

УДК 622.65

Н.А. МАЛЕЦКИЙ, канд. техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПО ОБОГАЩЕНИЮ НА МАРГАНЕЦКИХ ГОКАХ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ОПТИМИЗАЦИИ

В условиях рыночной экономики горно-обогатительное предприятие вынуждено самостоятельно обосновывать, формировать и рационально использовать производственную мощность.

Производственная мощность горно-обогатительного комбината в данных условиях рассматривается как многофункциональная динамичная система, обеспечивающая максимально возможный выпуск товарной продукции в установленной номенклатуре, заданного качества за определенный период времени, в конкретных организационно-технических условиях производства.

Формирование и оптимизация производственной мощности – одна из важнейших функций инновационно-инвестиционной политики горнообогатительного предприятия, залог эффективного использования основного и оборотного капитала.

На основании расчетно-сформированной производственной мощности обеспечивается выполнение производственной программы по производству и реализации продукции с наименьшими затратами.

Величину производственной мощности предприятия определяет количественный и качественный состав средств труда (оборудования, производственных площадей, сооружений) и степень их сопряженности по всем технологическим переделам горно-обогатительного производства, технологическая производительность оборудования и время его работы, трудоемкость (машиноемкость) выпускаемой продукции, нормы выработки, номенклатура и качество продукции.

Общим положением при основании производственной мощности горно-обогатительного предприятия является, в первую очередь, поперечный расчет мощностей основных и вспомогательных подразделений и их сопряженность в единую технологическую систему.

Производственная мощность основных и вспомогательных подразделений рассчитывается по формуле

$$\dot{I} = \sum_{i=1}^m A_i \cdot N_i \cdot (T - T_1 - T_2) \cdot c \cdot t \quad (1)$$

где M – производственная мощность по переработке исходной руды, т/период; A_i – количество однотипного ведущего оборудования i -го типа, ед; N_i – техническая норма производительности ведущего оборудования i -го типа, т/ч; T, T_1, T_2 – число календарных, праздничных и регламентированных перерывов соответственно, дн.; t – продолжительность рабочей смены, ч; c – число рабочих смен, сут.

Производственная мощность горно-обогатительного предприятия определяется по всей номенклатуре выпускаемой им продукции. Пропорциональность задействованных средств труда в единую технологическую систему достигается через использование коэффициента сопряженности (k) между отдельными подразделениями горно-обогатительного предприятия и определяется по формуле

$$k = \frac{M_1}{q_i \cdot M_2}, \quad (2)$$

где M_1, M_2 – производственные мощности подразделений, между которыми определяется пропорциональность; q_i – коэффициент расхода продукции первого цеха, например, горного, для производства продукции последующего цеха, например, обогатительного.

Расчет производственной мощности горно-обогатительного предприятия ведут, как правило, в натуральных единицах исчисления по всем основным переделам технологического процесса.

Таким образом, производственную мощность горно-обогатительного предприятия можно представить как производную величину от фонда времени работы оборудования и машиноемкости единицы продукции. С другой стороны, – это закон технического процесса производства, базирующийся на принципе пропорциональности средств труда.

На базе расчетной производственной мощности формируется производственная программа. При этом учитывается режим работы, технологическая характеристика минерального сырья, номенклатура и ассортимент, предъявляемые к качеству продукции требования, объем производства.

План производства (Q_n) обеспечивается наличием и уровнем использования производственной мощности в натуральном исчислении и определяется из выражения

$$Q_n = \left[\sum_{i=1}^m A_i N_i (T - T_1 - T_2) \cdot t \cdot c \right] \frac{y}{100} \gamma_i, \quad (3)$$

где y – уровень использования производственной мощности в плановом периоде, %; γ_i – выход i -го вида товарной продукции соответствующего качества, дол. ед.

Следовательно, производственно-коммерческая деятельность и конкурентоспособность обуславливаются в первую очередь технолого-экономическим состоянием производственной мощности горно-обогатительного предприятия, ее техническим уровнем.

