

Несоблюдение выявленных закономерностей при планировании горных работ часто приводило и может привести в дальнейшем к отставанию вскрышных работ, выбытию производственной мощности по руде, появлению стесненных, а иногда и опасных условий работы горнотранспортного оборудования.

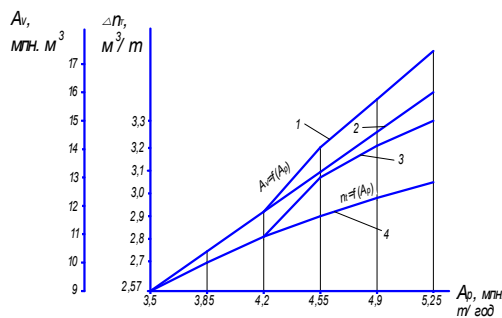


Рис. 3. Зависимость объемов вскрышных работ и текущего коэффициента вскрышки от производительности карьера по руде: 1,3 - для случая вовлечения в разработку участка месторождения с большими объемами пустых пород; 2,4 - для случая, обусловленного только реконструкцией рабочего борта карьера

Анализ современного состояния горных работ карьеров Кривбасса показал, что практически во всех карьерах существует проблема отставания вскрышных работ. Поэтому планирование горных работ в карьерах необходимо производить с учетом их современного состояния, выявленных взаимосвязей добычных и вскрышных работ и с постоянным соблюдением норм технологического проектирования по наличию в карьерах готовых к выемке запасов горной массы.

Во избежание отставания вскрышных работ увеличение производительности карьера по руде должно сопровождаться увеличением коэффициента вскрышки.

Разработана методика выбора режима горных работ для протяженных залежей и переменной мощностью полезного ископаемого на различных участках месторождения, которая отличается от известных учетом взаимосвязей режима вскрышных работ и производительности карьера.

Список литературы

1. Арсентьев А.И. Производительность карьера.- Санкт-Петербург, 2002.
2. Новожилов М.Г. Открытые горные работы. - М.: Госгортехиздат, 1961.
3. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ.- М.: Недра, 1968.
4. Луценко С.А., Баранов И.В., Близиюкова О.Ю. Определение производительности карьера по руде при заданном направлении развития горных работ / Гірничий вісник. - Вып. 95(1). - Кривой Рог, 2012. - С.12-16.
5. Близиюков В.Г. Определение главных параметров карьера с учетом качества руды.- М.: Недра, 1978.- 151с.
6. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки. – Л.: Гипроруда. – 1963.
7. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – Міністерство промислової політики України, Київ, 2007.- 279 с.
8. Вилкул Ю.Г., Луценко С.А., Близиюкова О.Ю. О проблеме отставания вскрышных работ в железорудных карьерах / Металлургическая и горнорудная промышленность. - Вып. 3(1). - Днепропетровск, 2013. - С.92-96.

Рукопис подано до редакції 21.02.13

621.926: 34.13

В.М. РАДИОНОВ, аспирант, В.В. РАДИОНОВ, студент
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАМНО-АППАРАТНЫХ РЕСУРСОВ В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОЦИКЛОНОМ

Предложена общая структура адаптивной системы управления гидроциклоном на основе средств ультразвукового воздействия и контроля. Рассмотрены некоторые подходы к оптимизации программно-аппаратных ресурсов

Ключевые слова: структурная схема элементов системы управления, ультразвуковой контроль, оптимизация ресурсов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Ультразвуковые средства контроля параметров различных сред имеют ряд преимуществ и уникальных особенностей, на основе которых можно идентифицировать ранее недоступные измерению параметры. Это позволяет производить коррекцию существующих моделей различных процессов обогатительного передела, разрабатывать качественно новые модели и создавать на их основе эффективные системы автоматического управления. Для сложных динамических объектов, к которым в частности можно отнести аппараты измельчения, классификации, сепарации, доступны измерению

как правило только входные и выходные параметры объекта, которые ложатся в основу априорных моделей, или могут быть использованы для идентификации недостающих параметров состояния самого процесса. В некоторых случаях появляется возможность по состоянию входа прогнозировать поведение объекта управления, его определяющие выходные параметры. Поскольку аппараты работают в технологической цепи, немаловажно определить места установки средств контроля и управления с точки зрения оптимизации процесса получения и обработки информации.

Анализ исследований и публикаций. В работе [1] рассматриваются теоретические основы распространения ультразвуковых волн, ультразвуковые средства воздействия и контроля параметров многофазных сред.

В [2] рассмотрены вопросы идентификации параметров состояния сложных динамических объектов с векторными входами и выходами, что позволяет снизить влияние неопределенностей процесса и неточностей математических моделей на качество управления.

В [3] предложены подходы к формированию адаптивной системы управления циклом измельчения на основе контроля выходных параметров цикла.

Задачей исследований является анализ возможностей оптимизации программно-аппаратных средств получения и обработки информации в технологической цепи обогащательного передела и построение соответствующей схемы адаптивной системы управления гидроциклоном на основе ультразвуковых средств воздействия и контроля состояния пульпы.

