

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА КУЧУК

В.В. Зацепин, Е.В. Лобанова

Рассмотрены закономерности изменения гидрохимического режима озера Кучук в годовом и многолетнем цикле в связи с изменением климатических условий и уровня рапы в озере.

Озеро Кучук является крупнейшим месторождением минеральных солей, запасы которых сосредоточены в рапе (NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2) и донных отложениях (мирабилит, частично тенардит). Условия существования озера, как сложной водно-солевой системы, определяются в основном внешними климатическими и гидрологическими факторами. Результат их воздействия определяет гидрохимический режим озера, т.е. изменение уровня, концентрации, температуры рапы и физико-химические процессы кристаллизации и растворения солей. Рапа озера по химическому составу относится к сульфатно-хлоридному типу и, протекающие в ней физико-химические процессы, характеризуются условиями состояния водной взаимной системы $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{NaCl}$.

Для современного состояния озера Кучук характерным является политермический процесс кристаллизации мирабилита. Обладая высоким температурным коэффициентом растворимости, сульфат натрия, в зависимости от сезонных колебаний температуры рапы, периодически выпадает в твердую фазу (осенью) или растворяется (весной, летом). Результатом политермического этапа развития озера Кучук явилось формирование в донных отложениях линзы мирабилита – стеклеца на площади около 135 км^2 со средней мощностью около 2,5 м [1].

Дальнейшее существование озера в условиях аридного климата, для которого характерно уменьшение приходной и увеличение расходной части водного баланса, может привести к насыщению рапы по хлориду натрия, так как фигуративная точка солевого состава находится в поле кристаллизации галита на диаграмме взаимной водной системы при температуре 25°C . Если эта тенденция сохранится, то сульфатное озеро неизбежно перейдет от политермического к смешанному этапу самосадочной стадии, характеризуемого ежегодной кристаллизацией мирабилита зимой и галита летом. На поверхности мирабилита – стеклеца начнет формироваться пласт галита, а в зоне его контакта с мирабилитом появится тенардит. В результате формируется покровный слой,

постепенно изолирующий мирабилит – стеклец от рапы. Такой путь развития прошло, находящееся в Кулундинской степи озеро Бурлинское, в котором мирабилит перекрыт сверху тенардитом и галитом [2]. На естественный ход эволюционного развития озера накладывается антропогенный фактор, который определяется в основном тем, что с 1960 года озеро из режима соленакопления переведено в режим эксплуатации – извлечения сульфата натрия из рапы геотехнологическим способом. Суть его заключается в выделении мирабилита зимой из рапы озеро политермическим методом в садочном бассейне, в качестве которого используется озеро Селитренное. Обессульфаченная рапа сбрасывается обратно, а пласт образовавшегося мирабилита подвергается заводской переработке с получением сульфата натрия.

С начала эксплуатации месторождения возобновление извлекаемых из рапы запасов сульфата натрия происходит в основном за счет донных отложений мирабилита – стеклеца. При этом не вызывает сомнений, что периодически кристаллизующаяся в осенне-зимний период новосадка мирабилита (свыше 50 млн.т.) диффузионно растворяется весной и летом, а каков механизм извлечения сульфата натрия из мирабилита – стеклеца до сих пор не имеет однозначного толкования. Установлено, что мирабилит – стеклец, также как и новосадка, диффузионно растворяется в рапе [3, 4] и препятствовать этому процессу может только слой покровных отложений, который изолирует его. Если произойдет полная изоляция линзы мирабилита – стеклеца, то для дальнейшей эксплуатации месторождения существующим способом предлагается [5] интенсифицировать процесс растворения в рапе мирабилита путем механического рыхления его поверхностного слоя или переход на горный способ отработки.

Другие авторы [6] предполагают, что мирабилит – стеклец инконгруэнтно плавится и результатом этого процесса является образование тенардита в слое покровных отложений, чему способствует находящийся в нем галит, который понижает температуру перехода мирабилита в тенардит.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА КУЧУК

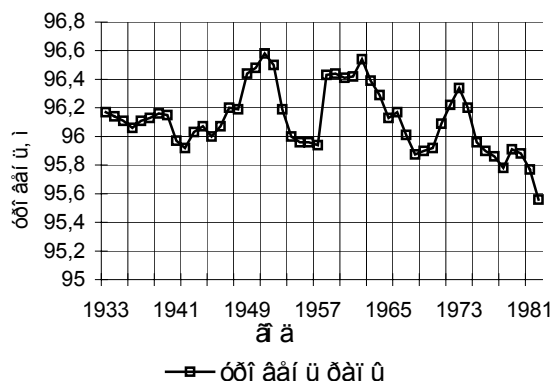


Рис.1. Изменение уровня рапы озера Кучук (среднегодовое)

Следствием этого будет рост мощности покровных отложений на линзе мирабилита – стеклеца, что приведет к невозможности извлечения сульфата натрия существующим способом и деградации месторождения.

