

ПРАЕКТАВАННЕ БЕСПРАВАДНОГА КАНАЛА СУВЯЗІ ДЛЯ КІРАВАННЯ КЛАПАНАМ КІРУЕМАГА ЎНУТРЫТРУБНАГА ГЕРМЕТЫЗАТАРА

**Ю. В. КРЫШНЕЎ, В. М. ГАРБУЗ, В. А. СТАРАСЦЕНКА,
С. М. КУХАРЭНКА, Л. А. ЗАХАРАНКА, Э. М. ВІНАГРАДАЎ,
А. У. САХАРУК, М. В. СТАЛБОЎ, В. М. ЛУКАШОЎ**

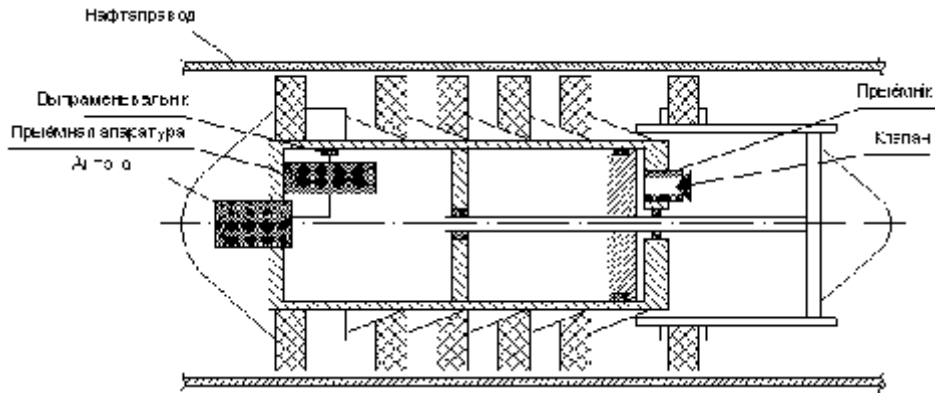
*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Кіруемы ўнутрытрубны герметызатар (КУГ) выкарыстоўваецца на нафтаправо-дах пры правядзенні рамонтных работ, у выпадках, калі неабходна ізаляваць аварыйны-ны частак трубы ад астатняй масы нафты, каб утрымаць яе гідрастатычны ціск.

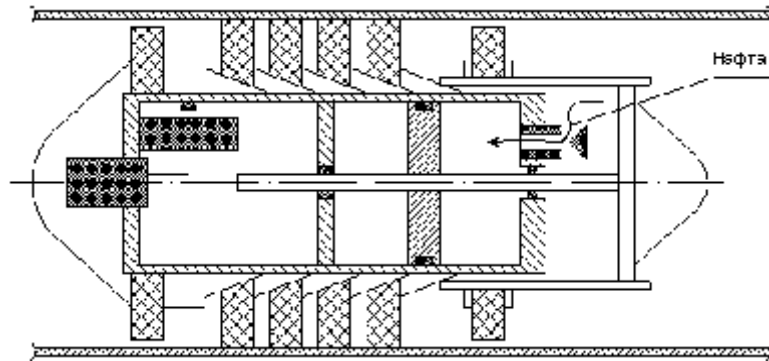
Прынцып работы стандартнага метаду герметызацыі заключаецца ў наступных працэсах, якія мы прапануем разгледзіць для далейшага параўнання. Герметызатар разам з патокам нафты рухаецца па трубаправодзе да месца перакрыцця. Як толькі герметызатар дасягне месца перакрыцця, паток нафты павінен спыніцца за кошт спрацоўвання герметызатора, які утрымлівае гідрастатычны ціск слупа нафты на час правядзення рамонтных работ на трубаправодзе. Пры запуску працэсу герметызацыі павышаны ціск прарывае спецыяльную мембрану, і нафта паступае ў спецыяльны гідрацыліндр (мал. 1). Па меры запаўнення аб'ёму гідрацыліндра нафтай адбываецца паступальны рух штока, цвёрда механічна звязаных з ім поліўрэтанавых абшывак, якія размешчаны па знешняму дыяметру герметызатара. Ва ўмовах, калі помпавыя агрэгаты адключаны, за кошт трэння зрушаных па конусных накіравалым абшывак аб унутраную паверхню трубы, герметызатар фіксуецца ў нафтаправодзе. У выніку, пасля дэмантажу аварыйнага ўчастка трубаправада мінімізуюцца страты нафтапра-дукту і прадухіляецца забруджванне навакольнага асяроддзя ад зліву нафты з раман-туемага ўчастка па рэльефе. Пасля завяршэння работ і аднаўлення цэласнасці труба-правада, герметызатар патокам нафты перамяшчаецца ў камеру прыему для выцягвання. Такі метады мае шэраг недахопаў: мембрана можа не прарвацца ціскам, а ўзняты ціск моцна павялічвае знос трубы і павышае верагоднасць прарыву нафты з трубаправада.

