x)}{dx} = -\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{1}{1 - \tilde{E}(x)} \cdot \frac{\Delta p}{\ell}$$

Burada x в области ($x_0 \leq x \leq \frac{h}{2} - \Delta$) bölgəsində koordinatlar dəyişdikdə $\tilde{E}(x)$ dəyişmə bölgəsi ($0 \leq \tilde{E}(x) \leq 1 - \varepsilon$) bölgəsində olacaq.

1-ci və 2-ci bölgədə özlü mayenin hərəkəti sürətini müəyyən etmək üçün bu tənliklərin həlləri aşağıdakı kimi olacaqdır:

1. $0 \leq \xi \leq \xi_0$ bölgəsində:

$$v_1(\xi) = v_0(\xi_0) + \frac{1}{2\mu_0 a^2} \cdot \frac{p_0 - p_1}{\ell} \cdot (\xi_0^2 - \xi^2)$$

2. $\xi_0 \leq \xi \leq 1 - \varepsilon$ bölgəsində:

$$v_2(\xi) = v_0(\xi_0) + \frac{1 - \xi_0}{\mu_0 a^2} \cdot \frac{p_0 - p_1}{\ell} \cdot (\xi - \xi_0)$$

Burada $\xi = ax = \frac{x}{\frac{h}{2} - \Delta}$.

$v_1(\xi)$ və $v_2(\xi)$ funksiyalarını şəklini bilərək, divarlar və iki стенками и двумя $y=0$ və $y=b$ müstəviləri ilə məhdudlaşmış prizmada vaxt vahidi ərzində axan mayenin miqdarını təyin edək:

$$\int_{-(1-\varepsilon)}^{1-\varepsilon} v(\xi) d\xi = 2 \cdot \left[\int_0^{\xi_0} v_1(\xi) d\xi + \int_{\xi_0}^{1-\varepsilon} v_2(\xi) d\xi \right]$$

Bu inteqralı $z=b$ vurub prizmanın kəsiyinin Q $-(1-\varepsilon) \leq 2 \cdot \frac{h}{2} \leq (1-\varepsilon)$ intervalında maye şərtinin qiymətini aşağıdakı şəkildə müəyyən edək:

$$Q = b \cdot \int_{-(1-\varepsilon)}^{1-\varepsilon} v(\xi) d\xi = 2 \cdot b \cdot \left[\int_0^{\xi_0} v_1(\xi) d\xi + \int_{\xi_0}^{1-\varepsilon} v_2(\xi) d\xi \right]$$

$$Q = b \cdot \int_{-(1-\varepsilon)}^{1-\varepsilon} v(\xi) d\xi = 2 \cdot b \cdot \left[\int_0^{\xi_0} v_1(\xi) d\xi + \int_{\xi_0}^{1-\varepsilon} v_2(\xi) d\xi \right]$$

İş B. Toksik maddələrdə zəhərlənmələrin diaqnostikası (t.e.n., a.e.i. Mirzəzadə İ.H.).

1-ci mərhələ: Qeyri səlisləyən neyron şəbəkələrin araşdırılması.

Dəm qazı, o cümlədən digər toksiki maddələrlə zəhərlənmənin vaxtında və düzgün diaqnostikası müalicə taktikasının seçilməsi üçün təməl təşkil edir. Bu zəhərlənmə prosesinin xüsusiyyəti diaqnostikadan dərhal sonra antidot terapiyanın aparılmasıdır. Lakin müalicənin aparılması ilə bərabər onun nə cür nəticələnəcəyini mütləq nəzərə almaq lazımdır. Bu zaman monitorinqin aparılmasına, yəni vaxtaşırı xəstənin müayinəsinə ehtiyac yaranır. Baxılan məsələ üçün monitorinqin məqsədi və funksiyası müalicədən sonra xəstənin vəziyyətinə müəyyən müddət nəzarət və uyğun müalicə taktikasını seçərək davam etdirməkdir, çünki zəhərlənmədən sonra baş verə biləcək fəsadlar sinir sistemi, ürək-damar sistemi ilə əlaqədardır. Monitorinqin

aparılması üçün mühüm taktikadan biri zaman və zaman intervallarının müəyyənləşdirilməsidir. Zaman sıralarının analizi zamanı üç komponent ayırırlar: göstəricinin sistematik dəyişiklikləri; dövrü dəyişən komponent; təsadüfi amillərin göstəriciyə təsiri nəticəsində yaranan təsadüfi komponent. Dəm qazı ilə zəhərlənmənin monitorinqinin aparılması üçün zaman sırası metodundan istifadə etmək aşağıdakı məqsədlər üçündür: hər hansı bir göstəricinin və ya göstəricilərin qrupunun zaman boyunca dəyişməsinin aşkar edilməsi; göstəricilərin dəyişmə səbəbinin müəyyən edilməsi; göstəricilərin proqnozlaşdırılması. Göstəricinin dəyişməsinin dürüslüyünün yoxlanılması üçün biosnatistikanın qeyri-parametrik metodları olan Manna-Uitni, Vilkokson, Fridman, Klakson-Uollisin meyarlarından işdə istifadə edilir.

1. Manna-Uitni U-meyarı harada n_1 - birinci seçmənin sayı, n_2 - ikinci seçmənin sayıdır. İki rəng cəmindən ən böyüyü (T_x) müəyyən olunur.

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x.$$

2. Vilkoksonun T-meyarı müalicədən əvvəl və sonra alınmış əlaqəli göstəricilər arasında fərqlərin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunur.

3. Fridman meyarı

$$S = \frac{12n}{k(k+1)} \sum_{j=1}^k \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{ij} - \frac{k+1}{2} \right).$$

Əgər $S < S_\alpha(n, k)$ onda 0-cı hipotez qəbul edilir (S_α cədvəl qiyməti).

4. Kruskal-Uollisi

H-meyarı

$$x_1^{n_1} = \{x_{11}, \dots, x_{1n_1}\}, \dots, x_k^{n_k} = \{x_{k1}, \dots, x_{kn_k}\}$$

Ümumiləşdirilmiş seçmə $x = x_1^{n_1} \cup x_2^{n_2} \cup \dots \cup x_k^{n_k}$ kimi olacaqdır.

