

гидросмеси (твердое- жидкость) в насосных установках увеличивает точность результатов расчетов на 6 – 8 %, не изотермичность потока кольцевой структуры на 4 – 6%, неравновесность потока пульпы в подводящей трубе ГЕГ и нижней трубе насоса на 5 – 7%, что является новым научно-практическим достижением для эрлифтных установок.

Выводы:

1. Простые аналитические модели (гомогенная, модель потока дрейфа) мало пригодны для решения практических задач трубных течений и имеют в большей степени теоретическое значение ввиду идеализированной постановки и упрощенного механизма физических процессов.

2. Широкий класс трубных течений требует большего количества глубоководных пневмогидравлических транспортных установок (насосы, эрлифты), модели которых в основном базируются на гидравлических закономерностях одномерного двухфазного течения (жидкость-твердое, жидкость-газ) без учета неравновесных процессов, неоднородных и нестационарных эффектов. Эти допущения существенно снижают точность расчетов, а иногда противоречат физике исследуемых процессов.

3. Наиболее перспективными являются теории, развитые на базе идеологии раздельных моделей течения.

4. Для повышения точности результатов расчетов следует учитывать влияние тепломассообменных процессов, что особенно актуально для глубоководных эрлифтных гидроподъемов.

5. В заключительной стадии завершения разработки находится инструментальный программно-алгоритмический комплекс, моделирующий на базе усовершенствованного математического обеспечения проектных и эксплуатационных режимов глубоководных гидроподъемов в широком диапазоне изменения расходных параметров.

Список литературы

1. Грехем Уоллис . Одномерные двухфазные течения. / Г. Уоллис . – М.: Мир, 1972. – 440 с.
2. Гидродинамика газожидкостных смесей в трубах / В.А. Мамаев, Г.Э.Одишария, Н.И. Семенов, А.А. Точигин – М.:Недра, [1969]. – 208 с.
3. Кириченко Евгений.Алексеевич. Механика глубоководных гидротранспортных систем в морском горном деле: Монография /Е.А.Кириченко.- Днепропетровск : НГУ, 2009. – 344 с.
4. Mohamad S., Ghidaoui Zhao, Duncan A. McInnis and David H. Axworthy. A Review of Water Hammer Theory and Practice – American society of Mechanical Engineers. – Vol 58(2005), pp. 49 – 76.
5. T., Horvat A., Cerne G., Iztok P. WANA Loads-two-phase flow water hammer transients and induced loads on materials and structures of nuclear power plants. – Nuclear Energy of New Europe . – Vol 12(2003), pp.1 – 49.

Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Ткачовим В.В.

УДК 539.4.012

В.Д. Кирнос, канд. техн. наук, В.Я. Киба

(Украина, г. Днепр, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепр)

ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ДВУХФАЗНЫХ СМЕСЕЙ

***Анотація.** Показана необхідність постійного періодичного контролю витрати пульпи (двофазної суміші) при збагаченні корисних копалин.*

Проведено аналіз існуючих способів вимірювання витрати рідких і двофазних сумішей, які використовуються або можуть бути використані в технологічних процесах збагачення корисних копалин. Встановлено, що дані способи разом з позитивними властивостями мають ряд суттєвих недоліків.

До них можна віднести такі, як високі вартісні витрати, недостатня точність і відсутність довіду промислового використання. Запропоновано метод вимірювання витрати двофазних сумішей, що виключає недоліки існуючих.

***Ключові слова:** двофазна суміш, насос; гідротранспортна система, трубопровід, анемометр.*

***Аннотация.** Показана необходимость постоянного периодического контроля расхода пульпы (двухфазной смеси) при обогащении полезных ископаемых. Проведен анализ существующих способов измерения расхода жидких и двухфазных смесей, которые используются или могут быть использованы в технологических процессах обогащения полезных ископаемых. Установлено, что данные способы наряду с положительными свойствами имеют ряд существенных недостатков. К ним можно отнести такие,*

как высокие стоимостные затраты, недостаточная точность и отсутствие опыта промышленного использования. Предложен метод измерения расхода двухфазных смесей, исключающий недостатки существующих.

