

УДК 622.012: 658.5: 622.68

В.А. АЗАРЯН, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В РУДОПОТОКАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ

Рудопоток карьера, стабильность качественных характеристик, система контроля качества, система управления качеством, диапазон колебаний содержания полезного компонента.

Качество конечной продукции ГОКа напрямую зависит от характеристик исходной руды, поступающей на обогащение из карьера, т.е. от рудопотока карьера. Управление качеством в рудопотоках карьеров должно обеспечиваться системой контроля и управления качеством, которая обеспечивает выполнение требований к однородности и допустимому диапазону колебаний содержания полезного компонента железорудного сырья

Средства и системы по контролю качества, разработанные коллективом проблемно-отраслевой лаборатории ГВУЗ «Криворожский национальный университет», охватывают основные этапы производства открытых горных работ и могут быть объединены в систему контроля качества. Достоверная и своевременная информация о содержании полезного компонента позволяет принимать оперативные технологические решения по управлению качеством рудопотока. Управление качеством в рудопотоках карьера обеспечивается путем синергии двух систем: системы контроля и системы управления качеством минерального сырья. Система контроля качества обеспечивает оперативную информацию о состоянии массива во взрывном блоке, во взорванной горной массе и в рудном потоке на конвейере. Система управления качеством позволяет сформировать рудопоток с заданными значениями содержания полезного компонента и построена на принципе применения усреднения в качестве способа управления качеством минерального сырья на основании достоверной и своевременной информации. Системы контроля и управления качеством в рудопотоках, созданная на основе синергии автоматизированной системы диспетчерского управления с автоматизированным рабочим местом (АРМ) «Качество» карьера, позволяет отказаться от операций по прогнозированию и имитационному моделированию.

Ключевые слова: рудопоток, система контроля качества.

Проблема и ее связь с основными научными и практическими заданиями. Рудопоток – это сформированный путем смешивания из забоев объем руды, перемещающийся по карьерным коммуникациям. Рудопоток является частью внутрикарьерного грузопотока, который характеризуется входными (формирующими) показателями: значением объема отгруженной руды и содержанием полезного компонента из каждого забоя, а также выходными показателями: значением общего объема сформированного рудопотока, динамикой изменения качественных характеристик по верхней и нижней границе допустимого диапазона и средним показателем содержания полезного компонента.

Одной из наиболее актуальных производственных задач в процессе открытой разработки железорудных месторождений была и остается задача формирования внутрикарьерного рудопотока с заданными качественными характеристиками. Показатели качества продукции горно-обогатительного комбината определяют величину отпускной цены на нее и влияют на технико-экономические показатели работы всего предприятия. В свою очередь, качество конечной продукции ГОКа напрямую зависит от характеристик исходной руды, поступающей на обогащение из карьера.[1]

Анализ исследований и публикаций. Технологическая эффективность стабилизации качественных показателей рудного сырья доказана исследованиями таких известных ученых, как В. В. Ржевский, Г. Г. Ломоносов, П. П. Бастан, В.Ф. Бызов, С.Я Арсеньев., А.Д. Прудовский, Ю.Е. Капутин, А.К.Порцевский, М.С. Четверик и многих других, а также повседневной практикой работы горно-обогатительных комбинатов.

Постановка задачи. Эффективное управление качеством в рудопотоках карьеров должно обеспечиваться системой контроля и управления качеством, одной из основных задач которой является выполнение требований к однородности и допустимому диапазону колебаний качественного состава железорудного сырья. При этом рудопоток всегда будет иметь определенную динамику изменения качества, которая обусловлена неравномерностью распределения содержания полезного компонента по забоям, динамикой изменения содержания по мере отработки месторождения и неритмичностью работы выемочного и транспортного оборудования. При отклонении показателей содержания полезного компонента за границы заданного диапазона, система должна производить корректировку, которая выражается в перераспределении нагрузки на забой.

Изложение материала и результаты. На сегодняшний день разработаны и внедрены в производство различные системы, которые имеют элементы управления качеством в рудопотоках: система диспетчеризации «ВИСТ Групп», система диспетчеризации автотранспорта и контроля рудопотока "Интегра" - "НЕВОД", а также различные системы горного проектирования и планирования, которые также имеют некоторые функции диспетчеризации.[3],[5]

Системы диспетчеризации могут быть рассмотрены в некотором приближении как элементы будущей системы управления качеством в рудопотоках карьеров. При этом данные системы, как правило, не имеют оперативного контроля качества ни забоях, ни в рудопотоке.

