

УДК 691.54

Гришин А. С., студент СПб-192
Шабанов Е. А., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

Grishin AS, student SPb-092
Shabanov EA,
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ МАТЕРИАЛА В СИЛО- САХ И БУНКЕРАХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ И УЛЬТРАЗВУ- КОВЫМ МЕТОДОМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ANALYSIS OF METHODS FOR CONTROLLING THE LEVEL OF MATERIAL IN SILOS AND BUNKERS BY ELECTROMECHANICAL AND ULTRASONIC METHODS IN THE MANUFACTURE OF BUILD- ING MATERIALS

Производство строительных материалов одна из масштабных отраслей промышленности [1-2]. В настоящее время строительные материалы и изделия являются неотъемлемой и очень весомой составляющей любого строительства. Основным строительным материалом, используемым повсеместно, в каждом здании является бетон [3-4], изготовление которого связано с применением вяжущего – портландцемента. Изготовление портландцемента связано с хранением, транспортировкой и подачей сыпучих сухих материалов [5-6]. Для обеспечения автоматизации данных процессов необходимо использование индикаторов [7-9], которые отражают количество материала в бункере.

Индикаторы уровня материала являются важными средствами обеспечения непрерывного управления технологическим процессом на цементном заводе. Для гарантии бесперебойной работы силосы для сырьевой смеси и цемента, а также другие промежуточные емкости должны быть оборудованы по крайней мере одним индикатором низкого и одним – высокого уровней, граничными выключателями и/или сигнальными устройствами. При использовании соответствующих контуров возможно автоматическое переключение потока материала, поступающего, например, в заполненный силос, на соответствующий пустой силос, так же как и регулирование уровня материала в других емкостях (бункерах). Функционирование индикаторов уровня материала и управление последним основано на

физических явлениях – электромеханических, ультразвуковых, звуковых, емкостных и ядерных.

С материалом в силосе контактируют только индикаторы уровня электромеханического типа; остальные индикаторы действуют без контакта. Ниже рассматриваются индикаторы уровня, чаще всего используемые в цементной промышленности.

Индикаторы уровня с вращающимися лопастями. На рис. 1 показан индикатор уровня материала (фирма «Х. Майхак», Гамбург, ФРГ), показывающий уровень тонкого порошкообразного, гранулированного либо окускованного материала с размером частиц от 0 до 15 мм. Этот индикатор имеет длину штанги от 200 до 5000 мм. Он действует следующим образом: синхронный двигатель с разборным зубчатым редуктором приводит в движение вращающуюся лопасть, опускаемую на штанге в силос. Как только уровень материала достигает лопасти, ее вращение замедляется и постепенно прекращается. Реакция сопротивления вращению двигателя используется для приведения в действие микровыключателя, управляющего сигналами или исполнительными механизмами. Одновременно упомянутый двигатель автоматически выключается. Когда уровень материала опускается, лопасть освобождается, пружина возвращает микровыключатель в первоначальное положение, и двигатель опять приводится в действие. Этот индикатор уровня может быть смонтирован либо на крыше силоса с вертикальным расположением штанги (см. рис. 1), либо горизонтально – на боковой стенке силоса (рис. 2) или на наклонной стенке бункера и разгрузочного конуса силоса (рис. 3).

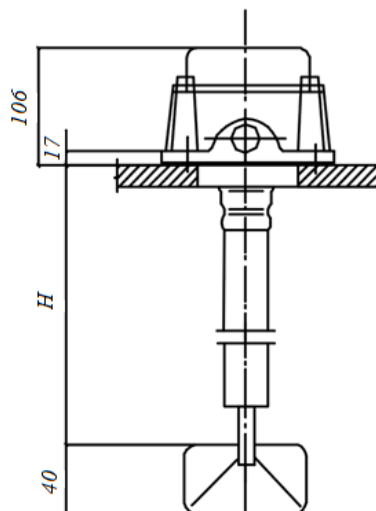


Рис. 1. Индикатор уровня материала (сигнальное устройство в силосе), вертикальное расположение. Глубина погружения H -200-5000 мм

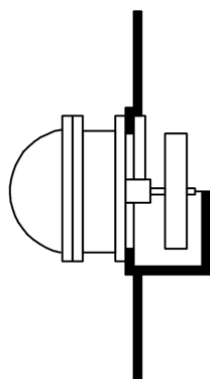


Рис. 2. Горизонтальная установка индикатора уровня материала на боковой стенке силоса

