

УДК 550.4.02

К.О. Худеньких, С.В. Безматерных, В.А. Кузнецова
ООО «Ергач», Пермский край, Кунгурский район, п. Ергач

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАСТВОРЕНИЮ АНГИДРИТА

В статье рассмотрены предварительные результаты эксперимента по растворению ангидрита в неподвижной воде. Выяснено, что наиболее интенсивно растворение ангидрита происходит в течение первых 30 дней, а его гидратация происходит через жидкую фазу.

Ключевые слова: ангидрит, растворение и его скорость, плотность, потеря от начальной массы, гидратация, содержание $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и SO_3 , гипс, эксперимент.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.279

Введение. В феврале 2019 г. в лаборатории ОТК ООО «Ергач» был начат эксперимент по растворению ангидрита. Основной целью эксперимента являлось определение потерь от начальной массы образцов (растворение) за некоторые периоды времени. Также авторы преследовали еще одну цель: выяснить, начнется ли переход ангидрита в гипс (гидратация) и через какое время. В качестве образцов выступил ангидрит с линз в гипсе на горизонте +150 м [2] карьера «Саркаевский» Соколино-Саркаевского месторождения гипса и ангидрита. Эксперимент длился ровно год и закончился в феврале 2020 г.

Суть эксперимента состояла в следующем. Навеска из кусочков ангидрита (фракция 0-10 мм) массой чуть более 5 г помещалась в стеклянные емкости с речной водой объемом 50 мл, которые плотно закрывались крышками. Определялись следующие показатели: потеря от начальной массы (%), скорость растворения (г/сут.), плотность (г/см³), содержание $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и SO_3 (%) перед погружением в воду и после через 7, 30, 90, 180 и 360 суток в различных температурных режимах: +50°C (емкости находились в сушильном шкафу), при комнатной температуре (+20°C) и +5°C (емкости находились в холодильнике). В целях получения устойчивого ряда данных и исключения их потери (например, полное выпаривание воды из емкости раньше срока, ее пролив и пр.) на каждый период и температурный режим ангидрит подготавливался и помещался в воду в трех идентичных образцах (например, 7 дней, +50°C – 3 штуки, 7 дней, +20°C – 3 штуки, 7 дней,

+5°C – 3 штуки и т.д.). Вода в емкостях не менялась и по окончании каждого временного периода сливалась в чистую стеклянную посуду, где выпаривалась при комнатной температуре для образования сухого остатка, в котором были определены содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и SO_3 .

Результаты проведенного эксперимента.

1. Скорость растворения и потери от начальной массы (рис. 1, 2). Наибольшие скорости растворения ангидрита отмечены в первые семь дней эксперимента (рис. 1). Наиболее интенсивно ангидрит растворялся при температурном режиме +50°C. Однако уже к 30-дневной отметке скорости растворения значительно уменьшились: при температуре +50°C почти в пять раз, при +20°C – в три раза, при +5°C – в 2,8 раза. К концу эксперимента скорости растворения ангидрита снизились уже в

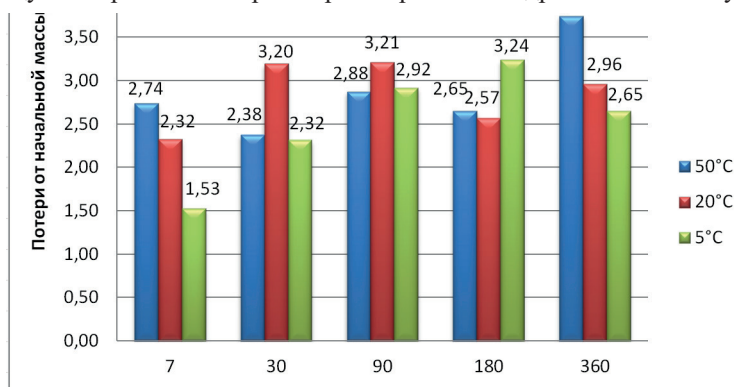


Рис. 1. Графики изменения скорости растворения

десятки раз.

Тем не менее, как показывают данные по потерям в весе, растворение ангидрита продолжалось на протяжении всего эксперимента. Так наиболее стабильное повышение значений потерь в весе наблюдались при температуре +5°C в первом полугодии, во втором этот показатель снизился. При остальных температурных режимах значения потерь в весе вели себя по-разному, а именно наблюдались их повторяющиеся рост и падение (рис. 2).

2. Плотность (рис. 3).

