

УДК 007.2

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Буряк Д.Д.

к.т.н., доцент каф. КСУ Великий В. И.

Одесский Национальный Политехнический Университет, УКРАИНА

АННОТАЦИЯ. В статье представлены действенные методы предотвращения попадания металлических инородных частиц в сырье на этапе производства продукции с помощью электромагнитной сепарации, а также контроль конвейерной ленты с готовой кондитерской продукцией, с помощью электронных детекторов металла.

Введение. Кондитерская промышленность характеризуется высокой степенью автоматизации. При этом используется относительно небольшое количество операторов, которым не нужны обширные знания кондитерского дела. Из-за этого учащаются случаи судебных процессов по искам потребителей, связанных с обнаружением ими в готовой продукции инородных частиц. Для предотвращения таких ситуаций необходимо применять особые меры предосторожности на всех этапах производства.

Цель работы. Целью работы является внедрение в технологические процессы кондитерского производства встроенных систем сепарации инородных металлических частиц на этапе производства продукции и применение методов неразрушающего контроля готовой продукции с помощью электронных детекторов металла.

Основная часть работы. Для того, чтобы извлекать из сырья инородные металлические частицы – гвозди, болты и прочие включения, необходимо использовать магнитную сепарацию.

На рис.1 представлен конвейер кондитерского цеха. Буквами обозначены различные технологические устройства – дозаторы, резервуары, насосы, смесители и т.п. Буквой N обозначена магнитная система сепаратора.

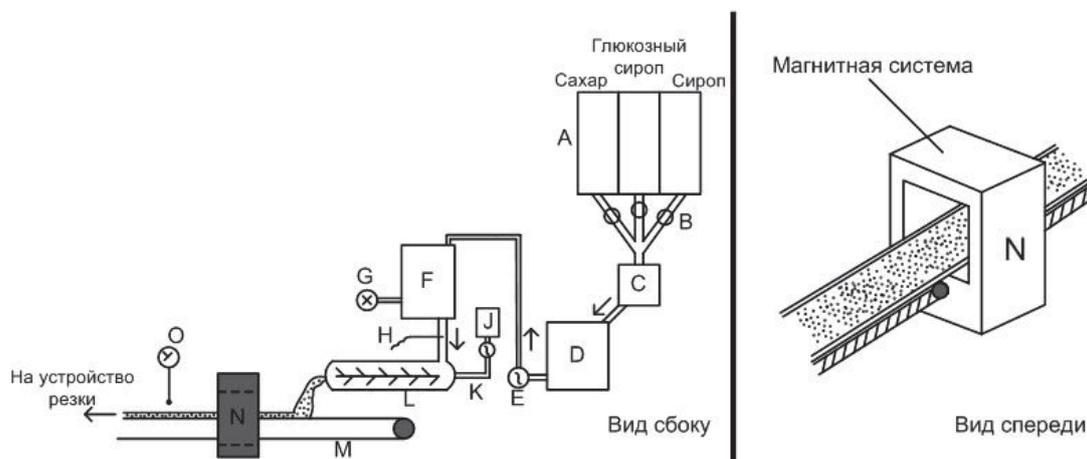


Рис.1 – Технологический конвейер с системой магнитной сепарации инородных частиц

Магнитный метод сепарации основан на различии магнитных свойств разделяемых веществ и примесей [2]. Магнитные свойства вещества характеризуются магнитной восприимчивостью ε , которая определяется отношением интенсивности намагничивания I к напряженности поля H и называется объемной магнитной восприимчивостью вещества.

$$\varepsilon = I/H \quad (1)$$

Объемная магнитная восприимчивость, отнесенная к единице массы вещества, называется удельной магнитной восприимчивостью χ , при этом ρ – плотность вещества.

$$\chi = \varepsilon/\rho \quad (2)$$

Это – важный фактор, определяющий поведение частиц в рабочей зоне датчика.

Сила, с которой магнитное поле действует на частицу вещества, помещенную в поле, называется магнитной силой F_m . Магнитная сила F_m , действующая на инородную частицу с массой m , определяется по формуле (3), где μ_0 – магнитная постоянная.

$$F_m = \mu_0 \chi H \text{grad} H m \quad (3)$$

Удельная магнитная сила f_m притяжения, т.е. магнитная сила, отнесенная к единице массы, действующая на частицу в рабочей зоне сепаратора, определяется по формуле:

$$f_m = \mu_0 \chi H \text{grad} H \quad (4)$$

Чтобы процесс магнитной сепарации протекал нормально, магнитная сила F_m должна быть больше равнодействующей механических сил $F_{\text{мех}}$, и силы преодоления инерции $F_{\text{ин}}$ движущихся магнитных частиц [1]. Условие записывается следующим образом:

$$F_m > \Sigma F_{\text{мех}} + F_{\text{ин}} \quad (5)$$

Электронный детектор металла – устройство, реагирующее на частицы металла в проходящих по конвейеру коробках с кондитерскими изделиями. Частица металла, проходя через детектор, нарушает равномерное электромагнитное поле, в результате чего формируется импульс, от которого срабатывает система. Отмеченный объект удаляется автоматически путем обдува воздухом, специальным рычагом или откидной доской, отводящей лентой, методом маркировки. Основные принципы устройств сортировки и отбраковки показаны на рис.2.

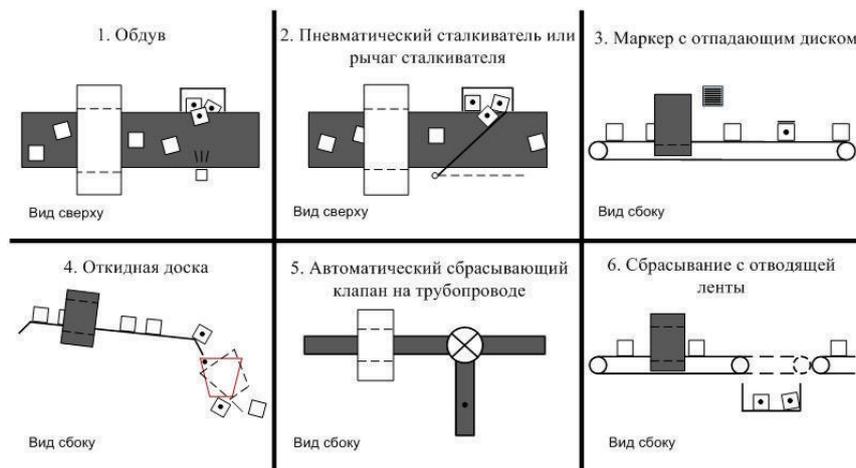


Рис.2 – Устройства сортировки и отбраковки коробок с инородными телами

Выводы. При рассмотрении вопросов сепарации металлических инородных частиц была показана высокая эффективность современных электромагнитных систем по их удалению из полезной массы. При этом с точки зрения удобства использования и экономии электроэнергии (от 3% до 5% расхода на конвейер) иногда полезно применять мощные постоянные магниты. Используются также комбинированные системы, где взаимодействуют переменное электромагнитное поле, действующее в горизонтальной плоскости для расшатывания инородной частицы, и поле мощного постоянного магнита для ее изъятия. Но в любом случае должен быть окончательный контроль готовой продукции чувствительным электронным детектором, реагирующим на металлы с различной магнитной восприимчивостью. Обычно он отбраковывает от 0,17% до 0,35% коробок конфет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: учеб. для вузов: В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та 2017. – т.1, 672с.
2. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: Серия: Инженерная экология для бакалавров. - Инфо-Инженерия, 2016, 416с.