

ГОРНОЕ ДЕЛО

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Артемьева О.А., Скороходов В.Ф.
ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

В результате работы предприятий горнопромышленного комплекса ежегодно в природные водоемы сбрасываются большие объемы сточных вод, которые содержат вредные примеси, ухудшающие состояние водных экосистем, что неизбежно влечет за собой не только увеличение экологической нагрузки на природную среду, но и дополнительные расходы промышленных предприятий на штрафные санкции. Замена природных пресных вод, расходуемых на технологические нужды, очищаемыми сточными водами позволит решить проблему дефицита водных ресурсов и предотвратить истощение запаса пресных вод.

Существующие на сегодняшний день способы по очистке сточных вод либо требуют больших затрат, необходимых для создания очистных сооружений, либо образуют большие объемы отходов, подлежащих утилизации. Наряду с этим существующие способы являются малоэффективными, поэтому вопросам интенсификации процессов очистки сточных вод уделяется значительное внимание.

Для решения вопроса по снижению загрязнений в сбрасываемых очищаемых водах была разработана технология по очистке сточных вод, основанная на синергетическом эффекте при концентрировании загрязнений в многофазной системе. В качестве базового аппарата технологического комплекса была взята флотационная машина для разделения руд в активированных водных дисперсиях воздуха (АВДВ).

Способ очистки сточных вод реализуется в многофазной системе с заранее сформированными поверхностными свойствами фаз и включает коагуляцию, сорбцию и флотацию в активированной водной дисперсии воздуха (АВДВ). Все перечисленные процессы очистки реализуются в одном объеме.

Исследования проводились на отобранных сбросах сточных вод Ловозерского ГОКа, которые содержат один из таких вредных примесей как фтор. Содержание фтора в сбросах сточных вод варьировалось в пределах 9-9,5 мг/л. Реализуемая технология позволила уменьшить содержание фтора до 0,16 мг/л, что соответствует нормам ПДК в очищенной воде для сброса их в открытые водоемы. Эффективность очистки по F составляет более 96%. Также данная технология позволяет получать высокие показатели очистки и от других загрязняющих веществ, таких как взвешенные вещества, магний, кальций и т.д.

Разработанный способ исключает необходимость предварительного осаждения взвешенных веществ и скоагулированных растворенных примесей и сокращает объемы отходов, подлежащих утилизации, что в свою очередь делает предлагаемый метод наиболее эффективным по сравнению с другими известными методами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ВЛАГИ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕЧЕНГСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Башарина В.И., Варюхина И. М.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Территория Мурманской области чрезвычайно богата минерально-сырьевыми ресурсами. В её недрах учтено более 200 видов месторождений минерального сырья. Из них добывается 29 видов полезных ископаемых более чем на 70 месторождениях, на кадастровом учете находятся ресурсы более 100 рудопроявлений.

На базе эксплуатации минерально-сырьевых ресурсов на территории Кольского полуострова создан мощный научно-технический производственный потенциал,

обеспечивающий поставку почти 95 % фосфатного сырья, 43 % никеля производится у нас, более 40 % кобальта, 15 % меди, около 80 % железного и алюминиевого сырья, 100% редкометального концентрата, около 100 % логопита и вермикулита.

АО «Кольская ГМК» представляет собой единое горно-металлургическое производство по добыче сульфидных медно-никелевых руд и производству электролитного никеля, электролитной меди, карбонильного никелевого порошка, кобальтового концентрата и концентратов драгоценных металлов, серной кислоты.

Одним из основных центров на предприятии АО «Кольская ГМК» является контрольно-аналитический центр обеспечивающий контроль химического состава и свойств технологических продуктов. В состав центра входят: научно-исследовательская часть, отдел технического контроля и испытательная лаборатория.

Опробование полезных ископаемых – единственный научно-обоснованный способ выявления их качества, минерального и химического состава, внутреннего строения, физико-технических и технологических свойств и оценки их соответствия существующим требованиям промышленности.

Качество опробования часто связывают с расчетом какого-либо параметра опробования, например, массы пробы или числа точечных проб. Однако результат опробования предопределяется всей технологией отбора, подготовки и анализа проб, а также свойствами опробуемого продукта. Поэтому только понимание этих свойств и особенностей, а также расчет и анализ всей технологии опробования могут обеспечить должное качество опробования или объяснить неожиданный результат. В опробовании существуют свои законы, принципы и расчетные формулы. Знание этих законов, соблюдение принципов и расчет промежуточных и конечных результатов позволяют осуществлять опробование с необходимым или допустимым качеством.

Исследование физико-механических свойств, а также качества, как поступающей руды, так и металлосодержащих продуктов (меди цементной и кобальтового концентрата) можно установить только с помощью правильного проведенного опробования.

Определение массовой доли влаги металлосодержащих продуктов показало, что они соответствуют качеству, установленному технической инструкцией контроля химического состава и свойств технологических продуктов (ТИ 3-48200234-05.1-12-2015), согласно которой массовая доля влаги меди цементной не должна превышать 15 % (9,4 %), а массовая доля влаги кобальтового концентрата не должна превышать 65 % (44,5 %).

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ КАРЬЕРОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РАЗНОЙ МОЩНОСТИ И ЦЕННОСТИ

Билин А.Л.

ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

Методы проектирования довольно гибки и рекомендуют определять основные параметры освоения месторождений в зависимости от горно-геологических условий (ГГУ). Так, допустим, при определении границ карьеров, граничный коэффициент вскрыши может определяться или по замыкающим (предельным) показателям сырьёдобывающей подотрасли или при экономическом сопоставлении открытого и подземного способов разработки. Вместе с тем в практике проектирования карьеров широкое применение получил метод применения натурального замыкающего показателя, равного $10 \div 12 \div 14 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Такой граничный коэффициент вскрыши, который может быть назван граничным по аналогии (или по аналогу) **KB_г**, был получен на отдельных месторождениях, проверен на ряде других и, в дальнейшем стал широко применяться на многих месторождениях как натуральный замыкающий показатель без должного экономического обоснования.

Следует отметить, что в значительном количестве случаев погрешности определения граничного коэффициента вскрыши незначительны и, из-за наличия довольно большой «зоны равноэффективных решений», экономические показатели вариантов проектов освоения месторождений могут отличаться несущественно – на единицы и первые десятки

процентов. Вместе с тем выявлены две зоны потенциально больших отклонений параметров карьеров от абсолютных оптимумов, которые могут оказать серьезное влияние на экономические показатели и принимаемые решения.

Первая зона характеризуется относительно бедными месторождениями при больших размерах и мощностях месторождений и относительно благоприятных ГГУ.

К таким месторождениям можно отнести средние и малые месторождения железных руд Заимандровского (Оленегорского) железорудного района. В Оленегорском и Мончегорском районах Мурманской области, кроме эксплуатируемых месторождений, имеется еще несколько средних по запасам и множество мелких (рудопроявлений), на которых рудные тела имеют пластообразное строение (иссеченное геологическими разломами) при крутопадающем падении и малой мощности покрывающих наносов.

В 1983 и 1990 годах (дважды) проектировщиками по результатам предварительной разведки был выполнен анализ минерально-сырьевой базы с выделением участков первоочередного освоения при $KBr_a = 12 \text{ м}^3/\text{м}^3$. В итоге были определены как перспективные запасы руды в объеме почти полмиллиарда тонн, разработка которых (всех) была признана нерентабельной, что резко подорвало к ней интерес производителей.

Анализ ГоИ КНЦ РАН привел к уменьшению глубин карьеров, запасов, но показал, что все они являются рентабельными. Фактически, из ресурсов были выделены «потенциально-промышленные запасы».

