

Сравнение гидроакустического и магнитного расходомеров

Область применения: Система питания гидроциклона большого диаметра установки по обогащению минералов

Сравнение затрат и производительности при измерении объемного расхода

Пол Ротман, Президент, CiDRA Minerals Processing, Inc.

Введение

В установках по обогащению минерального сырья обычно используются дробилки, образующие системы замкнутого цикла с группой гидроциклонов и производящие суспензии с точно заданным гранулометрическим распределением. Это гранулометрическое распределение исключительно важно при выполнении этапа извлечения флотационного процесса. Соответственно, важно обеспечить работу группы гидроциклонов с соблюдением расчетных уставок. Определяющими параметрами в работе группы гидроциклонов являются окружная скорость и плотность подаваемой суспензии. Окружная скорость определяется либо по давлению в группе гидроциклонов, либо по значению объемного расхода в питательной линии, в то время как плотность измеряется непосредственно при помощи измерителя плотности. Именно по этой причине в большинстве систем замкнутого цикла используются измерители объемного расхода в питательной линии гидроциклона.

Измерение объемного расхода в питательной линии гидроциклона системы обогащения медной руды является сложной задачей. Решение этой задачи для высокоабразивной руды, содержащей включения магнетита, сопряжено с дополнительными трудностями. Эти сложности находятся как в области обеспечения рабочих характеристик, так и техобслуживания. Устройство для измерения расхода должно выполнять точные измерения для широкого диапазона значений плотности суспензии и содержания магнетита, а также содержания увлеченного воздуха. Магнитные расходомеры не обеспечивают возможности эффективного учета концентраций магнетита или увлеченного воздуха. Следует отметить, что устройство для измерения плотности также подвержено ошибкам, вызванным наличием в суспензии увлеченного воздуха, попадающего в нее, как правило, из-за низкого уровня в емкости. При решении этой задачи перед инженерами по измерительной технике, инженерами-технологами и персоналом по техобслуживанию была поставлена задача обеспечить точные и повторяющиеся измерения расхода при минимально возможных объемах техобслуживания и значении времени простоя технологического процесса. Типичный магнитный расходомер имеет срок службы от шести месяцев до 5 лет в зависимости от состава руды и скорости суспензии. Соответственно, техобслуживание этих устройств с учетом всех рассматриваемых факторов является весьма трудоемким. В число факторов входят исходные капитальные затраты, затраты на монтаж, безопасность, рабочие показатели расходомера, техобслуживание, потребность в запчастях, сроки изготовления оборудования и продолжительность остановки технологического процесса. Фактические затраты в течение жизненного цикла магнитной установки измерения расхода обогатительной установки значительно превышают отдельно взятые начальные капитальные затраты.

Гидроакустический измерительный прибор обеспечивает более точные, надежные и повторяемые результаты измерения объемного расхода при полном отсутствии работ по техобслуживанию. Гидроакустические измерительные приборы представляют собой наиболее экономически эффективное решение для измерения объемного расхода в этой области применения. Кроме того, дополнительные выгоды могут быть достигнуты в самом процессе обогащения за счет более равномерного распределения размеров частиц материала, направляемого на флотационную установку. Это достигается за счет коррекции результатов измерения плотности суспензии с учетом изменяющихся объемов увлеченного воздуха в питательной линии гидроциклона. Компания CiDRA обладает многолетним опытом обеспечения выгодной работы предприятий горнодобывающей отрасли, поставляя оборудование для этого типа высокосложного обогатительного оборудования. Гидроакустические измерительные приборы в настоящее время эксплуатируются на 40 горнодобывающих предприятиях в восьми странах мира.

Сравнение технологий магнитного и гидроакустического расходомеров

Ниже приводится сравнение преимуществ и недостатков технологии магнитного расходомера и технологии гидроакустического расходомера применительно к питательным линиям большого диаметра гидроциклонов.

