

УДК 622.342

**А.М. Павлов, Ю.М. Семенов**

**ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ПРИ ЗАЧИСТКЕ РУДЫ В УСЛОВИЯХ  
КРИОЛИТОЗОНЫ РУДНИКА «ИРОКИНДА»**

---

**И**рокинденское месторождение представлено серией гидротермальных убого-сульфидных золотосодержащих наклонных мало-мощных кварцевых жил, которые приурочены к тектоническим зонам рассланцевания. Жилы залегают в зоне устойчивой многолетней мерзлоты переходящей в горном массиве на глубинах 350-400 м в вялую. Отработка балансовых запасов ведется следующими системами разработки: камерно-столбовой с креплением; наклонными уступами широким забоем по простиранию с креплением и локализацией пустот.

Зачистка подошвы блока от рудной мелочи в условиях наклонных мало-мощных жил является самым трудоемким процессом при добыче руды. При отработке месторождения установлено, что в рудной мелочи концентрируется значительная доля металла. При скреперовании отбитой руды по очистному пространству происходит осаждение тяжелых, богатых золотом частиц и оседание их в неровностях, трещинах лежачего бока. В связи с тем, что месторождение отрабатывается в зоне вечной мерзлоты, то происходит слеживание и наморозка рудной мелочи на подошве блока. Установлена общая тенденция в распределении золота по фракциям разной крупности материала. Она за-

ключается в том, что чем меньше крупность материала, тем выше в ней содержание золота и серебра. Однако соотношение классов крупности материала по массе таково, что частицы крупнее 1 мм составляют 80-85 % общей массы рудной мелочи и, несмотря на более низкие содержания в ней металла, несут в себе его основную часть (70-80 %). На мелкие фракции (-1 мм), масса которых не превышает 15-20 %, хотя там и содержания золота и серебра относительно высокие, приходится всего лишь 20-30 % от общего количества металла, теряемого в рудной мелочи (рис. 1).

Расчет баланса добываемой и теряемой руды в виде рудной мелочи показывает, что толщина такого слоя, особенно на неровной поверхности блока может составить 0,07 м. В этом случае в среднем на 1 м<sup>2</sup> площади будет сосредоточено 0,12 т рудной мелочи, что соответствует в среднем потерям металла около 4 %.

Для предотвращения потерь металла в отбитой руде обычно применяется ручная зачистка почвы блока с применением пневматических отбойных молотков, металлических щеток-сметок, скребков. Это довольно трудоемкий процесс и некачественное его выполнение приводит к значительным потерям металла (до 4 %), кроме того выполнение этих работ

