

Таким образом, данные второй серии опытов по изучению частоты встречаемости эмбриональных леталей свидетельствует как о высоком уровне возникновения ПЭЛ, при обработке родительских форм CuSO_4 различными концентрациями, так и в последующих поколениях.

В третьей серии эксперимента рассматривался еще один показатель генотоксического эффекта, а именно частота возникновения постэмбриональных леталей.

По сравнению с контролем родительские особи, подвергшиеся действию меди различной концентрации на стадии личинки, обнаруживают при всех трех концентрациях очень высокие значения частоты встречаемости неразвившихся особей. Обнаружена прямая зависимость от концентрации изучаемого агента. Наибольшее количество вылетевших имаго обнаружено при минимальной концентрации, которое составило 52,5 %.

Обращает на себя внимание гибель не только на стадии личинки, но и на стадии куколки.

Таким образом, соединения меди оказывают существенное влияние не только в эмбриональный период, но и в постэмбриональный.

В ряду поколений в каждом опыте соответствующей концентрации CuSO_4 нами было прослежено закономерное снижение частоты встречаемости поздних эмбриональных леталей. Во II поколении отбора частота встречаемости личиночных и куколочных леталей приближается к значениям, близким к контролю, и фактически уже не отличается от контроля по данному показателю. При низких концентрациях CuSO_4 частота вылета имаго от числа отложенных личинок приближается к 90 %.

Таким образом, судя по нашим данным, биологический эффект при использовании разных концентраций CuSO_4 демонстрирует довольно сложную картину повреждения на разных этапах развития организма. Тем не менее полученные нами данные свидетельствуют об определенной мутагенной активности данного соединения, по крайней мере на уровне генеративных клеток.

Влияние соединений меди на соматические клетки в ходе онтогенеза было прослежено нами при изучении процессов с использованием родительских форм при минимальной концентрации CuSO_4 . При такой концентрации возникали повреждения крыльев с определенной частотой.

Такого рода изменения не были обнаружены, судя по данным лаборатории генетики, даже в случае анализа морфологических мутаций. Это свидетельствует о том, что соединения меди оказали влияние на морфогенез крыла еще в период детерминации, в процессе метаморфоза. Можно высказать предположение о том, что подобного рода результаты базируются на молекулярно-генетической основе, на уровне реализации наследственной информации.

1. Осуществлен сравнительный анализ генотоксического эффекта на модельном объекте *Drosophila melanogaster* с использованием трех концентраций CuSO_4 0,012 г на 0,050 л среды, 0,025 г на 0,050 л среды, 0,050 г на 0,050 л среды в родительском первом и втором поколениях отбора.

2. Показано, что пребывание дрозофил на среде в присутствии солей меди в указанных концентрациях в период личиночного развития обуславливает у имаго родителей значительное снижение плодовитости по сравнению с контролем, увеличение частоты эмбриональных и постэмбриональных леталей. В последующих поколениях прослежен пролонгирующий эффект в отношении указанных показателей.

3. При незначительных концентрациях CuSO_4 обнаружены явления возникновения хеморфозов в виде повреждения «вырезка на крыле» с частотой встречаемости 0,9 %.

На основании полученных результатов делается вывод о мутагенной природе CuSO_4 в зависимости от концентрации.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА МЕДНОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ (на примере Гумешевского месторождения)

КОНОНУЧЕНКО А. И.

Уральская государственная горно-геологическая академия

Гумешевское месторождение было открыто в 1702 году по следам древних разработок и отходов плавки медных руд. Археологические раскопки датируют древний металлургический комплекс VI-IV вв. до н. э. Разработка месторождения с перерывами осуществляется с 1735 года.

В 1735-1871 гг. открытые и подземные горные работы велись только в центральной части месторождения в приповерхностной зоне окисленных руд (меденосные глины) и были сосредоточены в центральной части месторождения. Здесь на площади размером 640x200 м² было пройдено около 200 шурфов и шахт, шесть из которых имели глубину до 150 м. Наиболее крупными выработками старых горных работ являлись шахты Воскресенская, Анненская, Покровская, Люфтлог, Васильевская и Георгиевская. Оработка руд зоны окисления была прекращена (рудник был затоплен) из-за большого притока воды, высокой стоимости водоотлива и низкого содержания меди в руде.

