

Перспективы дальнейших исследований. З улікам праведзенага аналіза, а таксама сфармуляваных прынцыпаў праграма-тэхнічнай рэалізацыі, можна вылучыць наступныя перспектывы далейшых даследаванняў датычна кожнай мовы, узятай у якасці аб'екта даследавання:

1. Выяўленне асноўных акустычных параметраў: вызначэнне і апісанне асноўных характарыстык акустычных інварыянтаў для фанемных апазіцый; вызначэнне і апісанне тыповых інтанацыйных контураў канкрэтнай мовы.

2. Удасканаленне супрасегментнай транскрыпцыі акустычных кампанентаў інтанацыі для праграма-тэхнічнага кадавання меладычнага малюнку маўлення. Разгляд мэтазгоднасці і магчымасці кадавання дадатковага параметра супрасегментнай транскрыпцыі – тэмбра выказвання.

3. Распрацоўка метадалогіі аналізу: стварэнне інструментаў і спосабаў для вымярэння і аналізу акустычных параметраў, якія характарызуюць фанемныя апазіцыі і супрасегментныя фанетычныя адзінкі канкрэтнай мовы.

4. Распрацоўка метадалогіі сінтэзу: стварэнне інструментаў і спосабаў для сінтэзу маўлення на аснове патокавай функцыянальнай суперпазіцыі акустычных інварыянтаў фанемных апазіцый і акустычных кампанентаў інтанацыі.

5. Распрацоўка праграма-тэхнічных сродкаў для аўтаматычнага распазнавання і сінтэзу маўлення; стварэнне базы даных акустычных інварыянтаў фанемных апазіцый і акустычных кампанентаў інтанацыі канкрэтнай мовы.

Літаратура

1. Борисова, Л. В. Теоретическая фонетика английского языка: учеб. пособие для ин-тов и фак. ин. яз. / Л. В. Борисова, А. А. Метлюк. – Минск : Выш. шк., 1980. – 142 с. : ил.
2. Карневская, Е. Б. Практическая фонетика английского языка на продвинутом этапе обучения: учебник / Е. Б. Карневская, Е. А. Мисурно, Л. Д. Раковская ; под общ. ред. Е. Б. Карневской. – 6-е изд., перераб. – Минск : Аверсэв, 2017. – 411 с. : ил.
3. Cruttenden, Alan. Gimson's Pronunciation of English. – 8th ed. – Routledge, 2014.
4. Crystal, David. The Cambridge Encyclopedia of the English Language. – 3rd ed. – Cambridge University Press, 2019.
5. Wells, John C. English Intonation: An Introduction. – Cambridge University Press, 2006.
6. Roach, P. English Phonetics and Phonology / P. Roach. – Cambridge, 1990.
7. Sokolova, M. A. [et al.]. English Phonetics. A Theoretical Course. – М., 2004.
8. Айфичер, Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э. Айфичер, Б. Джервис. – 2-е изд., 2004. – 992 с.
9. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – 2-е изд. – М., 2004. – 458 с.
10. Рабинер Л. Р. Теория и применение цифровой обработки сигналов : пер. с англ. / Л. Р. Рабинер, Б. Голд ; под ред. Ю. Н. Александрова. – М. : Мир, 1978. – 637 с.
11. "Signals and Systems" by Michael D. Adams, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Victoria, British Columbia, Canada, Edition 3.0, 2020. – 728 p.

СТРУКТУРА УНУТРЫТРУБНАЙ ПРЫЛАДЫ ПОШУКАВАЙ СІСТЭМЫ ДЛЯ РУХОМЫХ ТЭХНІЧНЫХ ПРЫЛАД НАФАТПРАВОДА

**Анджар Хафід, Ю. В. Крышнёў, А. Я. Запольскі,
С. М. Кухарэнка, А. У. Сахарук**

*Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухого,
Рэспубліка Беларусь*

У артыкуле прадстаўлена структура і прынцыпы работы ўнутрытрубнай прылады пошукавай сістэмы, прызначанай для выяўлення, кіравання і кантролю стану рухомых тэхнічных сродкаў унутры нафтаправодаў. Апісаны архітэктурна-тэхнічныя асаблівасці

мікракантролернага модуля, сілавога каскаду шыротна-імпульснага мадулятара, індуктара, сістэмы сілкавання, рэзервовага элемента і модуля бесправдайнай сувязі. Прылада дазваляе фарміраваць розныя віды пеленгацыйных сігналаў (сінусоідныя з імпульсна-кодавай і фазавай маніпуляцыяй), рэалізоўваць энергаэфектыўнае кіраванне, а таксама ажыццяўляць дыстанцыйную канфігурацыю праз Bluetooth. Прыведзены разліковыя суадносіны для выбару кампанентаў, апісаны тэхнічныя характарыстыкі і рэжымы работы. Рэалізацыя прапанаваных рашэнняў забяспечвае высокую надзейнасць, аўтаномнасць і дакладнасць пошуку тэхнічных прылад унутры трубаправода.