Управление качеством невозможно без оперативного контроля, так как информация о реальных показателях содержания полезного компонента позволяет сопоставлять расчетные параметры качества руды в рудопотоке с фактическими, что необходимо для принятия решений.

Для формирования рудопотока карьера с заданными качественными характеристиками первоначально необходимо проведение доразведки взрывного блока путем каротажа, а для управления качеством в рудопотоке - контроль качественных характеристик в процессе добычи на основании методики оптимального периода опробования забоев.[7]

Средства и системы по контролю качества, разработанные коллективом проблемно-отраслевой лаборатории ГВУЗ «Криворожский национальный университет», на сегодняшний день наиболее полно охватывают основные этапы открытых горных работ. На рисунке 1 приведена общая схема системы контроля качества железорудного ГОКа. Данная система позволяет производить контроль как дискретно, так и в потоке, на конвейере. Информация о содержании полезного компонента, собранная на различных этапах горного производства, позволяет осуществлять анализ и в дальнейшем принимать оперативные технологические решения по управлению качеством.

Средства по контролю качества можно классифицировать следующим образом: контроль качества железорудного сырья в естественном залегании (каротаж) на $Fe_{общ}$ и $Fe_{магн}$; во взорванной горной массе, в рудопотоке ЦПТ на $Fe_{общ}$; на рудскладе $Fe_{общ}$ и $Fe_{магн}$; на входе обогатительной фабрики в потоке на конвейере.

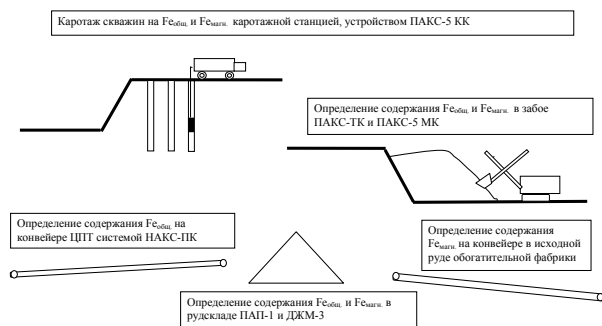


Рис. 1. Система контроля качества железорудного ГОКа

Каротаж скважин осуществляется каротажной станцией «Карьер-Кривбасс» путем опробования массива горных пород в шарошечных скважинах. Станция позволяет осуществлять одновременный каротаж на $Fe_{общ}$ и $Fe_{магн}$ с фиксацией данных о содержании полезного компонента в бортовом компьютере. Также каротаж на $Fe_{магн}$ можно производить при помощи переносного устройства ПАКС-5КК, состоящего из измерительного пульта и каротажного зонда. Данные, полученные в результате каротажа, позволяют построить модель распределения содержания полезного компонента в блоке, подготовленном для взрывания.

После взрыва происходит перемешивание рудной массы, что обуславливает необходимость технологического контроля содержания $Fe_{общ}$ (ПАКС-ТК) и $Fe_{магн}$ (ПАКС-5МК) в процессе отработки забоя. Эти данные используются для текущего контроля соответствия фактических показателей качества расчетным данным, используемым при решении шихтовочной задачи при определении сменного задания.

Для контроля содержания $Fe_{общ}$ в рудопотоке на конвейере ЦПТ можно использовать микропроцессорную систему контроля качества и веса горной массы на конвейере (НАКС-ПК). Данные о содержании полезного компонента на конвейере ЦПТ дают практическую информацию и том, насколько соответствует сформированный рудопоток расчетным значениям.

Контроль качества на рудскладе позволяет дискретно, с более высокой точностью, определить $Fe_{общ}$ (ПАП-1) и $Fe_{магн}$ (ДЖМ-3). На входе обогатительной фабрики, перед измельчением, контроль содержания железа магнитного в рудопотоке на конвейерных линиях осуществляется при помощи системы непрерывного контроля ДЖМ-К.