При температуре +50°C наблюдались весьма незначительные колебания плотности в обе стороны, но в целом на момент окончания эксперимента ее значение практически не поменялось: на начало эксперимента значение составляло 2,93 г/см³, через год – 2,94 г/см³. Совершенно иначе сложилась ситуация при комнатной температуре и

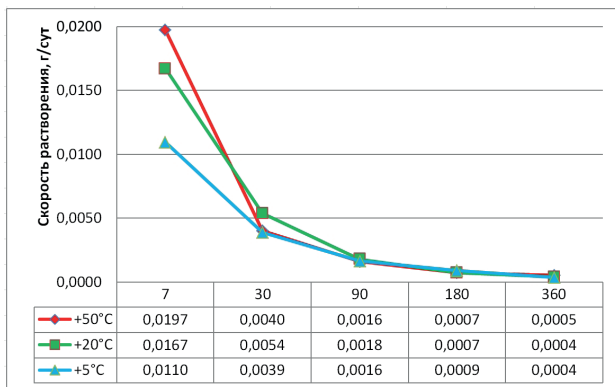


Рис. 2. Диаграмма изменения потерь от начальной массы

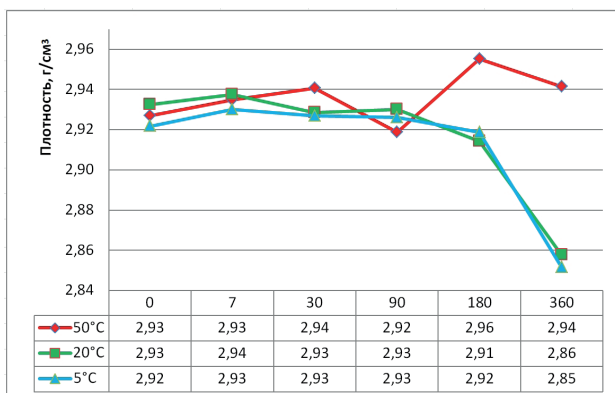


Рис. 3. Графики изменения плотности

при +5°C. В течение первых трех месяцев плотность практически не изменялась, на полугодовой отметке началось ее небольшое снижение, а к концу года значения плотности значительно снизились.

3. Содержание $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (рис. 4).

При всех температурных режимах после семи дней нахождения ангидрита в неподвижной воде отмечено снижение данного показателя. Далее при температуре +50°C на протяжении всего эксперимента величина значения содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ держалась практически на одном уровне. При комнатной температуре в первом полугодии наблюдался незначительный рост, а к окончанию эксперимента значение этого показателя резко выросло. Аналогичное поведение значения содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ отмечено и при температуре +5°C.

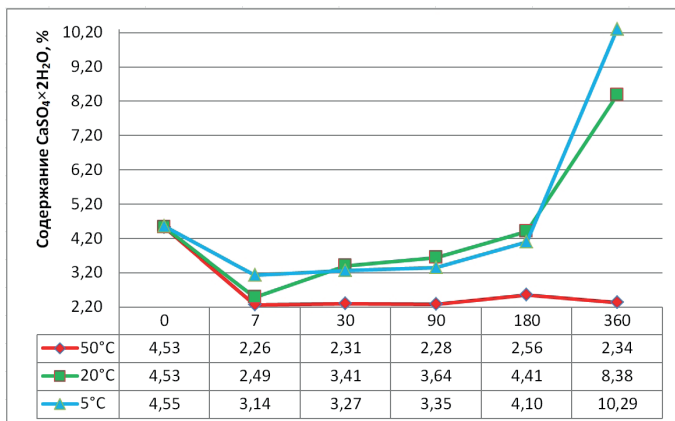


Рис. 4. Графики изменения содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$

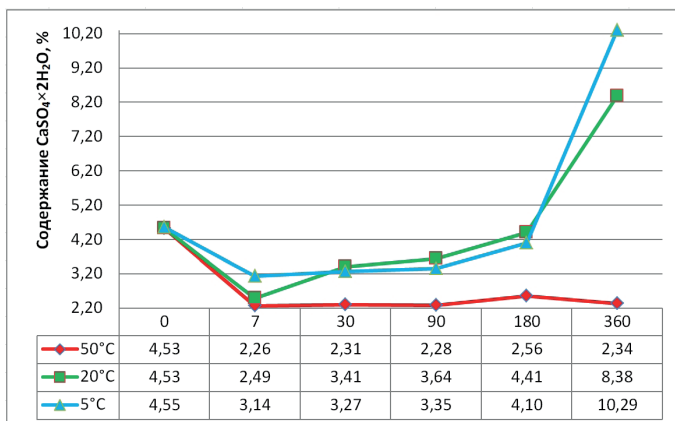


Рис. 5. Графики изменения содержания SO_3

4. Содержание SO_3 (рис. 5).

Этот показатель в ходе эксперимента вел себя наиболее изменчиво. При температуре $+50^\circ\text{C}$ он сперва (7 дней) вырос, через 30 дней вернулся практически к своему начальному значению, после чего (90 дней) незначительно повысился, к полугодовой отметке значительно снизился и остался к концу эксперимента почти неизменным. При комнатной температуре в течение 30-ти дней наблюдалось снижение значений содержания SO_3 , на отметке 90 дней зафиксировано резкое увеличение, за которым последовало такое же резкое снижение (180 дней). К заключению эксперимента значение этого показателя

претерпело еще незначительное снижение. При температуре $+5^{\circ}\text{C}$ показатель содержания SO_3 в течение 90 дней незначительно отклонялся от начального в обе стороны, а в остальной период отмечено его резкое снижение.

