
© С.Е. Гавришев, Т.С. Черчинцева,
Т.С. Кузнецова, Т.В. Некерова,
В.А. Павлов, Г.Г. Маслова, 2010

УДК 622. 343. 5: 622. 271

**С.Е. Гавришев, Т.С. Черчинцева, Т.С. Кузнецова,
Т.В. Некерова, В.А. Павлов, Г.Г. Маслова**

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ДЖУСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЛЧЕДАННО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

Проведено технико-экономическое сравнение вариантов доработки Джусинского колчеданно-полиметаллического месторождения.

Ключевые слова: запасы медно-цинковых руд, открытая разработка месторождения, оползнеопасная зона, схема прибрежных вертикальных водопонизительных скважин.

Семинар № 17

Джусинское колчеданно-полиметаллическое месторождение расположено на территории Адамовского района Оренбургской области в 70 км к северо-востоку от города Орска.

Балансовые запасы медно-цинковых руд составляют 6931,3 тыс. т. Промышленное содержание меди - 3%, цинка - 3,76%. В рудах месторождения присутствуют различные попутные компоненты - свинец, золото, серебро, барит, селен, теллур, таллий и кадмий.

Характерной особенностью геологического строения месторождения является согласное крутое падение вскрытых пород с рудными телами от 65 до 80° (рис. 1).

Восточная часть месторождения представлена метасоматитами с общей горизонтальной мощностью до 500 м. Однако зона не является сплошной. Метасоматиты разделены дайками и прослойми пород, таких как, граниты, порфириты [1].

Месторождение находится в зоне действия безнапорного водоносного

пласта мощностью 125 м. Уровень грунтовых вод расположен на глубине 4-5 м от поверхности. Постоянным источником воды является р. Джуса.

Разработку Джусинского месторождения с 2001 года осуществляет управляющая компания "Ормет", расположенная в городе Орске Оренбургской области.

Первоначально институтом "Гипроруда" был выполнен проект на открытую разработку месторождения, по которому глубина карьера составляла 250 м, высота погашенных уступов - 30 м, угол откоса уступа - 70°. Вскрытие осуществляется внутренней траншееей со спиральной формой трассы. Производительность карьера по руде 600 тыс. т/год. Буровые работы выполняются станками DM-45 и ROK-L8, СБШ-250, СБУ-100Г, выемочно-погрузочные работы - экскаваторами ЭКГ-5А, транспортирование осуществляется автосамосвалами БелАЗ-7540 и БелАЗ-7548.

Однако при достижении глубины 50 м на восточном борту карьера появились первые признаки оползня.