Для обеспечения эффективного процесса передачи и обработки информации о содержании полезного компонента на различных этапах горного производства все устройства и системы контроля качества объединены в единую сеть. Информация передается на центральный сервер, который производит ее фиксацию, обработку, анализ и визуализацию. Результаты анализа используются как для оценки показателей соответствия сформированного рудопотока расчетным значениям сменного задания, так и для перерасчета этого задания при выходе значений содержания полезного компонента за границы заданного диапазона. Объединение разных точек контроля качества в единую систему может быть реализовано только при наличии надежных каналов передачи информации и центрального сервера со специальным программным обеспечением. Скорость передачи информации является при этом весьма важным фактором, так как задержка во времени между опробованием и внесением данных в сервер искажает реальную картину качественных показателей в карьере. На рис. 2 показана общая схема передачи информации о содержании полезного компонента в железорудных карьерах.

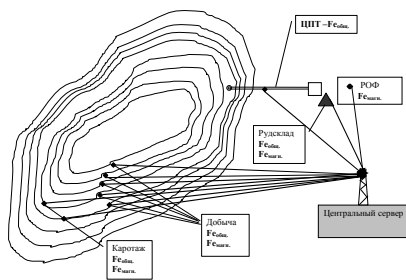


Рис. 2. Общая схема передачи информации о содержании полезного компонента в железорудных карьерах

Поскольку задача оперативного управления рудопотоками относится к классу задач оперативного управления, то все методики, применимые к данному классу задач - применимы и к ней. В общем случае задача управления может состоять из следующих этапов:

1. Получение информации о динамике ситуации;
2. Прогноз развития ситуации;
3. Выработка управляющих решений;
4. Принятие решения;
5. Передача решения на объект управления [2]

Одной из задач системы горно-транспортной диспетчеризации являются формирование рудопотока с заданными качественными характеристиками. Однако, на практике, решение данной задачи сводится либо к прогнозно-имитационному управлению, либо к принятию решений на основании данных химанализа, запаздывающих как минимум на два-три часа, т. к. средства оперативного контроля качества на различных этапах производства либо отсутствуют, либо не используются как часть системы управления качеством. В связи с этим корректировка сменного задания производится только при выходе из строя какого-либо оборудования, при этом колебания качества в забоях и фактическая величина содержания полезного компонента в сформированном рудопотоке не учитывается.

Именно поэтому важной задачей является разработка такой системы контроля и управления качеством в рудопотоках карьеров, которая позволяет контролировать изменения содержания в забоях и потоке, анализировать величину отклонения от расчетного значения и, при необходимости, осуществлять корректировку задания для каждого из забоев.

Концепция создания данной системы выглядит как синергия автоматизированной системы диспетчерского управления с автоматизированным рабочим местом (АРМ) «Качество» карьера. Принципиальная схема данной системы приведена на рис. 3.

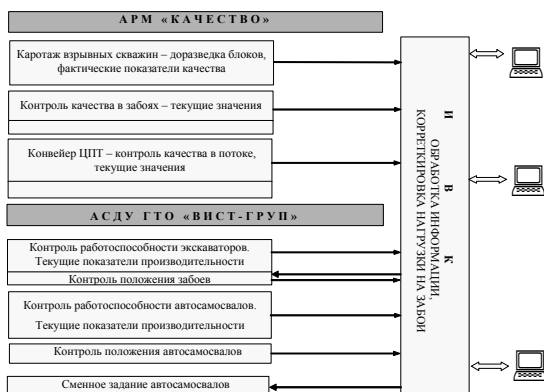


Рис. 3. Принципиальная схема системы контроля и управления качеством в рудопотоках железорудного карьера

При прямой передаче данных на сервер ИВК системы операции по прогнозированию и имитационному моделированию не требуются, т.к. в данном случае информация о содержании в забоях достоверна и своевременна. В случае выхода показателей содержания полезного компонента за расчетные значения, центральный сервер ИВК производит перерасчет производительности забоев с целью возврата величины колебаний качества в рудопотоке до нормативных величин. инергия

АСДУ ГТО с автоматизированным рабочим местом (АРМ) «Качество» карьера дает возможность получить принципиально новую систему управления качеством в рудопотоках карьеров.

