

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ И ПОРИСТОСТИ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Никита Александрович Голиков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории скважинной геофизики, тел. (383)363-80-31, e-mail: GolikovNA@ipgg.sbras.ru

Дмитрий Александрович Медных

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, e-mail: MednykhDA@ipgg.sbras.ru

Приводятся результаты экспериментов, показывающих изменение массы битуминозных аргиллитов вследствие нагрева в нагруженном состоянии. Анализируются изменения плотностных свойств при деструкции органического вещества для разных степеней нагрева. Измеряются петрофизические характеристики образцов до и после завершения экспериментов.

Ключевые слова: битуминозный аргиллит, поровое пространство, деструкция органического вещества.

DEFORMATION CHARACTERISTICS AND POROSITY OF BAZENOV FORMATION ROCK SAMPLES IN HEATING AND PRESSURE INVESTIGATION

Nikita A. Golikov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Researcher of the Laboratory of Borehole Geophysics, tel. (383)363-80-31, e-mail: GolikovNA@ipgg.sbras.ru

Dmitry A. Mednykh

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Junior Researcher, e-mail: MednykhDA@ipgg.sbras.ru

Mass dynamic of argillite bituminous rock samples presented as the results of experiments. Samples have been heating under the constant load. Rock density analysis after organic component destruction was made on at a few heating stages. Petrophysical measurements were took on before and after experiments.

Key words: argillite bituminous, porous medium, organic component destruction.

В процессе бурения в окрестности ствола скважины возникает неоднородное напряженное состояние массива горной породы (зона депрессии). Размеры зоны депрессии, достигающие сотен метров [1], зависят от степени релаксации горных пород и определяются геомеханическими свойствами пород, слагающих пласт. Изменение напряженного состояния и вызванная этим деформация

пород в процессе бурения ухудшает фильтрационно-емкостные характеристики традиционных коллекторов, что, в свою очередь, влияет на параметры добычи нефти и газа [2].

Коллекторы нетрадиционного типа, к которым относятся нефтесодержащие породы баженовской свиты, образованы из карбонатно-кремнисто-глинистого материала и содержат большое количество органического вещества (ОВ) $S_{орг} > 10\%$. С повышением эффективного давления и сохранением пластовой температуры в баженитах происходит деструкция части ОВ [3]. Потеря части ОВ в породе приводит к освобождению части порового пространства и появлению эффективной пористости. Появление дополнительной пористости повышает сжимаемость породы и, следовательно, увеличивает общую деформацию породы. Для учета влияния вышеуказанных эффектов необходимы экспериментальные оценки деформационных характеристик и изменений ФЕС. Эксперимент проводился на образцах битуминизированного аргиллита, отобранного из баженовской свиты Салымского месторождения Западной Сибири.

Методика и техника эксперимента.

Цель эксперимента – измерение деформации образца под действием статической нагрузки и температуры.

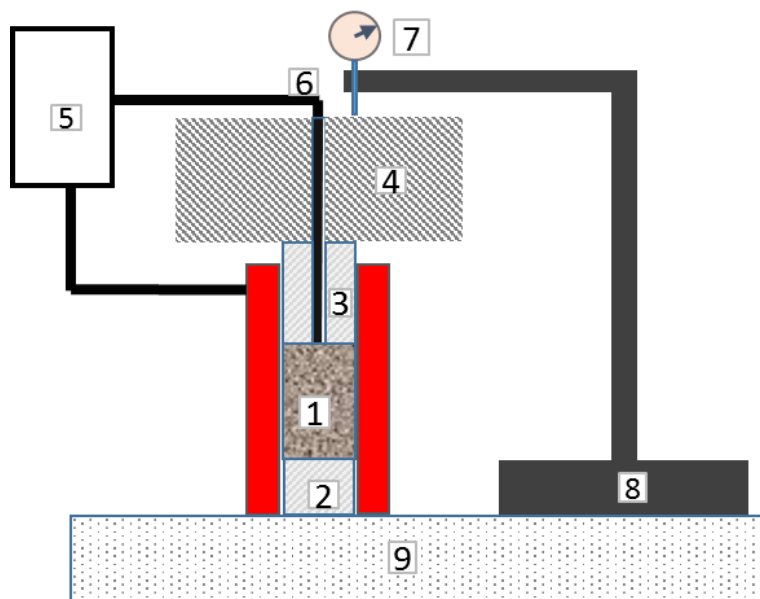


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 – образец; 2, 3 – нижний и верхний пуансон; 4 – груз; 5, 6 – регулятор температуры и термодатчик; 7, 8 – индикатор перемещений (ИЧ-10) на штативе