Ключевые слова: двухфазная смесь, насос; гидротранспортная система, трубопровод, анемометр.

Abstract. The necessity of constant periodic monitoring of the pulp flow rate (two-phase mixture) during mineral processing is shown. The analysis of existing methods for measuring the flow rate of liquid and two-phase mixtures, which are used or can be used in technological processes of mineral processing, is analyzed. It is found out that these methods, along with positive properties, have a number of significant drawbacks. These include such high price costs, insufficient accuracy and lack of experience in industrial use. A method is proposed for measuring the consumption of two-phase mixtures, eliminating the drawbacks of existing ones.

Keywords: two-phase mixture, pump, hydro-system, plumbing, anemometer.

Введение. На горнорудных предприятиях при обогащении руд, например железных, для перекачки пульпы (двухфазных смесей) в технологических линиях нашли широкое применение грунтовые насосы. При этом в процессе эксплуатации гидротранспортные системы должны иметь стабильные технические характеристики, так как это прямо влияет на качественные показатели обогащения руд. Учитывая, что грунтовые насосы перекачивают пульпу, являющуюся абразивной средой, происходит постоянное изнашивание проточных частей насосов. Следствием этого является нарастающая потеря их производительности, а соответственно изменение технических характеристик гидротранспортных систем. Кроме того, обогатительные комбинаты – крупнейшие потребители воды. Ее расход достигает здесь до 30 кубических метров на тонну концентрата. Технологическая вода обогатительных фабрик содержит растворенные и взвешенные вещества, количество которых достигает до 1000 мг/л. Поэтому она обладает высокой коррозионной активностью и абразивностью. Примерный состав взвешенных веществ в воде для обогатительных фабрик Кривбасса следующий: кварц – 30...40 %, слоистые глинистые минералы – 25...30 %, амфиболы – 15...20 %, магнетит – 3...7 %, агрегаты мелких частиц органического происхождения – 3...7 %. Таким образом техническая вода представляет двухфазную смесь.

На обогатительных фабриках, где для обогащения руд применена флотация, возможное уменьшение pH воды ниже 7,5 усиливает ее коррозионное действие на металлы. Все эти показатели технической воды приводят также к нарастающей потере производительности насосов для ее перекачивания.

С целью поддержания качества обогащения руд надо оперативно производить регулирование технологических линий обогатительных фабрик. Следовательно, возникает необходимость в периодическом контроле в измерении производительности грунтовых насосов для перекачивания пульпы и технической воды. Это достигается измерением расхода жидких смесей.

Постановка задачи. Анализ существующих методов контроля расхода двухфазных смесей и разработка метода контроля, исключающего недостатки существующих.

Решение задачи. В настоящее время существует множество методов измерения расхода жидких сред. Основными из них являются: метод переменного перепада давления, электромагнитный, метод переменного уровня, ультразвуковой, обтекания, тахометрический, с внешним силовым воздействием, ядерно-магнитного резонанса.

Метод переменного перепада давления основан на измерении перепада давления, создаваемого с помощью сужающегося устройства, например диафрагмы [1]. Перепад давления через отборные устройства измеряется дифференциальным манометром и в виде электрического сигнала передается на вторичный прибор, градуированный в единицах расхода. Расходомеры, работающие на методе переменного перепада давления, не имеют подвижных деталей, не требуют сложного обслуживания, надежны в работе. Данные приборы получили широкое применение в измерении расхода воды и других жидкостей с неизменяющимися физическими свойствами благодаря своей универсальности и легкости серийного производства. Однако перечисленные характеристики технологической воды железорудных фабрик, несомненно сказываются на точности измерений ее расхода. В процессе эксплуатации таких расходомеров часто меняется профиль сужающего устройства, замена которого очень трудоемка. При этом отборные устройства засоряются шлаками, в первичных приборах часто выходят из строя мембранные блоки и изменяется их упругость. Для измерения расхода ферромагнитной пульпы метод переменного перепада давлений не пригоден из-за повышенной абразивности и коррозионности по сравнению с технологической водой. Кроме того, при уменьшении пульпового потока или наличии препятствий она чисто разделяется на плотный осадок и воду.