Характеристика	Магнитный расходомер	Гидроакустический расходомер
Монтаж	<ul style="list-style-type: none"> - Устанавливаемая в разрыв трубопровода магнитная труба требует оборудования трубы фланцами и прокладками. - Магнитная труба является тяжелой и требует подъемного оборудования достаточной грузоподъемности - Монтаж обычно занимает 8 часов с привлечением бригады из нескольких человек - Установка требует остановки технологического процесса 	<ul style="list-style-type: none"> - Монтаж снаружи технологического трубопровода (требуется наличие прямого участка трубы длиной 1 м) - Установка обычно занимает 2 часа и может выполняться одним человеком - Во время установки остановка технологического процесса не требуется
Конфигурация датчика	<ul style="list-style-type: none"> - Электроды контактируют с суспензией, что приводит к утечкам и проблемам с надежностью 	<ul style="list-style-type: none"> - Обод датчика монтируется на наружной поверхности трубопровода и его работа не зависит от свойств суспензии
Чувствительность к изгибам трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> - Для обеспечения заявленной точности требует наличия перед прибором прямого участка длиной от 5 до 10 диаметров трубопровода 	<ul style="list-style-type: none"> - Может монтироваться на выходе колена и все равно обеспечивает заявленную точность - Расстояние в 5-10 диаметров является предпочтительным, если оно может быть обеспечено

Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> - Врезка в трубопровод означает постоянные проблемы с утечками. Нарушается целостность трубопровода. - При монтаже требуется подъемное оборудование высокой грузоподъемности для подъема и позиционирования магнитной трубы. Каждая такая операция сопряжена с риском 	<ul style="list-style-type: none"> - Риски в отношении безопасности отсутствуют - Целостность трубопровода не нарушается, а каждый из компонентов системы может быть легко поднят одним человеком.
Характеристика	Магнитный расходомер	Гидроакустический расходомер
Техобслуживание	<ul style="list-style-type: none"> - Электроды и вкладыши повреждаются под действием абразивной суспензии - Требуется регулярная замена магнитных труб или вкладышей. Этот период будет всегда варьироваться от 6 месяцев до 3 лет. 	<ul style="list-style-type: none"> - Не требует технического обслуживания
Точность	<ul style="list-style-type: none"> - Каждая магнитная поточная труба калибруется на заводе-изготовителе с указанием «корректирующего коэффициента». Эта калибровка выполняется для воды. Магнитная труба будет иметь погрешности, связанные со свойствами суспензии. - Большинство магнитных труб эксплуатируется без внесения поправок для учета влияния магнетита. Даже трубы с коррекций для учета влияния магнетита учитывают только один возможный уровень плотности магнетита. Плотность магнетита меняется с течением времени и, соответственно, калибровка магнитной трубы нарушается. - Магнитная труба работает по принципу измерения абсолютного значения напряжения. С течением времени этот измеряемый результат подвержен дрейфу и это приводит к неточностям. 	<ul style="list-style-type: none"> - Калибровка выполняется для конкретного номера модели, а не для отдельного серийного номера. При замене измерительных приборов не требуется никаких регулировок. - Калибровка также выполняется с использованием воды, однако свойства суспензии не влияют на калибровку. Соответственно, свойства суспензии могут меняться с течением времени, но при этом калибровка измерительного прибора не нарушается. Это относится и к магнетиту. - Выполняется измерение только двух абсолютных значений – времени и расстояния. Время определяется тактовым генератором передатчика, а расстояние – неподвижным датчиком расстояния регулируется при изготовлении. Все остальные измерения являются относительными и, соответственно, у них отсутствуют присущие им механизмы дрейфа.
Повторяемость	<ul style="list-style-type: none"> - За годы эксплуатации была доказана чувствительность магнитных труб к свойствам суспензии. В рассматриваемой области применения свойства суспензии постоянно меняются. Это проявляется в виде проблем с повторяемостью значений расхода. Известно, что считываемые при помощи магнитных труб значения расхода не обеспечивают повторяемости их зависимости от тока нагрузки насоса. 	<ul style="list-style-type: none"> - Прибор не чувствителен к плотности суспензии, соответственно, он обеспечивает превосходную повторяемость результатов. И действительно, имеются свидетельства о проведении натурных испытаний, в которых непосредственные сравнения демонстрировали лучшее отслеживание гидроакустическими расходомерами тока нагрузки насоса по сравнению с расходомерами магнитного типа.

<p>Чувствительность к увлеченному воздуху</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Воздух, увлекаемый вместе с суспензией, может вызвать хаотические изменения показаний расхода, при этом средства коррекции этого отсутствуют - При расчете объемного расхода расходомер магнитного типа исходит из допущения, что труба заполнена полностью. При этом не учитывается наличие воздуха или пустот. Наличие 1% воздуха приведет к погрешности в 1% при измерении расхода. 	<ul style="list-style-type: none"> - Прибор не чувствителен к увлекаемому воздуху. На показания расхода не влияет изменение количеств увлекаемого воздуха. - Увлекаемый воздух может быть измерен для последующей коррекции значения расхода с учетом доли пустот. В результате может быть получен более точный результат измерения расхода.
---	---	--

