

УДК 556.3

**АММОНИЙ КАК ИНДИКАТОР НАЛИЧИЯ И АКТИВНОСТИ ЗОН  
ОКИСЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫХ С ОЧАГАМИ ЭНДОГЕННЫХ  
ПОЖАРОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАТОПЛЕНИЯ РУДНИКА ТЕКЕЛИ**

Е.А. Тажмагамбетов

Канд. г.-м. наук М.М. Бураков

*В статье обосновывается происхождение аммония в шахтных водах рудника Текели, как результат процесса Габера, когда в зоне эндогенного пожара за счет высокой температуры сгорания (окисления) углерода углистых сланцев и пирита (свыше 1400 °С) обеспечивается перегонка воздуха с фракционированием азота, выделение водорода из воды, образование и растворение в воде аммония. В качестве катализаторов (железо, окись алюминия) выступают рудовмещающие породы-алюмосиликаты. Результаты мониторинга процесса затопления и химического состава рудничных вод подтверждают эффективность аммония в качестве индикатора интенсивности эндогенных пожаров.*

Руды Текелийского месторождения и вмещающие породы средней устойчивости и неустойчивые, сильно трещиноватые, с наличием множества даек и тектонических нарушений, склонны к самовозгоранию. Это связано с высоким содержанием серы (25...40 %) и наличием углистых сланцев с содержанием органического углерода от 2 до 27 %. Месторождение с 1944 г., с поверхности до 3 горизонта, обрабатывалось системой слоевого, а затем, с 1947 г., до 6 горизонта системой блокового само- и принудительного обрушения. В 1949 г. на руднике (при отработке рудных тел системой с обрушением) в опытном блоке № 1 на 3 горизонте возник эндогенный пожар, который к 1959 г. охватил всё месторождение и привел к резкому сокращению производительности рудника. В 1960 г. рудник находился на грани полной остановки. В период с 1950 по 1956 гг. в качестве основной профилактической меры борьбы с эндогенными пожарами применялось орошение водой через зону обрушения участков с повышенной температурой. В дальнейшем – методом заиливания выработанного пространства глинистой пульпой.

Вопросами эндогенных пожаров на месторождении Текели в раз-

ное время занимались институты «Унипромедь», Институт горного дела АН КазССР, КазНТУ. Результаты исследований закономерностей формирования эндогенных пожаров представлены в отчетах, опубликованы в монографиях [1, 5]. С 1980 по 1990 гг. на руднике Текели наблюдались локальные разогревы горного массива с выбросом сернистого газа в рудничную атмосферу. В 1998 г. на участке «Западное Текели» также обнаружилось проявление эндогенного пожара. В настоящее время на месторождении существуют следующие очаги: Верхний очаг – практически по всему рудному полю до барьерного целика 7 горизонта; Западный очаг – район блоков 87-106 9 и 10 горизонтов; Центральный очаг – 62-59 блоки 9 горизонта и до 15 горизонта блока 180-183; Восточный очаг – 55 «Восточная выклинка» 9 горизонта и до 13 горизонта 128 блок.

Из перечисленных выше очагов эндогенного пожара на месторождении Текели на момент ликвидации действовали только 3 – Западный, Центральный и Восточный очаги. Верхний очаг вследствие осуществленных мероприятий по тушению в настоящее время не действует. Вместе с тем, истекающие из остальных очагов перегретые газы, проходят через породы в районе Верхнего очага (в том числе, и через породы в провале) и разогревают их (до температуры около 100 °С, судя по температуре истекающих газов). Соответственно, наличие газов и повышенная температура пород в зоне Верхнего очага, вовсе не означает существование здесь пожара в настоящее время.

Процесс ликвидации полиметаллического месторождения Текели осложняется эндогенным пожаром, продолжавшимся практически на всем протяжении разработки месторождения. В Проекте ликвидации нами выполнены прогнозные расчеты темпов затопления горных выработок после прекращения водоотлива на руднике и ожидаемой минерализации шахтных вод и концентраций отдельных компонентов их химического состава применительно к четырем вариантам затопления: 1) ликвидация без водоупорных перемычек с затоплением горных выработок до 5 горизонта; 2) ликвидация с водоупорными перемычками, изолирующими водопримную систему Западное Текели; 3) ликвидация с водоупорными перемычками и централизованным выпуском воды через шахту «Закладочная»; 4) ликвидация с водоупорными перемычками и произвольным выходом шахтных вод из зоны обрушения [2, 3, 4].