До 1917 года в небольших масштабах производилась лишь добыча руды открытыми работами и промывка старых отвалов (кучное выщелачивание меди). Эти работы были возобновлены в 1926 году английской концессией «Лена-Голдфилдс Лимитед» и продолжались до 1931 года.

Работы по восстановлению Гумешевского рудника велись в 1953-1958 гг., после чего оработка осуществлялась подземным способом (шахты Капитальная – глубиной 550 м, Георгиевская – 140 м, Южная и Южный вентиляционный шурф глубиной 370 м, шахта Слепая – с горизонта 370 на горизонт 550 м) с использованием камерной системы оработки с обрушением и частичной закладкой выработанного пространства. На горизонте 100 м шахты Георгиевская, Южная и Капитальная сбиты горными выработками, первые две шахты сбиты также на горизонте 50 м. Кроме того, каждый горизонт вскрывается квершлагами от шахты Капитальной и Южного шурфа, штреками и вентиляционными восстающими на северном фланге рудника. Северный фланг месторождения предусматривалось вскрыть шахтой Северной до горизонта 430 м (в 2 км к северу от шахты Капитальной) и затем сбить их полевыми штреками. Однако от оработки шахтным способом северной части месторождения пришлось отказаться из-за сложных гидрогеологических условий. До 1995 года работы велись на горизонтах 54, 100, 145, 190 и 250 м от поверхности, после чего подземные горные выработки были затоплены.

Площадь месторождения непосредственно прилегает с востока к территории ОАО «Полевской криолитовый завод» (ПКЗ), занимая верхнюю часть разреза оработанного и ликвидированного «мокрым» способом Гумешевского медноскарнового месторождения (бывший Гумешевский рудник).

Систематические экологические исследования в данном районе в основном связаны с деятельностью ОАО «ПКЗ». На заводе имеется сеть наблюдательных пунктов контроля почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Пространственные границы системы контроля за состоянием окружающей среды в восточном направлении попадают на территорию Гумешевского месторождения медистых глин.

Учитывая сложность гидрогеологических условий месторождения и уже имеющуюся тяжелую экологическую обстановку на его территории, необходим поиск новых технических решений и технологий для осуществления его оработки методом подземного выщелачивания без нанесения ущерба природной среде.

В настоящее время природные ландшафты и почвы претерпели интенсивные антропогенные изменения и относятся к очень сильно измененным природным комплексам. Связано это преимущественно с проводимой в пределах территории в течение ряда столетий добычей полезных ископаемых. Основными элементами антропогенного ландшафта являются отвалы фторогипса, отвалы небольших карьеров (положительные формы), а также заросшие старые карьеры, пруды-отстойники криолитового завода и Гумешевского рудника. Наиболее типичны для антропогенного ландшафта затопленные старые горные подземные выработки, особенно в зоне обрушения Гумешевского месторождения, заполненные водой. Складирование отходов происходило неоднократно, вероятно, нижняя часть отвала сложена пиритными огарками. Необходимо отметить, что часть небольших карьеров начинает превращаться в свалки бытовых отходов.

Преобладание антропогенных процессов над природными и обеспечило современную картину ландшафта: характерна смена растительности с преобладанием берез и поросли сосен, формирование на большей части территории новообразованного примитивного профиля почв на перемещенных делювиальных и элювиальных глинах. Эти почвы имеют молодой возраст и соответственно легкий механический состав, в большей степени подвержены процессам эрозии и дефляции, так как растительный покров на них, как правило, имеет незначительное проективное покрытие.

Основной вклад в загрязнение территории принадлежит горнодобывающей промышленности, в результате деятельности которой и были сформированы техногенные почво-грунты практически на всей территории участка. Среди тяжелых металлов, загрязняющих территорию, главное

место принадлежит меди (Сi/ПДК до 50-60), в меньшей мере накапливаются свинец, цинк, хром, никель и марганец.

