© В.А. Асанов, А.В. Евсеев, 2009

УДК 622.363.1/.2

В.А. Асанов, А.В. Евсеев

ВЛИЯНИЕ РАССОЛОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛЯНЫХ ПОРОД

Проведена оценка степени снижения несущей способности междукамерных целиков, обуславливающей интенсивность развития процессов оседания земной поверхности.

Ключевые слова: соляные породы, влажность пород, продольная деформация.

Семинар № 3

V.A. Asanov, V.A. Evseev

THE INFLUENCE OF SALT WATER ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF SALT ROCKS

The estimation of let down of bearing capacity of two-chamber blocks is given. The let down speed defines the intensification of land subsidence.

Key words: salt rocks, rock moisture, axial deformation.

В связи с аварийным затоплением Первого Березниковского калийного рудника, ведущим горные работы под территорией городской застройки, особенно актуальным встал вопрос по оценке степени снижения несущей способности междукамерных целиков, обуславливающей интенсивность развития процессов оседания земной поверхности.

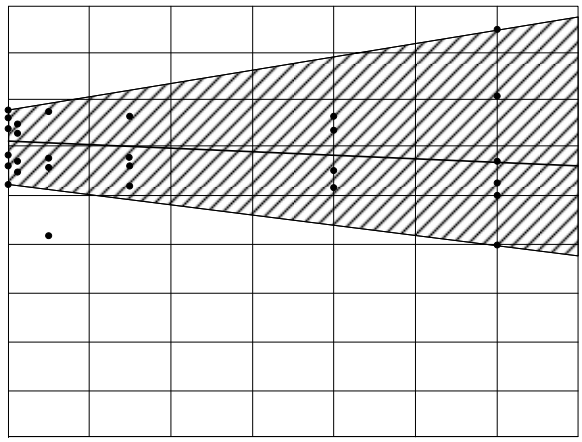
Оценка степени влияния насыщенных рассолов на прочностные свойства соляных пород была выполнена в лабораторных условиях. Для эксперимента было изготовлено две партии сильвинитовых образцов, различающихся степенью неоднородности, и партия карналлитовых образцов. Каждая партия разделялась на группы по 6–10 образцов – близнецов. Сильвинитовые образцы выдерживались в насыщенном по NaCl и KCl рассоле, а карналлитовые образцы замачивались в насыщенном рассоле солей NaCl и $MgCl_2$. Влажные образцы испытывались на одноосное сжатие через различные промежутки времени. Для сравнения по одной группе образцы была испытаны в естественном состоянии без увлажнения.

Результаты исследований показали, что естественная влажность соляных пород составляет 0,07–0,15%, что обусловлено их незначительной пористостью [1]. Изменение влажности сильвинитовых образцов до 0,46–1,16% происходит в течение первых 40 дней, дальнейшего увеличения влажности образцов не наблюдается, а влажность на контуре образца и в его середине к этому моменту времени принимает одинаковое значение.

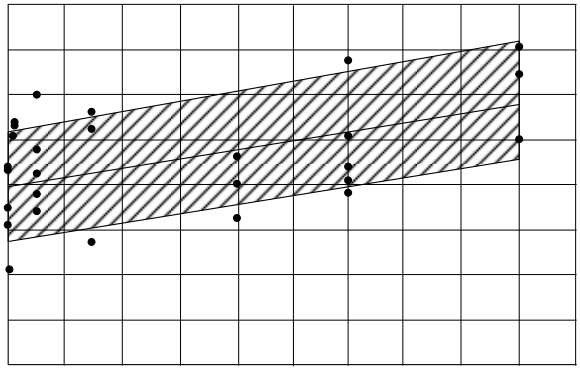
Карналлитовые породы характеризуются значительным разбросом влажности для образцов одной партии. Увлажнение до 0,37% происходит в течение первых суток и в дальнейшем не изменяется.