В первых трех вариантах рассмотрены еще по два подварианта, одинаковых для всех вариантов – это либо сброс шахтных вод по водоводу

(или по существующим горным выработкам) к устью штольни «Капитальная», откуда по имеющемуся водоводу шахтных вод направляются на обогатительную фабрику для очистки. Либо сброс рудничных вод в р. Текели непосредственно после выхода их на поверхность у той выработки, через которую они будут изливаться. В четвертом варианте рассмотрены следующие два подварианта: а) рудничные воды поднимаются до отметки второго горизонта (1544 м) и выходят в виде подземного стока через засыпанные выработки второго горизонта; б) рудничные воды поднимаются до минимальной абсолютной отметки южной границы зоны обрушения (1576 м) и образуют провальное озеро с поверхностным стоком в виде ручья.

В Проекте ликвидации оптимальным принят третий вариант, первый подвариант; именно он и был принят к исполнению как основной. Однако, реально, вследствие ряда объективных и субъективных причин реализован был первый вариант, т.е. была произведена ликвидация рудника без водоупорных перемычек с затоплением горных выработок до 5 горизонта; шахтные воды по существующим горным выработкам сбрасывались и сбрасываются сейчас к устью штольни «Капитальная», откуда по имеющемуся водоводу направляются на обогатительную фабрику для очистки.

Трещинно-грунтовые воды – это наименее загрязненные подземные воды в районе месторождения, так как они образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков и находятся в зоне активного водообмена. По имеющимся результатам шести анализов за 1936...1954 гг. загрязнение трещинных вод отмечалось только по железу (от 3 до 8 ПДК) и наиболее вероятным является объяснение техногенным загрязнением шахты и скважины, из которых были отобраны пробы. А вот анализ воды, отобранной из родника при обследовании поверхности в сентябре 2002 г., имеет превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) по меди (1,1 ПДК) и свинцу (1,8 ПДК), а содержание цинка достигает 1 ПДК. Так как родник расположен значительно выше рудника и не может находиться в зоне его техногенного воздействия, то эти данные можно однозначно объяснить наличием гидрохимической аномалии, связанной с окислением сульфидного оруденения.

Гидрохимическая аномалия подобного типа должна была быть в трещинно-грунтовых водах ниже рудного тела месторождения Текели до начала его разведки и эксплуатации, однако сведения об этом отсутствуют. Порово-грунтовые воды водоносного аллювиального горизонта отражают химический состав трещинно-грунтовых вод, проходящих через во-

доносный горизонт транзитом. Поэтому их химический состав близок к химическому составу трещинно-грунтовых вод. Из имеющихся пяти анализов превышения ПДК наблюдаются в двух случаях по цинку (5 ПДК) и в одном случае по меди (1,1 ПДК). Они также могут быть объяснены наличием природных гидрохимических аномалий, связанных с окислением сульфидных руденений.

Наглядное представление о характере превышений ПДК в подземных водах можно получить по графику, построенному по величине превышений ПДК соответствующего ингредиента (Рис.). Как видно, фиксируется массовое и значительное превышение в подземных и шахтных водах ПДК по цинку, единичные – по железу. Также массовые, но меньшие по масштабам превышения отмечаются для сульфатов и единичные – по магнию. Относительно небольшие массовые превышения соответствующих ПДК отмечены для следов свежего «органического» загрязнения – аммиака.

