

Барановский Кирилл Васильевич
научный сотрудник
лаборатории подземной геотехнологии,
Институт горного дела УрО РАН
620219, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: agenturoran@mail.ru

Никитин Игорь Владимирович
научный сотрудник
лаборатории подземной геотехнологии,
Институт горного дела УрО РАН
620219, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: agenturoran@mail.ru

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ВСКРЫТИЯ И ОТРАБОТКИ ГЛУБОКИХ
ГОРИЗОНТОВ КЫШТЫМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ГРАНУЛИРОВАННОГО КВАРЦА**

Аннотация:

Разработаны рациональные схемы вскрытия запасов нижних горизонтов Кыштымского рудника: в этаже 316/266 м наклонным съездом в сочетании с транспортным уклоном, центральным и фланговыми восстающими; в этаже 266/216 м наклонным съездом и фланговыми восстающими. Обоснованы конструкция и параметры комбинированной системы разработки запасов – подэтажно-камерной с формированием и последующим обрушением податливых целиков трапецевидной формы. Принятый последовательный нисходящий порядок отработки запасов этажей обеспечивает наибольшую безопасность ведения горных работ и высокий уровень полноты и качества извлечения руды из блоков. На всех процессах очистной выемки применяется высокопроизводительное самоходное оборудование. Рассчитаны основные технико-экономические показатели освоения запасов в этаже 316/216 м

Ключевые слова: наклонное месторождение, высокоценный кварц, схема вскрытия, комбинированная система разработки, самоходное оборудование, потери и засорение руды, технико-экономические показатели

Baranovsky Kiril V.
a research worker,
the laboratory of underground geo-technology
IM UB RAS
620219, Yekaterinburg,
Mamin-Sibiryak st., 58
e-mail: agenturoran@mail.ru

Nikitin Igor V.
a research worker,
the laboratory of underground geo-technology
IM UB RAS
620219, Yekaterinburg,
Mamin-Sibiryak st., 58
e-mail: agenturoran@mail.ru

**INNOVATION TECHNOLOGY
OF DEVELOPMENT AND MINING DEEP
LEVELS OF THE KISHTIMSKY
GRANULAR QUARTZ DEPOSIT**

Abstract:

Rational patterns of development the reserves of the Kishtimsky mine's lower levels are worked out, that is in the 316/266 floor by an inclined crossover combined with a motor grade as well as by central and end rise headings; in the 266/216 floor by an inclined crossover and end rise headings. The construction and parameters of the reserves mining combined system are grounded, that is chamber-sublevel system with forming and subsequent pliable pillars caving, the pillars being of trapezium form. The adopted consecutive descending order of mining the floors' reserves provides for the greatest safety of conducting mining operations and high level of completeness and quality of ore extraction from the blocks. Highly efficient self-propelled equipment is employed performing all the processes of stoping operations. Basic technical-and-economic indices of reserves mining in the 316/216 floor are calculated

Key words: an inclined deposit, high-valuable quartz, development pattern, combined system of mining, self-propelled equipment, ore losses and clogging, technical-and-economic indices

На Кыштымском месторождении еще с советских времен добывают кварц, однако высокоочищенный концентрат до последнего времени производили лишь малыми партиями. Основным поставщиком высококачественного концентрата является американская компания Unimin, которая занимает монопольное положение на этом рынке. В настоящее время на горно-обогательном комбинате вводят в эксплуатацию фабрику глубокого

обогащения. Кварцевый концентрат применяется в микроэлектронной индустрии, солнечной, светотехнической и оптической промышленности, собственное производство дает дополнительные преимущества отечественной высокотехнологичной индустрии. В связи с этим ОАО «КГОК» приняло решение об оценке ресурсов месторождения, в частности еще не рассмотренных запасов, сосредоточенных в отметках 316/216 м. Известно, что успешное освоение месторождения определяется в значительной степени эффективностью отработки запасов. Особенно важным является правильный выбор геотехнологической стратегии их освоения, формирующейся на основе рационального сочетания способа и схем вскрытия, технологии добычи руды, комплексов геотехники, которые определяют уровень капитальных и эксплуатационных затрат [1].

