УДК 551.435

А.А.ТИМЧЕНКО
аспирантка кафедры гидрогеологии
и инженерной геологии

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДРЕНИРУЕМЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯКОВЛЕВСКОГО РУДНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Гидрогеохимический мониторинг, проводимый на Яковлевском руднике в 2006-2007 г., позволяет оценить активность перетекания и вторичного увлажнения богатых железных руд в подземных выработках. В процессе проведения мониторинга обнаружено повсеместное проявление сероводорода различного генезиса. Получены закономерности взаимосвязи содержания H_2S и Cl^-. Оконтурены зоны активного перетекания вод из нижнекаменноугольных известняков на горизонтах –425 и –370 м. Установлена тенденция снижения уровня нижнекаменноугольного водоносного горизонта. Выделены зоны с различными водопритоками в подземные выработки горизонта –425 м.

Hydrogeochemical monitoring carried out in 2006-2007 allows estimation of the activity coefficient of overflowing and secondary humidifying of rich iron ores in the underground workings of the Yakovlevsky Mine. Ubiquitous manifestation of H_2S of various geneses was revealed during the research. Regularities in H_2S and Cl^- content patterns were revealed. Zones of active water overflowing from law carboniferous limestones were mapped for the –425 and –370 m horizons. A tendency of decreasing in levels of lawcarbonic aquifer is established. Zones with various water inflows to the –425 m mine horizon were revealed.

В 2005 году СПГГИ(ТУ) была предложена концепция и структура гидрогеодинамического мониторинга, который включает:

1) гидрогеохимические наблюдения, направленные на оценку водопроявлений, развитие фильтрационных деформаций, в том числе и за счет перетекания подземных вод из неосушенного нижнекаменноугольного водоносного горизонта в рудно-кристаллический пласт;

2) геомеханический мониторинг, выполняемый для определения характера деформаций и оценки напряжений в массиве рудных тел и вмещающих пород.

В данной работе представлены результаты гидрогеохимического и гидродинамического мониторинга на Яковлевском руднике, выполненных в 2006-2007 гг.

Развитие фронта горных работ привело к усилению процессов перетекания воды в рудную толщу как из отложений нижнего карбона, так и из более глубоких частей фундамента. Таким образом, состав дренируемых вод Яковлевского рудника формируется за счет маломинерализованных вод рудной толщи, перетока пресных вод из вышележащего нижнекаменноугольного водоносного горизонта и подтока соленых вод из тектонических трещин кристаллического фундамента (рис.1).

Еще в 2004 г. было установлено, что снижение концентрации хлоридов и сухого остатка при одновременном повышении содержания фторидов и сероводорода в дре-

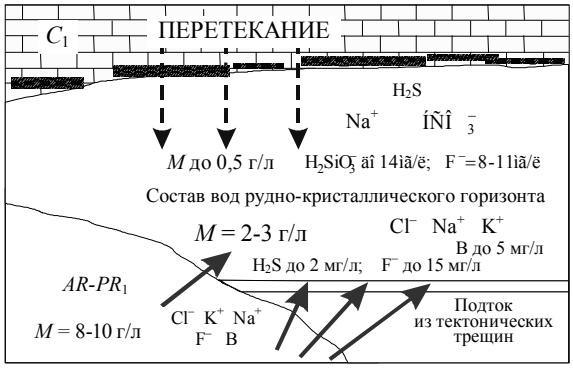


Рис.1. Схема формирования химического состава вод рудно-кристаллического водоносного горизонта (горизонт – 425 м)

