Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXI, вып. 1, 1972 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛЯНЫХ ПОРОД СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н. М. Проскуряков, А. А. Антонов, В. С. Ливенский

Физико-механические свойства соляных пород исследовались в лабораторных и шахтных условиях применительно к задачам механики горных пород — расчету рациональных параметров камерной системы разработки и выявлению закономерностей проявлений горного давления. Эти задачи имеют важное значение при отработке Старобинского месторождения калийных солей, представленного несколькими калийными пластами, залегающими на глубине 420—640 *м* от поверхности. На месторождении отрабатывается два калийных пласта мощностью 1,8—4,0 *м* и 4,5—7,0 *м*, залегающих соответственно на глубине 420 и 580 *м*.

Второй калийный пласт представлен двумя слоями сильвинита мощностью 0,8—1,2 *м* и разделяющим их слоем каменной соли мощностью 0,5—1,0 *м*. Третий калийный пласт имеет бóльшую мощность и более сложное строение. Он состоит из шести слоев сильвинита мощностью по 0,2—1,5 *м*, разделенных слоями каменной соли мощностью 0,5—1,0 *м* с прослойками глинисто-карбонатных пород.

Калийные пласты отрабатываются камерной системой разработки с использованием проходческих комбайнов и буровзрывных работ и следующими параметрами: ширина поддерживающих целиков 0,5—3 *м*, опорных 4—10 *м*, ширина камер 10—23 *м*, длина камер 150—200 *м*; потери полезного ископаемого составляют 40—50%.

Прочностные характеристики соляных пород зависят от их структурного и минералогического состава. Характерные минералы отрабатываемых калийных пластов Старобинского месторождения — каменная соль и сильвинит с примесями глинисто-карбонатных пород, залегающих в калийных пластах в виде прослойков различной мощности. В натурных условиях соляные породы представлены обычно смесью отдельных минералов различной прочности.

Прочностные и деформационные характеристики определялись в лаборатории (табл. 1) — на кубиковых образцах, кернах и призматических образцах с размерами 150×150×300 *мм*, а также в натурных условиях (табл. 2) на монолитах размером 300×300×600 и 500×500×900 *мм* с использованием давильной гидравлической установки конструкции ВНИМИ * При исследованиях в натурных усло-

* Бич Я. А., Ставрогин А. Н. Методические указания по длительным испытаниям горных пород. Изд. ВНИМИ, 1968.

виях изучался характер деформаций и разрушений образцов соляных пород с учетом масштабного фактора, времени приложения нагрузки и структурных особенностей калийных пластов.

Таблица

Результаты определения прочностных и деформационных характеристик соляных пород Старобинского месторождения в лабораторных условиях

Пласт,	Форма образца	Отношение h/b	Число испытанных образцов	$\sigma_{пч.\ сж.}$, *кг/см²*	$E_д \cdot 10^5$, *кг/см²*	Коэффициент Пуассона μ
Второй калийный горизонт						
Верхняя сильвинитовая пачка	Призматическая	1,25—2,6	5	155		
Нижняя сильвинитовая пачка	»	1,8—2,4	7	240		
Каменная соль с прослоями глинисто-карбонатных пород		2	5	159		
Третий калийный горизонт						
Сильвинит, I	Цилиндрическая	1,08—1,77	3	235	2,12	0,41
Сильвинит, II	Призматическая	1,3—2,1	6	285,0	2,7	0,26
		1,8	4	272,0		
	Цилиндрическая	1,2—2,0	3	221,5		
Сильвинит, III		1,0—1,85	6	263,0		
Сильвинит, IV	»	1,04—1,34	8	266,3		
Сильвинит, VI	»	1,48—1,8	3	222,0		
Почвенная каменная соль	»	0,7—1,85	17	201,1	1,46	0,47
Каменная соль, I—II	»	1,2—1,9	7	206,0	1,1	0,3
Каменная соль, II—III		1,2—1,7		218,2	3,05	0,26
	Призматическая	1,8	2	205,0		—
Каменная соль, III—IV	Цилиндрическая	0,94—1,71	6	190,0	1,23	0,35
Каменная соль, IV—V	»	1,1—1,63	5	215,5	1,63	0,45
Глинисто-карналлитовая пачка	»	0,92—2,1	41	192,5	1,43	0,35
Покровная каменная соль	»	0,89—2,0	14	215,0	1,05	0,33

