

УДК 622.272

Т.Т. Исмаилов, А.В. Логачев, Б.С. Лузин, В.И. Голик
ПЕРСПЕКТИВЫ ДОРАБОТКИ ЗАПАСОВ
САДОНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Показано, что применяемые на Садонских месторождениях технологии добычи руд не могут быть экономически эффективными без конверсии производства при условии, что эффективность добычи руд определяется с учетом ценности не только извлекаемых металлов, но и не извлекаемых. Обосновано, что добыча потерянных при первичной разработке руд может стать основой для использования прогрессивных технологий с выщелачиванием.

Ключевые слова: рудная масса, Садонские месторождения, добыча руд, выщелачивание.

Семинар № 16

**T.T. Ismailov, A.V. Logachev,
B.S. Luzin, V.I. Golik**

**THE PERSPECTIVES OF FURTHER
DEVELOPMENT OF SADONSKOE
DEPOSITS**

It is proven that the mining technologies at the Sadonskoe deposits can't be economically effective without the production conversion. The effectiveness of ore mining in this case is defined with the consideration not only to the metals being extracted but also to the ones that are not. It was justified that the mining of ores lost during the first development can be the base for implementation of the progressive leaching technologies.

Key words: ore mass, Sadonskoe deposit, ore mining, leaching.

На Северном склоне Большого Кавказа находится один из старейших горнорудных районов России – Садонский, месторождения которого эксплуатируются с глубокой древности, а промышленная эксплуатация начата в 1852 г.

В 1927 г. Садон производил 100% цинка и 63 % свинца России. В 1945 г. начата разработка самого крупного в России жильного Згидского, 1953г. - Холстинского и Буронского, 1960 г. -

Архонского, с 1967 г.- Левобережного, 1969 г. – Какадур - Ханикомского месторождений. В 70-е годы мощность предприятия достигла 745 тыс. тонн руды в год. С 1843 г. по 2004 г. на Садонских рудниках добыто более 500 тыс. т свинца и 830 тыс. т цинка.

В настоящее время Садонский комбинат переживает кризис, следствием которого явилось снижение производственной мощности до 20 тыс. тонн. Добыча и обогащение садонских руд были нерентабельными всегда, но при плановой экономике убытки компенсировало государство.

При разработке Садонских месторождений разубоживание руд породами достигало 60 %, а потери руд были не менее 20%. При добыче в целиках теряли до 40% запасов руды, а при обогащении ее - до 30 % металлов в хвосты уходило около 2 % металлов из 6-10%.

Причиной повышенных затрат на производство металлов из руд Садонских месторождений являлись:

- выборочная стадийная выемка с высокими потерями и разубоживанием;

- обогащение с потерями в хвостах многих не извлеченных компонентов;

- пирометаллургический передел свинца с потерей ценных компонентов.

Технология разработки Садонских месторождений не изменилась во второй половине прошлого века, когда в горных отраслях происходили качественные изменения: переход на технологии с закладкой пустот твердеющими смесями и с выщелачиванием металлов руд, а также замена пирометаллургических процессов переработки многокомпонентных руд гидрометаллургически.

Применяемые на Садонских месторождениях технологии добычи руд не могут быть экономически эффективными без конверсии, включающей компоненты:

- добыча богатых руд с закладкой пустот твердеющими смесями;

- подземное выщелачивание бедных и потерянных руд;

- кучное выщелачивание выданных на поверхность бедных руд;

- гидрометаллургический передел руд вместо пирометаллургического;

- выщелачивание хвостов обогащения и металлургии.

Садонский полиметаллический пояс включает в себя более 150 полиметаллических месторождений крутопадающих рудных тел средней мощности. Рудные тела располагаются в сопровождающей разлом мощной зоне смятия. Концентрация оруденения приурочена к центральной части месторождения, отработанной на глубину более 500 м. Породы относятся к скальным и полускальным, с коэффициентом крепости по проф. Протодьяконову 8-14.

Руды перерабатывают на Мизурской обогатительной фабрике по флотационной схеме. В концентрат извлекается: свинца - 80 - 82 %, цин-

ка - 82-84 %, серебра - 60,2 %, кадмия - 56,2 %, висмута - 32 %.

Хвосты обогащения по трубопроводу транспортируются на расстояние 9 км в хранилище, расположенное в пойме р. Ардон.

Развитию горных работ присущи закономерности:

- ухудшение качества руд при интенсификации работ;

- выборочная выемка при изменении кондиций на руду;

- активизация процесса разрушения массива с увеличением глубины работ.

