

УДК 519.876.5

О.І. ГЛАДКИЙ (магістрант), **М.В. ЧАШКО** (канд. техн. наук),
С.М. ЗІНОВ'ЄВ (канд. техн. наук, доц.)

**Красноармійський індустріальний інститут Державного вищого
навчального закладу «Донецький національний технічний університет»
Alexcompet@gmail.com**

Розробка та обґрунтування параметрів апаратури пошуку несправностей підземних кабельних мереж

У статті наводиться комп'ютерне моделювання роботи апаратного комплексу для пошуку місць пошкодження кабелів. Проведено аналіз параметрів схем пристрою. Підтверджено ефективність апаратури, реалізованої за наведеними схемами, в умовах дії потужних перешкод електрифікованого шахтного устаткування.

Електричні кабелі, пошкодження, Matlab, Simulink, моделювання, пошук, ізоляція, схема, індукційний метод, коротке замкнення, електромагнітні хвилі.

Шахтні силові кабелі внаслідок великої протяжності і важких умов експлуатації відносяться до найбільш вразливих і небезпечних елементів підземних електричних мереж. На їх частку припадає до 40% аварій. Висока пошкоджуваність кабелів є однією з основних причин вибухів рудничної атмосфери, виникнення пожежі або ураження електричним струмом [1].

У загальнопромислових умовах для випробування ізоляції силових кабелів використовуються апарати типу АИИ-70, що створюють підвищену випрямлену напругу, а пошук місця пошкодження здійснюється на основі прожого ізоляції кабелю за допомогою спеціальних установок. Однак за умовами безпеки такі методи і засоби випробування електричної міцності і пошуку місць пошкоджень ізоляції силових кабелів не можуть бути застосовані в шахтах, небезпечних за газом або пилом [2].

З вищесказаного випливає, що розробка безпечних та ефективних засобів визначення пошкоджень ізоляції силових кабелів в умовах шахт, небезпечних за вибухами газу і пилу, є актуальним завданням.

Як показує досвід експлуатації кабельних систем з пошкодженням ізолюючим покриттям, струмовідна жила, або оболонка кабелю, в місцях пошкодження полімерного ізолюючого покриття швидко виходить з ладу через корозію, тому оперативне і точне визначення місця пошкодження ізоляції і його усунення – одне з найважливіших завдань, що виникають в процесі експлуатації кабелю. Слід зазначити, що небезпека корозії підземних споруд значно підвищується через несприятливі рудничні умови [3].

Існуючі засоби не дозволяють з достатньою точністю визначати місця пошкоджень ізоляції і трасу кабелів в умовах дії сильних електромагнітних завад, які створюються, наприклад, в зоні дії електрифікованого гірничого обладнання, тому завдання розробки завадозащитної апаратури пошуку місць пошкодження кабелю актуальна.

Для вирішення даної задачі виконаємо моделювання апаратного комплексу для пошуку місць пошкодження кабелів (АК ПМПК) в середовищі MatLab / Simulink, що надає засоби гнучкого налаштування параметрів елементів та складових схему, що в підсумку дозволяє вибрати такі їх значення, які забезпечать впевнений пошук місця пошкодження кабелю і траси.

Застосування комп'ютерного моделювання дозволяє аналізувати і при необхідності коректувати схему пристрою на етапі, що передувє її технічної реалізації. При моделюванні є можливість здійснювати настройку параметрів функціональних частин апаратури, задавати різні режими її роботи, аналізувати вихідні сигнали.

Серед переваг моделювання в пакеті MatLab слід зазначити можливість поєднання методів імітаційного і структурного моделювання, в результаті чого стає можливим реалізувати силову частину схеми із застосуванням імітаційних блоків SimPowerSystems, а систему управління – за допомогою блоків Simulink, що відображають лише алгоритм її роботи, а не електричну схему. Завдяки цьому модель спрощується, підвищуються швидкість її роботи, стійкість [4].

У розглянутому апаратному комплексі для пошуку місць пошкодження кабелю (АК ПМПК) забезпечується підвищення точності при визначенні траси і місця пошкодження кабелю за рахунок того, що в кабель подається амплітудно-модульований сигнал. Велика завадостійкість, у порівнянні з застосуванням немодульованого сигналу, досягається при використанні детектора амплітудно-модульованого сигналу, що здійснює подвійну фільтрацію.

