

# ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПОТОКЕ КОРМОВОЙ МАССЫ В КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКЕ

**М. А. Кулакова**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Д. В. Соболев

В настоящее время вследствие повышения производительности возрастают требования к качеству современной сельскохозяйственной кормоуборочной техники.

При уборке кормовых культур трудности зачастую создают металлические (ферромагнитные) предметы (болты, гайки, лом), в достаточном количестве присутствующие (как показывает практика) на полях отечественных сельскохозяйственных угодий.

Минуя существующие системы защиты и попадая в измельчающий барабан, они приводят к долговременному выходу из строя той или иной единицы кормоуборочной техники, что в условиях «гонки за урожаем» ведет к простоям техники, увеличению времени уборочной компании, а также к финансовым затратам.

Работа практически всех существующих в настоящее время металлодетекторов, таких, как John Deere (США), Claas (Германия) (Комбайны Claas, Jaguar, John Deere, Kemper) в качестве защиты режущего аппарата кормоуборочной техники основана на использовании в качестве чувствительных элементов индукционных катушек, расположенных на системе постоянных магнитов и при помощи гальваномагнитных элементов.

На комбайнах западных фирм данная проблема решается путем использования качественных немагнитных материалов с максимально низкими значениями электропроводности и высокотехнологичных способов их обработки (резки, сварки). Отечественные подобные разработки получают со значительно худшими параметрами, чем у зарубежных конкурентов. В результате чего возникают частые ложные срабатывания защитного механизма, что приводит к заминкам в работе по уборке урожая.

Для равномерного продвижения кормомассы в измельчитель в сельскохозяйственной технике используется формующая система, состоящая из 2-х или 4-х валцов. В некоторых зарубежных новинках используются 6-валцовые системы. Верхние валцы таких систем, как правило, подпружинены (рис. 1).

Датчик металлодетектора располагается в нижнем (со стороны подачи скошенной массы) формующем валце, что исключает его влияние на прохождение кормомассы и обеспечивает своевременное обнаружение металлических (ферромагнитных) предметов.

Датчик металлодетектора представляет собой систему создания постоянного магнитного поля, на которой располагаются чувствительные элементы.

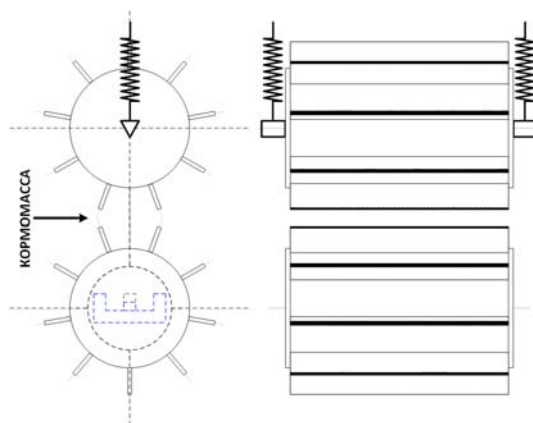


Рис. 1. Система формующих валцов

Существующие металлодетекторы в качестве чувствительных элементов, в которых используются индукционные катушки, в большинстве своем отличаются формой сердечника (Ш-образная, Т-образная), количеством катушек (одна или несколько), количеством постоянных магнитов (один сплошной или составные) и их углом намагниченности.

Улучшить постоянство чувствительности металлодетектора по всей ширине контролируемой области позволяет использование в качестве чувствительных элементов гальваномагнитных датчиков, так как благодаря линейности характеристик гальваномагнитных датчиков, устраняется причина возникновения «зон провалов» и обеспечивается неизменность чувствительности к скорости прохождения детектируемого ферромагнитного предмета через зону контроля за счет того, что полоса пропускания гальваномагнитных датчиков находится на уровне нескольких сотен килогерц.

Датчик металлодетектора представляет собой Ш-образный магнитовод (рис. 2), на центральной верхней грани которого расположены 16 элементов Холла.

Продвигаясь к измельчителю, кормомасса проходит через систему формующих валцов. Как правило, металлодетектор закреплен в первом нижнем со стороны подачи технологического продукта формующем валце.

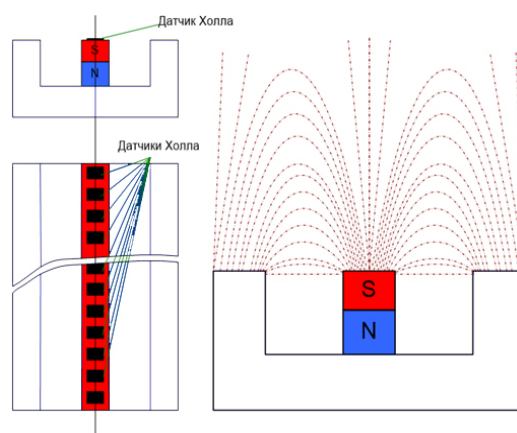


Рис. 2. Расположение элементов Холла в датчике металлодетектора

В создаваемом постоянном магнитном поле располагаются гальваночувствительные элементы, обеспечивающие равномерную чувствительность металлодетектора по всей ширине хода технологического продукта.

