



Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части (государственная регистрация № 1140304447, код проекта 1582) и госзадания в сфере научной деятельности (задание № 1757).

Библиографический список

1. Граница сантона и кампана на Восточно-Европейской платформе // Тр. / Ин-т геологии и геохимии / ред. Г. Н. Папулов, Д. П. Найдин. Свердловск, 1979. Вып. 148. 118 с.
2. Иванов А. В., Первушов Е. М. Губковые горизонты сантона – кампана и «птериевые слои» Саратовского Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 1999. Вып. 17. С. 24–30.
3. Олферьев А. Г., Алексеев А. С., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Иванов А. В., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Харитонов В. М., Щербинина Е. А. Опорный разрез верхнего мела у с. Мезино – Лапшиновка и проблемы границ сантона и кампана в Саратовском Поволжье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Т. 12, № 6. С. 69–102.
4. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Зональная стратиграфическая шкала верхнего мела Восточно-Европейской платформы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11, № 2. С. 75–101.
5. Горцуев Б. К. О минералого-петрографической характеристике пород верхнего мела восточной излучины р. Дона // Учен. зап. Т. XXVIII, вып. геологический. Саратов, 1951. С. 94–116.
6. Морозов Н. С. Геологическое строение междуречья Медведицы и Иловли в северной части Сталинградской области // Учен. зап. Т. XXVIII, вып. геологический. Саратов, 1951. С. 117–136.
7. Рыков С. П. О стратиграфии верхнего мела бассейна реки Медведицы // Учен. зап. Т. XXVIII. Выпуск геологический. Саратов, 1951. С. 84–93.
8. Бондарева М. В., Морозов Н. С. Верхнемеловые отложения междуречья Медведицы и Волги в пределах Саратовской области // Вопр. геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов, 1970. Вып. 7. С. 116–140.
9. Бондарева М. В., Морозов Н. С., Бондаренко Н. А. Сантонские, кампанские и маастрихтские отложения между-

речья Медведицы и Волги в пределах Волгоградского правобережья // Вопр. геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов, 1981. Вып. 22. С. 84–101.

10. Бондаренко Н. А. Минералого-петрографическая характеристика верхнемеловых пород Саратовско – Волгоградского междуречья Волги и Медведицы // Вопр. стратиграфии и палеонтологии. Саратов, 1980. Вып. 5. С. 89–107.
11. Гудошников В. В., Бондаренко Н. А. Методическое руководство по полевой геологической практике в районе г. Жирновска. Саратов, 1987. 68 с.
12. Бондаренко Н. А. Стратиграфия и условия седиментации сантонских, кампанских и маастрихтских отложений Правобережья Нижнего Поволжья : автореф. дис. . . . канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1990. 22 с.
13. Первушов Е. М., Иванов А. В., Попов Е. В. Местная стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Правобережного Поволжья // Тр. / НИИ геологии СГУ. Нов. сер. Т. 1. 1999. С. 85–94.
14. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы : объяснительная записка. М., 2005. 203 с.
15. Олферьев А. Г., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Иванов А. В., Копаевич Л. Ф., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Тесакова Е. М., Харитонов В. М., Щербинина Е. А. Верхнемеловые отложения северо-запада Саратовской области. Статья 1. Разрез у д. Вишневое. Лито- и биостратиграфический анализ // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2007. Т. 15, № 6. С. 75–122.
16. Олферьев А. Г., Алексеев А. С., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Иванов А. В., Копаевич Л. Ф., Овечкина М. Н., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Тесакова Е. М., Харитонов В. М., Щербинина Е. А. Верхнемеловые отложения северо-запада Саратовской области. Статья 2. Проблемы хроностратиграфической корреляции и геологической истории региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 3. С. 47–74.
17. Первушов Е. М., Архангельский М. С., Иванов А. В. Каталог местонахождений остатков морских рептилий в юрских и меловых отложениях Нижнего Поволжья. Саратов, 1999. 230 с.

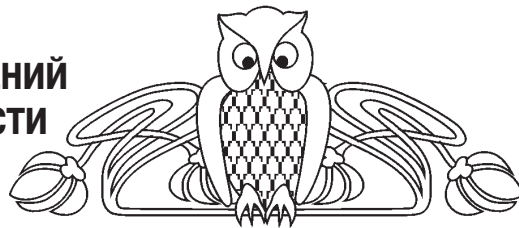
УДК 553.632

О ПЕРСПЕКТИВАХ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Яночкин, Г. А. Московский,
М. В. Решетников, В. Н. Ерёмин

Саратовский государственный университет
E-mail: vlad18_90@mail.ru

Проведен анализ данных о геоэкологических проблемах разработки калийных месторождений. Выявлены основные группы негативных процессов, возникающих при разработке калийных



месторождений. Предложены основные направления геоэкологических исследований в пределах перспективных участков на территории Саратовской области.