Потери при добыче компенсировали интенсивной отработкой богатых руд. Варианты с естественным управлением горным давлением ослабляли массив, что выразилось в виде увеличения потерь и разубоживания соответственно в 1.3 и 1.8 раз за 10 лет. При выборочной отработке богатых участков запасы обеднялись с переводом в категорию забалансовых и неактивных, величина которых достигают в настоящее время 50% от первоначальных запасов. На месте первичных месторождений возникли техногенные месторождения, в которых содержание полезных компонентов нередко превышает сегодняшнее содержание в разведанных запасах.

Потерянные минералы в пустотах рудников выщелачиваются водами, вынося в гидросферу тонны минералов, в т.ч. полезных компонентов. Хвостохранилища обогатительных фабрик и металлургического завода являются техногенными месторождениями цинка, свинца, ванадия, титана, марганца, никеля, молибдена и др. металлов. Вокруг них регионе образовались ореолы химического загрязнения, где содержание металлов превышает фоновое в десятки и сотни раз.

Таблица 1
**Динамика добычи руд и металлоносной закладки
 в отдельные годы**

Годы	Добыто товарной руды					В том числе из металлоносной закладки				
	Руда, тыс. т	Содержание, %		Металл, т		Руда, тыс. т	Содержание, %		Металл, т	
		сви- нец	цинк	сви- нец	цинк		сви- нец	цинк	сви- нец	цинк
1970	154,3	1,47	2,50	2272	3853	115,5	1,19	1,91	1376	2201
1975	156,1	0,68	0,85	1059	1333	138,2	0,64	0,77	889	1063
1980	149,4	0,58	0,89	867	1130	132,3	0,49	0,73	643	964
1985	150,5	0,45	0,74	683	1110	49,1	0,39	0,7	190	342
1990	100,2	0,46	1,25	461	1253	18,9	0,53	1,04	100	197
1995	16,9	0,61	2,08	103	351	8,5	0,78	1,47	66	125
1996	7,5	0,94	5,48	71	411	6,0	0,71	2,4	43	144
1997	9,1	0,96	5,37	87	489	4,3	0,8	2,3	34	99
1998	13,2	1,05	3,99	139	530	-	-	-	-	-
1999	22,7	0,89	2,48	204	562	-	-	-	-	-
2000	54,8	1,05	2,18	575	1195	-	-	-	-	-
2001	44,5	1,10	2,13	489	947	-	-	-	-	-
2002	35,6	1,02	2,05	363	730	-	-	-	-	-
2003	41,7	1,12	2,20	467	917	-	-	-	-	-

В пустотах Садонских месторождений осталось значительное количество рудной массы, отвечающей требованиям промышленных кондиций. Значительная часть этой массы сконцентрирована в районе месторождения размерами более 560 м в глубину и 2000 м по простиранию. Суммарное содержание в ней свинца и цинка доходило местами до 18 %. Причиной этого служило то, что до освоения технологии получения металлического цинка добывали только галенит, а цинковую обманку, которая составляет основную массу жил, оставляли в выработанном пространстве.

Первой причиной добычи потерянных ранее руд послужила острая потребность в цветных металлах в военные годы. За 1942 -1958 г. добыто 93 тыс. тонн руды с суммарным содержанием свинца и цинка 12%. В 1958-1966 г. добыто 110 тыс. тонн руды с содержанием свинца - 1,35 %, цинка - 2,2 %.

Среди технологий добычи потерянных руд выделяют варианты:

- выпуск на квершлагаи;
- выпуск на квершлагами с подходящими выработками;
- сплошной выпуск на этажах на одинарные полевые штреки с заездами;
- сплошной выпуск на парные штреки.

В 40-х годах для уменьшения разубоживания руд породами при выпуске применяли гибкие разделяющие дерево – канатные перекрытия конструкции проф. Остроушко И.А.

За всю историю добычи металлоносной закладки извлечено до 3000 тыс. т руды, до 3000 тыс. т свинца и 4000 тыс. тонн цинка с содержанием свинца 0,9 % и цинка 1,5 % (табл. 1).

Особенно активно металлоносные потерянные руды добывали на собственном Садонском месторождении (табл. 2).

