

# **Investigation of physical and mechanical properties of rocks and control stem wells**

**Polovodovsky VPKMS**

**Polyulyan A. (Russian Federation)**

**Исследование физико-механических свойств пород контрольно-стволовых**

**скважин половодовского участка ВКМКС**

**Полюлян А. С. (Российская Федерация)**

*Полюлян Андрей Сергеевич / Polyulyan Andrey – студент,  
кафедра разработки месторождения полезных ископаемых, горно-нефтяной факультет,  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь*

**Аннотация:** статья посвящена исследованию физико-механических свойств пород контрольно-стволовых скважин половодовского участка ВКМКС. Благодаря этому исследованию будет возможен ввод в эксплуатацию нового участка ВКМКС.

**Abstract:** the article is devoted to the study of physical and mechanical properties of rocks and control stem wells Polovodovsky VPKMS. This survey will enable the commissioning of the new section VPKMS.

**Ключевые слова:** физико-механические свойства пород, лёдопородное ограждение, объёмное нагружение, стабилометр.

**Keywords:** physical and mechanical properties of rocks, fencing lédoporodnoe, volumetric loading, triaxial.

Повышенный спрос на калийные удобрения вызывает необходимость ввода в эксплуатацию новых участков Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС). В настоящее время ведутся работы по проектированию нового рудника на Половодовском участке ВКМКС. Проходка стволов будет осуществляться с использованием технологии замораживания приконтурных пород с целью формирования лёдопородного ограждения, препятствующего поступлению воды в ствол, а также воспринимающего на себя давление окружающих незамороженных пород. В этой связи, изучение влияния отрицательных температур на физико-механические свойства пород по разрезу проходимых стволов является весьма актуальной задачей. Так как горный массив находится в сложном напряженном состоянии, обусловленном объемным действием гравитационных сил, то наибольший интерес представляет оценка изменчивости прочностных и деформационных свойств пород при замораживании в условиях всестороннего сжатия.

Лабораторные исследования физико-механических свойств пород в условиях объемного нагружения по схеме Кармана [1] при различных температурах ( $T = +20; +10; -10$  и  $-20$  °C) выполнялись на образцах, изготовленных из керна контрольно-стволовой скважины Половодовского участка, отобранных по всем разновидностям пород надсолевой толщи.

Для исследований изготавливались образцы-близнецы призматической формы размерами  $70 \times 35 \times 35$  мм. Перед испытаниями образцы герметизировали с помощью специальной манжеты из термоусадочной пленки, защищающей образец от проникновения масла (рис. 1).



*Rис. 1. Этапы подготовки образца для испытаний в камере объемного нагружения*

Подготовленные образцы устанавливали в стабилометрическую камеру, после чего стабилометр с образцом помещали в термостат, для установления заданной температуры испытаний. При достижении нужных температур производили испытание образцов на сжатие на электромеханическом прессе «Zwick/Z250». Испытания выполнялись при различных боковых давлениях ( $P_{бок} = 0; 2,5$  и  $5,0$  МПа) в соответствии с ГОСТами [2, 3, 4]. На каждом этапе исследований испытывалось по три образца. В

процессе эксперимента производилась автоматическая запись данных в память персонального компьютера. По результатам испытаний строились полные диаграммы деформирования, которые использовались для определения комплекса механических параметров: предел прочности при сжатии ( $\sigma_{\text{пр}}$ ), остаточная прочность ( $\sigma_{\text{ост}}$ ), разрушающая деформация ( $\epsilon_{\text{пр}}$ ), предельный модуль деформации ( $D_{\text{пр}}$ ), модуль упругости ( $E$ ), модуль спада ( $M_c$ ) в соответствии со схемой (рис. 2.) [5].