Структура производственной мощности марганцевых горно-обогатительных комбинатов, как показывает практика, характеризуется чрезвычайно завышенными производственными мощностями по добыче руды, рекультивации и захоронению отходов обогащения. По существующей технологии производства концентрата на марганцевых ГОКах на одну тонну металла в концентрате "перелопачивается" 500 тонн горной массы.

Такое положение прежде всего обусловлено высоким расходом руды на тонну концентрата при обогащении из-за низкого извлечения марганца. При этом себестоимость добычи руды в настоящее время постоянно повышается, а потери марганца при обогащении не снижаются, а наоборот, повышаются.

Извлечение марганца в товарные концентраты при обогащении, в зависимости от минеральной характеристики руды, колеблется в пределах от 73,0 до 78,0%. С отходами обогащения теряется более 25,0% добытого из недр марганца. Среднее содержание марганца в отходах обогащения 12,9%. Структура затрат в себестоимости марганцевого концентрата приведена на рис. 1.

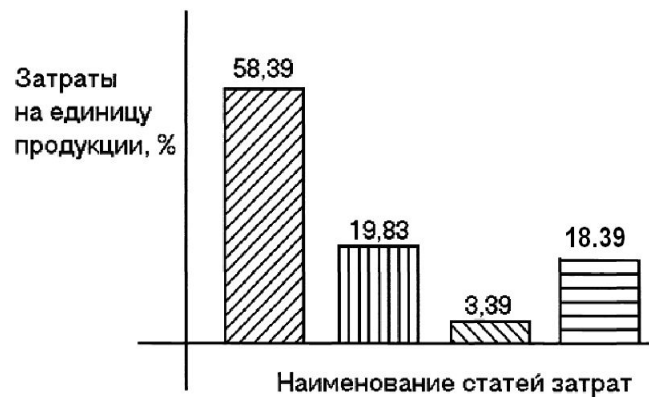


Рис.1. Структура затрат на производство концентрата.

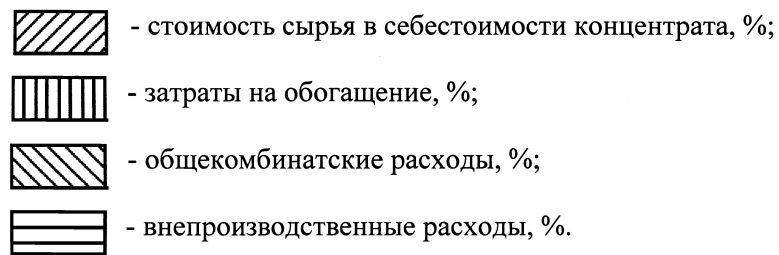


Рис. 1. Структура затрат на производство концентрата

Стоимость минерального сырья в себестоимости концентрата составляет более половины затрат – 58,39% , внепроизводственные расходы приближаются к затратам на обогащение.

Высокие потери марганца в процессе обогащения обуславливают высокую себестоимость концентрата, а также интенсивное вовлечение в переработку больших объемов марганцевых руд и в первую очередь легкообогатимых окисных разновидностей, запасы которых крайне ограничены.

При этом постоянно увеличивается потребность в дополнительных капитальных вложениях на добычу, рекультивация , захоронение отходов обогащения и охрану окружающей среды.

Многолетние исследования по совершенствованию технологии обогащения марганцевых руд с целью снижения потерь марганца были в основном направлены на дообогащение марганцевых шламов флотацией, селективной флокуляцией, полиградиентной сепарацией, химическими и гидрометаллургическими процессами. Результаты этих исследований легли в основу научно-технического обоснования при формировании структуры производственной мощности по обогащению на современных марганцевых ГОКах, которые на сегодня характеризуются многооперационностью, высокой капиталоемкостью и как следствием – низкой технолого-экономической эффективностью.

