

BrainWave

Системы управления для мельниц
частичного самоизмельчения



Задача: Работа мельницы частичного самоизмельчения с максимальной эффективностью



Решение: измерение, управление и получение дохода

BrainWave SAG Mill (BrainWave для мельниц частичного самоизмельчения) — уникальный блок управления, использующий запатентованную технологию модельно-прогнозирующего адаптивного управления.

В горнодобывающей промышленности хорошо известно, что эффективное измельчение в полуссамоизмельчающей мельнице зависит в значительной степени от нагрузки данной мельницы. При слишком большом количестве загруженного материала становится невозможным надлежащее перемещение руды и шаров внутри мельницы. Если материала в мельнице недостаточно, не используются преимущества механизма самоизмельчения. В обоих случаях эффективность измельчения ниже оптимальной, а достижение максимальной производительности невозможно. Чтобы добиться максимальной производительности, необходимо поддерживать нагрузку мельницы на уровне, соответствующем оптимальному измельчению. Хотя вес мельницы обеспечивает корректную и надежную индикацию её нагрузки, известно, что регулирование веса представляет собой сложную задачу.

Для управления нагрузкой мельницы обычно используются экспертные системы. Однако эти системы на основе продукционных правил могут реагировать только после перегрузки мельницы и поэтому должны работать в более консервативном режиме. Вследствие таких ограниченных возможностей управления мельница не может достичь максимальной производительности.

К счастью, запатентованный контроллер BrainWave обладает уникальной возможностью моделирования работы полуссамоизмельчающей мельницы, которое позволяет осуществлять точное регулирование с высокой скоростью реакции. Учитывая изменения скорости вращения мельницы, а также качества руды и рециркулирующей гальки, BrainWave поддерживает постоянный вес мельницы и максимизирует производительность. По-ка весовой контроллер регулирует уставку для подачи свежей руды, второй контроллер BrainWave регулирует скорость работы питателя, обеспечивая доставку в мельницу нужного количества материала.

Используя алгоритм модельно-прогнозирующего управления, BrainWave может эффективно учитывать время запаздывания, которое является

неотъемлемой характеристикой как системы подачи руды, так и самой мельницы. Кроме того, BrainWave может автоматически регулировать свои настройки управления, обеспечивая возможность работы в различных режимах, в зависимости от изменений твердости руды со временем. При повышенной стабильности управления мельницей частичного самоизмельчения возможна оптимизация нагрузки мельницы, приводящая к повышению производительности и эффективности измельчения.

Наряду с возможностью повышения производительности, BrainWave обеспечивает также возможность работы мельницы с максимальной эффективностью. Поскольку большое количество энергии тратится просто на поддержание движения мельницы и загруженных в нее шаров, любое повышение производительности даёт соответствующее снижение удельного расхода энергии на тонну продукции.

Кроме того, стабилизация нагрузки мельницы позволяет стабилизировать также и приводную мощность. Это дает возможность оператору управлять использованием энергии, избегая её потерь, обусловленных колебаниями приводной мощности.

Что такое BrainWave?

BrainWave—это запатентованный контроллер для упреждающего регулирования, по своим возможностям превосходящий системы ПИД регулирования (пропорционально-интегрально-дифференциального). BrainWave превосходит ПИД-системы благодаря двум основным компонентам: адаптивной модели и прогнозирующему контроллеру. BrainWave в процессе нормальной работы предприятия строит собственные модели, изменяющиеся в режиме реального времени; этой важной особенностью не обладают обычные системы управления на основе прогнозирующих моделей (MPC).

Преимущества

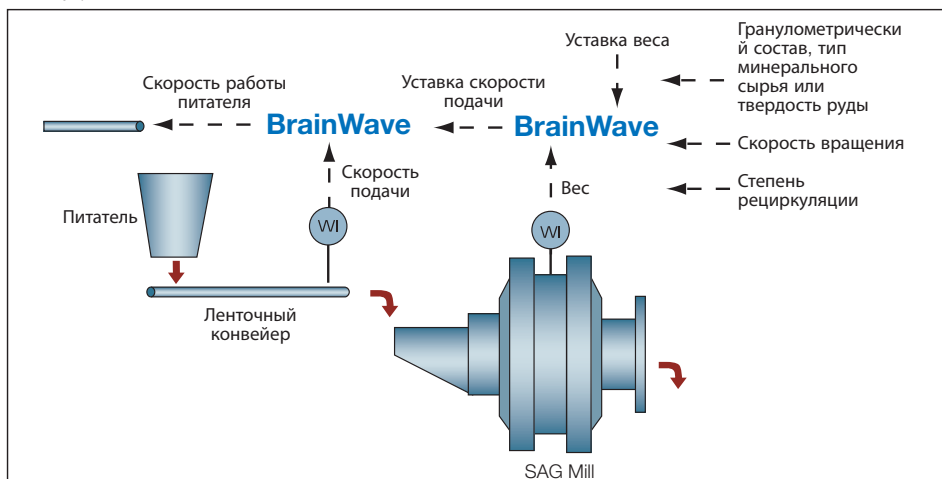
- Автоматический учет изменений гранулометрического состава или твердости руды
- Минимизация нарушений производственного процесса
- Поддержание оптимальной производительности путем минимизации изменений скорости вращения мельницы
- Достижение максимальной производительности при неизменном качестве измельчения
- Достижение максимального энергетического КПД