Оба подхода однозначного указывают на определяющую роль покровных отложений при геотехнологическом способе извлечения сульфата натрия. По этому, для долговременного сохранения озера в качестве сырьевой базы завода, предлагается [5] регулирование гидрохимического режима озера Кучук. Основная цель регулирования – поддерживать такой уровень рапы в озере, при котором исключалась возможность кристаллизации галита и обеспечивалась требуемая концентрации сульфата натрия.

Основой для рекомендаций по регулированию гидрохимического режима озера является прогноз его изменения. Этому вопросу уделяли внимание многие исследователи, но сколько-нибудь оправдывающийся до настоящего времени конкретный прогноз разработан не был [5]. Как правило, предлагаемые варианты изменения гидрологического и гидрохимического режимов озера базировались на обобщении климатических и метеорологических факторов, определявших режим озера Кучук и экстраполяции их на перспективу. Если анализировать изменение уровня рапы озера за период многолетних наблюдений [1, 3, 5, 6, 7] (рис. 1), то становится понятным оптимизм и пессимизм прогнозов. Когда уровень рапы понижается и начинается садка галита, то краткосрочный и долгосрочный прогнозы предполагают кардинальные меры во избежании необратимых изменений режи-

ма озера, которые могут привести к практической потере уникального месторождения сульфата натрия.

Когда абсолютная отметка уровня рапы находится около 96 м (соответствует оптимальному объему рапы 260 млн. м³ [5]), то прогноз корректируется.

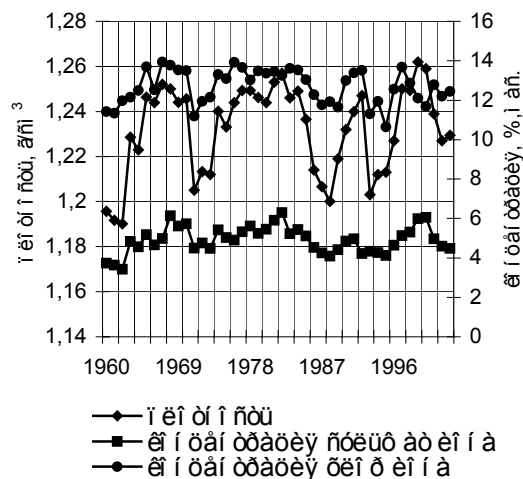


Рис.2. Зависимость изменения физико-химических показателей рапы во времени по состоянию на август

По нашему мнению, изменения гидрохимического режима озера Кучук являются естественными для данного месторождения на современном этапе. Этот вывод основан на анализе динамики изменения концентрации SO_4^{2-} в рапе за период эксплуатации месторождения [5] (рис. 2), на момент его максимальной концентрации в годовом цикле (рис. 3), когда температура рапы (рис. 4) и движущая сила процесса растворения (рис. 5) максимальны.

Следовательно, несмотря на значительные колебания уровня рапы, плотности раствора, концентрация сульфата натрия в поверхностной рапе изменяется незначительно. Дальнейший прогноз изменения гидрохимического режима озера Кучук, по нашему мнению, связан с успехами в области климатологии. Однако проблема прогноза изменения климата далека от решения, так как это связано с большим числом факторов влияющих на этот процесс. К ним можно отнести [8]: изменение солнечной радиации, орбитальные параметры Земли, тектонические движения, меняющие соотношение площадей водной

поверхности Земли и суши, газовый состав атмосферы, прозрачность атмосферы, изме-

няющей альбедо Земли за счет извержения вулканов, техногенные процессы и другие.

