

Использование миллитесламетров ТПУ для определения силы тяги (подъемной силы) магнитов (электромагнитов) средств контроля и удаления металломагнитных примесей

Еще в 1939 г. в СССР были приняты нормы для ограничения попадания ферромагнитных примесей в мучные изделия. В дальнейшем эти требования были расширены и конкретизированы.

В настоящее время действует ряд государственных стандартов (неполный перечень этих стандартов: ГОСТ 12183-66. «Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия»; ГОСТ 12307-66. «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий. Технические условия»; ГОСТ 1936-85. «Чай. Правила приемки и методы анализа»; ГОСТ 7022-97. «Крупа манная. Технические условия»; ГОСТ 13496.9-96. «Комбикорма. Методы определения металломагнитной примеси»; ГОСТ 13979.5-68. «Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения металлопримесей»; ГОСТ 22455-77. «Мука и крупка кормовая водорослевая. Технические условия»), в которых сформулированы требования по содержанию металломагнитных примесей в распространяющихся на них продуктах.

Некоторые нормативные документы указывают технические требования к средствам очистки и контроля этих примесей.

По ГОСТ 13496.9-96 должен использоваться «магнит постоянный подковообразный из сплава марки ЮН13ДК24 по ГОСТ 17809» (надо заметить, что: 1) сплава такой марки не существует; 2) для определения металломагнитной примеси может подойти постоянный магнит из любого материала) с магнитной индукцией не менее 120 мТл. В «Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» указано, что магниты, имеющие уровень магнитной индукции ниже 10 мТл, подлежат перемагничиванию. Если при этом их магнитная индукция не достигнет 100 мТл, магниты снимают с эксплуатации. По ГОСТ 13979.5-68 должен использоваться магнит с подъемной силой не менее 12 кг. По ГОСТ 1936-85 для определения массовой доли металломагнитной примеси используют подковообразный магнит (подъемная сила не менее 5 кг) или электромагнит. По СП 2.3.4.3258-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям по производству хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий» сила магнита должна быть не менее 8 кг на 1 кг собственного веса магнита.

Во многих нормативных документах требования к техническим средствам контроля металломагнитных примесей сформулированы неконкретно (и, соответственно, некорректно). Следовало бы указывать не «подъемную силу», а значения магнитной индукции на полюсе магнита, что и сделали изготовители устройств для выделения металломагнитной примеси ПВФ-М (не менее 120 мТл) и ПВФ-2 (не менее 80 мТл) и разработчики некоторых стандартов.

Поскольку, всё-таки, ряд нормативных документов формулирует требования к «подъемной силе» или «силе тяги» магнита, представляется полезным внести ясность в методику определения этой силы с использованием миллитесламетров ТПУ, которые зарегистрированы в государственном реестре средств измерений и выпускаются ООО «Завод электронной техники». Для этих целей подходят миллитесламетры ТПУ всех исполнений.

Первое, что нужно сделать – измерить магнитную индукцию на поверхности полюса магнита. Можно использовать любой измерительный зонд («М» или «С») из комплекта миллитесламетра. Важно, чтобы рабочая поверхность зонда «М» в месте расположения измерительного преобразователя (или торец измерительного зонда «С») как можно плотнее примыкала к поверхности полюса. Полюс магнита намагничен неоднородно, поэтому измерения следует провести в нескольких точках поверхности полюса и выбрать наименьшее значение магнитной индукции В (в миллитеслах, мТл).

Далее измерить линейные размеры и вычислить площадь полюса S магнита, при этом не рекомендуется использовать слесарный (ферромагнитный) мерительный инструмент.

После этого вычислить силу тяги магнита.

Сила, с которой магнит притягивает ферромагнитные материалы, зависит от магнитной индукции B на поверхности полюса магнита и площади его поперечного сечения S .

Сила тяги магнита (в Международной системе единиц СИ) определяется по формуле Максвелла:

$$F = B^2 \cdot S / 2\mu_0 = 398100 \cdot B^2 \cdot S,$$

где: F – сила тяги магнита, ньютон (Н);

B – магнитная индукция, измеренная на полюсе магнита, тесла (Тл);

S – площадь полюса магнита, метр квадратный (m^2);

μ_0 – магнитная постоянная, равна $12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Если выразить значения магнитной индукции B и площади полюса S в более удобных единицах, соответственно, мТл и cm^2 , эта формула с приемлемой для данной задачи точностью примет вид:

$$F = B^2 \cdot S / 2\mu_0 = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 \cdot S \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-4} = 4 \cdot B^2 \cdot S \cdot 10^{-5},$$

где: F – сила тяги магнита, ньютон (Н);

B – магнитная индукция, измеренная на полюсе магнита, миллитесла (мТл);

S – площадь сечения полюса магнита, сантиметр квадратный (cm^2).

Во всех перечисленных выше нормативных документах использована внесистемная единица силы килограмм-сила, кгс (неправильно обозначаемая в этих документах кг). 1 кгс можно считать равным 9,8 Н. С учетом этого сила тяги F , кгс, магнита с магнитной индукцией на поверхности полюса B , мТл, и площадью полюса S , cm^2 :

$$F = 4,1 \cdot B^2 \cdot S \cdot 10^{-6}$$

Пример

Вычислить силу тяги F в единицах килограмм-сила (кгс) магнита с магнитной индукцией на поверхности полюса 100 мТл и площадью полюса 100 cm^2 .

Решение

$$F = 4,1 \cdot B^2 \cdot S \cdot 10^{-6} = 4,1 \cdot 10^4 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} = 4,1 \text{ кгс.}$$

Примечание.

Для определения силы тяги магнитов (электромагнитов) при проверке технических характеристик средств контроля и удаления металломагнитных примесей, кроме миллитесламетров портативных универсальных ТПУ возможно использование миллитесламетров портативных модульных ТПМ-250, которые также выпускаются ООО «Завод электронной техники» и внесены в государственный реестр средств измерений.