Особенности	ПИД-регулятор	BrainWave
Управляет процессами с длительным временем запаздывания	x	✓
Реагирует до того, как показатели начнут отклоняться от плановых значений	x	✓
Справляется с нелинейными процессами	x	✓
Выполняет корректировку при нарушениях процесса	x	✓
Осуществляет самонастройку в процессе работы	x	✓

Прогнозирующий контроллер системы BrainWave обеспечивает точное прогнозирование реакций данного процесса и осуществляет многоцелевую оптимизацию. Он адаптируется к условиям проведения процесса, таким как изменения производительности или рабочего режима, поддерживая на постоянном уровне плановые показатели процесса. Кроме того, BrainWave может воспринимать входные сигналы о нарушениях измеряемых параметров, например характеристик сырья, и выполнять корректирующие действия до того, как показатели процесса начнут отклоняться от плановых значений (для сравнения, ПИД-регулятор должен дожидаться возникновения ошибки и только потом отреагировать на неё).

Благодаря стандартному соединению с использованием технологии OPC, BrainWave легко встраивается в существующую систему управления. Помимо этого, используемая в BrainWave запатентованная технология Laguerre позволяет сократить средний период внедрения всего до нескольких недель, обеспечивая экономию десятков и сотен долларов по сравнению с обычными методами. И, что лучше всего, пользоваться системой BrainWave и обслуживать её может ваш собственный персонал, т.е. с этой системой можно жить — а вот жить без неё позволять себе не стоит.

Схема управления мельницей частичного самоизмельчения ▼



Истории успешного внедрения на мельницах частичного самоизмельчения

Заказчик: Taseko Mines

Цель регулирования:

- Поддержание желаемой нагрузки мельницы, гарантирующей её оптимальную работу
- Автоматический учет изменений в свойствах руды
- Повышение стабильности работы полусамоизмельчающей мельницы
- Достижение максимальной производительности при неизменном качестве измельчения
- Система управления: DeltaV

Компания Taseko Mines установила систему BrainWave на своем медно-молибденовом предприятии в Британской Колумбии, Канада, чтобы обеспечить надлежащую нагрузку работающей на постоянной скорости полусамоизмельчающей мельницы диаметром 34 фута.

На руднике Гибралтар используется стратегия «полного предварительного дробления», при которой руда, посту-



пающая в мельницу, уже доведена до гораздо меньшей крупности, чем обычно принято для полусамоизмельчающих мельниц. Преимущество этой стратегии состоит в том, что она позволяет обеспечить более высокую пропускную способность мельницы по руде, чем при подаче руды обычной крупности; однако высокая пропускная способность означает, что малые изменения в свойствах руды могут стать причиной происходящих очень быстро больших изменений нагрузки мельницы.

К счастью, при наличии системы BrainWave, осуществляющей мониторинг нагрузки мельницы, изменения свойств поступающего материала распознаются быстро, и меры принимаются еще до того, как произойдет значительное отклонение нагрузки мельницы от планового показателя. Благодаря использованию BrainWave на руднике Гибралтар появилась возможность постоянного повышения производительности мельницы при большей стабильности её работы.

«BrainWave работает на нашем предприятии просто замечательно, обеспечивая необходимую стабильность работы сложных контуров управления и контуров управления со значительным временем запаздывания, — рассказывает Тед Кенни (Ted Kenny), начальник отдела технологии производства на руднике Гибралтар. Оба приложения, имеющиеся у нас, непрерывно обеспечивают необходимую стабильность и регулирование в процессе работы соответствующих установок».

По оценке специалистов рудника Гибралтар, BrainWave SAG Mill обеспечивает прибыль в 1.5 млн долларов в год.