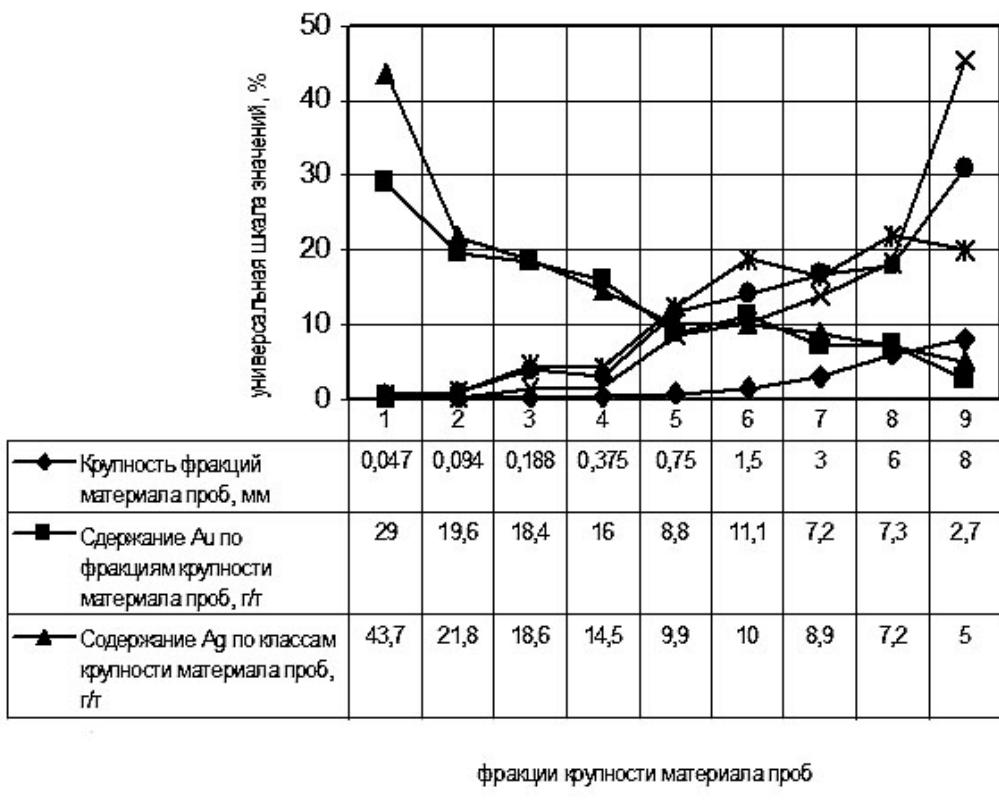
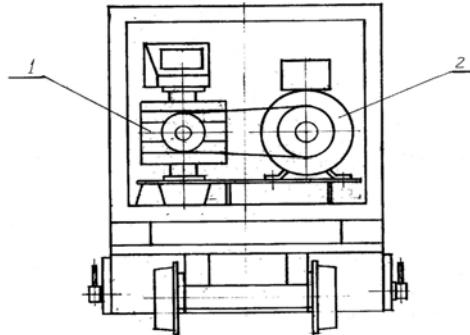
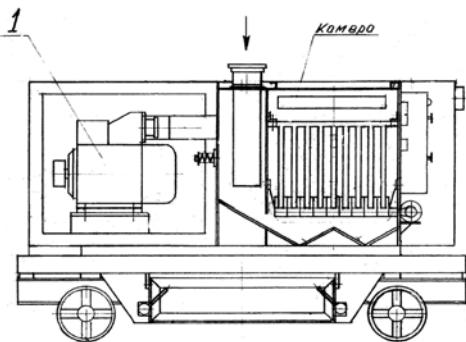


Рис. 1. Характер распределения золота в теряемой рудной мелочи

создает неблагоприятную обстановку по запыленности воздуха, так как невозможно в условиях многолетней мерзлоты применить гидросмыыв или зачистку с помощью селевого потока. Поэтому было очень важно и необходимо механизировать процесс зачистки рудной мелочи в блоках. В 2002 году специалисты ОАО «Бурятзолото» при участии ОАО «Иргиредмет» рассмотрели возможность применения вакуумной технологии при зачистке рудной мелочи в блоках по аналогии работы ее на рудниках ЮАР.

В основе технологии стоит вакуумная установка, смонтированная на платформе предназначеннной для передвижения по рельсовому пути. Установка включает в себя воздуховушку

с ротационным поршнем (поз. 1 рис. 2), выполняющую функцию вытяжного вентилятора, электрический двигатель с приводом (поз. 2 рис. 2), которые смонтированы на единой раме. В основу принципа работы установки положена работа воздуховушки Рутса. Воздуховушка, приводимая в действие электрическим двигателем, создает вакуумное разряжение в трубопроводе, проложенном от установки до места, в котором производятся работы по сбору рудной мелочи. Рудная мелочь, которую необходимо собрать, всасывается через форсунку (рис. 3) и по гибкому шлангу, трубопроводу поступает к предварительному сепаратору (рис. 4).



В предварительном сепараторе происходит отделение всасываемого материала от транспортирующего воздуха. Оставшаяся не извлеченной

**Рис. 2. Вакуумная установка**

в предварительном сепараторе рудная пыль, отделяется в коллекторе системы, установленном на самой установке. По мере наполнения бункера предварительного сепаратора

происходит его автоматическая разгрузка в вагон. Разгрузка контейнера коллектора тонкой очистки производится вручную при его заполнении. При полном контейнере коллектора происходит автоматическое отключение установки.

