

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РУДОПОДГОТОВКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД

На основе данных фабричного опробования цикла измельчения обогатительной фабрики «Печенганикель» выполнен анализ гранулометрических характеристик продуктов измельчения – классификации. На основании этого анализа и математических моделей аппаратов исследован технологический процесс измельчения с целью его оптимизации.

Выработан ряд рекомендаций по оптимизации работы измельчительного и классифицирующего оборудования, разработаны предложения по реконструкции цикла измельчение – классификация, созданы режимные карты для процесса измельчения с учетом роста производительности.

In work, on the basis of given factory approbation of a cycle of crushing of concentrating factory «Pechenganicel» the analysis of granular characteristics of products of crushing – classification is executed. On the basis of this analysis and mathematical models of devices technological process of crushing was investigated with the purpose of its optimization.

A line of recommendations regarding optimization of work of crushing is produced and classifying equipment, offers on reconstruction of a cycle crushing – classification are developed, regime cards for process of crushing are created in view of growth of productivity.

Обогатительная фабрика № 1 перерабатывает руды Ждановского месторождения. Технологическая схема рудоподготовки включает трехстадиальное дробление от 1200 до 25 мм с поверочным грохочением в открытом цикле перед 3-й стадией, двухстадиальное измельчение в замкнутом цикле с механическим классификатором и гидроциклонами.

Исходной информацией для анализа послужили данные технологических опробований продуктов измельчения первой секции фабрики (рис.1-3) [4].

Анализ результатов опробования позволяет наметить, наряду с оптимизацией режима работы мельниц, следующие возможные пути улучшения показателей работы передела измельчение – классификация на первой секции фабрики [3]: 1) оптимизация технологической карты цикла измельчения (плотность пульпы, циркулирующая нагрузка, гранулометрические характеристики продуктов и др.); 2) оптимизация режима разделения в гидроциклонах.

На созданных моделях аппаратов и цикла проводились исследования с целью проверки оптимальности существующих насадок гидроциклонов и выбора оптимальных режимных параметров их работы [1].

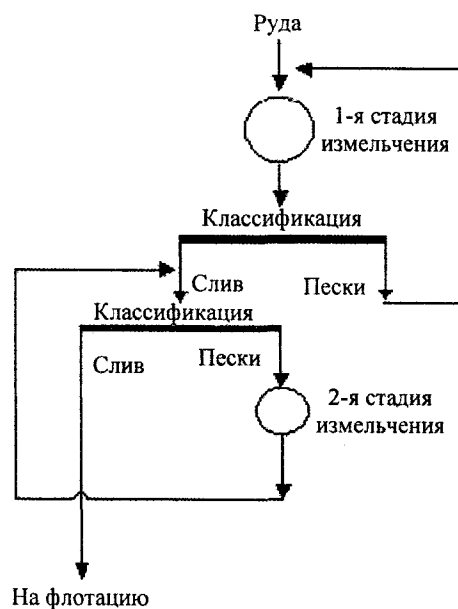


Рис.1. Технологическая схема
процесса измельчения

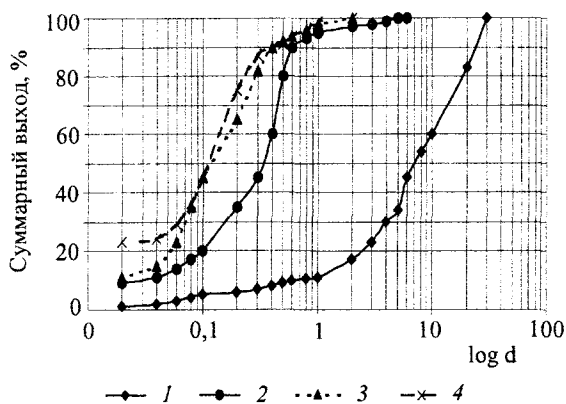


Рис.2. Характеристика крупности усредненной руды (1); песков гидроциклона 600 мм (2); песков гидроциклона 350 мм (3); слива мельницы № 23 (4) 1-й стадии измельчения

