

УДК 622.02

О.С. Барбашова**О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ КАМЕННОЙ СОЛИ**

Представлены экспериментальные исследования влияния температуры на скорость деформирования каменной соли. Данные исследования проводились для решения практических задач по проектированию, строительству и эксплуатации подземных хранилищ углеводородов, создаваемых в каменной соли. Результаты исследований подтвердили, что на скорость деформации образца каменной соли существенным образом оказывают влияние температура и нагрузка $\dot{\epsilon}_i = f(\sigma, T)$.

Ключевые слова: температура, скорость деформирования, нагрузка, каменная соль.

Семинар № 3

Бесшахтные подземные хранилища углеводородов, сооружаемые в массивах каменной соли находятся на глубинах от 300 м до 1500 м. Температура в указанном интервале глубин значительно отличается от температуры на поверхности земли. При геотермическом градиенте, равном 3 °С на 100 м по вертикали, температура на глубине 1500 м достигает примерно 45 °С [1]. Этот фактор, безусловно, может оказывать весьма существенное влияние на механические свойства каменной соли. Учет влияния температуры при изучении физико-механических свойств соляного массива, используемых в математических расчетах для оценки его напряженного состояния представляется обязательным и необходимым.

Вопрос оценки воздействия на свойства соляных пород повышенной температуры слабо изучен. Детальных экспериментальных работ в этой области недостаточно [2], а полученные результаты, как правило, предназначены для конкретных расчетных схем, что затрудняет их широкое использование.

Экспериментальные исследования проводились для решения практических задач проектирования, строи-

тельства и эксплуатации подземных хранилищ углеводородов, создаваемых в солях. Объектом исследования являлся керн каменной соли тульской площади. Исследования проводились на образцах цилиндрической формы диаметром 65 мм и высотой 130 мм.

Эксперименты выполнялись на установке УДС 65/80, которая позволяет проводить длительные (до 2000 часов) испытания при заданных осевых и боковых напряжениях при нормальных и высоких (до 80 °С) температурах. При этом осуществлялись автоматические измерения деформаций.

Всего было испытано 6 образцов при одноосном нагружении с увеличением осевой нагрузки до заданной, а также пошагового изменения температуры через каждые 10 °С (рис. 1). Значение σ_1 , для каждого из 6 образцов, представлены в таблице.

В камеру испытательной установки образцы помещались в изолирующей

Режимы одноосного нагружения образцов каменной соли

№ образца	1	2	3	4	5	6
σ_1 , МПа	14,9	16,9	17	18,2	19,7	20,4

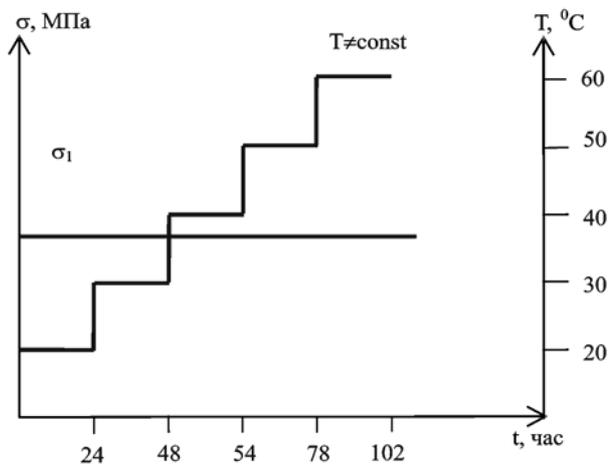


Рис. 1. Схема испытаний каждого из образцов каменной соли при условиях $\sigma_1 = const$ и $T \neq const$

