

**И.Н.ХРАМЦОВА, Р.Д.ШЕСТАКОВА, А.Ф.ПЕТРОВ,
И.И.АСАНОВА, Г.А.КРОПАЧЕВ, И.В.ДМИТРИЕВ,
И.В.ВОЛЯНСКИЙ, Л.В.ПАНФИЛОВА**

*Горно-металлургический опытно-исследовательский центр
ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель», Норильск*

ВОВЛЕЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ В АВТОКЛАВНУЮ ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРРОТИНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

В 2001-2002 годах на Талнахской обогатительной фабрике (ТОФ) ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» внедрен ряд мероприятий, направленных на усовершенствование технологии обогащения руд Талнахского и Октябрьского месторождений с целью повышения качества никелевого и медного концентратов. Побочным эффектом внедрения явилось значительное сокращение пирротинового концентрата (ПК), поступающего на переработку в гидromеталлургическое производство (ГМП) Надеждинского металлургического завода (НМЗ). В 2003 г. в промышленное производство внедрен способ усовершенствования автоклавно-окислительной технологии переработки ПК с высоким содержанием пирротина, который предусматривает вовлечение в ГМП НМЗ промежуточных продуктов обогащения руд на ТОФ. Это позволило увеличить выпуск цветных и драгоценных металлов из «забалансового» сырья при одновременной оптимизации загрузки действующих мощностей ГМП НМЗ; повысить стабильность процесса окислительного выщелачивания высокосернистых грубодисперсных ПК и улучшить технологические показатели ТОФ и ГМП НМЗ. Фактический экономический эффект, полученный за 5 месяцев использования разработки, составил 176 млн руб.

In 2001-2002 a number of measures intended to improving the technology of ore beneficiation from Talnakhskoe and Oktyabrskoe deposits for the purpose of nickel and copper concentrate upgrading. The by-effect of the improved beneficiation technology presented decrease in the volumes of pyrrhotite directed for treatment to Hydrometallurgical section of Nadezhda Metallurgical Plant (NMP HMS). In 2003 a method for improving the autoclave-oxidizing technology of treatment of a pyrrhotite concentrate, rich in pyrrhotite, has been industrially implemented, this method provides for involving the middlings of ore beneficiation at TC in NMP HMS. The method made possible to increase yield of non-ferrous and precious metals from «off-balance» raw materials with simultaneous optimization of NMP HMS operative facilities utilization; to increase stability of oxidizing leaching of high-sulfur coarsely-dispersed pyrrhotite concentrates and improve production data of Talnakh Concentrator and NMP Hydrometallurgical section. The actual economical effect obtained for 5 months due to usage of the development amounted to 176 million roubles.

В гидromеталлургическое производство (ГМП) Надеждинского металлургического завода (НМЗ) поступает пирротинный концентрат (ПК), выделяемый на Талнахской обогатительной фабрике (ТОФ) при обогащении богатых сульфидных медно-никелевых руд Талнахского и Октябрьского месторождений. Переработка ПК осуществляется по автоклавно-окислительной технологии (АОТ), сущность которой состоит в автоклавном разложении пирротина до гид-

ратированных оксидов железа и элементной серы, осаждении перешедших в раствор цветных металлов, коллективной флотации сульфидов и серы с выводом ~75 % железа с отвальными хвостами и последующей селекцией серосульфидного концентрата (ССК). Из ССК по способу автоклавно-флотационной технологии получают обогащенный по цветным металлам автоклавный сульфидный концентрат (АСК), направляемый в пирометаллургическое производство

НМЗ, и товарную техническую серу. Ключевой операцией АОТ является серосульфидная флотация (ССФ). Состав получаемого ССК определяет качество основного продукта технологии – АСК, хвосты флотации являются единственным каналом потерь цветных металлов.

Опыт промышленной реализации технологии свидетельствует о том, что результаты ССФ существенно связаны с условиями проведения предшествующих технологических операций, особенно автоклавного окислительного выщелачивания (АОВ). Реализованный в промышленных автоклавах режим выщелачивания при температуре, превышающей точку плавления серы, в ряде случаев вызывает трудности при последующей ССФ [1, 2]. С одной стороны, это связано с повышенной склонностью ПК к образованию гранул в процессе АОВ при поступлении в эту операцию грубодисперсного материала с высоким содержанием серы, с другой – с применением на выщелачивании органического поверхностно-активного вещества – технических лигносульфонатов (ЛСТ) для предотвращения процесса гранулообразования. В практике флотационного обогащения реагенты класса ЛСТ известны как сильные неселективные депрессоры сульфидов цветных металлов и серы, поэтому увеличение их расхода на стадии автоклавного вскрытия ПК не решает проблемы повышения эффективности технологии в целом, поскольку с улучшением локальных показателей АОВ одновременно ухудшается флотиремость серосульфидной фазы и снижается степень обогащения получаемого АСК [3].