Основные моменты исследования. Особенности большинства объектов обогащательного передела таковы, что технологические комплексы и аппараты, работая в технологической цепи, соединены последовательно.

Выходная информация любого цикла, или аппарата, является входной для следующих в цепи, и может быть использована как для коррекции, так и для прогноза соответственно предыдущих и последующих показателей чередующихся стадий процесса.

С учетом необходимости интеграции в общую систему автоматического управления процессом обогащения руды, рациональное использование информации и программно-аппаратного ресурса - одно из направлений повышения эффективности систем управления.

Основная доля энерго и ресурсозатрат обогащательного комбината расходуется на стадии измельчение-классификация.

Кроме того, при обогащении железных руд выходные показатели всего передела как правило отталкиваются от показателей магнитной сепарации, поэтому целесообразно рассматривать как поэтапное, так и общее информационно-программное обеспечение в цепи измельчение-классификация-магнитная сепарация.

Широкие возможности разработанных средств ультразвукового воздействия и контроля позволяют производить измерения и расчет по целому ряду параметров как специфическим для управления отдельным аппаратом, так и общим для цикла или комплекса в целом.

Технологическая цепь выглядит следующим образом: - шаровая мельница-зумпф - гидроциклон-классификатор - магнитный сепаратор.

Гидроциклон формирует показатели цикла измельчения-классификации, от которых в свою очередь во многом зависят показатели следующего этапа магнитной сепарации.

С учетом представленных в [2,3] принципах формирования сложных систем управления с множеством связанных входов-выходов которые должны создаваться на основе алгоритмов, не требующих подробной априорной информации о многомерном объекте управления и способные выбирать оптимальную структуру и параметры управляющей системы (регулятора), основываясь на измерениях входов-выходов и прогнозировании (вычислении) переменных состояния системы, а также с учетом необходимости информационного обеспечения систем управления смежных аппаратов, рассмотрим систему автоматического управления процессом классификации, в которой в качестве субблоков формирования, приема и первичной обработки ультразвуковых сигналов, в приведенной на рис. 1. схеме, используются соответствующие субблоки гранулометра "Пульсар"[1].

Сигналы с установленных датчиков (6,7,11,14,15) и субблоков контроля входных и выход-

ных параметров (9,10) формируют векторы входных и выходных параметров, в вычислительной части блока управления производится расчет(идентификация) параметров состояния объекта управления, и выбор оптимальной модели процесса.

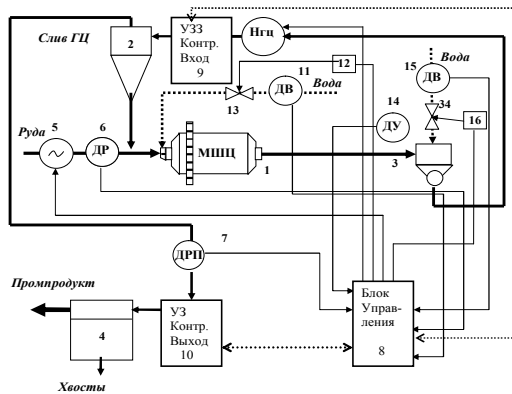


Рис. 1. Общая схема системы контроля и управления насос-гидроциклоном: 1 - шаровая мельница, 2 - гидроциклон, 3 - зумпф, 4 - магнитный сепаратор

В стандартный алгоритм регулирования плотности пульпы технологической водой [7] введен порог чувствительности X системы на изменение дисперсии УЗ сигнала и возможность дополнительных регулировок определяющих параметров, через регулирование давления пульпы на входе гидроциклона, рис. 2.

Порог изменения параметров пульпы может определяться например посредством оценки дисперсии ультразвукового сигнала проходящего через пульпу.

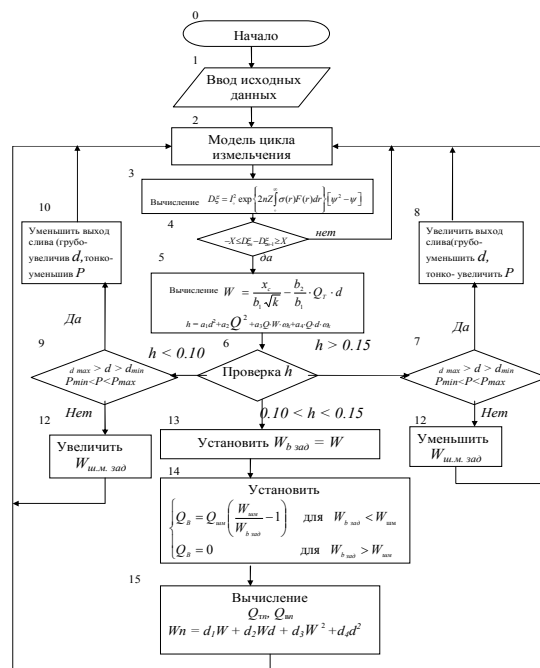


Рис. 2. Блок-схема алгоритма управления гидроциклоном в замкнутом цикле измельчения-классификации с регулировкой концентрации твердой фазы и регулировкой определяющих параметров классификации регулированием давления пульпы на входе гидроциклона