Дефицит реальных инвестиций на ГОКах обуславливает необходимость в дифференциальном подходе к оценке структуры производственной мощности с целью их эффективного использования. Условно производственную мощность по обогащению на марганцевых ГОКах с целью ее технолого-экономического анализа, целесообразно разграничить по основным технологическим переделам:

- мощности рудоподготовки и промывки исходной руды (I);
- мощности по классификации и обогащению бессортной руды (II);
- мощности по обогащению марганцевых шламов (III).

Дифференцированный по технологическим переделам технолого-экономический анализ необходим как для обоснованной оценки и формирования оптимальной структуры производственной мощности, так и для

выработки стратегии инновационно-инвестиционной политики горно-обогатительного предприятия.

Технологическо-экономический анализ результативности использования производственной мощности по обогащению и технологическим переделам на марганцевых ГОКах показывает:

Производственная мощность рудоподготовки и промывки исходной руды (I) характеризуется обильным шламообразованием рудных минералов и служит основным источником потерь марганца при обогащении. Ведущее оборудование – бичевые промывочные машины являются "узким" местом в технологии обогащения марганцевых руд. Здесь процесс промывки осуществляется путем механического разрушения рудных и нерудных компонентов руды, в результате чего шламы в основном представлены труднообогатимыми сростками, что предопределяет низкую эффективность обогащения.

- Производственная мощность по классификации и обогащению бессортной руды (II) – наиболее эффективная, так как здесь обеспечивается количество, качество и экономичность товарной продукции. Выход суммарного гравитационного концентрата 1-го сорта – 31,9%, содержание марганца – 44,4%, извлечение – 51,3%. Именно сюда и постоянно необходимо концентрировать ресурсы и инвестиции, а не на дообогащение марганцевых шламов.

- Производственная мощность по обогащению марганцевых шламов (III) отличается самой низкой эффективностью и самыми высокими удельными эксплуатационными и капитальными затратами (таблица). Низкая эффективность обогащения марганцевых шламов (слива промывочных машин) обусловлена их неблагоприятными физико-химическими и гранулометрическими составами. Рудная фаза шламов представлена в основном псиломеланом (89,0%) и пиролюзитом (3,5%). Магнитный продукт при их обогащении в основном представлен псиломеланом скрытокристаллического и колломорфного строения с содержанием марганца до 25,0%. Коэффициент относительных потерь извлечения, в зависимости от крупности обогащаемых шламов, составляет 0,4...4,6% и с уменьшением крупности – возрастает.

Обогащение неклассифицированных рядовых марганцевых шламов магнитными и гравитационными методами, как показывает практика, не эффективно, так как использовать в металлургии получаемые при этом концентраты с содержанием 25,0...30,0% марганца и высоким содержанием фосфора (до 0,2%) экономически не целесообразно.

Разработка и освоение флотационной технологии обогащения марганцевых шламов позволяет получать концентрат значительно лучшего качества (содержание марганца – 42,6% и кремнезема – 9,9%), но при этом резко возрастают потери марганца в процессе подготовки первичных шламов к

обогащению.

Исследования технологии пенной сепарации марганцевых шламов и ее внедрение в практику обогащения на Грушевской ОФ показали, что при ее использовании представляется возможным сократить вторичное шламообразование и снизить потери марганца всего лишь на 1,5...3,0%. Таким образом, многолетние исследования направленные на разработку эффективных технологий и процессов дообогащения марганцевых шламов проблему снижения потерь марганца при обогащении не решают, так как при дообогащении марганцевых шламов стабильно получать товарные концентраты не представляется возможным, а затраты на дообогащение шламов высокие (таблица).

Чрезмерно интенсивное и нерациональное использование марганцевых руд приводит к резкому ухудшению технико-экономических показателей горно-обогатительного производства, а технология компенсации потерь марганца при обогащении за счет дополнительных объемов переработки марганцевых руд, как это осуществляется сегодня, бесперспективна, так как минеральное сырье становится ограниченным, дорогим, не воспроизводимым.

Сложившаяся ситуация требует кардинальной переориентации в оценке существующих производственных мощностей по обогащению на марганцевых горно-обогатительных комбинатах и нового дифференциального подхода в их формировании и оптимизации.