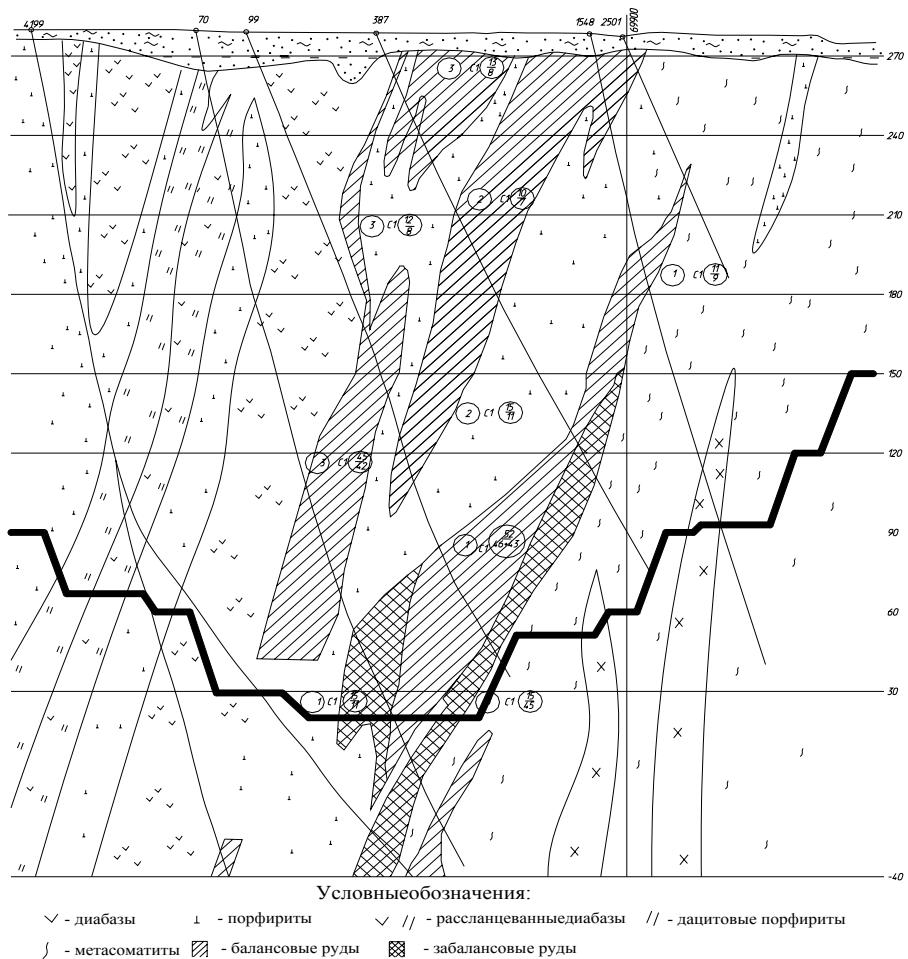


Рис. 1. Характерный геологический разрез месторождения

На рабочих уступах высотой 5-7 м, сложенных обводненными метасоматитами, уже появились деформации. Поэтому погашение по существующему проекту не представлялось возможным. Организацией "Маггепроект" была выполнена корректировка существующего проекта. Измененный план карьера на конец отработки показан на рис. 2.

Сущность корректировки заключалась в изменении схемы вскрытия месторождения и формы трассы. Месторождение вскрыто двумя внутрен-

ними парными траншеями на северном борту: общей (отм. 285-240 м) и отдельной (отм. 285-267). Вскрытие рабочих горизонтов предусмотрено временными автомобильными съездами, которые по мере развития горных работ переходят в стационарную спирально-петлевую трассу. Стационарные съезды на восточном борту карьера в отм. 280-150 м отсутствуют из-за возможности деформации откосов уступов, сложенных кварц-сериицитизированными породами.

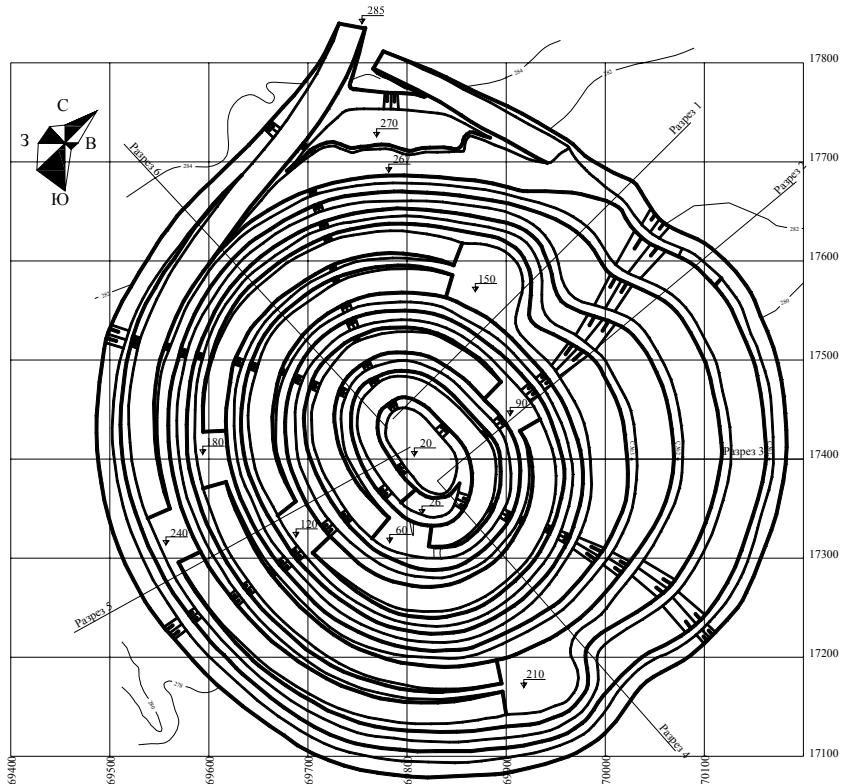


Рис. 2. План карьера на конец отработки по проекту ООО “Маггеопроект”

Кроме того, была пересмотрена производительность карьера в сторону увеличения до 750 тыс. т/год.

