

Влияние вибраций в стволе газлифтной скважины на поведение неньютоновских нефтей

Е.В. Мамедова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

e-mail: jenya_baku@mail.ru

Ключевые слова: пульсации, неньютоновская нефть, структурные свойства, скорость сдвига, газлифтная скважина.

Qazlıft quyularında yaranan titrəyişin qeyri-Nyuton neftlərin axınına təsiri

Y.V. Məmmədova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: titrəyişlər, qeyri-Nyuton neft, struktur xassələri, sürüşmə gərginliyi, qazlıft quyusu.

Qazlıft quyularının iş prosesində özlü-plastik neftlərin reofiziki xassələrinin dəyişməsi metodikası təklif edilmişdir.

Quyuy işləyən zaman yerdəyişmə gərginliyi yaranır, bu da sistemin məhvinə gətirib çıxarır.

Titrəyişin intensivliyi artdıqca, neft öz xüsusiyyətlərini itirir və qeyri-Nyuton sisteminə keçir.

The impact of vibrations in gaslift wells on the movement of non-Newtonian oils

Y.V. Mammadova

Azerbaijan State Oil and Industry University

Keywords: vibrations, non-Newtonian oil, structural properties, shear rate, gaslift well.

The paper offers the methodology of changing rheological-physical properties of viscous-plastic oils in the process of gaslift elevator operation imitating vibration.

During well operation is created shear stress, which, in its turn, leads to the system destruction (structural net).

In high vibration intensity, the liquid loses its hard properties and passes to non-Newtonian system.

Запасы высоковязких аномальных нефтей являются одной из составляющих сырьевой базы нефтяной промышленности.

Добыча трудноизвлекаемых нефтей на территории Азербайджана представляет особый интерес для топливно-энергетического баланса страны. В месторождениях Западного Абшерона содержатся более 100 млн. т невыработанных запасов аномальной нефти.

Школой академика А.Х. Мирзаджанзаде

накоплен обширный промышленный и экспериментальный опыт по исследованию реофизических свойств неньютоновских углеводородов, добываемых газлифтным способом.

Проведенные ранее исследования показали, что неньютоновские нефти обладают аномальными свойствами [1–3]. Последние проявляются, прежде всего, в непостоянстве их вязкости, а также в их зависимости от действующего напряжения сдвига. Вязкость пластового флюида зависит от содержания газообразных, жидких и твердых веществ и степени их дисперсности. Увеличение содержания углеводородной жидкости высокомолекулярных соединений, таких как парафин, смолы и асфальтены, приводит к образованию пространственных структурных сеток.

Вязко-пластичные жидкости – это среды, обладающие жесткой пространственной структурой, способной сопротивляться внешнему напряжению сдвига, меньшему, чем некоторое предельное напряжение τ_0 . Превышение этого значения приводит к быстрому и полному разрушению структуры, после чего среда ведет себя как вязкая ньютоновская жидкость. Если напряжение уменьшить так, что оно станет меньше предельного, то структура вновь обретет свое первоначальное состояние.

Сдвиговое течение вязко-пластичных тел характеризуется образованием квазитвердых областей в тех местах течения, где выполняется указанное условие. Скорости сдвига в этих областях отсутствуют.

Рассмотрим добычу неньютоновской нефти с помощью газлифтного подъемника [4]. При периодической подаче агента в трубе создается модель линейной пульсации. Если линейная вибрация совершается с амплитудой смещения

α и частотой ω , тогда $\alpha\omega$ – амплитуда скорости пульсаций. Вибрации считаются высокочастотными и низко-амплитудными в случае, если:

$$\omega \gg \left\{ \frac{v_0}{h^2}, \frac{\chi}{h^2} \right\},$$

$$\alpha\beta\theta \ll h,$$

где h – характерный размер гидродинамических структур; v_0 – характерная кинематическая вязкость; χ – коэффициент температуропроводности жидкости; β – коэффициент теплового расширения; θ – характерная разность температур.

При течении вязко-пластичной жидкости необходимо напряжение сдвига τ_0 , при котором начинается движение флюида. Если создаваемые напряжения имеют значения меньше предельного, то вязко-пластичная жидкость находится в квазитвердом состоянии (равновесие).