АК ПМПК складається з приймальної та генераторної частин. Генератор, призначений для отримання амплітудно-модульованого сигналу. Для моделювання роботи АК ПМПК зібрана схема, представлена на рис. 1.

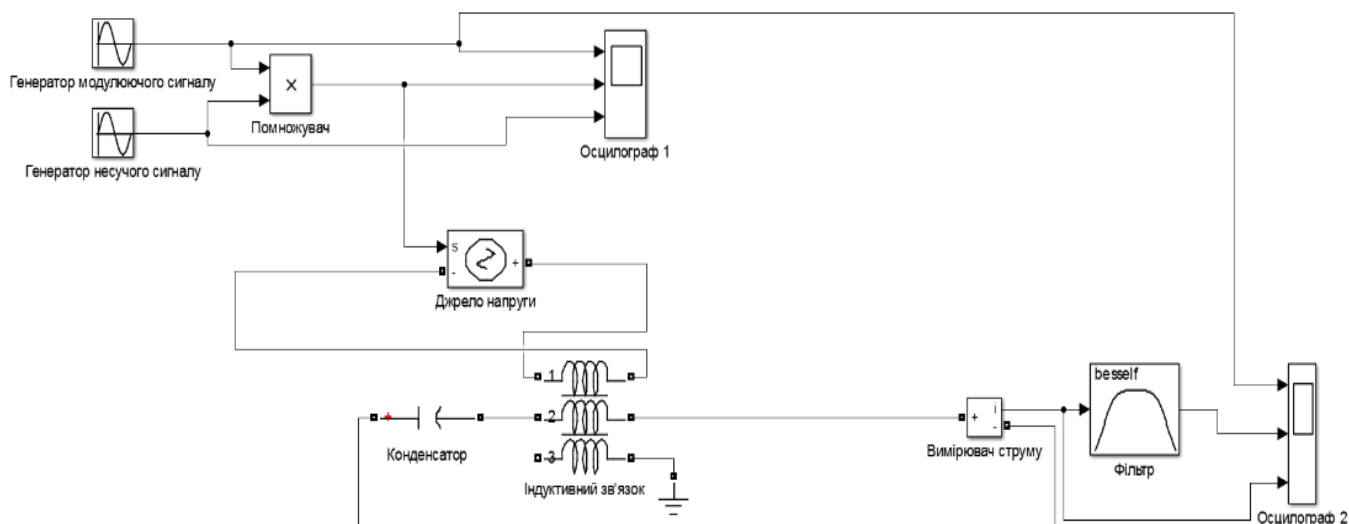


Рисунок 1 – Схема моделювання роботи генератора АК ПМПК

Для реалізації даної схеми використані блоки бібліотеки Simulink. В якості генераторів несучого і модулюючого сигналів застосовані блоки – джерела синусоїдального сигналу; модулятор реалізований із застосуванням блоку множення і джерела напруги, амплітуда якого задає коефіцієнт модуляції вихідного сигналу.

Сигнали в різних точках схеми фіксуються осцилографом 1 (рис. 2).