В 2001-2002 годах на Талнахской обогатительной фабрике внедрен ряд мероприятий, направленных на совершенствование технологии обогащения руд с целью повышения качества никелевого и медного концентратов и вывода максимального количества железа и серы из технологической цепочки на стадии обогащения руды. В условиях реализации этих мероприятий произошло значительное сокращение объемов ПК, поступающего в ГМП НМЗ, и усложнение его химико-минералогического и грану-

лометрического состава, заключающееся в периодическом увеличении содержания серы (до 33 %) и массовой доли пирротина (до 78 %) при одновременном снижении содержания частиц класса менее 44 мкм с 85-86 до 65-70 %. Указанные изменения привели к периодическому нарушению стабильности получения требуемых показателей АОТ – ухудшению качества АСК при одновременном увеличении уровня потерь ценных компонентов с отвальными хвостами.

В 2002 г. специалистами ГМОИЦ в лабораторном масштабе разработан способ усовершенствования АОТ переработки ПК с высоким содержанием пирротина, основанный на введении в операцию автоклавно-окислительного выщелачивания минеральной стабилизирующей добавки (МСД), которая, наряду с подаваемыми техническими лигносульфонатами, способствует предотвращению образования серосульфидных гранул и пластов в автоклавах выщелачивания. В качестве МСД предложено использовать порообразующие алюмосиликаты в составе конечных и промежуточных продуктов обогащения сульфидных руд. В I квартале 2003 г. разработанный режим прошел стадию промышленных испытаний, результаты которых подтвердили эффективность переработки в ГМП НМЗ шихты, состоящей из флотационного пирротинового концентрата, полученного в условиях реализации селективно-коллективно-селективной (СКС) технологии обогащения богатых сульфидных медно-никелевых руд, и малосернистого продукта ТОФ (шламовой части малоникелистого пирротинового продукта). Это позволило рекомендовать усовершенствованный режим АОВ к промышленному внедрению.

В 2003 г. специалистами НМЗ, ПООФ и ГМОИЦ разработан комплекс мероприятий (далее по тексту Комплекс), предусматривающих вовлечение в ГМП НМЗ дополнительного сырья – забалансовых металлосодержащих малосернистых продуктов, одновременно выполняющих функцию МСД. В качестве варианта дозагрузки мощностей ГМП НМЗ и увеличения выпуска металлов в сульфидном концентрате предложено во-

Таблица 1

Технологический баланс обогащения медно-никелевых руд в 2002 г. и в период освоения Комплекса

Продукт	Выход, %	Массовая доля, %				Извлечение, %			
		Ni	Cu	Co	S	Ni	Cu	Co	S
Базовый период									
Коллективный концентрат	40,37	5,26	9,94	0,236	31,83	85,58	98,54	85,54	54,83
В том числе ПК	9,03	1,85	0,39	0,084	27,9	6,73	0,86	6,81	10,75
Отвальные хвосты + потери	59,63	0,6	0,1	0,027	17,75	14,42	1,46	14,46	45,17
Исходное питание	100,00	2,48	4,07	0,111	23,43	100,00	100,00	100,00	100,00
Период освоения									
Коллективный концентрат	41,09	5,05	9,24	0,228	31,09	86,49	98,32	86,42	57,93
В том числе объединенный ПК	10,94	1,74	0,6	0,078	26,1	7,93	1,7	7,87	12,95
Отвальные хвосты + потери	58,91	0,55	0,11	0,025	15,75	13,51	1,68	13,58	42,07
Исходное питание	100,00	2,40	3,86	0,108	22,05	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица 2

Состав исходного питания и продуктов ГМП НМЗ в базовый период и в период освоения комплекса

Период работы	Массовая доля в ПК, %			Массовая доля в отвальных хвостах, %			АСК						
							Массовая доля, %			Извлечение, %		Степень обогащения	
	Ni	Cu	S	Ni	Cu	S	Ni	Cu	S	Ni	Cu	Ni	Cu
Базовый период	1,86	0,4	27,9	0,25	0,09	8,91	9,41	1,8	22,9	84,13	74,95	5,51	4,5
Период освоения	1,74	0,6	26,1	0,2	0,09	9,93	10,36	3,31	23,8	86,03	82,35	6,0	5,5

влечение в переработку заскладированного материала пруда-накопителя (МПН).