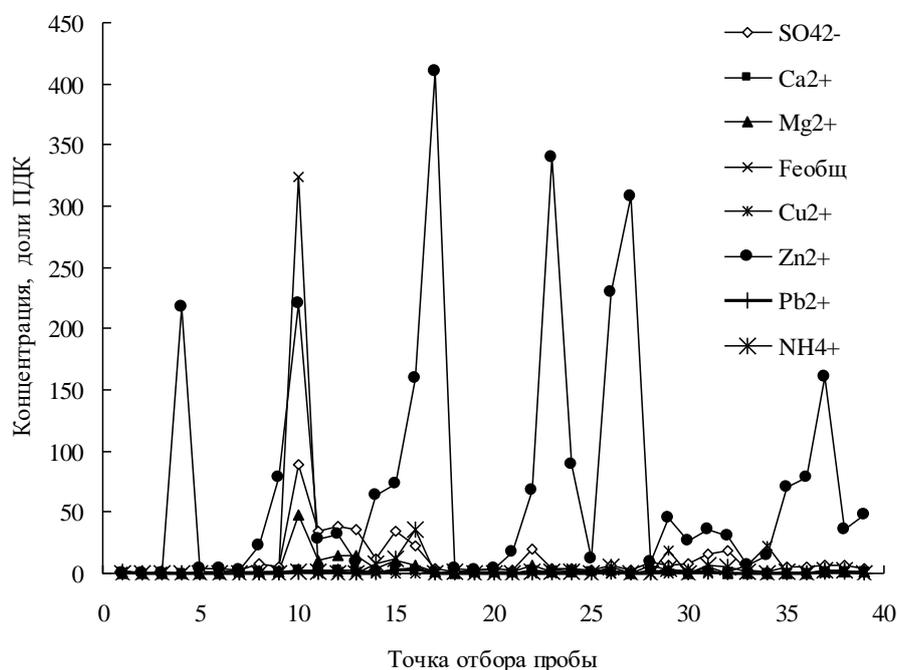


Рис. Химический состав подземных и рудничных вод. 1 –  $SO_4^{2-}$ , 2 –  $Ca^{2+}$ , 3 –  $Mg^{2+}$ , 4 –  $Fe_{общ}$ , 5 –  $Cu^{2+}$ , 6 –  $Zn^{2+}$ , 7 –  $Pb^{2+}$ , 8 –  $NH_4^+$ .

Такое соотношение массового загрязнения подземных и рудничных вод определило в свое время особый интерес к цинку и сульфатам, концентрации которых анализировались как с точки зрения роста их концентраций при затоплении рудника и динамики этих концентраций после

окончания затопления, так и при расчете их максимальных концентраций при различных вариантах утилизации сточных вод.

Результаты химических анализов вод, отобранных в 2002 г. в горных выработках вдали и вблизи рудных тел, не отличались существенно друг от друга наличием превышений ПДК отдельных компонентов, что объясняется отсутствием на больших глубинах гидрохимических аномалий, связанных с окислением сульфидных руденений. Превышение ПДК было установлено по: сухому остатку до 1,6 ПДК, сульфатам – до 6 ПДК, хлоридам – только в двух пробах – 1,3 и 3,9 ПДК, кальцию – до 2,8 ПДК, магнию – до 2,8 ПДК, железу – до 2,5 ПДК, аммоний – до 1,4 ПДК, цинку – до 218 ПДК.

Шахтные воды, отобранные из горных выработок, удаленных от рудного тела, по химическому составу должны были быть близки к трещинно-жильным водам. Фактически по большинству компонентов, значения которых превышали ПДК (кроме сульфатов), шахтные воды оказались чище, чем трещинно-жильные. Превышение ПДК отмечалось по: сухому остатку – до 1,3 ПДК, сульфатам – до 7,4 ПДК, кальцию – до 1,2 ПДК, магнию – до 1,8 ПДК, цинку – до 78 ПДК, свинцу – 3,4 ПДК.

Самые загрязненные шахтные воды были отобраны на рабочих горизонтах. Они несли в себе следы загрязнения продуктами окисления сульфидов, а также следы привнесенного с поверхности техногенного загрязнения. Превышение ПДК наблюдалось: по сухому остатку – до 14 ПДК, сульфатам – до 90 ПДК, хлоридам – до 1,2 ПДК, кальцию – до 6,5 ПДК, магнию – до 14,7 ПДК, железу – до 324 ПДК, цинку – до 220 ПДК, свинцу – до 3,4 ПДК, аммоний – до 36 ПДК. Необходимо отметить, что самые высокие содержания вредных веществ были приурочены, как правило, к небольшим по расходу водопрооявлениям.

