

УДК 531.756:534.232-8

Красуля А.С., Т.С. Красуля Т.С.

ОАО «Полтавский ГОК»

Литовченко В.М., Народницкий Г.Ю. / к. ф-м. н. /

ЧП НТФ «ЛІТ»

Маркин Г.А., Новиков Г.Г.

ГП НИЦ «КИАПромавтоматика»

Ультразвуковые приборы для измерения плотности железорудной пульпы

Рассмотрены особенности применения ультразвуковых плотномеров различного типа для измерения плотности пульпы в напорных трубопроводах и самотечных коммуникациях. Приведены результаты измерения плотности на разных стадиях обесшламливания. Ил. 2. Библиогр.: 4 назв.

ультразвуковой плотномер, пульпа, обесшламливание, радиоизотопный плотномер, временной метод, метод затухания

Внедрение автоматизации технологических процессов обогащения на обогатительных фабриках различных отраслей промышленности во многом определяется наличием надежных средств контроля параметров процесса обогащения. К таким параметрам относится и плотность пульпы, значение которой необходимо измерять как в напорных трубопроводах, так и в открытых самотечных коммуникациях (желобах, пульподелителях, распределкоробках и т.п.), при контроле плотности сливов классификаторов, гидроциклонов, питания сепараторов и т.д.

Для измерения плотности пульпы в напорных трубопроводах и открытых коммуникациях, в большинстве случаев, используются радиоизотопные плотномеры (в основном, плотномеры фирмы «Berthold Technologies»). К недостаткам этих хорошо зарекомендовавших себя приборов относятся высокая стоимость, необходимость специальных служб для их обслуживания, сложность утилизации отработанных источников ионизирующего излучения, определенная опасность для обслуживающего персонала при возникновении аварийных

ситуаций и т.д. Кроме того, применение указанных приборов для измерения плотности в желобах требует создания специальных сужающих устройств, значительно повышающих высоту желоба. В ряде случаев, неудачно выполненное сужение аэрирует пульпу и практически сводит на нет преимущества радиоизотопных плотномеров.

В качестве альтернативы радиоизотопным плотномерам при измерении плотности в открытых коммуникациях применяются ареометрические (поплавковые) плотномеры (например, плотномер ПТ-1, выпускаемый предприятием «Цветметавтоматика»), для установки которых необходимы измерительные коробки довольно большой глубины с восходящим (желательно ламинарным, но не допускающим расслоения пульпы) потоком, так как при турбулентных потоках ареометрические плотномеры работают с большой погрешностью из-за динамического воздействия пульпы на погруженный поплавок.

Альтернативой радиоизотопного плотномера при измерении плотности в напорных трубопроводах являются ультразвуковые плотномеры, более безопасные и менее дорогостоящие. Характеристики ультразвуковых сигналов, на которые оказывают влияние плотность жидкости, и по которым (или по их совокупности) может быть определена плотность пульпы, являются скоростью распространения ультразвука, коэффициенты затухания, отражения и рассеяния ультразвука. Если для однофазных жидкостей существуют теоретические модели, описывающие связь указанных характеристик с плотностью [1-3], то для пульп надежные теоретические модели отсутствуют, что в значительной мере объясняет трудности создания ультразвуковых плотномеров для железорудных пульп.

В 1999 году на обогатительной фабрике ОАО «Полтавский ГОК» в системах управления плотностью песков дешламаторов МГС-5 было установлено восемь ультразвуковых плотномеров ЛИНАР-01, изготовленных Научно-технической фирмой «ЛПТ» (г. Харьков). Плотномеры ЛИНАР-01 по принципу действия являются временными, основанными на измерении скорости звука в пульпе (по времени прохождения сигналом заданного расстояния [1]) с учетом ряда других параметров. Для определения плотности пульпы по скорости звука

использовалась оригинальная методика измерения и обработки. Плотномеры ЛИНАР-01 были установлены взамен устаревших радиоизотопных плотномеров ПР 1026, требующих частых калибровок.

Плотномеры ЛИНАР-01 являются неконтактными приборами, их датчики (два на один прибор) располагаются на фторопластовом кольце, устанавливаемом вместо прокладки между фланцами на стыке труб, и не имеют контакта с пульпой.