Заказчик: Freeport-McMoRan Copper & Gold

Цель регулирования:

- Поддержание желаемой нагрузки мельницы, гарантирующей её оптимальную работу
- Автоматический учет изменений твердости руды
- Оптимальная компенсация нарушений в работе галечной мельницы для минимизации нарушений производственного процесса
- Достижение максимальной производительности при неизменном качестве измельчения
- Система управления: Bailey



Рудник Минера Канделария находится недалеко от города Копьяпо, в пустыне Атакама, Чили. Специалисты этого предприятия, выпускающего в год более 300 млн. фунтов меди, первыми выбрали BrainWave SAG Mill с целью улучшения работы мельниц. Проработав на ме-

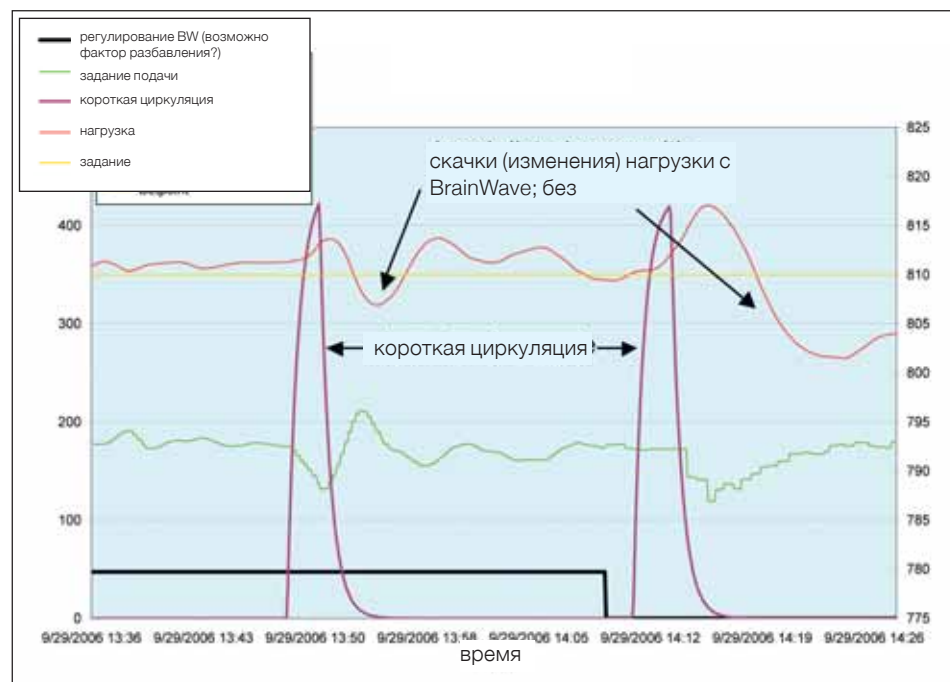
сте всего две недели, инженер ANDRITZ AUTOMATION сумел полностью привести в действие систему BrainWave, обеспечив её интеграцию с существующей

экспертной системой и устройствами управления на базе PCU.

Персонал предприятия после расширенных испытаний и тщательного анализа данных установил, что в результате использования BrainWave изменчивость нагрузки снизилась на 14%, а производительность увеличилась на 1.5%. Это был большой успех для всех, кто принимал участие в проекте.

По оценке ANDRITZ AUTOMATION, при цене на медь 4 доллара/фунт внедрение системы BrainWave SAG Mill на руднике Канделария дало дополнительный доход 12 млн долларов в пересчете на годовой объем производства меди.