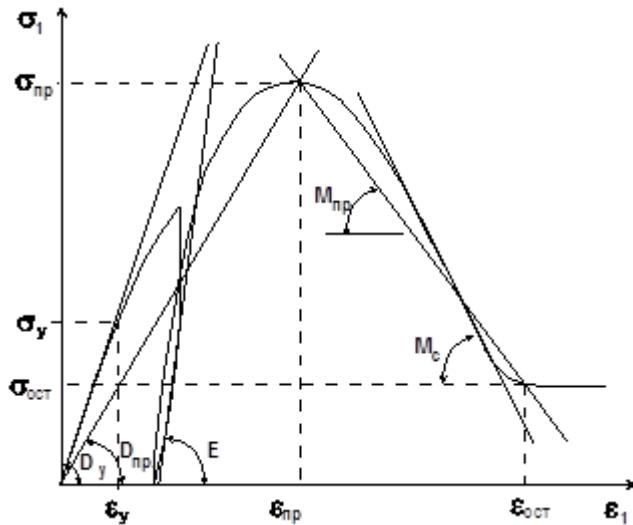


Рис. 2. - Схема определения прочностных и деформационных свойств образцов при сжатии

По результатам исследований образцов при объемном нагружении строились паспорта прочности, по которым определялись: коэффициент сцепления ( $C$ ) и тангенс угла внутреннего трения ( $\text{tg}\varphi$ ). Осредненные результаты исследований наиболее представительного типа пород надсолевой толщи, которая будет подвергнута замораживанию, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты определения прочностных и деформационных свойств глинистого мергеля

Температур а испытаний, $^{\circ}\text{C}$	Боковое давление e, МПа	$\sigma_{\text{сж}}$ МПа	$\sigma_{\text{ост}},$ МПа	$\epsilon_{\text{пр}},$ , %	$D_{\text{пр}},$ ГПа	$M_c,$ ГПа	$C,$ М Па	$\text{tg}\varphi$ , гра д.
+20	0	8,89	3,34	2,1 4	0,42	7,27	3,3 8	0,6 2
	2,5	20,97	15,25	4,5 3	0,46	1,24		
	5,0	25,91	22,71	5,9 6	0,43	0,13		
-10	0	9,85	2,23	5,7 1	0,17	5,16	2,0 1	0,8 6
	2,5	19,87	16,68	4,6 0	0,43	3,23		
	5,0	33,58	27,29	4,0 2	0,83	0,36		
-20	0	11,16	1,59	6,9 4	0,16	0,86	3,9 0	0,6 9
	2,5	24,74	19,58	4,0 1	0,62	1,28		
	5,0	30,28	26,11	4,3 4	0,70	0,41		

Анализ результатов исследований показал, что все разновидности мергелистых пород, представленные в разрезе надсолевой толщи контрольно-стволовых скважин, имеют невысокие прочностные свойства. Предел прочности пород на одноосное сжатие изменяется в пределах 1,5 – 9,0 МПа. Коэффициент сцепления изменяется от 1,0 до 6,5 МПа и в среднем составляет 3,8 МПа. Наименьшие значения соответствуют увлажнённой нижней части надсолевой толщи. С увеличением бокового давления в условиях всестороннего сжатия все прочностные характеристики горных пород

повышаются в связи с замедлением процесса развития в них микротрещин. При отрицательных температурах все прочностные и деформационные показатели пород возрастают.

Полученные результаты предназначены для параметрического обеспечения геомеханических расчетов взаимодействия приконтурных пород и крепи стволов проектируемого рудника Половодовского участка Верхнекамского месторождения калийных солей.

#### *Литература*

1. *Карташов Ю. М., Матвеев Б. В., Михеев Г. В., Фадеев А. Б. Прочность и деформируемость горных пород / Ю. М. Карташов, Б. В. Матвеев, Г. В. Михеев, А. Б. Фадеев. М., 1991. 269 с.*
2. ГОСТ 21153.2-84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. М., 1985. 10 с.
3. ГОСТ 28985-91. Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при объёмном сжатии. М., 1991. 19 с.
4. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при объёмном сжатии. М.: Изд-во стандартов, 2001. 15 с.
5. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения / А. А. Барях, В. А. Асанов, И. Л. Паньков. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. 199 с.