Обслуживание вакуумной установки осуществляют двое горнорабочих, находящихся в блоке на месте зачистки рудной мелочи. Установка позволяет засасывать и транспортировать куски руды размером до 50 мм. Применяемая технология позволяет извлекать рудную мелочь из трещин и ямок, что приводит к повышению извлечения металла из недр. В процессе исследований разработан порядок выемки запасов, который позволяет уменьшить время стояния очистного пространства с отбитой незачищенной рудой. Эксплуатационный участок разделяется на три зоны: отбойки руды; зачистки отбитой руды; локализации пустот (рис. 5). Во второй зоне, расположенной

от заградительного экрана до распорных стоек ограждения отработанного пространства, происходит зачистка отбитой руды после процесса

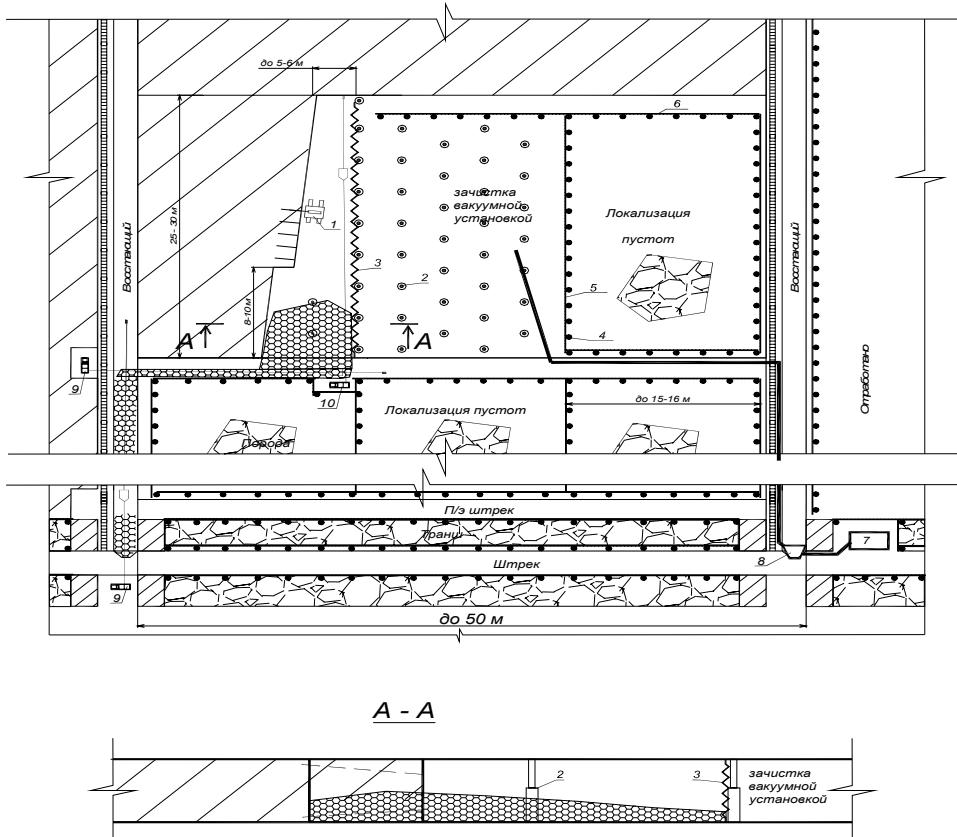
скреперной доставки. Работы ведутся в закрепленном пространстве и могут выполняться независимо



**Рис. 3. Подошва блока после зачистки. Всасывающая форсунка**



**Рис. 4. Предварительный сепаратор**



- 1 - буровой станок на санях;  
3 - экран (полимерная сетка);  
5 - дощатый отшиб;  
7 - вакуумная установка  
9 - скреперная лебедка ЗОПС-2с
- 2 - гидравлическая стойка;  
4 - распорная стойка;  
6 - отшиб скреперной дорожки;  
8 - сепаратор  
10 - скреперная лебедка 10ЛС-2с

**Рис. 5. Схема скреперной доставки, вакуумной зачистки и расположение зон**

от работ в первой зоне. Вакуумная зачистка рудной мелочи при таком порядке отработки наиболее эффективна, так как руда не успевает слеживаться и смерзаться.

