

**НОВОЕ В СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ**

А.Равдин, ОАО "ЦНИИпромзернопроект",

А.Дормидонтов, С.Мухо, С.Сергеев, ООО НПК "Магниты и магнитные технологии"

Известно, что качество процесса магнитной сепарации (извлечения магнитных частиц из потока продукта под воздействием магнитных полей) зависит от следующих основных факторов:

- вязкости продукта и скорости потока;
- размера сепарируемых частиц;
- значения магнитной индукции и значения ее градиента в рабочей области сепаратора.

Выражение для силы, действующей на ферромагнитное тело, в общем виде может быть записано* так:

$$\vec{F} = \int_V (\text{grad } M) \nabla V dv,$$

где V - объем тела; M - магнитный момент (намагниченность) единицы объема тела; ∇ - магнитная индукция внешнего магнитного поля в объеме V .

Скобки означают, что сначала нужно вычислить скалярное произведение намагниченности и векторного оператора ∇ , а затем выполнить дифференцирование.

Из вышеприведенного выражения видно, что сила растет с увеличением объема тела, градиента индукции и значения намагниченности, которая, в свою очередь, определяется значением индукции внешнего магнитного поля.

Таким образом, для усиления воздействия на инородное тело, подлежащее удалению из потока продукта, желательнее увеличивать как значение магнитной индукции, так и ее градиент.

Все магнитные сепараторы для очистки любых материалов (газообразных, жидких, сыпучих) относятся к классу улавливающих магнитных систем (разумеется, при сохранении функции удержания извлеченного из потока продукта инородного тела до момента очистки сепаратора). Поэтому для повышения эффективности сепарации необходимо обеспечить возможно более глубокое проникновение - дальное действие - магнитного поля в слой продукта, что достигается выбором оптимальной в этом смысле конструкции магнитной системы.

Вышеперечисленные задачи могут быть успешно решены за счет использования современных высокоэнергетических высококоэрцитивных редкоземельных магнитных материа-

лов на основе сплавов Nd-Fe-B. Применение данных материалов позволяет не только значительно улучшить параметры серийных магнитных сепараторов, но и создавать новые конструкции. Относительно высокая стоимость собственно магнитного материала компенсируется за счет уменьшения его массы в магнитной системе. Кроме того, значение магнитной индукции магнитов из этих материалов не меняется с течением времени, что позволяет отказаться от регламентной проверки магнитных параметров магнитных сепараторов и их периодического подмагничивания.

На предприятиях по хранению и переработке зерна нормативно предусмотрено применение магнитных заграждений как для удаления крупных магнитных примесей при приеме и переработке зерна, которые могут вызвать загорание продукта (с последующим возможным возникновением взрыва) или поломку рабочих органов машин, так и для полного удаления всех магнитных примесей из готовой продукции.

В то же время, в соответствии с "Правилами взрывобезопасности для опасных производственных объектов по хранению и переработке зерна" ПБ-14-159-97 магнитные заграждения на приеме зерна и перед дробильно-измельчающим оборудованием относятся к устройствам взрывопредрействия, и для их серийного изготовления и применения требуется разрешение Госгортехнадзора России, для получения которого необходимо проведение специальных приемочных испытаний магнитных сепараторов на машинно-испытательных станциях, соответствующая подготовленность к серийному производству и т.д.

К особенно актуальным относится вопрос практической невозможности установки серийно выпускаемых магнитных заграждений на приеме зерна с автомобильного, железнодорожного и водного транспорта на действующих предприятиях по хранению и переработке зерна вследствие значительных технических трудностей размещения серийных магнитных сепараторов в действующем в настоящее время оборудовании, так как при проектировании и строительстве указанных объектов нормативно магнитная защита не предусматривалась.

Учитывая важность и актуальность последнего вопроса, ОАО "ЦНИИпромзернопроект" раз-

* К.М. Поливанов. Теоретические основы электротехники. Часть 3. М.: "Энергия", 1969.

Идеи и технические решения

работаны конструкции магнитных сепараторов МСС 1, МСС 3, МСН 2, МСН 3 производительностью соответственно 175, 100, 100 и 50 т/ч, где в качестве магнитных элементов используются выпускаемые ООО НПК "Магниты и магнитные технологии" универсальные блоки нескольких типоразмеров, индуцирующие сильные и высокоградиентные магнитные поля. Указанные сепараторы представлены на рис. 1 и 4*.