В 2013 г. лабораторией подземной геотехнологии ИГД УрО РАН выполнено обоснование принципиальных технических и технологических решений и определены основные технико-экономические показатели освоения запасов нижних горизонтов жилы № 175. При изыскании рационального варианта вскрытия и системы разработки нижних горизонтов жилы руководствовались следующими исходными положениями:

- над рассматриваемым этажом 316/266 м в соответствии с корректировкой горной части технического проекта будет отработан этаж 346/316 м с применением варианта камерной системы разработки с последующим обрушением целиков. По окончании очистных работ предусмотрено принудительное погашение выработанного пространства путем подрыва пород висячего бока веерами скважинных зарядов [2];

- годовая производственная мощность, установленная спросом на сырье, составляет 18000 т;

- режим работы рудника: рабочих дней в году – 250; рабочая неделя – 5-дневная с двумя выходными; рабочих смен в сутки – 2; продолжительность смены – 7 ч;

- высота этажей 316/266 м и 266/216 м составляет 50 и 40 м, соответственно;

- средняя мощность жилы в этаже 316/266 м равна 9,7 м, а в 266/216 м – 7,9 м;

- угол падения жилы составляет в среднем 30° и 32° в этажах 316/266 м и 266/216 м, соответственно;

- средняя длина залежи по простиранию равна 95 и 65 м в этажах 316/266 м и 266/216 м, соответственно;

- крепкие и устойчивые руды и вмещающие породы;

- высокая ценность полезного ископаемого;

- допускается обрушение дневной поверхности.

Вскрытие нижних горизонтов месторождения предусматривается в два этапа (рис. 1):

I этап – этаж 316/266 м.

В настоящее время запасы этажа вскрыты следующими выработками:

- транспортный уклон, пройденный с поверхности (отм. 343 м) до гор. 266 м под углом 10°. Служит для выдачи из шахты рудной массы и породы, загрязненного воздуха, доставки к местам работы людей, материалов и оборудования;

- квершлаг №11 гор. 316 м с камерными выработками;

- квершлаг №21 гор. 266 м с камерными выработками;

- центральный восстающий №12 346/266 м, пройденный из штольни № 1. Служит для подачи свежего воздуха, прокладки коммуникаций и в качестве запасного выхода. Кроме этого для вскрытия этажа 316/266 м необходимо пройти:

- наклонный съезд № 2 316/266 м, предназначенный для транспортирования рудной массы и породы с подэтажей;

- фланговые восстающие № 21 и 23 316/266 м, служащие для выдачи из шахты загрязненного воздуха и являющиеся запасными выходами с горизонта;

- доставочный штрек гор. 266 м, необходимый для организации проветривания горных выработок этажа 316/266 м.

II этап – этаж 266/216 м.

Этаж предусматривается вскрывать следующими выработками:

- наклонный съезд № 3 266/219 м, предназначенный для обеспечения доступа на подэтажи, транспортирования рудной массы и породы до транспортного уклона, доставки к местам работы людей, материалов и оборудования и подачи свежего воздуха;
- фланговые восстающие № 31 266/238 м и № 33 266/219 м, служащие для выдачи из шахты загрязненного воздуха, прокладки труб и кабелей и являющиеся запасными выходами с горизонта;
- доставочный штрек гор. 219 м с камерными выработками (склад ППМ и др.);
- участковый водоотлив и участковая электроподстанция (УПП) гор. 219 м.