Регулирование нагрузки на мельнице частичного самоизмельчения №1 ▾



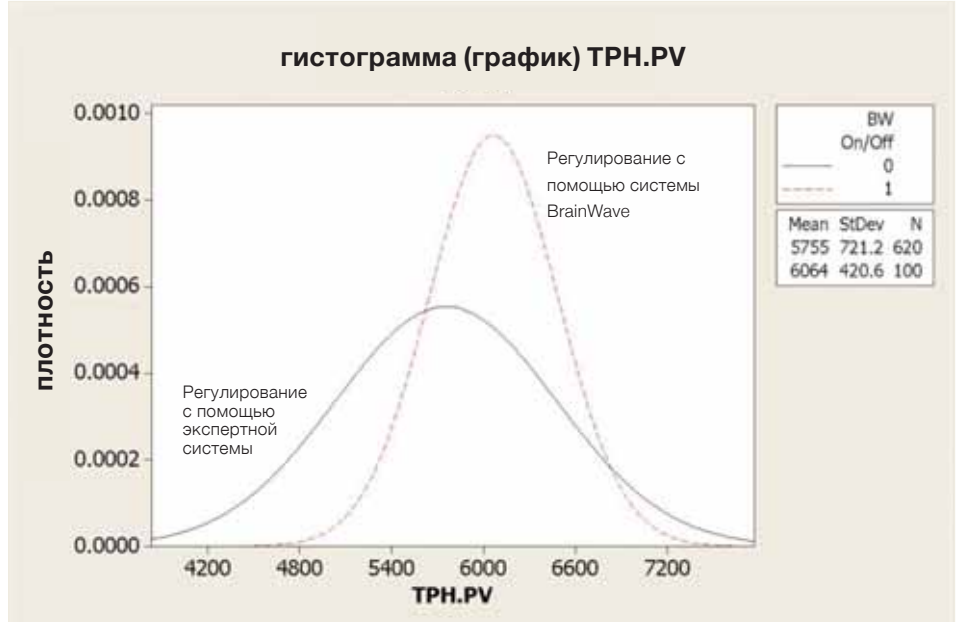
Истории успешного внедрения на мельницах частичного самоизмельчения

Заказчик: BHP Billiton

Цель регулирования:

- Поддержание желаемой нагрузки мельницы, гарантирующей её оптимальную работу
- Автоматический учет изменений в свойствах руды
- Оптимальная компенсация нарушений в работе галечной мельницы для минимизации нарушений производственного процесса
- Повышение производительности
- Достижение максимальной производительности при неизменном качестве измельчения
- Система управления: Bailey

Компания Minera Escondida — крупнейший производитель меди в мире, а в мельнице частичного самоизмельчения на фабрике Лагуна Сека производится размол приблизительно половины общего количества сульфидной руды, добываемой на руднике. Здесь было решено опробовать систему BrainWave SAG Mill.



▲ График, демонстрирующий, насколько улучшилось регулирование скорости подачи сырья в мельницу (т/ч) после установки системы BrainWave

После быстро проведенного монтажа и настройки программного обеспечения система BrainWave смогла взять на себя регулирование нагрузки мельницы, осуществляя точную настройку

скорости подачи таким образом, чтобы поддерживать заданное давление на подшипники. Испытания и анализ, проведенные персоналом предприятия, показали, что введение системы BrainWave позволило повысить производительность более чем на 3%.

По оценке ANDRITZ AUTOMATION, при цене на медь 4 доллара/фунт внедрение системы BrainWave SAG Mill на предприятии Эскондида дало дополнительный доход 40 млн. долларов в пересчете на годовой объем производства меди.

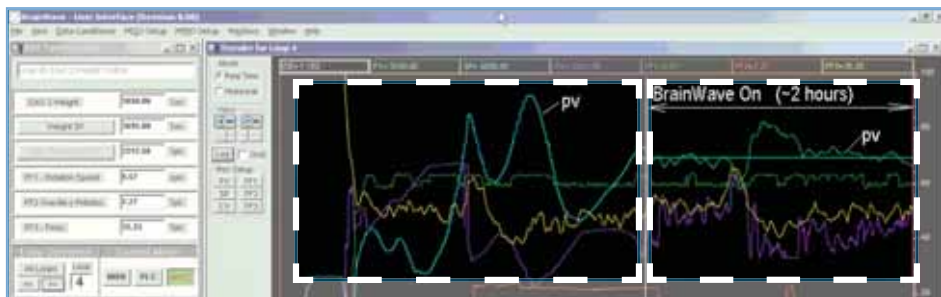


Заказчик: Antofagasta Minerals

Цель регулирования:

- Поддержание желаемой нагрузки мельницы, гарантирующей её оптимальную работу
- Автоматический учет изменений твердости руды
- Оптимальная компенсация нарушений в работе галечной мельницы для минимизации нарушений производственного процесса
- Поддержание оптимальной производительности путем минимизации изменений скорости вращения мельницы
- Достижение максимальной производительности при неизменном качестве измельчения
- Система управления: Bailey

Предприятие Лос-Пеламбрес, принадлежащее компании Antofagasta Mineral, располагает одним из самых крупных карьеров в Чили и производит в год около 320,000 тонн медного концентрата. Упреждающий контроллер BrainWave был успешно установлен на медно-обогатительной фабрике на территории рудника с целью строгого регулирования веса полусамоизмельчающей мельницы, способствующего оптимальному измельчению. Было доказано, что данная стратегия привела к повышению производительности мельницы на 3%.