Непосредственно в пределах геологического отвода месторождения располагаются следующие источники загрязнения подземных и поверхностных вод, относящиеся к производственной деятельности Полевского криолитового завода: отвал пиритовых огарков, отвал кислого фторгипса, фенольные отстойники бывшей газогенераторной станции завода.

Отвал пиритных огарков криолитового завода расположен севернее территории проектируемой санитарно-защитной зоны, на линии водораздела между Северским прудом и р. Железянкой. Общее количество пиритных огарков криолитового завода оценивается в 400 тыс. т.

Накопители фенольных стоков завода появились на рассматриваемой территории в период сороковых-шестидесятых годов в результате производственной деятельности бывшей газогенераторной станции криолитового завода и являлись причиной высоких концентраций фенолов, обнаруженных в шахтных водах в 1954 году, вследствие чего возникла невозможность сброса шахтных вод в Северский пруд при эксплуатации Гумешевского рудника. При скважинном опробовании фенолы отмечались преимущественно в верхних слоях воды (мощностью 5-10 м) и были распространены в виде узкой субмеридиональной полосы. По мере работы шахтного водоотлива к июню 1957 года содержание фенола снизилось до 0,03-0,05 мг/дм³.

Первоначально фенольные стоки с содержанием фенола до 1715-1750 мг/дм³ сбрасывались в заброшенные до пятидесятых годов шахты Гумешевского рудника – Георгиевскую и Английскую, одна из которых позднее была восстановлена при отработке коренных руд (горные выработки горизонта 25-30 м оказались заполненными фенольными смолами), а вторая находится в зоне обрушения на территории, планируемой к отработке способом подземного выщелачивания.

В 1940-1941 гг. для приема фенольных стоков был построен специальный прудок, который в настоящее время наполовину засыпан упомянутым выше отвалом пиритовых огарков. В данный незкранированный прудок в период с 1940 по 1955 годы было сброшено около 4 млн м³ фенольных стоков. Прудок размещался на участке старых горных выработок Гумешевского рудника (в его днище имелись и шахтные стволы), в зоне распространения трещиноватых закарстованных известняков, прикрытых сверху 3-5-метровой толщей песчано-глинистых отложений, и гидравлически был связан с подземными горными выработками, поэтому после обнаружения фенолов в подземных водах шахт Гумешевского рудника часть стоков из отстойника была перекачана в расположенный в 0,2 км восточнее – юго-восточнее отработанный карьер глини, а для фенольных стоков созданы новые отстойники на территории западнее рудного поля Гумешевского месторождения. На территории отстойника фенольных стоков и карьера, куда перекачивались стоки, рекультивация в современном понимании не была выполнена.

Нерекультивированный отвал кислого фторгипса (исходно отвал содержал до 15 % серной кислоты и до 8 % фтора) расположен вдоль восточной границы промплощадки Полевского криолитового завода, в пределах юго-западной части санитарно-защитной зоны проектируемого предприятия и является источником загрязнения подземных и поверхностных вод фтористыми соединениями и сульфатами, способствует кислой реакции среды и увеличивает минерализацию и общую жесткость вод.

Южная оконечность отвала примыкает непосредственно к затопленной северной зоне обрушения Гумешевского рудника, часть отвальной массы сползла в провал над подземными горными выработками и стала непосредственным загрязнителем подземных вод. Приотвальные воды аналогичного отвала, расположенного северо-западнее промплощадки криолитового завода, содержат до 220-590 мг/дм³ фтора и до 26059-27600 мг/дм³ сульфатов.