При появлении постороннего ферромагнитного тела в зоне действия постоянного магнитного поля изменяется поток, пронизывающий расположенный в соответствующей части магнитной системы гальваномагнитный чувствительный элемент.

В настоящее время нейронные сети являются одним из самых эффективных методов анализа данных. В теории нейронных сетей термин «обучение» был определен Дж. Менделем и Р. Маклареном как процесс, в котором параметры сети настраиваются посредством воздействия, оказываемого средой, в которой находится эта сеть [2].

С помощью программного комплекса были получены записи обучающей выборки (рис. 3), которые используются для проведения вычислительного эксперимента.

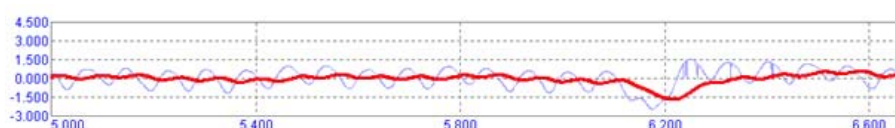


Рис. 3. Запись выходных сигналов обрабатывающей схемы при детектировании ферромагнитного предмета

Из графика на рис. 3 видно, что сигналы расположены примерно на одном уровне, но имеются характерные особенности. Причем характер изменений разный. В той части графика, где датчик металлодетектора не срабатывает, имеется характерная закономерность, но после обнаружения металлических (ферромагнитных) предметов она изменяет свое состояние.

При построении обучающейся системы распознавания, по которой выполняется построение решающих правил классификации, применяется обучающая выборка, содержащая данные о значениях признаков распознаваемых объектов и соответствующих этим объектам классов.

В качестве обучающей выборки используются данные с датчика (рис. 4), в которых можно обнаружить моменты попадания в контролируемую область посторонних металлических (ферромагнитных) предметов.

	Channel-1	Channel-2	Channel-3	Channel-4	Channel-5	Channel-6	Channel-7	Channel-8	Channel-9
0	-0.110172	0.175481	0.180364	-0.017395	0.224311	-0.346995	0.046083	-0.332347	0.0704978
0.0010666	-0.178533	0.0607318	0.0558489	-0.110172	0.151067	-0.532548	-0.046693	-0.449538	-0.002746
0.0021333	-0.266427	-0.022278	-0.051576	-0.237129	0.0704978	-0.571612	-0.105289	-0.55208	-0.159001
0.0032	-0.381176	-0.134587	-0.100406	-0.320139	-0.017395	-0.805994	-0.198065	-0.63509	-0.27131
0.0042666	-0.449538	-0.27131	-0.242012	-0.42024	-0.100406	-0.959807	-0.300607	-0.757164	-0.346995
0.0053333	-0.513016	-0.376293	-0.361644	-0.556963	-0.178533	-0.993988	-0.356761	-0.906095	-0.517899
0.0064	-0.620441	-0.459304	-0.410474	-0.649739	-0.276193	-1.16977	-0.439772	-1.01352	-0.63509
0.0074666	-0.688803	-0.600909	-0.55208	-0.727866	-0.376293	-1.2772	-0.55208	-1.11118	-0.688803

Рис. 4. Снимок окна выходных сигналов обрабатывающей схемы при детектировании ферромагнитного предмета

В соответствии с современными тенденциями развития кормоуборочной техники блок управления основными агрегатами и механизмами реализуется на одноплатном компьютере, ресурсы которого задействованы не в полном объеме. Применение

же самообучающихся систем на основе нейронных сетей в перспективе позволит повысить производительность техники за счет увеличения скорости и точности принятия решения.

#### Л и т е р а т у р а

1. Карпов, В. А. Металлодетектор для кормоуборочной техники с использованием гальванических элементов / В. А. Карпов, Д. В. Соболев // Электроника инфо : науч.-техн. журн. – 2016. – № 12. – С. 59–61.
2. Mende, J. M. Reinforcement-learning control and pattern recognition systems / J. M. Mendel, R. W. McLaren // Adaptive, Learning and Pattern Recognition Systems: Theory and Applications. – NY : Academic Pres, 1970. – P. 287–318.