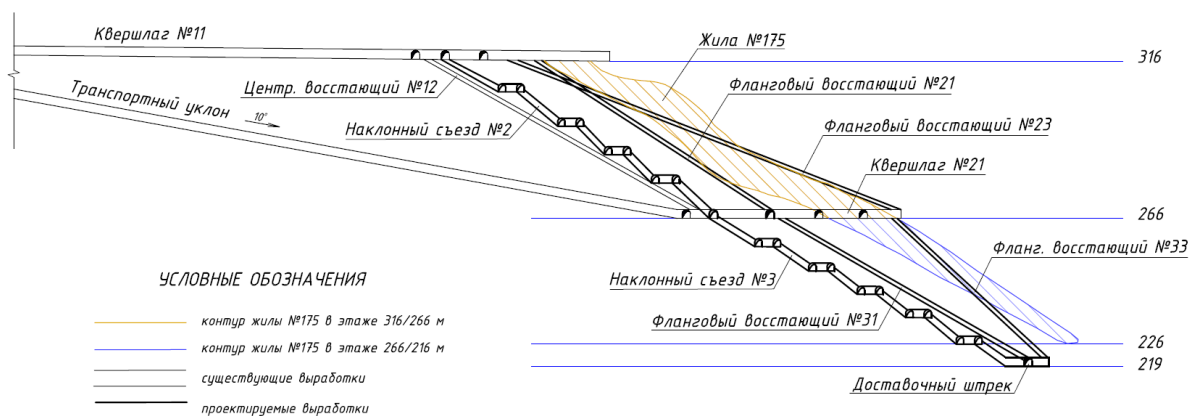


Рис. 1 – Схема вскрытия нижних горизонтов жилы № 175

Все вышеперечисленные выработки пройдены и проходятся в лежащем боку жилы и отнесены к горнокапитальным в соответствии с ВНТП 13-2-93 (п.4.9.1 [3]). Крепление вскрывающих выработок и сопряжения подготовительных и нарезных выработок принимается штангами в сочетании с металлической сеткой и набрызгбетоном толщиной 5 см. Камерные выработки крепятся монолитным бетоном. Поскольку для основных пород месторождения: кварцев, пегматитов, гнейсов и гнейсогранитов, – выветривание не характерно, эксплуатация всех подготовительных и нарезных выработок принята без крепления (после необходимой обделки кровли в процессе проходки выработки).

В 2010 – 2013 гг. лабораторией ПГТ для горно-геологических и горнотехнических условий жилы № 175 выполнен ряд работ, направленных на выбор и обоснование эффективной подземной геотехнологии. Результаты комплексных исследований показывают преимущество камерной системы разработки с формированием и последующим обрушением податливых МКЦ трапецевидной формы. Технология является инновационной, так как включает в себя усовершенствованные элементы и процессы; внедрена в производство и обеспечивает получение дополнительной прибыли. В рассматриваемых условиях данная система отвечает требованиям, предъявляемым к технологии подземной добычи, и позволяет достичь [4]:

- максимальной безопасности горных работ;
- высокой производительности очистной выемки;
- наиболее полного экономически оправданного извлечения из недр запасов полезного ископаемого;
- необходимого качества добытого полезного ископаемого;
- наиболее эффективного проветривания горных выработок за счет общешахтной депрессии;
- низкой себестоимости и экономической эффективности добычи.

Таким образом, для выемки запасов жилы № 175 в этажах 316/266 и 266/216 м принимается вариант камерной системы разработки с последующим обрушением МКЦ.

Последовательный нисходящий порядок отработки запасов этажей обеспечит наибольшую безопасность ведения горных работ и высокий уровень полноты и качества извлечения руды из блоков. Расположение и последовательность отработки камер и целиков в этажах 316/266 и 266/216 м показаны на рис. 2.