Характеристика	Магнитный расходомер	Гидроакустический расходомер
Чувствительность к магнетиту.	- Доказано, что магнитные расходомеры чувствительны к присутствию магнетита в суспензии. Даже расходомеры с коррекций для учета влияния магнетита учитывают только один возможный уровень его плотности. Если уровень плотности меняется со временем, калибровка измерительного прибора будет нарушена.	- Прибор не чувствителен к магнетиту. На показания расхода не влияет изменение плотности магнетита.
Диагностика	- Магнитные расходомеры допускают ограниченный набор функций диагностики. Он в значительной степени зависит от конкретной модели.	- Передатчик обеспечивает широкий набор средств диагностики. Обнаруженное неправильное выполнение проводки доводится до сведения пользователя в форме сообщений типа «поменяйте местами проводник 1 с проводником 7». - Передатчик имеет значительный объем встроенной памяти. Он способен сохранить данные за период до одного года для последующей загрузки простым программным обеспечением для ПК. Это очень полезно при проведении рабочих испытаний без нарушения работы помещения РСУ.
Сроки изготовления изделия	- Расходомеры таких типоразмеров обычно изготавливаются за 12-16 недель	- Сроки изготовления обычно составляют 2-4 недели
Запасные части	- При длительных сроках изготовления обычно приходится хранить магнитную трубу на объекте. Это может быть очень дорогостоящим.	- Запасное оборудование не требуется.
Стоимость эксплуатации в течение всего срока службы.	- Стоимость эксплуатации в течение всего срока службы складывается из следующего: - Капитальные затраты - Установка - Ежегодное техобслуживание и ремонт (до 2 раз в году) - Резервное оборудование (одна труба) - Инциденты в области безопасности - Продукция, не полученная из-за простоев технологического оборудования и хронические проблемы с рабочими характеристиками	- Стоимость эксплуатации в течение всего срока службы складывается из следующего: - Капитальные затраты - Установка

Преимущества рабочих показателей гидроакустического расходомера

Гидроакустический расходомер обеспечивает более точные, повторяемые и надежные измерения расхода, а также возможность измерения увлеченного воздуха, результаты которого используются для коррекции результатов измерения плотности. Более точные

показания расхода позволяют точнее управлять циркуляционной нагрузкой установки. Повышение точности управления циркуляционной нагрузкой на 1% равняется повышению пропускной способности установки на 1%. Это повышение производительности установки может обеспечить годовую экономию на уровне около 2 млн. долларов США (100 тыс. тонн в день, содержание меди 0,5%, выход 85%, содержание в конденсате 28%, 2,50 долл./фунт). Кроме того, более точное управление плотностью подаваемой суспензии на систему гидроциклонов позволяет добиться более точного управления гранулометрическим составом материала, подаваемого на установку флотации. Зависимость выхода готового продукта от распределения размеров частиц в значительной степени варьируется с учетом местных параметров. Если исходить из предположения, что вы можете добиться увеличения выхода продукции на 1%, регулируя плотность подаваемого материала, экономия может составить дополнительные 2 млн. долларов в год.

Установка питательной линии гидроциклона

Ниже приводятся несколько иллюстраций примеров установки гидроакустического расходомера и магнитного расходомера. Даже в случае этих очень сложных конфигураций трубопроводов гидроакустический расходомер демонстрирует исключительно хорошие показатели. Он устанавливается снаружи трубы и это делает утечки невозможными. На изображении магнитного расходомера видно, что проблемы с утечками могут возникать через незначительный интервал времени после его монтажа.



Рис. 1: Гидроакустический расходомер VF-100



Рис. 2: Магнитный расходомер

Выводы

Значение объемного расхода в питательной линии гидроциклона является важным показателем при переработке руды в системе дробления с замкнутым циклом. Традиционная технология магнитных расходомеров имеет недостатки как в плане рабочих показателей, так и высокой суммарной величиной затрат в течение жизненного цикла. Гидроакустический расходомер обеспечивает превосходные рабочие показатели при более низкой величине затрат в течение жизненного цикла. Гидроакустический расходомер обеспечивает значительные выгоды для этой области применения, особенно в случаях, когда в суспензии присутствует магнитная руда типа магнетита, арсенопирита и пирротита. Дополнительным преимуществом гидроакустического расходомера является его способность измерения различных количеств воздуха, увлекаемых вместе с суспензией. Эта информация может использоваться для коррекции результатов измерения параметров подаваемой суспензии. Этот рост точности может обеспечить увеличение производительности обогатительной установки и уровня обогащения.