Источником химического загрязнения подземных и поверхностных вод района является расположенная непосредственно западнее рудного поля Гумешевского рудника территория (41 га) действующего с 1933 года криолитового завода (предприятие III категории по степени химической опасности) с расположенными там наземными и подтопленными после прекращения действия шахтного водоотлива Гумешевского рудника подземными водонесущими коммуникациями, складами химических веществ и нефтепродуктов. В производстве используется серная кислота, флюоритовый концентрат (CaF₂ – не менее 90 %), кальцинированная сода (Na₂CO₃), гидроксид алюминия (Al₂O₃ – не менее 34 %) [3].

Интенсивная многолетняя горнодобывающая деятельность на территории междуречья р. Железянки и Северского пруда привела к активизации геохимических и геомеханических процессов.

На территории месторождения происходят следующие инженерно-геологические процессы:

- сдвигение и обрушение горных пород, постепенное многолетнее проседание и прогибание поверхности, провалы поверхности над подземными горными выработками с разгрузкой в мульду обрушения подземных вод;
- оползневые процессы на отвалах (как породных – Гумешевского рудника, так и на отвалах отходов Полевского криолитового завода), попавших в зону обрушения;
- затопление заброшенных открытых и подземных горных выработок;
- подтопление и заболачивание просевшей территории после заполнения воронки депрессии шахтного водоотлива.

Подземные горные работы (преобладающая конфигурация подземных выработок субмеридиональная) производились преимущественно без закладки выработанного пространства. На поверхности Гумешевского рудника образовалась хорошо сформировавшаяся зона сдвигения и обрушения, имеется два провала над шахтными выработками – северный и южный. В южной части северного рудного тела имеется провал размером 260-160 м и глубиной около 50 м, окаймленный целым рядом трещин разрыва, примыкающий к сползающему в него отвалу кислых фторгипсов криолитового завода. Южный провал (площадью около 0,5 га и глубиной около 15 м) обвалован по всему периметру (для уменьшения водопритоков в шахты) и находится в пределах заболоченной территории поймы естественного русла реки Железянки. Обе зоны провалов заполнены водой.

Мульда сдвигения представлена зоной трещин разрыва и зоной плавных деформаций. Максимальное оседание поверхности на 30.08.93 г. составляет 2,4 м. Фиксируются и свежие подвижки поверхности в виде воронок обрушения диаметром до 2 м и глубиной до 0,6-2,0 м. С 1999 года большая часть подвальных помещений ОАО «Полевской криолитовый завод», построенных на горных выработках Гумешевского рудника, затоплена грунтовыми водами.

Ухудшение инженерно-геологической ситуации обусловлено следующими факторами:

- наличием отвалов вскрышных и вмещающих пород, отвалов некондиционных руд;
- формированием временных и постоянных подотвальных водотоков и вод в зонах обрушения над старыми горными выработками, имеющими специфический химический состав;
- затрудненностью поверхностного стока с территории;
- деградацией растительности;
- наличием большого количества скважин различного назначения, как и подземные горные выработки, делающих подземные (и тесно связанные и ними гидравлически поверхностные) воды чрезвычайно уязвимыми и не защищенными от возможности поверхностного загрязнения.

В последние годы установлено появление новых небольших воронок обрушения и постепенная плавная просадка железнодорожных путей и близлежащих зданий криолитового завода. Даже без возможной активизации процессов при отработке Гумешевского месторождения методом подземного выщелачивания деформация поверхности рудного поля Гумешевского месторождения может продолжаться десятки лет и представляет опасность для зданий и сооружений как криолитового завода, так и предприятия по подземному выщелачиванию, что требует проведения постоянных наблюдений.

Деформации зданий и сооружений, провалы и пучения поверхности (основная часть территории криолитового завода подстилается мраморами, лишь северо-западная часть территории – зеленые сланцы и порфириды; на юго-восточной границе промплощадки проходит контакт мраморов со скарнами) наблюдались на территории задолго до начала шахтного водоотлива на Гумешевском руднике. В результате проведенных в 1995 году исследований территории карстовых пустот значительного размера не отмечено, но было установлено, что грунты промплощадки пропитаны концентрированными кислотами (серная и плавиковая), что вызывает ускоренное разрушение водопроводных и канализационных труб и цемента в кадке фундамента зданий и сооружений. Попадая в грунт, серная кислота растворяет известковые компоненты (мрамор и известняк), а плавиковая – силикаты. В результате породы выщелачиваются, увеличивают свою пористость и дают просадки. При реакции мраморов с кислотой образуется пенообразная текучая рыхлая масса (наблюдавшаяся в провалах на территории завода), почти не обладающая несущими свойствами, объем которой превышает объем исходной породы (что объясняет наблюдавшиеся случаи пучения бетонного покрытия полов в цехах).

