

1-21-2020

## HYDROCYCLIC AFFECTING OF FLUSH FLUID ON A STOPE BACK OF DRILLING FLUID

Akilov J.

*Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan.*

Jabbarov M.

*Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan.*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai>



Part of the [Engineering Commons](#)

### Recommended Citation

J., Akilov and M., Jabbarov (2020) "HYDROCYCLIC AFFECTING OF FLUSH FLUID ON A STOPE BACK OF DRILLING FLUID," *Problems of Architecture and Construction*: Vol. 2 : Iss. 4 , Article 2.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai/vol2/iss4/2>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Problems of Architecture and Construction by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

## HYDROCYCLIC AFFECTING OF FLUSH FLUID ON A STOPE BACK OF DRILLING FLUID

### Cover Page Footnote

The journal is published under the sponsorship of Samarkand State Architecture and Civil engineering Institute



# ME'MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI

## ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

(Ilmiy-texnik jurnal)  
(Научно-технический журнал)  
(Scientific and technical Journal)

2019, No.4  
2000 yildan har 3 oyda  
bir marta chop etilmoqda

Журнал ОАК Хайъатининг қарорига биноан техника (қурилиш, механика ва машинасозлик соҳалари) фанлари ҳамда меъморчилик бўйича илмий мақолалар чоп этилиши лозим бўлган илмий журналлар рўйхатига киритилган (гувоҳнома № 00757.2000.31.01)

Журнал 2007 йил 18 январда Самарқанд вилоят матбуот ва ахборот бошқармасида қайта рўйхатга олиниб 09-34 рақамли гувоҳнома берилган

**Бош муҳаррир (editor-in-chief)**—т.ф.н.доц.С.И.Аҳмедов  
**Масъул котиб (executive secretary)**—т.ф.н.доц.Т.Қ.Қосимов

**Тахририя тхайъати (Editorialcouncil):** м.ф.д.,проф.М.Қ.Аҳмедов; т.ф.д.,проф. С.М.Бобоев; т.ф.д.,проф. академик А.Дасибеков (Қозоғистон); т.ф.д.,проф. А.М.Зулпиев (Қирғизистон); и.ф.д.,проф. А.Н.Жабриев; т.ф.н.,к.и.х. Э.Х.Исаков (бош муҳаррир рўйринбосари); т.ф.д. К.Исмоилов; т.ф.н.,доц. В.А.Кондратьев; т.ф.н.,доц. А.Т.Кулдашев (ЎзР Қурилиш вазирлиги); м.ф.д.,проф. Р.С.Муқимов(Тожикистон); т.ф.д.,проф. С.Р.Раззоқов; УзР.ФА академиги, т.ф.д.,проф. Т.Р.Рашидов; т.ф.д.,проф. Х.Ш.Тўраев; м.ф.д.,проф. А.С.Уралов; т.ф.н.доц. В.Ф.Усмонов; т.ф.д.,проф. Р.И.Холмуродов; т.ф.д.,проф. И.С.Шукуров (Россия, МГСУ); т.ф.д.,проф. А.А.Лапидус (Россия, МГСУ); т.ф.д., проф. В.И.Римшин (Россия); т.ф.д., проф. Ж.Н.Низомов (Тожикистон ФА мухбир аъзоси); т.ф.д., проф. И.Каландаров (Тожикистон ФА мухбир аъзоси).

Тахририят манзили:140147, Самарқанд шаҳри, Лолазор кўчаси, 70.  
Телефон: (366)237-18-47,237-14-77, факс (366)237-19-53.ilmiy-jurnal@mail.ru

Муассис (Thefounder): Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Обуна индекси 5549

©СамДАҚИ, 2019

UDC 622.244:532.542

## HYDROCYCLIC AFFECTING OF FLUSH FLUID ON A STOPE BACK OF DRILLING FLUID

**Akilov J.**, Professor;

Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan.

**Jabbarov M.**, Associate professor.

Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Uzbekistan.