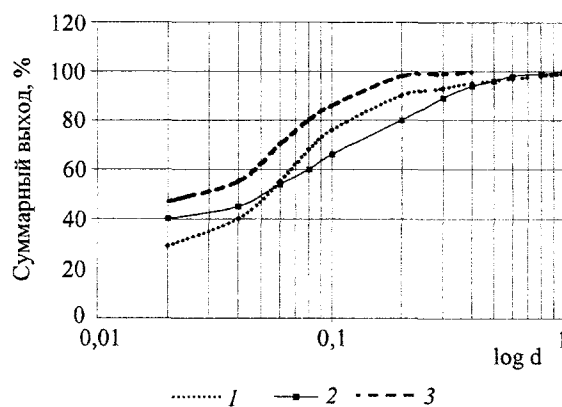


Рис.3. Характеристика крупности слива мельницы № 24 (1); гидроциклона 600 мм (2) и слива гидроциклона 350 мм (3) 2-й стадии измельчения

При моделировании в сливе мельницы, питании, сливе и песках гидроциклона фиксировались следующие параметры: расход твердой фазы; содержание твердого; выход класса $-0,074$ мм; содержание класса d_{80} ; объем пульпы и давление в питании гидроциклона, частный выход, размер граничного зерна, извлечение воды и эффективность классификации на сливе гидроциклона.

Изменение диаметра сливного патрубка влияет на все показатели работы гидроциклона [2]. Увеличение диаметра сливного патрубка (при заданном размере песковой насадки) приводит к:

увеличению эффективности классификации; плотности песков гидроциклона; крупности песков гидроциклона; выхода слива гидроциклона; плотности слива гидроциклона; размера граничного зерна в сливе гидроциклона; извлечения воды в слив гидроциклона;

уменьшению производительности гидроциклона; циркулирующей нагрузки мельницы; давления на входе в гидроциклон; содержания класса $-0,074$ мм в песках гидроциклона; выхода класса $-0,074$ мм в слив гидроциклона; удельной производительности мельницы.

Влияние песковой насадки на работу гидроциклона в замкнутом цикле (в отличие от открытого) весьма значительно [2]. Уменьшение размера песковой насадки (при

фиксированном диаметре сливного патрубка) приводит к:

увеличению эффективности классификации; плотности песков; крупности песков; выхода слива гидроциклона; плотности слива гидроциклона; размера граничного зерна в сливе; извлечения воды в слив;

уменьшению производительности гидроциклона; циркулирующей нагрузки; давления на входе в гидроциклон; содержания класса $-0,074$ мм в песках гидроциклона; выхода класса $-0,074$ мм в слив гидроциклона.

Разгрузочное отношение (отношение диаметра песковой насадки Δ к диаметру сливного патрубка d) является самым важным геометрическим параметром работы промышленных гидроциклонов [2]. Изменение разгрузочного отношения существенно влияет на все показатели работы гидроциклона и, прежде всего, на перераспределение объемов песков и слива. Характер влияния разгрузочного отношения на параметры разделения в гидроциклоне различен и зависит от изменения диаметра сливной или песковой насадок. С увеличением разгрузочного отношения эффективность классификации уменьшается резко, если возрастает диаметр песковой насадки при заданном d , и более плавно, за счет манипулирования размером сливного патрубка при фиксированном диаметре песковой насадки.

Рекомендуемые изменения

Стадия измельчения	Диаметр гидроциклона, мм		Насадки на рекомендуемые гидроциклоны, мм		
	рекомендуемого	действующего	питающий патрубок	сливной	песковый
1-я	750	600	200	230	200
2-я	500	350	110	100	80

Таблица 2

Результаты моделирования 1-й стадии измельчения (гидроциклон диаметром 750 мм)