Ключавыя словы: унутрытрубная прылада, пошукавая сістэма, мікракантролер, індуктар, шыротна-імпульсная мадуляцыя, Bluetooth, пеленгацыйны сігнал, фазавая маніпуляцыя, імпульсна-кодавая маніпуляцыя, энергаэфектыўнасць, рэзервовае сілкаванне.

STRUCTURE OF IN-PIPE DEVICE OF SEARCH SYSTEM FOR MOBILE TECHNICAL DEVICES OF OIL PIPELINES

Andzhar Hafid, Yu. V. Kryshneu, A. Ya. Zapolski,
S. M. Kukharenka, A. Ul. Sakharuk

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

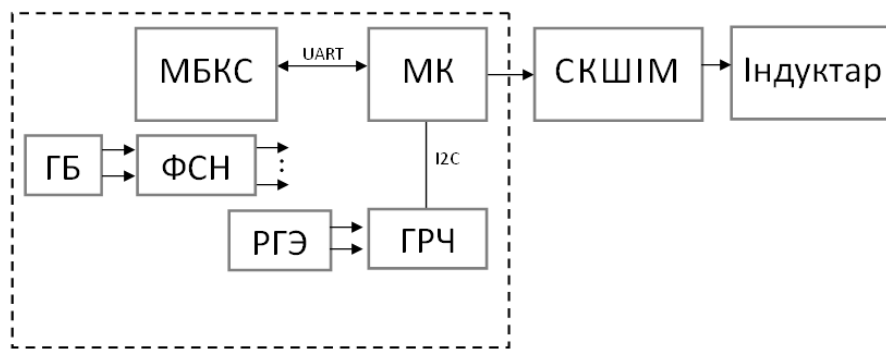
The article presents the structure and operating principles of an in-pipe device for a search system designed to detect, control, and monitor the condition of mobile technical means inside oil pipelines. Architectural and technical features of the microcontroller module, PWM power stage, inductor, power supply system, backup element, and wireless communication module are described. The device enables the generation of various types of direction-finding signals (sinusoidal with pulse-code and phase manipulation), implements energy-efficient control, and allows remote configuration via Bluetooth. Calculation relationships for component selection are provided, along with technical specifications and operating modes. Implementation of the proposed solutions ensures high reliability, autonomy, and accuracy in locating technical devices inside pipelines.

Keywords: in-pipe device, search system, microcontroller, inductor, pulse-width modulation (PWM), Bluetooth, direction-finding signal, phase manipulation, pulse-code manipulation, energy efficiency, backup power.

Структура ўнутрытрубнай прылады (УП) пошукавай сістэмы для рухомах тэхнічных прылад нафтаправода прыведзена на мал. 1. Мікракантролер (МК) задае форму сігнала, які пры дапамозе сілавога каскада шыротна-імпульснага мадулятара (СКШІМ) пераўтвараецца ў электрычныя калыханні з зададзенымі параметрамі выхадной магутнасці. Пры дапамозе індуктара электрычныя калыханні пераўтвараюцца ў прапарцыянальны пераменны магнітны струмень, які ў інфармацыйным сэнсе з'яўляецца пеленгацыйным сігналам у пошукавай сістэме. У схеме УП, з мэтай сумяшчальнасці з раней выкананымі распрацоўкамі, прадугледжаны два асноўныя рэжымы фарміравання сігналаў:

– фарміраванне сінусоідных сігналаў з імпульсна-кодавай маніпуляцыяй (колькасць перыядаў сінусоіднага сігнала частаты 22 Гц і колькасць перыядаў паўзы задаецца ад ПЭВМ з дапамогай бесправднага канала сувязі на аснове Bluetooth);

– фарміраванне фазаманіпуляваных сігналаў, у якіх правіла кадавання задаецца 2-узроўневай кодавай паслядоўнасцю (даўжыня і код паслядоўнасці задаецца ад ПЭВМ з дапамогай бесправднага канала сувязі на аснове Bluetooth).