Магнитные сепараторы типа МСС 1 и МСС 3 предназначены для установки в линиях самотечного транспортирования зерна на наклонных участках (длина их соответственно 600 и 800 мм). Сепараторы представляют собой сварные корпуса с сечениями проходного отверстия 350x350 и 300x300 мм. Нижняя стенка корпуса имеет открытый проем, который перекрывается откидной крышкой, имеющей уплотнение и прижимающейся к корпусу с помощью двух откидных болтов. Внутри корпуса на специальной оси подвешен клапан, уравновешиваемый двумя противовесами, установленными на свободных концах оси за пределами габаритов корпуса. Магнитные блоки закреплены на откидной крышке, клапане и боковых стенках корпуса сепаратора. Движущееся через сепаратор зерно охватывается магнитным полем с четырех сторон.

Магнитные сепараторы МСН 2 и МСН 3 предназначены для установки в качестве приемных носков на башмаки норий типа II-100 и II-50 соответственно. Сепараторы представляют собой сварные корпуса, соответствующие по своей конфигурации стандартным размерам приемных носков норий. Днище корпуса выполнено в виде откидной крышки, которая в рабочем положении плотно прилегает к корпусу и удерживается откидными болтами. Магнитные блоки закреплены на рабочей поверхности откидной крышки и на боковых стенках корпуса.

Опытные образцы описанных магнитных сепараторов по согласованию с Госгортехнадзором России установлены для опытной эксплуатации на приемных устройствах ряда действующих предприятий.

Научно-производственным комплексом "Магниты и магнитные технологии" разработана принципиально новая конструкция магнитных сепараторов типа СН (сепаратор наружный), которые "врезаются" в наклонные продуктопроводы на различных участках технологической цепочки. Сепараторы выпускаются различных типоразмеров - СН 140, СН 220, СН 250, СН 300, где число означает диаметр сепаратора, совпадающий с наиболее часто встречающимися диаметрами продуктопроводов на зерноперерабатывающих предприятиях. Магнитная система расположена вне рабочего просвета сепаратора, так что производительность сепаратора совпадает с производительностью самого продуктопрово-

да. Внешний вид сепаратора показан на рис. 2. На рис. 3 показан сепаратор, установленный на продуктопроводе. На рис. 7 приведено распределение магнитной индукции вдоль оси сепаратора. Уловленные ферромагнитные примеси удерживаются на внутренней поверхности сепаратора, периодическая очистка сепаратора производится через специальный люк. Опытные образцы сепараторов СН 220, СН 250 и СН 300 эксплуатируются на нескольких предприятиях отрасли и демонстрируют хорошие результаты.

Высокая коэрцитивная сила магнитов на основе Nd-Fe-B позволяет изготавливать сепараторы в виде тонких плоских экранов любой площади, по которым стекает поток продукта (частным случаем такой конструкции являются вышеупомянутые универсальные магнитные блоки). Пример такой конструкции показан на рис. 5, в данном случае таким сепаратором был оборудован переходной бункер установки RGFL-400/200 фирмы "BUHLER". Полугодовая эксплуатация на одном из мелькомбинатов на отпуске рассыпного комбикорма показала, что предназначенный для отгрузки комбикорм содержит некоторое количество ферромагнитных примесей, которые при отсутствии сепаратора попадают потребителю.

На рис. 6 показаны примеры исполнения щелевых сепараторов, разработанных НПК "Магниты и магнитные технологии", которые особенно эффективны для очистки продуктов, не имеющих тенденции к образованию пробок из-за слипания (так как магнитные элементы перекрывают до 25% сечения) и сыплющихся вертикально объемным потоком. Высокая эффективность данной конструкции определяется равновысокими значениями полей и их градиентов по всему сечению потока. Магнитные элементы сепараторов этого типа внешне представляют собой полированные плоские трубки из нержавеющей стали 12X18Н10Т, разрешенной для контакта с пищевыми продуктами и имеющие обтекаемую форму в поперечном сечении. Эксплуатация данных сепараторов на нескольких установках для производства макаронных изделий показала, что заметное количество ферромагнитных примесей присутствует в готовой муке.

