

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛАХ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Технологические процессы в сельскохозяйственном производстве и промышленности предусматривают механическую обработку и транспортировку сырья, ингредиентов и готовой продукции. В ходе процесса не исключена возможность попадания в обрабатываемый материал частиц металлов и неметаллов, что может вызвать повреждение рабочих органов машин, ускорить их износ и т. д. При поточном механизированном производстве попадание посторонних включений в продукцию практически неизбежно.

В нормативной документации (ГОСТы, ТУ) имеются категорические требования о недопустимости наличия посторонних включений в готовой продукции. Продукция с посторонними примесями должна быть обнаружена и отбракована до завершения производственного процесса. Поэтому необходимо включать в состав таких линий установки для сплошного контроля и автоматического удаления из технологического потока изделий с посторонними включениями без остановки оборудования.

2. ОБЗОР МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОСТОРОННИХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Средства, применяемые для контроля, можно разделить на неразрушающие и разрушающие. При неразрушающем контроле продукт, не имеющий дефекта, сохраняет свои качества, несмотря на то, что при контроле на него оказывается определенное воздействие (потоки нейтронов, электромагнитное поле и т. д.)

Перспективными средствами контроля можно считать такие, которые, не изменяя качества, параметров и характеристик контролируемого продукта, позволяют по косвенным, вторичным признакам обнаруживать посторонние включения.

Методы интегральной диагностики дают возможность обнаруживать посторонние включения, но не позволяют однозначно

установить причину и локализацию дефекта в продукте. В основе интегральных методов лежит измерение специфических параметров или их совокупности (в статическом или динамическом режиме).

Методы локальной диагностики позволяют установить локальную зону возникновения дефекта, а также выделить одну из многих причин ее возникновения (т. е. локализовать причину).

Рассмотрим некоторые физические методы контроля и оценим их эффективность.

Оптический метод заключается в пропускании через продукт светового излучения и определения оптических показателей инородного включения по степени преломления, поглощения или рассеяния светового излучения. Этот метод непригоден для контроля оптически непрозрачных материалов.

Магнитометрический метод основан на регистрации магнитных потоков рассеяния, вызванных присутствием постороннего тела внутри исследуемого вещества. Различают обнаружение в постоянном и переменном магнитных полях. Этот метод позволяет обнаруживать только металлические частицы.

Рентгеноскопия. В основе метода – большая проникающая способность рентгеновских лучей. Исследуемые лучами участки объекта имеют различные химический состав и плотность, поэтому при прохождении через объект лучи будут ослабляться в разной степени, и эту разницу можно зафиксировать. Однако использование рентгеновских установок сопряжено с риском для здоровья человека. К тому же организация контроля на всех участках производственной цепочки требует больших капиталовложений на аппаратуру и специально оборудованные помещения.

Радиоактивный метод схож с рентгеноскопией, только основан на применении гамма-излучения, возникающего в результате ядерных превращений. Однако применение этого метода ограничено, что связано с необходимостью защиты персонала.

Ультразвуковой метод основан на измерении скорости отражения и поглощения ультразвуковых волн в зависимости от физико-химических свойств исследуемого продукта. Для обнаружений посторонних включений используются «теневой» и «эхо»-способы.

Электрометрические методы основаны на связи между электропроводностью и физико-химическими свойствами объекта. Электрофизические свойства характеризуют физическое состояние,

химическую структуру и электрические характеристики продукта, поэтому методы на этой основе можно отнести к универсальным. Они отличаются практически мгновенным преобразованием изменения физических параметров исследуемого объекта в электрический сигнал, что позволяет автоматизировать процесс обнаружения и отбраковки посторонних включений, применяя сравнительно простые технические решения.

Электрические процессы, происходящие в зоне датчика обнаружителя, не оказывают никакого влияния на свойства контролируемых продуктов и совершенно безопасны для персонала. Они являются наиболее перспективными для применения.

Электрометрические методы подразделяются на индуктивные, емкостные и контактные.

Индуктивный метод основан на переменном магнитном поле. В качестве датчика используется индуктивная ячейка. Аномалии электропроводности обнаруживаются по изменению комплексных сопротивлений или проводимости катушки ячейки. При прохождении через датчик металлической частицы она становится источником вторичного поля, что регистрируется как импульс напряжения. В случае прохождения через датчик неметаллической частицы чувствительность датчика будет низкой.

Емкостной метод основан на применении в качестве датчика конденсатора, через обкладки которого проходит контролируемый продукт. Присутствие в продукте примесей с проводимостью, отличной от проводимости продукта, повлечет за собой изменение общей проводимости емкостной ячейки, что фиксируется измерительной аппаратурой. Однако при работе емкостной ячейки с продуктами высокой проводимости ее чувствительность резко снижается, что является ограничением к использованию этого метода для применения.

Электроконтактный метод основан на измерении проводимости исследуемого продукта с помощью введенных в него электродов, через которые пропускают постоянный или переменный ток. Если в продукт попадают частицы с иной удельной проводимостью, изменится общая проводимость столба продукта, расположенного между электродами, что фиксируется измерительной аппаратурой.

К достоинствам метода следует отнести высокую чувствительность на продуктах с высокой проводимостью, возможность

дифференцировать частицы по размеру, а также классифицировать частицу как диэлектрик или проводник. Этим методом можно обнаруживать ферромагнитные и неферромагнитные частицы, проводники и диэлектрики.

Недостатки метода – изменение проводимости участка между электродами со временем по причине загрязнения и окисления электродов. Ослабить этот процесс можно, используя специальные материалы для электродов, а также регулярно промывая контакты, что в условиях производства обычно не вызывает дополнительных трудностей, так как промывка технологического оборудования является частью производственного процесса.

3. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Система автоматического контроля (САК) должна обнаруживать крупные металлические примеси в исходном материале и обеспечивать сигнализацию об их наличии. Попадание их в дробилку может вызвать поломку или заклинивание ее рабочих органов с последующим «опрокидыванием» электрического двигателя привода дробилки.

Разработанная студентом электрическая схема, дополняющая принципиальную электрическую схему системы автоматизации (САК) должна исключать попадание крупных железистых примесей в дробилку и предотвращать аварийную ситуацию.

Система автоматического контроля состоит из электронного усилителя, измерительного преобразователя ДИ-2А индуктивного типа и устройства сигнализации.

Измерительный преобразователь (ИП) ДИ-2А представляет собой дроссель, имеющий магнитопровод и две обмотки Z_1 и Z_2 (рис. 1). Преобразователь ДИ-2А реагирует на изменение магнитного состояния рабочего пространства при появлении над ним ферромагнитных материалов. Измерительный преобразователь предназначен для работы в схемах автоматического контроля.

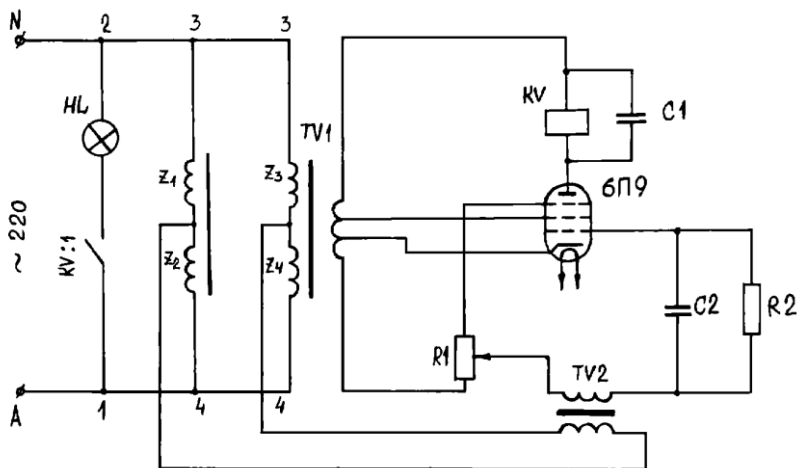


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема системы автоматического контроля металлических примесей в сыпучих материалах.

Электронный усилитель выполнен на основе пентода 6П9, к электродам которого подсоединены потенциометр R1, конденсатор C2 и резистор R2. Electroды пентода питаются от вторичных обмоток трансформаторов TV1 и TV2. Усилитель обеспечивает усиление электрического сигнала, поступающего от измерительного преобразователя ДИ-2А. Усиленный сигнал используется для управления световой и звуковой сигнализацией, а также для работы системы автоматики, разработанной студентом и дополняющей систему автоматического контроля по обнаружению металлических материалов.

Устройство сигнализации включает реле KV, шунтирующий катушку реле конденсатор C1, сигнальную лампу HL.

Принципиальная электрическая схема системы автоматики включает измерительный мост переменного тока. Он состоит из двух катушек индуктивного преобразователя ДИ-2А с сопротивлениями Z_1 и Z_2 , двух первичных обмоток трансформатора TV1 с сопротивлениями Z_3 и Z_4 и питается от источника переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

Равновесие моста $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$ соответствует условию, когда в зоне действия индуктивного преобразователя ДИ-2А отсутствуют металлические материалы. Равновесное состояние моста обеспечивается конструктивным исполнением обмоток ДИ-2А и первичных обмоток трансформатора TV₁, имеющих необходимые значения их полных сопротивлений.

Система автоматики работает следующим образом. При отсутствии металлических материалов над катушкой Z₁ или Z₂ измерительный мост находится в равновесии. Поэтому отсутствует напряжение в диагонали моста, которая соединена с первичной обмоткой трансформатора TV₂. Управляющая сетка лампы, соединенная через потенциометр R1 со вторичной обмоткой TV₂, не получает питания. Лампа закрыта по анодному току и усилитель не работает. Обесточенная катушка реле KV поддерживает контакты KV:2 разомкнутыми.

При появлении металлических материалов над катушкой преобразователя ДИ-2А нарушается равновесие моста в силу изменения сопротивления этой катушки. В диагонали измерительного моста появляется электрический сигнал в виде напряжения, которое запитывает первичную обмотку TV₂ и обеспечивает питание через R1 управляющей сетки лампы. Последняя открывается по анодному току при положительной полуволне напряжения на обмотке TV₂. В результате срабатывает реле KV и его замыкающие контакты KV:1 запитывают лампу НЛ, которая сигнализирует о наличии металлических предметов. Одновременно заряжается конденсатор С1, потенциал которого при отрицательной полуволне напряжения на обмотке трансформатора TV₂ поддерживает ток в катушке KV реле напряжения. Его контакты KV:1 продолжают быть замкнутыми и лампа не гаснет.

Потенциометром R1 изменяется ток в цепи управляющей сетки лампы. Изменяя сопротивление R1, можно регулировать чувствительность усилителя. Значение сигнала, поступающего на вход усилителя, зависит от массы металлического предмета.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите и объясните применяемые методы для обнаружения посторонних включений.

2. Объясните устройство и принцип действия системы контроля металлических примесей.

3. Объясните устройство и принцип действия ИП ДИ-2А.

4. Какие функции в системе автоматического контроля выполняет электромагнитное реле?

5. Как регулируется чувствительность системы автоматического контроля?

6. Объясните устройство и принцип действия дополнительно разработанной схемы к системе автоматического контроля металлических примесей.