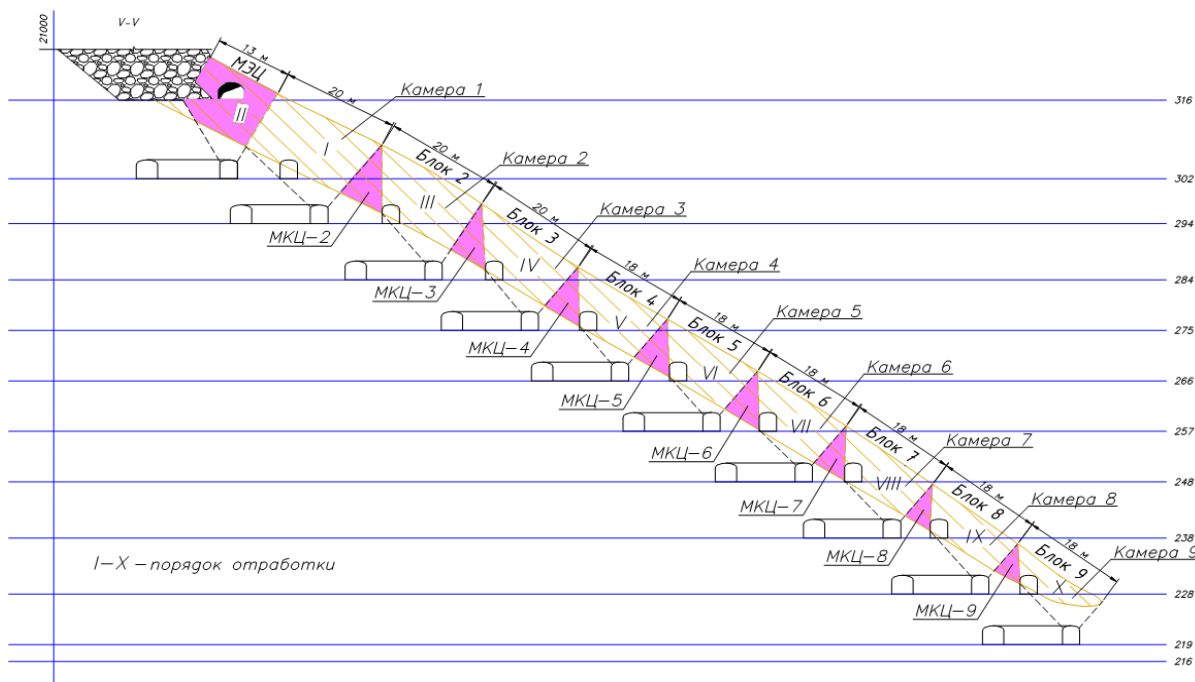


Рис. 2 – Порядок отработки выемочных единиц

На всех процессах очистной выемки применяется высокопроизводительное самоходное оборудование [2]:

- на бурении шпуров при проходке горизонтальных выработок буровая установка типа Sandvik DD 210 V;
- на бурении скважин диаметром 65 и 102 мм буровой станок Sandvik DL 310;
- на зарядании скважин гранулированным ВВ зарядчик ЗМК-1А;
- на транспортировании руды, доставке материалов и оборудования ПДМ Atlas Copco ST 3.5 грузоподъемностью 6 т.

В соответствии с принятым порядком отработки и технологией очистной выемки запасов нижних горизонтов жилы № 175 можно выделить три типа выемочных единиц: основной выемочной единицей является выемочный блок, включающий в себя запасы камеры (около 80 % общих запасов блока) и запасы МКЦ; очистная камера К-1 гор. 293 м; междуэтажный целик (МЭЦ) гор. 316 м.

В пределах этажа формируются пять выемочных единиц. В этаже 316/266 м: очистная камера К-1, МЭЦ и три добычных блока 2–4, состоящих из камер (К-2, К-3 и К-4) и МКЦ (2–4). В этаже 266/216 м: добычные блоки 5–9, состоящие из камер (К-5, К-6, К-7, К-8 и К-9) и МКЦ (5–9).

Очистная выемка камеры К-1 создается путем секционной отбойки руды веерами скважин и выпуска и доставки руды из камеры на гор. 293 м с помощью ПДМ. После выемки запасов камеры производят погашение выработанного пространства путем массовой скважинной отбойки пород висячего бока.

Выемка запасов МЭЦ ведется по технологии подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды. Отрезная щель формируется в центре МЭЦ взрыванием зарядов ВВ параллельных скважин на отрезной восстающий. После образования отрезной щели с помощью вертикальных вееров скважин диаметром 102 мм, пробуренных из бурового штрека гор. 346 м, производят посадку верхней части МЭЦ. Основные запасы МЭЦ от-

бываются на зажатую среду вертикальными веерами скважин, пробуренных из буро-доставочного штрека гор. 302 м. Толщина слоя равна 3 м. Буро-доставочный штрек располагается в породах лежачего бока и погашается в процессе отбойки слоев. При этом часть породы, располагаемая в нижней части отбитого слоя, выпускается в первую очередь и выдается в породный отвал на поверхность отдельно от жильной массы.

Отработка добычного блока (камера + МКЦ) предполагает две стадии:

– очистную выемку камерных запасов, включающую секционную отбойку веерными скважинными зарядами, выпуск и доставку руды из камеры с помощью ПДМ (рис. 3);

– массовое обрушение МКЦ с одновременной принудительной посадкой кровли и последующим выпуском руды под обрушенными вмещающими породами (рис. 4).