Анализ результатов испытаний сильвинитовых образцов первой партии показал, что с увеличением срока выдержки образцов в рассоле средние

Рис. 1. Изменения прочности сильвинитовых а) и карналлитовых (б) образцов от времени их нахождения в рассоле



а



б

по группам значения разрушающей нагрузки изменяются в пределах разброса данных. Вместе с тем, коэффициент вариации предела прочности с увеличением срока увлажнения возрастает в 2,7 раза (рис. 1, *а*). Это обусловлено разбросом степени дефектности исходного материала. С увеличением степени нарушенности образцов возрастает их влажность. Анализ результатов частных определений влажности и прочности для образцов после 60 суток замачивания показал, что между этими параметрами существует тесная корреляционная связь. При изменении влажности образцов от 0,62% до 1,16% предел прочности при сжатии изменяется от 43 МПа до 20 МПа.

Анализ испытаний образцов второй партии (более однородных по структуре) показал, что с увеличением срока выдержки образцов в рассоле среднее значение предела прочности увеличивается по сравнению с соответствующим показателем для сухих образцов на 13%.

Испытания карналлита показали, что предел прочности при воздействии насыщенных рассолов увеличивается. Разрушающая нагрузка образцов, помещенных на 90 суток в рассол, увеличился с 7,02 МПа до 12,36 МПа (рис. 1, *б*).

Анализ деформационных параметров показал, что длительное воздействие рассолов на сильвинитовые образцы увеличивает относительную продольную деформацию, соответствующую пределу прочности (разрушающую деформацию), которая увеличивается в среднем на 34% (рис. 2). Для карналлита увеличение разрушающей деформации составляет 20%. Секущий модуль деформации для сильвинита с увеличением времени воздействия рассола на образец, уменьшается.

Наиболее важным показателем, характеризующим долговременную

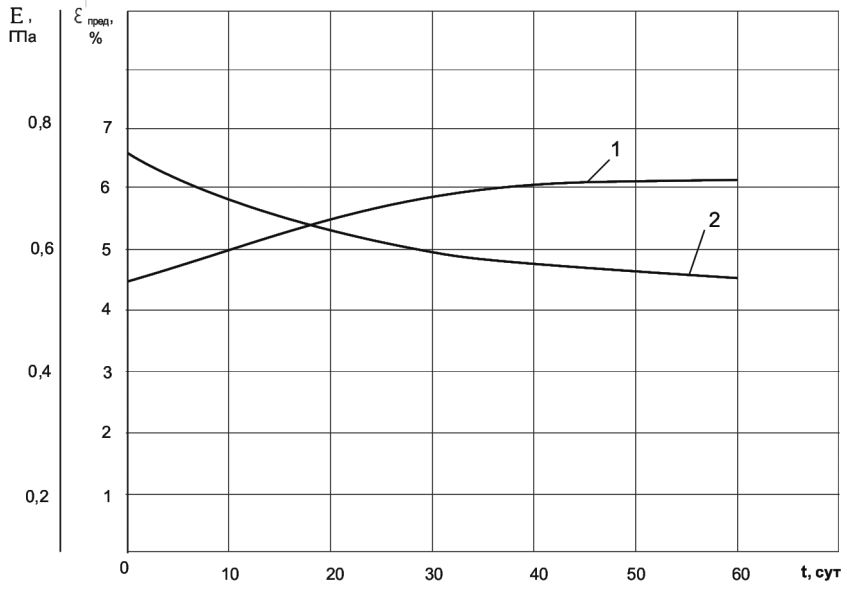


Рис. 2. График изменения разрушающей деформации (1) и модуля деформирования (2) сильвинитовых образцов от времени