In article influencing of cyclic affectings of flush fluid on a stressed state of rocks of a bottom-hole zone is esteemed at boring oil and gas wells. By numerical experiments it is demonstrated that picking up rational arguments of hydrocyclic affecting of flush fluid.

### Бурғилаш суюқлиги гидроциклик таъсирининг бурғилаш қудуғи тубига таъсири

Мақолада қудуқларни бурғилашда бурғилаш суюқлиги циклик таъсирининг қудуқ тубининг кучланганлик ҳолатига таъсири ўрганилган. Сонли тажрибалар ёрдамида гидроциклик таъсир параметрларини рационал танлаб тоғ жинсларининг емирилишини тезлаштириш, бу билан нефть ва газ конларини бурғилаш тезлигини ошириш мумкин эканлиги кўрсатилган.

### Гидроциклическое воздействие промывочной жидкости на забой буровой жидкости

В статье рассматривается влияние циклических воздействий промывочной жидкости на напряженное состояние горных пород призабойной зоны при бурении нефтяных и газовых скважин. Численными экспериментами показано, что подбирая рациональные параметры гидроциклического воздействия промывочной жидкости.

Лабораторными исследованиями и промышленными экспериментами установлено, что на эффективность разрушения горных пород в бурении скважин гидромеханическим способом, определяющее влияние оказывает проницаемость пород [1]. Гидравлические импульсы давления промывочной жидкости в бурении глубоких скважин порождают в горных породах массива напряжения, распространяющиеся в виде упругих волн и образующие системы разветвленных трещин, которые способствуют лучшему проникновению в пласт жидкости. Эффективность способа воздействия зависит от степени близости его параметров к рациональным. Поэтому исследование влияния циклических воздействий буровой жидкости на напряженное состояние призабойной зоны скважины имеет важное теоретическое и практическое значение. Используем следующую модель гидроциклического воздействия на пласт через скважину: бесконечный массив, содержащий цилиндрическую полость, подвержен действию нагрузки  $P_g(t)$ , приложенной к стенкам полости, где

$$P_g(t) = \begin{cases} 2P_0 \cdot t / t_0, & 2nt_0 \leq t \leq 2nt_0 + 0.5t_0, \\ 2P_0 \cdot (1 - t / t_0), & 2nt_0 + 0.5t_0 \leq t \leq t_0 + 2nt_0, \\ 0, & 2nt_0 + 1.5t_0 \leq t \leq 2t_0 + 2nt_0, \quad n = 0, 1, 2, \dots \end{cases} \quad (1)$$

На рис. 1а показан график  $P_g(t)$  для

$$0 \leq t \leq T, \quad T = 10c, \quad t_0 = 2c.$$

Задача описывается уравнениями

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r}(\sigma_r - \sigma_\phi) = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad (r < r_c < +\infty). \quad (2)$$

$$\sigma_r = (\lambda + 2\mu) \frac{\partial u}{\partial r} + \lambda \frac{u}{r} + \varepsilon_* P,$$

$$\sigma_\phi = \lambda \frac{\partial u}{\partial r} + (\lambda + 2\mu) \frac{u}{r} + \varepsilon_* P,$$

$$\sigma_z = \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} \right) + \varepsilon_* P. \quad (3)$$

Здесь  $\sigma_r, \sigma_\phi, \sigma_z$  – компоненты напряжения;  $u$  – перемещение (смещение) частиц породы;  $\rho$  – плотность породы;  $\lambda, \mu$  – коэффициенты Ляме, которые через модуль сдвига  $G$  и коэффициента Пуассона  $\nu$  выражаются по формулам

$$\lambda = 2\nu G / (1 - 2\nu);$$

$\lambda + 2\mu = 2G(1 - \nu) / (1 - 2\nu)$ ;  $\varepsilon_*$  – параметр сцементированности породы ( $0 < \varepsilon_* \leq 0.5$ );  $P$  – давление промывочной жидкости.