Ключевые слова: калийные соли, сильвинит, геоэкологическая безопасность.



On the Prospects and Geo-ecological Consequences of Development of Deposits of Potassium Salts in the Saratov Region

V. V. Yanochkin, G. A. Moskovski,
M. V. Reshetnikov, V. N. Eremin

The analysis of data on geo-ecological problems of development of potash deposits. The basic group of negative processes that arise in the process of developing the potash deposits. The main directions of research within geoeokologicheskikh promising areas in the Saratov region.

Key words: potash, sylvinit, geo-ecological safety.

Основной областью потребления калийных солей является сельское хозяйство. Большую их часть (примерно 90%) издавна используют в качестве удобрений.

Сырьем для получения калийных удобрений являются растворимые хлориды и сульфаты калия, минералы – сильвин, каинит, карналлит и другие. Калийные соли также используются в электрометаллургии, медицине, пиротехнике, при производстве стекла, красок, кожи и в химической промышленности для получения соединений калия.

Калийные соли выявлены на территории СНГ в пяти соленосных (калиеносных) бассейнах: Соликамском (Верхнекамском), Белорусском (Припятском), Предкарпатском (Украина), Прикаспийском, Восточно-Туркменском и Иркутском, а также за рубежом – в Канаде (провинция Саскачеван), Германии (Ганновер, Гарц, Гессен, Баден), США (Карлсбадский район в Нью-Мексико, оз. Серлс в Калифорнии), Франции (Эльзас), Италии (о-в Сицилия) [1].

Крупные промышленные месторождения калийных солей с запасами 1 млрд т и более встречаются сравнительно редко. Представлены они осадочными образованиями, являющимися остатками древних солеродных бассейнов (преобладающий тип) или же современными водоемами (Мертвое море, оз. Серлс в США, оз. Индер в Казахстане и др.) [1].

Крупнейшими в мире по величине запасов являются Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (Россия), Старобинское месторождение калийных солей (Белоруссия), Саскачеванский соленосный бассейн (Канада), а также месторождения калийных солей в Германии.

В последнее время ведутся работы по освоению Гремячинского месторождения в Волгоградской области. Освоение калийных солей, как и других видов полезных ископаемых, неизбежно сопровождается воздействием на окружающую среду. Важнейшими проблемами, сопровождающими разработку месторождений калийных солей, являются нарушение геологической среды подрабатываемой территории при использовании шахтного способа добычи и образование значительных масс отходов, формирующихся в результате обогащения солей и представленных водорас-

творимыми соединениями. Важно отметить, что указанная группа месторождений в современных условиях расположена на территориях с континентальным и умеренно-континентальным климатом, где годовое количество осадков превышает возможное испарение, что предполагает избыточное увлажнение территорий. Избыточное увлажнение выступает фактором, создающим комплекс экологических проблем при поверхностном складировании водорастворимых отходов соледобывающей промышленности в связи с несущественной ролью испарительного геохимического барьера, который способствует снижению объемов жидкой фазы отходов в условиях с засушливым климатом. В результате солетоалы, шламохранилища и рассолоборники могут оказывать существенное влияние на химический состав как подземных, так и поверхностных вод.

При эксплуатации месторождений калийных солей возникает множество инженерно-геологических процессов, отрицательно влияющих как на безопасность ведения горных работ, так и на безопасность жизнедеятельности населения. К ним относятся: деформации земной поверхности, газопроявления, карстообразование, обрушение горных пород, трещинообразование и образования зон замещения и рассолопроявления. Наибольшую опасность из них вызывают деформации земной поверхности и газопроявления в соленосных породах, которые нарушают устойчивость горного массива и оказывают значительное влияние на безопасность отработки. В связи с этим изучение их особенностей и закономерностей является одной из важнейших задач обеспечения эффективной эксплуатации месторождений калийных солей [2].

Разработка месторождений калийных солей неизбежно сопровождается образованием значительного объема промышленных отходов. Применяемые технологии переработки руд позволяют добиться извлечения полезных компонентов на уровне 27–30%, остальная добываемая горная масса переходит в отходы. Применяемые технологии обогащения калийных руд сопровождаются образованием твердых галитовых отходов, складированных на поверхности в виде солетоалов, а также образованием значительных объемов глинисто-солевых шламов и избыточных рассолов, для хранения которых требуется сооружение специальных гидротехнических сооружений – шламохранилищ [3].