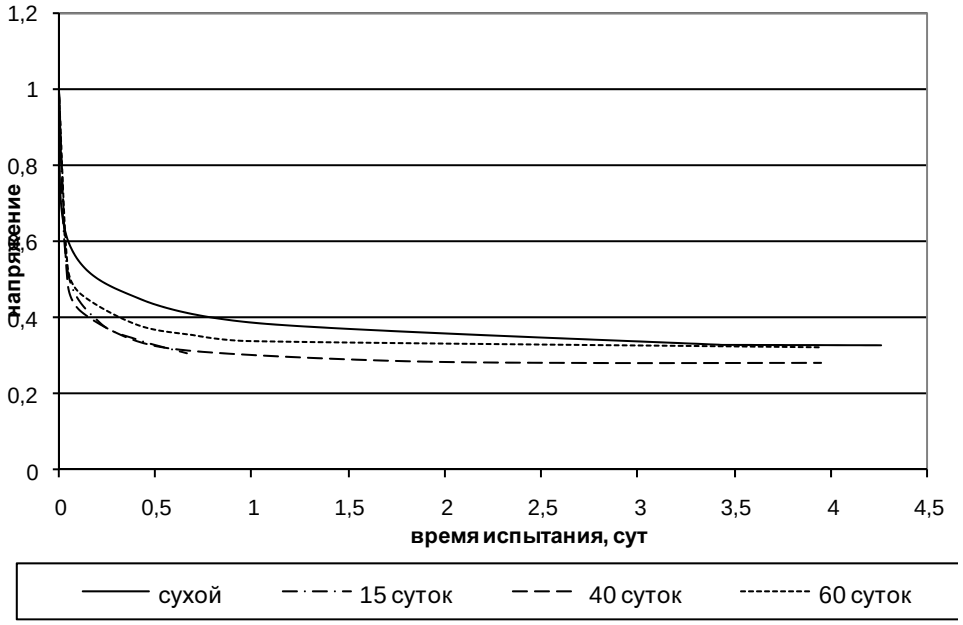


Рис. 3. Графики релаксации напряжений для образцов сильвинита, при различном времени увлажнения

устойчивость целиков, является показатель длительной прочности. Исследования длительной прочности соляных пород производилось ускоренным ползуче-релаксационным методом [2, 3, 4]. Как показали проведенные эксперименты, для соляных пород предел длительной прочности при воздействии на них насыщенных рассолов практически не изменяется.

Для сильвинитовых образцов в начальный период увлажнения наблюдается увеличение скорости ползучести. Этот факт подтверждается натурными наблюдениями за процессами оседания кровли камер после проведения в них гидрозакладочных работ [5]. Кривые релаксации напряжений также зависят от времени воздействия рассолов на образцы. Наименьшая скорость релаксации наблюдается у сухих образцов.

С увеличением срока выдержки образцов в рассоле происходит сначала увеличение скорости релаксации, а затем её уменьшение (рис. 3).

Таким образом, насыщенные рассолы оказывают влияние на параметры деформирования соляных пород под нагрузкой. На предел прочности сильвинитовых пород существенное влияние оказывает степень дефектности образцов. При увлажнении нарушенных образцов насыщенными рассолами происходит снижение их прочности (до 25%). Это связано с уменьшением трения по плоскостям трещин, что вызывает снижение механической прочности пород и увеличение деформаций. При длительном воздействии насыщенных рассолов на соляные образцы с незначительной степенью нарушенности, наблюдается увеличение прочностных показателей за счет «залечивания» дефектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Проскуряков Н.М., Пермяков Р.С., Черников А.К.* Физико-механические свойства соляных пород, Л., Недра, 1973
2. *А.с. 161133 СССР.* Способ определения длительной прочности мерзлых грунтов и т.п. пластично-вязких материалов. /Авт. изоб. С.С. Вялов, 1964.
3. *Пушкарев В.И., Афанасьев Б.Г.* Ускоренный метод определения предела длительной прочности слабых горных пород. – ФТПРПИ,1973, № 5.
4. *Паньков И.Л.* Определение предела длительной прочности соляных пород ускоренным методом//Мат. науч. сессии Горного института УрО РАН, Пермь, 2006.- с.92-94.
5. *Указания по защите рудников* от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей (технологический регламент, СПб, 2004. ГИАБ

Коротко об авторах

Асанов В.А., *Евсеев А.В.* – Горный институт УрО РАН, arc@mi-perm.ru