По проекту ИГД УрО РАН предполагалось погашение 25-30-метровых уступов с углом откоса до 70° по всем бортам карьера. Для оценки устойчивости параметров откосов уступов и бортов карьера, принятых в проекте ИГД УрО РАН, использовались физико-механические свойства пород, полученные по результатам экспериментов, проводимых в МГТУ им. Г.И. Носова, учитывающие обводненность пород восточного и юго-восточного бортов. По результатам исследований были построены зависимости физико-механических свойств метасоматитов от содержания влаги (рис. 3).

Расчет устойчивости откосов бортов и их участков проводился методом алгебраического сложения сил по круглоилиндрической поверхности скольжения. Поверхность скольжения строилась по общепринятой методике ВНИМИ [2] для усредненных показателей физико-механических свойств пород. Устойчивость уступов оценивалась при помощи графика Г.Л. Фисенко. Анализ устойчивости участков откосов бортов с предельным углом $\alpha_{\text{рез}}=40-52^\circ$ свидетельствует о невозможности погашения их с такими параметрами, коэффициент запаса устойчивости меньше нормативного 1,3.

Строенные уступы по метасоматитам с углом откоса до 70° будут неустойчивы, участки откосов бортов на

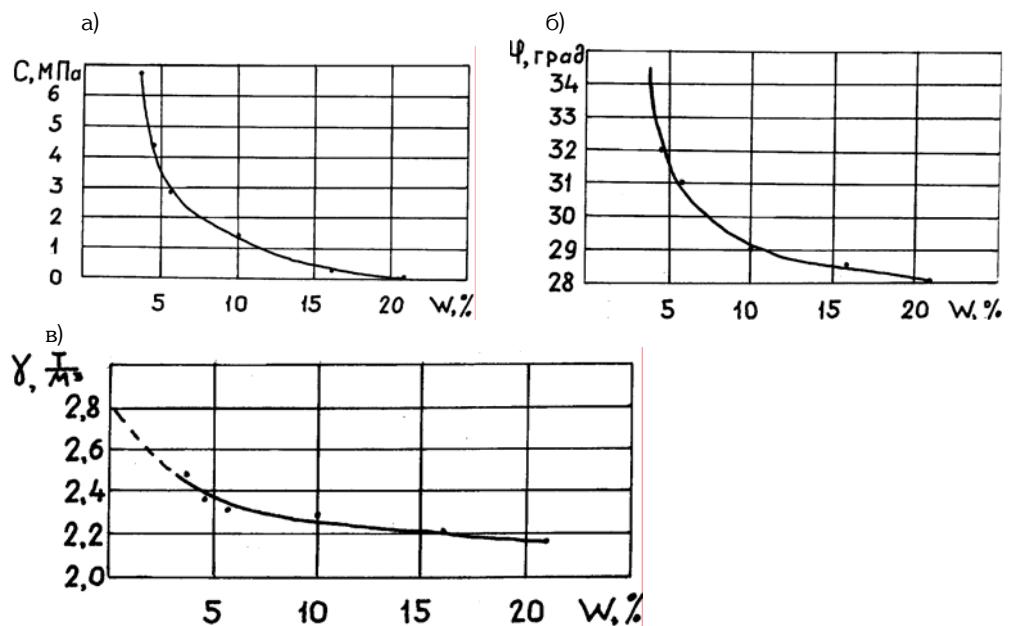


Рис. 3. Зависимость физико-механических свойств метасоматитов от их влажности (W): а) - удельного сцепления (С); б) - угла внутреннего трения (ϕ); в) – плотности (γ)

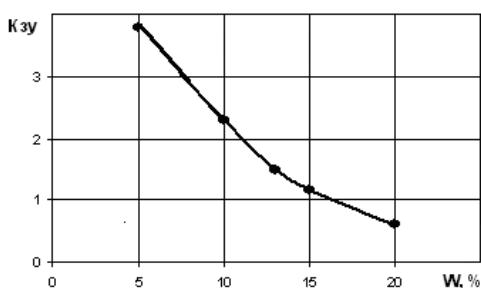


Рис. 4. Зависимость коэффициента запаса устойчивости (K_{sy}) уступа по расщленцеванным кварц-серицитам от их влажности (W)

юго-восточном и восточном бортах будут находиться в предельном состоянии, а на отдельных участках будут развиваться деформации. Угол откоса уступа по водонасыщенном метасоматитам должен составлять 26–27°. Как видно из графика на рис. 4,

при условии осушения пород до влажности 12 % угол откоса должен быть 40° при $K_{sy} = 1,65$.