Мал. 1. Структурная схема унутрытрубнай прылады пошукавай сістэмы (трансмiтара):

МК – мікракантролер; СКШИМ – сілавы каскад шыротна-імпульснага мадулятара; МБКС – модуль бесправднага канала сувязі на аснове Bluetooth; ГБ – гальванічная батарэя; ФСН – фарміравальнік сілкуючых напружанняў; РГЭ – рэзервовы гальванічны элемент; ГРЧ – мікрасхема-гадзіннік рэальнага часу

Шпуля магнітнага індуктара ўнутрытрубнай прылады прызначана для фарміравання электрамагнітнага поля перадаванага сігналу. Канструктыўна шпуля выканана ў выглядзе цыліндрычнай абмоткі на каркасе з растуленым ферамагнітным стрыжнем [1–3]. Каркас шпулі выраблены з палімернага матэрыялу, па чарцяжы, прадстаўленым на мал. 2, а. Абмотка шпулі выканана медным абмотачным провадам маркі ПЭВ-2 з дыяметрам токаводчай жылы 1 мм, намотка ажыццяўлялася двума паралельнымі правадамі. Абмотка выкладзена ў каркас чатырнаццаццю слямі па 32 віткі ў кожным. У выніку абмотка змяшчае 448 віткоў. Знешні выгляд шпулі пасля намоткі паказаны на мал. 2, б.

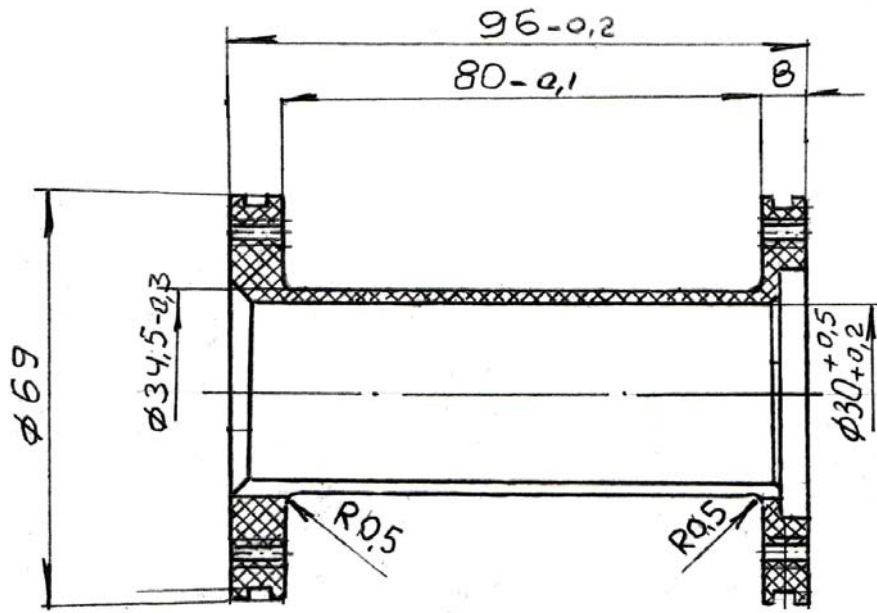
Мікракантролерны модуль (мал. 1) прызначаны для кіравання рэжымамі работы ўнутрытрубнай прылады пошукавай сістэмы. Модуль павінен забяспечваць наступныя функцыі [4]:

- фарміраваць кіруючы сігнал для індуктара (пеленгацыйны сігнал трансмітара);
- дазваляць задаваць алгарытм работы ўнутрытрубнай прылады з ПК з выкарыстаннем бесправднага канала сувязі;
- кантраляваць стан асноўнай гальванічнай батарэі ГБ і рэзервовага гальванічнага элемента РГЭ;
- ажыццяўляць адключэнне сілкавання пры дасягненні зададзенага нізкага ўзроўню напружання на асноўнай гальванічнай батарэі ГБ.

Акрамя гэтых функцый, адным з асноўных патрабаванняў да дадзенага модуля з’яўляецца нізкае энергаспажыванне.