Обратная картина (но с аналогичным результатом) была выявлена на малых высокоценных месторождениях Заимандровского медно-никелевого района. Там при применении все того же KBr_a проектировщиками были определены небольшие участки освоения, разработка которых была признана нерентабельной и они даже были сняты с государственного баланса как неперспективные.

Вместе с тем анализ с граничным (допустимым) коэффициентом вскрыши по замыкающему показателю отрасли $KBr_d = 30 \text{ м}^3/\text{м}^3$ позволил более чем вдвое увеличить размеры и запасы участков, в полтора раза – производительности и сроки их отработки, превратив в небольшие, но вполне рентабельные геологические объекты с внутренней нормой прибыльности проектов их разработки в 25-30%.

Все это показывает, что проектировщикам необходимо переходить от систем натуральных замыкающих показателей к экономическому определению этих показателей, причем с учетом ценности полезных ископаемых и ГГУ.

ВЫБОР ТИПА КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ ОТКАТОЧНОГО ШТРЕКА ГОРИЗОНТА +310 М РАСВУМЧОРРСКОГО РУДНИКА АО «АПАТИТ»

Вдовин О.В., Бекетова Е.Б.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

В настоящее время параметры крепи и технология ее возведения на Расвумчоррском руднике АО «Апатит» принимаются в соответствии с «Инструкцией по креплению горных выработок», а также в соответствии с регламентом на проектирование отработки запасов месторождения «Апатитовый Цирк» и подкарьерной части «Плато Расвумчорр» до гор. +310 м. Горнотехнические и горно-геологические условия планируемого для разработки горизонта +310 м характеризуются большой протяженностью рудного тела по простиранию (2.6 км) и переменной мощностью горизонтальной рудной залежи (от 40 до 144 м). Переход горных работ на глубокие горизонты в ухудшающихся горно-геологических условиях требует обеспечения их безопасности, в связи, с чем вопросы поддержания горных выработок и контроль над их состоянием в течение всего срока эксплуатации приобретают все большую актуальность.

Анализ горно-геологических условий показал, что на гор. +310 м Расвумчоррского рудника наблюдается преобладание горизонтальными напряжениями вертикальных. Просматривается взаимосвязь горизонтальных напряжений с прочностными и деформационными свойствами пород. На основании изученных физико-механических

характеристик пород произведена оценка устойчивого состояния горных пород, которая показала, что породы и руды относятся к устойчивым породам первой категории устойчивости.

Из пяти видов крепления, применяемых на глубоких горизонтах Расвумчоррского рудника, для откаточного штрека гор. +310 м было выбрано усиленное набрызг-бетонное крепление с металлической сеткой с толщиной 50 мм.

Основными недостатками усиленного набрызг-бетонного крепления с металлической сеткой являются высокая трудоемкость при её возведении (процесс крепления металлической сетки осуществляется вручную и его практически невозможно механизировать в существующем виде), большой расход сыпучих материалов (цемент, песок), сложные схемы доставки данных материалов на рудник, а также ограничение технологической возможности одновременной проходки и крепления горной выработки. Поэтому, с целью поиска альтернативных вариантов крепления горных выработок, нами был проведен анализ мирового опыта крепления в аналогичных условиях ведения подземных горных работ. В этой связи заслуживает внимания опыт применения полимерного покрытия Tekflex, широко используемого для крепления выработок на горных предприятиях зарубежных стран.

Сравнительный анализ показал преимущества полимерного покрытия Tekflex по отношению к усиленному набрызг-бетонному креплению с металлической сеткой: стоимость крепления 1 м² ниже на 5 %; производительность труда выше в 8 раз; сокращение сроков строительства выработок на 15%; расход материала ниже в 42 раза; время достижения 90% прочности меньше в 28 раз и составляет 1 сутки; менее химически агрессивно по отношению к бетонному раствору.

Таким образом, на откаточном штреке гор. +310 м рекомендуется использовать в качестве крепления полимерное покрытие Tekflex.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Герасимов А.Ю.

Филиал горного университета «Хибинский технический колледж», г. Кировск

По разнообразию минеральных видов Кольский полуостров не имеет аналогов в мире. На его территории обнаружено около 1000 минералов — почти 1/3 всех известных на Земле. Месторождения апатит-нефелиновых руд, никеля, железа, платиновых металлов, редкоземельных металлов, лития, титана, бериллия, строительных и ювелирно-поделочных камней (амазонит, аметист, хризолит и т.д.), керамических пегматитов, слюды (мусковит, флогопит и вермикулит) — крупнейшие мировые запасы

Кольский полуостров иногда называют "полуостров сокровищ". По данным Геологического института Кольского научного центра, на начало 1990 года здесь зарегистрировано 930 видов минералов и их разновидностей - почти треть всех известных в настоящее время. Некоторые из них не встречаются больше нигде в мире. Даже знаменитый Урал, долгое время считавшийся естественным минералогическим музеем мира, уступает в этом отношении Кольскому полуострову. На Урале насчитывается приблизительно 770 минералов.

Если затрагивать тему развития добычи полезных ископаемых в зоне Арктики и субарктических зон, то можно отметить, что на данной территории сконцентрирована одна из немалых частей полезных ископаемых, которые позволят увеличить экономическое состояние стран в два, а то и во все три раза.

Вопрос разработки новых месторождений является достаточно важным для развития экономики региона и страны. На данный момент добывается около 30% всех руд и полезных ископаемых, которые разведаны, но вот остальные 70% находятся в глубине самого Кольского полуострова. По моему мнению, рентабельно было бы наладить транспортные коммуникации в глубь полуострова. Как мы знаем, крайняя точкой является Ловозеро, но по

самым скромным оценкам, можно сказать, что в части, где не развита инфраструктура, можно найти такие полезные ископаемые, которые в будущем будут полезны для экспорта в другие страны и для удовлетворения потребности государства. А именно, золото, палладиевые группы минералов, ниобий, церий и можно долго перечислять, вплоть до урана.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ АО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

Головатский Е.С., Варюхина И.М.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Увеличение объемов и развитие сырьевой базы предприятия весьма актуальны. АО «Ковдорский ГОК» осуществляет отработку уникального месторождения, в границах которого залегают различные полезные ископаемые, что обеспечивает устойчивость работы ГОКа, даже в случае нестабильной внешней экономической ситуации, а так же вовлеченность потребителей. Проведя всестороннюю оценку нового апатит-штаффелитового месторождения, руководством ГОКа было решено запустить в работу проект по разработке.

Технико-экономические показатели открытой разработки определяются в основном стоимостью и трудоемкостью транспортирования горной массы и ее погрузкой. Для поддержания этих показателей на надлежащем уровне требуется: обеспечить участок от места погрузки до фабрики сетью качественных дорог (двухполосных дорог, до определенного горизонта), наладить поточное производство используемого комплекса оборудования, выбрать кратчайшее расстояние перемещения горной массы, а так же сократить число и объемы вспомогательных работ.

Необходимо обеспечить бесперебойность ведения процессов на производстве: коэффициент готовности для каждой отдельной единицы техники должен находиться в строго определенных рамках, должны своевременно проводиться мероприятия по осушению карьера, а так же поддерживаться нормальные атмосферные условия.

Для производства горных работ выбран экскаваторно – автомобильный комплекс оборудования, вскрышные породы автосамосвалами перемещаются во внешние отвалы, руда – автосамосвалами на усреднительный склад и далее на обогатительную фабрику. Комплекс обеспечивается машинами и механизмами непрерывного действия. А предпочтение отдается одной мощной машине взамен нескольких машин меньшей мощности, с учетом анализа горно-геологических условий.