Для получения влажности пород, обеспечивающей устойчивость отдельных уступов, скорость процесса осушения метасоматитов должна быть увязана со скоростью понижения горных работ. По проекту, составленному ЗАО “ПО Геоэкология”, для осушки карьерного поля заложены 5 водопонизительных скважин глубиной 98 м [3]. Однако, эти скважины обеспечивают лишь частичное осушение оползнеопасной зоны, и скорость осушки верхних горизонтов не удовлетворяет условиям понижения горных работ: для осушки погашаемого борта от отм. 267 м до отм. 226 м потребуется 6 лет.

Для ускорения процесса осушки оползнеопасной зоны была предложена схема прибортовых вертикальных водопонизительных скважин,

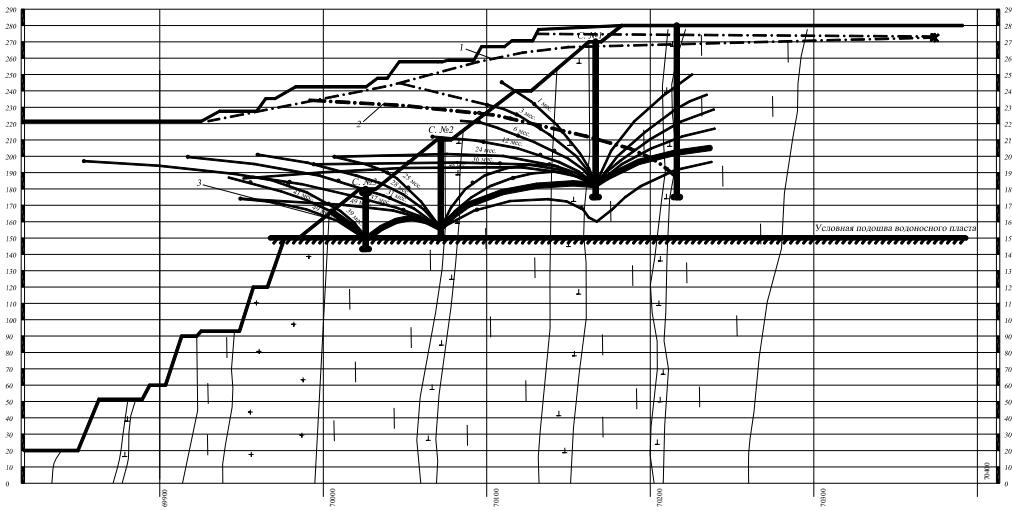


Рис. 5. Схема осушения восточного борта карьера: 1 - депрессионная кривая на 01.10.2005 г.; 2 - депрессионная кривая скважины по проекту осушки ЗАО “ПО Геоэкология” ; 3 – результирующая депрессионная кривая по проекту ООО “Маггеопроект”

расположенных по осевому сечению зоны на площадках погашенного борта (рис. 5). Ввод скважин – последовательный. Последовательность ввода определяется временем погашения верхних откосов. Время погашения, в свою очередь, определяется скоростью понижения уровня грунтовых вод на погашаемых уступах.

Первая скважина введена с отм. 270 м глубиной 95 м после погашения верхнего уступа, вторая глубиной 60 м – через 24 месяца от начала откачки и после погашения борта выше отм. 210 м, третья глубиной 36 м – еще через 13 месяцев после погашения борта до отм. 180 м. К концу 46 месяца вся оползнеопасная зона метасоматитов будет полностью осушена. Притоки в скв. № 1 составят 31-25 м³/ч, в скв. № 2 - 10-6 м³/ч.

Ввиду малых притоков в третью скважину (2-4 м³/ч) от последней можно отказаться, так как первые две очереди ко времени её ввода обеспечат понижение уровня грунтовых вод на откосах до отм. 176 м. Неосущен-

ным останется незначительный участок уступа 180-150 м, который более 1/3 высоты сложен скальными породами.

Оценка устойчивости проектных параметров откосов бортов карьера после осушки кварц-серийтизованных пород выполнена только по северо-восточному, восточному и юго-восточному бортам карьера. Схема к расчету устойчивости восточного борта представлена на рис. 6. Физико-механические свойства кварц-серийтизованных пород после осушки грунтовых вод и с учетом инфильтрации атмосферных осадков (влажность до 12 %) для расчетов приняты следующие: плотность – 2220 кг/м³; угол внутреннего трения – 28,8°; удельное сцепление в массиве – 0,064 МПа. Коэффициент запаса устойчивости предельных контуров по разным сечениям изменяется от 1,31 до 2,0. Предлагаемая дренажная схема, принятые параметры откосов уступов и бортов карьера обеспечат безопасность открытых горных работ.