Шахтные воды из отработанных горных выработок, пройденных по рудному телу, по многим компонентам чище, чем на рабочих горизонтах. Превышения ПДК отмечались: по сухому остатку – до 3,2 ПДК, сульфатам – до 20 ПДК, кальцию – до 2 ПДК, магнию – до 6,3 ПДК железу – до 2 ПДК, аммоний – до 1,9 ПДК. Исключение составляли более высокие концентрации меди – до 2,3 ПДК и цинка – до 410 ПДК.

Из приведенного материала нас интересуют в первую очередь концентрации аммония и его распределение по горным выработкам. Отметим, что аммоний практически не встречался (и, видимо, не встречается) в природных трещинно-жильных подземных водах, он не был зафиксирован и в

пробах шахтных вод из горных выработок, удаленных от рудного тела. В горных выработках на рабочих горизонтах концентрация аммония подскочивала до 36 ПДК, при этом такие концентрации отмечались в небольших по расходу водопрооявлениях.

Наличие аммония в шахтных водах делает месторождение Текели в определенном смысле уникальным. Дело в том, что такого количества органического вещества в горных выработках и в водоносных зонах трещиноватости, растворение которого обеспечило бы вынос аммония в зарегистрированных по результатам химических анализов объемах (с учетом того, что концентрации аммония в шахтных водах были так же высоки и на всем протяжении эксплуатации месторождения Текели), попросту нет. Тогда важнейшим источником аммония в шахтных водах становится зона эндогенного пожара, в которой за счет высокой температуры сгорания (окисления) углерода углистых сланцев и пирита (свыше 1400 °С) обеспечивается перегонка воздуха с фракционированием азота, выделение водорода из воды, образование и растворение в воде аммония, т.е. реализация процесса Габера. В качестве катализаторов (железо, окись алюминия) выступают рудовмещающие породы-алюмосиликаты [6].

При этом понятно, что зона эндогенного пожара развивалась только над отработанным рудным телом, соответственно максимумы концентрации аммония отмечались в горных выработках на рабочих горизонта, пройденных по рудному телу. Ясно также, что сколько-нибудь значительных объемов воды из зоны пожара поступить в горные выработки в принципе не могли, поэтому и приурочены были такие максимумы концентраций аммония к небольшим по расходу водопрооявлениям.

Такое представление о происхождении «органического» вещества в шахтных водах месторождения Текели делает аммоний индикатором наличия и активности зон окисления, связанных с очагами эндогенных пожаров в процессе затопления рудника и при мониторинге подземных вод по завершении его.

Прямым подтверждением этого предположения являются результаты производственного мониторинга водного бассейна в районе рудника, где в соответствии с проектом ликвидации рудника 21 октября 2003 г. был остановлен водоотлив и начался процесс затопления горных выработок. Оценка состояния подземных и поверхностных вод выполнялась по всем источникам водного бассейна, в которых возможно проявление техногенного загрязнения, связанного с деятельностью рудника. Наблюдения проводились группой мониторинга по согласованной

ТОО «ТГПК» (Текелийский горноперерабатывающий комбинат) программе и сводились к отбору проб природных вод, их химическому анализу, замерам температуры, дебита, уровня с последующим анализом полученных данных, оперативным прогнозом развития ситуации.

Мониторинг шахтных вод проводился по стволу шахты «Закладочной» и устьям штолен «Капитальной» и «Параллельной». Точка наблюдения в стволе шахты «Закладочной» заложена для осуществления контроля затопления месторождения с момента подъема уровня вод до 8 горизонта. 14.10.2004 г. впервые электроуровнемером осуществлен замер глубины до уровня воды в горных выработках и пробоотборником отобрана проба шахтных вод.

За период наблюдений до 03.05.2005 г. установлено, что процесс затопления шел со скоростью от 1 до 0,34 м/сут (с закономерным снижением скорости). После указанной даты в результате выхода шахтных вод в штольни 5 горизонта идет процесс водопонижения со средней скоростью 0,056 м/сут, также уменьшающейся с уменьшением объема вод, нависающих над 5 горизонтом. В настоящее время уровень затопления соответствует 1426,55 м абс. при проектном уровне затопления 1523,4 м абс. (2 горизонт).