Улічваючы ўсе недахопы герметызатара стандартнай канструкцыі, які ўжываецца на нафтаправодзе «Дружба», мы прапануем мадэрнізаваную канструкцыю з на-ступнымі перавагамі [1]:

- павышаны радыус выяўлення (да 11 м);
- запуск працэсу герметызацыі шляхам тэлекіравання электрапрывадам клапана КУГ ад наземнай прылады, без папярэдняга ўздыму ціску ў трубаправодзе, неабходнага для разрыву мембраны ў выпадку некіраванага ўпускнога клапана;
- бесперапынны маніторынг становішча абшывак герметызатара ў працэсе герметызацыі;
- магчымасць замыкання клапана КУГ шляхам рэверсу рухавіка электрапрывада для спрашчэння вымання КУГ з нафтаправада пасля завяршэння рамонтных работ.



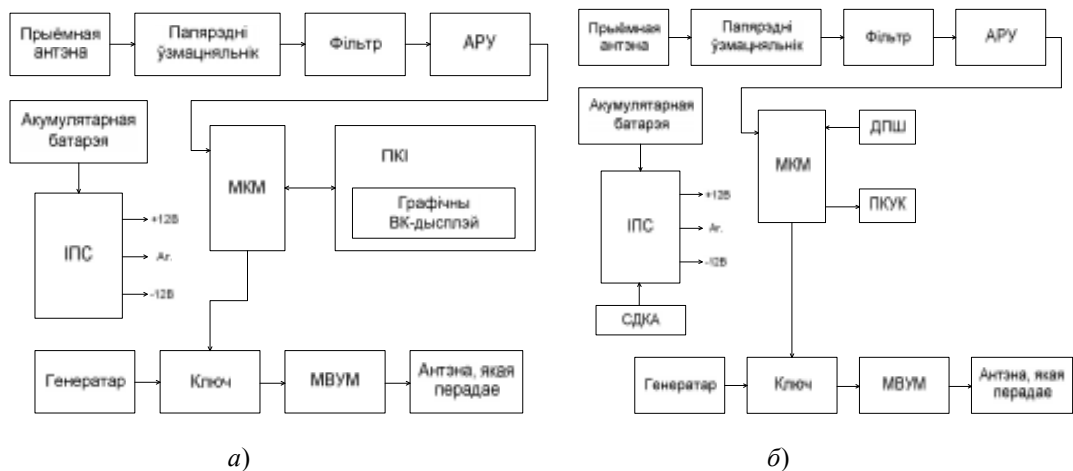
а)



б)

Мал. 1. Конструкция герметизатора с краниваем клапаном: а – герметизатор перемещается по трубе, клапан закрывается; б – после подачи команды клапан открывается, нефть поступает в гидрацилиндр и праштурхуе поршань, расклинуеваючы поліуретанавыя абшыўкі. Таким чынам, труба ў месцы знаходжання КУГ апынаецца перакрытай без ўздыму ціску нафты

На мал. 2 прыведзена структура наземнай і ўнутрытрубнай прылад КУГ.