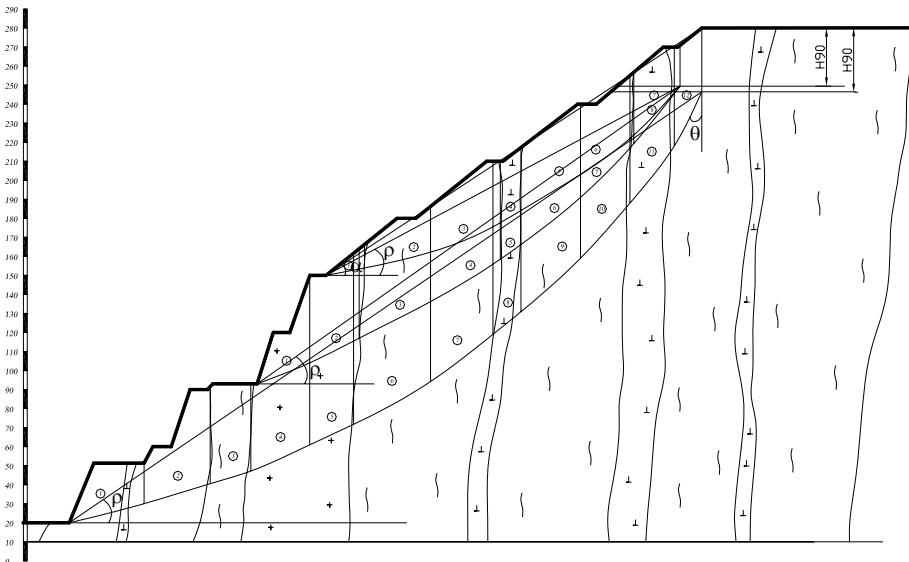


Рис. 6. Схема к расчету устойчивости восточного борта карьера: H_{90} – высота вертикального обнажения; ρ – средний угол наклона линии скольжения; α – угол участка откоса борта карьера; θ – угол сдвига пород

Однако рассланцевание массива метасоматитов имеет крутое падение 70-80° и при вскрытии торцы наслойений выходят на площадки и откосы уступов (углы откосов уступов составляют 40°). За счет этого коэффициент фильтрации метасоматитов вдоль напластования будет в 3-4 раза больше, чем вкrest и составит 0,7-1 м/сут. По данным отчета по гидро-геологическим исследованиям атмосферные осадки поглощаются до 40%.

В результате проникновения атмосферных осадков свойства метасоматитов резко снижаются. При неблагоприятных метеорологических условиях глубина инфильтрации достигает 20-30 м, что сопоставимо с высотой уступа. В связи с этим откос уступа, несмотря на понижение уровня грунтовых вод, находится в водонасыщенном состоянии.

Для защиты восточного борта Джусинского карьера от поверхностных вод предлагается способ покры-

тия площадок уступов смесью битума и солярового масла, поскольку он является самым дешевым из возможных к применению в условиях Джусинского карьера.

Технология покрытия битумной смесью и щебнем основывается на применении дорожно-строительной техники, взятой в аренду, и включает в себя следующие процессы: планировка площадки бульдозером ДЭТ-350Б1Р2, поливка площадки битумной смесью с использованием автогудронатора ДС 39Б, распределение щебня (толщина слоя составляет 5-10 мм) с использованием распределителя ДС-8, уплотнение щебня катком "DYNAPAC" CA 151D, вторичная поливка битумной смесью. Для проведения битумизации предлагается принять вязкий дорожный битум марки БНД 90/130 (ГОСТ-22245-90) [4]. Толщина и нижнего, и верхнего слоев битума составляет 5 мм. Битум на площадку карьера предполагается доставлять автобитумовозом марки

