

МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Д. В. Соболев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. А. Карпов

Работа практически всех существующих в настоящее время металлодетекторов для защиты режущего аппарата кормоуборочной техники основана на использовании в качестве чувствительных элементов индукционных катушек, расположенных на системе постоянных магнитов. Основная проблема, с которой сталкиваются разработчики при использовании таких датчиков, - неравномерность чувствительности по ширине (провалы по бокам и в середине), а также недостаточная помехоустойчивость как к ферромагнитным включениям в формующих вальцах, так и к взаимному перемещению основного силового средства и сменных адаптеров во время работы.

Принцип действия таких устройств основан на появлении импульса ЭДС в измерительных катушках за счет изменения потокосцепления магнитного поля катушек при попадании ферромагнитного предмета в зону действия поля постоянных магнитов:

$$E \approx -\frac{d\Phi}{dt},$$

Недостатками данного технического решения являются: значительная неравномерность чувствительности устройства по ширине контролируемой области, возникающая вследствие наличия так называемых «зон провалов», т. е. искажения и нечувствительность (завалы) показаний по краям и в местах перекрытия катушек.

Также в силу индукционного принципа действия ЭДС, наводимая в катушке индуктивности пропорциональна, при прочих равных, скорости прохождения ферромагнитного тела через контролируемую зону, т. е. производительности кормоуборочного комбайна:

$$E \approx -\frac{d\Phi(V_{\text{предм}})}{dt}, V_{\text{предм}} \rightarrow 0 \Leftrightarrow E \rightarrow 0.$$

При малой производительности чувствительность ниже и наоборот. При этом порог сравнения соответственно должен изменяться. Он должен быть низким при низкой производительности и высоким при высокой производительности. Что предполагает ручную адаптацию порога сравнения, а значит, чувствительности, под выбранную производительность (режим работы) кормоуборочной техники.

Большинство формующих вальцев, в которых располагается датчик металлодетектора (рис. 1), имеют в своей конструкции ферромагнитные включения (области деформации немагнитной стали, сварные швы и т. д.), что приводит к возникновению заметных помех и затрудняет детектирование посторонних предметов, поступающих вместе с кормомассой в измельчитель.

При вращении валцов с частотой ω частота появления помех, вызванных сварными швами формирующих лопастей будет в n (количество лопастей вальца) раз выше, т. е. скорость изменения магнитного потока увеличится в n раз.

В случае использования в качестве чувствительных элементов металлодетектора индукционных катушек ЭДС помехи ($E_{\text{п}}$) наводимая в них будет в силу закона электромагнитной индукции увеличена в n раз.

$$E_{\text{п}} \sim \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi(n\omega)}{dt},$$

где n – количество формирующих лопастей.

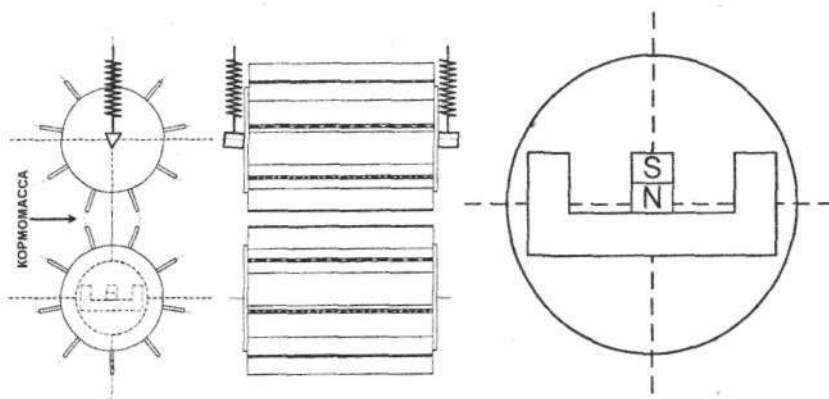


Рис. 1. Система формирующих валцов

Таким образом, на выходе металлодетектора наряду с полезным сигналом будет присутствовать в n раз увеличенный сигнал помехи, затрудняющий задачу корректного детектирования.

Избавиться от перечисленных недостатков позволяет использование в качестве чувствительных элементов металлодетектора гальваномагнитных датчиков, эквидистантно расположенных на полюсах постоянных магнитов по всей ширине технологического продукта (рис. 2).