С этой целью необходимо, как показывает технолого-экономический анализ, в первую очередь совершенствовать производственную мощность по рудоподготовке и промывке руды, напиме, путем применения башенного способа промывки марганцевых руд [1, 3]:

- Применение промывочных башен в технологии обогащения марганцевых руд позволит реализовать так называемую "щадящую" технологию, обеспечивающую резкое сокращение выхода труднообогатимых шламов промывки, так как здесь процесс диспергирования глинистой составляющей руды осуществляется сжатым воздухом в водной среде без механического воздействия на руду, как это имеет место в применяемых бичевых промывочных машинах конструкции Механобрчермет. Сливы башенной промывки, представлены, как правило, глинистыми минералами группы монтмориллонита крупностью менее 50 мкм и не нуждается в дообогащении механическими процессами.

Таблица

Наименование технологической операции	Удельные затраты, грн/т		Техническая оснастка (ведущее оборудование)
	Капитальные	Эксплуатационные	
Дробление исходной руды	0,106	0,033	СМД-175А

Грохочение исходной руды	0,060	0,021	ГИТ-51М
Промывка руды	0,198	0,059	КГ-25
Дробление мытой руды	0,828	0,203	КМД-1200Т
Грохочение мытой руды	0,603	0,165	ГИСТ-62
Отсадка мытой руды	0,201	0,046	ОПМ 14-201
Магнитная сепарация	6,730	1,537	4ЭВМ-38/250А
Полиградиентная сепарация	12,41	2,779	ВМС-100/2
Флотация	5,27	3,73	ФП-16
Фильтрация	1,33	0,442	ЛУ 10-1,25
Классификация в гидроциклонах	0,635	0,995	ГЦК-710
Сгущение в радиальных сгустителях	5,50	0,678	Ц-50
Тонкое грохочение	1,136	0,701	СМД-148
Фильтрация на рамных фильтрах	5,582	2,995	Фильтр-пресс

- Применение башенного способа промывки позволяет удачно совмещать в одном аппарате две важнейшие технологические операции: избирательное диспергирование глины, т.е. промывку руды и высокоэффективную классификацию шлама в водовоздушной среде.

- Использование башенного способа промывки марганцевых руд позволяет интенсифицировать основной технологический процесс – промывку руды во времени путем наложения вибровозмущений, применения реагентов и "магнитной воды".

- Промывочные башни, как показывает практика, могут найти широкое применение в технологиях дофосфоризации и обескремнивания низкосортных марганцевых концентратов.

Вместе с тем, несмотря на несомненные технологические преимущества башенный способ промывки марганцевых руд не до сих пор нашел практического применения. Главная причина этому – существенные конструктивные недостатки известной конструкции промывочной башни. К ним, в первую очередь, относятся выгрузка мытой руды эрлифтом.

Такая транспортная система выгрузки мытой марганцевой руды крупностью до 40,0 мм эрлифтом оказалась не стабильной в эксплуатации и при этом энергоемкой. Производительность эрлифта по твердому, как показала практика, изменялась в широких пределах (от 1050 до 1350 кг/м³), что дестабилизирует эффективность последующих технологико-экономических процессов.

На основании теоретических предпосылок и анализа опытных данных

предложена новая конструкция промывочной башни. В ее новой конструкции эрлифтная выгрузка мытой руды исключена и осуществляется элеватором, что обеспечивает стабильность работы промывочной башни, а наложение на процесс промывки виброколебаний – повышает эффективность и сокращает время промывки.

Промывочная башня новой конструкции (рис. 2) включает цилиндро-конический резервуар (1), обсадную трубу (2), водовоздушные сопла (3); сливной желоб (4), вибропривод с запорным устройством (5), разгрузочную камеру (6), элеватор (7), загрузочную течку (8), разгрузочную течку (9), опорную раму (10), аварийный шлюз (11). Соединение разгрузочной камеры с загрузочной камерой элеватора выполнено под углом α в пределах $30 \dots 60^\circ$ относительно центральной оси резервуара.