Вакуумные установки мощностью 55-75 кВт выпускаются на заводах ЮАР и по своим характеристикам подходят для работы в рассматриваемых условиях. Техническая производительность вакуумных установок до 20 т/смену в зависимости от условий

применения и мощности воздуходувки. На сегодня на руднике в работе две установки Trans Vac SA55 E54 и одна Mega Vac SA75 E38. Технический ресурс вакуумной установки Trans Vac SA55E54 до первого капитального ремонта составляет три года. Вакуумная установка может быть подвергнута капитальному ремонту дважды. Учитывая наличие комплекта запасных частей поставленных фирмой, срок службы вакуумной установ-

**Технико-экономические показатели  
вакуумных установок**

| №№<br>п/п | Наименование показателей   | Ед.<br>изм. | Показатели                  |                              |
|-----------|--|-------------|-----------------------------|------------------------------|
|           |  |             | Trans Vac<br>SA55E54        | Mega Vac<br>SA75E38          |
| 1         | Габаритные размеры (Д x Ш x В)   | мм          | 2485 x 1200 x<br>1055       | 2785 x 1200 x<br>1055        |
| 2         | Масса  | кг          | 1910                        | 2050                         |
| 3         | Мощность электрического двигателя  | КВт         | 55                          | 75                           |
| 4         | Оптимальная длина системы трубопроводов:<br>а) при работе в горизонтальной плоскости:<br>- от форсунки до предсепаратора<br>- от предсепаратора до установки<br>б) при работе в вертикальной плоскости:<br>- от форсунки до предсепаратора<br>- от предсепаратора до установки | м           | 200<br>100<br><br>50<br>100 | 300<br>150<br><br>100<br>150 |
| 5         | Стоимость, с учетом транспортных расходов  | тыс.<br>руб | 3010                        | 3552                         |

ки определен восьмью годами. Средняя себестоимость добычи руды при зачистки рудной мелочи составила 37,58 руб/т. Срок окупаемости установки составил 4 месяца.

Применение вакуумной технологии в условиях криолитозоны на руднике «Ирокинда» позволило снизить

потери золота при отработке балансовых запасов на 3 % и значительно улучшить условия труда горнорабочих очистного забоя. С 2003 по 2007 гг. с использованием эксплуатации вакуумных установок добыто 250 кг золота, большая часть которого была бы безвозвратно потеряна. **Изаб**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Неганов В.П., Давиденко А.А., Разгуляева О.Ю. «Анализ условий и определение области применения вакуумной установки Trans Vac и гидравлических крепей Elbroc в условиях рудника «Ирокинда» г. Иркутск, 2002.
2. Вицинский В.А., Савенков Н.И. «Отчет о работе вакуумной установки Trans Vac за период с октября 2003 года по декабрь 2003 года г. Улан-Удэ, 2004.

**Коротко об авторах**

Павлов А.М. – технический директор, кандидат технических наук,  
Семенов Ю.М.- начальник техотдела,  
ОАО «Бурятзолото», Республика Бурятия.

Рецензент канд. техн. наук, доцент Л.Г. Рубцов.