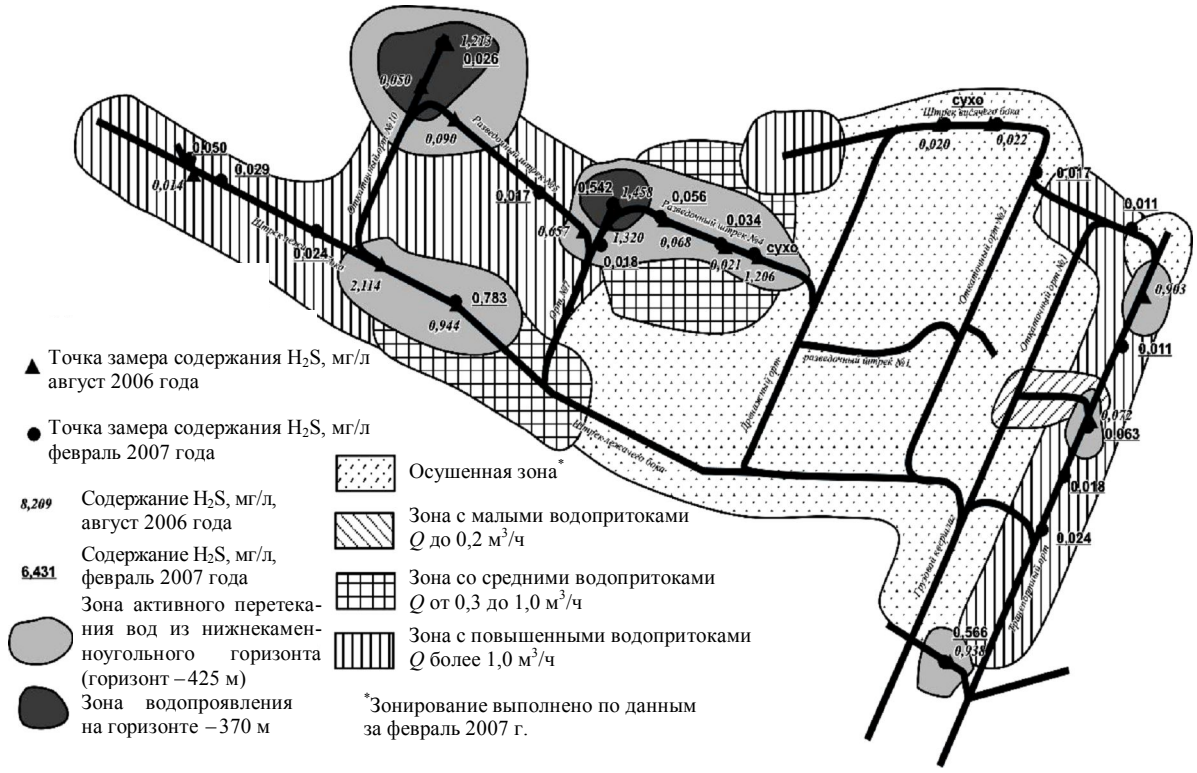


Рис.2. Положение зон перетекания вод из нижнекаменноугольного водоносного горизонта и зон с различными водопритоками на горизонте –425 м

нажных скважинах и других водопроявлениях может служить индикатором перетекания вод из вышележащего нижнекаменноугольного водоносного горизонта в рудное тело.

Особо следует остановиться на наличии сероводорода в длительно функционирующих скважинах. В 2003-2004 гг. было проведено опробование пяти скважин, которые позволили установить следующую закономерность: снижение содержания хлор-иона сопровождается повышением концентрации H_2S в водах рудно-кристаллического горизонта. Известно, что падение содержания Cl^- вместе с общей минерализацией связано с подтоком маломинерализованных вод из нижнекаменноугольных известняков в рудный пласт, следовательно, увеличение концентрации H_2S при снижении минерализации вод объясняется поступлением его из толщи известняков карбона, которые, как известно, обогащены битуминозной органикой, формирующей анаэробную обстановку и способствующей продуцированию биохимического H_2S.

Сероводород и фтор-ион относятся к неустойчивым компонентам и в связи с этим определение их содержания необходимо осуществлять непосредственно в подземных выработках. Соответственно в рамках проведения гидрогеохимического мониторинга подземных вод Яковлевского рудника в 2006-2007 гг. концентрации F^- и H_2S определялись непосредственно в подземных выработках отдельно для каждого водопроявления при помощи портативного иономера с использованием селективных электродов. Одновременно замерялись величины pH, минерализации (с помощью портативного кондуктометра) и температуры исследуемых вод; параллельно в лабораторных условиях отбирались пробы для определения химического состава.