Погрузку горной массы в автотранспорт предусматривается осуществлять одноковшовыми экскаваторами. На вскрышных и добычных работах применяется различный комплекс оборудования.

Вскрытие нагорных горизонтов карьера осуществляется полутраншеями.

Вскрытие глубинной части предусматривается осуществлять временными съездами, которые по мере углубления карьера будут становиться на конечный контур.

Поскольку контур карьера АШР вплотную примыкает к южному борту карьера «Железный» возникает существенная необходимость обеспечения и своевременного контроля устойчивости бортов, уступов и рабочих площадок строящегося предприятия. Отдельное внимание стоит уделить геомеханическому мониторингу массива.

ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Дорожанова Н.О.
ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

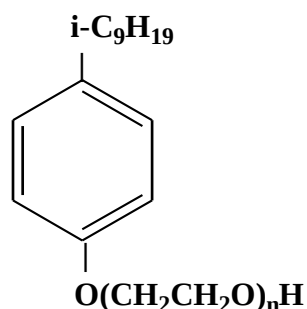
Проблема эффективного разделения кальцийсодержащих минералов при флотационном обогащении труднообогатимых апатит-карбонатных руд обусловлена близостью флотационных свойств апатита и кальцита. Обеспечение необходимой

эффективности флотационного процесса невозможно без использования наряду с собирателем неиногенных реагентов-регуляторов.

При обогащении различных фосфорсодержащих руд, в том числе апатит-карбонатных, показана эффективность применения при флотации оксиэтилированных алифатических спиртов и алкилфенолов.

Введение в процесс реагентов-регуляторов влияет на адсорбцию собирателя на поверхности минеральных частиц, и, следовательно, на их гидрофобизацию. С целью развития представлений о влиянии оксиэтилированных соединений на флотационный процесс изучена адсорбция на апатите и кальците двух классов соединений:

оксиэтилированных алкилфенолов, формулы (АФ 9-п):



и оксиэтилированных алифатических спиртов формулы:

$(\text{C}_{12}\text{-C}_{14})\text{-(OCH}_2\text{-CH}_2)_n\text{-OH}$, (OC-n) ,

где n – степень оксиэтилирования, равная 2,6,10.

Проведена оценка влияния рассматриваемых соединений на адсорбцию олеиновой кислоты. Адсорбция изучалась на чистой разности минералов, крупностью $-0,1 + 0,07$ мм и минус $0,05$ мм, при $\text{pH}=10$, соответствующем значению pH флотации апатитсодержащих руд.

Полученные результаты показали:

- для оксиэтилированных спиртов с ростом числа n увеличивается количество адсорбированного реагента на апатите и кальците;
- для оксиэтилированных алкилфенолов с ростом значения n уменьшается количество адсорбированного реагента на апатите и кальците;
- для обоих классов оксиэтилированных соединений адсорбция на апатите меньше, чем на кальците;
- добавка оксэтилированных соединений обоих типов снижает абсолютное количество адсорбированной на минералах олеиновой кислоты;
- добавка оксиэтилированных алифатических спиртов снижает адсорбцию олеиновой кислоты на кальците в большей степени, чем на апатите в отличие от оксиэтилированных алкилфенолов;
- добавка оксиэтилированных соединений меняет соотношение адсорбированного на минерале собирателя в пользу апатита, что обуславливает селективность флотационного разделения апатита и кальцита.

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

Карначев И.П.¹, Карначев П.И.², Никанов А.Н.²

¹Филиал НИЛ ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,

²Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Известно, что работы связанные с добычей и переработкой полезных ископаемых, в том числе в условиях Крайнего Севера, относят предприятия горнопромышленного комплекса (ГПК) Кольского Заполярья к отраслям экономики с вредными и опасными условиями труда, создавая тем самым повышенный риск развития профессиональных

заболеваний (ПЗ) и наличием комплекса опасных производственных факторов, ведущих к высокому уровню производственного травматизма (ПТ). Экологические и климатические проблемы, некомфортные условия проживания на Севере, обуславливающие сокращение жизненного потенциала населения, уходят на второй план перед геостратегическими преимуществами, которые принесет добыча природных ресурсов в регионе. По природным запасам и широкому спектру полезных ископаемых Кольское Заполярье занимает сейчас и будет занимать в перспективе ключевые позиции. Главные же проблемы северных районов – работа на холоде, наличие вредных и опасных для здоровья факторов горного производства в условиях Крайнего Севера. Поэтому особенностью системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, является учёт экстремальных природно-экологических условий Крайнего Севера, к которым следует, в первую очередь, отнести следующие факторы: 1) длительный период низких температур; 2) особый фотопериодический режим; 3) неустойчивые погодные условия; 4) геофизические факторы высоких широт; 5) антропогенное воздействие на состояние окружающей среды в местах концентрированного проживания населения.

В структуре ПЗ наиболее высокие ранговые места занимают заболевания опорно-двигательного аппарата, органов дыхания и слуха, которые за последние десять лет на предприятиях ГПК региона увеличились соответственно в 4,4, 1,5 и 2,6 раза. Отметим дополнительно, что от воздействия вибрации уровень профессиональных заболеваний также вырос в среднем в 2,6 раза, несмотря на то на предприятиях ГПК постоянно и планомерно проводится модернизация и внедрение нового горного оборудования (самоходное буровое и погрузочно-доставочное оборудование для подземной добычи полезных ископаемых и буровые станки, большегрузные самосвалы, грейдеры, экскаваторы для открытой добычи). Обеспечение безопасности производства выполняет система управления охраной труда и ПБ промышленного предприятия, которая регламентируется международными и федеральными законами, нормативно-правовыми и нормативно-техническими актами и документами. Но перечисленные материалы содержат сведения технического характера (80–85 %), предъявляемые в основном к безопасному состоянию ГДП. Однако статистика по ПТ и авариям на предприятиях ГПК региона показывает, что большая доля произошедших несчастных случаев (НС) обусловлена и другими причинами, например, организационными и т.н. «человеческим фактором», которые структурно составляют около 70–75 %. Поэтому приведение структуры профилактической работы НС на ГДП в соответствие со структурой причин их возникновения реально обеспечивает снижение уровня травматизма. Главным фактором устойчивого функционирования предприятий ГПК региона является профилактическая работа ПТ.

Всё вышеизложенное, позволяет сделать однозначный вывод, что профессиональный риск нарушений здоровья для работников ГПК региона, занятых добычей и переработкой полезных ископаемых в условиях Крайнего Севера, остается сегодня - крайне высоким. Поэтому в целях сохранения здоровья и жизни работников предприятий ГПК, кроме модернизации и внедрения современного технологического оборудования, необходимо принятие управленческих решений, направленных на оценку уровня профессионального риска и разработку рациональных режимов труда и отдыха в условиях Кольского Заполярья, а также превентивных и своевременных мероприятий, направленных на снижение ПТ.

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ ПОЛЕЗНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ В МАЛОЖЕЛЕЗИСТЫХ АПАТИТОВЫХ РУДАХ КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Корнеева У.В., Марчевская В.В.
ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

Ковдорское месторождение – это уникальное месторождение, имеющее громадные ресурсы и обеспечивающее потенциал долгосрочного устойчивого развития Ковдорского ГОКа. Месторождение представляет собой трубообразное рудное тело с несколькими

небольшими по запасам апофизами, прослеженное на глубину более 2 км от поверхности, с размерами в плане порядка 1,3 км с севера на юг и 150-800 м с запада на восток, разрабатываемое карьером Железный. В плане он имеет форму неправильного эллипса, длинная ось которого совпадает с простиранием субмеридионального разлома.