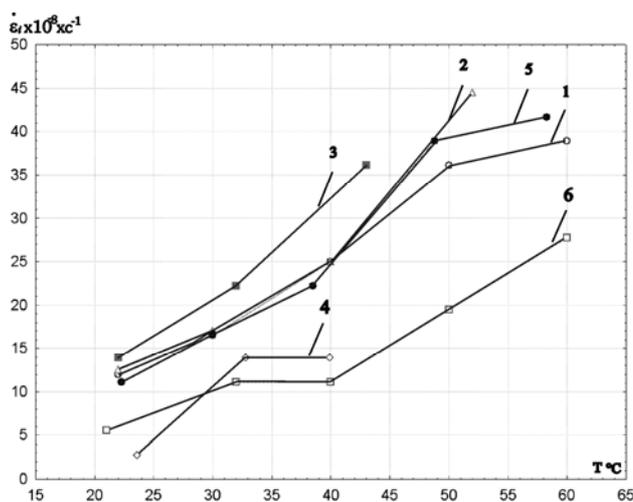


Рис. 2. графики зависимости скорости деформации $\dot{\epsilon}_i$ каменной соли от температуры при $\sigma_1 = const$ для образцов №№ 1 - 6

оболочке, не позволяющей флюиду, используемому для создания гидростатического давления, соприкасаться с поверхностью каменной соли. Тем самым, обеспечивалась

чистота эксперимента. Использование информационно-измерительного комплекса АСУ-Тест позволило в течение всего испытания непрерывно фиксировать значения показаний датчиков осевых и боковых деформаций, изменения давления и температуры.

По результатам испытаний были построены графики зависимости скорости деформации $\dot{\epsilon}_i$ для каждого из исследованных образцов каменной соли от времени, представленные на рис. 2.

Образец №1 разрушился при температуре 60 °С, №2 – при 52 °С, №3 – при 47 °С, №4 – при 40 °С, №5 – при 59 °С, №6 – при 60 °С.

Общей тенденцией является увеличение скорости деформирования образцов каменной соли с увеличением температуры. Так для образца 1 в диапазоне температур от 22° до 60° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 3,5 раза; для образца 2 в диапазоне от 22° до 52° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 4,2 раза; для образца 3 в диапазоне от 22° до 44° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 2,2 раза; для образца 4 в диапазоне от 23° до 40° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 1,2 раза; для образца 5 в диапазоне от 22° до 58° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 4,1 раз; для образца 6 в диапазоне от 21° до 60° $\dot{\epsilon}_i$ увеличивается в 2,2 раза.

Разброс значений $\dot{\varepsilon}_i$ при температуре 20-25 °С находится в интервале от $5 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ до $14 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ и равен $9 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$, что в 1,5 раза меньше разброса значений при температуре 55⁰-60 °С в интервале от $28 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ до $42 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ и равен $14 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$.

Результаты исследований показали, что на скорость деформации образца каменной соли существенным обра-

зом оказывают влияние температура и нагрузка $\dot{\varepsilon}_i = f(\sigma, T)$. Лабораторные исследования реологических свойств каменной соли должны проводиться в максимально приближенных естественным условиям их залегания, т.е. учет температуры необходим, обязателен и требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллисон А., Палмер Д. Геология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 568 с., ил.
2. Ержанов Ж.С., Сагинов А.С., Гумениук Г.Н., Векслер Ю.А., Нестеров Г.А. Ползучесть осадочных горных пород. Теория и эксперимент. Изд-во «Наука» Каз. ССР, Алма-Ата, 1970, 208 с. **ГЛАЗ**

Коротко об авторе

Барбашова О.С. – аспирантка кафедры «Физико-технический контроль производства» Московского государственного горного университета, научный сотрудник ООО «Подземгазпром», mail@podzemgazprom.ru



РУКОПИСИ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Певзнер Л.Д., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой АТ,
Тайзар Линн, аспирант

Московский государственный горный университет

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШАГАЮЩЕГО ДРАГЛАЙНА

Представлены математические модели технологического процесса экскавации мощного шагающего экскаватора драглайна. Представлены структуры системы автоматизированного мониторинга технологического процесса экскавации. Рассмотрены алгоритмы автоматизированного мониторинга.

Ключевые слова: драглайн шагающий, математическая модель, процесса экскавации, система автоматизированного мониторинга, алгоритмы.

Pevzner L. D., Tayzar Linn

Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AUTOMIZATION SYSTEM MONITORING OF TECHNOLOGICAL PROCESS ON WALKING DRAGLINE

Mathematical models of excavation technological process for powerful walking excavator dragline are presented. System structures of automated monitoring for excavation technological process are presented. Algorithms of automated monitoring are considered.