Основные технические характеристики плотномеров:

- диапазон изменений плотности от 1,2 до 2,2 кг/дм³;
- цифровой выход в виде четырех десятичных знаков;
- токовый выход (4 - 20) мА;
- напряжение питания - 220 В.

Продолжительная эксплуатация показала, что временные плотномеры являются относительно стабильно работающими приборам, не требующими какой-либо переградуировки, настройки и т.п. (кроме первичной).

Соотношение значений плотности пульпы $\rho_{\text{вес}}$ и $\rho_{\text{узп}}$, измерения которых проводилась весовым методом и плотномером ЛИНАР-01 на ОАО «Полтавский ГОК», на второй стадии обесшламливания (выход дешламатора МГС-5, технологический №13) приведено на рис.1.

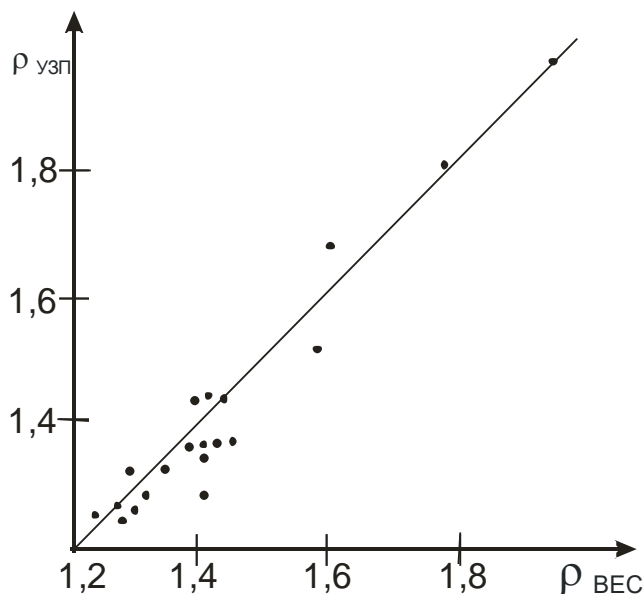


Рис.1

Рис. 1 Соотношение значений плотности пульпы вес и узп на второй стадии обесшламливания (выход дешламатора МГС-5, технологический №13)

Каждая точка получена по трем измерениям, выполненным в течении нескольких минут один раз в сутки.

В процессе эксплуатации плотномеров временного типа было установлено, что они удовлетворительно работают на второй и третьей стадиях обесшламливания, где нет существенных колебаний гранулометрического состава пульпы и физико-механических свойств исходного сырья.

При работе плотномера ЛИНАР-01 на первой стадии обесшламливания наблюдались существенные отклонения показаний плотномеров от истинных значений плотности в зависимости от изменений гранулометрического состава пульпы. Подобная зависимость наблюдается также, как при использовании радиоизотопных плотномеров [4], так и метода измерения плотности пульпы по затуханию ультразвука. Метод измерения плотности пульпы по затуханию ультразвука практически такой же, как и радиоизотопный метод, и также для него необходима градуировка при изменении гранулометрического состава или физико-механических свойств исходного сырья.

В течении последних трех лет на обогатительной фабрике ОАО «Полтавский ГОК» на первой стадии обесшламливания эксплуатировался, в порядке длительных испытаний, ультразвуковой плотномер ЛИНАР-02, основанный на применении комплекса характеристик ультразвука. Этот плотномер показал практическое отсутствие зависимости измеряемой плотности от гранулометрического состава и физико-механических свойств исходного сырья. Однако следует иметь в виду, что плотномер, этого типа нуждается в некоторой градуировке и проверке в процессе эксплуатации, в отличие от временного плотномера, для которого градуировка не требуется. Для его градуировки периодически, один раз в год, необходимо провести серию параллельных измерений плотности пульпы этим прибором и весовым методом в диапазонах плотности от 1,2 до 1,4 кг/дм³ и от 1,7 до 2,2 кг/дм³. По этим данным корректируются (при необходимости) расчетные коэффициенты.