При использовании полевых методов определения сероводорода и фторид-иона были получены весьма интересные результаты: оказалось, что во всех точках опробования присутствует сероводород, содержание фторидов варьировало в значительных пределах от 2 до 10 мг/л (рис.2).

Анализ результатов опробования водопроявлений в подземных выработках Яковлевского месторождения позволил установить, что, возможно, существует два источника поступления сероводорода в подземные воды. Первый из них – нижнекаменноугольный водоносный горизонт, особенно его нижняя часть разреза, где известняки обогащены органическим материалом, прослоями углистых глин и углей. В этой зоне H_2S имеет биохимическое происхождение. Второй источник связан с глубинными процессами. Повышенное содержание H_2S отмечается в зонах тектонических трещин гранитного массива, где наблюдается разгрузка подземных вод с повышенной минерализацией (8-10 г/л), в пределах которых H_2S может быть каталитическим или глубинным. Зоны активного перетекания из нижнекаменноугольного горизонта в подземные выработки показаны на рис.2. Следует обратить внимание на водопроявления в выработках на осушенном горизонте –370 м. По-видимому, такое перетекание наблюдается по зонам тектонических разломов.

Ведение очистных работ на Яковлевском руднике приводит к интенсификации процессов перетока в рудный пласт и подземные выработки вод из вышележащего нижнекаменноугольного водоносного горизонта. Поэтому в настоящее время необходимо продолжить ежемесячные наблюдения за колебаниями содержания в воде Cl^-, ÍÑÎ $_3^-$, F^- и H_2S, которые являются индикаторами перетекания более пресных вод в рудно-кристаллический водоносный горизонт.

Одной из основных задач гидродинамического мониторинга является анализ изменения гидродинамических условий рудно-кристаллического и нижнекаменноугольного водоносных горизонтов. В течение 2005-2006 гг. регулярно осуществлялись наблюдения за уровнями подземных вод рудно-кристаллического и нижнекаменноугольного водоносных горизонтов в девяти скважинах, пробуренных с поверхности земли.

По графикам изменения абсолютных отметок уровней подземных вод рудно-кристаллического водоносного горизонта в режимных скважинах за 2005-2006 гг. можно проследить общую тенденцию снижения уровней водоносного горизонта рудной залежи (рис.3, *а*). В результате развития фронта горных работ и активного бурения дренажных, опережающих и разведочных скважин в подземных выработках происходит развитие депрессионной воронки по площади, что подтверждается снижением абсолютных отметок уровня рудно-крис-

