

УДК 622-625.28-83

ИССЛЕДОВАНИЕ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ С ИНДУКТИВНОЙ СВЯЗЬЮ

О. Н. Синчук, С. Н. Якимец, Е. И. СкапаКременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина E-mail: seem@kdu.edu.ua

Представлены исследования параметров передающего шлейфа в лабораторных условиях индуктивных каналов управления в зависимости от условий прокладки, а также величины наводимых напряжений в приемной антенне в функции расстояния между проводами передающего шлейфа и размещения приемной антенны. Получены исходные данные для проектирования приемно-передающих устройств. Было установлено, что в реальном диапазоне изменения величин напряжение в приемной антенне пропорционально расстоянию между проводами передающего шлейфа и обратно пропорционально квадрату расстояния между антенной и передающим шлейфом.

Ключевые слова: шлейф, индуктивность, сопротивление, нагрузки, частота, генератор.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ З ІНДУКТИВНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

О. М. Сінчук, С. М. Якимець, Є. І. СкапаКременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: seem@kdu.edu.ua

Представлено дослідження параметрів передавального шлейфу в лабораторних умовах індуктивних каналів управління в залежності від умов прокладки, а також величини напруги, яка наводиться в приймальній антені у функції відстані між проводами передавального шлейфу і розміщення приймальної антени. Отримані вхідні дані для проектування приймально-передавальних пристроїв. Було встановлено, що в реальному діапазоні зміни величин напруга в приймальній антені пропорційна відстані між проводами передавального шлейфу і обернено пропорційна квадрату відстані між антеною і передавальним шлейфом.

Ключові слова: шлейф, індуктивність, опір, навантаження, частота, генератор.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. При использовании каналов индуктивной связи для дистанционного управления электровозом вдоль участка управления прокладывается излучающая петля из проводов (передающий шлейф). К петле подключается передатчик, посылающий в неё высокочастотные сигналы, соответствующие командам управления. Магнитное поле воспринимается приемной антенной, установленной на электровозе.

Следует отметить, что организация канала связи по рельсам в условиях отечественных железорудных шахт, тем более в местах погрузки, связана с определенными трудностями. Рельсовые пути в местах погрузки, как правило, засыпаны рудой и обводнены. Стыки между рельсами зачастую не имеют электрического контакта. В этих условиях сопротивление балласта оказывается низким, а сопротивление рельсов высоким, в результате чего снижается надежность канала связи.

Кроме того, канал связи по рельсовой цепи имеет также принципиальные недостатки, заключающиеся в том, что передатчик должен размещаться на конце рельсовой цепи, а электровоз в составе должен размещаться только со стороны передатчика.

Целью работы является проведение исследований параметров передающего шлейфа в лабораторных условиях.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Исследованию подлежат параметры передающего шлейфа при трех способах прокладки: по шпалам рельсового пути, по стенке выработки, по кровле выработки.

Для построения передающего шлейфа используется провод марки ПВ 2,5. Длина шлейфа во всех трех случаях равна 120 м, сопротивление постоянному току 1,8 Ом. При прокладке передающего

шлейфа по шпалам между рельсами откаточного пути расстояние между проводами шлейфа составляло 0,4 м, расстояние между внутренней стороной рельса и проводом – 0,15 м. Провода шлейфа были частично засыпаны рудой, частично находились в воде, на участке размещения шлейфа находился состав из 10 вагонеток ВРГ–4 и электровоза К14 [1].

Наилучшие условия передачи сигналов управления наблюдаются при прокладке передающего шлейфа по шпалам рельсового пути. Однако в этом случае велика вероятность механических повреждений проводов шлейфа колесами сошедших с рельсов вагонеток. Кроме этого, очистка путей от просыпающейся руды производится погрузочными машинами, ковши которых достигают шпал. Поэтому прокладка передающего шлейфа по шпалам рельсового пути нежелательна. Более надежной, с этой точки зрения, является прокладка передающего шлейфа по кровле выработки, вероятность повреждений шлейфа при этом минимальна [1].

В силу сложности проведения требуемого объема исследований в действующих шахтах, часть исследований проводилась в специальных лабораториях.

В лабораторных условиях исследовались параметры передающего шлейфа, проложенного проводом ПВ сечением 2,5 мм² по земле. Длина петли шлейфа 45 м, расстояние между параллельно проложенными проводами $a = 0,4$ м.

Схемы измерения индуктивности и полного сопротивления шлейфов приведены на рис. 1 и 2.

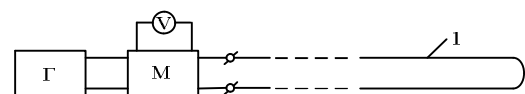


Рисунок 1 – Схема измерения индуктивности шлейфа

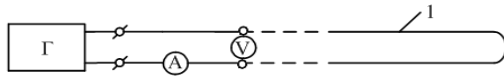


Рисунок 2 – Схема измерения полного сопротивления шлейфа

Результаты проведенных измерений сведены в табл. 1, в которой: f_G – частота генератора; U_G – напряжение генератора; I_G – ток, протекающий в

шлейфе; $Z_{ш}$ – полное сопротивление шлейфа, определяемое по методу вольтметра-амперметра; $R_{ш}$, $L_{ш}$ – активное сопротивление и индуктивность шлейфа соответственно, определяемые по резонансному методу; X_L – индуктивное сопротивление шлейфа, равное $2\pi f_G L_{ш}$; $R^*_{ш}$, $L^*_{ш}$ – соответственно относительные значения активного сопротивления и индуктивности шлейфа, отнесенные к единице его длины.