При этом для управления качеством используется оперативная и достоверная информация о содержании полезного компонента, как в забоях, так и в сформированном рудопотоке, которая передается на центральный сервер для анализа и корректировки сменного задания по забоям. Опробование в забоях осуществляется переносными устройствами контроля качества, массив фактических данных о качестве передается радионавигационным комплексом (РНК), обрабатывается информационно-вычислительным комплексом (ИВК) и как управляющее воздействие передается в виде команды на экскаваторы и автосамосвалы.

Структурная схема этой системы (рис. 4) построена на принципе применения усреднения в качестве способа управления качеством минерального сырья на основании достоверной и своевременной информации о состоянии качества в забоях и в сформированном рудопотоке.



Рис. 4. Структурная схема комплексной системы контроля и управления качеством в рудопотоках карьеров

Выводы. Эффективное управление качеством в рудопотоках карьера обеспечивается путем синергии двух систем: системы контроля и системы управления качеством минерального сырья. Система контроля качества обеспечивает достоверную и оперативную информацию о состоянии массива во взрывном блоке (каротаж), во взорванной горной массе, а также в рудном потоке на конвейере, а система управления качеством позволяет сформировать рудопоток с заданными значениями содержания полезного компонента.

Комплексная система контроля и управления качеством рудопотоков выполняет функцию воздействия на выемочно-погрузочное и транспортное оборудование с учетом неоднородности качества руды на отдельных участках месторождения, одновременного начала работы забоев, плановых и внеплановых простоев техники, изменений расстояний транспортировки до ЦПТ, изменения содержания полезного компонента в забоях, а также позволяет отслеживать истинные показатели качества в рудопотоке и сопоставлять их с расчетными значениями.

При отклонении показателей за границы заданного диапазона система производит корректирующий перерасчет распределения нагрузки на забои, обеспечивая тем самым стабильность качества в рудопотоке.

Список литературы

1. Бызов В.Ф. Управление качеством продукции карьеров. – М. Недра, 1991
2. Морев А.Н. Диссертация кандидата технических наук «Управление содержанием полезного компонента в рудопотоке в условиях изменения цен на минеральное сырье». Институт проблем комплексного освоения недр РАН.
3. Тезисы доклада «Автоматизированные системы управления автотранспортом и процессом рудопотока» ООО «Интегра Груп.Ру» 2006 г.
4. Патент: 2100844 Закрытое акционерное общество "Интегра" Канцель А. В., Канцель М. А., Богусhevский Э. М. Способ управления погрузочно-транспортными средствами на карьерах при селективной выемке руд и система автоматизированного управления качеством рудопотока на основе экскаваторно-автомобильного комплекса.
5. Д. Я. Владимиров, А.Ф. Клебанов, А. И. Перепелицын «Система диспетчеризации "КАРЬЕР": от мониторинга большегрузных автосамосвалов к управлению горно-транспортным комплексом и оптимизации горных работ в карьере» "Горная промышленность" № 4-2004.
6. Капустин Ю. Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. - С-Пб, "НЕДРА", 2002
7. Азарян В.А. «Обоснование оптимального периода опробования забоев карьера» Вісник Криворізького національного університету, 2014. - вип. 38, , стр. 7-12.
8. Арсеньев С.Я., Прудовский А.Д. Внутрикьерное усреднение железных руд. – М.: Недра, 1980
9. Галиев С.Ж., Бояндинова А.А., Астраханцев В.А., Жусупов К.К. Структура и организация информационного обеспечения автоматизированной системы диспетчеризации работы экскаваторно-автомобильного комплекса «АДИС-Авто» // научно-техническое обеспечение горного производства: Сб. научн. тр. ИГД им. Д.А. Кунаева. Т. 72. Алматы, 2006. С. 138–143.
10. Жусупов К.К., Пуненков С.Е., Галиев С.Ж., Бояндинова А.А., Бояндинова Ж.А. Планирование и управление рудопотоками на АО «Костанайские минералы» // Современные проблемы механики сплошных сред. Вып. 7 «Гидрогазодинамика, геомеханика и геотехнологии». Бишкек, 2008. С. 64–72.

11. Кармазин В.В. Современные тенденции в использовании минерального сырья. Сб. «Устойчивое развитие горнодобывающей промышленности», Кривой Рог, КТУ, 2004.
Рукопис поступила в редакцию 04.04.16.