Давление жидкости в порах горных пород призабойной зоны пласта считаем зависящим только от времени и радиальной координаты. Оно определяется из следующего уравнения пьезопроводности:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \chi \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial P}{\partial r} \right), \quad (r < r_c < +\infty), \quad (4)$$

где  $\chi = \frac{k}{\mu_{ж}(m\beta_{ж} + \beta_{с})}$  – коэффициент пьезопроводности (для рассматриваемого типа задач  $(0,1 \leq \chi \leq 5)$ ;  $k$  – проницаемость;  $m$  – пористость;  $\beta_{ж}, \beta_{с}$  – коэффициенты сжимаемости жидкости и пласта, соответственно;  $\mu_{ж}$  – вязкость жидкости.

Из (2) и (3) для определения перемещения  $u(r, t)$  получим следующее уравнение:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u}{\partial r} \right) - \frac{u}{r^2} + \varepsilon_* \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad (5)$$

$(r_c < r < +\infty)$ .

где  $c^2 = (\lambda + 2\mu) / (\rho r_c^2)$ ;  $p = P / (\lambda + 2\mu)$ .

Таким образом, в соответствии выбранной схемой расчета, для определения давления жидкости и перемещения частиц пород получим следующие две задачи.

**Задача А.** Найти решение уравнения пьезопроводности (8), удовлетворяющее краевым условиям

$$P(r, 0) = P_{пл}, \quad (r_c \leq r < +\infty);$$

$$P(0, t) = P_g(t), \quad (t > 0); \quad P(+\infty, t) = P_{пл}. \quad (6)$$

**Задача Б.** Найти решение уравнения (5), удовлетворяющее начальным и граничным условиям

$$u(r, 0) = u_t(r, 0) = 0, \quad (r_c \leq r < +\infty); \quad (7)$$

$$\sigma_r(r_c, t) = -P_g(t)$$

$$\text{или} \left[ \frac{\partial u}{\partial r} + \bar{\lambda} \frac{u}{r} + \varepsilon_* p \right]_{r=r_c} = -p_g(t), \quad (t > 0) \quad (8)$$

$$u_t(+\infty, t) = 0, \quad (t > 0). \quad (9)$$

Здесь  $p_g(t) = P_g(t) / (\lambda + 2\mu)$ ;  $\bar{\lambda} = \lambda / (\lambda + 2\mu)$ ;

$P_{пл}$  – ипластовое давление.

Прежде чем приступить к решению приведенных задач, бесконечную цилиндрическую полость  $r_c \leq r < +\infty$  заменим с конечной цилиндрической полостью  $r_c \leq r \leq R$ , ( $R \gg r_c$ ), где  $R$  – достаточно большое относительно  $r_c$  число. Тогда третье равенство в (6) и граничное условие (9) принимают следующий вид:

$$P(R, t) = P_{пл}, \quad u_t(R, t) = 0, \quad (t > 0). \quad (10)$$

Для решения сформулированных задач применим численный метод – метод конечных разностей [2]. Исходя из характера изменения искомых величин вблизи скважины, целесообразно использовать метод конечных разностей на неравномерных сетках. С этой

целью введем следующую неравномерную разностную сетку

$$\varpi = \left\{ \begin{array}{l} (r_i, t_j), \quad r_i = r_c + h_r i^2, \quad h_r = (R - r_c) / N^2, \\ i = 0, N; \quad t_j = j h_t, \quad h_t = T / M \end{array} \right\},$$

где  $h_r, h_t, T$  – наименьший шаг по координате, шаг по времени и конечное время счета, соответственно.