Сложная природа формирования руд месторождения выражается как в крайней неоднородности руд по структурно-текстурному строению и количественно-минеральному составу, так и в неоднородности морфологии, конституции и свойств всех основных минералов.

Ковдорское месторождение приурочено к зоне интенсивно-дислоцированных на тектонические блоки ийолитов, пироксенитов, фенитов и представляет собой комплекс пространственно и геологически взаимосвязанных, но генетически различающихся комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых (БАМР) и маложелезистых (МЖАР) руд, руд аномальной зоны. Запасы БАМР или МЖАР находятся в соотношении 3:1. Маложелезистые апатит-силикатные (АС) и апатит-карбонатные (АК) руды составляют соответственно 27 и 73% МЖАР. АС руды образуют внешнюю оболочку Главной рудной залежи мощностью до 50-60м. АК развиты в центре рудной залежи. Первоначально МЖАР добывались селективно и складировались в специальные склады-отвалы, запасы которых к настоящему времени составляют более 102 млн т.

В пределах месторождения по преобладающему составу нерудных минералов выделяются силикатный и карбонатный подтипы руд с интенсивным проявлением наложенных процессов – апатитизации и карбонатизации. Для выделения этих подтипов руд используется модуль карбонатности, который определяет соотношение карбонатов и апатита в руде и равен отношению содержаний оксидов углерода и фосфора. По его величине руды можно разделить на 3 вида: апатитизированные руды с модулем карбонатности меньше 0,4, силикатсодержащие руды с модулем карбонатности от 0,4 до 1 и карбонатизированные руды с модулем карбонатности более 1.

По результатам предварительных исследований, проведенных в Горном институте, установлена возможность разделения МЖАР на три продукта: магнитный с содержанием железа общего 18,41% и оксида фосфора 7,63%, отвальный с содержанием железа общего 4,61% и оксида фосфора 0,63% и промпродуктовый. Последний подлежит разделению на обогащенную апатитом руду и пустую породу в соответствии с принятыми кондициями. В связи с этим изучены соотношения между основными полезными компонентами в подтипах МЖАР. Анализ расчетных данных показал, что в апатитизированной руде наблюдается тесная корреляционная связь диоксида циркония с апатитом (P_2O_5) с коэффициентом корреляции, равным 0,7. В силикатсодержащей руде по отношению к апатитизированной коэффициент корреляции уменьшается в 1,2 раза. В карбонатизированной руде достаточно устойчивая корреляционная связь этих компонентов сохраняется до значения модуля карбонатности, равного 3. При дальнейшем увеличении модуля карбонатности до 4 коэффициент корреляции резко снижается, далее - корреляционная связь исчезает, а при модуле карбонатности более 8 становится обратной. При этом содержание диоксида углерода в руде превышает 30%. В то же время при этих же значениях модуля карбонатности наблюдается устойчивая корреляционная связь диоксида циркония с железом.

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДКОНЦЕНТРАЦИИ

Лавренко К.Г.¹, Павлишина Д.Н.², Алексеева С.А.²

¹Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

²ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

Горно-перерабатывающие предприятия являются источником серьезных загрязнений окружающей среды - это и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, почву, водоемы, и складированные отходы производства. Самыми мощными в северной Европе источниками выбросов в атмосферу подкисляющих веществ и соединений тяжелых металлов являются

комбинаты «Североникель» и «Печенганикель» [1]. Загрязнение атмосферы привело к значительным нарушениям экосистемы, например, техногенная пустошь в районе г. Мончегорска.

Сотрудниками ИХТРЭМС КНЦ РАН разработана эффективная технология восстановления почвенного покрова [2], основанная на использовании сунгулитового продукта для мелиорации техногенно-загрязненных токсичных грунтов и создания травянистой дернины из злаковых растений, устойчивых в условиях промышленных загрязнений. Источником получения данного продукта являются складированные вермикулит-сунгулитовые отходы открытой добычи ООО «Ковдорслюда».

Анализ физических свойств минералов, входящих в состав данного минерального сырья показали целесообразность использования фотометрического метода разделения для концентрации полезного минерала, посредством выделения пустых пород. В работе проведены исследования позволяющие выбрать оптимальный режим разделения.

Таким образом, вовлечение в переработку вермикулит-сунгулитовые отходы будут способствовать снижению негативного воздействия влияния горно-перерабатывающих производств как в районе комбинатов «Североникель» и «Печенганикель», так и в районе ООО «Ковдорслюда».

Литература:

1. Никонов, В. В. Восстановление территорий, нарушенных воздушным загрязнением медно-никелевого производства на Кольском полуострове / В. В. Никонов [и др.] // Инновационный потенциал Кольской науки. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2005. – С. 288-293.
2. Кременецкая, И.П. Материалы природоохранного назначения из отходов добычи флогопита / И.П. Кременецкая [и др.] // Экология и промышленность России, 2015. - № 2. - С. 18-23.

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ СКЛОН СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА (СЛО) – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Лыткин В.А.

Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Континентальный склон СЛО, примыкающий к российскому шельфу, как и во всём Мировом океане, является областью разгрузки терригенного материала, сносимого с суши. Подсчитано, что речными водами с поверхности континентов ежегодно уносится в океан порядка 12 км^3 различного обломочного материала, в том числе и некарбонатного углерода ($C_{\text{орг}}$). Присутствие $C_{\text{орг}}$ свойственно всем современным и ископаемым осадкам. Распределение органического вещества (ОВ) в осадочных породах крайне неравномерно. К примеру, по известной «закономерности Траска» [2] содержание $C_{\text{орг}}$ в глинистых породах в четыре раза больше, чем в песчаных отложениях. Неравномерно оно распределено и по стратиграфическому разрезу: В кайнозой общая масса $C_{\text{орг}}$ почти на два порядка меньше, чем меловом периоде мезозоя. Присутствуют обогащённые ОВ прослои и в палеозое, есть они и в докембрии. Среднее кларковое содержание $C_{\text{орг}}$ в осадочных породах составляет 0,65%, что соответствует около 15 кг $C_{\text{орг}}$ на 1 м^3 . Различают две основные группы ОВ: рассеянное (РОВ) и концентрированное (КОВ). Границу между ними проводят по содержанию $C_{\text{орг}} = 2,5\%$, что в четыре раза выше кларкового. Таким образом, в местах интенсивной концентрации органического вещества в каждом кубическом метре морских осадков может накапливаться как минимум 60 кг ОВ.

В шельфовые моря СЛО с территории Российской Федерации впадает много крупных и средних рек. Они сейчас, как и в прошлые эпохи, собирают с огромной поверхности платформ органическое вещество и выносят его во взвешенном состоянии вместе с глинистыми частицами на континентальный склон, а затем в океан. Здесь ОВ неизбежно аккумулируется среди глинистых прослоев в глубоких впадинах и котловинах.

Крупнейшие сибирские реки (Обь, Енисей и Лена) в настоящее время выносят в СЛО огромные массы терригенного материала (в т.ч. и C_{org}), который, не задерживаясь на шельфе, транзитно переносится в глубоководные зоны СЛО, заполняя котловины Нансена, Амундсена, Подводников и Макарова. Скорее всего, таким же образом в конце палеозоя терригенный материал интенсивно переносился в расположенный севернее Западной Сибири Южно-Анжуйский залив Обского палеоокеана [1]. Как показывают изучение керн скважин и интерпретация данных сейсморазведки, в осевой части Обского палеоокеана скорости седиментации в начале раннего триаса достигали 400-500 м/млн лет. Аналогичные процессы с образованием конусов выноса происходили в море Лаптевых, Баренцевом и Карском морях и в триасе, и в неокоме [3].