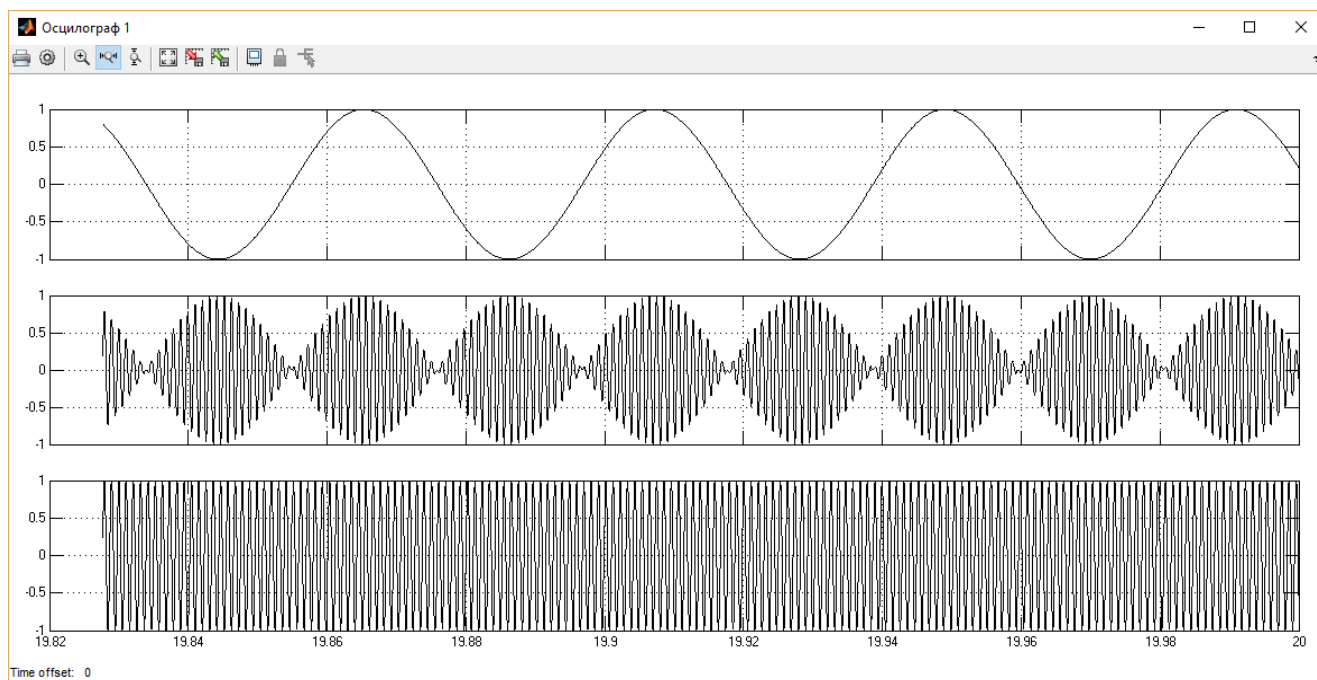


Рисунок 2 – Осцилограма роботи генераторної частини

З рисунку 2 видно, що при використанні схеми із заданими параметрами пристроїв на виході є амплітудно-модульований сигнал. Таким чином, генераторна частина апаратури і отриманий вихідний сигнал задовольняють заявленим вимогам.

Завданням приймального пристрою є фіксування параметрів електромагнітного поля над кабелем. Вимірювальний перетворювач перетворює змінний сигнал на вході в постійний сигнал на виході, вимірювальний прилад фіксує з виведенням на індикатор рівень вхідного сигналу. Фільтр дозволяє отримати необхідний модульований сигнал.

Схема моделювання приймача АК ПМПК реалізована з використанням блоків бібліотек Simulink, SimPowerSystems, Communications Blockset.

Дані з осцилографу 2 наведені на рисунку 3.