Bütün

$$N = \sum_{i=1}^k n_i \quad H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Harada N – seçmənin ümumi sayıdır, T_j – hər qrupda rənglərin cəmi, n_j – j -ci qrupda müşahidə olunanların sayı.

Əgər $H \geq H_\alpha$ olarsa 0-cı hipotez rədd edilir (H_α cədvəl qiymətidir).

Aparılmış çoxsaylı eksperimentlər sübut etmişdir ki, monitorinq göstəricilərin zaman sıralarında dəyişmə dinamikasının müəyyən edilməsinə, onların içərisində yoxlanılması daha vacib olanların seçilməsində, müalicəyə pis təbə olanları aşkar etməkdə və, ən vacibi, izafi analizlərin aparılmamasına imkan vermişdir.

MÖVZU 2.: Neftqazçıxarmada filtrasiya proseslərinin integral modelləşdirilməsi

(f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q., m.e.d., b.e.i. Abbasov E.M.)

İş A. Qazın süzülmə prosesinin lay-quyu sistemində modelləşdirilməsi.

(m.e.d., b.e.i. Abbasov E.M.)

Qaz quyularında lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsini nəzərə alaraq süzülmə prosesinin tətqiqi və öyrənilməsinin böyük elmi və praktiki əhəmiyyəti var.

İşdə qazın qeyri-stasionar süzülmə prosesinin inteqral modeli qurulur və quyuağzı məlumatlar əsasında quyu dibində və layda təzyiq və debit dinamikası təyin edilir.

Bircins dairəvi layda homogen qazın müstəvi-radial süzülmə prosesinə baxaq. Homogen qazın müstəvi-radial süzülmə tənliyi aşağıdakı kimi olar [1-4]:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\theta r \frac{\partial P}{\partial r} \right) = \frac{\partial P}{\partial t}, \quad (1)$$

burada $\theta = \frac{kP}{\mu m}$. Başlanğıc və sərhəd şərtləri:

$$P|_{r=r_c} = P_c(t), \quad t > 0, \quad (2) \quad \frac{\partial P}{\partial r} \Big|_{r=R_k} = 0, \quad t > 0, \quad (3)$$

$$2\pi h r \frac{k}{\mu \beta} \frac{P_c(0) + P_T}{2} \frac{\partial P}{\partial r} \Big|_{t=0} = G(r). \quad (4)$$

(2) və (3) sərhəd şərtlərini ödəyən (1) tənliyinin həllini aşağıdakı şəkildə axtaraq [1]:

$$P = P_c(t) + A(t)f(r) \quad (5)$$

burada $A(t)$ - zamandan asılı qeyri-müəyyən funksiya, $f(r)$ - r koordinatından asılı olan, sərhəd şərtlərini ödəyən funksiya, $P_c(t)$ - quyudibi təzyiq, k - layın keçiricilik əmsalı, μ - qazın dinamik özlülüyü, m - layın məsaməliliyi, $P_c(0)$ - quyu dibində başlanğıc təzyiq, P - layın istənilən nöqtəsindəki təzyiqdir.

(2) və (3) sərhəd şərtlərini ödəyən funksiyanı aşağıdakı şəkildə seçək [1]:

$$f(r) = \ln \frac{r}{r_c} - \frac{r}{R_k} + \frac{r_c}{R_k}. \quad (6)$$

Layda istənilən zaman anındakı qaz kütləsi - G_0 proses izotermik qəbul edilərək aşağıdakı formul ilə təyin oluna bilər:

$$G_0 = \frac{2\pi m h}{\beta} \int_{r_c}^{R_k} P \cdot r dr, \quad (7)$$

burada $\beta = \frac{P_{\text{atm}}}{\rho_{\text{atm}}}$, h - layın qalınlığı, P_{atm} - atmosfer təzyiqi, ρ_{atm} - atmosfer təzyiqində qazın sıxlığı, r_c - quyunun radiusu, R_k - layın kontur radiusu, r - koordinatdır. Vahid zamanda qazın laydan quyuya axını G aşağıdakı kimi tapıla bilər:

$$G = -\frac{dG_0}{dt}. \quad (8)$$

(5) və (6) ifadələrini (7) formulunda nəzərə alsaq, alırıq:

$$G_0 = \frac{2\pi m h}{\beta} \left[P_c(t) \frac{R_k^2 - r_c^2}{2} + \frac{R_k^2}{2} D A(t) \right], \quad (9)$$

burada $D = \ln \frac{R_k}{r_c} - \frac{7}{6} + \frac{1}{2} \left(\frac{r_c}{R_k} \right)^2 + \frac{r_c}{R_k} - \frac{1}{3} \left(\frac{r_c}{R_k} \right)^3$.

(9) ifadəsini (8) düsturunda yerinə qoyaq:

$$G = -\frac{\pi m h R_k^2}{\beta} \left[\dot{P}_c \left(1 - \frac{r_c^2}{R_k^2} \right) + D \dot{A}(t) \right]. \quad (10)$$

Digər tərəfdən vahid zamanda qazın laydan quyuya axını aşağıdakı düsturla tapıla bilər [1]:

$$G = \frac{k(P_c(0) + P_T)}{\mu \beta} \pi r_c \frac{\partial P}{\partial r} \Big|_{r=r_c}, \quad (11)$$

burada P_T - istismarın sonunda quyudibi təzyiqidir.

Onda (5) ifadəsini (11) düsturunda yerinə yazsaq, alırıq:

$$G = \frac{k(P_c(0) + P_T)}{\mu \beta} \pi h A(t) \left(1 - \frac{r_c}{R_k} \right). \quad (12)$$

(10) və (12) ifadələrini bərabərləşdirərək alırıq:

$$\dot{A} + \alpha A = -\frac{\dot{P}(t)}{D}. \quad (13)$$

(13) diferensial tənliyinin həlli aşağıdakı kimi olar:

$$A = A_0 \exp(-\alpha t) - \frac{1}{D} \int_0^t \dot{P}_c(\tau) \exp[-\alpha(t-\tau)] d\tau, \quad (14)$$

burada A_0 - (4) başlanğıc şərtindən təyin edilən inteqral sabiti, $\alpha = \frac{k(P_c(0) + P_T)}{\mu m R_k D}$.