Троговые структуры типа желобов Святой Анны, Воронина, Вилькицкого и др. с их лавинной седиментацией следует рассматривать как весьма перспективные площади на предмет обнаружения в них промышленных скоплений углеводородов.

Литература:

1. Аплонев, С.В. Геодинамика глубоких осадочных бассейнов / С.В. Аплонев. – СПб.: ЦГИ ТЕТИС, 2000. – 210 с.
2. Баженова, О.К. Геология и геохимия нефти и газа / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин, Б.А. Соколов. В.Е. Хаин. – М.: МГУ, 2000. – 382 с.
3. Лыткин В.А. Актуальность проблемы нефтегазопроисковых работ, освоения и транспортировки углеводородов на Российском Севере. // В.А. Лыткин. – Апатиты, Сборник научных трудов КФ ПетрГУ, Выпуск 8, 2015. – С. 22-27.

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВЕННОМ СНИЖЕНИИ РАСХОДОВ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ

Лыткин В.А., Яковлев Н.М.

Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Западно-Арктический шельф содержит огромные потенциальные ресурсы углеводородов. Это подтверждено открытием в последние годы уникальных газовых месторождений – Штокмановского, Ледового и Лудловского в Баренцевом, Русановского и Ленинградского в Карском и крупных газонефтяных месторождений Приразломного и Долгинского в Печорском морях. Одной из основных причин длительного ввода Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ) в эксплуатацию является высокая капиталоемкость его освоения. Требуется работа по оптимизации технических решений, повышению экономической эффективности проекта и снижению инвестиционной нагрузки.

Если учесть огромную протяжённость магистральных нефтегазопроводов России - более 155 тыс. км, то станет понятно, что сооружение и обслуживание трубопроводов весьма дорогостоящее мероприятие. Поэтому при разработке проектов следует особо внимательно отслеживать ситуацию с транспортными расходами углеводородов. Снижение этих расходов при выходе на мировой рынок может оказаться главным аргументом в конкурентной борьбе.

Известно, что доля транспортных расходов в конечной цене продаваемого продукта может быть весьма существенной. Так, например, при цене 1000 м³ газа на месторождении в 15 долларов, стоимость его транспортировки может составить 100 долларов, а с учётом налогов и прибыли участников бизнес-цепочки даже удвоиться, т.е. достигнуть 200 долларов за 1000 м³.

Исходя из этого, мы предлагаем в проекте освоения ШГКМ изменить направление подводной трассы в Баренцевом море от месторождения не в сторону Териберки, а в противоположную - к Белушней Губе на Новой Земле, до которой по прямой всего 290 км, т.е. вдвое меньше, чем до Кольского п-ова. А затем через остров Вайгач, на Большую Землю до действующих магистральных нефтегазопроводов Западной Сибири «Ямал-Европа». Этот вариант позволит сократить транспортные и прочие расходы проекта почти на 2 млрд. долларов.

В связи с этим весьма интересна также другая идея, высказанная ещё в 2005 году В.В. Имшенецким и Ю.Н. Орловым. Они предложили по ответвлению от газопровода «Ямал-Европа» транспортировать через южный остров Новой Земли газ и газовый конденсат из Западной Сибири по северному пути вокруг Скандинавского п-ва в Роттердам – один из крупнейших портов Европы и мира с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью. Эта трасса более выгодна, чем с перегрузкой в С.-Петербурге. Дело в том, что Финский залив, во-первых, зимой замерзает, а, во-вторых, из-за его мелководности не способен принимать крупнотоннажные танкеры. По северному же маршруту возможна круглогодичная морская навигация любых судов, т.к. здесь проходит тёплое течение Гольфстрим. Оно пересекает Баренцево море и доходит до западного побережья Новой Земли. Вдоль центральной части моря проходит свободный ото льда коридор шириной около 500 км. Полоса припайного льда в районе Белушней Губы невелика (~1 км) и будет разрушаться из-за постоянного движения судов.

Но для осуществления этого решения необходимо в Белушней Губе предварительно построить завод СПГ и глубоководный отгрузочный терминал с тем, чтобы сюда могли заходить суда-газовозы нового поколения.

Для сравнения приведём стоимость транспортировки одной тонны нефти от Ноябрьска до Роттердама по разным маршрутам. Через Балтийскую транспортную систему – около 60 долларов, через Мурманск – около 32 долларов, через Новую Землю – около 20 долларов. Расстояние от стран Персидского залива до Роттердама составляет 12200 км, а от Ноябрьска до Роттердама – всего 5200 км. Это означает, что транспортные расходы для стран ОПЕК будут почти в 2,5 раза выше наших и, следовательно, наша нефтегазовая продукция на европейском рынке будет дешевле.

Таким образом, реализация предлагаемого проекта - это реальная возможность для газонефтяной промышленности нашей страны за счёт снижения транспортных расходов получить конкурентное преимущество на глобальном рынке нефти и газа.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ И НЕФТЕДОБЫЧНЫХ РАБОТ НА РОССИЙСКОМ СЕВЕРЕ

Лыткин В.А.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Сегодня среднее значение коэффициента успешности нефтегазопроисковых работ в мире составляет около 40%. Максимальный показатель его достигнут в Египте на шельфе в дельте Нила (80%). В Российской Федерации этот коэффициент ниже 25%. В нашей стране сейчас находятся в эксплуатации более 150 тысяч нефтедобывающих скважин против 3,5 тысяч на Аравийском полуострове при примерно одном и том же количестве извлекаемой из недр нефти. Это означает, что удельный дебит наших скважин более чем в 40 раз меньше удельного дебита скважин стран Персидского залива.

Причина такого неблагоприятного для нас соотношения кроется в том, что в подавляющем большинстве на российской суше эксплуатируются относительно простые объекты верхней половины чехла, большей частью антиклинального строения. Сложные же залежи, скрытые в нижней его половине, зачастую располагаются на больших глубинах и в неантиклинальных структурах. Поэтому традиционная методика поиска месторождений в верхней части чехла совершенно неприемлема для поиска сложных залежей. Для их открытия требуются другие, нестандартные методики. Стремление найти более простые и неглубокозалегающие объекты в итоге приводит, как это не парадоксально, к удорожанию нефти.

На Российском Севере наиболее доступные ресурсы газа и нефти сосредоточены на континентальном шельфе западно-арктических морей: Баренцева, Печорского и Карского. В настоящее время здесь открыто девять крупных и уникальных по запасам месторождений газа и четыре месторождения нефти. Из числа перспективных объектов прогнозируется

открытие ещё не менее 28 крупных и уникальных месторождений углеводородов. С учётом этого на перспективу до 2030 г. основные объёмы поисково-разведочных работ ОАО «Газпром» планирует сосредоточить именно на шельфе арктических морей. Основные запасы на Арктическом севере приходятся на газ и газоконденсат. Между тем известно, что страна начинает испытывать дефицит не газа, а нефти. В Министерстве природных ресурсов считают целесообразным усиливать поисковые работы именно в направлении выявления нефтяных месторождений. Предполагается, что «правильная организация освоения российского шельфа может ежегодно приносить в бюджет до 10 млрд долларов США и более. Прибыль, полученная в результате успешного освоения шельфа, может существенно укрепить федеральный бюджет и оказать положительное влияние на развитие нефтегазовой отрасли в целом».