**Методика численного решения задачи А.** Заменяя производные, входящие в уравнение (4) и первого из граничных условий (10) с конечными разностями, имеем

$$A_i \hat{P}_{i-1} - C_i \hat{P}_i + B_i \hat{P}_{i+1} = -F_i, \quad (i = \overline{1, N-1}), \quad (11)$$

$$\hat{P}_i = P_i^{j+1} = P(r_i, t_{j+1}), \quad P_i = P_i^j = P(r_i, t_j),$$

$$\text{где } h_i = r_i - r_{i-1}, \quad \hat{h}_i = r_{i+\frac{1}{2}} - r_{i-\frac{1}{2}},$$

$$A_i = \chi h_t r_{i-\frac{1}{2}} / (r_i h_i), \quad B_i = \chi h_t r_{i+\frac{1}{2}} / (r_i h_{i+1}),$$

$$C_i = A_i + B_i + \hat{h}_i, \quad F_i = \hat{h}_i \check{P}_i.$$

Численная аппроксимация начального условия и граничных условий:

$$P_i^0 = P_{пл}, \quad (i = \overline{0, N}), \quad \hat{P}_0 = P_g^{j+1}, \quad (j = \overline{0, M-1}),$$

$$3\hat{P}_N - 4\hat{P}_{N-1} + \hat{P}_{N-2} = 0. \quad (12)$$

Система разностных уравнений (11) - (12) решалась методом прогонки.

**Методика численного решения задачи Б.** Для численного решения уравнения (5) используем трехслойную разностную схему с весом 0,5 [3]:

$$\Lambda(\hat{u} + \check{u}) / 2 = \frac{1}{c^2} u_{\bar{t}\bar{t}},$$

$$\text{где } \Lambda u = \frac{1}{r} (ru_{\bar{r}})_{\bar{r}} - \frac{u}{r^2} + \varepsilon_* p_r, \quad (16)$$

$$\hat{u}_i = u_i^{j+1} = u(r_i, t_{j+1}), \quad u_i = u_i^j = u(r_i, t_j),$$

$$\check{u}_i = u_i^{j-1} = u(r_i, t_{j-1}), \quad u_{\bar{t}\bar{t}} = (\hat{u}_i - 2u_i + \check{u}_i) / h_t^2.$$

После замены производных с соответствующими конечными разностями имеем

$$a_i \hat{u}_{i-1} - c_i \hat{u}_i + b_i \hat{u}_{i+1} = -f_i, \quad (i = \overline{1, N-1}), \quad (17)$$

где

$$a_i = r_{i-\frac{1}{2}} / r_i, \quad b_i = r_{i+\frac{1}{2}} h_i / (r_i h_{i+1}),$$

$$c_i = a_i + b_i + 2h_i \hat{h}_i / (c^2 h_t^2) + h_i \hat{h}_i / r_i^2,$$

$$f_i = 2h_i \hat{h}_i (2u_i - \check{u}_i) / (c^2 h_t^2) - h_i \hat{h}_i \check{u}_i / r_i^2 +$$

$$+ b_i (\check{u}_{i+1} - \check{u}_i) - a_i (\check{u}_{i+1} - \check{u}_i) + \varepsilon_* h_i \hat{h}_i (\hat{p}_{i+1} -$$

$$-\hat{p}_{i-1} + \check{p}_{i+1} - \check{p}_{i-1}) / (r_{i+1} - r_{i-1}).$$

Система (17) также решалась методом прогонки.

На основе разработанной методики произведены численные расчеты при исходных

данных:

$$r_c = 0.1 \text{ м}; \rho = 2500 \text{ кг / м}^3;$$

$$P_{пл} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}; P_0 = 1.2 \cdot P_{пл};$$

$$\nu = 0.2; G = 3.86 \cdot 10^8 \text{ Па};$$

$$\chi = 1 \text{ м}^2 / \text{с}; \varepsilon_* = 0.2; R = 10.1 \text{ м}.$$

Результаты представлены на рисунках 1б - 2. На рис. 1б показано изменение давления в порах породы в результате гидроциклического воздействия промывочной жидкости. Вблизи забоя значения давления резко уменьшается, имеет в моментах близких к 2 с минимумы. С удалением от забоя графики стабилизируются и при относительно больших расстояниях от забоя (10 м) почти не от пластового давления.

