

УДК 622.795:622.3

Г.А.ХОЛОДНЯКОВ, д-р техн. наук, профессор, (812) 328 86 38

А.О.ИПАТОВА, студент, (812) 328 86 38

Д.А.ИКОННИКОВ, аспирант, sid_nitro_d@yahoo.com

К.Р.АРГИМБАЕВ, аспирант, diamond-arg@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный горный университет

Н.А.ХОЛОДНЯКОВ, Dr. in eng. sc., professor, (812) 328 86 38

А.О.ИПАТОВА, student, (812) 328 86 38

Д.А.ИКОННИКОВ, post-graduate student, sid_nitro_d@yahoo.com

К.Р.АРГИМБАЕВ, post-graduate student, diamond-arg@mail.ru

Saint Petersburg State Mining University

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УСРЕДНЕНИЯ РУДЫ ПРИ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Описана методика определения параметров технологических схем усреднения руды со стационарными и полустационарными дробильными установками и классифицирующими пунктами.

Наилучшее перемешивание руды в малых объемах достигается в точке объединения двух потоков руды, поступающей из дробилок на магистральный конвейер.

Ключевые слова: усреднение руды, циклично-поточная технология, конвейер, дробилка, грохот, экскаватор, автосамосвал, классифицирующий пункт, перегрузочный пункт.

ORE RECLAMING PROCESS FLOWSHEETS FOR THE CYCLICAL AND CONTINUOUS METHOD OF OPEN-CAST MINING

The technique of ore reclaiming process flowsheets with stationary both semiportable crushers and classifying points parameters definition is presented.

The best results of ore reclaiming are obtained by unloading ore to the loading bunker from several working faces.

Key words: ore reclaiming, cyclical and continuous method, conveyor, crusher, screen, excavator, dump truck, classifying point, reloading point.

Критерий одной из классификаций технологических схем при циклично-поточной технологии добычи руды – способ подготовки руды к транспортированию конвейером. Известны схемы с дроблением и грохочением руды. В первом случае руда, направляемая на обогащение из забоев, предварительно дробится в щековых и конусных дробилках до крупности, при которой максимальный диаметр куска позволяет транспортиро-

вать руду ленточными конвейерами. Во втором случае руда перед погрузкой на конвейер направляется на грохот. Подрешетная фракция поступает на конвейер, а надрешетная отправляется из карьера автотранспортом или подвергается дроблению, после чего загружается на конвейер.

Дробилки и грохоты могут быть стационарными, передвижными и самоходными. В зависимости от характера их исполь-

нения изменяется схема внутризабойного транспорта, занятого на транспортировании руды до конвейера.

В работе рассматривается методика усреднения руд для двух технологических схем:

- со стационарными и полустанционарными дробилками;
- со стационарными и полустанционарными классифицирующими пунктами.

Требования к размещению перегрузочных пунктов в карьере во многом совпадают с условиями расположения конвейерных подъемников [1]. Дополнительные условия размещения грохотильно-дробильных пунктов определяются габаритами перегрузочных площадок на концентрационных горизонтах, которые, в свою очередь, зависят от размеров здания дробильной установки, схемы заездов и разгрузки автосамосвалов на приемных бункерах, а также радиуса разворота машин.

Габариты площадок весьма существенно зависят от числа и расположения точек разгрузки автосамосвалов. Так, на приемных бункерах руды проектируется до трех точек разгрузки на каждую дробилку [4]. Собственно разгрузка занимает от 19 до 25 с, но общее время с учетом маневров и ожидания колеблется от 60 до 90 с. При расчете необходимого числа мест разгрузки период подачи автосамосвалов к одной точке принимается равным 3 мин, что учитывает неравномерность подхода машин к бункерам и непредвиденные задержки при разгрузке. Одновременно параметры разгрузочной площадки проектируются с учетом возможности постановки неисправного автосамосвала с поднятым кузовом (после разгрузки) и обслуживания его передвижной авторемонтной мастерской.

В качестве примера расчета усреднительных возможностей рассмотрим технологическую схему с двумя стационарными дробилками (см. рисунок). Руда от первой группы экскаваторов доставляется автосамосвалами в бункер первой дробилки. От второй группы экскаваторов руда доставляется в бункер второй дробилки. В перегрузочном пункте два потока дробленой руды объединяются и поступают на магистраль-

ный конвейер, который доставляет руду на усреднительный перегрузочный пункт для доведения ее до необходимой степени однородности.