По нашему мнению это не совсем верный посыл. Дело в том, что за последние десятилетия в мире наметилась тенденция к смещению поисковых работ и добычи нефти на континентальный склон Мирового океана. Объектами поисковых работ становятся участки с глубинами до 2-3 км от поверхности океана. За счёт высоких дебитов и качества нефти себестоимость её добычи здесь в отдельных районах мира достигла уже 6–8 долларов за баррель, что сопоставимо с себестоимостью нефти на Ближнем Востоке. Поэтому дальнейшее разбуривание нашего арктического шельфа означает получить в итоге ту же дорогостоящую нефть. Возможно, нам тоже следует уходить с мелководья и начинать глубоководное бурение на континентальном склоне Северного Ледовитого океана (СЛО). Если здесь будет обнаружена такая же высокая по качеству и дебитам нефть, то мы сможем успешно конкурировать как с Ближним Востоком, так и с другими нефтедобывающими странами мира.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЗРЫВОВ НА ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ КУКИСВУМЧОРРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО КИРОВСКОГО РУДНИКА ЗА 2013-2015 ГГ.

Лях А.И., Бекетова Е.Б.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Основная добыча руды Объединенным Кировским рудником (ОКр) производится подземным способом на Кукисвумчоррском и Юкспорском месторождениях в условиях высоких природных напряжений и тектонической нарушенности массива, которые реализуются в форме толчков, стреляний, микроударов, горных ударов и техногенных землетрясений. Проявления горного давления в динамической форме существенно снижают безопасность и затрудняют ведение подготовительных и очистных работ. Поэтому вопрос изученности воздействия технологических взрывов на горные выработки ОКр остается актуальным в наши дни.

Исследование влияния промышленных взрывов на проявление сейсмичности Кукисвумчоррского месторождения за 2013-2015 гг. показало, что сейсмическая обстановка на Кукисвумчоррском крыле ОКр характеризуется неравномерным выделением сейсмической энергии. За указанный период рассмотрено 9740 событий (3813 событий в 2013 г., 2777 – в 2014 г. и 3150 – в 2015 г.). Диапазон сейсмической энергии при максимальном количестве событий составил: в 2013 году – 10^3 - 10^7 Дж, в 2014 году – 10^2 - 10^6 Дж, в 2015 году – 10^5 - 10^6 Дж.

Анализ временных и энергетических изменений локальной сейсмичности вследствие техногенной нагрузки на геологическую среду Кукисвумчоррского месторождения показал, что после большинства произведенных технологических взрывов наблюдается повышение в 1.5-2 раза сейсмической активности в ближней зоне технологической площадки. При этом суммарная энергия сейсмических событий уменьшается в 2 - 4 раза по сравнению с предшествующим взрыву состоянием. Это может свидетельствовать о релаксации напряжений в массиве горных пород после производства технологических взрывов. Рост количества низкоэнергетических сейсмических событий, следующих за произведенным

взрывом, в основном происходит либо непосредственно вслед за взрывом, либо в течение первых 12 часов после него. В этот промежуток времени в среднем происходит от 17 до 38 сейсмических событий, что является реакцией массива горных пород на динамические воздействия при ведении горных работ на подземном руднике. Выявлено сезонное увеличение сейсмической активности данного района в периоды дождей, таяния снега, весенних оттепелей.

Технологические взрывы, осуществляемые для отбойки руды, существенно влияют на активизацию сейсмичности массива горных пород. Непосредственно после взрыва количество сейсмических событий возрастает в несколько раз по сравнению с фоновым значением. Параметры первичной техногенной сейсмичности определяются непосредственно величиной энергии источника и зависят от физико-механических свойств среды, на которую производится техногенное воздействие.

Таким образом, основной причиной возникновения последствий технологических взрывов является индуцирование сейсмических и динамических явлений в результате разработки Кукисвумчоррского месторождения, при этом особую озабоченность вызывает возможность сейсмических воздействий на потенциально опасные объекты, такие как: целики, горные выработки, промышленные и гражданские здания и сооружения.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООТЛИВА НА ГОР. +28 М КОАШВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОГО РУДНИКА АО «АПАТИТ»

Репина А.Э., Бекетова Е.Б.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Увеличение производственной мощности Восточного рудника АО «Апатит», переход к отработке более глубоких горизонтов и развитие комплексной автоматизации технологических процессов обуславливают рост мощности рудничных водоотливных установок, потому для откачки воды из Коашвинского карьера на самом нижнем гор. +28 м необходим новый, более мощный насос, который сможет обеспечить условия для нормального протекания производственных процессов на руднике и безопасные условия труда для работников предприятия.

Исследование влияния обводненных условий на физико-механические свойства массива показало, что свойства пород в обводненных условиях сильно изменяются, снижается величина сопротивления пород на одноосное сжатие и крепость, общая устойчивость бортов изменяется под влиянием взвешивающего и пригружающего действия воды в котловане.

В процессе исследований были проинтерпретированы результаты мониторингов участка гидрогеологического обслуживания карьера и ОАО "МГРЭ" за 1990-2009 гг., которые проводились с целью контроля поступающих в карьер водопритоков и увеличения производственной мощности. Результаты показали, что минимальная производительность водоотлива за этот период в основном стабильна: в феврале – апреле изменения происходят в пределах 1321-3931 м³/час, достигая своих максимальных значений в мае - октябре (5257-10659 м³/час). Среднегодовая производительность Коашвинского водоотлива с 1990 года составляет в среднем 3.8-5.1 тыс. м³/ч в зависимости от водности года.

Анализ основных тенденций совершенствования насосов в зумпфовых водоотливных установках при поверхностном водоотливе показал, что среди множества насосов, для решения водоотлива в условиях Коашвинского карьера гор. +28 м», подходят насосы FLYGT CP 3351/985 3 – 650 (США), Indar BF-40-34-B1 (Испания), KINGMECH 400VTD1600-40x2 тип VS1 (Китай), Submersible pump FMD400-560 (Китай).

Для обоснования выбора модели насоса были рассчитаны основные параметры напора и производительности насосов. Для условий, регламентируемых проектом разработки Коашвинского карьера, оптимальным является применение в водоотливных установках насоса Indar BF-40-34-B1, который имеет запас мощности и может использоваться на более глубоких горизонтах.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ СИЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ОБЪЕДИНЕННЫМ КИРОВСКИМ РУДНИКОМ АО «АПАТИТ» ЗА ПЕРИОД 2000-2014 ГГ.

Смирнова Т.И., Бекетова Е.Б.
Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Долговременные наблюдения за сейсмичностью на подземных рудниках АО «Апатит» позволяют получить ценную информацию о процессах разрушения в массиве горных пород и установить связи параметров изменения потока событий в пространстве и во времени. Имея возможность спрогнозировать то или иное дизъюнктивное нарушение можно перейти и к расчету сейсмической опасности.

В настоящее время наибольший вклад по проявлению горных ударов и техногенных землетрясений на хибинских месторождениях дают Кукисвумчоррское и Юкспорское месторождения. Стадия локализации процесса разрушения обычно сопровождается заметными возмущениями физических полей, которые охватывают определенную пространственно-временную область в окрестности очага разрушения.

Информационной базой исследования являлись каталоги сейсмических событий, зарегистрированных центром геофизического мониторинга (ЦГМ) программно-аппаратным комплексом АСКСМ-ОКр за период 2000-2014 гг. За рассматриваемый период на месторождениях были зафиксированы 138108 сейсмических событий $-1.8 \leq m_b \leq 4.2$ (энергия $E = 1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^{11}$ Дж). Большая часть суммарной выделившейся сейсмической энергии приходится на сильные события $m_b > 2.5$ – 97.9%.