Цилиндрический образец породы высотой L и диаметром D (табл. 1) устанавливался на нижний пуансон и помещался в трубчатую печь, подключенную к блоку регулирования температуры. Осевая нагрузка на образец создавалась грузом массой 23 кг через верхний пуансон.

Геометрические размеры исследуемых образцов

№ образца	L , мм	D , мм
1211-83`	38.5	28.5
1212-83`	35.8	28.5

В грузе и в верхнем пуансоне было просверлено отверстие для термопары, которая контактировала с поверхностью образца. Температура при экспериментах поддерживалась на задаваемом уровне (70, 100, 150°C) согласно плану эксперимента и контролировалась блоком стабилизации с точностью 0.5°C. Деформация всей системы «нижний пуансон-образец-верхний пуансон» измерялась индикатором часового типа ИЧ-10 с точностью 0.01 мм. Вся измерительная установка размещена на теплоизолирующем основании (газобетон СИБИТ). Для определения деформации собственно образца перед экспериментом проводилась калибровка системы с помощью алюминиевого эталона одинакового размера.

Эксперимент проводился до стабилизации показаний индикатора при различных температурных режимах. Результаты эксперимента приведены на рис. 2–4.

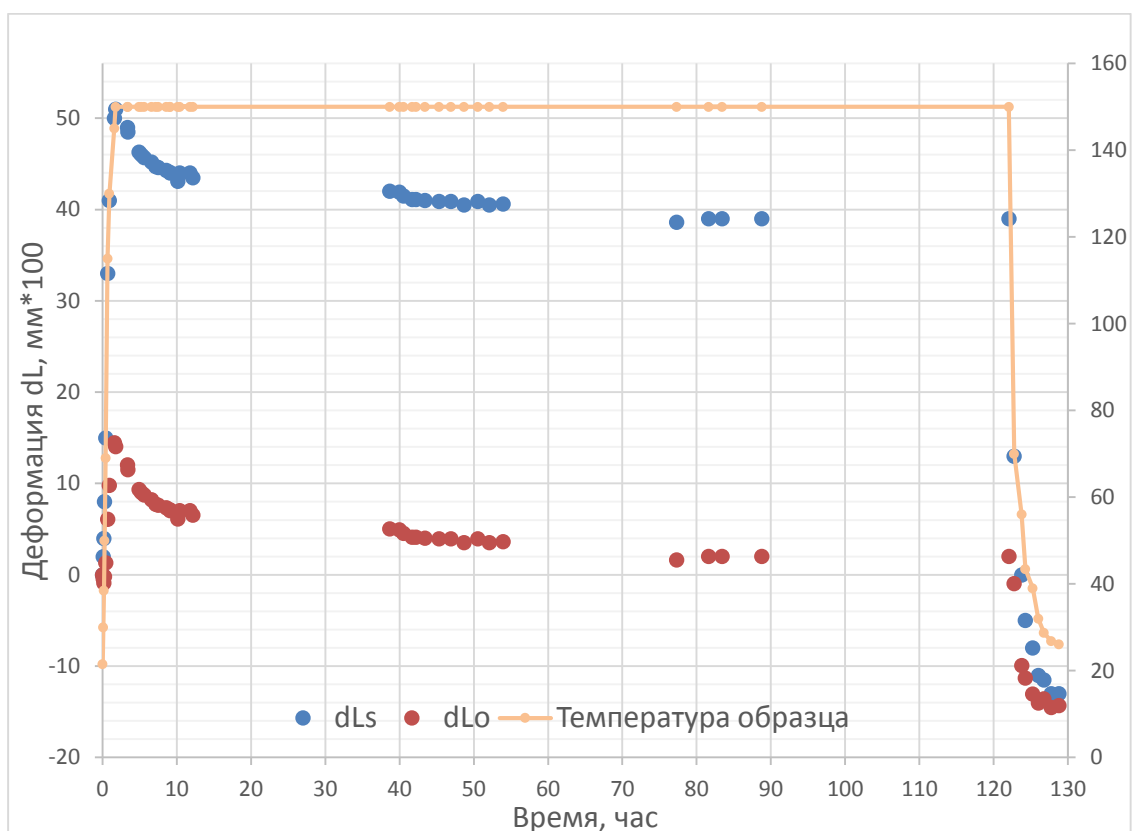


Рис. 2. Зависимость деформации от времени в процессе эксперимента: dLs — деформации измерительной системы, dLo — деформация образца. Образец №1211-83`