---

© А.М. Павлов, Ю.М. Семенов,  
2007

УДК 622.342

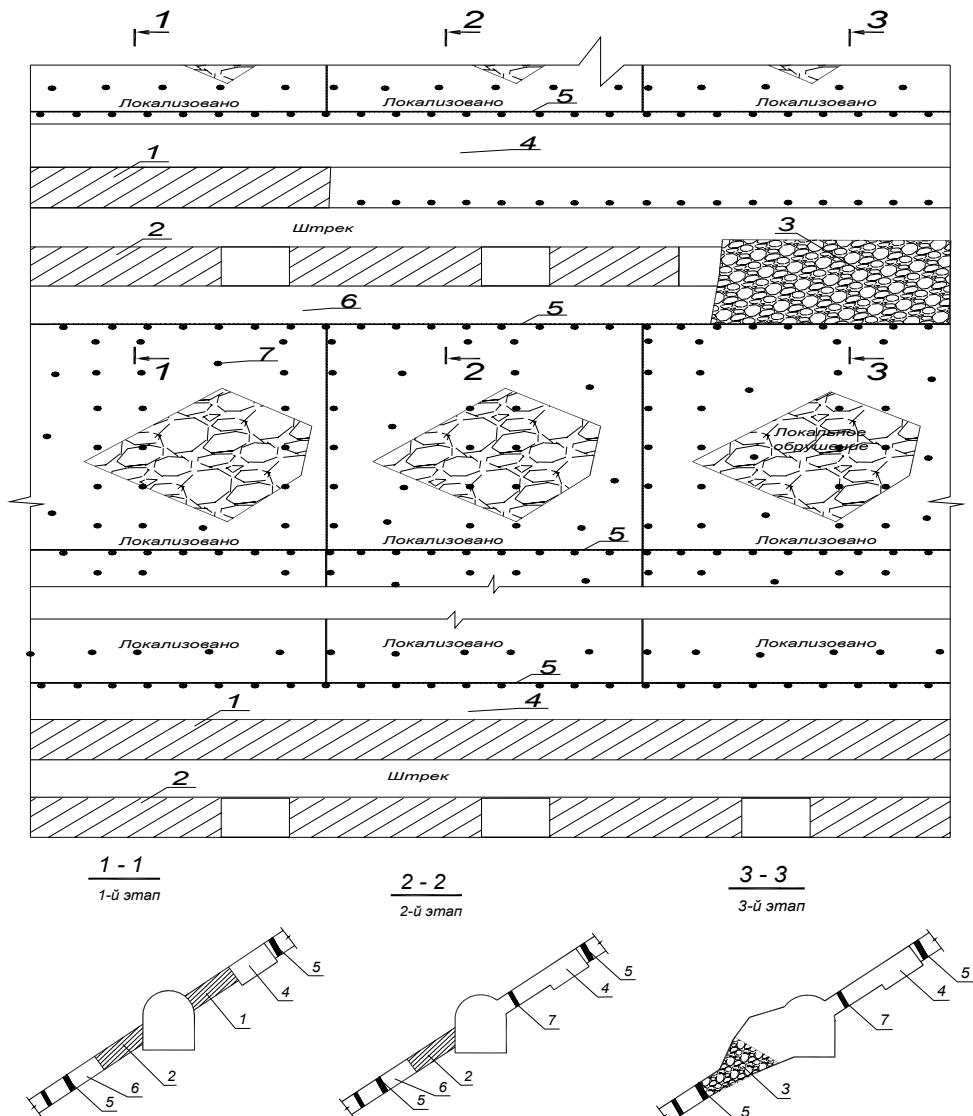
**А.М. Павлов, Ю.М. Семенов**

**УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ  
В КРИОЛИТОЗОНЕ ПРИ ОТРАБОТКЕ  
НАКЛОННЫХ МАЛОМОЩНЫХ ЖИЛ  
НА ПРИМЕРЕ ИРОКИНДЕНСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

---

**М**есторождение включает серию гидротермальных убого-сульфидных золотосодержащих маломощных кварцевых жил, которые приурочены к наклонным ( $30\text{--}50^\circ$ ) тектоническим зонам рассланцевания. Жилы залегают в многолетней мерзлоте и переходных зонах (вязкая мерзлота, близповерхностные участки), системы трещин рассланцевания ориентированы субпараллельно и под углом к кварцевой жиле, что предопределяет возможность отслоений пород кровли при выполнении горных работ. В ходе проведенных исследований (на основе натурных наблюдений, замеров и лабораторных исследований), совместно с сотрудниками ИрГТУ Филонюком В.А. и Сосновским Л.И., доказано, что вмещающие породы в условиях многолетней мерзлоты устойчивы. Массив горных пород – однородная упругая среда, находящаяся в сжатом состоянии. Выявлено, что давление на крепь оказывает не вся толща налагающих пород, а только ее приконтактовая часть – зона рассланцевания (средней мощностью до одного метра) и, в зависимости от температурного режима, меняется ее