Alınan ifadəni (5) düsturunda yerinə yazıb, layda təzyiqlin paylanması üçün alarıq:

$$P = P_c(t) + \left(\ln \frac{r}{r_c} - \frac{r}{R_k} + \frac{r_c}{R_k} \right) \left[A_0 \exp(-\alpha t) - \frac{1}{D} \int_0^t \dot{P}_c(\tau) \exp[-\alpha(t-\tau)] d\tau \right] \quad (15)$$

İndi isə qaldırıcı boruda qazın hərəkətinə baxaq. Boruda qazın hərəkəti və kəsilməzlik tənliyi Çarni tənlikləri ilə ifadə olunur [5, 6] :

$$-\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial t} + 2aQ, \quad -\frac{\partial P}{\partial t} = c^2 \frac{\partial Q}{\partial x}, \quad Q = \rho v, \quad (16)$$

burada c - səsin qazda yayılma sürəti, t - zaman, x - koordinat, ρ - qazın sıxlığı, v - qaz axınının borunun en kəsiyi üzrə ortalama sürəti, a - müqavimət əmsalındır.

(16) ifadəsinin birinci tənliyini t üzrə, ikinci tənliyini isə x üzrə diferensiallasaq və tərəf-tərəfə çıxsaq, alarıq:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} - 2a \frac{\partial Q}{\partial t}. \quad (17)$$

Qaz sütununun en kəsiklərinin sürətini aşağıdakı kimi yazaq:

$$v = v_e + v_r, \quad (18)$$

burada v_e - qaz sütununun bərk cisim kimi hərəkətinin sürəti, v_r - qaz sütununun en kəsiklərinin sıxılma üzrə sürətidir. (18) ifadəsini (16) formulunda yerinə yazaraq alarıq:

$$Q = \rho v = \rho v_e + \rho v_r, \quad (19)$$

ya

$$Q = u_e + u_r, \quad (20)$$

Burada $u_e = \rho v_e$, $u_r = \rho v_r$.

Onda (20) ifadəsini (17) tənliyində nəzərə alsaq, alarıq:

$$\frac{\partial^2 u_e}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u_r}{\partial x^2} - 2a \left(\frac{\partial u_e}{\partial t} + \frac{\partial u_r}{\partial t} \right). \quad (21)$$

(21) tənliyi xətti olduğundan iki tənliyə bölünə bilər:

$$\frac{\partial^2 u_e}{\partial t^2} + 2a \frac{\partial u_e}{\partial t} = \frac{\dot{P}_c - \dot{P}_{q,a}}{l}, \quad (22)$$

burada $P_{q,a}$ - quyuağzı təzyiqdir,

$$\frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u_r}{\partial x^2} - 2a \frac{\partial u_r}{\partial t} + \frac{\dot{P}_{q,a} - \dot{P}_c}{l}. \quad (23)$$

Koordinat oxunun başlanğıcını borunun aşağı kəsiyində yerləşdirək və yuxarı istiqamətləndirək. Onda başlanğıc və sərhəd şərtlərini aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$u_e|_{t=0} = \frac{G(0)}{f} \quad (24), \quad \frac{du_e}{dt}|_{t=0} = 0 \quad (25), \quad u_r|_{t=0} = 0 \quad (26)$$

$$\frac{\partial u_r}{\partial t}|_{t=0} = 0 \quad (27), \quad u_r|_{x=0} = 0 \quad (28), \quad \frac{\partial u_r}{\partial x}|_{x=l} = 0 \quad (29)$$

burada f - borunun keçirici kəsiyinin sahəsidir.

Laplas çevirməsini istifadə edərək çıxıqlar teoremini ([7], [8], [9]), (24) və (25) şərtlərini nəzərə alsaq, alarıq:

$$u_e = \frac{G(0)}{f} + \frac{1}{l} \int_0^t P_c(\tau) \exp[-2a(t-\tau)] d\tau - \frac{1}{l} \int_0^t P_{q,a}(\tau) \exp[-2a(t-\tau)] d\tau - \frac{1}{2al} \exp(-2at) [P_{q,a}(0) - P_c(0)] + \frac{1}{2al} [P_{q,a}(0) - P_c(0)] \quad (30)$$

(28) və (29) şərtləri daxilində (23) tənliyinin həlli aşağıdakı kimi olacaq ([5], [6], [7]):

$$u_r = \sum_{i=1}^n \varphi_i(t) \left(1 - \cos \frac{i\pi x}{l} \right), \quad (31)$$

$\varphi_i(t)$ - zaman t -dən asılı olan naməlum funksiya, l - borunun enmə dərinliyidir.

(31) ifadəsini (23) tənliyində yerinə yazıb, hər iki tərəfi $\left(1 - \cos \frac{i\pi x}{l} \right)$ vurub və 0 -dan l -dək inteqrallasaq, alarıq:

$$\ddot{\varphi}_i + 2a\dot{\varphi}_i + \frac{c^2 i^2 \pi^2}{3l^2} \varphi_i = \frac{2}{3l} (\dot{P}_{q,a} - \dot{P}_c). \quad (32)$$

