

Очевидно, что с точностью до $\sim 0,01\%$ значение разделительной емкости C_1 практически не оказывает влияния на модуль коэффициента, а определяется сопротивлением R_1 разделительной цепочки. Значение разделительной емкости C_1 выбирается заведомо больше поляризационной емкости, поэтому небольшое уменьшение эквивалентной емкости C_0 значительно не повлияет на представленные выше рассуждения.

УДК 621.396.94:620.197.5

**РЭАЛІЗАЦЫЯ КАНАЛА СУВЯЗІ
ДЛЯ КАНТРОЛЬНА-ВЫМЯРАЛЬНАГА ПУНКТА СТАНЦЫІ
КАТОДНАЙ АБАРОНЫ ПАДЗЕМНЫХ ТРУБАПРАВОДАЎ
З ПРЫМЯНЕННЕМ КАРОТКАХВАЛЕВАГА ДЫЯПАЗОНУ**

А. Я. Запольскі, А. У. Сахарук, А. С. Мурач, К. А. Пляскач, М. А. Вышыньскі

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

Прааналізаваны магчымасці прымянення радыёсувязі з выкарыстаннем кароткахвалевага дыяпазону для кантрольна-вымяральных пунктаў станцый катоднай абароны падземных трубаправодаў.

Ключавыя словы: станцыя катоднай абароны, кантрольна-вымяральны пункт, радыёсувязь, канал сувязі, КХ, кароткія хвалі.

**IMPLEMENTATION OF A COMMUNICATION CHANNEL
FOR A CONTROL AND MEASURING POINT OF A CATHODIC
PROTECTION STATION FOR UNDERGROUND PIPELINES
USING A SHORT-WAVE RANGE**

A. Y. Zapolski, A. U. Sakharuk, A. S. Murach, K. A. Plyaskach, M. A. Vyshynski

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

In this work, the possibilities of using short-wave radio communication for control and measuring stations of cathodic protection of underground pipelines are analyzed.

Keywords: cathodic protection station, control and measuring point, radio communication, communication channel, SW, short waves.

Агульнае ўладкаванне станцыі катоднай абароны (СКА) падземнага магістральнага трубаправода складаецца з некалькі асноўных вузлоў. Сярод іх катодная ахоўная прылада (КАП), кантрольна-вымяральны пункт (КВП), электрод параўнання і анодны засямляльнік [1, 2].

Галоўная задача КАП – фармаванне адмоўнага патэнцыялу (палярывацыі) ад крыніцы пастаяннага току трубаправода, які падлягае абароне, каб у канчатковым выніку ссунуць патэнцыял аб'екта да значэння, пры якім працэс карозіі зводзіцца да мінімуму або цалкам спыняецца.

Таксама важную задачу выконваюць кантрольна-вымяральныя пункты. Галоўная іх задача – прыём і апрацоўка вымярэнняў велічыні ахоўнага патэнцыялу ў зададзеных кропках, а таксама кантроль за дадзеным узроўнем. Няправільная работа сістэмы катоднай абароны можа прывесці да зваротнага эфекту, у выніку якога будзе назірацца паскоранае электракаразійнае паражэнне аб'екта блукаючымі токамі, а

таксама частковая эрозія глебы на ўчастку трубаправада [2]. Дадзеныя акалічнасці абгрунтоўваюць важнасць пастаяннага кантролю работы СКА.

Пералічаныя вузлы сумесна з электродамі параўнання і аноднымі заземляльнікамі забяспечваюць эфектыўную абарону металічных аб'ектаў ад каразійнай паразы [1, 2].

У сучасных КВП маецца магчымасць перадачы інфармацыі з дапамогай розных спосабаў дыстанцыйнага абмену данымі, а таксама з ужываннем правадных оптава-лакновых ліній сувязі. Напрыклад, існуюць КВП з тэлеметрыяй, работа якой забяспечваецца дзякуючы высокахуткаснаму бесправаднаму стандарту сувязі 4G LTE. Пры ўсіх плюсах дадзенай тэхналогіі, галоўны з якіх – хуткасць абмену, маюцца і недахопы, галоўны з якіх – залежнасць ад інфраструктуры і аператараў сувязі. А ў пытаннях рэалізацыі праваднага злучэння галоўным пытаннем з'яўляецца кошт работ па будаўніцтве і абслугоўванні такой архітэктуры [2].

Для прадухілення аварыйных сітуацый і рэалізацыі аварыйнага каналу абмену данымі, можна выкарыстоўваць перадачу з дапамогай лічбавай радыесувязі на кароткіх хвалях (КХ-сувязь). Дадзены тып сувязі дазваляе перадаваць розныя даныя на вялікія адлегласці, мае гнуткія магчымасці, а таксама дазваляе стварыць цалкам аўтаномны канал сувязі.