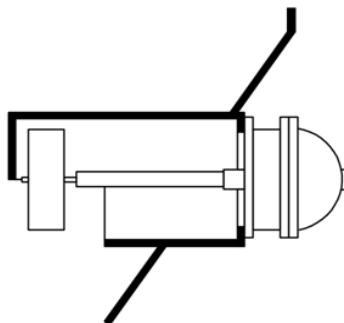


Рис. 3. Горизонтальная установка индикатора уровня материала на наклонной стенке силоса (бункера)

Обычно размеры лопастей составляют 98×40 мм, но для тонкого порошкообразного материала используются более крупные лопасти (250×100 мм). Для крупнокускового материала лопасть заменяется поперечным стержнем длиной 150 мм.

На контрольной панели две лампочки служат в качестве визуальных сигналов; одна включается, когда двигатель работает (лопасть не погружена в материал), а другая загорается при остановке двигателя (лопасть погружена в материал). Вместо ламп могут применяться соответствующие реле или другие датчики сигналов. Индикаторы уровня материала действуют на однофазном переменном токе напряжением 115 или 220 В с частотой 50 или 60 Гц. Мощность двигателя привода не превышает 1–1,3 кВт.

Индикаторы уровня непрерывного действия. Индикаторы уровня непрерывного действия представляют собой электромеханические датчики. Они действуют следующим образом. Груз, прикрепленный к измерительной ленте, опускается в силос с помощью электродвигателя. Как только груз соприкасается с поверхностью материала в силосе, натяжение ленты ослабевает. Это вызывает обратное вращение двигателя, и груз возвращается в начальное положение. В течение подъема ленты через каждые 10 см выпускаются и подсчитываются импульсы тока, что дает оценку степени

заполнения силоса. Электромеханический счетчик, подсоединенный к аналого-цифровому преобразователю, регистрирует измеренную величину.

Контроль уровня материала при отгрузке цемента навалом. При отгрузке цемента навалом в цементовозах или железнодорожных цистернах поток его должен автоматически останавливаться, когда уровень цемента достигает максимума. Это происходит следующим образом. В распределительном рукаве для отгрузки цемента размещено устройство для контроля уровня материала, включающее опорный усеченный конус и обычные компоненты уровнемера, такие как электродвигатель, микровыключатель и др. (рис. 4). Штанга с лопастью выдвигается из конуса примерно на 100 мм. Клетка защищает лопасть от ударов и повреждений. Распределительный рукав опускается в люк для заполнения железнодорожной цистерны с помощью электропривода. Как только уровень материала в цистерне достигает максимальной высоты, регулятор уровня автоматически прерывает поток цемента, после чего распределительный рукав извлекается. Изготовитель – фирма «Х. Майхак», Гамбург (ФРГ).

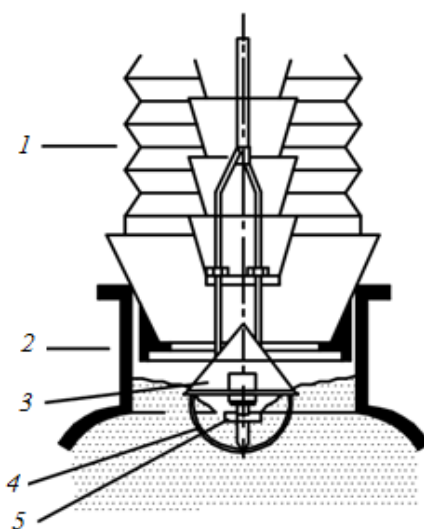


Рис. 4. Погрузка цемента навалом в железнодорожную цистерну с автоматическим контролем уровня:

1 – телескопический рукав с вентиляционной трубой; 2 – люк цистерны; 3 – распределительный конус; 4 – защитная клетка; 5 – индикатор уровня

Индикаторы уровня со звучащей вилкой. Эти уровнемеры состоят из звучащей вилки и прикрепленного к ней контрольного устройства или датчика сигналов для контроля минимального и максимального уровней материала в силосах и бункерах. Фирма-производитель – «Эндресс унд Хаузер», Маульбург (ФРГ), с филиалами в США.