Электромагнитные расходомеры работают на принципе электромагнитной индукции [2]. Существует множество типов электромагнитных расходомеров, однако их применение ограничивается рядом причин:

- расход пульпы определяется при условии полного заполнения трубопровода;
- корпус прибора может влиять на устойчивость измерений, действуя как короткозамкнутый проводник, он также действует как экран от блуждающих токов и других носителей электрического тока, что вызывает необходимость его первоочередного заземления;
- устойчивость магнитного поля зависит от колебаний напряжения в питающей сети;
- износ или загрязнение электродов.

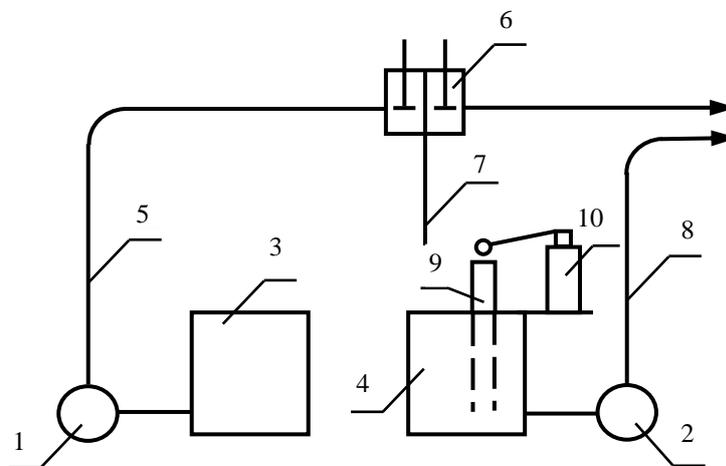
Ультразвуковые расходомеры. Принцип действия их основан на том, что скорость распространения ультразвуковых колебаний в среде, движущейся относительно стенок трубопровода, равна векторной сумме скорости ультразвука относительно среды и скорости самой среды относительно стенок [3]. Если установить в трубопровод два излучающих пьезоэлемента, один из которых излучает ультразвуковую волну в направлении потока, а другой – против него, то при движении потока возникает разность скорости прохождения волн по двум каналам, которая однозначно зависит от скорости потока. По этой разнице времени и определяется расход движущейся среды в трубопроводе. Положительным свойством таких расходомеров является их безконтактность измерения. К недостаткам следует отнести их чувствительность к различным факторам (содержание твердого в пульпе, пузырьков воздуха). Эти факторы существенно искажают характер распространения звука в контролируемой среде. Это приводит к увеличению дополнительных погрешностей прибора. К тому же, необходимо отметить сложность измерительной схемы ультразвуковых расходомеров.

Ядерно-магнитные расходомеры. Они работают на принципе ядерно-магнитного резонанса. Это явление поглощения ядрами вещества, предварительно помещенного в магнитное поле, энергии электромагнитного поля. Поглощение энергии возможно при резонансе угловой частоты электромагнитного поля к лармовой. К достоинствам ядерно-магнитных расходомеров следует отнести: высокую чувствительность, отсутствие движущихся и выступающих внутрь трубопровода деталей преобразователя расхода, недостаточно возможность к перемене ориентировки трубопровода в пространстве, линейность шкалы. Основными недостатками их является отсутствие опыта промышленного применения и высокая стоимость. Все это исключает их эффективное использование для данных целей.

Методы переменного уровня, обтекания, с внешним силовым взаимодействием и тахометрический также не нашли своего применения для измерения двухкомпонентных смесей из-за наличия выступающих деталей.

Поэтому появилась необходимость в новых методах контроля расхода двухфазных смесей, новых, исключающих недостатки существующих.

Предлагается метод измерения расхода двухфазных смесей косвенным способом. Суть данного вопроса можно пояснить на примере работы гидротранспортной системы, подающей слив рудоразмольной мельницы в технологическую линию. Гидротранспортная система состоит из рабочего зумпфа 3 с грунтовым насосом 1, нагнетательного трубопровода 5, пульподелителя 6, дополнительного трубопровода 7, резервного зумпфа 4, дополнительного насоса 2 с нагнетательным трубопроводом 8, измерительной трубы 9 и анемометра 10. Здесь измерительная труба 9 крепится вертикально в зумпфе 4 (рисунок. 1).