Якасць і далекасць радыесувязі залежаць ад мноства параметраў, ключавымі з якіх з'яўляюцца дыяпазон выкарыстоўваных частот (частотныя характарыстыкі электрамагнітных хваляў), магутнасць перадаванага сігналу, эфектыўнасць антэн і вышыня іх месцавання. Нароўні з гэтымі тэхнічнымі характарыстыкамі, значны ўплыў аказваюць прыродныя фактары, якія вызначаюць канкрэтныя ўмовы распаўсюджвання радыехваляў. Да такіх фактараў адносяцца геаграфічнае размяшчэнне радыестанцыі, вышыня над узроўнем мора, тапаграфія мясцовасці і ўласцівасці падсцілаючай паверхні (напрыклад, тып глебы), пара года і сутак, а таксама стан атмасферы і іёнасферы, наяўнасць геамагнітных абурэнняў і іншыя прыродныя з'явы.

Электрамагнітныя хвалі, якія генеруюцца перадаючай антэнай, распаўсюджваюцца двума асноўнымі шляхамі: праз паверхневыя хвалі, якія рухаюцца ўздоўж зямной паверхні, і прасторавыя хвалі, якія распаўсюджваюцца пад кутом да гарызонту.

Павярхоўныя хвалі перамяшчаюцца ўздоўж мяжы падзелу двух асяроддзяў – паветра і зямной паверхні, якая, з'яўляючыся праводзячым асяроддзем, выклікае значныя страты энергіі. Пры сустрэчы з перашкодамі, такімі як горы ці лясныя масівы, паверхневыя радыехвалі ахінаюць іх з прычыны з'явы дыфракцыі, пры гэтым частка энергіі хвалі адлюстроўваецца і частка – паглынаецца. У дзённы час, асабліва ў летнія месяцы, сонечнае выпраменьванне іянізуе прыпаверхневыя пласты паветра, што дадаткова павялічвае паглынне электрамагнітных хваляў, пераважна ў доўгахвалевым дыяпазоне.

Прасторавыя хвалі, якія распаўсюджваюцца пад кутом да гарызонту, пранікаюць у пласты трапасферы і іёнасферы, якія аказваюць рознае ўздзеянне на хвалі караткахвалевага дыяпазону. З вышыней шчыльнасць атмасферы памяншаецца, а інтэнсіўнасць іянізавальнага сонечнага выпраменьвання павялічваецца. Іёнасфера, якая ўяўляе сабой сукупнасць пластоў з рознымі дыэлектрычнымі характарыстыкамі, знаходзіцца на вышынях ад 50 да 400 км над паверхняй Зямлі і ўключае пласты D, E, F₁ і F₂, якія маюць асаблівае значэнне для распаўсюджвання кароткіх хваляў [3]. Прасторавыя кароткахвалевыя радыехвалі, дасягаючы іёна-сферных пластоў, падвяргаюцца пераламленню і адлюстроўваюцца зваротна да

паверхні Зямлі. Гэтыя хвалі шматразова адлюстроўваюцца паміж іёнасферай і зямной паверхняй, што дазваляе падтрымліваць далекую радыесувязь пры адносна нізкай магутнасці перадачы, дзякуючы здольнасці караткахвалевых сігналаў эфектыўна распаўсюджвацца на вялікія адлегласці.

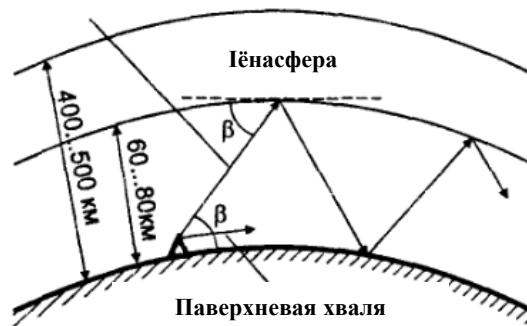
Для прасторавых хваляў, за кошт характару іх распаўсюджвання, характэрны мертвыя зоны, якія залежаць ад частаты, пары года і шэрагу прыродных фактараў [3].

Апісанне працы КВ-сувязі паказана на мал. 1, а апісанне асноўных караткахвалевых дыяпазнаў для рэалізацыі перадачы інфармацыі адлюстравана ў табліцы.

Зыходзячы з табліцы, можна вылучыць 40-метровы дыяпазон як найболей падыходны. Яго перавагамі з'яўляецца тое, што ён практычна не мае мертвай зоны, і пры гэтым яго ўжыванне дазваляе па-за залежнасцю ад часу сутак перадаваць інфармацыю на значныя адлегласці.