На Юкспорском месторождении за данный период времени произошло два сильных сейсмических события с одинаковой магнитудой 3.4, а на Кукисвумчоррском месторождении произошло три сильных сейсмических события с магнитудами 2.6-4.2. Суммарная энергия сильных сейсмических событий на Юкспорском крыле составляет $1.72 \cdot 10^7$ кДж, что на 88.5% меньше, чем на Кукисвумчоррском ($1.49 \cdot 10^8$ кДж).

Анализ местоположения эпицентров сильных событий показывает, что все они происходят в зонах активных разломов и неоднородностей и находятся в окрестности фронтов очистных работ.

Анализ распределений форшоков и афтершоков по глубине в течение ± 183 дней показал, что в окрестности сильных сейсмических событий Кукисвумчоррского и Юкспорского месторождений наблюдаются роевые последовательности мелких сейсмических событий, которые снимают накопленные напряжения не только в ближней зоне очистных работ, но и на значительном удалении от них. Для обоих месторождений наблюдается рост образования трещин с глубиной. Это подтверждает тот факт, что на всех горизонтах сохраняется превышение горизонтальных напряжений над вертикальными. Расчет показал, что сильные события способствовали образованию в массиве трещин протяженностью от 302.2 до 1905.5 м. Можно предположить, что при подготовке событий с $m_b > 2.5$ участвуют блоки IV и V рангов.

Общей закономерностью проявления форшоков и афтершоков на месторождениях является снижение степени их неоднородности по мере увеличения глубины разработки. Для обоих месторождений имеется тенденция к увеличению количества форшоков и афтершоков.

Несоответствия степенному закону Омори в развитии отдельных афтершоковых последовательностей месторождений доказывают, что не все события, произошедшие в течение 183 дней после главного толчка, являются афтершоками. На это указывают очень малые изменения интенсивности потока событий, которые изменяются в пределах $0.29 \div 0.41$.

Геодинамические движения и деформации на Кукисвумчоррском и Юкспорском месторождениях реализуются в самоорганизованной среде неравномерно и обусловлены перестройками напряженно-деформированного состояния среды.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНОГО АПАТИТА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОЙ ФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Степанникова А.С., Скороходов В.Ф.
ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

В связи с тем, что потери полезного компонента со сливами сгустителей, фильтратом вакуум-фильтров и отходящими газами сушильных барабанов являются практически безвозвратными и определяют разность между товарным и технологическим извлечением, то обеспечение минимальных потерь извлеченного апатита с перечисленными продуктами является задачей весьма актуальной для всех обогатительных фабрик. Потери P_2O_5 со сливами сгустителей в структуре общих потерь занимают доминирующее место. Снижение содержания твердого в сливах сгустителей позволит снизить затраты подготовительного и обогатительного циклов на получение безвозвратно теряющейся продукции.

Путь, реализованный в данной работе, заключается в концентрации тонкодисперсного апатита в 10 и более раз, что даст возможность в десятки раз сократить фронт сгущения. Это направление реализовано при очистке сточных вод различных предприятий и заключается в комбинации процессов коагуляции и флотации. В данном варианте происходит флотация уже скоагулированных флокул.

При вводе жирнокислотных собирателей во флотационную пульпу происходит ряд реакций. К ним можно отнести взаимодействие полярной группы с поверхностью минерала, что гидрофобизует его и обеспечивает закрепление на пузырьках воздуха, образование труднорастворимых комплексов с катионами металлов, находящихся в жидкой фазе, и закрепление собирателя на границе раздела газ – жидкость.

Применительно к выполняемой работе процесс закрепления собирателей на минеральной поверхности уже произошел. Технология флотационного обогащения предусматривает вывод в пену ценных компонентов в виде продуктов разделения. Последующие процессы, связанные с обезвоживанием пенного продукта можно подразделить на ввод алюминийсодержащего коагулянта, разрушение пены, коагуляцию пенного продукта, его осаждение в сгустителях и транспортировку, и фильтрацию сгущенного продукта. Жидкая фаза при сгущении выводится в сливы сгустителей, которые направляются в хвостохранилище. Как правило, сливы сгустителей из всего обогатительного передела наиболее богаты содержанием различных ионов, являющихся продуктами растворения апатита, остаточными концентрациями вводимых реагентов и их гидролиза. Помимо ионного состава сливы содержат и твердую фазу, представляющую собой тонкодисперсный апатитовый концентрат. В соответствии с ранее полученными данными колебания в содержаниях твердого составляют от 0,5 до более 20 г/л, что определяет основные потери концентрата.

Извлечение тонкодисперсного апатита по разработанной технологии с применением пневматической флотомашины со струйным диспергатором воздуха достигало 99%. Производительность опытной установки во время испытаний достигала 300 $дм^3/час$, при высокой эффективности всех процессов начиная с флокуляции тонкодисперсной фазы и заканчивая флотационным выделением тонкодисперсных частиц. Очищенные сливы сгустителя после определения их ионного состава и необходимой его корректировки могут быть использованы в качестве оборотной воды в апатитовом цикле. Процесс селективной концентрации апатита требует углубленной проработки для определения, как возможности использования получаемого пенного продукта, так и получения кондиционного материала.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ИМИТАЦИЯ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОГО ГРУНТА

Тушкан И.Д., Евдокимова Н.О.

Практика эксплуатации подземных металлических сооружений, в частности трубопроводов, показывает, что основной причиной возникновения дефектов в длительном периоде является коррозия, на развитие которой большое влияние оказывает такое свойство грунта, как удельное сопротивление.

С целью изучения характеристик грунта нами был изготовлен стенд «Имитация участка трубопровода», представляющий собой ёмкость длиной 2700 мм; шириной 550 мм; и глубиной 310 мм заполненную песчаным грунтом (грунт при необходимости можно менять). На глубине 100 мм уложены две стальных трубы диаметром 40 мм с толщиной стенки 4 мм, длиной 1300 мм с комбинированной х/б - ПВХ изоляцией.

Для измерений использовали измеритель сопротивления заземлений Ф4103-М1 с комплектом электродов, цифровой термоанемометр с встроенным ИК термометром DT-620, мегаомметр М4100/3 на 500v.

Измерения производили по схеме Веннера. Исследованию подвергались четыре участка грунта с разной степенью увлажненности. Влажность грунта в «%» не определялась. Для оценки изменения сопротивления грунта во времени от момента увлажнения замеры производились с периодичностью 30 мин. Влияние степени минерализации имитировали насыщенным раствором поваренной соли. Результаты замеров приведены в таблице 1

Таблица 1

Степень увлажненности грунта	Время произведения замера	Показания омметра, кОм	Температура поверхности грунта, °С	$\rho_{\text{каж}}$, кОм
сухой	8:30	60	20	75
	8:50	70	20	100,5
	9:00	75	20	94,2
увлажненный	9:05	0,64	20	0,8
	9:30	1,1	20	1,4
	10:00	1,3	19	1,6
влажный	10:30	3,5	20	4,4
	11:00	4,5	19	5,7
	11:35	5,4	18	6,8
увлажненный +NaCl	12:00	0.64	19	0.8
	12:25	0,65	19	0,8
	13:00	0.66	18	0.83
влажный +NaCl	12:25	0.059	19	0,075
	13:00	0,062	19	0,078
	13:30	0.081	18	0,5

Анализ проведенного исследования приводит к следующим выводам:

- основным проводником электричества в грунте является его жидкая часть, т.е. почвенный раствор;
- несмотря на то, что раствор NaCl является электролитом, влияние на сопротивление грунта непосредственно после увлажнения невелико и приближено к увлажнению слабоминерализованной водой;
- увлажненный раствором NaCl грунт значительно меняет сопротивление через некоторое время после увлажнения;
- параметры электрохимической защиты трубопровода необходимо регулировать в зависимости от времени, прошедшего с момента увлажнения грунта.