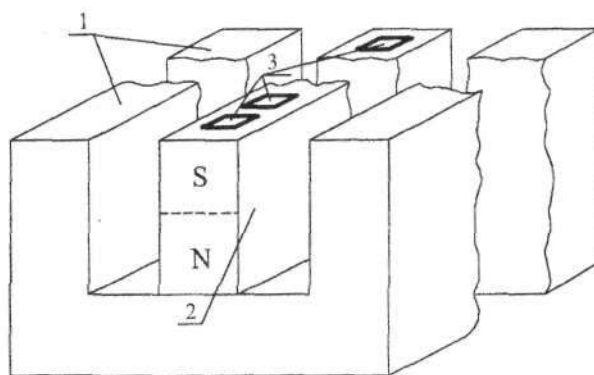


Рис. 2. Расположение гальваномагнитных элементов на полюсах магнитов: 1 – сердечник; 2 – постоянные магниты; 3 – гальваномагнитные элементы

Такое решение позволяет улучшить постоянство чувствительности металлодетектора по всей ширине контролируемой области, так как благодаря линейности характеристик гальваномагнитных датчиков устраняется причина возникновения «зон провалов», обеспечивается неизменность чувствительности к скорости прохождения детектируемого ферромагнитного предмета через зону контроля и снижается уровень помех, создаваемых сварными швами и неоднородностями формующих валцов (ЭДС помехи при использовании гальваномагнитных датчиков будет в n раз меньше, чем при использовании индукционных катушек).

Металлодетектор для защиты рабочих органов кормоуборочной техники (рис. 3) работает следующим образом.

Гальваномагнитные датчики 3 расположены на полюсе постоянного магнита 2 и преобразуют уровень индукции магнитного поля, созданного постоянным магнитом 2 и П-образным магнитопроводом, совместно образующими систему создания постоянного магнитного поля 1 по всей ширине потока технологического продукта, в напряжение, поступающее на вход блока оценки 4.

Стрелкой показано направление движения потока технологического продукта. Полученное напряжение усиливается и смещается в усилителе 5. Фильтром 6 осуществляется частотная селекция спектра полезного сигнала.

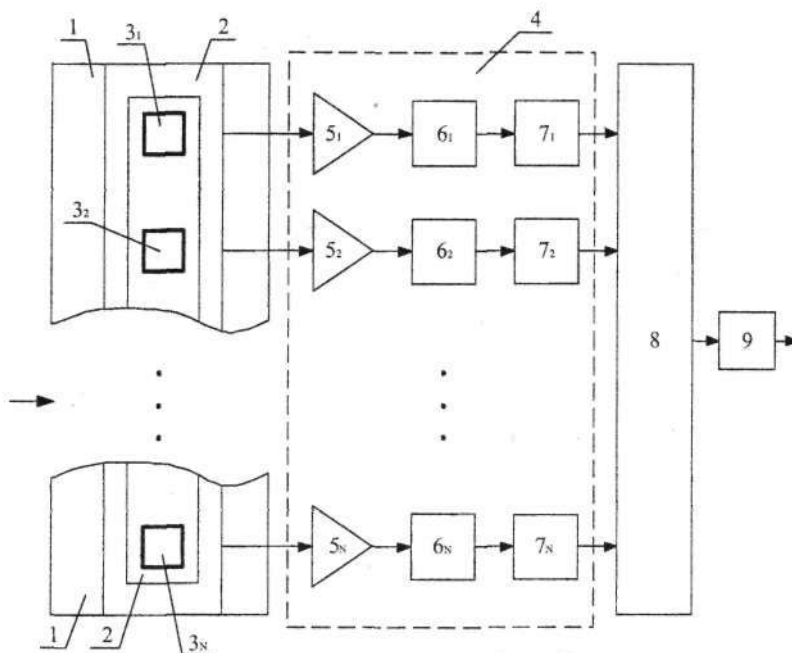


Рис. 3. Структурная схема металлодетектора

Отселектированный полезный сигнал подается на вход порогового элемента 7, в котором осуществляется сравнение его амплитуды с пороговым напряжением, по результатам которого выдается сигнал на логический элемент ИЛИ 5. От значения порогового напряжения зависит чувствительность металлодетектора.

При появлении в потоке технологического продукта ферромагнитного тела изменяется уровень индукции магнитного поля, что ведет в итоге к изменению уровня напряжения на входе порогового элемента 7. Если этот уровень превышает пороговое напряжение, то на выходе порогового элемента 7 появляется высокое напряже-

ние, воспринимаемое логическим элементом ИЛИ 8 как логическая единица, на выходе последнего также появляется высокий уровень, который приводит к срабатыванию исполнительного органа 9, результатом чего является останов вальцев питателя комбайна.

В данном техническом решении изменение уровня напряжения на входе порогового элемента 7 не зависит от скорости прохождения ферромагнитного тела, т. е. от скорости потока технологического продукта, в котором он может находиться. Откуда следует, что изменять уровень порогового напряжения - чувствительности, в зависимости от производительности нет необходимости.

Таким образом, использование гальваномагнитных элементов позволяет добиться независимости чувствительности металлодетектора от производительности сельскохозяйственной техники.