Применение промывочных башен новой конструкции в технологии обогащения, в первую очередь, окисных марганцевых руд, позволяет радикально усовершенствовать структуру производственной мощности по обогащению на марганцевых ГОКах и при этом снизить расход руды на тонну концентрата на 15,0%, выход труднообогатимых шламов при промывке руды на 8,0%, повысить суммарный выход бессортной руды и извлечение марганца на 7,9 и 7,5% соответственно, сократить себестоимость концентрата на 6,5 грн/т.

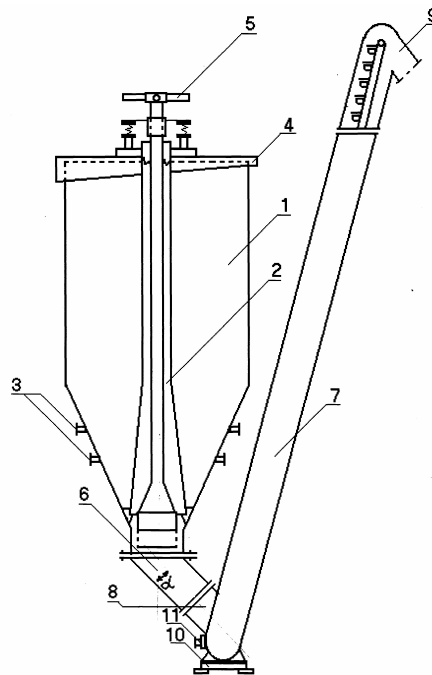


Рис. 2. Схема промывочной башни:

- 1 – цилиндрико-конический резервуар; 2 – обсадная труба;
- 3 – водо-воздушные сопла; 4 – сливной желоб; 5 – вибропривод;
- 6 – разгрузочная камера; 7 – элеватор; 8 – загрузочная течка;

9 – разгрузочная течка; 10 – опорная рама; 11 – аварийный шлюз

Выводы

- Основное направление инновационно-инвестиционной деятельности на современном этапе – оптимизация и поддержание рациональной структуры производственных мощностей горно-обогатительного предприятия.
- Дифференцированный по технологическим переделам технолого-экономический анализ структуры производственной мощности по обогащению на марганцевых горно-обогатительных комбинатах подтверждает необходимость совершенствования их структуры с целью рационального использования капитальных вложений, направляемых на реализацию инновационных проектов.
- Капитальные вложения необходимо, в первую очередь, использовать на реконструкцию и модернизацию производственной мощности по рудоподготовке и промывке (I); классификации и обогащению бессортной руды и зернистых фракций марганцевых шламов (II) с целью их рационального использования и повышения эффективности технологии обогащения в целом.
- Сокращение фронта малоэффективных производственных мощностей по обогащению тонкозернистых фракций марганцевых шламов промывки представляется возможным за счет внедрения башенного способа промывки с использованием промывочных башен новой конструкции [1, 2].

Список литературы:

1. **Малецкий М.О., Прокопенко В.І., Джур А.М.** Способ збагачення марганцевих руд. Патент на винахід 12489А, Бюл. №1, 1997.
2. **Малецький М.О.** Башня для промивки мінеральної сировини. Деклараційний патент 59017А., Бюл. №8, 2003.
3. **Малецкий Н.А. Кабанов А.В., Баришполец В.Т.** Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов при обогащении руд черных металлов. – М.: Недра, 1986 – 192 с.
4. **Корякова О.Ф.** Обобщение опыта башенной промывки марганцевых и железных руд. – М., 1979 – С. 17 – 20. – (Экспресс-информация / Черметинформация).
5. **Тищенко К.И., Тимофеева М.Х., Гражданцев И.И., Тарасенко В.Л.** Анализ работы основных обогатительных фабрик Никопольского бассейна // Обогащение руд черных металлов. – 1975. – Вып. 4. – С. 94–101.

© Малецкий А.Н., 2006

*Надійшла до редколегії 18.06.2006 р.
Рекомендовано до публікації*