

Датчики уровня золы

Зола – несгораемый остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при его полном сгорании. Верхний предел содержания минеральных примесей в ископаемом сырье определяет экономическую целесообразность и техническую возможность использования его в качестве топлива. В наиболее часто применяемом топливе – каменном угле - содержание примесей, а значит и золы, находится в пределах от 1% до 45% в зависимости от качества месторождения.

В настоящее время в Российской Федерации насчитывается более 300 электростанций и ТЭЦ, использующих уголь в качестве сжигаемого топлива. При этом производится золошлаковых материалов (ЗШМ) свыше 30 млн. тонн в год, что представляет собой серьезнейшую экологическую и экономическую проблему. Вместе с тем, имеются перспективы коммерческого использования ЗШМ. Потенциал рынка золы многими экспертами оценивается в величину порядка 35 млн. тонн в год. Основные области применения: промышленность строительных материалов и строительных деталей, дорожное строительство, рекультивация земель, обработка и регулировка кислотности почв и изготовление удобрений.



Наиболее ценным продуктом для дальнейшего промышленного использования является т.н. зола-унос сухого отбора – мелкие частицы (размеры от 5 мкм до 100 мкм), уносимые дымовыми газами из топки котла и улавливаемые фильтрами.

При применении электрических фильтров удастся рассортировать золу-унос по фракциям, имеющим применение в разных технологиях производства стройматериалов. Более крупные частицы оседают на дно топки, откуда удаляются механически, гранулируются и соответствующим образом утилизируются.

Отбор золы-уноса от электрофильтров производится в отдельные ёмкости (с возможностью смешивания) с последующей транспортировкой через промежуточные накопительные ёмкости на склад, представляющий собой, как правило, силос или бункер с отдельными камерами для хранения и отгрузки различных фракций. Транспортировка осуществляется по пневмопроводам. Зола-унос сухого отбора используется в индустрии строительных материалов, как правило, для производства бетонных смесей с заданными свойствами по прочности, морозостойкости, коррозионной стойкости и т.п. Фракционный и химический состав используемой золы регулируется для конкретного производителя в зависимости от применяемых им сырьевых материалов.

Зола-унос представляет собой сухой порошок серого цвета с постоянным химическим и фазовым составом. Химический состав представлен в основном кремния, алюминия, железа, кальция, серы и магния. В фазовом отношении – это главным образом алюмосиликатное стекло и кварц. Частицы в основном имеют сферическую форму, размерами от 1 мкм до 150 мкм (в среднем 20 мкм). Плотность: истинная до 2200 г/дм³; насыпная до 750 г/дм³. Зола не обладает цементирующими свойствами, однако химически активна. Поскольку температура в топочных камерах достигает 1200° С...1600°С, получаемая зола-унос может иметь весьма высокую температуру, что, вкупе с химической активностью и высокой склонностью к пылеобразованию, создает очень неблагоприятные условия для работы оборудования в этой среде. Прежде всего, для измерительных устройств, предназначенных для контроля над процессом транспортировки, хранения и отгрузки золы.



Датчики непрерывного контроля уровня золы

Совокупность крайне неблагоприятных условий работы уровнемеров в ёмкостях накопления и хранения ЗШМ практически исключает применение устройств, работоспособность и точность которых зависит от состояния среды формирования и распространения измерительного сигнала. Здесь не пригодны ёмкостные, ультразвуковые и микроволновые рефлексные датчики. Для всех этих типов устройств решающим обстоятельством является появление в пространстве их работы значительного количества пыли, способной налипать на конструкцию зонда и изменять физические свойства среды распространения измерительного сигнала. В этих условиях остается возможным применение датчиков лотового принципа действия или микроволновых радарных. При условии ограничений, связанных с химической активностью золы и высокой температурой её поверхностных слоёв и всего пространства ёмкости хранения.

Наиболее экономичным решением для непрерывно-дискретного контроля уровня ЗШМ в ёмкостях, силосах и цистернах является применение электромеханических лотовых уровнемеров **NIVOBОВ** серии **NB3100/3200** компании UWT LevelControl. Устройство способно работать в среде с диапазоном температур $-40^{\circ}\text{C} \dots +250^{\circ}\text{C}$ и при давлениях 0,3...1,7 бар. При этом имеется механизм очищения измерительной ленты от налипания пыли. Управление осуществляется микропроцессором, обеспечивающим замеры с заданной периодичностью по времени, зависящей от диапазона измерений: до 30м и до 50м. Коммуникационные сигналы: аналоговый 4мА...20мА, 4 релейных выхода с коммутирующей способностью 250В/2А переменного тока, электронный счетный импульс 30В/25мА, Modbus RTU, Profibus DP. Погрешность измерений: 1% по аналоговому сигналу, 0,5% - по цифровым. Комплектация пультом NB9000 позволяет объединить в локальную систему до 10 датчиков.



Детали устройства, приходящие в соприкосновение с ЗШМ и внутренней средой ёмкости хранения, выполняются либо из нержавеющей стали, либо имеют антикоррозионное покрытие. Прибор предельно прост в установке и практически не нуждается в обслуживании при эксплуатации.

Микроволновые радарные уровнемеры являются наиболее точными и универсальными датчиками для непрерывного измерения уровня сыпучих материалов в самых тяжелых условиях эксплуатации. Их единственным недостатком является относительно высокая стоимость.

Уровеньмер **NivoRadar 3000** способен производить измерения в диапазоне длин до 100 м. Конструкция прибора позволяет практически полностью исключить влияние неблагоприятных факторов на процесс измерения и обеспечивает точность порядка 0,25% от полной шкалы измерений. Антенна прибора с защитой от налипания имеет функцию самоочистки. Уровеньмер может работать в диапазоне температур измеряемой среды $-40^{\circ}\text{C} \dots +200^{\circ}\text{C}$ при давлениях от -1 бар до 3 бар. Выходные коммуникационные сигналы: аналоговый 4мА...20мА, и HART, позволяющий внешнее программирование прибора. Для этих же целей может использоваться съёмный графический дисплей.