Соотношение значений плотности пульпы $\rho_{\text{вес}}$ и $\rho_{\text{узп}}$, измерения которых проводились весовым методом и ультразвуковым плотномером комплексного

типа ЛИНАР-02 на ОАО «Полтавский ГОК» на первой стадии обесшламливания (выход дешламатора МГС-5, технологический №81) приведено на рис.2.

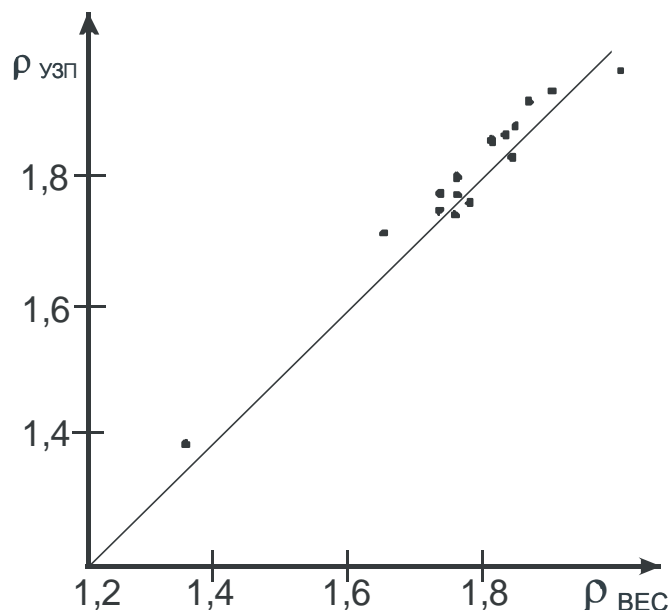


Рис.2

Рис. 2 Соотношение значений плотности пульпы вес и узп на первой стадии обесшламливания (выход дешламатора МГС-5, технологический №81)

Следует отметить два обстоятельства, касающиеся экспериментальной проверки ультразвуковых плотномеров. Во-первых, в разброс точек на графиках вносит определенный вклад погрешность определения плотности пульпы весовым методом, которая включает как погрешность весов, так и погрешность, обусловленная несовершенством отбора пульпы в кружку. Во-вторых, измерительный элемент плотномера был установлен перед пережимным разгрузочным клапаном на горизонтальном участке, а в этом случае при значительном пережатии клапана резко снижается скорость потока в месте измерения плотности ультразвуковым плотномером, часть твердых частиц оседает и, таким образом измеренная плотность может превышать контрольное значение, полученное весовым методом.

В целом, как видно из рис. 2, плотномер комплексного типа, как и следовало, ожидать, несколько точнее плотномера временного типа. Разница плотности, измеренная ультразвуковым методом и весовым методом, не

превышает, как правило, 0,05 – 0,06 кг/дм³. Эти отклонения включают в себя как погрешность ультразвукового плотномера, так и погрешность весового метода.

Опыт длительной эксплуатации ультразвуковых плотномеров на обогатительной фабрике ОАО «Полтавский ГОК» свидетельствует о том, что они могут успешно использоваться для измерения плотности пульпы в заполненных трубопроводах. Кроме того, разработанная методика комбинированного ультразвукового измерения плотности позволяет создать погружной плотномер, позволяющий производить измерения в емкостях малой глубины и при высоких интенсивностях потока, что решает задачу измерения плотности в самотечных коммуникациях.

Библиографический список

1. Гаузнер С.И., Кивилис С.С., Осокина А.П. Павловский А.Н. Измерения массы объема и плотности. – М.: Изд. Стандартов, 1972 – 693 с.
2. Носов В.А. Проектирование ультразвуковой измерительной аппаратуры. – М.:»Машиностроение», 1972. – 287 с.
3. Чахлов В.Л. Чепрасов А.И., Шаверин Н.В. Ультразвуковой контроль плотности нефтепродуктов. Измерительная техника, №10, 2002г., с. 34-37
4. Кошарский Б.Д., Ситковский А.Я., Автоматизация управления обогатительными фабриками – М.:»Недра», 1977г. – 246 с.