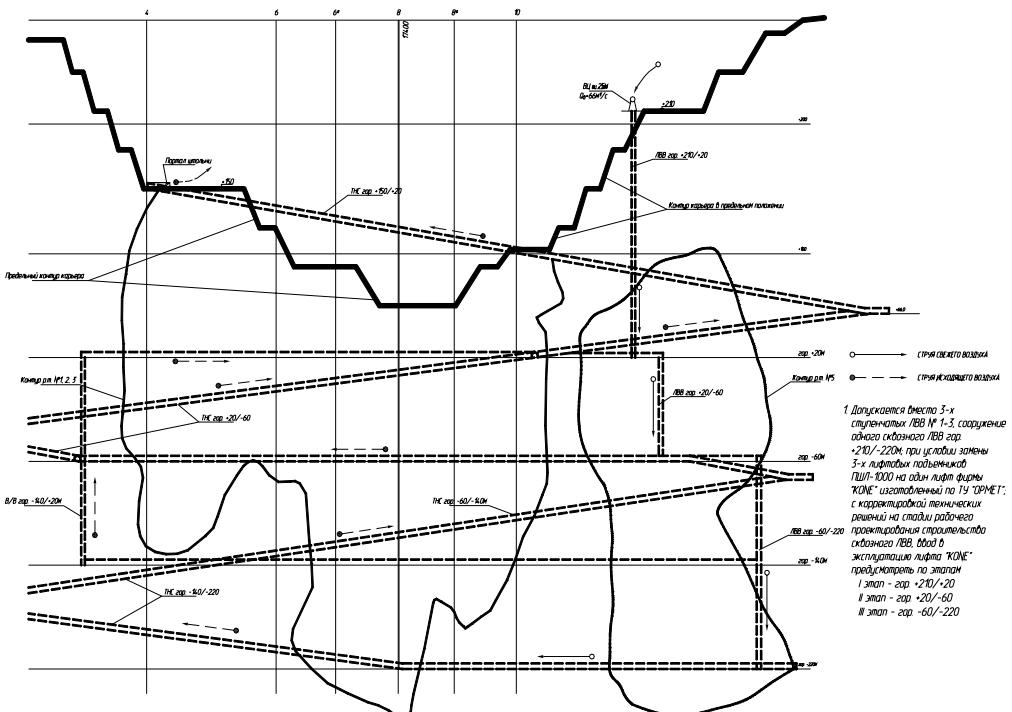


Рис. 7. Вскрытие и разработка месторождения подземным способом по Варианту II

ДС-164. Выполнение работ по битумизации каждой из четырех площадок уступов составит около 13 ч. Так как площадки в восточной части борта не несут транспортных нагрузок, то срок сохранения покрытия будет довольно долгим. Экономический эффект при проведении данных мероприятий составит 5,2 млн. руб. (в ценах 2007 года).

К настоящему моменту на карьере пробурены 4 водопонизительные скважины. Глубина карьера составляет 120 м.

В 2007 году было выполнено технико-экономическое сравнение вариантов доработки месторождения ниже отм. +20 м. Сравнивались следующие 4 варианта:

- Вариант I - доработка месторождения подземным способом до отм. -220 м, по проектным решениям, раз-

работанным ИГД УрО РАН в 2000 году;

- Вариант II - доработка подземным способом месторождения до отм. -220 м;

- Вариант III – доработка открытым способом до отм. 0 м;

- Вариант IV – доработка открытым способом до отм. -210 м.

Количество дорабатываемых запасов по вариантам I, II, IV составляет 2472,1 тыс. т., по варианту III- 30,06 тыс. т.

Вскрытие прикарьерных запасов по Варианту I предусмотрено двумя вертикальными стволами, по Варианту II – транспортным наклонным съездом под самоходное оборудование, что позволяет сократить объемы горно-подготовительных работ. Кроме того, это значительно сократит срок ввода в эксплуатацию подземного

