3. MAX481/483/485/487–491/1487 Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers. – URL: https://www.analog.com/en/products/max485.html (date of access: 20.03.2026).
4. MC33063A, MC34063A 1.5-A Peak Boost/Buck/Inverting Switching Regulators. – URL: https://www.ti.com/product/MC33063A (date of access: 20.03.2026).
5. LM1117 800-mA Low-Dropout Linear Regulator. – URL: https://www.ti.com/product/LM1117 (date of acces: 20.03.2026).

ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНЫЯ ДАСЛЕДАВАННІ І НАПРАМКІ ЎДАСКАНАЛЕННЯ ІНДУКЦЫЙНАГА МЕТАЛАДЭТЭКТАРА КАРМАЗБІРАЛЬНАГА КАМБАЙНА

Дз. С. Калеснік, Ів. Іг. Сутарма

Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухога», Рэспубліка Беларусь

Навуковыя кіраўнікі: У. А. Карпаў, Л. А. Захаранка, Ю. В. Крышнеў

Прадстаўлены методыка і вынікі натурных выпрабаванняў макетнага ўзору індукцыйнага металадэтэктара на кармазбіральным камбайне «Палессе-800», а таксама перспектыўныя напрамкі ўдасканалення прылады.

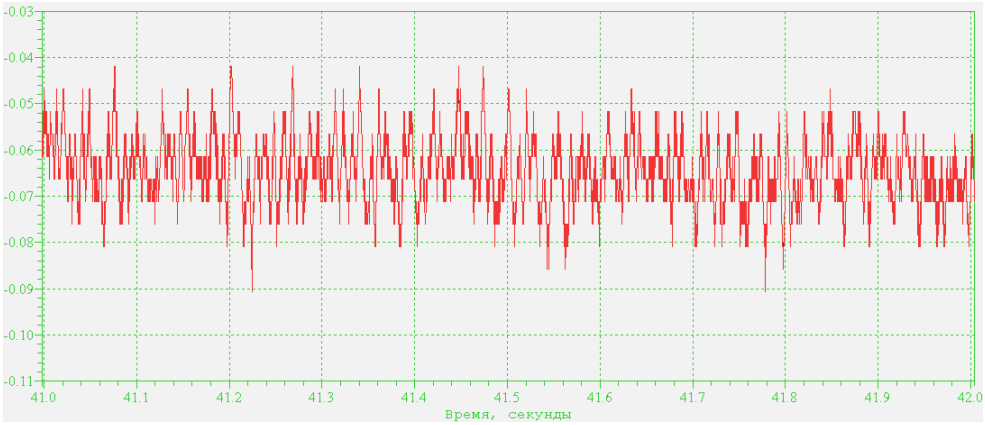
Ключавыя словы: металадэтэктар, кармазбіральны камбайн, натурныя выпрабаванні, перашкодаўстойлівасць, эпаксідны кампаунд, лічбавая апрацоўка сігналаў, эканамічны эфект.

Любая новаразробленая вымяральная прылада, прызначаная для ўсталёўкі на мабільную сельскагаспадарчую тэхніку, мае патрэбу ў праверцы працаздольнасці ў рэальных умовах эксплуатацыі. Кармазбіральны камбайн з’яўляецца крыніцай значных электрамагнітных і вібрацыйных перашкод: работа электрарухавікоў, сістэмы запальвання, а таксама вярчэнне фарміруючых вальцоў ствараюць наводкі, здольныя выклікаць ілжывае спрацоўванне металадэтэктара або, наадварот, знізіць яго адчувальнасць да рэальнага аб'екта. Таму натурныя выпрабаванні макетнага ўзору з’яўляюцца неабходным этапам распрацоўкі, які пацвярджае правільнасць прынятых схематэхнічных рашэнняў [1–3].

Выпрабаванням падвяргаўся макетны ўзор індукцыйнага датчыка рамачнага тыпу з павышанай вібраўстойлівасцю: катушкі ўзбуджальнай і сігнальных абмотак разам з магнітаправодам залітыя эпаксідным кампаундам, што выключае іх узаемнае зрушэнне пры вібрацыі. Апрацоўваючая схема выканана па функцыянальнай схеме, якая ўключае генератар сінусоідных калыханняў, узмацняльнік магутнасці, блок кампенсацыі, абіральны ўзмацняльнік, фазаадчувальны выпрамнік і фільтр ніжніх частот. Выпрабаванні праводзіліся на кармазбіральным камбайне «Палессе-800» на доследна-палявой базе выпрабавальнага цэнтра НТЦК ААТ «Гомсельмаш».

Мэта выпрабаванняў – праверка адчувальнасці металадэтэктара і ацэнка ўзроўню перашкод пры рабоце вальцоў пры іх вярчэнні. Методыка выпрабаванняў уключала наступныя этапы: датчык усталёўваўся ў прыёмным акне камбайна; абмотка ўзбуджэння засілкоўвалася ад генератара частатой 10 кГц токам 500 мА; выходны сігнал апрацоўваючай схемы кантраляваўся асцылографам і дакументаваўся электронным самапісцам. Запіс сігналу праводзіўся ў чатырох рэжымах: пры выключаным рухавіку (тэст на адчувальнасць), пры працуючым рухавіку без вярчэння вальцоў, пры вярчэнні вальцоў на мінімальных і на максімальных абаротах.