Количество потерянных в пустотах Садонских месторождений руд вместе

Таблица 2

Динамика запасов металлоносных потерь на Садонском месторождении

Запасы	Показатели	Единицы измерения	Запасы на 1977г.	Добыто руд	Запасы на 1.01.98	Динамика запасов
На 1.01.77г.	руда	тыс. тонн	513,2	1532,2	16,3	+1035,2
	свинец	т	6608,0	14022	181	+7595
	цинк	т	14268,0	21504	285	+7521
1977 – 1999 г.	руда	тыс. тонн	-	419,4	245,0	+654,4
	свинец	т	-	3712	4625	+8337
	цинк	т	-	6950	8205	+15665
Всего	руда	тыс. тонн	513,2	1951,6	261,3	+1699,7
	свинец	т	6608	17734	4806	+15932
	цинк	т	14268	28454	8990	+23176

Таблица 3

Эксплуатационные потери в недрах

Месторождения	Площадь, тыс. м ²	Руда, тыс. тонн	Содержание, %		Металлы, тыс. тонн		
			свинец	цинк	свинец	цинк	сумма
Всего, в т.ч.	2228,0	1956,3	2,62	3,63	52,1	71,7	123,8
Садонское	1437,6	143,8	5,51	6,5	36,3	56,5	92,8
Згидское	440,1	337,0	4,48	1,36	15,07	4,6	19,67
Холстинское	255,3	597,5	0,48	0,73	2,73	4,32	7,05
Архонское	80,0	139,1	1,6	4,2	2,2	5,9	8,1
Левобережное	5,0	12,8	1,02	2,59	0,13	0,33	0,46

с вкрапленными рудами в боковых породах с промышленным содержанием достигает 30 млн. т (табл. 3).

Добыча потерянных при первичной разработке руд может стать основой для использования технологий с выщелачиванием металлов в блоках на месте залегания или в кучах на дневной поверхности. Количество потерянных в недрах Садонских месторождений руд сопоставимо с еще не вскрытыми запасами (табл. 4).

В отдельные годы возврат потерь достигал 75% добычи комбината, обладая экономическими преимуществами перед добычей коренной руды: стоимость добычи потерянных руд в 1.9 раза меньше, чем коренных руд, а производительность труда в 1.8 раза больше, ценность металлов в руде в 1.6 раза больше.

Важная особенность конверсионных технологий состоит в перенесении процессов первичной переработ-

ки основного объема руд в подземные условия. Богатые руды выдаются на поверхность и перерабатываются на гидromеталлургическом заводе, средние и бедные - в подземных блоках рудников и штабелях на промышленных площадках рудников.

Конверсия технологий с выщелачиванием металлов получает перспективы реализации только тогда, когда эффективность добычи руд будет определяться с учетом ценности не только извлекаемых металлов, но и не извлекаемых, а также с учетом ущерба окружающей среде от не извлеченного металла.

Применение конверсионных технологий при определенных условиях позволяет извлечь до 70-80 % потерянных металлов, избавляет от необходимости вовлечения в эксплуатацию новых месторождений и приносит прибыль, в том числе, за счет ликвидации отходов.

Таблица 4

Запасы некондиционных руд Садонского месторождения

Вид запасов	Руда, млн. т	Металлы, тыс. т		Содержание, %	
		цинк	свинец	цинк	свинец
Во вмещающих породах	34,0	243,0	128,0	0,68	0,49
Эксплуатационные потери	0,56	52,7	27,8	9,43	4,9
В некондиционной ранее массе	0,31	4,5	2,3	1,10	1,72
Всего:	34,87	300,2	158,1	0,86	0,45

Таблица 5

Запасы некондиционных руд Садонского месторождения

Вид запасов	Руда, млн. т	Металлы, тыс. т		Содержание, %	
		цинк	свинец	цинк	свинец
В боковых породах	34,0	243,0	128,0	0,68	0,49
Эксплуатационные потери	0,56	52,7	27,8	9,43	4,9
В металлоносной закладке	0,31	4,5	2,3	1,10	1,72
Всего:	34,87	300,2	158,1	0,86	0,45

Необходимость конверсии на месторождениях Северного Кавказа подтверждается тем, что без нее новые месторождения типа Джимидонского станут аналогами ныне действующих уже через несколько лет.

Добыча потерянных при первичной разработке руд может стать основой для использования прогрессивных технологий с выщелачиванием в блоках на месте залегания или в кучах на дневной поверхности. Количество не извлеченных руд в недрах Садонских месторождений сопоставимо с еще не вскрытыми запасами (табл. 5).