Продукт	Параметр	390 (n = 3)	420 (n = 4)	450 (n = 4)	480 (n = 5)
Слив мельницы	Вода в зумпф, м ³ /ч	330	367	409	448
	Выход, т/ч	1047	1163	1295	1420
	Содержание твердого, %	68,0	68,0	68,0	68,0
	Крупность, мм	0,423	0,436	0,452	0,463
Пески г/ц	Выход, т/ч	657	744	845	940
	Содержание твердого, %	80,6	77,3	80,1	73,68
	Выход класса –0,074 мм, %	11,24	12,55	10,14	10,92
	Крупность, мм	0,542	0,566	0,592	0,615
Слив г/ц	Плотность питания, %	56,0	56,0	56,0	56,0
	Циркуляция, %	168,5	177,1	187,8	195,8
	Содержание твердого, %	37,00	37,6	35,8	36,77
	Выход класса –0,074 мм, %	57,04	54,91	53,8	52,16
	Крупность, мм	0,163	0,178	0,181	0,193
	Граничная крупность, мм	0,168	0,182	0,174	0,184
	Эффективность классификации	52,74	48,62	52,35	49,38
	Рабочее давление, кПа	113,2	78,67	97,5	75,0
	Удельная производительность т/(ч·м ³)	0,714	0,739	0,776	0,801

Таблица 3

Результаты моделирования 2-й стадии измельчения (гидроциклон диаметром 500 мм)

Продукт	Режим/параметры	Расход твердого, т/ч			
		390 (n = 11)	420 (n = 18)	450 (n = 18)	480 (n = 20)
Питание гидроциклона	Вода в зумпф, м ³ /ч	185	294	411	500
	Выход, т/ч	2005	2345	2614	2813
	Содержание твердого, %	54,0	55,0	55,0	55,0
	Содержание класса –0,074мм, %	40,43	36,90	34,09	33,03
Пески г/ц	Выход, т/ч	1568	1852	2093	2264
	Содержание твердого, %	76,48	77,71	80,40	79,88
	Выход класса –0,074, %	28,06	24,77	22,17	21,48
	Крупность, мм	0,231	0,241	0,243	0,246
Слив гидроциклона	Циркуляция, %	402,0	441,0	465,0	471,7
	Содержание твердого, %	26,28	26,26	24,28	24,02
	Выход класса –0,074, %	84,89	82,24	81,74	80,95
	Крупность, мм	0,0638	0,0694	0,0706	0,0723
	Граничная крупность, мм	0,0439	0,044	0,042	0,043
	Эффективность классификации	40,19	41,09	42,44	42,07
	Рабочее давление, кПа	98,44	95,18	118,28	110,64
	Удельная производительность, т/(ч·м ³)	0,578	0,635	0,715	0,767

Циркулирующая нагрузка цикла уменьшается по параболе при изменении разгрузочного отношения уменьшением диаметра песковой насадки и почти пропорционально при варьировании диаметром сливного патрубка. Уменьшение разгрузочного отношения вызывает снижение производительности гидроциклонов по исходному питанию. Давление на входе в гидроциклон уменьшается с уменьшением Δ/d .

Плотность песков гидроциклона резко возрастает при изменении Δ/d уменьшением диаметра песковой насадки и мало меняется при варьировании диаметром сливного патрубка. Уменьшение разгрузочного отношения приводит к увеличению крупности песков гидроциклона. Выход слива гидроциклона растет при уменьшении Δ/d . Содержание твердого в сливе гидроциклонов возрастает при уменьшении Δ/d , содержание класса $-0,074$ мм снижается, а размер граничного зерна растет.

В результате проведенных исследований предложено заменить гидроциклоны и насадки к ним (табл.1).

Оптимальные значения режимных технологических параметров процесса измельчения в 1-й стадии представлены в табл.2, во 2-й – в табл.3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование влияния различных параметров на показатели работы гидроциклонов на математических моделях / И.А.Блатов, В.П.Бондаренко, Л.В.Зеленская и др. // Обогащение руд. 1998. № 2.
2. Математическое моделирование процесса измельчения на ОФ-1 ОАО «Комбинат Печенганикель» / И.А.Блатов, В.П.Бондаренко, Е.Е.Андреев, и др. // Цветные металлы. 1998. № 4.
3. Разумов К.А. Проектирование обогатительных фабрик / К.А.Разумов, В.А.Перов. 4-е изд. М.: Недра, 1982.
4. Тихонов О.Н. Технологические исследования процессов измельчения / АООТ «Институт «Гипрони-кель». СПб, 1997. Т 2.

Научный руководитель д.т.н. проф. *О.Н.Тихонов*