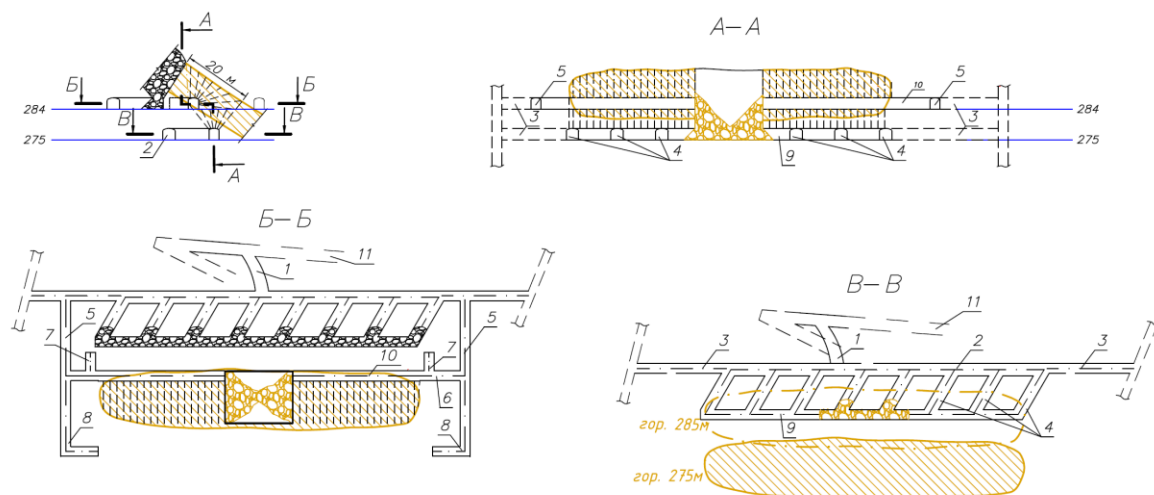


Рис. 3 – Схема очистной выемки камерных запасов:

- 1 - заезд на подэтаж; 2 - доставочный штрек; 3 - сбойки с фланговыми восстающими;
4 - погрузочные заезды; 5 - вентиляционные орты; 6 - сбойки с буро-вентиляционным ортом;
7 - буровые орты; 8 - буровые заходки; 9 - траншейный штрек;
10 - буро-вентиляционный штрек; 11- наклонный съезд

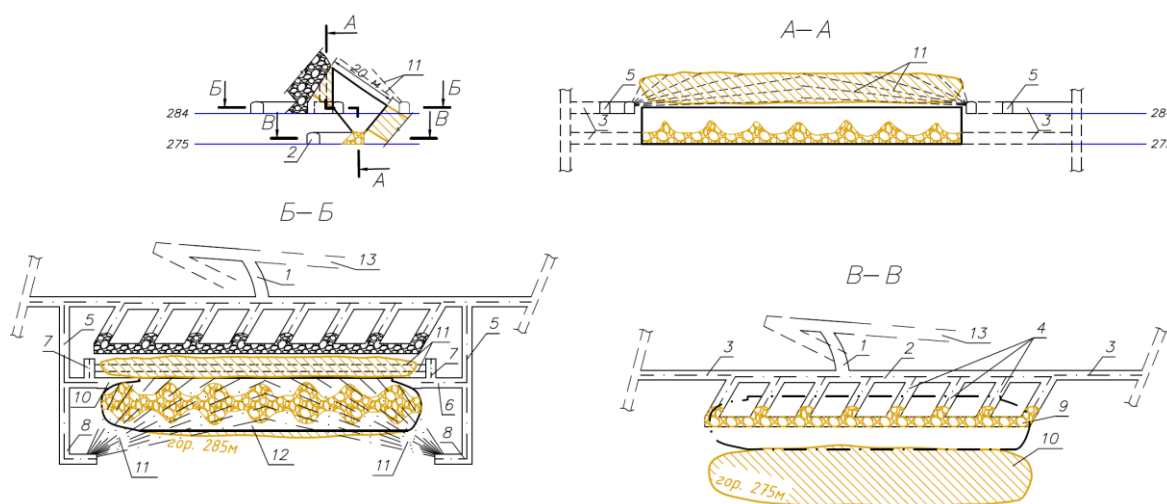


Рис. 4 – Схема очистной выемки запасов МКЦ:

- 1 - заезд на подэтаж; 2 - доставочный штрек; 3 - сбойки с фланговыми восстающими;
4 - погрузочные заезды; 5 - вентиляционные орты; 6 - сбойки с буро-вентиляционным ортом;
7 - буровые орты; 8 - буровые заходки; 9 - траншейный штрек; 10 - буро-вентиляционный штрек;
11- взрывные скважины; 12 – очистное пространство камеры; 13- наклонный съезд

Очистная выемка камерных запасов начинается с формирования отрезной щели шириной 2 м в центре камеры путем отбойки секций (по 2-4 ряда) нисходящих и восходящих параллельных скважинных зарядов диаметром 65 мм на отрезной восстающий. На образованное компенсационное пространство вертикальными веерами скважин послойно отбиваются основные камерные запасы. Обустройство массива производится из бурового и траншейного штреков по сетке 2,0×2,4 м. Далее осуществляется площадной выпуск отбитой руды из открытого очистного пространства через траншейное днище и погрузочные заезды. Отбитая жильная масса с помощью ПДМ транспортируется в рудный отвал на поверхность. Выпускная траншея оформляется в породах лежачего бока в процессе послойной отбойки массива. Порода, располагаемая в нижней части отбитого слоя, выпускается в первую очередь и выдается в породный отвал, а также остается в гребнях между погрузочными заездами.

