



УДК 622.242.4

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

METHOD OF CEMENT STONE FORMATION UNDER PRESSURE

Костелов Максим Александрович

студент,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
kostyolov@gmail.com

Габбасов Азамат Фаррахович

студент,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет

Аннотация. Планируются лабораторные исследования по изучению влияния давления на процесс формирования цементного камня. Специально для этого разработана лабораторная установка, позволяющая формировать цементный камень под давлением. Описывается эта установка и методика проведения экспериментов.

Ключевые слова: цементный камень, избыточное давление, прочность, проницаемость, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.

Kostelov Maxim Alexandrovich

Student,
Ufa State Petroleum Technical University
kostyolov@gmail.com

Gabbasov Azamat Farrakhovich

Student,
Ufa State Petroleum Technical University

Annotation. Laboratory investigations are planned to study the influence of pressure on the process of formation of cement stone. Especially for this purpose, a laboratory installation has been developed that allows to form cement stone under pressure. This setup and the procedure for conducting the experiments are described.

Keywords: cement stone, overpressure, strength, permeability, Young's modulus, Poisson's ratio.

Процесс твердения цементного раствора очень сложный и зависит от множества факторов, таких как: температура, давление, водоцементное отношение, удельная поверхность цемента и др. [1]. Их влияние, за исключением давления, хорошо изучено. В связи с этим, планируется изучение влияния давления на процесс твердения цементного камня и его свойства, такие как проницаемость, предел прочности на сжатие, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.

Ниже приводится краткий литературный обзор, посвященный изучению влияния давления на формирование цементного камня.

В процессе твердения цементного раствора снижается гидростатическое давление (так называемое «зависание» цементного камня), что является одной из главных причин возникновения ГНВП в период ОЗЦ. В литературе давно известен метод борьбы с проявлениями созданием противодействия на твердеющий цементный раствор, однако вывода о влиянии давления на формирование и свойства цементного камня там нет [2].

Одной из первых работ по изучению влияния давления на процесс твердения цементного раствора является работа Ахметова Р.А. [3]. В его диссертации приведены результаты экспериментов по изучению изменения давления столба цементного раствора, по высоте твердеющего под постоянной нагрузкой.

Сотрудниками ОАО «ТюменНИИгипрогаз» Баталовым Д.М. и Щербичем Н.Е. проведены исследования проницаемости камня, формирующегося в условиях различных температур и давлений [4]. Однако, на основании приведенных данных сделать вывод о влиянии давления на проницаемость цементного камня не представляется возможным.

В статье Федорова приводятся результаты измерения проницаемости и прочности цементного камня, полученного при избыточном давлении [5]. Однако, установка, на которой проводились эксперименты, больше нацелена на изучение фильтрационных процессов.

Специально для изучения влияния давления на формирование цементного камня и его свойства, такие как прочность и проницаемость, на кафедре бурения нефтяных и газовых скважин УГНТУ была разработана и собрана лабораторная установка, конструкция которой приведена на рисунке 1.

Основным компонентом установки является гидравлический пресс, с помощью которого создается избыточное давление на твердеющий в специальной форме цементный раствор. Величина избыточного измеряется при помощи датчика силы. После извлечения образца и испытания его на проницаемость определяются прочностные показатели. Для этого цилиндрический образец устанавливается на специальный стол лабораторной установки и к образцу подсоединяются четыре тензодатчика перемещений, которые измеряют поперечную деформацию. Сверху на цементный камень уста-



навливается специальная плита, к которой крепятся еще два тензодатчика, измеряющие продольное перемещение. На плиту при помощи шара передается нагрузка, создаваемая прессом. Сигнал с датчиков перемещений и датчика силы передается на тензостанцию, с тензостанции информация передается на ноутбук.

На рисунке 2 представлена форма для формирования цементного камня под давлением. Поршень имеет два резиновых уплотнения, которые исключают утечку жидкости под действием давления. В середине поршня сделано отверстие, через которое выдавливаются излишки цементного раствора. После этого отверстие закрывается специальным болтом с уплотнением.



Рисунок 1 – Лабораторная установка



Рисунок 2 – Форма для формирования цементного камня под давлением

Методика проведения экспериментов заключается в следующем:

- замешивается цементный раствор и заливается в форму;
- форма устанавливается на стол лабораторной установки и с помощью поршня создается нагрузка, соответствующая определенному давлению, и цементный раствор твердеет под давлением;
- контролируется давление, действующее на твердеющий цементный раствор;
- затвердевший образец испытывается на проницаемость по воздуху и по жидкости;
- измеряется предел прочности на сжатие и растяжение цементного камня, определяются модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

Планируется провести эксперименты с различными избыточными давлениями, приведенными в таблице 1, а также планируется проверить эффективность различных армирующих добавок для облегченных цементов [6] в скважинных условиях.

**Таблица 1** – Зависимость между усилием на поршень и создаваемым давлением

P, Мпа	F, кН
10	7,06
20	14,13
30	21,19
40	28,26

Проведение лабораторных исследований позволит сделать вывод о влиянии давления при формировании цементного камня на его структуру и свойства, такие как проницаемость, упругость и прочность.

Литература:

1. Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Токунова Э.Ф. Химия тампонажных и промывочных растворов. – Уфа, 2011. – 245 с.
2. Булатов А.И. Детективная биография герметичности крепи нефтяных и газовых скважин. – 3-е изд. – Краснодар : Просвящение-Юг, 2009. – 934 с.
3. Ахметов Р.А. Исследование изменения и передачи давлений в зацементированной части заколонного пространства во время ОЗЦ и проведения различных работ в скважине : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 1975. – 128 с.
4. Баталов Д.М. и др. Цементно-бentonитовые растворы для низкотемпературных скважин // Тр. ЗапСибНИГНИ. – 1984. – С. 56–62.
5. Федоров В.Н., Аверьянов А.П., Котельников С.А., Дюсюнгалиев М.А. Исследование падения порового давления в цементных растворах // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 5. – С. 48–53. – URL : http://ogbus.ru/authors/Fedorov/Fedorov_1.pdf
6. Армия А.Б., Логинова М.Е., Кулниязов А.С. Влияние армирующих добавок на расширение в облегченных цементах // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы развития. – 2017. – № 6. – С. 39–41.

References:

1. Agzamov F.A., Izmuhambetov B.S., Tokunova E.F. Chemistry of oil-well and washing solutions. – Ufa, 2011. – 245 p.
2. Bulatov A.I. Detective biography of leak tightness of oil and gas wells. – 3rd ed. – Krasnodar : Prosveschenie-Yug, 2009. – 934 p.
3. Akhmetov R.A. Investigation of the change and transmission of pressures in the cemented part of the cavernous space during the OZZ and various works in the well : dis. scientist. step. ... Cand. tech. Sciences. – Ufa, 1975. – 128 p.
4. Batalov D.M., et al. Cement-bentonite solutions for low-temperature wells // Wotk of ZapSibNIGNI. – 1984. – P. 56–62.
5. Fedorov V.N., Averyanov A.P., Kotelnikov S.A., Dyusyungaliev M.A. Investigation of the fall of pore pressure in cement mortars // Electronic scientific journal «Oil and gas business». – 2011. – № 5. – P. 48–53. – URL : http://ogbus.ru/authors/Fedorov/Fedorov_1.pdf
6. Armiya A.B., Loginova M.E., Kulniyazov A.S. Influence of reinforcing additives on expansion in lightweight cements // Russian science and education today: problems and development prospects. – 2017. – № 6. – P. 39–41.