Огромные объемы производственных отходов калийного производства являются одной из основных причин негативного влияния данных предприятий на окружающую среду, а объекты отвально-шламового хозяйства являются постоянным источником загрязнения гидросферы. Открытый сброс промстоков в поверхностную гидросеть и фильтрация рассолов в грунтовые воды приводят к формированию обширных ореолов засоления гидросферы, создающих угрозу



источникам хозяйственно-бытового водоснабжения [3].

Несмотря на принимаемые меры по гидроизоляции шламохранилищ, объемы фильтрационных утечек рассолов, даже по официальным данным, достигают на предприятиях в отдельных случаях сотни тысяч кубометров в год [3].

Многочисленные исследования состава калийных отходов показывают, что опасность для окружающей среды представляют хлориды, рассматриваемые в качестве основного компонента, поступающего в окружающую среду, а также ряд других, которые при более низких концентрациях обладают более высокой экологической опасностью. Так, по данным атомно-абсорбционного анализа, в составе калийных руд и каменной соли зафиксировано присутствие широкого спектра токсичных микрокомпонентов, как находящихся в форме водорастворимых соединений, так и связанных с минералами нерастворимого остатка. В процессе обогащения калийных руд создаются специфические геохимические обстановки (технологические геохимические барьеры) [4], приводящие к концентрации этих соединений в глинисто-солевых шламах [5].

Следует отметить, что широкое использование при обесшламливании калийных руд анионоактивных органических реагентов приводит к формированию в отходах сложных органо-минеральных комплексов, обладающих гидрофобными свойствами и снижающих подвижность тяжелых металлов. Включение их в миграционные процессы возможно только в случае разрушения этих комплексов под воздействием пресных вод (выщелачивание шламов атмосферными осадками). Необходимо также иметь в виду слабую экологическую изученность используемых в технологических процессах органических реагентов, многие из которых представляют собой сложную смесь соединений, в том числе опасных в экологическом отношении (нефтепродукты, фенолы, амины). В большинстве своем они также переходят в состав отходов обогащения, где в сочетании с природной органикой галопелитов участвуют в формировании сложных органо-минеральных комплексов. Как показывают результаты исследований, в процессе взаимодействия отходов с водой происходит трансформация состава этих органических соединений, приводящая к образованию новых структур, значительно отличающихся от исходных и иногда более опасных в экологическом отношении [6]. Таким образом, можно констатировать, что добыча, переработка и обогащение калийных руд сопровождаются формированием сложных поликомпонентных органо-минеральных комплексов, не имеющих природных аналогов и требующих исследования особенностей поведения в окружающей среде и экологической опасности.

Приведенный обзор негативных геоэкологических последствий освоения месторождений ка-

лийных солей приводит нас к следующему выводу. Участки, перспективные к освоению, требуют особого внимания со стороны природоохранных служб субъектов Федерации, где они выявлены, а также со стороны научно-исследовательских организаций, занимающихся проблемами охраны окружающей среды.

В последнее время на территории Саратовской области активизировались геолого-разведочные работы на участках, перспективных к освоению калийных солей. В настоящий момент наибольший интерес представляет «Перелюбский» участок недр, где уже идет процесс бурения скважин. Он расположен на территории Перелюбского района Саратовской области и разделен на два лицензионных участка – Западно-Перелюбский и Восточно-Перелюбский.

В свете этих событий мы ставим задачу провести исследования, позволяющие оценить текущее геоэкологическое состояние территории и возможные последствия освоения данных участков.

Анализ геоэкологической ситуации на основных разрабатываемых месторождениях калийных и калийно-магниевых солей показал, что основными факторами, её определяющими, являются:

а) тектонические – определяющие распространённость разрывных нарушений в поле развития месторождений, и неотектоническая активность территории;

б) гидродинамические – особенности строения и степень изолированности гидрогеологических комплексов в надсолевых и подсолевых отложениях, а также состав и качество водоупорной толщи;

в) литологические – особенности состава продуктивной толщи, определяющие возможность проявления газодинамических явлений, а также соляного и сульфатного карста;

г) геоморфологические – степень развития форм рельефа, благоприятных для концентрации вредных отходов при освоении месторождения.

Поэтому на выделенных лицензионных участках мы считаем необходимым силами кафедр геоэкологии и петрографии и минералогии, на которых проводятся комплексные геоэкологические исследования, направленные на изучение основных параметров состояния окружающей среды в целом и геологической среды в частности, на выявленных площадях распространения калийных солей провести работы по трём основным направлениям.

Первое направление – изучение геодинамической функции литосферы – предполагает выполнение анализа палеотектоники и дизъюнктивной тектоники как потенциальных факторов, осложняющих освоение месторождения, анализа геофизической информации по выявлению зон разрывных нарушений, а также детальное изуче-



ние геологического строения района, в частности литологического состава продуктивной толщи.