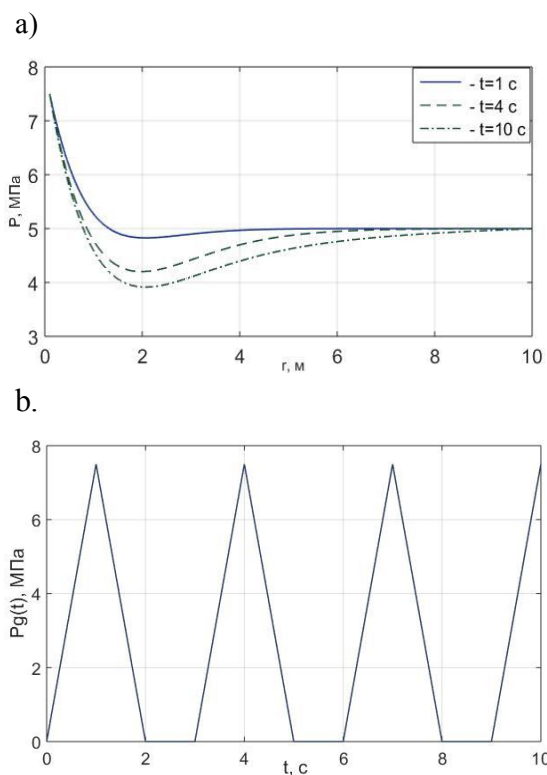


Рис. 1.

Рис. 2а показывает, что перемещения частиц породы в результате циклических воздействий буровой жидкости в начале процесса резко уменьшается стремится в нуль (t=1 с, t=1.5 с), но с течением времени приобретает слабо колебательный характер (t=2 с, t=8 с).  
 Графики изменения во времени радиального напряжения представлен на рис. 2б. Как видно, он имеет резко выраженный колебательных характер с большими амплитудами вблизи забоя (r=0.2 м, r=0.3 м). С удалением от забоя (r=0.5 м) амплитуды уменьшаются.

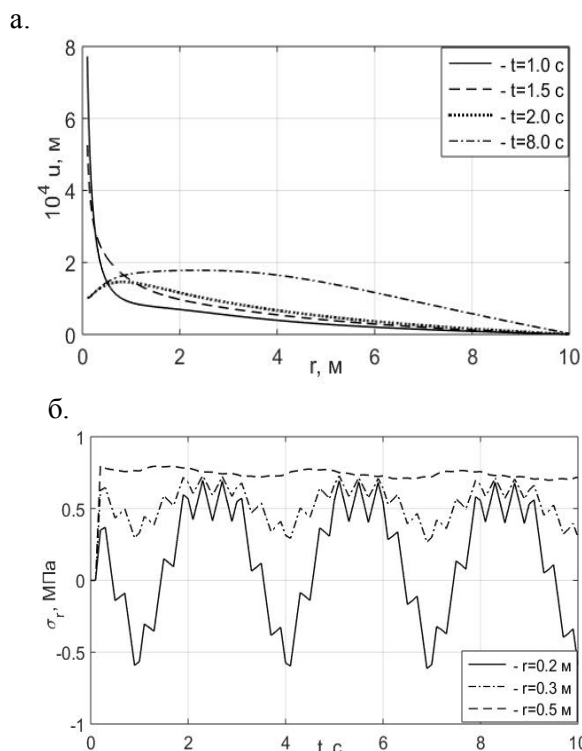


Рис. 2.

По нашему мнению, такие резкие, скачкообразные изменения радиального компонента напряжения может привести к образованию многочисленных трещин и соответственно к разрушению горных пород. Отсюда следует, что подбирая рациональные параметры гидроциклического воздействия промывочной жидкости можно ускорить процесс разрушения горных пород, тем самым увеличить скорость бурения нефтяных и газовых скважин.

**References:**

1. Sobolevskiy V.V., Shevchenko Yu.M., Mitelman B.I. Skillfully drilling with execution of the destructive effect of high-level jets of the drilling mortar.– Oil economy. – No.12,1976. – p.11-13
2. Bakhvalov N.S., Jidkov N.P., Kobelkov G.M. Numerical methods. –Moscow. Nauka, 1987. – p.600.