Ужыванне лічбавай радыесувязі дазваляе стварыць эфектыўную і надзейную сістэму абмену інфармацыяй для станцый катоднай абароны. Напрыклад, можна перадаваць, як сігналы кіравання і кантролю (сачэнне за ўбудаванымі абаронамі і іх адпрацоўкай, магчымасць пераходу ў ручное кіраванне, сачэнне за несанкцыянаваным доступам у ахоўную прыладу), так і сігналы вымярэнняў (сачэнне за ўзроўнем ахоўнага патэнцыялу, сачэнне за станам электрода параўнання і кантролем яго пераходнага супраціву, аналіз і прыняцце мер у выпадку абрыву кантрольных праваднікоў). Асобна можна вынесці адсочванне за такімі параметрамі, як сумарнае спажыванне сістэмы, знікненне агульнага сілкавання ў выпадку энергааварый і пераход (пры такой магчымасці) на рэзервае сілкаванне.

Прасторавая хваля



Мал. 1. Распаўсюджванне радыехвалі

Характарыстыка участкаў КХ-дыяпазону на прыкладзе радыеаматарскіх паддыяпазнаў

Дыяпазон	Характарыстыка
80 метраў (3,500–3,800 МГц)	Прыдатны для далёкай сувязі ў начны час. У дзенны час далекасць сувязі не перавышае 150–300 км
40 метраў (7,000–7,200 МГц)	Характарыстыкі гэтага дыяпазону шмат у чым падобныя да характарыстык 80-метравага дыяпазону з тым адрозненнем, што забеспячэнне далекіх радыесувязяў меней ускладнена. У дзенны час тут чутныя станцыі бліжэйшых раенаў (улетку – да 500–800 км, узімку – да 1000–1500 км), мертвая зона пры гэтым адсутнічае або складае некалькі дзясяткаў кіламетраў

Дыяпазон	Характарыстыка
30 метраў (10,100–10,150 МГц)	Размешчаны паміж дыяпазонамі 40 і 20 м дыяпазон 30 метраў валодае падобнымі з імі асаблівасцямі праходжання.
20 метраў (14,000–14,350 МГц)	Уначы магчымы толькі далекія радыесувязі, бо мертвая зона дасягае 2 тыс. км. Уздзень мертвая зона памяншаецца да 500–1000 км
17 метраў (18,068–18,168 МГц)	Па характары праходжання падобны да 20-метровага дыяпазону, з большай залежнасцю ад узроўню сонечнай актыўнасці і часу сутак
15 метраў (21,000–21,450 МГц)	Характарызуецца вялікай залежнасцю умоў ад сонечнай актыўнасці
12 метраў (24,890–24,990 МГц)	Мае падобныя з 10-метровым дыяпазонам характарыстыкі: актыўны толькі ў перыяды высокай сонечнай актыўнасці, пераважна ў дзённы час
10 метраў (28,000–29,700 МГц)	Найбольш нестабільны з усіх КХ-дыяпазонаў. Ён прыдатны для далёкай сувязі ў дзённы гадзіны. Мертвая зона дасягае 2000–2500 км

Літаратура

1. Умовы фарміравання ахоўнага тока ў сістэмах электрахімічнай абароны / Ю. В. Крышнеў [і інш.] // Современные проблемы машиноведения : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ПАО «ОАК» ОКБ Сухого, Таиз. ун-т (Йеменская Республика) ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 190–193.
2. Катодная защита – Производство оборудования для ЭХЗ – Белстройремналадка. – URL: <https://belnaladka.com/> (дата обращения: 03.09.2024).
3. Основы любительской радиосвязи : справ. пособие для начинающих коротко-волновиков. – 5-е изд., перераб. и доп., 2012. – 249 с. : ил.

УДК 620.197.5

АНАЛІЗ УМОЎ УЗНІКНЕННЯ КАРОЗІІ ПАДЗЕМНЫХ ТРУБАПРАВДАЎ І МЕТАДАЎ ЯЕ ПРАДУХІЛЕННЯ

Ю. В. Крышнеў, А. Я. Запольскі, М. А. Рогаў, Ю. Я. Котава

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

Прааналізаваны віды каразійнага пашкоджання металаканструкцый магістральных трубаправодаў, іх прырода і прычыны ўзнікнення.

Ключавыя словы: карозія, каразійнае паражэнне, металічныя канструкцыі, магістральныя трубаправоды, электрахімічная абарона.

ANALYSIS OF CORROSION CONDITIONS OF UNDERGROUND PIPELINES AND METHODS OF ITS PREVENTION

Y. V. Kryshneu, A. Y. Zapolski, M. A. Rohau, Y. Y. Kotava

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

In this work, the types of corrosion damage to metal structures of main pipelines, their nature and causes of occurrence are analyzed.

Keywords: corrosion, corrosion damage, metal structures, main pipelines, electrochemical protection.