Важным показателем физико-механических свойств при оценке устойчивых обнажений пород кровли является предел прочности на изгиб. Испытания соляных пород на изгиб в натурных условиях были выполнены на втором калийном горизонте (верхний слой каменной соли). По результатам четырех испытаний средний предел прочности каменной соли на изгиб в натурных условиях (балочка с размерами

$46\times10\times12$ *см* и с заделкой на одном конце) $\sigma_{пч.изг} = 60{,}9$ *кг/см*^{2}; попутно определялся модуль деформации при изгибе. Величина модуля деформации $E_д$ при нагрузках, составляющих до 50% от разрушающей, равнялась $(2{,}1 \div 2{,}5)\times10^5$ *кг/см*^{2}, т. е. в тех же пределах, что и величина модуля деформации при одноосном сжатии.

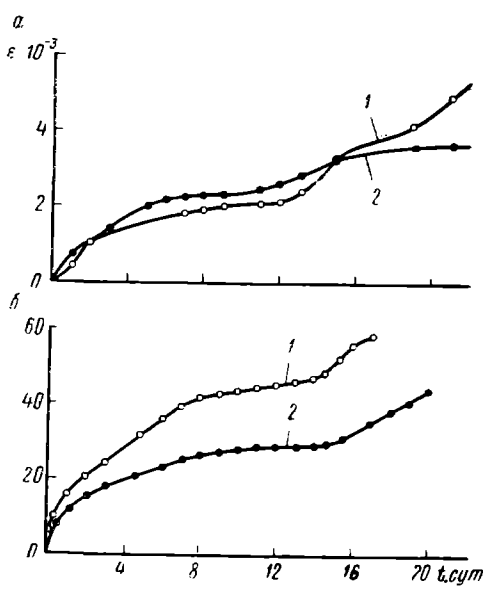
Таблица

Результаты определения прочностных и деформационных характеристик соляных пород в натурных условиях

Пласт, слой	Форма образца	Число испытанных образцов	$\sigma_{пч.сж}$, *кг см*^{2}	$E_д\times10^5$, *кг см*^{2}	
Второй калийный горизонт					
Нижний сильвинитовый слой	Призматическая	4	250	1,64	0,3
Средняя каменная соль с прослойками глинисто карбонатных пород		5	175	1,51	0,36
Третий калийный горизонт					
Второй сильвинитовый слой	Призматическая	6	266	3,3	0,31
Каменная соль II—III с прослойками глинисто карбонатных пород	»	3	205	1,2	0,35

Для соляных пород, обладающих значительными деформациями ползучести, представляет интерес определение их длительной прочности. Соляные породы калийных пластов Старобинского месторождения на длительную прочность испытывались в лабораторных и натурных условиях. Результаты испытаний двух образцов приведены на рисунке.

Образец сильвинита (второй сильвинитовый слой третьего горизонта) размерами $50\times52\times90$ *см* нагружался до 220 *кг/см*^{2}, что составляет 80% от средней разрушающей нагрузки, которая поддерживалась постоянной в течение 39 суток. Из графика *а* видно, что наиболее интенсивно деформации в образце развиваются в первые 5 су-



Графики ползучести при длительных испытаниях соляных пород: *а* — в натурных условиях; *б* — в лабораторных
1 — поперечные деформации; *2* — продольные

ток, затем скорость деформации ползучести уменьшается в 4—5 раз и в последние 11 суток опять увеличивается.

По результатам длительных испытаний образцов соляных пород в лабораторных условиях было установлено, что характер и интенсивность деформации образцов определяется величиной приложенной нагрузки. Графиком *б* представлены характерные поперечные и продольные относительные деформации образца сильвинита (нижняя сильвинитовая пачка второго горизонта) под нагрузкой 180 *кг/см*^{2} (90% от разгружающей).

Полученные в результате выполненных исследований прочностные и деформационные характеристики соляных пород могут быть использованы для предварительного расчета параметров систем разработки калийных пластов Старобинского месторождения.