Основным компонентом этой системы является звучащая вилка из немагнитной нержавеющей стали, которая вибрирует со своей собственной резонансной частотой. В воздухе частота этих вибраций достигает при-

мерно 85 Гц. Как только вибрирующая вилка соприкасается с твердым материалом, частота изменяется. Такого сигнала достаточно, чтобы остановить транспортировку материала с помощью усилителя и соответствующего реле. И, наоборот, когда уровень материала опускается ниже вилки, т. е. минимальной контрольной отметки, частота вибрации вилки восстанавливается (ее вибрацию вызывают с помощью обратного пьезоэлектрического эффекта), и реле включает транспортную систему. На рис. 5 приведены примеры установки звучащих вилок для контроля уровня материала в силосах и бункерах.

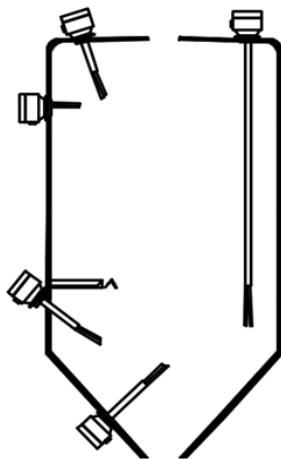


Рис. 5. Пример установки звучащих вилок для контроля уровня материала в силосах и бункерах

Ультразвуковые индикаторы уровня. Ультразвук используется в уровнемерах для фиксации максимального и минимального уровней материала в емкостях, а также фиксации условий подачи/«неподачи» материала. Эти приборы основаны на принципе звукового давления и ультразвукового отражения (эха); внутреннее управление основано на обратной подаче сигнала в электроакустический преобразователь. Испускаемый ультразвуковой луч имеет частоту около 40 кГц, что выше предела слышимости (30 кГц). Однако применение этих приборов ограничено, так как ультразвуковые лучи проникают только на расстояние 3-4 м (в аэрируемые цемент и сырьевую муку; в шламе ультразвук «гаснет» уже на расстоянии 0.2-0,4 м). Установка прибора может быть осуществлена для ориентации луча в горизонтальном или вертикальном направлении.

На основании изложенного, можно сделать вывод, что существует множество различных систем и методов контроля, которые характеризуются положительными и отрицательными чертами. Однако в зависимости от технологии загрузки и разгрузки применяют наиболее подходящие для конкретной ситуации индикаторы, которые, как правило, основаны на электромеханическом методе.

Список литературы

1. Доржиева В. В. Строительная отрасль: тенденции развития, влияние пандемии и условия восстановительного роста в контексте задач структурной модернизации // Научные труды Вольного экономического общества России. 2020. Т. 223. № 3. С. 237-243.
2. Поляков Ф. А. На пороге кризиса. Перспективы развития и основные тенденции строительной отрасли России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2020. Т. 1. № 6. С. 36-41.
3. Gilyazidinova N. Use of slag concrete in construction of underground structures and mines / Gilyazidinova N., Shabanov E., Liu X. // E3S Web of Conferences. #14. "14th International Innovative Mining Symposium, IIMS 2019" 2019. С. 01039.
4. Шабанов Е. А. Исследование свойств бетонных смесей с применением отходов угледобычи для строительства шахт / Е. А. Шабанов, Н. В. Гилязидинова // Инновации и инвестиции. 2020. № 9. С. 240-244.
5. Диамант М. И. Технология сборного и монолитного бетона и железобетона / М. И. Диамант, Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова // уч. пособие - Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". Кемерово, 2005.
6. Технологические процессы в строительстве / Н. В. Гилязидинова, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова // Электронное учебное пособие / Кемерово, 2016.
7. Шабанов Е. А. Анализ процессов автоматизации управления строительной площадки / В. Д. Исхаков, Е. А. Шабанов // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 63-66.
8. Шабуров А. Ю. Обоснование рациональных параметров автоматизации процессов производства строительных материалов и изделий / А. Ю. Шабуров, Е. А. Шабанов // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». 2019. С. 60621.
9. Пангаева Е. С. Анализ возможности автоматизации монтажных работ в крупнопанельном домостроительстве / Пангаева Е. С., Гилязидинова Н. В. // В сборнике материалы IV Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2016. С. 102-105.