Точки наблюдения в устьях штолен «Капитальной» и «Параллельной» заложены для контроля затопления месторождений Текели и Западное Текели, контроля качества шахтных вод (через штольни «Капитальная» и «Параллельная» осуществляется сбор шахтных вод, которые отводятся далее на очистные сооружения обогатительной фабрики). По результатам наблюдений в этих точках выявлены следующие характерные периоды затопления:

- период с момента остановки рудничного водоотлива (21.10.2003 г. по 24.02.2004 г.), остановка водоотлива, начало затопления рудника, уменьшение водопритока до 130,7 м<sup>3</sup>/ч;
- период с 24.02.2004 г. по 10.11.2004 г., самоизлив (через специально оставленные отверстия) после затопления горных выработок на месторождении Западное Текели до уровня 5 горизонта, продолжение затопления месторождения Текели, увеличение водопритока до 145,4 м<sup>3</sup>/ч;
- период с 10.11.2004 г. по 03.05.2005 г., затопление горных выработок на месторождении Западное Текели выше 5 горизонта (в результате заделки водосливных трубок), затопление месторождения Текели до 5 горизонта и выше, резкое снижение водопритоков до 63 м<sup>3</sup>/ч;

- период с 03.05.2005 г. и по настоящее время, затопление горных выработок на месторождении Западное Текели выше уровня 5 горизонта, водопонижение на месторождении Текели с уменьшающейся скоростью в соответствии с уменьшением объема вод, нависающих над 5 горизонтом [6].

Результаты химических анализов проб шахтных вод практически точно отвечают прогнозным значениям концентраций отдельных компонентов химического состава, полученным нами в Проекте ликвидации для этапа [3-5], следующего сразу же за окончанием затопления рудника. Заметные расхождения с проектными величинами (в первую очередь по сульфатам и сухому остатку) есть только по данным анализов проб из штольни «Параллельной».

Обращают на себя также внимание чрезвычайно высокие концентрации цинка в шахтных водах на заключительном этапе затопления рудника, достигающие 2045 ПДК (11.05.2005 г.) в устье штольни «Капитальной», хотя впоследствии наметилась отчетливая тенденция к их снижению – на 23.08.2005 г. концентрация цинка упала до 230...384 ПДК. Резко возросли концентрации и других компонентов химического состава шахтных вод из этой штольни с последующим отчетливым падением их, хотя к тому времени сложились благоприятные условия для выхода гидрогеохимической обстановки на период стабилизации. Так, с одной стороны эндогенный пожар на месторождении Текели на этом этапе затопления рудника был погашен (уровень шахтных вод поднялся до 5 горизонта, тогда как все очаги эндогенного пожара были расположены ниже 8 горизонта). Как результат этого, началось снижение температуры воды (с максимальной зарегистрированной в 31°C), параллельно которому должно было начаться снижение концентраций компонентов химического состава шахтных вод. С другой – зона аэрации водоносного комплекса значительно сократилась в результате затопления рудника, соответственно должен был сократиться объем зоны окисления сульфидов с уменьшением в первую очередь концентраций цинка и сульфатов.

Вероятной причиной выявленного скачка концентраций указанных элементов явился прорыв шахтных вод с месторождения Западное Текели к штольням «Капитальная» и «Параллельная». На месторождении Западное Текели очаг эндогенного пожара расположен на уровне 4...5 горизонтов, соответственно продукты химических реакций, поступившие к штольням из зоны пожара, и определили резкое повышение концентраций практически всех определяемых компонентов химического состава шахт-

ных вод<sup>1</sup>. С началом угасания этого очага проявилась тенденция к снижению этих концентраций.

В пользу такой интерпретации результатов мониторинговых наблюдений говорило поведение аммония. На заключительном этапе затопления рудника Текели концентрации аммония резко возросли до 40...80 ПДК, однако на момент обследования 22-24.09.2005 г. месторождения Текели сотрудниками ТОО «Есотера» концентрации аммония составили: для штольни «Капитальная» – 2 мг/дм<sup>3</sup> (4 ПДК), а для штольни «Параллельная» – 12 мг/дм<sup>3</sup> (24 ПДК). Однако, как и прежде, важным здесь является не отношение концентрации аммония к ПДК, а сами концентрации.