а)

б)

Мал. 2. Структурныя схемы электронных прылад КУГ: а – наземнай прылады; б – унутрытрубнай прылады: ІПС – імпульсны пераўтваральнік сілкавання; АРУ – схема аўтаматычнага рэгулявання ўзмацнення; ПКІ – пульт кіравання і індывідуальнасці; МВУМ – маставы выбарчы ўзмацняльнік магнутнасці; МКУМ – мікракантролерны модуль; СДКА – схема дыстанцыйнай камутацыі акумулятараў; ДПШ – датчык перамяшчэння штока; ПКУК – прылада кіравання ўпускным клапанам

Конструкция КУГ (мал. 1) показвае, што прыёмная апаратура знаходзіцца ў галаўной частцы герметызатора, а клапан для запаўнення гідрацыліндра – у хвас-тавой частцы. Аднак, у даным варыянце канструкцыі КУГ існуе праблема з сувяззю прыёмнага модуля і

клапана. Тэхналагічна забяспечыць правадное злучэнне досыць складана, так як звонку корпуса герметызатара рухаюцца па распорных конусах поліурэтанавыя абшыўкі, а ў сярэдзіне – поршань у гідрацыліндры. У абодвух вы-падках патрабуецца забяспечыць высокую герметычнасць, таму размяшчэнне пра-водкі ў дадзеных месцах складанае.

Была вылучана гіпотэза, што перадаць каманду на адкрыццё клапана можна бяздротавым спосабам – па гукавым канале. У якасці асяроддзя для перадачы сігнала тут выступае сталёвы корпус герметызатара, які мае таўшчыню 10–12 мм.

Для перадачы і прыёму гукавога сігнала, да корпуса КУГ прымацоўваюцца два п'езаэлектрычных выпраменьвальніка. У эксперыменце выкарыстоўваліся выпраменьвальнікі тыпу ЭП-5. Выпраменьвальнік з боку прыёмнай апаратуры ўзбуджае ў сталі гукавыя хвалі, якія распаўсюджваюцца да выпраменьвальніка на баку клапана. Дзякуючы зваротнаму п'езаэлектрычнаму эфекту пры механічнай дэфармацыі ад гука-вых ваганняў сталёвага корпуса, на выхадах выпраменьвальніка з'яўляецца рознасць патэнцыялаў, прапарцыянальная дэфармацыі. Гэты сігнал узмацняецца з дапамогай узмацняльніка і далей апрацоўваецца з дапамогай лічбавага сігнальнага працэсара.

Для таго, каб павысіць надзейнасць сувязі па канале, у якасці сігналаў выка-рыстаны псеўдавыпадковыя фазаманіпуляваныя сігналы. Дададзеныя сігналы, дзякуючы добрым аўтакарэляцыйным уласцівасцям [2], дазваляюць пазбегнуць ілжы-вых спрацоўванняў клапана ад шуму, вырабляемага герметызатарам пры рушэнні, і старонніх гукаў, і забяспечыць надзейнае спрацоўванне на фоне шумоў пры пера-дачы сігнала на адкрыццё клапана.

У якасці прыярытэтных характарыстык для сістэмы сувязі, якая спрацоўваецца, былі выдзелены: верагоднасць ілжывага спрацоўвання (верагоднасць спрацоўвання карэляцыйнага прыемніка ад шуму пры адсутнасці сігнала на ўваходзе) і верагоднасць непрыёму сігнала (верагоднасць пропуску перадаванага сігнала з прычыны скажэння шумам у канале).

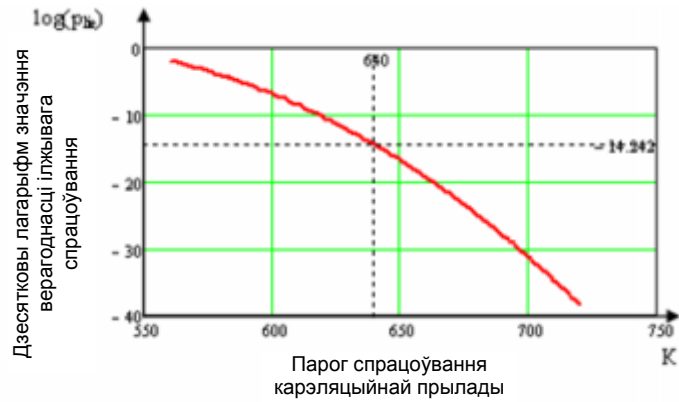
Пры праектаванні канала сувязі даўжыня перадаванага сігнала і значэнне парогу спрацоўвання карэляцыйнай апрацоўкі вызначаліся з меркаванняў:

1) досыць нізкіх значэнняў верагоднасці ілжывага спрацоўвання і верагоднасці непрыёму сігнала пры перадачы;

2) невялікай вылічальнай складанасці карэляцыі доўгіх сігналаў.