Laplas çevirməsini istifadə edərək çıxıqlar və qayıtma teoremlərini ([8], [9]) və (26) u (27) şərtlərini nəzərə alsaq, (32) tənliyindən alarıq:

$$\varphi_i = \frac{2}{3l} \left[\int_0^t P_{q,a}(\tau) \exp[-a(t-\tau)] \cos[\omega_i(t-\tau)] d\tau - \frac{a}{\omega_i} \int_0^t P_{q,a}(\tau) \exp[-a(t-\tau)] \times \right. \\ \left. \times \sin[\omega_i(t-\tau)] d\tau - \frac{P_{q,a}(0)}{\omega_i} \exp(-at) \sin(\omega t) - \int_0^t P_{q,a}(\tau) \exp[-a(t-\tau)] \cos[\omega_i(t-\tau)] d\tau + \right. \\ \left. + \frac{a}{\omega_i} \int_0^t P_c(\tau) \exp[-a(t-\tau)] \sin[\omega_i(t-\tau)] d\tau + \frac{P_c(0)}{\omega_i} \exp(-at) \sin(\omega t) \right], \quad (33)$$

$$\omega_i^2 = \frac{c^2 i^2 \pi^2}{3l^2} - a^2.$$

(28) sərhəd şərtini və (30), (31) и (33) ifadələrini nəzərə alsaq , kəsilməzlik şərtindən aşağıdakı inteqral tənliyi alırıq:

$$G(0) \exp(-\alpha t) - \frac{k(P_c(0) + P_k)}{D\mu\beta} \pi h \int_0^t \dot{P}_c(\tau) \exp[-\alpha(t-\tau)] d\tau = G(0) + \frac{f}{2al} [P_{q.a}(0) - P_c(0)] +$$

$$+ \frac{f}{l} \int_0^t P_c(\tau) \exp[-2a(t-\tau)] d\tau - \frac{f}{l} \int_0^t P_{q.a}(\tau) \exp[-2a(t-\tau)] d\tau -$$

$$- \frac{f}{2al} \exp(-2at) [P_{q.a}(0) - P_c(0)]$$
(34)

Laplas çevirməsini , çıxıqlar və qayıtma teoremlərini istifadə edərək (34) ifadəsindən alırıq:

$$P_c = P_c(0) \left[\exp(-\beta_1 t) \frac{2a - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} + \exp(-\beta_2 t) \frac{2a - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \right] + \left[\frac{f(P_c(0) - P_{q.a}(0))}{2alb} - \frac{G(0)}{b} \right] \times$$

$$\times \left[\frac{2\alpha a}{\beta_1 \beta_2} + \frac{(\alpha - \beta_1)(2a - \beta_1)}{\beta_1(\beta_1 - \beta_2)} \exp(-\beta_1 t) + \frac{(\alpha - \beta_2)(2a - \beta_2)}{\beta_2(\beta_2 - \beta_1)} \exp(-\beta_2 t) \right] +$$

$$+ \frac{f}{lb} \left[\frac{\alpha - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \int_0^t P_{q.a}(\tau) \exp[-\beta_1(t-\tau)] d\tau + \frac{\alpha - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \int_0^t P_{q.a}(\tau) \exp[-\beta_2(t-\tau)] d\tau \right] -$$

$$- \frac{f}{2alb} [P_c(0) - P_{q.a}(0)] \left(\frac{\alpha - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \exp(-\beta_1 t) + \frac{\alpha - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \exp(-\beta_2 t) \right) +$$

$$+ \frac{G(0)}{b} \left[\exp(-\beta_1 t) \frac{2a - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} + \exp(-\beta_2 t) \frac{2a - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \right]$$
(35)

burada $b = \frac{k[P_k + P_c(0)] \pi h}{\beta \mu D}$, P_k -layın kontur təzyiqidir. β_1 və β_2 aşağıdakı tənliyin həlləridir:

$$s^2 + \left(a + \frac{f}{bl} \right) s + \frac{f}{bl} \alpha = 0.$$
(36)

İndi də quyunun ağzı bağlandıqda quyu dibində təzyiqin dəyişməsinə baxaq. Fərz edək ki, quyunu bağlayanda quyu ağzında qazın kütləvi sərfiyyatı xətti qanunla azalır:

$$Q = G_1 \left(1 - \frac{t}{T_0} \right),$$
(37)

T_0 - quyunun bağlanma müddəti , G_1 - quyunun bağlanmağa başladığı zaman qazın vahid zamanda quyu ağzına axınıdır.

Quyu ağzı və quyudibi təzyiqləri təyin edək. Laplas çevirməsini istifadə edərək, (30), (31) ,(33) və (37) ifadələrini nəzərə alsaq , kəsilməzlik şərtindən alırıq:

$$\frac{G(0)}{fs} + \frac{1}{l} \frac{\bar{P}_c}{s(s+2a)} - \frac{1}{l} \frac{\bar{P}_{q,a}}{s(s+2a)} + \sum_{i=1}^n \frac{2}{3l} \left[\frac{s\bar{P}_{q,a}}{(s+a)^2 + \omega_i^2} - \frac{P_{q,a}(0) - P_c(0)}{(s+a)^2 + \omega_i^2} - \frac{s\bar{P}_c}{(s+a)^2 + \omega_i^2} \right] = \frac{G_1}{f} \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{Ts^2} \right) \quad (38)$$

$G(0) = G_1$ olduqda (38) ifadəsindən alırıq :

$$\begin{aligned} \bar{P}_c = P_c(0) & \frac{(s+a)^2 + \omega^2}{s \left[(s+a)^2 + \omega^2 + \frac{2}{3}(s+2a)s \right]} + \frac{s\bar{P}_{q,a} - P_{q,a}(0)}{s \left[(s+a)^2 + \omega^2 + \frac{2}{3}(s+2a)s \right]} + \\ & + \frac{2}{3} \frac{\bar{P}_{q,a}}{s} \frac{s(s+2a)}{(s+a)^2 + \omega^2 + \frac{2}{3}(s+2a)s} - \frac{2}{3} \frac{[P_{q,a}(0) - P_c(0)](s+2a)}{(s+a)^2 + \omega^2 + \frac{2}{3}(s+2a)s} - \\ & - \frac{G_1 l}{f Ts^2} \frac{(s+2a)((s+a)^2 + \omega^2)}{(s+a)^2 + \omega^2 + \frac{2}{3}(s+2a)s} \end{aligned} \quad (39)$$