Подчеркнем еще раз, что такого количества органического вещества в горных выработках и в водоносных зонах трещиноватости, растворение которого обеспечило бы вынос аммония в зарегистрированных по результатам химических анализов объемах, не было и нет. Иными словами, и на руднике Западный Текели в зоне эндогенного пожара в соответствии с процессом Габера происходило образование аммония и вынос его шахтными водами. Процессом Габера объяснялись и значительные концентрации железа в шахтных водах, а также окислов железа и алюминия во взвешенных веществах, установленных по результатам спектрального анализа. Важная роль карбонатных пород в осаждении (переводе в мало растворимые соединения) металлов подтверждалась наличием во взвешенном веществе цинка (повидимому, в виде малорастворимого карбоната цинка – церуссита), а также значительным содержанием окислов кальция и магния.

Тенденция к снижению концентрации аммония, железа и количества взвешенных веществ в шахтных водах на момент обследования, 22-24.09.2005 г., свидетельствовала, таким образом, о начавшемся затухании эндогенного пожара на месторождении Западное Текели и начале ликвидации еще одной (последней) зоны окисления. Вместе с тем, этот процесс оказался довольно длительным. Повторное обследование водного бассейна в районе рудника по завершении его затопления было выполнено ТОО «Есотера» 15.06.2008 г. Результаты химических анализов шахтных вод, отобранных в ходе обследования, показаны в таблице.

---

<sup>1</sup> Следует обратить внимание на то обстоятельство, что в соответствии с Техническим заданием месторождение Западное Текели и рудник, его эксплуатирующий, не вошло в Проект ликвидации рудника Текели и его возможное влияние на затопление горных выработок на месторождении Текели не оценивалось.



Таблица

## Результаты химических анализов проб шахтных вод на месторождении Текели

Место отбора пробы	pH	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>											
		взвешенные вещества	сухой оста- ток	HCO <sub>3</sub> ,	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe <sub>общ.</sub>	аммоний	Zn	Pb	Cu
Река Текели (фон)	7,49	24,0	178,5	164,8	5,3	22,2	46,0	6,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,004	<0,05
Штольня «Параллельная»	7,69	37,0	1652	299,0	14,2	945,0	128,1	175,1	0,1	1,75	0,27	0,007	<0,05
Штольня «Капитальная»	7,68	43,5	2185	305,1	10,6	1271,8	252,3	170,2	0,1	2,5	0,34	0,006	<0,05
После слияния стоков из штолен «Параллельная» и «Капитальная»	7,99	38,5	2170	280,7	10,6	1197,8							



Из таблицы, в частности, следует, что концентрация аммония в шахтных водах из штольни «Параллельной» (куда сбрасываются шахтные воды из месторождения Западное Текели) в сравнении с 22...24.09.2005 г. снизилась почти в 7 раз. Весьма заметно упало и количество взвешенных веществ в шахтных водах (несущих катализаторы – окислы железа и алюминия) – практически до фонового значения (по р. Текели). Ниже ПДК для вод питьевого назначения снизилась концентрация железа общего в шахтных водах. Все эти факторы в комплексе указывают на то, что к середине 2008 г. эндогенный пожар на руднике Западный Текели окончательно погашен. Как и предполагалось в прогнозах качества шахтных вод при затоплении горных выработок, продолжилось снижение температуры воды (сейчас она регистрируется на уровне 20...22 °С). Параллельно этому началось снижение концентрации компонентов химического состава шахтных вод, и в первую очередь, концентраций цинка и меди, определявших загрязнение шахтных вод по отношению к подземным и поверхностным. В приведенной таблице видно – концентрация этих металлов во всех пробах ниже ПДК для вод питьевого назначения снизилась (хотя еще превышают ПДК для вод водотоков и водоемов рыбохозяйственного значения).