Поэтому при отработке месторождения методом подземного выщелачивания необходимо учесть возможность изменения устойчивости пород, связанную с изменением несущей способности грунтов.

На первых этапах экологического мониторинга необходимо выполнять наблюдения за широким спектром компонентов состава подземных вод, в том числе за теми компонентами, появление которых обусловлено производственной деятельностью криолитового завода, так как отработка Гумешевского месторождения способом подземного выщелачивания может способствовать возникновению новых природных процессов, увеличению скорости водообмена, растворению и разрушению пород, нарушению на отдельных участках природной защиты подземных и поверхностных вод и увеличению площади и степени загрязнения гидросферы.

При планировании наблюдательной сети следует учитывать уже существующие на данной территории пункты наблюдения гидросферы, принадлежащие Полевскому криолитовому заводу и АОЗТ «Карат».

Кроме того, необходимо организовать контроль за составом воды в зонах обрушения и провалах, старых выработках Гумешевского рудника, а именно:

- в провале у подножия отвала кислого фторгипса;
- в обвалованных и затопленных зонах обрушения в пойме р. Железянки;
- в ручье, вытекающем из ствола шахты Южная-Вентиляционная.

Также необходимо организовать контроль за составом подземных вод, пробурив специальные наблюдательные скважины до начала работ по выщелачиванию.

Так как процесс деформации поверхности может привести к техногенным авариям в процессе отработки медистых глин способом подземного выщелачивания, то необходимо организовать наблюдения за состоянием земной поверхности вблизи линии железной дороги, пересекающей рудное поле, вблизи особо ответственных и химически опасных зданий и сооружений предприятия по выщелачиванию, а также на восточной границе и прилегающей территории Полевского криолитового завода.

В программу экологического мониторинга необходимо также включить и гидробиологический мониторинг поверхностных вод (Северский пруд). Наиболее подходящим для этого является сообщество донных беспозвоночных (макрозообентос).

Почвенный покров следует контролировать в восточной, наименее измененной части территории.

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА САЛЕХАРДА

ЛИХАРЕВ Б. В.

Уральская государственная горно-геологическая академия

Известно, как ранима, как трудно восстанавливается северная природа. Нарушенный человеком хрупкий баланс восстанавливается довольно медленно и не всегда в своем первоначальном виде.

Специфика региона состоит в том, что химическое загрязнение ландшафтов носит пока локальный характер, и превышение ПДК в почвах отмечается лишь для немногих элементов на весьма ограниченных участках (свалки, дороги, автобазы и др.).

Города и поселки на севере представляют собой очаги концентрированного техногенного влияния на природную обстановку. Естественно, что результат этого негативного влияния зависит как от природных условий, так и от интенсивности техногенного воздействия. Специфические природные условия определяют особенности проявления техногенных процессов.

Типовым районом влияния городских агломераций с их инфраструктурой на геологическую среду (ГС) может служить г. Салехард. Основными факторами, определяющими здесь состояние ГС, являются: природные – климатические, ландшафтные, гидрологические, геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические; техногенные – селитебные, промышленные, транспортные, энергетические, сельскохозяйственные, хозяйственно (коммунально)-бытовые.

Салехард с его внутренней инфраструктурой и пригородными инженерными сооружениями протянулся на 15 км при ширине 2-3 км. Из них селитебные территории городской застройки административно-хозяйственного центра с 2-5-этажными зданиями с централизованным теплоснабжением, водоснабжением и канализацией охватывают район, широтновытянутый на 5 км в право-