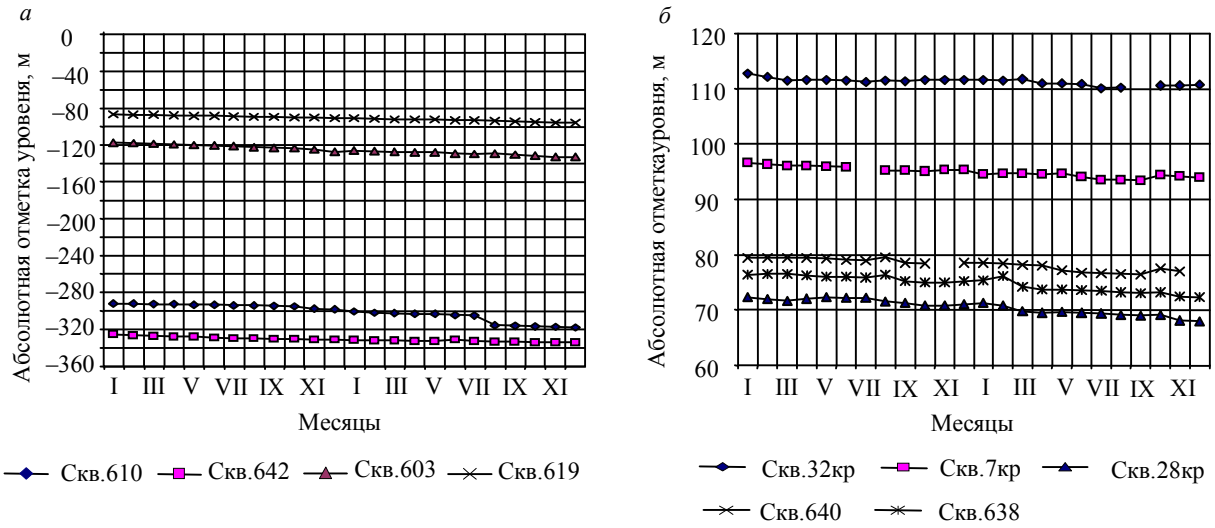


Рис.3 Динамика изменения уровня подземных вод рудно-кристаллического (*а*) и нижнекаменноугольного (*б*) водоносных горизонтов по данным замеров в скважинах, пробуренных с поверхности земли
а – скв.642 – в пределах рудной полосы; скв.603 – в лежачем боку рудной залежи; скв.619 и 610 – в висячем боку рудной залежи; *б* – скв.32кр и 7кр – соответственно в районе шахтных стволов № 2 и 3; скв.28кр – в пределах рудного тела; скв.640 – в районе транспортного орта; скв.638 – на штреке висячего бока

таллического водоносного горизонта, замеренных в режимных скважинах (средние значения понижения 8-26 м). Висячий бок рудной залежи характеризуется максимальным снижением уровня руднокристаллического водоносного горизонта (скв.610).

Динамика изменения абсолютных отметок уровней нижнекаменноугольного водоносного горизонта в поверхностных скважинах показана на рис.3, *б*. С 01.2005 по 12.2006 г. отмечается явная тенденция к постепенному снижению пьезометрической поверхности нижнекаменноугольного водоносного горизонта (на 2-4 м за 2005-2006 гг.). Наибольшее снижение уровня фиксируется в пределах рудного тела (скв.28кр), за два года 4,24 м.

В рамках выполнения гидрогеохимического и гидродинамического мониторинга на Яковлевском руднике сотрудниками СПГГИ(ТУ) в августе 2006 г. и феврале 2007 г. были обследованы все подземные выработки горизонтов –425 и –370 м. По результатам проведенных работ были выделены четыре зоны с различным водопритоками (см. рис.2): осушенная; с малыми водопритоками; со средними водопритоками; с повышенными водопритоками.

Быстрое снижение абсолютных отметок уровня рудно-кристаллического водоносного горизонта в результате проведения дренажных мероприятий на Яковлевском руднике при развитии фронта горных работ и одновременное снижение уровня нижнекаменноугольного водоносного горизонта ведут к увеличению градиента напоров этих водоносных горизонтов. Можно предположить, что данный процесс способствует интенсификации процессов перетекания вод из вышележащего неосушенного водоносного горизонта нижнего карбона в рудно-кристаллический, а также непосредственно в подземные выработки. Одновременное снижение уровней рудно-кристаллического и нижнекаменноугольного водоносных горизонтов свидетельствуют об их активной гидравлической связи, что интенсифицирует процессы перетекания более пресных вод нижнего карбона в рудный пласт. Следует отметить, что в 46 % опробованных скважин и водопроявлений отмечается минерализация воды менее 0,8 г/л, что подтверждает вывод о возрастании роли перетекания пресных вод.

Одновременно ставится вопрос о возможности использования дренируемых подземных вод для бальнеологических целей, требующий детальной проработки с точки зрения выбора отдельных постоянно действующих скважин и водопроявлений, а также обеспечения надежной защиты этих вод от загрязнения, связанного с функционированием горных предприятий. По результатам проведения гидрогеохимического мониторинга был выбран ряд постоянно действующих скважин, пробуренных в транспортном орту и порожняковом квершлаге, а также водопроявления по тектоническим трещинам, располагающиеся в грузовом квершлаге и на объездной второго ствола, воды которых могут быть использованы как минеральные при организации каптажа каждого отдельного водопроявления.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *Р.Э.Дашко*