При равномерной работе всех добычных экскаваторов и постоянном качестве руды в забоях каждого экскаватора в объединенном потоке руды, поступающей на фабрику $\bar{\alpha}$, качество также будет постоянным:

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n},$$

где $\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n$ – качество руды в отдельных первоначальных потоках; n – количество потоков.

Непременной принадлежностью таких схем является бункер-аккумулятор на стационарных пунктах. Если в карьере имеется n добычных забоев и доставка руды в бункер осуществляется автосамосвалами с полезной грузоподъемностью q , то минимальная полезнляемость бункера Q должна быть не менее qQ .

Емкость бункера-аккумулятора для обеспечения бесперебойной работы перерабатывающих комплексов при временных перебоях доставки руды из забоев,

$$Q = 3\sigma\Delta t q_d,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение, характеризующее качество руды в потоке, %; Δt – интервал времени между разгрузкой двух смежных автосамосвалов в бункер, с; q_d – производительность дробильного пункта, т.

Если информация, характеризующая качество руд отдельных забоев, получена по пробам, представляющим массу руды q_0 , а взаимная корреляция показателей качества в смежных объемах r_0 , то среднеквадратическое отклонение качества руды в пробах $\sigma_{\alpha 0}$, характеризующих объем руды $Q_0 = n_q n q_0$ (здесь n_q – среднее число порций руды массой q_0 , доставленных из одного забоя, в бункере)

$$\sigma_{\alpha 0} = \frac{\sigma_{q0}}{n_q^{\omega} \sqrt{n}},$$

где σ_{q0} – среднеквадратическое отклонение проб руды в отдельных забоях; n – число

рудных забоев; ω – частота колебаний показателей качества, $\omega = \sqrt{1 - r_0^2}/2$.

При корреляции качества руд отдельных забоев, оцениваемой коэффициентом r'_0 и частотой ω' , среднеквадратическое отклонение проб

$$\sigma_{Q_0} = \frac{\sigma q_0}{n_q^\omega n^{\omega'}}.$$

Таким образом, лучшие результаты усреднения достигаются при разгрузке в бункер руды из нескольких забоев [3]. Одновременная разгрузка нескольких автосамосвалов в бункер обеспечивает перемешивание руды в малых объемах. Однако наилучшее перемешивание руды в малых объемах достигается в точке объединения двух потоков руды, поступающей из дробилок на магистральный конвейер. Коэффициент усреднения руды, поступающей на конвейер от нескольких дробильных пунктов,

$$\eta = 1 - \frac{1}{n_q^\omega n^{\omega'} \sqrt{m}},$$

где m – число дробильных пунктов.

При заданном коэффициенте усреднения η и известном числе дробилок m число добывающих забоев, обеспечивающих заданный коэффициент усреднения:

$$n = \sqrt[m]{\frac{q_0^\omega}{Q_0^\omega (1 - \eta) \sqrt{m}}}.$$

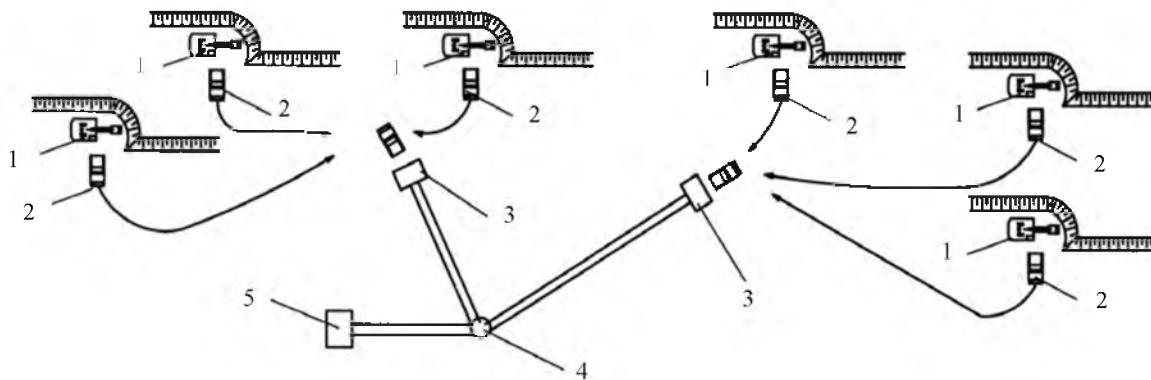
Если при добыче руд применяется технологическая схема с полустационарными классифицирующими установками, расчет усреднительных возможностей должен производиться с учетом следующих факторов:

а) надрешетный продукт, представленный нетранспортабельной крупнокусковой фракцией, должен исключаться из потока руды, задерживаться и вновь включаться в поток со сдвигом фазы по времени после дробления (в большинстве случаев содержание полезных компонентов в руде коррелировано с крупностью ее, поэтому исключение крупнокусковой руды из потока, как правило, уменьшает среднее содержание компонента в подрешетном продукте;

б) надрешетный продукт после дробления должен поступать в поток подрешетного продукта равномерными порциями или непрерывно, в противном случае возможно разусреднение руды;

в) при отсутствии корреляции между содержанием компонентов в руде и диаметром куска разделение руды на два гранулометрически неоднородных потока и последующее объединение в общий поток со сдвигом фазы по времени приводит к дополнительному усреднению руды. В этом случае амплитуда высокочастотных отклонений показателей качества уменьшается примерно на 30 %.

Расчетные формулы для определения вместимости бункера и числа добывающих забоев, приведенные для схемы циклической технологии с дроблением руды в



Технологическая схема с двумя стационарными дробилками

1 – экскаватор в забое; 2 – автосамосвал; 3 – дробилка; 4 – перегрузочный пункт; 5 – усреднительный перегрузочный пункт

полустационарных дробильных агрегатах, могут применяться при использовании схемы с грохочением руды на полустационарных классифицирующих пунктах.

Если на фабрике применяется система сортировочных конвейеров, распределяющих дробленую руду в зависимости от ее качества в соответствующий бункер, то циклично-поточная технология при добыче железных руд может применяться без каких-либо ограничений, связанных с сортностью руды и необходимостью ее усреднения, так как усреднение осуществляется в обогатительном переделе.

Важным вопросом технологического проектирования автомобильно-конвейерного транспорта является определение целесообразного шага переноса по высоте грохотильно-дробильных узлов. Учитывая сложную конструкцию перегрузочных пунктов, этот шаг должен быть возможно большим. Ясно, что монтаж нового дробильного узла на нижележащем уступе и дополнительных конвейеров (или удлинение подъемника) должен опережать во времени период демонтажа ранее действовавшей установки, поэтому проект не должен предусматривать резервное оборудование. Особенно это важно при наличии одной конвейерной линии, так как при двух подъемниках возможно временное использование дробилки, предусмотренной в составе другой технологической цепочки.

Наибольший эффект от применения конвейерных подъемников достигается тогда, когда удается сократить до минимума расстояние транспортирования горной массы автосамосвалами до перегрузочных узлов. Это условие вызывает стремление, наоборот, к минимальному шагу переноса дробилок. Поэтому в проектах требуется определять опти-

мальный шаг между концентрационными горизонтами. В процессе оптимизации положения перегрузочных пунктов согласно методике, изложенной в работе [2], необходимо учитывать не только собственно транспортные издержки, но и объемы, продолжительность и стоимость выполнения горных и строительно-монтажных работ.

Наличие двух конвейерных подъемников позволяет располагать перегрузочные пункты в шахматном порядке по высоте, что обеспечивает возможность перераспределения автомобильных грузопотоков при остановке любого подъемника с целью минимизации транспортной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бастан П.П. Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях / П.П.Бастан, Н.Н.Болошин. М., 1981.
2. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. М., 1983.
3. Пихтовников А.Г. Оценка эффективности межзабойного усреднения и его влияние на минимальный объем усреднительного склада с учетом требований к качеству руды / А.Г.Пихтовников, А.И.Косолапов, И.И.Вашлаев // Фундаментальные исследования. 2005. № 2.
4. Burton A.K. Trucks in Mining // Mining Engineering. 1975. N 8.

REFERENCES

1. Bastan P.P., Boloshin N.N. Ore reclaiming at concentrating factories. Moscow, 1981.
2. Vasiliev M.V. Transport of deep open pit mines. Moscow, 1983.
3. Pihtovnikov A.G., Kosolapov A.I., Vashlaev I.I. Estimation of reclaiming efficiency within working faces and its impact on the minimum volume of a reclaiming warehouse with the account of ore quality requirements // Fundaméntal Investigation. 2005. N 2.
4. Burton A.K. Trucks in Mining // Mining Engineering. 1975. N 8.