Класс защиты устройства – IP68. Детали, входящие в контакт с внутренней средой ёмкости хранения ЗШМ выполнены из нержавеющей стали, антенна прибора высокотемпературного исполнения – из материала РЕЕК (полиэфирэфиркетон).



Существенного расширения температурных возможностей уровнемера удается достигнуть за счет специфической конструкции датчиков типа **MWS-79RF** компании WADECO. Информационно-обрабатывающая часть прибора и излучающая антенна размещаются вне пределов технологического резервуара, в пространстве с приемлемой температурой среды.

Микроволновое излучение попадает в технологическую ёмкость, отражаясь от специального устройства (отражателя), устанавливаемого в необходимой близости от входного отверстия ёмкости. От антенны до отражателя микроволновое излучение распространяется внутри защитной трубы соответствующего диаметра, определяемого углом расхождения пучка излучения. Антенна прибора может располагаться в области температур до +150°C, процессорная часть прибора должна находиться в области нормальных температур. Температурный режим технологической ёмкости не имеет существенного значения для датчика, поэтому такие устройства могут применяться в очень высокотемпературных производствах, включая металлургические.



Датчик хорошо подходит для измерений наклонных поверхностей с включением даже крупных фракций. Погрешность остается в пределах ± 5 мм в диапазоне измерений до 50 м.

В работе датчика используется метод частотной модуляции FM-CW. Программная обработка принимаемого сигнала, включающая Фурье-анализ, позволяет исключить влияние ложных сигналов, появление которых связано с усложненной траекторией распространения измерительного сигнала. Выходные коммуникационные сигналы: аналоговый выход 4...20мА, обеспечивающий точность до $\pm 0,5\%$; аварийные сигналы релейного типа с коммутирующей способностью 30В/0,5А постоянного тока; интерфейс RS232C или RS422. Материал антенны – нержавеющая сталь, корпус контроллера – сплав алюминия.

В сводной таблице показаны основные характеристики датчиков для непрерывного измерения уровня золы в хранилищах.

Тип устройства	NB3100/3200	NivoRadar 3000	MWS-79RF
Диапазон измерений	До 50 м	До 100 м	До 50 м
Погрешность, % от полного диапазона изм.	0,5%	0,25%	0,5% по аналоговому выходу 0,1% по дискретным сигналам
Температура технологической среды	-40°C...+250°C	-40°C...+200°C	Контроллер: -10°C...+50°C; антенна: -40°C...+200°C; температура в технологической ёмкости не критична.
Коммуникационные сигналы	4...20мА; 4 релейных выхода 250В/2А по переменному току; счетный импульс; Modbus, Profibus	4...20мА; HART	4...20мА; реле 30В/0,5А по постоянному току; RS232C, RS422.
Материалы исполнения	Нержавеющая сталь, антикоррозионное покрытие.	Нержавеющая сталь, ПEEK	Антенна – нержавеющая сталь, корпус – сплав алюминия.
Сравнительная стоимость	Сравнительно низкая	Высокая	Высокая



Сигнализаторы уровня золы

При необходимости получения информации о превышении некоторого уровня ЗШМ в ёмкости хранения при её заполнении или опорожнении, или некоторого промежуточного уровня, применяются сигнализаторы уровня. Комплекс неблагоприятных условий эксплуатации накладывает и здесь жесткие ограничения на выбор устройств.

Простыми и безотказными устройствами, нечувствительными к наличию и налипанию пыли, высоким температурам среды, обладающими приемлемой точностью и лёгкостью в обслуживании, являются ротационные (флажковые) сигнализаторы уровня. Одно из экономичных и простых решений – датчики типа **INNOLevel IL-HT**. Могут применяться в качестве сигнализаторов уровня при хранении и транспортировке сыпучих веществ с размерами частиц менее 50 мм, с насыпной плотностью свыше 100 г/дм. куб., при температурах рабочей среды до 600°C. Материал деталей, входящих в соприкосновение со средой – нержавеющая сталь, уплотнения – бутадиен-акриловая резина. Датчик обеспечивает коммуникационный сигнал релейного типа с коммутирующей способностью 250В/5А переменного тока или 30В/3А постоянного тока.



Для этих же целей имеется ряд конкурентных решений, предварительный подбор которых возможен по сводной таблице:

Тип изделия	INNOLevel IL-HT	Nivorota	FineTek SE 141/146/160	Rotonivo RN3000
t°C процесса	-40°C...+600°C	-20°C...+200°C	-20°C...+200°C	-40°C...+600°C
Давление процесса	0,8 бар	<3 бар	Атм.	- 0,9 бар...10 бар
Коммуникационные сигналы	Реле SPDT: 250В/5А перем. ток 30В/3А пост. ток	Реле SPDT: 250В/10А перем. ток	Реле SPDT: 250В/5А перем. ток 30В/3А пост. ток	Реле SPDT, «сухой контакт»
Материалы, соприкасающиеся со средой	Нержавеющие стали. Уплотнения – бутадиен-акриловая резина	Нержавеющие стали. Уплотнения – FPM (фтор-пропилен-мономер)	Нержавеющие стали	Нержавеющие стали
Степень защиты	IP65	IP67	IP65	IP66
Минимальная насыпная плотность продукта	>100 г/дм ³	>100 г/дм ³	>300 г/дм ³	>15 г/дм ³
Монтажная длина	До 4 м	До 3 м	До 1,2 м, а так же индивидуально по заказу	До 10 м