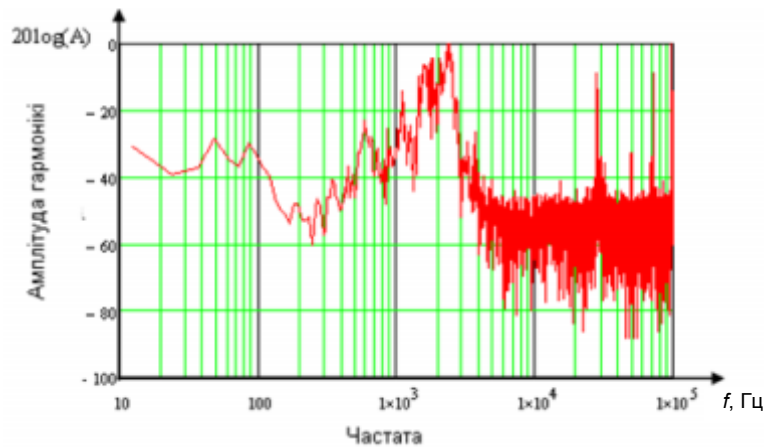
З улікам гэтага даўжыня псеўдавыпадковых сігналаў была абраная роўнай 1023 біт. Пры аналізе залежнасці верагоднасці ілжывага спрацоўвання па формулах, прыведзеных у [3], быў абраны парог спрацоўвання, які роўны 640 правільна прынятым сімвалам. Пры зададзеным значэнні даўжыні псеўдавыпадковага сігнала і парога спрацоўвання верагоднасць непрыёму склала 10^{-3} пры суадносінах «сігнал–шум» на ўваходзе прыемніка 0,2 (магутнасць шуму ў пяць разоў пераўзыходзіць магутнасць сігнала). Верагоднасць ілжывага спрацоўвання карэляцыйнай прылады пры зададзеных параметрах прыемніка складае менш за 10^{-14} (мал. 3).

Нягледзячы на тое, што сістэма сувязі паказала сваю працаздольнасць, пры выпрабаваннях надзейнасць сувязі стала значна ніжэй за разліковую. Пры дачыненні да магутнасцяў сігнала і шуму ў канале, роўным 0,2, верагоднасць непрыёму набліжаецца да адзінкі. Надзейны прыём магчымы толькі пры значэннях адносіны магутнасцяў сігнала і шуму, якія перавышаюць 0,52. Тлумачыцца гэта тым, што п'езаэлектрычныя выпраменьвальнікі маюць вельмі вузкі дыяпазон частот, якія яны прапускаюць. Пры вывучэнні АЧХ канала сувязі намі была ўстаноўлена, што яна з'яўляецца нераўнамернай на ўсім дыяпазоне частот, з відавочна выяўленым узды-мам у дыяпазоне 1,1–1,2 кГц (мал. 4).



Мал. 3. Выбар парога спрацоўвання карэляцыйнага прыёмніка псеўдавыпадковага сігналу ў залежнасці ад верагоднасці ілжывага спрацоўвання

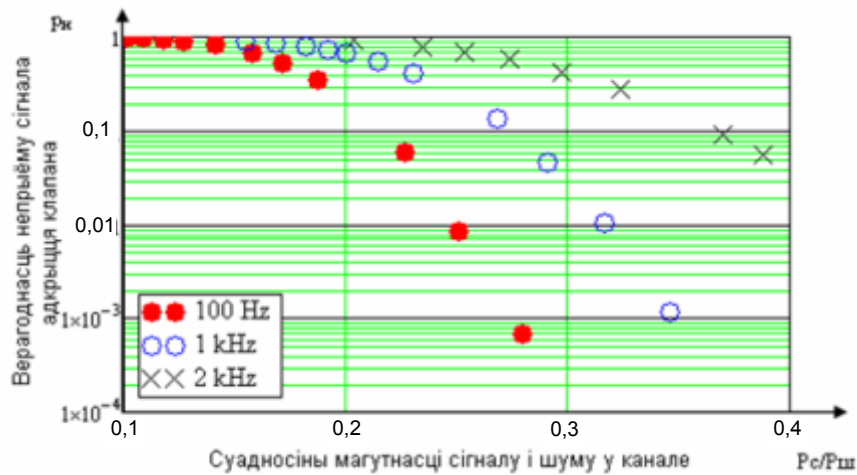
Аналітычна ўсталяваць зніжэнне верагоднасці прыему складанага шумападобнага сігналу, які прайшоў праз канал з ломанай АЧХ, немагчыма [4]. Гэта тлумачыцца тым, што форма сігналу скажаецца, што робіць яго менш адметным на фоне шумоў для карэляцыйнага прыёмніка. Самым эфектыўным шляхам павышэння надзейнасці сістэмы сувязі з'яўляецца ўвядзенне ў канал сувязі прадыскажэння з дапамогай адмысловага эквалайзера, які набліжае форму АЧХ канала да раўнамернай, а ФЧХ – да лінейнай для дыяпазону частот, на якіх перадаецца сігнал. Аднак дадзенае рашэнне з'яўляецца непрамыслова для разгледжанай сістэмы сувязі, так як энергаспажыванне эквалайзера будзе перавышаць энергаспажыванне ўсёй астатняй прыёмнай апаратуры і істотна зніжаць час працы ад акумулятараў.