(34) ifadəsindən \bar{P}_c təyin edib və (39) ifadəsinin sağ tərəfi ilə bərabərləşdirsək, quyuağzı təzyiqin təsvirini tapmaq olar:

$$\begin{aligned} \bar{P}_{q,a_1} = & \frac{G(0)\alpha}{s^2} \frac{D\mu\beta}{\pi hk(P_T + P_c(0))} + \frac{P_c(0)}{s} - \frac{f(P_{q,a}(0) - P_c(0))}{2al s^2} \frac{D\mu\beta(s+\alpha)}{\pi hk(P_T + P_c(0))} + \\ & + \frac{f(P_{q,a}(0) - P_c(0))}{2als(s+2a)} \frac{D\mu\beta(s+\alpha)}{\pi hk(P_T + P_c(0))} + \frac{P_{q,a}(0) - P_c(0)}{s} + \\ & + \frac{(P_{q,a}(0) - P_c(0))}{s^2(s+2a)} \frac{f D\mu\beta(s+\alpha)}{\pi hkl(P_T + P_c(0))} - \frac{G_1 l}{f Ts^2} \frac{(s+a)((s+a)^2 + \omega_i^2)}{\left[\frac{s^2}{3} + \frac{2as}{3} + \omega_i^2 + a^2 \right]} - \\ & - \frac{G_1}{f Ts^3} \frac{(s+a)((s+a)^2 + \omega_i^2)}{\left[\frac{s^2}{3} + \frac{2as}{3} + \omega_i^2 + a^2 \right]} \frac{f D\mu\beta(s+\alpha)}{\pi hk(P_T + P_c(0))} \end{aligned} \quad (40)$$

burada $\omega_i^2 = \frac{c^2 i^2 \pi^2}{3l^2} - a^2$.

$t = T_0$ olduqda (37) – dən görünür ki, $Q = 0$. Onda $t \geq T_0$ qiymətində quyuağzı təzyiqin dəyişməsi hər yerdə t əvəzinə $t - T_0$ və $G_1 = 0$ yazmaqla (40) ifadəsindən tapılır.

Beləliklə quyu bağlandıqdan sonra quyuağzı təzyiq aşağıdakı formula uyğun dəyişir:

$$P_{q,a}^* = P_{q,a_1}(t)[\eta(t) - \eta(t - T_0)] + \eta(t - T_0) \cdot P_{q,a_2}(t), \quad (41)$$

burada η - Hevisayd funksiyası, uyğun olaraq $P_{q.a_1}(t)$ - $0 < t \leq T$ olduqda, $P_{q.a_2}(t)$ - isə $G_1 = 0$ olduqda (40) tənliyindən təyin edilən quyuağzı təzyiqin dəyişməsidir. Originala keçəndə çıxıqlar və qayıtma teoremlərini nəzərə alsaq [9], (40) ifadəsindən parametrlərin aşağıdakı qiymətlərinə əsasən quyuağzı təzyiqin dəyişməsi təyin edilmişdir:

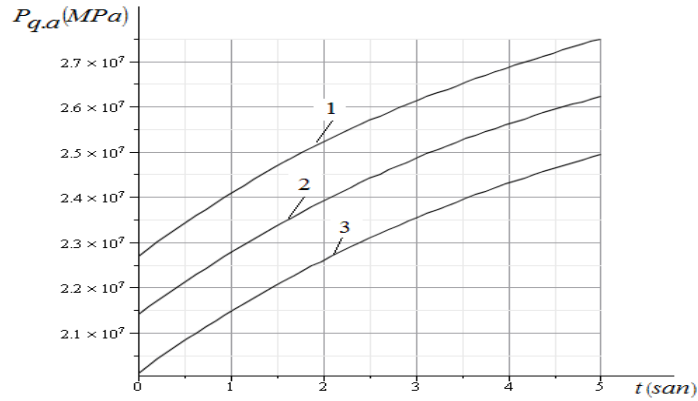
$$c = 300m \cdot san^{-1}; \mu = 10^{-5} Pa \cdot san; h = 10m; k = 5 \cdot 10^{-14} m^2; \rho = 0.668 kq \cdot m^{-3};$$

$$l = 3000m; P_k = 2.5 \cdot 10^7 Pa; P_0 = 24 \cdot 10^6 Pa; P_T = 8 \cdot 10^6 Pa;$$

$$P_c(0) = 24 \cdot 10^6 Pa; P_{atm} = 10^5 Pa; T = 5 san; R_k = 300m; \pi = 3,14;$$

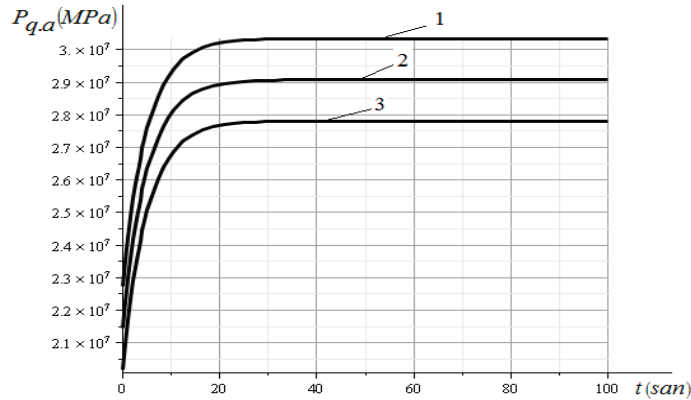
$$a = 10^{-1} san^{-1}; m = 0.2; d = 6 \cdot 10^{-2} m; r_c = 7.5 \cdot 10^{-2} m.$$

Quyuağzı təzyiqin dəyişmə asılılığı **Şək.1** və **Şək.2**-də verilmişdir.



$$1 - l = 1000m, \quad 2 - l = 2000m, \quad 3 - l = 3000m.$$

Şək.1. Qaldırıcı boruların dərinliyindən asılı olaraq quyunun bağlama müddətində quyuağzında təzyiq dinamikasının qrafikləri.



$$1 - l = 1000m, \quad 2 - l = 2000m, \quad 3 - l = 3000m.$$

Şək.2. Qaldırıcı boruların dərinliyindən asılı olaraq quyunun bağlandıqdan sonra quyuağzında təzyiq dinamikasının qrafikləri.