Тэхнічныя характарыстыкі мікракантролернага модуля:

- напружанне сілкавання: 6–24 В;
- спажываны ток: < 10 мА;
- канал сувязі з ПК: Bluetooth 2.0;
- дакладнасць задання часовай кропкі: 1 с;
- максімальны часавы інтэрвал паміж часавымі кропкамі: 30 сутак;
- аналагавы інтэрфейс: ШІМ.



a)



б)

Мал. 2. Каркас шпулі індуктара (а),
знешні выгляд індуктара пасля намоткі (б)

Асноўная гальванічная батарэя (ГБ) забяспечвае сілкаваннем усю ўнутры-трубную прыладу, уключаючы перадаючую частку. Дадзены модуль дазваляе выкарыстоўваць розныя тыпы батарэй з дыяпазнам напружанняў 6–24 В.

Фарміравальнік сілкуючых напружанняў (ФСН) рэалізаваны на аснове імпульснага пераўтваральніка напружанняў і прызначаны для забеспячэння сілкаваннем усіх частак унутрытрубнай прылады. Як ужо было адзначана, сілкавальнае напружанне ад ГБ можа змяняцца ў даволі шырокіх межах, а сілкаванне ўсіх частак модуля павінна падтрымлівацца на ўзроўні 3,3 В. Акрамя гэтага, модуль павінен быць энергаэфектыўным: імпульсны пераўтваральнік павінен мець высокі ККД. Гэта дасягаецца за кошт выкарыстання высокай частаты пераўтварэння, а таксама малага ўласнага спажывання на ўсім магчымым дыяпазоне ўваходнага напружання.

Мікракантролер прызначаны для кантролю і кіравання ўсімі складовымі часткамі модуля. Зыходзячы з патрабавання нізкага спажывання, ён павінен забяспеч-

ваць максімальную прадукцыйнасць пры малых токах спажывання, а таксама мець шырокі набор інструкцый па кіраванні рэжымамі энергаашчаджэння.

Гадзіннік рэальнага часу (ГРЧ) прызначаны для сінхранізацыі пераключэння рэжымаў у адпаведнасці з заданай праграмай. Яго сілкаванне ажыццяўляецца ад рэзервовага гальванічнага элемента РГЭ, не звязанага з агульным сілкаваннем ўсяго модуля. Такая рэалізацыя дазваляе вырабляць адлік часу нават пры адключэнні асноўнага сілкавання. Пры дасягненні заданай часовай кропкі, ГРЧ фарміруе перапыненне, якое перадаецца мікракантролеру, сігналізуючы аб тым, што неабходна ажыццявіць наступнае пераключэнне рэжыму работы прылады.

Модуль бесправаднага канала сувязі (МБКС) прызначаны для падлучэння МК да ПК (альбо планшэта) і прыёму канфігурацыйнай інфармацыі.

Як асноўную функцыю МК фарміруе двухканальны сігнал шыроўна-імпульснай мадуляцыі (ШІМ), які перадаецца далей на сілавы каскад (узмяцняльнік магутнасці), у ланцуг індуктара. З дапамогай змены параметраў ШІМ паводле заданых законаў, на індуктары ствараецца патрэбная форма пеленгацыйнага сігнала (сіносоідны сігнал з імпульсна-кодавай маніпуляцыяй або фазаманіпуляваны сігнал). Вывады абодвух каналаў і сігналы кіравання сілавым каскадам ШІМ падключаюцца да выхаднага канэктара мікракантролернага модуля.

Літэратура

1. Вонсовский, С. В. Магнетизм / С. В. Вонсовский. – М. : Наука, 1971.
2. Дударев, М. С. Исследование частотной зависимости магнитной проницаемости ферромагнитных изделий : авторефер. дис. ... канд. техн. наук / М. С. Дударев ; РАН Урал. отд-ние, Ин-т физики металлов, Екатеринбург, 1999.
3. Сердечники для катушек индуктивности и трансформаторов, используемых в аппаратуре дальней связи. Ч. 1. Методы измерений : ГОСТ 29004-91.
4. Крышнев Ю. В. Система поиска, управления и контроля состояния внутритрубного герметизатора / Ю. В. Крышнев, Э. М. Виноградов, В. О. Старостенко [и др.] // Доклады 1 част Sixth scientific conference with international participation and exhibition «the civil protection» 2011 – София : Акад. на МВР, 2011. – С. 50–55.