Обсуждение результатов. Говоря о растворении, необходимо отметить то, что при всех температурных режимах, несмотря на значительное снижение скорости растворения, отмечена потеря массы образцов, следовательно, ангидрит растворялся на протяжении всего эксперимента, но наиболее интенсивно этот процесс происходил в период первых 30-ти дней. В остальное время эксперимента скорости растворения продолжали снижаться, а значения потерь претерпевали незначительные изменения, что говорит о том, что вода «насытилась» кальцием и сульфат-ионом, и это привело к уменьшению ее растворяющей способности.

Относительного гидратации ангидрита необходимо пояснить следующее. При температуре $+50^{\circ}\text{C}$ значения плотности и содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ в образцах практически не изменились от начальных. Отмечено только снижение содержания SO_3 во втором полугодии эксперимента. Это говорит о том, что ангидрит только растворялся и не подвергался гидратации, несмотря на пониженные значения SO_3 .

При двух других температурных режимах во втором полугодии эксперимента отмечено резкое повышение значений содержания $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и резкое снижение плотности. Также зафиксировано снижение значений содержания SO_3 . Все это говорит о том, что ангидрит подвергся гидратации...

При извлечении образцов ангидрита из емкостей на заключительном этапе эксперимента (360 дней, комнатная температура и $+5^{\circ}\text{C}$) на некоторых образцах ангидрита были обнаружены кристаллы гипса (рис. 6). То есть гидратация ангидрита произошла, но через жидкую фазу, как это описано в работе Н.А. Даровских и А.И. Кудряшова [1]. Стоит отметить, что на образцах, простоявших 360 дней в сушильном шкафу при температуре $+50^{\circ}\text{C}$, никаких новообразований



Рис. 6. Кристаллы гипса, образовавшиеся на ангидрите

зафиксировано не было.

Возможно снижение значения потери веса при температурном режиме +5°C (рис. 2) связано именно с образованием кристаллов гипса, но это еще предстоит выяснить.

К сожалению, определить плотность и содержание $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и SO_3 в новообразованных кристаллах гипса не представлялось возможным. Однако, два последних компонента удалось определить в сухом остатке, выпаренном при комнатной температуре из воды, в которой находился ангидрит. Показатели определялись для каждого температурного режима (табл.).

Таблица
Результаты определения $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и SO_3 в сухом остатке

Показатель	Температурный режим		
	+5°C	+20°C	+50°C
$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, %	87,16	85,63	88,59
SO_3 , %	42,7	42,9	40,1

Данные таблицы свидетельствуют о том, что сухой остаток представляет собой гипс, образовавшийся в результате растворения ангидрита. Отметим, что при температурном режиме +50°C сухой остаток тоже представлен гипсом, хотя, как уже было сказано, на заключительном этапе эксперимента при данном температурном режиме на образцах ангидрита никаких новообразованных кристаллов гипса зафиксировано не было.

Краткие выводы. Интенсивное растворение ангидрита в неподвижной воде наблюдается только в течение первых 30 дней, но, несмотря на значительное снижение скорости растворения, процесс продолжался на протяжении всего эксперимента.

Гидратация ангидрита произошла через жидкую фазу, но кристаллы гипса образовались на образцах ангидрита только при температурных режимах +5°C и +20°C на заключительном этапе эксперимента (360 дней).

Сухой остаток, выпаренный при комнатной температуре из воды, в которой находился ангидрит при всех температурных режимах, представляет собой гипс.

Библиографический список

1. Даровских Н.А., Кудряшов А.И. Геология и поиски месторождений подолочного гипса. Пермь: ГИ УрО РАН, 2001. 161 с.
2. Худеньких К.О., Безматерных С.В. Локализация линз ангидрита в промышленной толще гипса Соколино-Саркаевского месторождения // Геология

и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. ст. / под общ. ред. Р.Г. Ибламинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. Вып. 1(38). С. 99-102.

PRELIMINARY RESULTS OF EXPERIMENT IN ANHYDRITE
DISSOLUTION

K.O. Khudenkikh, S.V. Bezmaternykh, V.A. Kuznetsova

ms002@ergach0.ru

In the article preliminary results of experiment in anhydrite dissolution in immovable water are presented. It is ascertained, that the most intensive anhydrite dissolution takes place in first 30 days. Anhydrite hydration happens through liquid phase.

Keywords: gypsum, dissolution, density, loss of initial mass, $CaSO_4 \times 2H_2O$ & SO_3 content, hydration, gypsum, experiment.