В этом случае в слое возникнут вязкие напряжения, распределение которых задается уравнением:

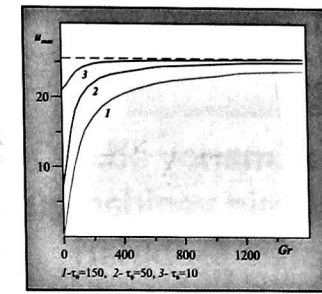
$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} + Gr = 0.$$

Произведем дальнейшее вычисление относительно параметра τ с учетом, что сдвиговые напряжения являются функциями только вдоль координаты, с точностью до произвольной константы:

$$\tau = -0.5\tau Grx^2 + c$$

Gr – число Грасгофа.

При условии $Gr/4 < D\chi$ – жидкость находится в квазитвердом состоянии (пульсации отсутствуют).



Зависимость максимальной скорости течения от вибрационного числа Грасгофа

Исследования показали, что при достижении числа Грасгофа определенной величины ($Gr=400$) напряжение сдвига преодолевает свое пороговое значение и система из квазипластичного состояния переходит в псевдопластичное [5, 6]. На рисунке показана зависимость максимальной скорости течения от вибрационного числа Грасгофа. При дальнейшем увеличении этого параметра движение неньютоновской жидкости описывается линейным законом, так же как и при течении ньютоновской нефти.

Заключение

В работе рассмотрено движение вязко-пластичной жидкости в вертикальной трубе в условиях продольных пульсаций, которые приводят к уменьшению толщины квазитвердых зон. Дальнейшая интенсивность вибраций сначала ослабляет вязко-пластичные свойства жидкости, а затем они вырождаются. При больших вибрационных числах потока Грасгоф, а равные увеличения скорости сдвига будут вызывать равные увеличения напряжения сдвига, и система перейдет в режим потока ньютоновской жидкости.

Список литературы

1. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Этюды о моделировании сложных систем нефтедобычи. – Уфа: Гилем, 1999, 464 с.
2. Мирзаджанзаде А.Х., Филиппов В.П., Ахметов И.М. Системные методы в нефтедобыче. – М.: Недра, 2002, 144 с.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Ковалев А.Г., Зайцев Ю.В. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. – М.: Недра, 1972, 200 с.
4. Салаватов Т.Ш., Дадашзаде М.А., Мамедова Е.В. Реодинамические особенности двухфазного течения // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2012, № 4, с. 30-32.
5. Balmforth, N.J. The viscoplastic Stokes layer / N.J. Balmforth, Y. Forterre, O. Pouliquen // J. Non-Newtonian Fluid Mech, 2009, v. 158, pp. 46-53.
6. Darbouli, M. Rayleigh-Bénard convection for viscoplastic fluids / M. Darbouli, C. Métivier, J.-M. Piau, A. Magnin, A. Abdelali // Physics of Fluids, 2013, v. 25, pp. 1-15.

References

1. Mirzajanzade A.Kh., Khasanov M.M., Bakhtizin R.N. Etudy o modelirovani slozhnykh sistem nefte dobychi. – Ufa: Gilem, 1999, 464 p.
2. Mirzajanzade A.Kh., Philippov V.P., Akhmetov I.M. Sistemnyye metody v nefte dobyche. – M.: Nedra, 2002, 144 p.
3. Mirzajanzade A.Kh., Kovalev A.G., Zaitsev Yu.V. Osobennosti ekspluatatsii mestorozhdeniy anomalnykh neftey. – M.: Nedra, 1972, 200 p.
4. Salavatov T.Sh., Dadashzade M.A., Mammadova E.V. Reodinamicheskie osobennosti dvukhfaznogo techeniya // Azerbayjanskoe neftyanoe khozyaystvo, 2012, No.4, pp. 30-32.
5. Balmforth, N.J. The viscoplastic Stokes layer / N.J. Balmforth, Y. Forterre, O. Pouliquen // J. Non-Newtonian Fluid Mech, 2009, v. 158, pp. 46-53.
6. Darbouli, M. Rayleigh-Bénard convection for viscoplastic fluids / M. Darbouli, C. Métivier, J.-M. Piau, A. Magnin, A. Abdelali // Physics of Fluids, 2013, v. 25, pp. 1-15.