Таким образом, основной причиной поступления «органического» вещества в шахтные воды месторождения Текели в виде аммония являлась перегонка воздуха с фракционированием азота, выделение водорода из воды под влиянием эндогенного пожара на месторождении. Соответственно источником «органического» вещества были атмосферный воздух и подземные воды. С затуханием последнего очага эндогенного пожара на 4...5 горизонтах рудника Западный Текели исчезли условия, обеспечивающие образование аммония.

Кроме того, с затуханием этого пожара ликвидирована последняя из существующих в районе месторождения Текели активных зон окисления. С сокращением в результате затопления области аэрации в зоне активной трещиноватости водовмещающих пород, свободных для доступа воздуха, активность окислительных процессов в районе резко снизилась, формирование и развитие новых зон окисления, угрожающих возникновением новых очагов эндогенного пожара, выносом продуктов окисления рудных минералов в подземные и поверхностные воды после затопления рудника Текели исключается.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башкиров Б.Г. Новейшее минералообразование и физико-химические изменения руд и горных пород месторождения Текели. М.: Недра, 1976. – 132 с.
2. Бураков М.М., Овчинников С.Н., Попов Ю.Н., Тажмагамбетов Е.А. Оценка влияния эндогенных пожаров на выбросы в атмосферу и время затопления Текелийского рудника // Вода: экология и технология. Шестой Международный конгресс. Материалы конгресса (Москва, 1...4 июня 2004 г.). Ч. 1. М.: ЗАО Фирма СИБИКО Интернэшнл, 2004. С. 217-218.
3. Бураков М.М., Павличенко Л.М., Тажмагамбетов Е.А. Оценка влияния эндогенных пожаров на химический состав шахтных вод при затоплении рудника Текели // Вода: экология и технология. Шестой Международный конгресс. Материалы конгресса (Москва, 1...4 июня 2004 г.). Ч. 1. М.: ЗАО Фирма СИБИКО Интернэшнл, 2004. – С. 218-219.
4. Бураков М.М., Павличенко Л.М., Тажмагамбетов Е.А., Овчинников С.Н., Попов Ю.М. О некоторых закономерностях формирования химического состава рудничных вод в процессе затопления рудника Текели // Вода: экология и технология. Седьмой Международный конгресс. Материалы конгресса (Москва, 30 мая – 2 июня 2006 г.). Ч. 1. М.: ЗАО Фирма СИБИКО Интернэшнл, 2006. С. 207-208.
5. Опыт борьбы с подземными эндогенными пожарами и внедрение камерной системы разработки с твердеющей закладкой на Текелийском руднике. М.: Недра, 1967. – 127 с.
6. Рэмсден Э.Н. Начало современной химии. – Л.: Химия, 1989. 784 с.

ТОО "Ecotera", г. Алматы

ТОО "Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина", г. Алматы

**АММОНИЙ-ТЕКЕЛІ КЕНІШІН СУ БАСУ ПРОЦЕСІНДЕГІ  
ЭНДОГЕНДІ ӨРТТЕРДІҢ ОШАҚТАРЫМЕН БАЙЛАНЫСТЫ  
ТОТЫҒУ АЙМАҚТАРЫНЫҢ БОЛУЫ МЕН БЕЛСЕНДІЛІГІНІҢ  
АЙҚЫНДАҒЫШЫ**

Е.Ә. Тажмагамбетов

Г.-м-қ ғылымд. канд.      М.М. Бураков

*Мақалада Текелі кенішінің шахта суларындағы аммонийдің пайда болуы Габер процесінің қорытындысы ретінде негізделген. Бұл процесте эндогенді өрт аймақтарында көмірдің, көмірлі тақтатас пен пириттің (1400 °С-тан жоғары) жану (тотығу) температурасының жоғарылығының әсерінен азоттың бөлінуімен жүретін ауаны айдау, сутегінің судан бөлінуі, аммонийдің суда пайда болуы мен еруі. Катализаторлар ретінде (темір,аллюминий тотығы) кен сыйғызатын жыныстар-алюмосиликаттар пайдаланылды. Кеніш суларының*

*химиялық құрамы мен су басу процесінің мониторингінің қорытындысы аммонийдің эндогенді өрттердің қарқындылығының айқындағышы ретінде тиімді екенін дәлелдейді.*