Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
1986, т. 109

УДК 624.131.1+502.65:[622.271:624.341]

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РАЙОНЕ ТРАССЫ БАМа

С.В.ИВАНОВ

В районе БАМа находятся Десовское, Тарыннахское, Таежное, Сиваглинское, Пионерское, Комсомольское железорудные месторождения и несколько мелких.

Все железорудные месторождения располагаются на обширной территории нагорий, которая является переходной зоной от Сибирской платформы к складчатым областям (так называемые рифтовые структуры). Преобладающими типами пород являются щелочные разности с подчиненным значением кислых пород. Древние и современные тектонические движения привели к образованию блоковых структур. Породы большей частью трещиноватые, нарушенные в разной степени, связанность отдельных блоков слабая.

Наиболее перспективными для строительства нового металлургического завода на Востоке страны являются первые три месторождения, на которых заканчиваются детальные геолого-разведочные работы.

Инженерно-геологические исследования по оценке устойчивых параметров бортов и уступов карьеров выполнял институт ЯкутНИПРОалмаз.

Горно-технические условия эксплуатации этих месторождений похожи друг на друга. Поэтому достаточно рассмотреть их на примерах Десовского и Пионерского железорудных месторождений.

Десовское железорудное месторождение будут разрабатывать шестью карьерами. Наиболее крупные из них - карьер 2 на центральном участке и карьер 3 на восточном глубиной до 500 м. В разрезе месторождения выделено два комплекса пород: рыхлые и скальные. Рыхлые представлены глыбово-щебнисто-дресвяным материалом, валунами и галечниками. Средняя мощность покрова 6-8 м, местами увеличивающаяся до 40 м. В рыхлых отложениях подземные воды имеют сезонный характер, их глубина определяется зоной протаивания, не превышающей 1,5 м. Островная мерзлота, развитая на месторождении, имеет мощность 40-50 м. Скальный комплекс представлен архейскими метаморфическими образованиями. Физико-механические свойства основных типов пород приведены в таблице.

Биотит-амфиболовые и амфибол-биотитовые кристаллические сланцы являются самыми распространенными и одними из самых крепких пород на месторождении. Кальцифиры - одни из самых слабых пород; крепость руд несколько вы-

Физико-механические свойства пород Десовского месторождения

Породы	Плотность, т/м^3	Временное сопротивление сжатию, МПа	Сцепление, МПа	Угол внутреннего трения	Коэффициент крепости
Кристаллические сланцы	2,85	46,3-112,4 / 70,9	21,7	35°	11-12
Кальцифиры	2,56	28,9-75,8 / 46,5	10,2	32	6-8
Диопсидовые	3,05	44,0-156,2 / 105,9	35,8	34	11-13
Гнейсы	2,71	42,8-198,1 / 74,7	21,0	38	11-13
Магнетитовые руды	3,44-3,66	20,4-92,8 / 46,6	15,5	32	7-12

x В числителе - интервал, в знаменателе - средние по определениям.

ше. Диопсидовые породы распространены менее широко, чем кристаллосланцы и кальцифиры. Необходимо отметить, что диопсидовые породы являются самыми крепкими вмещающими породами. Биотит-амфиболовые, амфибол-биотитовые гнейсы, гранитизированные их разности и гранитогнейсы имеют небольшую мощность и встречаются редко.

На месторождении широко проявлена трещинная тектоника. Тектонические нарушения имеют меридиональное, северо-восточное и субширотное простирание. Деформированная зона обычно выполнена катаклазитом и милонитом, имеет крутое падение 80-90° и мощность до 20 м. Разлом на границе центрального и восточного участков имеет падение 30° и мощность до 100 м. В целом трещиноватость пород и руд весьма неравномерна. До глубины 30-40 м преобладают чрезвычайно трещиноватые породы (средний диаметр отдельности до 0,1 м), далее до глубины 100-120 м сильнотрещиноватые (0,1-0,2 м) и ниже - среднетрещиноватые (менее 0,2 м). Преобладают системы трещин с углами падения 25-35° и 60-70°, реже встречаются трещины с углами падения 40-50° и крутопадающие (75-90°).

Сейсмичность района месторождения оценивается в 7-8 баллов.

Уровень залегания трещинных вод находится на глубине 30-50 м от поверхности земли. Трещинно-жильные воды вскрыты рядом скважин, причем все скважины самоизливающиеся, их дебит меняется от 0,9 до 7,0 л/с.