Применение магнитов из сплава Nd-Fe-B позволяет существенно улучшить параметры серийно выпускаемых магнитных сепараторов без изменения их конструкции в плане геометрии путей прохождения продукта и производительности.

Рассмотрим собственно магнитный блок сепаратора У21-БМЗ. На рис. 8 показано распределение индукции вдоль поверхности серийного блока и точно такого же блока, укомплектованного магнитами производства НПК ММТ. Преимущества второго блока не требуют дополнительных пояснений.

*Рис. 1-6 см. цветную вкладку.

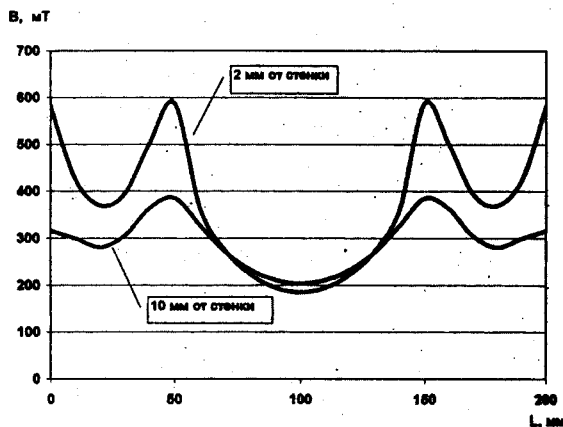


Рис. 7. Распределение магнитной индукции вдоль сепаратора типа CH

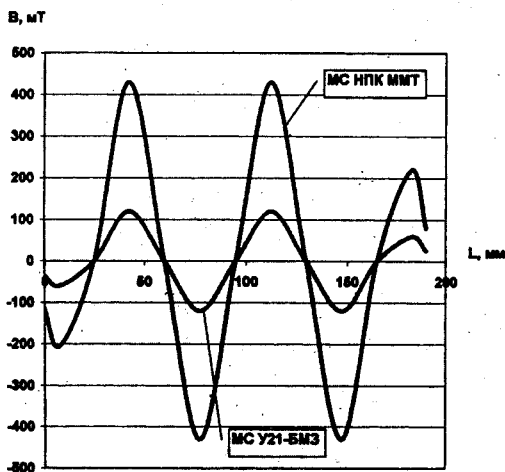


Рис. 8. Распределение магнитной индукции магнитного элемента сепаратора Y21-БМ3

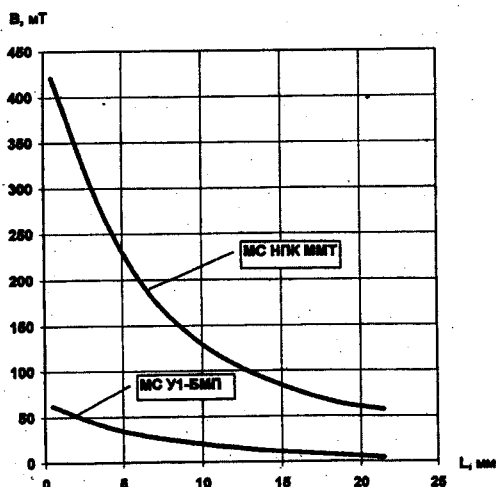


Рис. 9. Распределение магнитной индукции магнитного элемента сепаратора Y1-БМП

Обратимся к магнитной системе сепаратора Y1-БМП, в которой слой очищаемого продукта стекает по экрану магнитной системы. На рис.9 показаны значения магнитной индукции как функция расстояния от поверхности одного из полюсов системы по нормали к стекающему слою продукта. Нижний график – серийной магнитной системы, верхний – магнитной системы конструкции НПК ММТ. Из сравнения графиков видно, что значения индукции системы НПК ММТ практически на порядок выше значений серийной системы. Кроме того, средний градиент индукции серийной системы на рассматриваемом участке составляет 27 мТ/см, в то время как для системы НПК ММТ – 174 мТ/см. На практике это означает, что инородные тела, особенно мелкие (малого объема) согласно вышеприведенному выражению, случайно расположенные в момент вхождения в зону сепарации в верхних, наиболее удаленных от магнитов слоях продукта будут уловлены серийной системой со значительно меньшей вероятностью.