İndi də qazın hasilat prosesinə baxaq. Fərz edək ki, quyuağzı təzyiq zaman keçdikcə xətti qanunla azalır:

$$P_{q.a}(t) = P_{q.a}(0) - \frac{P_{q.a}(0) - P_T}{T} \cdot t, \quad (42)$$

burada T - qaz hasilatı periodu, P_T - hasilatın sonunda quyuağzı təzyiqdir. Onda (42) ifadəsini (35) formulunda nəzərə alsaq, alarıq :

$$\begin{aligned}
P_c = P_c(0) & \left[\exp(-\beta_1 t) \frac{2a - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} + \exp(-\beta_2 t) \frac{2a - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \right] + \left[\frac{f(P_c(0) - P_{q.a}(0))}{2alb} - \frac{G(0)}{b} \right] \times \\
& \times \left[\frac{2\alpha a}{\beta_1 \beta_2} + \frac{(\alpha - \beta_1)(2a - \beta_1)}{\beta_1(\beta_1 - \beta_2)} \exp(-\beta_1 t) + \frac{(\alpha - \beta_2)(2a - \beta_2)}{\beta_2(\beta_2 - \beta_1)} \exp(-\beta_2 t) \right] + \\
& + \frac{f}{lb} \frac{\alpha - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \left\{ \frac{P_{q.a}(0)}{\beta_1} (1 - \exp(-\beta_1 t)) - \frac{P_{q.a}(0) - P_0}{T_0} \left[\frac{t}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_1^2} (1 - \exp(-\beta_1 t)) \right] \right\} + \\
& + \frac{f}{lb} \frac{\alpha - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \left\{ \frac{P_{q.a}(0)}{\beta_2} (1 - \exp(-\beta_2 t)) - \frac{P_{q.a}(0) - P_0}{T_0} \left[\frac{t}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_2^2} (1 - \exp(-\beta_2 t)) \right] \right\} - \\
& - \frac{(P_c(0) - P_{q.a}(0))f}{2alb} \left(\frac{\alpha - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \exp(-\beta_1 t) + \frac{\alpha - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \exp(-\beta_2 t) \right) + \\
& + \frac{G(0)}{b} \left[\frac{2a - \beta_1}{\beta_2 - \beta_1} \exp(-\beta_1 t) + \frac{2a - \beta_2}{\beta_1 - \beta_2} \exp(-\beta_2 t) \right]
\end{aligned} \tag{43}$$

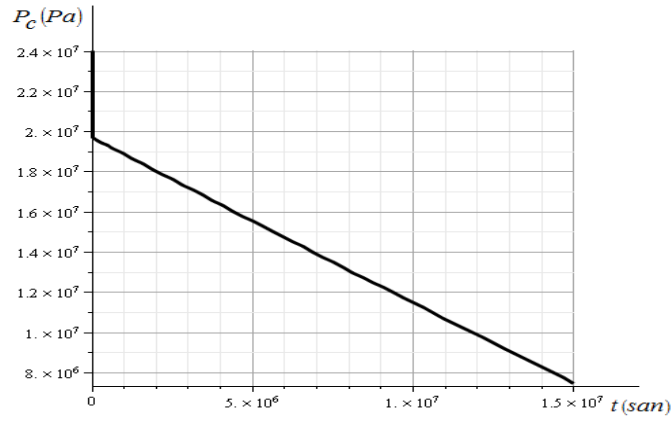
(12) ifadəsindən (14) nəzərə alaraq:

$$G = G(0) \exp(-\alpha t) - \frac{k(P_c(0) + P_T)}{D\mu\beta} \pi h \int_0^t \dot{P}_c(\tau) \exp[-\alpha(t - \tau)] d\tau, \tag{44}$$

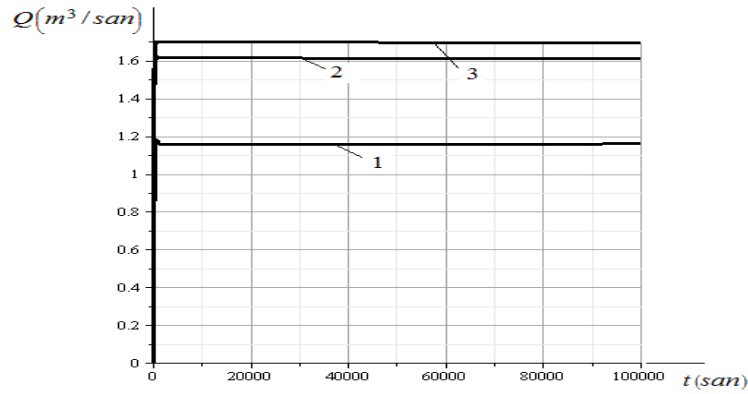
burada $G(0)$ - başlanğıc anda vahid zamanda quyuya gələn qazın miqdarıdır. Parametrlərin yuxarıda verilmiş qiymətlərində (44) ifadəsində (43) formulunu nəzərə alsaq, alarıq:

$$G = 8.5 \cdot 10^{-6} \exp(-2.57 \cdot 10^{-6} t) + 0.28 \exp(-1.34 \cdot 10^{-7} t) - 1.7 \exp(-0.01 t) + 1.41 \tag{45}$$

Parametrlərin yuxarıda verilmiş qiymətləri və $k = 10^{-14} m^2$, $k = 5 \cdot 10^{-14} m^2$, $k = 10^{-13} m^2$ nəzərə alınmaqla (43) və (45) formullarına əsasən ədədi hesabat aparılmışdır. Hesabatın nəticələri **Şəkl.3** və **Şəkl.4**-də göstərilmişdir.



Şək.3. Quyu dibində təzyiq dinamikasının qrafiki.



$$1 - k = 10^{-14} m^2, \quad 2 - k = 5 \cdot 10^{-14} m^2, \quad 3 - k = 10^{-13} m^2.$$

Şək.4. Quyu ağzında qazın vahid zamanda axınının qrafikləri.

Beləliklə, təqdim olunan işdə qazın qeyri-stasionar süzülmə prosesinin integral modeli qurulmuş, lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsini nəzərə almaqla quyunun məhsuldarlığını təyin etməyə imkan verən analitik ifadə alınmışdır.