Исходя из условий залегания пород, трещинной тектоники, прочностных свойств пород по ослабленным контактам и в целом, а также сейсмичности района запроектированы следующие параметры бортов карьеров: висячий бок

рудной залежи 42–50° при высоте 200–500 м, лежачий бок рудной залежи 34–48° при высоте 50–400 м.

Защиту карьеров от подземных вод и атмосферных осадков проектируется вести средствами открытого водоотлива. Нормальный приток в карьер за счет подземных вод не превысит 550 м³/ч, максимальный (с учетом ливневых вод) – 1900 м³/ч. Подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения горных предприятий и поселков, в районе недостаточно.

Исходя из конкретных инженерно-геологических условий на этой группе месторождений можно ожидать развития сейсмодислокаций, мерзлотных явлений в зоне рыхлых покровных глинистых пород и эрозионных процессов.

Как было отмечено выше, месторождение расположено в районе с возможной силой землетрясения 7–8 баллов. Последствия землетрясения в районе БАМа (7–10 баллов) выражаются в виде сейсмодислокаций – нарушений сбросового характера с величиной смещения 30–50 м или крупных рвов (расселин) шириной от 5–10 до 40 м, заполненных крупнообломочным материалом[x].

Отрицательные среднегодовые температуры определяют развитие в районе БАМа островной и сплошной мерзлоты. Западная часть территории характеризуется островным распространением многолетней мерзлоты преимущественно в рыхлых покровных глинистых породах. В скальных породах при незначительной трещинной пустотности и низкой влажности влияние промораживания и оттаивания проявляется в большей степени в верхней приповерхностной зоне, способствуя развитию экзогенной трещиноватости. В восточном направлении в межгорных котловинах верхняя часть разреза рыхлых отложений промерзла на глубину 50–250 м. В восточной части БАМа мощность многолетнемерзлых пород уменьшается и постепенно исчезает совсем. Мерзлотные явления проявляются в подвижках склоновых глинистых отложений при их оттаивании (солифлюкция). Наледи наиболее широко распространены в западной и центральной частях БАМа, особенно на участках Байкальской рифтовой области. Здесь сильно расчлененный рельеф создает благоприятные условия для дренирования трещинно-жильных вод из зон тектонических нарушений.

Влияние хозяйственной деятельности человека на мерзлотные явления заключается в вырубке лесов, подрезке склонов, карьерной выемке, отсыпке отвалов. В обнажениях мерзлых пород при отрицательных температурах нижняя граница мерзлых пород понижается, а при положительных – оттаивание вызывает развитие мерзлотных явлений. Под скальными отвалами, расположенными на мерзлых породах, происходит дальнейшее развитие мерзлоты.

Эрозионные процессы в районе активизируются при оттаивании мерзлых пород, а также под влиянием постоянных и временных поверхностных водотоков.

---

[x] Инженерно-геологические условия территории, прилегающей к трассе БАМ. Сборник научн. статей / Под ред. В.В.Кюнтцель. Л., изд. ВСЕГЕИ, 1982.

В более сложных инженерно-геологических условиях находится Пионерское железорудное месторождение. Оно является представительным для Сиваглинского и Комсомольского месторождений.

Пионерское месторождение приурочено к архейскому метаморфическому комплексу пород, представленных гнейсами, кальцифирами и диопсид-скаполитовыми породами. Эти породы и руды несогласно перекрыты нижнекембрийскими доломитами и доломитозированными известняками мощностью от 30 до 70 м четвертичными элювиально-делювиальными отложениями мощностью от долей метра до 12 м. Средняя плотность руды и вмещающих пород соответственно равна 3,85 г/м^3 и 2,7 г/м^3, коэффициент крепости f = 8÷14, естественная влажность 0,1-0,3 %.

Сложность гидрогеологических условий месторождения определяется наличием трещино-карстовых вод, приуроченных к доломитам и известнякам. Воды безнапорные. Трещинно-карстовые воды связаны с рекой Сивагли.

Целесообразным методом осушения является поверхностный способ с использованием водопонижающих скважин и карьерного водоотлива. Ожидаемый водоприток в карьер 1000-2000 м^3/ч.