Таблица 1

Основные ТЭП отработки нижних горизонтов жилы №175

Показатель	Ед. измерения	Этаж		
		316/266 м	266/216 м	316/216 м
Потери руды	%	13,13	15,83	14,01
Разубоживание	%	16,49	12,28	15,20
Объем пустой породы по этажу	т	5305	52477	117782
В том числе:				
проходческие работы		57582	50012	107594
оформление траншеи		7723	2465	10188
Удельный объем ПНР	м ³ /1000 т	117,3	231	152,3
В том числе:				
по породе		99,1	193,8	128,2
по руде		18,2	37,2	24,1
Списочная численность персонала по руднику	чел.			
В том числе:		27		
забойных рабочих		10		
вспомогательных рабочих		6		
ИТР		11		
Производительность труда забойного рабочего на:	м ³ /чел-см т/чел-см т/чел-см т/чел-см т/чел-см			
ГПР		3,9		
очистной выемке, в т.ч.:		34,6		
отбойке		81,8		
выпуске и транспортировании руды		60,0		
выемочной единице (добычному блоку)		10,8		
Производительность труда подземного рабочего по руднику	т/чел-см	6,2		
Капитальные вложения	тыс. руб.	177780	22690	200470
Эксплуатационные затраты по этажу (без амортизации)	тыс. руб.	381040	206689	587729
Себестоимость проходки 1 м ³ ГПР	руб/м ³	3700		
Себестоимость добычи 1 т жильной массы	руб/т	3442,04	3800,73	3553,47

После полной отработки камеры производится массовая отбойка запасов МКЦ, который разбуливается веерами скважин диаметром 102 мм из буровых ортов, расположенных на флангах рудного тела. Скважины располагаются по сетке 3×3 м. Обрушение МКЦ осуществляется в один прием массовым взрывом. Силой взрыва обрушенные запасы доставляются к выпускным выработкам днища отработанной очистной камеры. Выпуск руды в погрузочных заездах начинается после принудительного обрушения пород висячего бока над отработанной камерой и ее заполнения. Отбитая руда из забоя транспортируется ПДМ на поверхность.

Проветривание горных выработок Кыштымского рудника предусмотрено нагнетательным способом с расположением главной вентиляторной установки у устья штольни № 1.

Основные технико-экономические показатели отработки нижних горизонтов жилы № 175 приведены в табл. 1.

Таким образом, подземная разработка запасов Кыштымского месторождения является перспективной и обеспечивает надежную сырьевую базу для развития и обеспечения высокочистыми кварцевыми концентратами инновационных отраслей Российской промышленности для производства принципиально новых базовых материалов, а также увеличение производства кварцевого стекла в РФ и странах таможенного союза более чем на 30 лет. Выбранная система разработки позволяет без изменения параметров корректировать производственную мощность, что актуально при изменении конъюнктуры рынка гранулированного кварца.

Литература

1. Яковлев В.Л. О стратегии освоения меднорудных месторождений Урала / В.Л. Яковлев, Ю.В. Волков, О.В. Славиковский // Горный журнал. – 2003. – № 9. – С. 3 – 7.
2. Соколов И.В. Изыскание подземной геотехнологии для отработки рудного тела средней мощности и наклонного падения Кыштымского месторождения гранулированного кварца / И.В. Соколов, Ю.Г. Антипин, К.В. Барановский // Изв. вузов. Горный журнал. – 2013. – № 2. – С. 17 – 22.
3. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. ВНТП 13-2-93 / Комитет РФ по металлургии. – СПб., 1993.
4. Методические указания по технологическому проектированию горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки (Приложение к ВНТП 13-2-93): утв. 27.01.93 / Комитет РФ по металлургии. – СПб. – 1993. – 288 с.