устойчивость. В переходных зонах, где температура вмещающих пород варьирует от  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  до плюсовых обычно зона рассланцевания неустойчива и склонна к вывалам. Отслоение пород возможно по зонам тектонического рассланцевания различной мощности, либо по трещинам различного ориентирования, некоторые из которых выполнены глинистолъдистым лимонитизированным субстратом. Доказано, что целики ведут себя в условиях многолетней мерзлоты как обычное усиленное крепление. В горно-технических условиях разработки наклонных жил наиболее целесообразно применить комплекс методов управления горным давлением: естественное поддержание очистного пространства (при выемке запасов блока с оставлением целиков); искусственное поддержание очистного пространства (для обеспечения устойчивости кровли от возможных локальных обрушений пород в зонах рассланцевания); самообрушение (при выемке целиков). После отработки запасов блока и выемки целиков необходимо предусматривать погашение подземных пустот. Наиболее



**Рис. 1. Схема отработки подштрековых и надштрековых целиков с формированием бутовой полосы:** 1 – надштрековый целик; 2 - подштрековый целик; 3 - бутовая полоса; 4 - подэтажный штрек; 5 – отшив; 6 - скреперная дорожка; 7 - распорная стойка

приемлемым для условий рудника является способ локализации ограждением пространства при возведении бутовых полос (рис. 1).

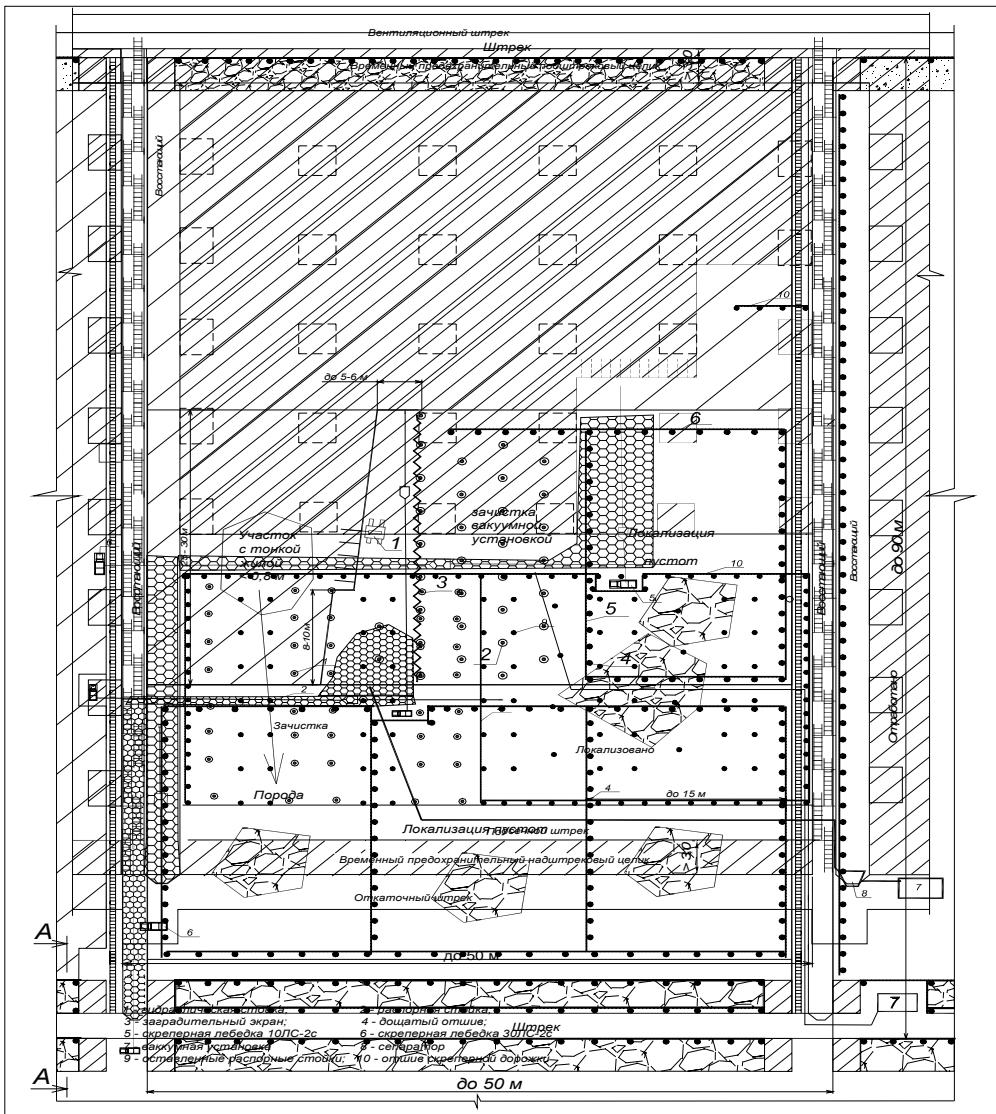
При применении камерно-столбовой системы разработки с креплением предусматривается комбинирован-