Elmi təşkilati fəaliyyəti haqqında

2019-cu ildə şöbədə iki həfdə bir (çərşənbə günü) saan 14.00-da seminar keçirilir. Burada əsasən şöbə əməkdaşlarının və bəzi hallarda başqa elmi idarələrin əməkdaşlarının məruzələri müzakirə olunur. Şöbənin əməkdaşları ümumi institutun seminarında və elmi kofranslarda iştirak edir və məruzələr ilə çıxış edirlər.

“Tətbiqi riyaziyyat” şöbəsinin əməkdaşları respublikanın ictimai işlərində fəal iştirak edirlər:

- Mirzadə İrada H. “Riyaziyyat və Mexanika” İnstitutunun Həmkarlar İttifaqının sədridir.

- 2019-cu il ərzində şöbənin əməkdaşları 9 məqalə çapa verib. Onlardan 7-i çap olunub (4-i xaricdə), 5 tezis çap olunub. Çap olunan məqalələrdən 3-i Tomson Reuters jurnallarında,

1-i isə - Scopus Reuters jurnalında, 1-i Impact Factor jurnalında.

- BDU-nun Kurs tələbələri üçün mühazirələr oxumaqla (mart-aprel 2019-cu ildə) və 40 günlük təcrübə keçirmədə prof. Qabil Əliyev, prof. Elxan Abbasov və doç. İradə Mirzazadə iştirak etmişlər.

- 01 mart 2019-cu il tarixindən m.e.d., b.e.i. Abbasov E.M. Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunda tam ştat aparıcı elmi işçi vəzifəsinə qəbul edilib.

- Abbasov E.M. 12 aprel 2019-cu il tarixli AAK-nın qərarı ilə mexanika elmləri doktoru elmi dərəcəsi təstiqlənib və diplomu alıb.

- Şöbədə Abbasov E.M. rəhbərliyim altında bir nəfər fəlsəfə doktorluğu işini müdafiə edib, bir nəfəri isə işini elmi şuraya təqdim etmək üzərindədir.

- Prof. Qabil Aliyev aşağıdakı dünyada aparıcı nəşriyyatlarının elmi jurnallarının redaksiya heyətinin üzvüdür:

- POLYMER RESEARCH JOURNAL, USA, https://www.novapublis.com/catalog/product_info.php.products_id=5087.

- INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED GEOINFORMATION, Montreal, Canada.

“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin müdiri

f.-r. e.d., prof. Q.Q.Əliyev

**AMEA-nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun
“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin əməkdaşlarının 2019-cu ildə
çap olunmuş elmi işlərinin siyahısı**

Çap olunmuş məqalələr

- 1. Алиев Г.Г., Алиев А.Г.** Обобщенное условие Навье с учетом влияния квантово-механических эффектов в наногидродинамике. [EESJ-East European Science Journal, Vol -№-5\(45\), May, \(Poland- Warsaw\)-2019, pp. 27-32, ISSN 2468-5380, Impact Factor \(2017\) –1.572 \(https://eesa journal.com/2019/06/14/vostochno-evropejskij-nauchnyj-zhurnal-45-maj-2019.](#)
- 2. Аббасов Э.М., Кенкерли Е.С.** Интегральное моделирование процесса вытеснения нефти водой. [Инженерно-Физический Журнал \(ИФЖ\), №2, 2019, том 92, с. 459-467 \(Thomson Reuters\)](#)
- 3. Аббасов Э.М., Ш.П.Казымов, Н.Р.Абдуллаева Н.Р., Гаджикеримова Л.Г.** Утечка жидкости в скважинном штанговом насосе. [Нефтяное хозяйство, № 4, 2019, с.87-89 \(SCOPUS, Russian Scientific Citation Index\)](#)
- 4. Аббасов Э.М., Агаева Н.А., Керимова Ш.А.** Интегральное моделирование работы газовых скважин с учетом деформируемости коллектора пласта. [“Proceedings”, “Oil Gas Scientific Research Project” Institute, SOCAR, \(НИПИ «Нефтегаз»\), №2, p.p.45-52, 2019. \(SCOPUS, Russian Scientific Citation Index\)](#)
- 5. Abbasov E.M., Rustamov K.O.** Mathematical simulation of influence of heredity on the character of contact pressure distribution between semicylindrical surface with a hole and sealing element. [Transaction of NAS of Azerbaijan, series of Physical-Technical and Mathematics science \(issue Mechanics\), vol. 39, issue 7, 2019, p.p. 3-11](#)
- 6. Аббасов Э.М., Агаева Н.А., Керимова Ш.А.** Интегральное моделирование процесса восстановления давления. [Инженерно-Физический Журнал \(ИФЖ\), №6, т.92, 2019, \(Thomson Reuters\).](#)
- 7. Abbasov E.M., Baghir Suleymanov, Feyzullayev K.A.** Numerical simulation of water shut-out performance for heterogeneous composite oil reservoirs. [Applied and Computational mathematics, v.18, №3, 2019. \(Tomson Reuters\).](#)

2. Çapda olunan məqalələr

- 1. Mirzəzadə İ.N.** Искусственный интеллект в задачах диагностики острых отравлений”. Евразийский Союз Ученых. XXXIX Международная Научно –

Практическая конференция. “Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения”.ISSN 2411-6467. Москва 2019 (Çара qəbul olunub).

2. Аббасов Э.М., Кенгерли Т.С., Абдуллаева Н.Р. Интегральное моделирование процесса фильтрации газожидкостной смеси. [Инженерно-Физический Журнал \(ИФЖ\)](#), (Thomson Reuters)(çapdadır).

3. Tezislər

1. G.G.Aliyev. Base of nanohydrodynamics of viscous fluid with regard to quantum-mechanical effects. “Modern Problems of Mathematics and Mechanics” devoted to the 60th anniversary of the Institute of Mathematics and Mechanics. 23-25 October, 2019, Baku, 100-102.(Материалы конференции).