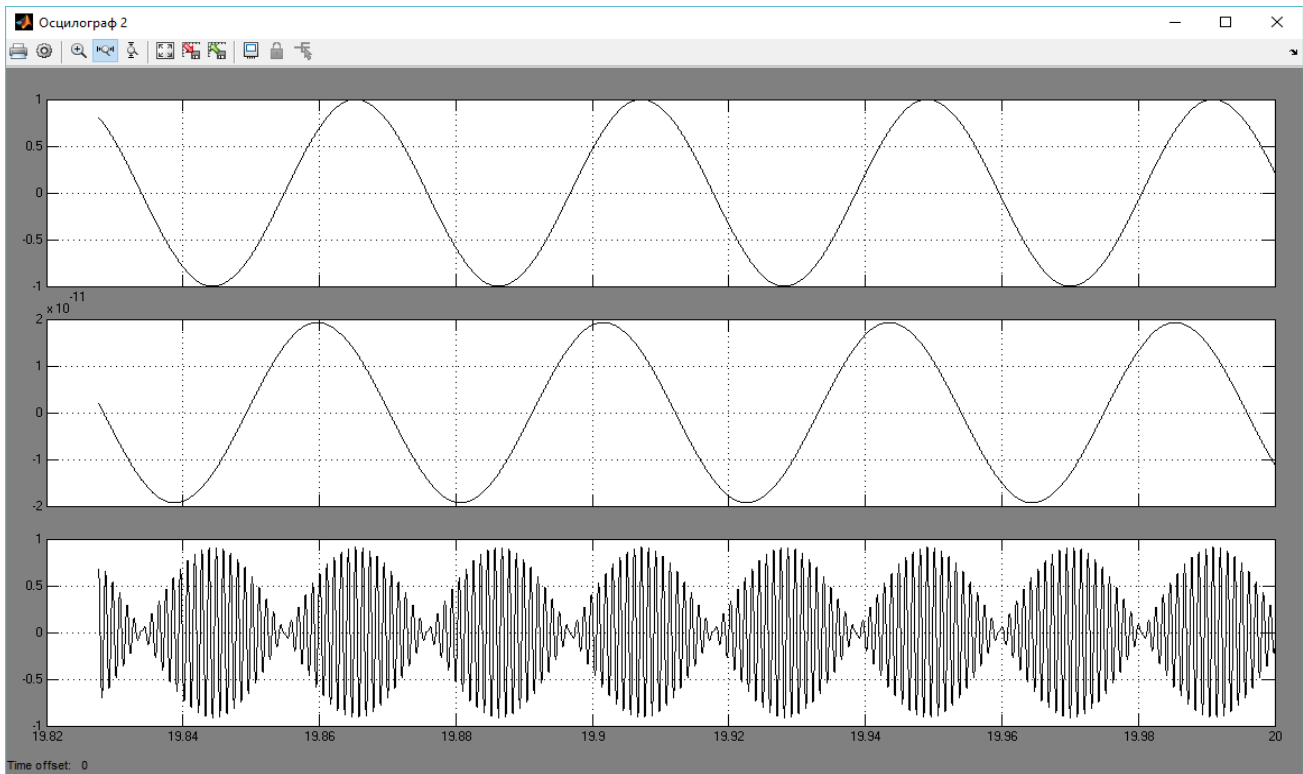


Рисунок 3 – Осцилограма прийомного пристрою

Приймач повинен бути стійкий до перешкод. З урахуванням того, що одна з найскладніших ситуацій при прийомі виникає в умовах дії електричного обладнання, моделювання приймача виконано для умов впливу потужного електромагнітного поля, створюваного струмом у електричному обладнанні [6].

Результати моделювання дозволяють зробити висновок про те, що АК ПМПК, реалізований за наведеними схемами з вказаними параметрами блоків, забезпечує впевнений пошук траси і місця пошкодження кабелю в умовах дії потужних завад. Запропоновано спосіб визначення місць пошкоджень кабелів, який відрізняється тим, що, з метою забезпечення нечутливості до електромагнітних перешкод, в струмоведучі жили кабелю, які перемкнуті внаслідок пошкодження, подається струм високої частоти, модульований сигналом, частота якого істотно відрізняється від частоти можливої електромагнітної перешкоди, а в приймачі, за допомогою якого здійснюється пошук перешкоджання, від індукованого сигналу відфільтровується і подається до контролю сигнал моделюючої частоти.

Спосіб визначення місця пошкодження кабелю, що описаний, перевірено на моделі, в програмі MatLab/Simulink. Перевірка показала працездатність способу.

Запропонована і перевірена моделюванням схема, що забезпечує відсутність впливу електромагнітних завад на визначення місця пошкодження кабелю. Моделювання підтвердило, що за допомогою цієї схеми можливо визначити місце пошкодження кабелю в умовах існування електромагнітних перешкод.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Платонов В.В. Руководство по определению мест повреждения кабелей. Сборник руководств по наладочным работам. – М.: Энергия, 1975.
2. Холодный С.Д., Методы испытаний и диагностики кабелей и проводов. – М: Энергоатомиздат, 1991.
3. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий.: Справочник электромонтажника – М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink [Текст] / И. В. Черных. – М.: ДМК-Пресс, 2008. –288 с.
5. Кандаев В.А. Аппаратный комплекс поиска мест повреждения кабеля / В. А. Кандаев // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность: Материалы II всерос. молодежной науч.-техн. конф. / Омский гос. техн. ун-т. – Омск. – 2009. – Кн. 3. – С. 41–45.