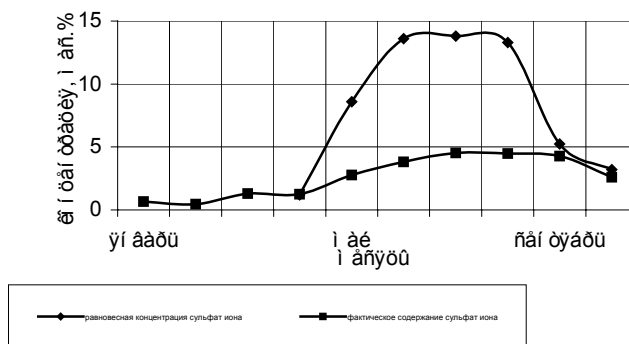


Рис. 3.Изменение содержания сульфат иона в рапе в течение года

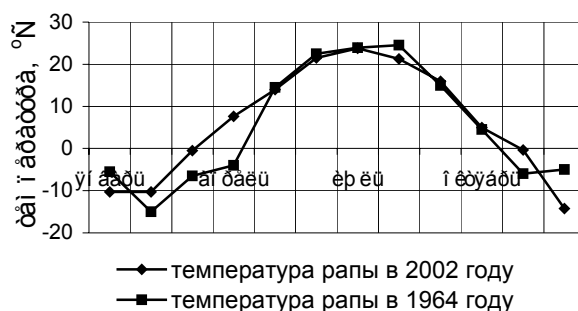


Рис.4. Температура рапы озера Кучук в 1964 и 2002 годах

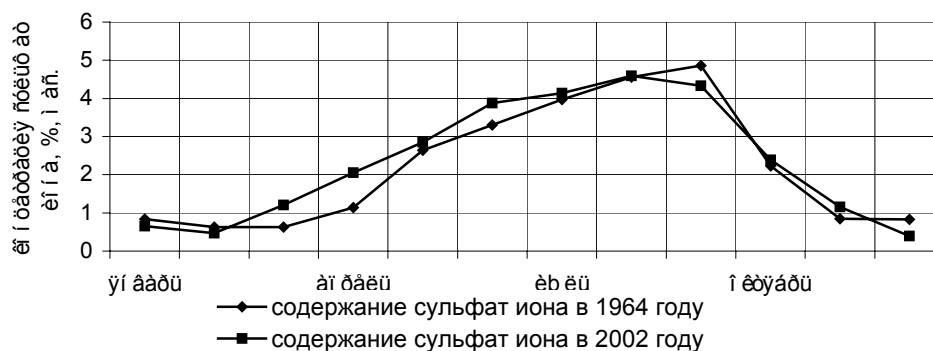


Рис.5. Содержание сульфат иона в рапе озера Кучук в 1964 и 2002 годах

Учесть все многообразие факторов в существующих глобальных и региональных климатических моделях сложно, так как недостаточно изучена причинно-следственная

связь этих процессов, а скорость их малозаметна.

Вместе с тем, по оценке Межправительственной группы экспертов по изменениям

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА КУЧУК

климата, в течение 1990-2100 годы средняя глобальная температура у поверхности Земли повысится на 1,5-5,8⁰С [9].

Это потепление, вероятно, может изменить гидродинамический режим озера в одном из двух направлений. Может произойти как уменьшение, так и увеличение водности системы, так как озеро находится на границе аридной и гумидной зон. В первом случае улучшатся условия для плавления мирабилита – стеклеца, а во втором для его растворения. Следовательно, любой вариант изменения гидрохимического режима озера не отразится на существующем геотехнологическом способе добычи сульфата натрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталин Ю.В., Эдигер В.Г. Гидрохимический режим и геологическое строение озера Кучук // Тр. ин-та/ геологический институт (г. Казань). – 1971. Вып. 32. – с.68-95.
2. Никольская Ю.П. Процессы слоеобразования в озерах и водах Кулундинской степи. Новосибирск, изд-во СО АН СССР, 1961, с. 181
3. Сельвинский С.Н., Новик В.Ф. Исследование процесса растворения мирабилита в рапе озера Кучук. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1968, с. 179.
4. Здановский А.Б., Галургия. – Л.: Химия, 1972, с. 528.
5. Производство сульфата натрия из рассолов озера Кучук / Под ред. Фроловского Е.Е. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. – 444 с.
6. Изучение и прогнозирование режима озера Кучук: Отчет ОНИр/ Алт. политехн. институт им. И.И. Ползунова. №ГР01870075070; инв № 02890032839. – Барнаул. 1988, с.79.
7. Пашинин Н.И., Эдигер В.Г. Гидрохимический режим минеральных озер Кулундинской низменности // Тр. ин-ту / Алт. политехн. институт им. И.И. Ползунова. – 1976. – Вып.57. – с.32-59.
8. Ковалевская В.С., Семенов С.М., Ковалевский Ю.В. Методы и результаты прогнозных оценок воздействия глобальных изменений климата на экологическое состояние подземных вод и сопряженных природных сред // Глобальные изменения природой среды / Под ред. Добрецова Н.Л.. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998., с. 287-301.
9. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменение глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология, 2001, №5, с. 5 – 21.