Литература:

Ф4103-М1 Техническое описание и инструкция по эксплуатации // 1996, Донецк.

УНИФИЦИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА

Федотова Ю.В.

ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, г. Апатиты

Для горнодобывающих предприятий, отрабатывающих месторождения полезных ископаемых, при планировании ведения горных работ и разработке мероприятий по прогнозу и предупреждению динамических проявлений горного давления, а также решению проблемы прогноза деформаций и перемещений в массиве горных пород при техногенном воздействии, насущным вопросом является оценка геодинамического риска как в целом массива горных пород, так и отдельных участков отрабатываемого месторождения.

Оценка геодинамического риска может производиться различными способами. Но даже если использовать какой-нибудь один, из ряда применяемых научно-исследовательскими организациями или горнодобывающими предприятиями, можно получить отличающиеся результаты. Связано это с тем, что проводимая оценка тем или иным автором, напрямую зависит от применяемых для расчетов количества учитываемых факторов, и качества их влияния на геодинамический режим отрабатываемых месторождений.

Приведенные примеры полученных результатов оценки геодинамического риска для некоторых месторождений показали неоднозначность в решении этого вопроса. Что в свою очередь приводит к различным путям решения задачи управления геодинамическими рисками. В связи с этим предлагается унифицированный способ проведения оценки для улучшения качества управления геодинамическими рисками при отработке месторождений.

ЗАМЕРЫ ТЕМПЕРАТУР В СКВАЖИНАХ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ РАЗРЫВОМ ПЛАСТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ

Хисматуллина Г.Ф.

Башкирский Государственный Университет

В настоящее время очень активно используется многостадийный ГРП. В результате в пласте могут возникать участки с различными режимами течения. В интервале с ГРП наблюдается линейный приток, в невозмущенной зоне - радиальный. Для диагностики режимов течения могут применяться гидродинамические исследования, но они не эффективны в случае нескольких интервалов притока. Термометрия не обладает таким недостатком, можно диагностировать режимы течения для многопластовых систем.

Температура на забое при линейном режиме изменяется следующим образом [1]:

$$T(t) = T_0 + s * \frac{Q\mu}{4Lhk} * \frac{c_{ж}}{c_{пл}} * \frac{Q}{4Lh} * t$$

Температура на забое при радиальном режиме изменяется следующим образом [1]:

$$T(t) = T_0 + s * \frac{\Delta\rho}{\ln \frac{R_k}{r_{скв}}} * \ln \left(1 + \frac{c_{ж}}{c_{пл}} * \frac{Qt}{\pi h r_{скв}^2} \right)$$

Расчеты показали, что температура при линейном режиме потока изменяется медленнее, чем при радиальном (рис.1).

Так же были получены диагностические признаки.

Для радиального режима течения:

$$\frac{dT}{d \ln t} = s * \frac{Q}{4\pi\sigma} = const$$

Для линейного режима:

$$\frac{dT}{d \ln t} = \varepsilon * \left(\frac{Q}{4\pi\sigma} \right)^2 * \frac{\mu * c_{ж}}{k * c_{пл}} * t$$

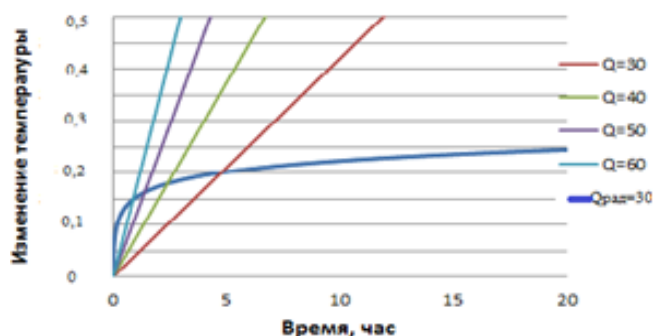


Рис1. Изменение температуры на забое скважины со временем.

Литература:

- [1] Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. М.: Недра, 1965.
2. Геофизические исследования и работы в скважинах: в 7 т. Т.1. Промысловая геофизика / Сост.: Р.А.Валиуллин, Л.Е.Кнеллер. – Уфа: Информреклама, 2010. – 172 с

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В ГГИС MINEFRAME

Хомкин Е.Е.

ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, Кольский филиал ПетрГУ, г. Апатиты

Решение стратегических вопросов освоения месторождения: сроков строительства предприятия и наращивания производственной мощности, сроков отработки запасов, порядок и направления отработки шахтного поля любого горного предприятия напрямую зависит от качества систем планирования и проектирования горных работ.

Эффективное проектирование схем вскрытия и подготовки месторождения должно предусматривать сооружение соответствующих горных выработок и оснащение их транспортными средствами и технологическим оборудованием.

Учитывая специфику процессов горного производства, изменчивость геологических характеристик пород, достаточно сложно учесть все факторы, влияющие на выбор оптимального варианта развития горных работ. Поэтому, для подобных работ целесообразно использовать специализированное программное обеспечение.

В ГГИС MINEFRAME разработан целый ряд программных средств для автоматизации процессов проектирования горных работ. Для повышения производительности и качества труда при проектном и техническом обеспечении горных работ в программном комплексе MINEFRAME разработан и постоянно совершенствуется модуль долгосрочного календарного планирования горнопроходческих работ.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДЖОУЛЯ-ТОМСОНА И ЭФФЕКТ ДЖОУЛЯ-ТОМСОНА

Шарипова Д.И.

Башкирский Государственный Университет

Диагностика скважин и пластов осуществляется методами термометрии, расходомерии, влагометрии, резистивиметрии, плотномерии, барометрии и шумометрии. Опыт показывает, что наиболее информативным методом при решении задач диагностики является термометрия. Однако, термометрия (по сравнению с другими геофизическими методами) является и наиболее сложным (в методическом плане) методом.

Основным параметром, который измеряется и несет информационную нагрузку в методе термометрии, является температура. Температура – это энергетический параметр системы, и поэтому любое изменение системы вследствие изменения режима работы скважины, уменьшения или увеличения давления, промывки, нарушения целостности колонны и т.п. приводит к изменению температуры (распределения температуры) в скважине. Система скважина-пласт в этом отношении является очень чувствительной системой

Основными эффектами, обуславливающими температурное поле в пласте и в скважине, являются: эффект Джоуля-Томсона, адиабатический, баротермический, смешивания и теплоты разгазирования.

Эффект Джоуля-Томсона характеризуется коэффициентом Джоуля-Томсона:

$$\varepsilon = \frac{\Delta T}{\Delta p} \quad (1)$$

Здесь Δ — изменение температуры напротив пласта

Δp — перепад давления.

Зная коэффициент Джоуля-Томсона можно решать следующие задачи:

- выделение работающих интервалов пластов;
- выделение мест негерметичности обсадной колонны;
- определение мест нефте-,газо-,водопритоков;
- определение $T_{пл}$ и $T_{заб}$.

Литература:

1. Чекалюк ЭБ: Термодинамика нефтяного пласта. Москва, Россия: Недра, 1965, 238 с.
2. Геофизические исследования и работы в скважинах: в 7 т. Т.1. Промысловая геофизика / Сост.: Р.А.Валиуллин, Л.Е.Кнеллер. – Уфа: Информреклама, 2010. – 172 с