



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.

**П**роцесс 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](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](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.