2. Mirzəzadə İ.H. “Искусственный интеллект в задачах диагностики острых отравлений”. [Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Bakı Dövlət Universiteti, Mexanika-Riyaziyyat fakultəsi. Azərbaycan Xalqının Ümummilli Lideri H.Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş “Riyaziyyat və Mexanikanın aktual problemləri” adlı Respublika Elmi Konfransının materialları. səh.131-133. Bakı-2019.](#)

3. Mirzəzadə İ.H. “Differential diagnosis on the basis classification of the biosystems” “Modern Problems of Mathematics and Mechanics” devoted to the 60th anniversary of the Institute of Mathematics and Mechanics. 23-25 October, 2019, Baku, 379-382.(Материалы конференции).

4. Аббасов Э.М., Сулейманов А.А., Новрузалиев Б.Ф. Диагностирование режима работы газлифтных скважин на основе анализа колебаний технологических показателей. [Мат. Меж. Научно-практической конференции «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений» Актау, 16-17 май, 2019, т.2, с.10-13. \(Материалы конференции\).](#)

5. Аббасов Э.М., Ağayev N. Hidrodynamics of fluid flow in the conjugate reservoir-well-pipeline. [10 Internatiol Conference of the Georgian Matematical Union, September 2-6, 2019, Batumi Gergia, p.p.32 .](#)

“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin müdiri

f.-r. e.d., prof. Q.Q.Əliyev

AMEA-nin Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun
“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsində 2019-cu ildə alınmış
elmi nəticələr haqqında

MƏLUMAT

N	Mövzu, elmi işin adı və icraçının adı, soyadı, elmi adı, dərəcəsi	Alınmış elmi nəticələr
	<p>MÖVZU 1.: Kiçik ölçülü sistemlərdə fiziki mühitləri nəzərə almaqla özlü maye hidrodinamikasının əsasları.</p> <p>(f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q.).</p>	
1	<p>İş A. Nano borularda kvant-mexaniki effektləri nəzərə almaqla özlü mayenin hərəkətinin riyazi araşdırılması</p> <p>f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q.)</p>	<p>Nano kanallarda $10^{-9} m \leq d \leq 10^{-4} m$ kvant-mexaniki effektləri nəzərə almaqla özlü mayenin hərəkətinin, müəyyənədicilərin tənlilikləri təklif edilib. Kanalın divarları ilə maye arasında sərhəddə mövcud olan fiziki sahənin gərginliyinin dərinliyə nüfuz edən təsirini nəzərə almaqla mayenin sürüşməsinin Navye sərhəd şərtinin ümumiləşdirilməsi verilib.</p>

2	<p>İş B. Toksik maddələrdə zəhərlənmələrin diaqnostikası (t.e.n., a.e.i. Mirzəzadə İ.H.).</p> <p>1-ci mərhələ: Qeyri səlisyon neyron şəbəkələrinin araşdırılması.</p>	<p>Aparılmış çoxsaylı eksperimentlər sübut etmişdir ki, monitoring göstəricilərin zaman sıralarında dəyişmə dinamikasının müəyyən edilməsinə, onların içərisində yoxlanılması daha vacib olanların seçilməsində, müalicəyə pis təbə olanları aşkar etməkdə və, ən vacibi, izafi analizlərin aparılmamasına imkan vermişdir.</p>
3	<p>MÖVZU 2.: Neftqazçıxarmada filtrasiya proseslərinin inteqral modelləşdirilməsi.</p> <p>(f.-r.e.d., prof. Əliyev Q.Q., t.e.n., b.e.i. Abbasov E.M.)</p>	
	<p>İş A. Qazın süzülmə prosesinin lay-quyu sistemində modelləşdirilməsi.</p> <p>(m.e.d., b.e.i. Abbasov E.M.)</p>	<p>Təqdim olunan işdə qazın qeyri-stasionar süzülmə prosesinin inteqral modeli qurulmuş, lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsini nəzərə almaqla quyunun məhsuldarlığını təyin etməyə imkan verən analitik ifadə alınmışdır.</p>

“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin müdiri

f.-r.e.d., prof. **Q.Q.Əliyev**

**AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun “Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsində
2019-cu ildə mühüm nəticə:**

**“Küçük ölçülü sistemlərdə fiziki mühitləri nəzərə almaqla özlü maye
hidrodinamikasının əsasları”.**

İcraçı: f.-r.e.d., prof. Qabil Əliyev

Nano kanallarda ($10^{-9} m \leq d \leq 10^{-4} m$) kvant-mexaniki effektləri nəzərə almaqla özlü mayenin hərəkətinin müəyyən edici tənliklər təklif edilib. Kanalın divarları ilə maye arasında sərhəddə mövcud olan fiziki sahənin gərginliyinin dərinliyə nüfuz edən təsirini nəzərə almaqla mayenin sürüşməsinin Navye sərhəd şərtinin ümumiləşdirilməsi verilib $v(x)|_{x=\frac{h}{2}-\Delta} = v_0 + L \cdot \frac{\partial v}{\partial x}$.

İş çap olunub:

- 1. Алиев Г.Г., Алиев А.Г.** Обобщенное условие Навье с учетом влияния квантово-механических эффектов в наногидродинамике. EESJ-East European Science Journal, Vol -№-5(45), May, (Poland- Warsaw)-2019, pp. 27-32, ISSN 2468-5380, Impact Factor (2017) –1.572 (<https://eesa-journal.com/2019/06/14/vostochno-evropejskij-nauchnyj-zhurnal-45-maj-2019>).
- 2. Алиев Г.Г., Алиев А.Г.** Теоретические основы гидродинамики в низкоразмерных системах (*гидромеханика с учетом влияния квантово-механических эффектов*). LAMBERT Academic Publishing, ISBN 978-3-659-93313-4, Германия, 260 стр. 2016 г.
- 3. Aliyev G.G., Aliyev A.G.** Hydrodynamics in Nano-Systems With Regard To Quantum-Mechanical Effects. IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology. Impact Factor 5.264, vol. 4 Issue 4, April, (Tamilnadu-India) - 2017, ISSN (Online) 2348–7968, pp. 126-129.

“Tətbiqi Riyaziyyat” şöbəsinin müdiri

f.-r.e.d., prof. **Q.Q.Əliyev**