Выше приведен ряд новых конструкций магнитных сепараторов, основанных на использовании мощных современных постоянных магнитов как основного фактора, обеспечивающего надежность, эффективность и простоту их работы. В сложившихся условиях выбор (определение) оптимальных конструкций магнитных сепараторов, которые могли бы быть рекомендованы к серийному производству и широкому внедрению на предприятиях по хранению и переработке зерна, предприятий, производящих непосредственно продукты питания, может быть сделан только по результатам их опытной сравнительной эксплуатации.

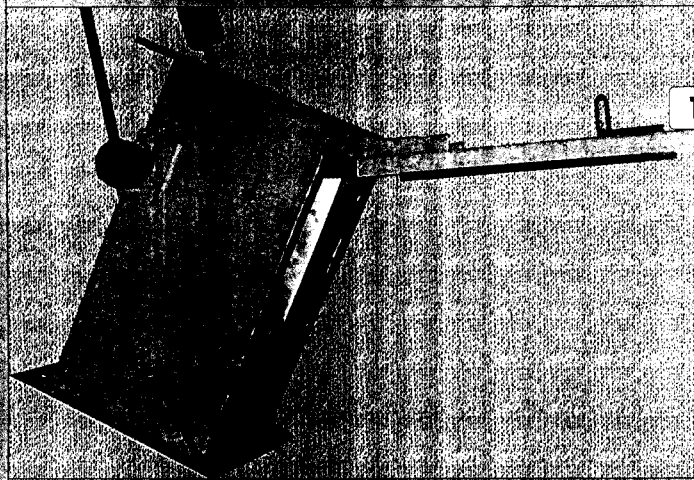
АО "ТОРГМАШ"
г. СМОЛЕНСК
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ МИНИ-И МИКРО ПЕКАРЕН

НАШЕ ОБОРУДОВАНИЕ – ГАРАНТИЯ УСПЕХА В ВАШЕМ БИЗНЕСЕ!

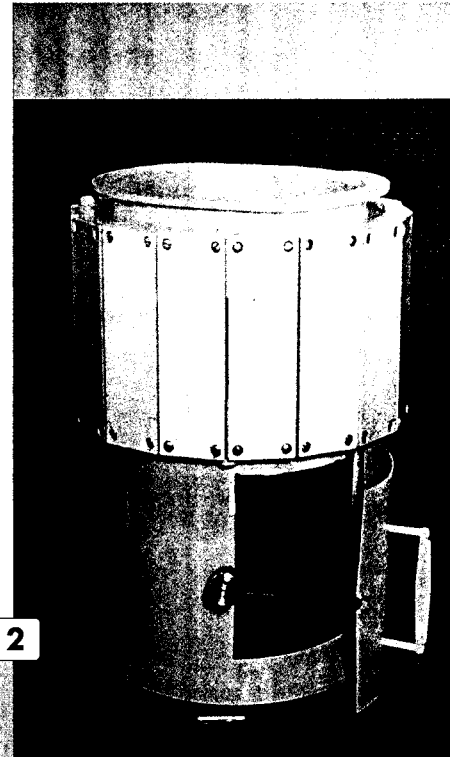
Ищем региональных представителей
214031, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 5
тел.: (0812) 55-61-79, 55-67-57, 55-50-87
факс: (0812) 55-61-79, 55-55-64
E-mail: torgmash@sci.smolensk.ru