Месторождение сложено комплексом крепких пород. Временное сопротивление сжатию около 150 МПа. Меньшей прочностью обладают кальцифиры, доломиты, мраморы (временное сопротивление сжатию 50-90 МПа).

Проектные параметры бортов карьера следующие:

Высота борта, м	250	300	400-600
Угол наклона, градусы	50/52	46/48	40/45

Примечание. В числителе – для лежачего бока, в знаменателе – для висячего.

Здесь следует ожидать развития суффозионно-карстовых процессов, приуроченных к периоду осушения месторождения и связанных с древним карстом в кембрийских доломитах и доломитизированных известняках, а также своеобразных оползневых процессов. Карбонатные породы всегда в той или иной степени трещиноваты и закарстованы, хотя и неравномерно по площади и глубине. Открытый карст в районе БАМа встречается редко, как правило, карстовые полости заполнены глинистым и обломочным материалом и сверху прикрыты элювиальными и делювиальными отложениями.

Суффозионно-карстовые техногенные процессы возобновляют свое развитие при водопонижении, а также при накоплении атмосферных осадков и строительстве хвосто- и водохранилищ, изменяющих естественный градиент подземных вод и скорость их фильтрации в известняках.

Развитие суффозионно-карстовых процессов в усть-кутских известняках наблюдалось в процессе эксплуатации Коршуновского горно-обогатительного комбината. Карьер осушался системой водопонижающих скважин, дренирующих воды усть-кутских известняков и пород рудно-скарновой зоны. Дренажная система откачивает 1500-2500 м^3/ч. В 3 км от карьера, в долине ручья Сухого, построено хвостохранилище с объемом намытых хвостов 170-180 млн.м^3.

В первые годы эксплуатации хвостохранилища при сбросе хвостов был вскрыт поверхностный карст в известняках, подстилающих ложе. Под действием фильтрации воды из хвостохранилища, объем которой достигал 3-8 тыс.м^3/ч, и работы дренажной системы в районе горного отвода изменились гидрогеологические условия. Начались интенсивные суффозионно-карстовые техногенные процессы в известняках в ложе хвостохранилища, в основании корпусов дробильно-обогатительной фабрики и частично в бортах карьера. О развитии этих явлений свидетельствовал вынос глинистого материала, который в источниках ниже дамбы хвостохранилища составил 170-250 мг/л, достигая в отдельные периоды 15-20 г/л, а в водопонижающих скважинах 250-400 мг/л. Выполнение запроектированных мероприятий по замыву ложа хвостохранилища хвостами в некоторой степени стабилизировал суффозионно-карстовые техногенные процессы, но не исключил их совсем. Началось загрязнение реки Коршунихи, впадающей в реку Илим. Повысилась минерализация карьерных вод за счет вскрытия их глубокими водопонижающими скважинами и поступления по разломам соленых вод литвинцевской свиты.

Для района Коршуновского месторождения характерны блоковые оползни, которым свойственно смещение крепких жестких пород (песчаники, известняки, доломиты, траппы) по обводненному глинистому основанию. Скальные породы играют роль давящей массы, а глинистые породы основания являются активной частью оползня. В последних по мере постепенного разуплотнения и разупрочнения возникают деформации, которые начинаются как медленные пластические течения, а завершаются сдвигами с относительно быстрыми скоростями смещения. Блоки скальных пород в теле оползня наклонены либо в сторону склона, либо опрокинуты. Подобные оползни имели место на Западном отроге в карьере, в районе промплощадки дробильно-обогатительной фабрики и в береговом примыкании упорной плотины хвостохранилища Коршуновского горно-обогатительного комбината.

Выводы

1. К оценке инженерно-геологических условий необходимо подходить комплексно, а для железорудных месторождений района трассы БАМа особо следует учитывать сейсмические, мерзлотные, гидрогеологические и гидрологические условия, во многом определяющие эффективность открытой разработки.

2. Способ и система осушения карьера должны обеспечивать эффективную разработку месторождения, а также охрану геологической среды, в том числе подземных вод. Наиболее перспективным способом осушения является поверхностный с использованием водопонижающих скважин. Последние обеспечивают раздельный сбор пресных и минерализованных вод.

3. Район железорудных месторождений территории БАМа беден подземными водами, пригодными для водоснабжения, поэтому необходимо предусматривать меры по комплексному использованию подземных и поверхностных вод.