УДК 622.647.2

Л.І. ЄФІМЕНКО, канд. техн. наук, доц., М.П.ТИХАНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.,
І.О.ДОЦЕНКО, ст. викладач, Криворізький національний університет

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕНЬ, ДІЮЧИХ НА ОПОРНІ КОНСТРУКЦІЇ КОНВЕЄРА ТА МЕТОДІВ ЇХ ПРОЕКТУВАННЯ

В роботі розглянуто існуючі методи проектування опорних конструкцій конвеєра. Загальним недоліком розглянутих методів проектуванні є те, що при визначенні навантажень на став беруться статичні складові, не враховується динаміка перехідних процесів і динамічні навантаження від дії крупних кусків вантажу, не використовуються можливості зменшення навантажень на конструкції шляхом управління режимами транспортування. Розробка методів зниження динамічних навантажень на став дозволить знизити металоємність конвеєра.

Використання регульованого приводу із змінною швидкістю транспортування викликає необхідність додаткових досліджень, як в частині насипного вантажу, так і при проходженні окремих кусків. Для дослідження динамічних процесів, що відбуваються в конструкціях конвеєра, використовують динамічні моделі. При розробці моделей динамічного навантаження ставу конвеєра проводилися дослідження залежності навантаження від типу роликкоопор, швидкості транспортування і маси крупних кусків, давалися рекомендації по вибору типу роликкоопор і максимальної швидкості транспортування залежно від маси крупного куска.

В результаті огляду і аналізу теоретичних і експериментальних робіт, встановлено, що:

навантаження на опорні конструкції стрічкового конвеєра залежать від конструктивних і технологічних чинників, режиму роботи, гранскладу вантажу, що транспортується, і інше;

забезпечення плавного пуску, регулювання швидкості стрічки знижує навантаження на конструкції і впливає на конструктивні параметри конвеєра (ширину і міцність стрічки, крок розставлення роликкоопор, металоємність ставу), підвищує ефективність використання.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. До сучасних металокопункцій лінійної частини конвеєра, а саме, конвеєрному стану пред'являється ряд вимог по міцності, амортизуючій здібності при динамічних навантаженнях, стійкості, мінімальній металоємності, довговічності. Аналіз розрахунків ряду підприємств і науково-дослідних організацій показав, що існуючі методи проектування конвеєрного ставу не повною мірою враховують дійсну картину його навантаження [1, 2, 4, 5].

Аналіз досліджень та публікацій. Основні розміри конвеєрних ставів призначаються по конструктивних міркуваннях із залученням галузевих стандартів і нормалей. По прийнятих розмірах проводяться перевірочні розрахунки, які полягають в наступному: вибирається розрахункова схема секції ставу у вигляді рами, зовнішні навантаження задаються у вигляді статично прикладених сил від мас вантажу, стрічки, роликкоопор. Крім того, вводиться коефіцієнт перевантаження, величина якого вагається від 1,2 до 1,7 без обґрунтування його величини.

Аналіз розрахунків ряду заводів виробників /Сизранського, ЗТМ, ДМЗ, Краснолучського і Александрівського МЗ, Маріупольського ПО «Азовмаш», проектних організацій /Механобрчормет, ВНДПТмаш/ та НДІ /УкрНДІпроект ІГТМ АН України/ показав, що науково-дослідні інститути працюють, в основному, над створенням нових типів конструкцій, а існуючі методи проектування жорсткого ставу не повною мірою враховують дійсну картину його навантаження. На Донецькому МЗ, в методиках ВНДПТмаша і Союзпроммеханізації додатково враховується, відповідно, частота власних коливань секції і внецентрове додаткове навантаження. У роботі [1] автор запропонував уточнений науково-обґрунтований метод розрахунку металокопункцій стрічкового конвеєра з перевіркою полегшеного ставу на стійкість, що надає можливість раціонального його проектування.

Загальним недоліком розглянутих методів проектуванні є те, що при визначенні навантажень на став беруться статичні складові, не враховується динаміка перехідних процесів і динамічні навантаження від дії крупних кусків вантажу, не використовуються можливості зменшення навантажень на конструкції шляхом управління режимами транспортування.

Питаннями навантажень що діють на опорні конструкції конвеєра загального й спеціального призначення займався ряд відомих вчених таких, як: В.М. Назаренко, О.І. Савиц-