

СОЛЕОБРАЗОВАНИЕ НА УЧАСТКЕ СИСТЕМЫ ОБРАТНОЙ ЗАКАЧКИ РУДНИКА «МИР»

Голованев А.О.¹, Гриков С.В.²

¹Голованев Артем Олегович – студент,
кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии,
Воронежский государственный университет, г. Воронеж;

²Гриков Сергей Владимирович - главный гидрогеолог,
Мирнинская Геологоразведочная Партия,
Акционерная Компания «АЛРОСА», г. Мирный

Аннотация: основной задачей данной работы являлось установление начальной температуры солеосаждения в накопителе на ручье Тымтайдаах, то есть тех значений, при которых соль (мирабилит, криогалит) начинает переходить в твердое агрегатное состояние. На основе данных мониторинга, проводимого сотрудниками компании «АЛРОСА», были построены графики, а также проведен анализ данных макрокомпонентов дренажных вод. В результате анализа была установлена наиболее вероятная причина образования солей на насосном оборудовании, после чего даны рекомендации по ликвидации данной проблемы.

Ключевые слова: мирабилит, криогалит, солеобразование, температура осаждения, СОЗ, дренажные воды.

УДК: 556

Для откачки вод из рудника Мир используется система обратной закачки (СОЗ). Именно с водонакопителя данного объекта осуществляется дальнейшая закачка в водоносный метериги-ичерский комплекс.

Однако в последние несколько лет возникают проблемы в работе СОЗ в зимнее время, это обусловлено низкими температурами вод, при которых из растворов начинают выпадать в твердое состояние соли: мирабилит и криогалит.

С точки зрения физико-химических процессов к выпадению солей на насосном оборудовании могут приводить либо смешение растворов разного состава, либо изменение температуры раствора [5].

Основной задачей данной работы является установление температуры выпадения солей в накопителе т.е. перехода мирабилита и криогалита в твердое агрегатное состояние, а также выявление основных методов борьбы с солеотложением на основании полученных результатов.

Из литературных источников установлено, что температура перехода мирабилита - 6 °С, но надо учесть, что константа растворения мирабилита сдвинется влево, в сторону более отрицательных температур, если учесть повышенную концентрацию хлорида натрия, следовательно фактическая температура перехода в твердое агрегатное состояние будет ниже [1, 2].

При построении регрессионной зависимости константы растворения мирабилита использованы точки, отвечающие температурам: -20, -17,7, -15, -12,2 -10, -5, 0 и +5 °С.

На графике (Рис. 1) - представлено изменение количества осажденного мирабилита от температуры. Надо отметить, что начало осаждения начинается с отметки -8 °С. При понижении температуры до -10 °С, из раствора может осадиться до 0.015 моля мирабилита на каждый килограмм воды (около 5 граммов).

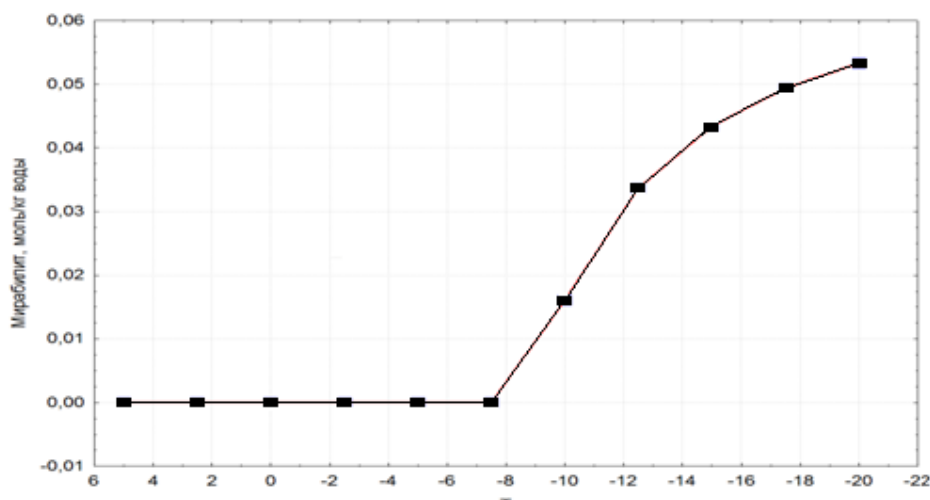


Рис. 1. Динамика осаждения мирабилита при понижении температуры рассолов в накопителе

Аналогичный расчет выполнен для рудничных вод. Исходные концентрации компонентов отвечают средним концентрациям компонентов, рассчитанных для рассолов с рудника и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание макрокомпонентов в рудничных водах

Наименование	Содержание
Ca	2084,69
Mg	741,06
Na	58512,12
HCO ₃	87,87
Cl	88543,89
SO ₄	3406,21
Na	55294,88
M	150,16

Постановка задачи полностью аналогична вышеописанной для рассолов из накопителя. На графике (Рис. 2) показана динамика изменения индексов насыщенности рудничных рассолов по отношению ко льду и мирабилиту по мере понижения температуры. Температура начала замерзания для этих вод составляет порядка -10 °С, а начала осаждения мирабилита – -12 °С. При этом началу осаждения мирабилита способствует не только снижение его растворимости при понижении температуры, но и концентрирование компонентов раствора при вымораживании [1].