В современном тектоническом плане исследуемые участки расположены в юго-западной части Бузулукской впадины, а юго-западные части участков приурочены к Камелик-Чаганской системе дислокаций. Невысокие значения амплитуды новейших тектонических движений на исследуемых участках от 150 до 400 м, согласно карте новейшей тектоники Среднего и Нижнего Поволжья [7], позволяют нам предположить, что существенного увеличения тектонической активности и активного проявления дизъюнктивной тектоники ожидать не следует.

В то же время предварительное изучение состава продуктивного пласта в изученных разрезах скв. 101, 103 и 108 показывает на широкое развитие здесь молочно-белых разностей сильвинитов, с очень высоким содержанием свободной газовой фазы. В исследуемых нами образцах сильвинита мы обнаружили значительное количество газовых включений. Преобладают включения, имеющие размерность порядка 0,001–0,002 мм, но встречаются вакуоли, имеющие размеры до 0,01 и даже 0,05 мм. Проведение исследований состава газов и определение давления в газовых включениях позволят нам сделать дополнительные выводы об опасности проявления газодинамических явлений.

Второе направление – анализ гидрогеологического строения района предстоящего освоения – предполагает исследование строения гидрогеологических комплексов, водозащитной толщи, химического состава вод, гидродинамики надсолевых водоносных горизонтов, а также изучение состава разреза для оценки возможных осложнений, таких как сульфатный и соляной карст.

В качестве потенциальной водозащитной толщи на исследуемых участках мы предварительно рассматриваем карбонатно-сульфатно-глинистые отложения уфимского яруса.

Третье направление – оценка геоэкологической ситуации до начала разработки – включает в себя геоморфологический анализ района исследований с целью выделения зон возможной концентрации, а также наблюдения за компонентами природной среды посредством следующих методик:

– изучение химического состава поверхностных вод (общий химический анализ воды, анализ содержания тяжелых металлов);

– изучение химического состава почвенного покрова и донных отложений (анализ содержания калия, натрия, хлоридов, тяжелых металлов, определение содержания $C_{орг}$ как индикатора плодородности почв);

– применение дополнительных методов, таких как гранулометрический и петромагнитный анализы почв, определение показателей pH и Eh исследуемых сред, а также описание растительных и микробиологических сообществ почвенного покрова.

Построение исследовательских работ именно в таком ключе позволит, на наш взгляд, получить комплексную информацию о геоэкологическом состоянии окружающей среды исследуемых участков.

Исследования в этом направлении являются инициативными научно-исследовательскими работами, проводимыми совместно кафедрами петрографии и минералогии и геоэкологии, а также лабораторией геоэкологии геологического факультета в рамках темы «Геоэкологические особенности воздействия добычи калийных месторождений на состояние окружающей среды». Полученные результаты будут нами опубликованы в последующих работах.

Библиографический список

1. *Бабошко А. Ю., Бачурин Б. А.* Экологические проблемы Верхнекамского калия // Горное эко. 2004. № 4. С. 26–30.
2. *Бачурин Б. А., Одинцова Т. А., Некрасова И. Л.* Органическая составляющая отходов горнодобывающего производства // Моделирование стратегии и процессов освоения георесурсов : сб. докл. Пермь, 2003. С. 6–8.
3. *Бачурин Б. А.* Эколого-геохимическая характеристика отходов горнодобывающих предприятий // Перспективы освоения недр – комплексное решение актуальных проблем. Научные чтения им. акад. Н. М. Мельникова. М., 2002. С. 26–30.
4. *Бачурин Б. А.* Эколого-геохимические аспекты техногенеза горнодобывающего профиля // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых. Пермь, 2002. С. 181–185.
5. *Белкин В. В.* Мониторинг геологической среды Верхнекамского соленосного бассейна. 2-е изд. / Пермск. гос. техн. ун-т. Березник. филиал. Березники, 2006. 252 с.
6. *Востряков А. В., Воробьев В. Я., Гудошников Г. П., Зайонц В. Н.* Четвертичные отложения, геоморфология и новейшая тектоника среднего и нижнего Поволжья // Объяснительная записка к картам масштаба 1 : 500 000. Саратов, 1982. 153 с.
7. *Высоцкий Э. А., Гарецкий П. Г., Кислик В. З.* Калиеносные бассейны мира. Минск, 1988. 387 с.
8. *Свидзинский С. А., Московский Г. А., Петрик А. И.* Нижнепермская галогенная формация западной части Северного Прикаспия // Геология, полезные ископаемые, перспективы промышленного освоения. Саратов, 2011. 152 с.