Дисперсия сигнала зависит от физико-химических, минералогических свойств пульпы и параметров ультразвукового сигнала. При прохождении сигналом слоя пульпы толщиной Z можно дисперсию можно определить из выражения [1]

$$D\xi = I_0^2 \exp \left\{ 2nZ \int_0^\infty \sigma(r)F(r)dr \right\} [\psi^2 - \psi],$$

где

$$\psi = \exp \left\{ \frac{nZ^2}{V} \int_0^\infty \sigma^2(r)F(r)dr \right\} \quad (1)$$

Оценка (измерение) дисперсии ультразвукового сигнала кроме определения порога чувствительности системы управления, производится для определения содержания контрольного класса крупности. Проведя ряд вычислений можно определить характеристическую функцию

$$S' = \frac{\ln \psi}{\ln I_0 / \langle \xi \rangle} = \frac{Z \int_0^\infty \sigma^2(r)F(r)dr}{V \int_0^\infty \sigma(r)F(r)dr} \quad (2)$$

Величина S' является функцией крупности частиц твердого в пульпе. Таким образом, при известной зависимости (1), измеряя параметры $I_0, \langle \xi \rangle, D\xi$ и вычисляя параметр S' , можно определить содержание контрольного класса крупности твердого, например ω_{74} .

Программно-аппаратная часть, см. рис.1, позволяет реализовывать различные алгоритмы и принципы построения систем управления гидроциклоном в зависимости от выбираемых критериев. Для рационального использования программно-аппаратного ресурса предусмотрены два режима работы гранулометров системы управления гидроциклоном.

В лабораторных исследованиях, во время пуско-наладочных работ, или на экспериментальных образцах для получения базы данных - в непрерывном режиме. Кроме того в лабораторных условиях для возможности обработки и анализа каждого сигнала, понимания логики процесса, сравнения результатов, предусмотрена возможность ограничения числа входных и выходных параметров. На производстве - в "дежурном режиме", когда настраивается порог чувствительности, на такое изменение параметров пульпы в питании гидроциклона при котором может ухудшиться качество классификации, и следовательно, возникает необходимость регулирования.

Выводы: Технологическое расположение гидроциклона и предложенное расположение элементов системы управления позволяет использовать одну информационную базу в системах управления смежных с гидроциклоном установок - мельницы и магнитной сепарации.

Исследования реального процесса колебания физико-химических и минералогических свойств железорудной пульпы показывают, что существуют периоды некоторой стабильности таких колебаний. В виде "ступеней" различной продолжительности, направления, высоты.

Возможности ультразвукового гранулометра "Пульсар", позволяют производить контроль параметров как непрерывно, так и при возникновении определенных изменений в составе и свойствах поступающей на классификацию пульпы.

Определение моментов необходимой коррекции предложено производить на основе анализа изменения дисперсии ультразвукового сигнала. Во время пауз, в режиме ожидания, возможно рациональное использование программно аппаратного ресурса для получения дополнительной информации как о процессе измельчения-классификации, или для информационного обеспечения последующих стадий - магнитной сепарации. Например, определение наряду с контрольным классом крупности содержания полезного компонента.

Список литературы

1. **Моркун В.С.** Ультразвуковой контроль характеристик измельченных материалов и адаптивное управление процессами измельчения-классификации руд на его базе: дисс. доктора техн. наук: 0.5.13.07 / **Моркун Владимир Станиславович** - Кривой Рог, 1999г.
2. **Надеждин О.В.** Координатно-параметрическая идентификация динамической системы с векторными входом и выходом // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2009. - №6. - С. 50-63.
3. **В.С. Моркун, В.М. Радионов** Адаптивная САУ гидроциклона на основе модели разделения минералов в ультразвуковом поле // Вісник Криворізького національного університету, 2012. - Вып. 30. - С. 3-6.
4. **Федотов А.В.** Автоматизация управления в производственных системах. - Омск. - ОмГТУ, 2001. -354 с.
5. **Радж Балдаев** Применения ультразвука. // **Р. Балдаев, В. Раджен-дран** . - М.: Изд-во Техносфера. - Паланичами, 2006. - 576 с.
6. **Шутилов, В.А.** Основы физики ультразвука // **В.А. Шутилов**. - Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1980. - 280 с.
7. **Подгородецкий Н.С.** Энергоэффективное адаптивное управление замкнутым циклом измельчения руды на базе гибридной нечеткой модели.// Дисс. канд. техн. - Кривой Рог, 2011.

Рукопись поступила в редакцию 21.02.13

УДК 622.272

С.М. ЧУХАРЕВ, канд. техн. наук, доц., ГБУЗ «Криворожский национальный университет»

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОДЗЕМНОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КРИВБАССА

Рассмотрены проблемы работы горнодобывающих предприятий Кривбасса, обусловленные понижением уровня горных работ. Предложены пути финансирования технического перевооружения горных предприятий.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Факторами, обуславливающими снижение эффективности работы подземных горнодобывающих предприятий является понижение уровня горных работ и недостаточные темпы технического перевооружения, модернизации и реконструкции действующих предприятий.

Анализ исследований и публикаций. Состояние и перспективы развития железорудной