ный метод управления горным давлением – естественное и искусственное поддержание очистного пространства, с последующей локализацией (рис. 2).

Первый способ обосновывается расчетами устойчивых междуэтажных

и междублоковых целиков и допустимых обнажений кровли камер. Для недопущения наращивания оставляемых целиков при отработке балансовых запасов этажа камерно-столбовой системой с креплением, очистная выемка руды ведется в следующем порядке (рис. 2): блок по восстанию делится на три части; после отработки каждой из частей приступают к

выемке целиков, в последующем деля их на две зоны заградительным экраном, одна из которой - в отбойке, а другая - в зачистке; далее, после зачистки, зона локализуется методом ограждения, где допускается самообрушение пород кровли; затем зона зачистки переходит на место закончившейся зоны отбойки, а отбойка осуществляется уже выше.



**Рис. 2. Порядок отработки запасов камерно-столбовой системой с креплением**  
**Рис. 3. Система разработки наклонными уступами широким забоем по простиранию с креплением и локализацией пустот:** 1 – буровой станок на санях; 2 – гидростойка; 3 – экран (полимерная сетка); 4 – рудостойка; 5 – досчательный отшив; 6 – отшив скреперной дорожки; 7 – вакуумная установка

При применении систем разработки наклонными уступами широким забоем по простиранию с креплением и локализацией пустот управление горным давлением осуществляется искусственным поддержанием кровли и ло-

кализацией отработанного пространства с частичным обрушением или заполнением его пустыми породами (рис. 3).

Предлагается вместо крепления деревянными распорками в сочета-



**Рис. 4. Крепление ложной кровли различными видами крепи:** а) -гидростойки; б) – СПАК

ния с целиками для поддержания кровли очистного пространства применять более эффективные, современные виды крепи: многоразовую взрывозащищенную гидравлическую крепь ELBROC OMNI 80 (рис. 4, а) и сталеполимерную крепь (СПАК) (рис. 4, б); сочетание этих видов крепей с полимерной сеткой и деревом.

Следует отметить, что общая устойчивость очистного пространства, в том числе первой зоны (зона ведения горных работ), обеспечивается оставлением междуэтажных целиков. Устойчивость зоны зачистки обеспечи-

вается креплением гидростойками. Устойчивость третьей зоны не обеспечивается. В ней допускаются процессы самообрушения пород. Для безопасного ведения горных работ в других зонах, третью зону локализуют ограждением. В случае накопления пустот с превышением допустимых обнажений необходимо проводить их локализацию бугтовыми полосами. Применяемые вышеуперечисленные методы, порядок управлением горным давлением в условиях криолитозоны рудника Ирокинда позволяют эффективно и безопасно отрабатывать балансовые запасы. **ГИАБ**

### Коротко об авторах

Павлов А.М. – технический директор, кандидат технических наук,  
Семенов Ю.М.- начальник техотдела,  
ОАО «Бурятзолото», Республика Бурятия.

Рецензент канд. техн. наук, доцент Л.Г. Рубцов.