Мал. 4. АЧХ канала сувязі

Таму была вылучана гіпотэза аб павышэнні надзейнасці сувязі шляхам падбору апорнай частаты фазаманіпуляванага сігналу. Была распрацавана камп'ютарная праграма, якая імітуе працу сістэмы сувязі з улікам характарыстыкі рэальнага канала сувязі.

Вынікі працы праграмы прадстаўлены на мал. 5. Па восі X адкладзены суадносіны магутнасцяў сігналу і шуму ў канале, па восі Y – верагоднасць непрыему сігналу. Даследаванні працы сістэмы праводзіліся на частотах 100 Гц, 1 кГц і 2 кГц. Надзейней за ўсе сістэма працуе пры апорнай частаце фазаманіпуляванага сігналу 100 Гц. У дадзеным выпадку атрымалася дасягнуць надзейнага прыему (верагоднасць непрыёму – 10^{-3}) пры суадносінах «сігнал–шум» – 0,28 (першапачаткова – 0,52). Гэта тлумачыцца наступным. Пры карэляцыйным прыёме вельмі важна нескажоная форма псеўдавыпадковага сігналу. Менш за ўсе сігнал скажаецца, калі ўвесь яго спектр прыпадае на раўнамерны ўчастак АЧХ канала. У канала сувязі АЧХ менш за ўсе нераўнамерная на частотах 10–1000 Гц, што абумоўлівае меншае скажэнне формы сігналу а, такім чынам, больш упэўнены прыём на фоне шумоў у канале карэляцыйнага прыёмніка.



Мал. 5. Вынікі мадэлявання прыему псеўдавыпадковага фазаманіпуляванага сігнала пры розных частотах паднясучай

Вывады

1. Для эфектыўнага выкарыстання псеўдавыпадковых сігналаў неабходна, каб АЧХ канала сувязі была раўнамернай. Так як прыем вядзецца па форме сігнала, то нераўнамерная АЧХ прыводзіць да скажэнняў формы сігнала і пагаршэння прыёму на фоне шуму.

2. Павысіць эфектыўнасць прыёму можна падборам апорнай частаты фазаманіпуляванага псеўдавыпадковага сігнала.

3. Пры выбары апорнай частаты фазаманіпуляванага псеўдавыпадковага сігнала, роўнай 100 Гц, распрацаваная сістэма сувязі можа быць прыменена для кіравання клапанам кіруемага ўнутрытрубнага герметызатара.

Літаратура

1. Y. Kryshneu, L. Zakharanka, E. Vinogradau, A. Khramau, A. Sakharuk, M. Stalbou, V. Starastsenka. The monitoring and control system of the intrapipe sealer // ITELMS'2010. – Materials of 5th International Conference Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems / Panevezys, Lithuania, 2010. – С. 31–36.
2. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – М. : Радио и связь, 1985.
3. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации / под ред. В. Б. Пестрякова. – М. : Совет. радио, 1973. – 424 с.
4. Возенкрафт, Дж. Теоретические основы техники связи / Дж. Возенкрафт, И. Джекобс ; пер. с англ. под ред. Р. Л. Добрушина. – М. : Мир, 1969.

Атрымана 19.12.2011 г.