С 1 августа 2003 г. к пирротинному концентрату флотации смеси богатых и медистых руд рудника «Октябрьский» дополнительно подают малосернистые продукты ТОФ – слив мультициклонов установки интенсивной гравитации «ТИГР» от классификации малоникелистого пирротинного продукта (МПП) и материал пруда-накопителя.

Для сравнительной оценки эффективности внедрения Комплекса в качестве базовых приняты средние показатели работы ТОФ и ГМП НМЗ в 2002 г.

В ходе реализации Комплекса в сливе гидроциклонирования МПП отмечалась ярко выраженная аккумуляция никеля, меди и металлов платиновой группы (Σ МПГ), среднее содержание этих компонентов составило соответственно 0,87 %, 0,12 % и 2,12 г/т при массовой доле серы 16-20 %. Доля слива в общем пирротинном концен-

трате ТОФ в период освоения равнялась 3,57 %.

Материал пруда-накопителя, образование которого обусловлено потерями тонкодисперсных взвешенных частиц со сливами сгустителей, является более богатым продуктом, содержание в нем никеля, меди и Σ МПГ находилось на уровне 1,46 %, 1,61 % и 5,57 г/т соответственно. Количество подкачиваемого МПП регулировалось с учетом требований, предъявляемых к качеству объединенного пирротинного концентрата ТОФ по содержанию в нем цветных металлов. В среднем за указанный период времени массовая доля этого продукта в шихте соответствовала 18,82 %.

Результаты работы ТОФ и ГМП НМЗ за период использования комплекса мероприятий свидетельствуют (табл.1, 2) о следующем.

На ТОФ вовлечение в переработку малоникелистого пирротина и забалансового

материала пруда-накопителя позволило по сравнению с 2002 г. увеличить выход пирротинового концентрата на 1,91 %, при этом извлечение цветных металлов в сырье ГМП возросло: никеля с 6,73 до 7,93 %, меди с 0,86 до 1,67 %. По сравнению с 2002 г. потери никеля и кобальта с хвостами ТОФ сократились на 0,91 и 0,87 % соответственно.

На ГМП НМЗ в период использования Комплекса, по сравнению базовым периодом, переработка сульфидного сырья в ГМП в среднем увеличилась на 15 %. Промышленная реализация комплекса обеспечила повышение качества сульфидного концентрата ГМП НМЗ при одновременном увеличении извлечения цветных металлов из сырья ГМП. Содержание никеля, меди и кобальта в сульфидном концентрате ГМП составило 10,36; 3,31 и 0,432 % против 9,41; 1,80 и 0,398 % в 2002 г. соответственно. Среднее извлечение никеля, меди и кобальта за указанный период соответствовало 86,03; 82,35 и 80,72 % по сравнению с 84,13; 74,95 и 79,67 % в 2002 г. По сравнению с 2002 г. потери ценных компонентов с отвальными хвостами ГМП НМЗ значительно уменьшились: никеля – на 1,90 %, меди на 7,4 %, кобальта на 1,05%. В период промышленной реализации комплекса мероприятий сократился удельный расход реагентов: технических лигносульфонатов – на 22,2 %; извести – на 1,9 %; известняка – на

4,6 %. Отмечено некоторое увеличение удельного расхода: бутилового ксантогената – на 4,3 %; нефелинового шлама – на 3,7 %; смеси нефтепродуктов отработанных – на 8,3 %.

В целом итоги работы ТОФ и ГМП НМЗ в августе-декабре 2003 г. показали, что внедрение комплекса обеспечило повышение переработки медно-никелевых руд при переходе на СКС-схему обогащения; увеличение выпуска цветных и драгоценных металлов из «забалансового» сырья при одновременной оптимизации загрузки действующих мощностей ГМП НМЗ; повышение стабильности процесса окислительного выщелачивания высокосернистых грубодисперсных ПК и улучшение технологических показателей ТОФ и ГМП НМЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбинированная переработка пирротинových концентратов / М.И.Манцевич, Р.А.Малинский, В.А.Щербаков и др. // Цветные металлы. 1983. № 1. С.77-80.
2. Коноваленко Л.А. Разработка и внедрение эффективных режимов флотации сульфидов и серы из пульпы автоклавного окислительного выщелачивания пирротинových концентратов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Норильский индустриальный ин-т. Норильск, 1987. 20 с.
3. Разработка эффективной технологии автоклавной переработки сульфидных концентратов с высоким содержанием пирротина / М.Н.Нафталь, Р.Д.Шестакова, А.Ф.Петров и др. // Цветные металлы. 2003. № 8-9. С.38-41.