Технологическая схема измерения расхода пульпы

В рабочем режиме слив мельницы поступает в зумпф 3, откуда насосом 1 подается в технологическую линию по трубопроводу 5 через пульподелитель 6. В режиме измерения производительности рабочего насоса 1 пульподелитель 6 отключает трубопровод 5 от технологической линии и переключает его на трубопровод 7. Пульпа поступает в резервный зумпф 4, одновременно заполняя его и измерительную трубу 9 по принципу сообщающихся сосудов. По мере заполнения пульпой зумпфа 4 из трубы 9 вытесняется находящийся там воздух. При этом скорость движения воздуха по трубе 9 соответствует скорости движения пульпы при заполнении зумпфа. Скорость вытесняемого воздуха измеряется с помощью анемометра 10, установленного на выходе из трубы 9. Производительность рабочего насоса 1 определяется по скорости движения вытесняемого воздуха:

$$Q = F \cdot V ,$$

где V – скорость движения воздуха и F – площадь поперечного сечения резервного зумпфа.

После окончания замера трубопровод 9 пульподелителем 6 снова подключается к технологической линии и гидротранспортная система вводится в рабочий режим. Насос 2 откачивает пульпу из измерительного зумпфа 4 и через трубопровод 8 подает ее в технологическую линию. В качестве дополнительного насоса 2 можно использовать резервный.

Выводы. Таким образом, предлагаемый способ измерения позволяет в процессе работы насосной установки определять расход перекачиваемой смеси и соответственно оперативно корректировать параметры технологических процессов. Продолжительность замера не превышает 20 ... 30 с., поэтому такое кратковременное отключение нагнетательного трубопровода 5 от технологической линии не оказывает явного отрицательного влияния на ход протекания технологического процесса.

Точность измерения расхода смесей данным способом была оценена на лабораторной экспериментальной установке. Сравнительный анализ результатов измерения предлагаемым способом и с помощью мерного бака показал, что различие между ними не превышает 5 %.

Экономическая эффективность данного способа может быть определена повышением массовой доли железа в концентрате за счет поддержания рациональных параметров технологического процесса при их оперативном контроле.

Список литературы

1. Гидравлика и гидропривод / В.Г. Гейер, В.С. Дулин, А.Г. Боруменский, А.Н. Заря. – М.: Недра, 1970. – 302 с.
2. Константинов Ю.М. Гидравлика /Ю.М. Константинов. – К.: Вища школа, 1981 – 360 с.
3. Ржевская Н.Д. О возможностях контроля циклов измельчения и классификации ультразвуковыми методами / Н.Д. Ржевская // Физические и химические процессы горного производства. – Материалы научно-технической конференции. – М.:НГИ, 1971.С.78 –81

Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Самусею В.І.

УДК 681.523:621.22

В.В. Радченко, канд. техн. наук

(Україна, Запорізька державна інженерна академія)

СЕМАНТИЧНА МОДЕЛЬ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗМІННОГО СИГНАЛУ

Анотація. *Приведена основа семантичної моделі перетворення змінного сигналу, що дозволяє формувати впливи відповідно до змістовного наповнення процесу. Розглянуті особливості формування основних компонентів моделі та їх взаємодії. Відображені впливи основних складових і компонентів процесу перетворення. Отримані характеристики перетворення відхилення параметрів сигналу і організації відповідних впливів.*

Ключові слова. *Семантична модель, процес перетворення, параметри сигналу, управляємий технічний об'єкт.*

Анотація. *Наведена основа семантичної моделі перетворення змінного сигналу, що дозволяє формувати впливи відповідно до змістовного наповнення процесу. Розглянуті особливості формування основних компонентів моделі та їх взаємодії. Відображені впливи основних складових і компонентів процесу перетворення. Отримані характеристики перетворення відхилення параметрів сигналу і організації відповідних впливів.*