▲ Снимок экрана, демонстрирующий улучшения в процессе регулирования, внесенные системой BrainWave

Когда цены на медь высокие, производители стремятся увеличить производительность за счет устранения «узких мест». На руднике Минера Лос-Пеламбрес, как и на многих других рудниках, общая производительность лимитируется производительностью полусамоизмельчающей мельницы.

Хотя на этом предприятии уже используется экспертная система, помогающая стабилизировать технологический процесс и повысить производительность, контроллер BrainWave для упреждающего регулирования смог улучшить общие производственные показатели, обеспечив точное регулирование веса мельницы. Его использование способствовало лучшему поддержанию оптимальных условий эксплуатации без риска перегрузки мельницы. Контроллер BrainWave был установлен на всех трех полусамоизмельчающих мельницах этого предприятия. При монтаже каждой из систем работы на месте были завершены за две недели.

Улучшения стали заметны немедленно после монтажа системы BrainWave. Вес легко стабилизировался, даже при самых жестких условиях эксплуатации. Контроллер легко справлялся с факторами, которые раньше вызывали затруднения, например со значительными и внезапными изменениями характе-

ристик рециркулирующего материала. Полусамоизмельчающая мельница — отличная область применения для BrainWave, т. к. более эффективное регулирование обеспечивает заказчикам непосредственное повышение прибыли.

На схеме показан интерфейс пользователя системы BrainWave, установленной на руднике Лос-Пеламбрес. На графиках справа вес мельницы указывается зеленой линией (PV), а уставка обозначается голубым цветом. На графике за последние 2 часа видно, как регулирование с использованием BrainWave удерживает вес на уровне, очень близком к уставке. В противоположность этому, на графике за первые 3 часа, когда регулирование осуществлялось экспертной системой, наблюдаются значительные колебания веса. Фиолетовая линия, отражающая процесс регулировки подачи свежей руды, показывает, насколько высока точность и быстрота реагирования BrainWave.

По оценке ANDRITZ AUTOMATION, при цене на медь 4 доллара/фунт внедрение системы BrainWave SAG Mill на предприятии Лос-Пеламбрес дало дополнительный доход 20 млн долларов в пересчете на годовой объем производства меди.

Решения в области автоматизации

Для работы в оптимальном режиме



**Обратитесь в наш отдел продаж
уже сегодня:**

Steve Crotty
(международный отдел)
Моб. тел.: +1 (404) 229 6349
steve.crotty@andritz.com

Luiz Vega
(Бразилия)
Моб. тел.: +55 (31) 9299 1201
luiz.vega@andritz.com

Marcos Freitas
(Австралия/Новая Зеландия)
Моб. тел.: +61 (407) 487 568
marcos.freitas@andritz.com

Andrés Rojas G.
(Латинская Америка)
Моб. тел.: +56 (9) 8230 8752
andres.rojas@andritz.com

Josef Czmaidalka
(Европа)
Моб. тел.: +43 (664) 4137990
josef.czmaidalka@andritz.com

ANDRITZ Inc.
Атланта, Джорджия, США
Тел.: +1 (404) 370 1350

ANDRITZ LLC
Санкт-Петербург, Россия
Тел.: +7 (812) 315 08 68

Австралия: Мельбурн | Австрия: Вена | Бразилия: Белу-Оризонти, Куритиба | Канада: Нанаймо, Принс Джордж, Ричмонд, Террас | Чили: Сантьяго | Финляндия: Котка, Тампере, Варкаус | Индия: Бангалор | США: Беллингхэм, Монтурсвилл

www.andritz.com
automation-sales@andritz.com

Никакие данные, информация, заявления, фотографии и графические иллюстрации, приведенные в этом буклете, не влекут за собой никаких обязательств и ответственности и не могут составлять частей контрактов на продажу, заключаемых компанией ANDRITZ AG или ее дочерними компаниями, в отношении оборудования и/или систем, упоминаемых в настоящем буклете. © ANDRITZ AG 2015 г. Все права защищены. Никакая часть настоящего документа, охраняемого авторским правом, не может воспроизводиться, не может быть изменена и не подлежит распространению в любой форме или любым образом; не может быть сохранена в какой-либо базе данных или поисковой системе без предварительного письменного разрешения со стороны компании ANDRITZ AG или ее аффилированных лиц. Любое такое несанкционированное использование в любых целях является нарушением соответствующего законодательства об авторском праве. ANDRITZ AG, Stattegger Strasse 18, 8045 Graz, Austria.