REFERENCES

1. Platonov V.V. (1975), *Rukovodstvo po opredeleniyu mest povrezhdeniya kabelej. Sbornik rukovodstv po naladochnym rabotam* [Guide of cable fault location. Compilation manuals and adjustment works], Energiya, Moscow, Russia.
2. Xolodnyj S.D. (1991), *Metody ispytaniy i diagnostiki kabelej i provodov* [Methods of testing and diagnostics cables and wires], Energoatomizdat, Moscow, Russia.
3. Pantelev E.G. (1990), *Montazh i remont kabelnyx linij.: Spravochnik elektromontazhnika* [Installation and repair of cable lines.: Reference of electrician], Energoatomizdat, Moscow, Russia.
4. Chernyx, I.V. (2008), *Modelirovanie elektrotexnicheskix ustrojstv v Matlab, SimPowerSystems i Simulink* [Modelling of electrical devices in Matlab, SimPowerSystems and Simulink], DMK-Press, Moscow, Russia.
5. Kandaev V.A. (2009), "Hardware complex of cable fault location", *Rossiia molodaya: peredovye tekhnologii – v promyshlennost: Materialy II vserossijskoj molodezhnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii* [Young Russia: advanced technology - in the industry: Materials of the II all-Russia youth scientific and engineering conference] Omsk, OmGTU, 2009, pp. 41-45.

Надійшла до редколегії 01.12.2015

Рецензент: Синков В.Г.

O. HLADKYI, M. CHASHKO, S. ZINOVYEV

Krasnoarmysk industrial institute of State Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University»

Engineering and grounding parameters for equipment used to search for defects in underground cable networks.

Mine power cables are the most vulnerable and dangerous elements of underground electrical networks because of the great length and heavy duty. They account for 40% of accidents. The high number of damaged cable lines doesn't allow workers to do their job on coal mining, what causes some loss to the enterprise. It is very important to determine the place of damaged cable lines in time. The most common types of damages are puncture, cut in an insulation of flexible cables "swim" breakdown in paper-oil of "armored" cable insulation. The last one as a rule, is usually hidden and, cannot be effectively defending with the help of authorized Megaohmmeter, with output voltage up to 500 V usage of which is allowed in the mines. This is due to the fact that the main parameter that determines the state of the cable insulation, especially high, there are dielectric strength, which can be reliably estimated only with increased voltage. In common industrial conditions vehicles which create an increased voltage are used for testing. The insulation of power cables, and a search for the damaged place is conducted on the base of burn cable insulation using special equipment. However, in accordance with the security system, these methods and means of electric output testing and a search for damaged place of power cable insulation cannot be used in mines as they are due to gas and dangerous dust content.

From what has been mentioned above it is clear that the development of safe and effective means of identifying the damaged insulation considering mines, which are dangerous because of gas and explosions is an actual task. The damage defining device has to be mobile and conduct a search for damages on the extended cable lines, which also has to correspond the security system and rules in mines. Therefore, the inductive method was chosen as it satisfies the goals which have been set before. The computer modelling of hardware complex work is included in our article. That work is needed, to do a search for damaged place of cable by the means of Matlab / Simulink programs. The basic drawbacks of up-to-date equipment have been taken into consideration, which is used for damaged place of electric cables search with the help of inductive method, preferred in the industrial enterprises. The analysis of device's scheme modeling parameters has been carried out. The equipment effectiveness is confirmed on the base of oscillograms, which were gotten as a result of modelling work, and actualized by the given schemes, under the strong interference of electrified mine equipment. The proposed and tested modeling scheme which ensures the lack of electromagnetic interference influence for the damaged cable's place defining. Modeling has confirmed that with the help of this scheme it is possible to define the place of damaged cable having the electromagnetic interference.

Keywords: electrical cables, damage, Matlab, Simulink, modeling, search, insulation, circuit induction method, short circuit, electromagnetic waves.