Запіс выходнага сігнала металадэтэктара пры працуючым рухавіку камбайна паказан на мал. 1.



Мал. 1. Запіс выходнага сігнала металадэтэктара пры працуючым рухавіку камбайна

Вынікі выпрабаванняў, прыведзеныя ў табліцы, паказалі значнае зніжэнне ўзроўню перашкод у параўнанні з папярэднім макетным узорам металадэтэктара, пабудаваным на аснове элементаў Холла.

Вынікі выпрабаванняў макетнага ўзору індукцыйнага металадэтэктара

Рэжым работы	**Узровень перашкод**		**Зніжэнне перашкод, разоў**
	Стары ўзор МД, В	**Новы ўзор МД, В**	
Пры рабоце рухавіка	± 0,20	± 0,004	50
Вальцы, мін. абароты	± 1,20	± 0,04	30
Вальцы, макс. абароты	± 1,60	± 0,06	26

Як бачна з прыведзеных даных, прымяненне дыферэнцыяльнага ўключэння сігнальных абмотак, абіральнага ўзмацнення і сінхроннага (фазаадчувальнага) дэтэктавання дазволіла знізіць узровень перашкод ад электраабсталявання і вярчаючыхся вальцоў камбайна ў 26–50 разоў. Гэта пацвярджае, што адчувальнасць распрацаванай прылады, у адрозненне ад аналагаў на пастаянных магнітах, практычна не залежыць ад хуткасці руху кармавой масы і не патрабуе ручной падладкі парога спрацавання пад рэжым работы камбайна.

Па выніках выпрабаванняў вызначаны перспектыўныя напрамкі далейшага ўдасканалення прылады. Прымяненне лічбавай апрацоўкі сігналаў на базе мікракантролера або лічбавага сігнальнага працэсара (ЛСП) дазволіць рэалізаваць адаптыўныя алгарытмы фільтрацыі і аўтаматычную наладку парога спрацоўвання. Распрацоўка шматканальнай сістэмы з месцаваннем некалькіх датчыкаў па шырыні захопу камбайна дасць магчымасць не толькі выяўляць метал, але і вызначаць яго становішча ў патоку кармавой масы. Інтэграцыя прылады з CAN-шынай камбайна забяспечыць аўтаматычную змену рэжыму работы (рэверс, спыненне падачы) без удзелу аператара. Важным вынікам работы з'яўляецца і тое, што адмова ад дарагакаштоўных немагнітных матэрыялаў і складаных зварачных тэхналогій робіць прапанаваную прыладу эканамічна абгрунтаванай і больш тэхналагічнай у вытворчасці ў параўнанні з існуючымі аналагамі.

Асобнай увагі заслугоўвае эканамічны складнік распрацоўкі. Замена дарагакаштоўнай немагнітнай нержавеючай сталі і дарагакаштоўных зварачных тэхналогій (якія не парушаюць немагнітнасці матэрыялу) на тыпавыя канструкцыйныя матэрыялы рамкі датчыка, а таксама прымяненне даступнай элементнай базы апрацоўваючай схемы (аперацыйныя ўзмацняльнікі агульнага прымянення, інтэгральны ўзмацняльнік магутнасці TDA2030, камутатар К590КН4), дазваляюць істотна знізіць сабекошт вырабу металадэтэктара ў параўнанні з існуючымі аналагамі. З улікам таго, што прадпрыемствы, якія выпускаюць кармазбіральную тэхніку (у прыватнасці, ААТ «Гомсельмаш»), зацікаўлены ў зніжэнні кошту камплектуючых без страты надзейнасці абароны рэжучага апарата, эканамічная абгрунтаванасць прапанаванага тэхнічнага рашэння істотна павышае перспектывы яго ўкаранення ў серыйную вытворчасць.

Такім чынам, натурныя выпрабаванні пацвердзілі працаздольнасць і высокую перашкодаўстойлівасць распрацаванага індукцыйнага металадэтэктара, а прапанаваныя напрамкі мадэрнізацыі задаюць перспектыву для далейшага павышэння яго эксплуатацыйных характарыстык.

Літаратура

1. Патент BY 7438, МПК G 01R 33/02, A 01D 75/00 (2006.01). Металлодетектор для кормоуборочной техники : № u 20101086 : заявлено 31.12.10 : опубл. 30.06.11 / Карпов В. А., Соболев Д. В., Ростокина О. М. ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – URL: https://elib.gsty.by/handle/220612/231 (дата обращения: 10.07.2026).
2. Соболев, Д. В. Металлодетектор для защиты рабочих органов кормоуборочной техники / Д. В. Соболев ; науч. рук. В. А. Карпов // Творчество юных – 2012 : сб. науч. ст. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2012. – С. 163–166.
3. Соболев, Д. В. Металлодетектор на основе элементов Холла / Д. В. Соболев ; науч. рук. В. А. Карпов // Творчество юных – 2013 : сб. науч. ст. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2013. – С. 180–183.
4. Карпов, В. А. Преобразовательная техника : метод. указания к курсовому проектированию по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» днев. и заоч. форм обучения / В. А. Карпов, О. М. Ростокина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 43 с.