Магнитные сепараторы

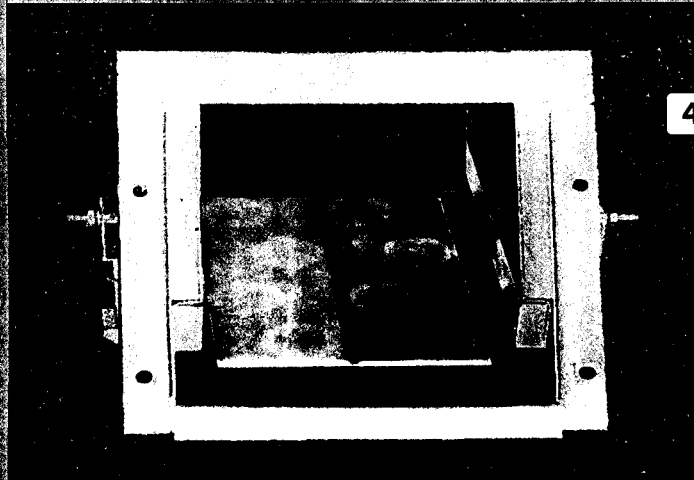
К статье А. Равдина, А. Дормидонтова,
С. Луко, С. Сергеева "Новое в сепарации
зерна и зернопродуктов", стр. 18-20



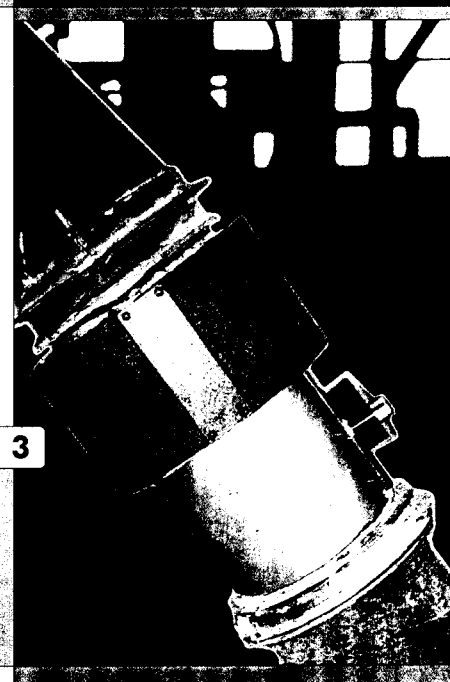
1 Сепаратор
MCC 1



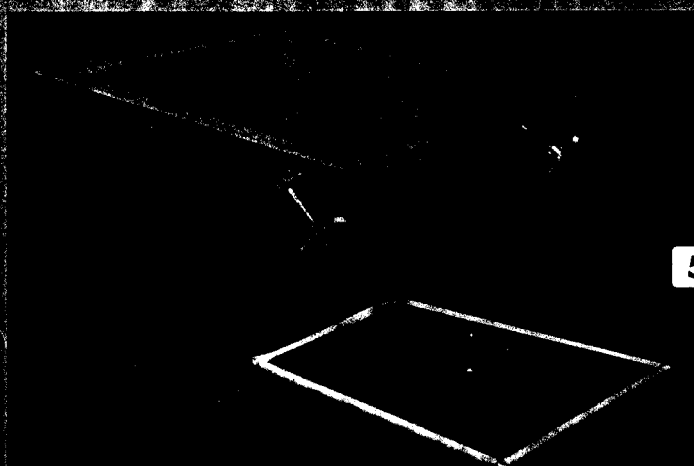
2 Сепаратор
CH 300



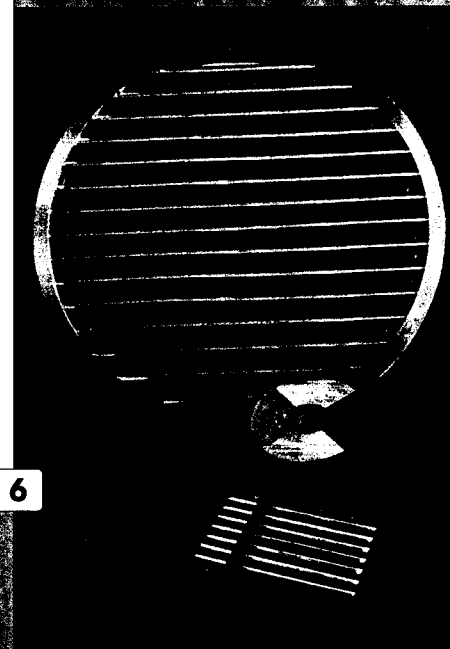
4 Сепаратор
MCH 2



3 Сепаратор
CH 300, ус-
тановленный
в продукто-
проводе



5 Плоский
магнитный
сепаратор для
установки
RGFL-
400/200/



6 Примеры
исполнения
щелевых
сепараторов