В отдельные годы металлоносная закладка составляла 75 % добычи комбината, обладая технико-экономическими преимуществами перед добычей коренной руды (табл. 6).

Стоимость добычи металлоносной закладки в 1,9 раза меньше, чем коренных руд, а производительность труда в 1,8 раза больше. При этом ценность металлов в руде в 1,6 раза больше.

Важная особенность конверсионных технологий состоит в перенесении процессов первичной переработки основного объема руд в подземные условия. Богатые руды выдаются на поверхность и перерабатываются на гидрометаллургическом заводе, средние и бедные - в

подземных блоках рудников и штабелях на промышленных площадках. Попутными товарными продуктами технологии являются металлы, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи.

Возможность использования геотехнологических методов добычи металлов подтверждается практикой природного выщелачивания, когда в пустотах месторождений воды растворяют и выносят металлы. С учетом того, что металлы уже находятся в водах, экономическая эффективность их извлечения приемлема, а с учетом экологической составляющей не вызывает сомнений.

На Фиагонском месторождении из рудничных стоков раствором кальцинированной соды и цинковой пылью за 48 суток осаждено 32 т цинка в геле с влажностью 65-78 %. В геле содержалось: цинка - до 30, никеля - 6, железа - 6, свинца - до 0,54, меди - до 0,15, кадмия - 0,021 %. В сбрасываемых водах концентрация цинка снижена до 0,01-0,1 мг/л, свинца - 0,1-0,15 мг/л.

На Архонском руднике за 51 рабочий день кальцинированной содой осаждено 40 т цинка в геле влажностью 65-78%. В составе геля - цинка до 25, железа - 6,0, свинца - 0,3-0,5, меди - 0,15-0,28, кадмия 0,054, кобальта 0,08, никеля 0,075.

Таблица 6

Показатели добычи металлоносной закладки и коренных руд

Показатели	Закладка, %	Коренная руда, %
Содержание свинца, %	86	100
Содержание цинка, %	49	100
Стоимость металлов, руб./тонну	61	100
Стоимость добычи, руб./тонну	53	100
Производительность труда, м ³ /ч.см.	177	100

Экономическая эффективность технологий с закладкой пустот твердеющими смесями при добыче богатых руд зависит от обеспеченности региона сырьем для изготовления вяжущих. Активированные фракции местных доломитовых отходов и хвостов обогащения обеспечивают необходимую прочность (0.5-1.0 МПа) и могут использоваться в составе закладочных смесей, заменив дорогостоящий цемент.

Комплекс проблем конверсии геотехнологий включает положения:

- эффективность добычи руд должна определяться с учетом ценности не только извлекаемых металлов, но и не извлекаемых, а также с учетом величины действительного ущерба окружающей среде;

- применение комбинированных конверсионных технологий позволяет извлечь до 70-80 % потерянных металлов с приемлемыми затратами;

- выщелачивание металлов ликвидирует необходимость вовлечения в эксплуатацию новых месторождений, приносит прибыль, в том числе, за счет ликвидации отходов и повышает полноту использования природных ресурсов.

Технологическому перевооружению производства препятствует методика оценки технологий, в соответствии с которой в качестве компенсации экосистемам принимается не полная величина ущерба, а только ее часть в виде штрафа, несоизмеримая с подлинным ущербом окружающей среде.

Необходимость конверсии на месторождениях Северного Кавказа подтверждается тем, что без нее новые перспективные месторождения типа Джимидонского станут аналогами ныне действующих уже через несколько лет, а добыча руд традиционными технологиями не обеспечит экономическую основу существования предприятий.

Конверсия горного производства на Садонских месторождениях является единственной возможностью увеличить экономический потенциал региона и способствовать его гармоничному развитию в увязке с глобальными тенденциями природоохранности. Она открывает перспективы доработки потерянных запасов Садонских месторождений, которые по существу представляют уже частично подготовленные запасы для новой технологии. **ГЛАВ**

Коротко об авторах

Исмаилов Т.Т. – кандидат технических наук, доцент, Московский государственный горный университет, Moscow state mining university, Russia, ud@msmu.ru

Логачев А.В. – кандидат технических наук, доцент, Южно-Российский государственный технический университет, ngtu@novoch.ru

Голик В.И. – доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский горно-металлургический институт, v.i.golik@mail.ru

Лузин Б.С. – доктор экономических наук, Северо-Кавказский горно-металлургический институт, v.i.golik@mail.ru