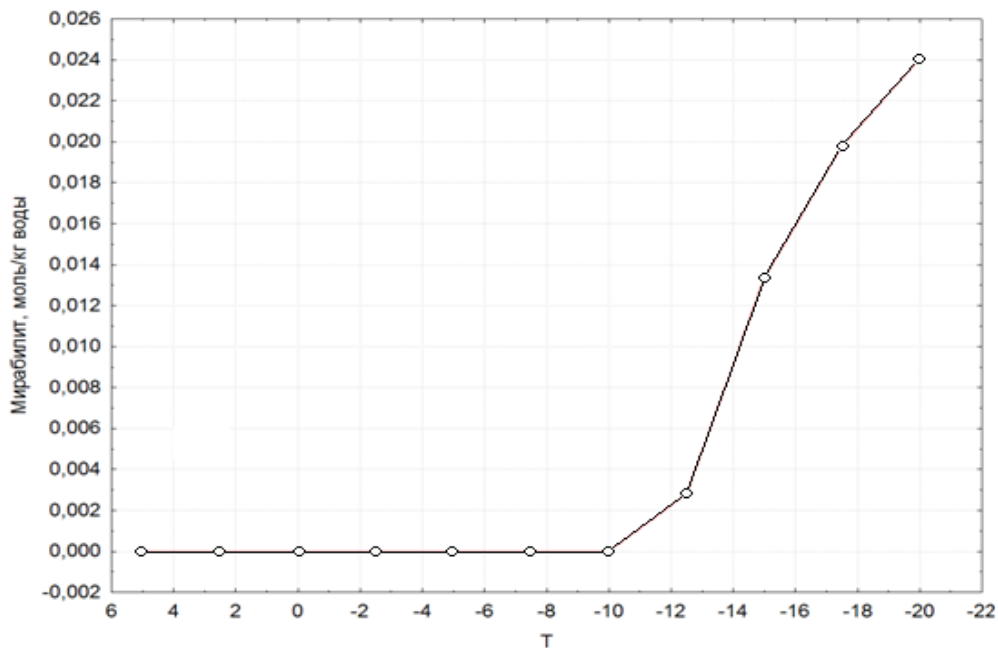


Рис. 2. Динамика изменения индексов насыщенности по льду и мирабилиту для рудничных рассолов при их охлаждении

Из этого можно сделать вывод, что рудничные воды обладают меньшим потенциалом к осаждению мирабилита, чем воды накопителя. Это связано с меньшей сульфатностью и большей минерализацией рудничных вод.

В то же время высокие концентрации сульфатов (6,0 и более г/л) [2] наблюдаются в ряде проб из водоотливных скважин системы консервации карьера «Мир», следовательно - отложение мирабилита из них возможно и при более высоких температурах, чем из рудничных вод [4].

Ранее, сотрудниками АК «АЛРОСА» высказывалось предположение, что основной причиной начала осаждения мирабилита на насосном оборудовании стал сброс в накопитель наряду с рассолами из системы консервации карьера «Мир» рассолов из подземного рудника. Тем не менее, на основании данного исследования можно сделать абсолютно обратное заключение.

Более того, расчеты показывают, что дополнительное добавление рудничных вод к рассолам из накопителя снижает температуры как начала замерзания, так и начала осаждения мирабилита. То есть, рудничные воды при условии сохранения их химического состава могут выступать неким ингибитором в реакции.

Оценка возможности выпадения солей при охлаждении рассола из накопителя показала, что рассол оказывается равновесным одновременно по отношению ко льду и мирабилиту при температуре чуть ниже $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, что соответствует измеренным значениям температуры в накопителе. Дальнейшее охлаждение такого раствора должно сопровождаться выпадением мирабилита [4, 5].

Важным моментом, связанным с тем, что раствор находится в равновесии с мирабилитом является то, что этот минерал может концентрироваться не только в ледовом покрове, но и осаждаться в отдельных местах на дне накопителя. Исходя из этого, можно было бы сказать, что причиной начала осаждения мирабилита на насосном оборудовании и в трубах на участке обратной закачки является, все-таки, температура, однако надо учесть тот факт, что район работ находится в резко-континентальном климате, где отрицательные температуры держатся большую часть года и при этом на протяжении всех лет работы СОЗ - мирабилит не образовывался, поэтому на аномально низкие температуры ссылаться - было бы не логично, следовательно основной и единственной причиной осаждения соли - являются карьерные воды «Мира» [5].

Возможности влияния на температуру ограничены. Разогрев рассолов даже на первые градусы требует огромных затрат энергии. Тем не менее необходимо:

1. обеспечить качественную теплоизоляцию трубопроводов, начиная от точки забора рассолов;
2. рассмотреть возможность сброса более теплых дренажных (рудничных) рассолов вблизи всаса насоса.
3. рассмотреть возможность коррекции состава рассолов, которая может осуществляться несколькими способами:

- 1) в результате смешивания дренажных вод из рудника и вод накопителя непосредственно вблизи всаса насоса.

2) выполнять комплекс мероприятий, направленных на управление составом воды в накопителе за счет направления на закачку в летний период более сульфатных вод и аккумуляирования в накопителе вод с меньшей долей сульфатных солей для закачки в зимний период.

Список литературы

1. *Шихеева Л.В., Зырянов В.В.* Сульфат натрия. Свойства и производство. Л. Химия, 1978.
2. *Рабинович В.А., Хавин З.Я.* Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1977. Стр. 85.
3. *Максимов В.М. и др.* Справочное руководство гидрогеолога. М. Недра, 1979 г.
4. *Иост Н.А., Вигандт В.А., Трещав С.Л.* Отчет по комплексному анализу работы системы обратной закачки дренажных вод карьера Мир за период 1990-2014 гг.
5. *Иост Н.А.* Информационный отчет о выполненных гидрогеологических работах за 2016 г. Мирный, 2017.