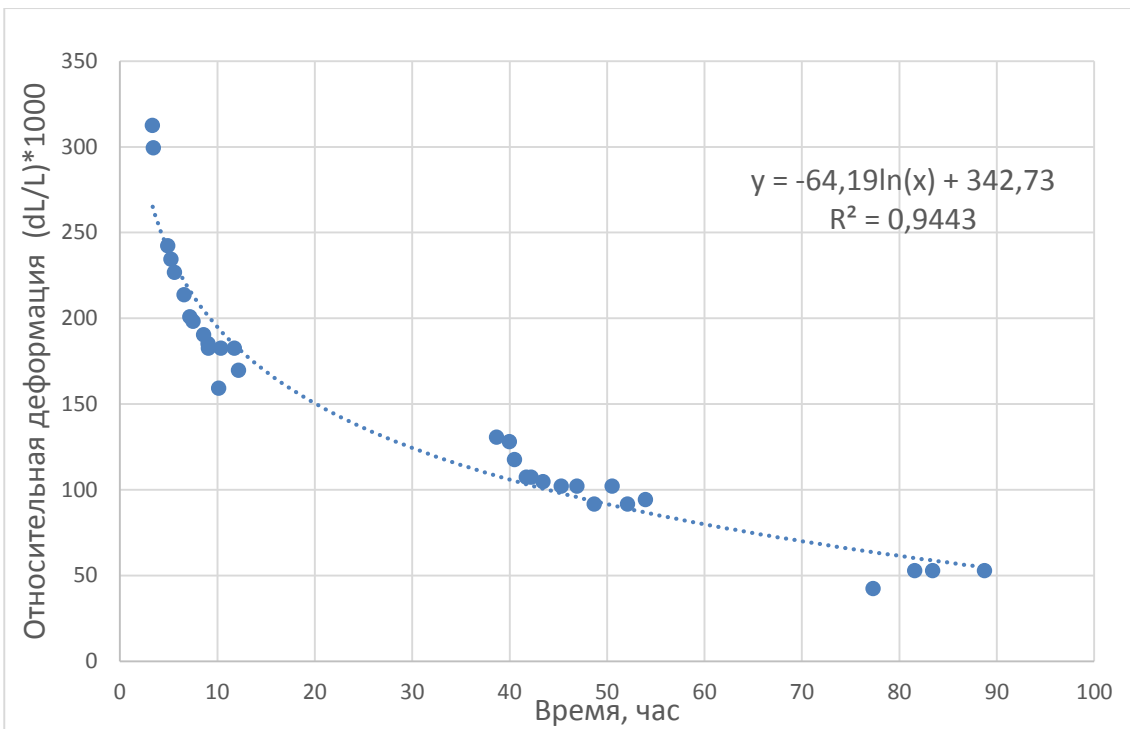


Рис. 3. Зависимость относительной деформации от времени.
 Образец №1211-83`

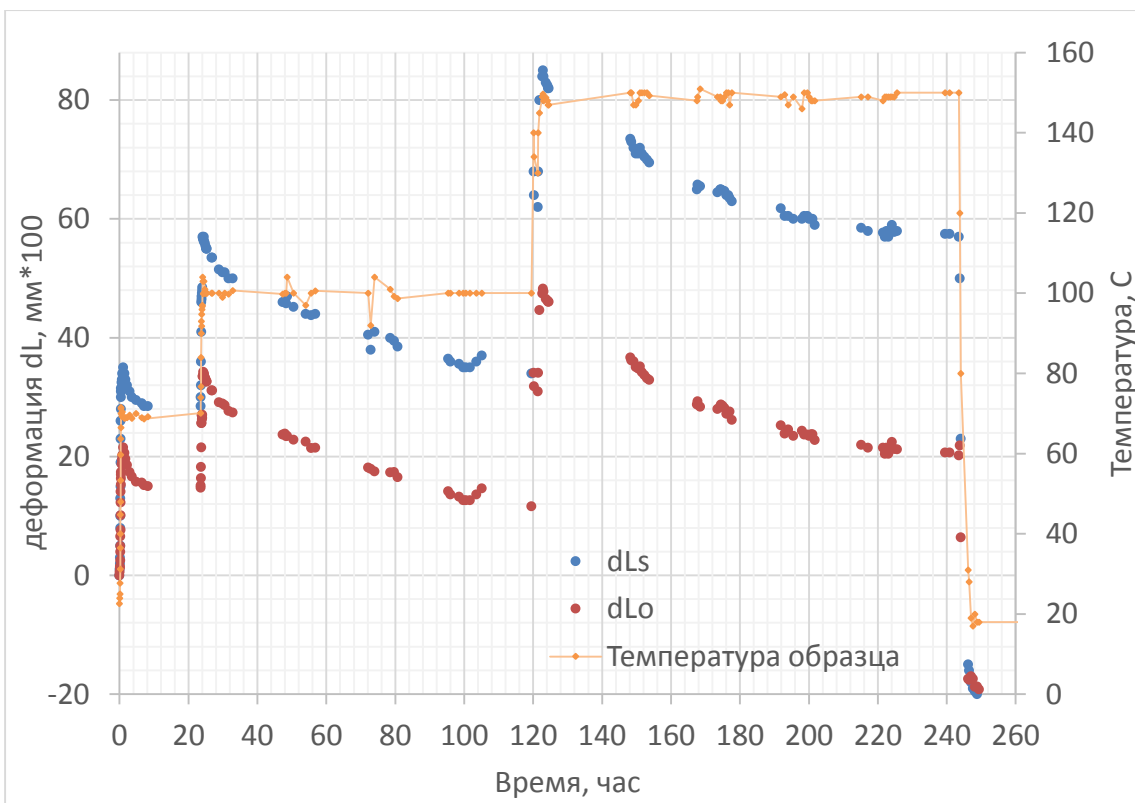


Рис. 4. Зависимость деформации от времени в процессе эксперимента:
 dLs – деформации измерительной системы, dLo – деформация образца.
 Показаны три цикла нагрева и остывания образца (температура на вспомо-
 гательной оси). Образец №1212-83`

Наблюдаемые полные деформации измерительной системы с образцом пересчитываются в относительные деформации образца с учетом деформации установки, связанной с температурным расширением ее элементов.

Наблюдается удлинение как системы, так и образца при нагревании вследствие температурного расширения. В последствии, при стабилизации температуры, наблюдаем постепенное сжатие образца, экспоненциально снижающееся к постоянной величине деформации, характерной для заданной температуры и вида образца.

Произведенные расчеты пористости и плотности образцов по измеренным массам (табл. 2) показывают появление пористости в образцах после завершения экспериментов.

Таблица 2

Плотность и пористость исследуемых образцов

№ образца	Плотность (до эксперимента), г/см ³	Плотность (после эксперимента), г/см ³	Минеральная плотность (после эксперимента), г/см ³	Пористость (после эксперимента), %
1211-83`	2,23	2,18	2,36	7,5
1212-83`	2,17	2,10	2,22	5,2

Результаты экспериментов свидетельствуют, что деструкция органического вещества происходит при температурах 70–150°С, что приводит к появлению открытой пористости и, соответственно, к деформациям породы в окрестностях скважины при бурении.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-05-00573.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика (Физика горных пород): учебник для вузов. – М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 368 с.
2. Назарова Л.А., Назаров Л.А. Эволюция напряжений и проницаемости трещиновато-пористого породного массива в окрестности добычной скважины // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – № 3. – С. 11–19.
3. Юсупова И.Ф., Абукова Л.А., Абрамова О.П. Потери концентрированного органического вещества пород при их погружении как фактор геодинамической дестабилизации // ДАН. – М.: Наука, 2007. – Т. 414, № 1. – С. 74–77.

© Н. А. Голиков, Д. А. Медных, 2017