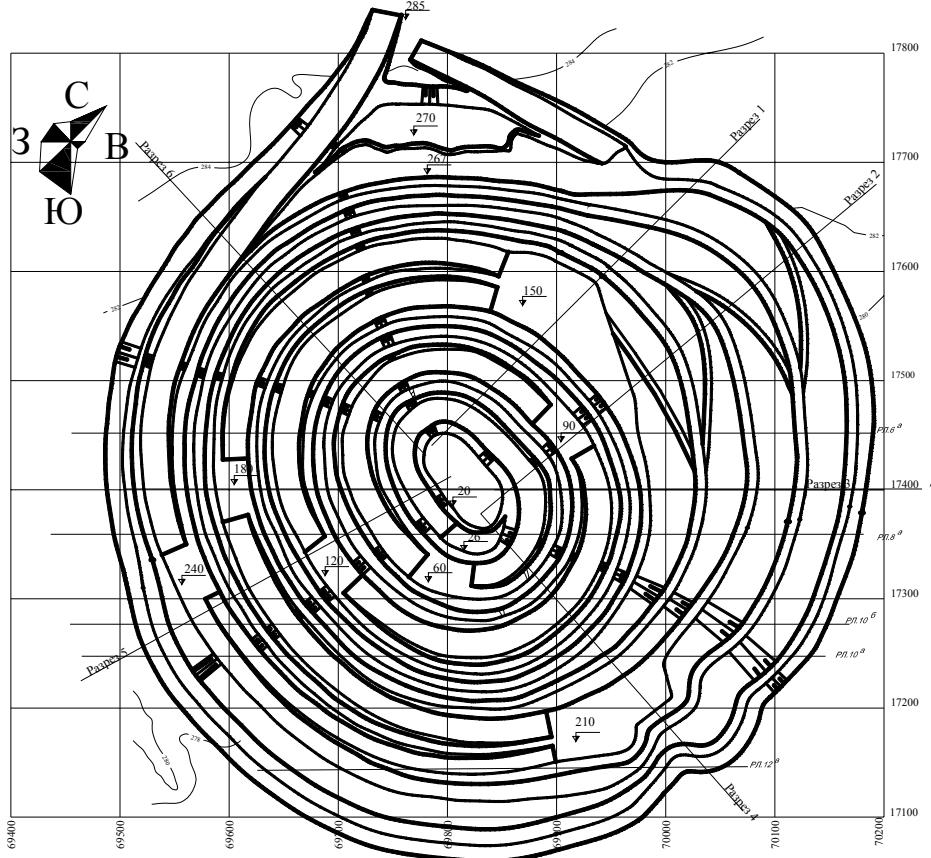


Рис. 8. План карьера при формировании транспортно-наклонного съезда

рудника на 6 лет. Срок ввода в эксплуатацию подземного рудника по проекту ИГД УрО РАН составит 12 лет, по проекту ЗАО «Маггеоэксперт» - 6 лет.

Доработка открытым способом месторождения возможна при изменении проектных контуров карьера с отм. дна +20 м. По Варианту III рассмотрено углубление карьера до отм. 0 м, при этом глубина карьера составит 280 м, по Варианту IV – отработка запасов до отм. - 210 м, глубина карьера составит 490 м. Увеличение объемов вскрышных работ по Варианту III составит 11216,82 тыс. м³, по Варианту IV – 115040,42 тыс. м³, ко-

эффициент вскрыши соответственно по вариантам 28,8 м³/м³ и 72,0 м³/м³.

Технико-экономическое сравнение вариантов доработки месторождения показало, что целесообразной является доработка по Варианту II (рис. 7). При этом предельный контур карьера будет изменен за счет формирования съездов для подземного транспорта в карьере (рис. 8). Чистая прибыль при применении данного варианта составит 136,6 тыс. \$. Доработка же всех запасов открытым способом по Варианту IV приведет к убыткам предприятия в размере 375,5 млн. р. (в ценах 2007 года).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Отчет о разведке Джусинского колчеданно-полиметаллического месторождения в Адамовском районе Оренбургской области в 1956-1970 гг.* – Оренбург, 1970.
2. *Руководство по определению оптимальных углов наклона бортов карьеров и откосов отвалов.* – Л., 1962.
3. *Водоотлив при осушении карьера «Джусинский» для обоснования притоков в очистные сооружения. Рабочий проект.* – Новосибирск, 2004.
4. *Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог / Под ред. С.Г. Цупикова.- М."Инфра-Инженерия", 2005.* **МАБ**

Коротко об авторах –

Гавришев С.Е. – доктор технических наук, профессор кафедры "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых";
Черчинцева Т.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых";
Кузнецова Т.С. - кандидат технических наук, доцент кафедры "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых";
Некерова Т.В. - аспирант кафедры "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых",
ГОУ ВПО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова", mqftu@mqftu.ru
Павлов В.А. - главный инженер ЗАО "Ормет";
Маслова Г.Г. - главный маркшейдер ЗАО "Ормет".



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН			
САВЧЕНКО Андрей Владимирович	Совершенствование скважинной технологии гидроимпульсного воздействия на горные породы при добыче полезных ископаемых	25.00.22 05.05.06	к.т.н.