Таблица 1 – Параметры передающего шлейфа при прокладке его по земле

f_G , кГц	U_G , В	I_G , мА	$Z_{ш}$, Ом	$L_{ш}$, мГн	X_L , Ом	$R_{ш}$, Ом	$L^*_{ш}$, мГн/км	$R^*_{ш}$, Ом/км
20	1,66	100	16,6	0,113	14,2	4,4	2,52	97,8
40	3,3	100	33	0,115	29,0	4,7	2,55	104,4
60	4,85	100	48,5	0,1155	43,5	5,9	2,57	131,1
80	6,5	100	65	0,1165	58,5	7,4	2,59	164,4
100	8,1	100	81	0,1207	75,8	8,0	2,68	177,8
120	9,7	100	97	0,1174	88,5	9,8	2,61	217,8
140	11,0	100	110	0,1176	108,4	11,4	2,613	253,3
160	12,5	100	125	0,1238	124,4	13,2	2,75	293,3
180	14,0	100	140	0,1304	147,4	14,2	2,9	315,6
200	15,5	100	155	0,131	164,5	17,5	2,91	388,9
220	17,2	100	172	0,1379	190,5	19,6	3,06	453,6

По данным табл. 1 проведено построение графика зависимости активного сопротивления шлейфа от частоты генератора $R^*_{ш} = F(f_G)$ (рис. 3, кривая 1).

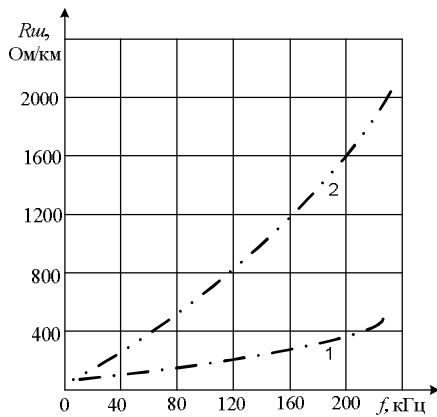


Рисунок 3 – График зависимости активного сопротивления передающего шлейфа от частоты генератора

На рис. 3 обозначено: 1 – шлейф проложен по земле; 2 – шлейф проложен между рельсами на полигоне.

Также в лабораторных условиях проведены исследования условий передачи сигнала. Схема исследования приведена на рис. 4. Исследовалась приемная антенна, намотанная проводом ПЭВ-2 диаметром 0,51 мм на катушке диаметром 200 мм.

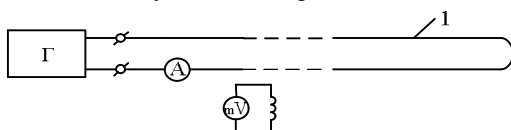


Рисунок 4 – Схема измерения условий передачи

Зависимость величины ЭДС, наводимой в приемной антенне, от частоты генератора и от числа витков антенны (при постоянной величине тока в передающем шлейфе $I_G = 0,1$ А) приведена на рис. 5.

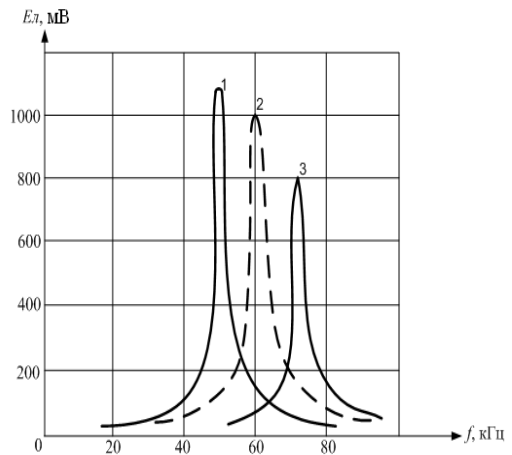


Рисунок 5 – График зависимости величины ЭДС, наводимой в приемной антенне, от частоты генератора

Параметры антенны на рис. 5: 1 – 150 витков; 2 – 100 витков; 3 – 50 витков.

Зависимость величины ЭДС, наводимой в приемной антенне, от высоты её подвеса над передающим шлейфом приведена в табл. 2 (данные таблицы соответствуют следующим параметрам передающего шлейфа и приемной антенны: $f_G = 61$ кГц, $I_G = 100$ мА, $\alpha = 0,4$ м, число витков антенны $W_A = 100$ витков).

В таблице: h – высота подвеса приемной антенны над шлейфом; E_A – ЭДС, наводимая в антенне.

Таблиця 2 – Зависимость величины ЭДС, наводимой в приемной антенне, от расстояния между передающим шлейфом и приемной антенной (лабораторные условия)

№ п/п	h , м	E_A , мВ
1	0,4	1000
2	0,5	695
3	0,6	410
4	0,7	384
5	0,8	300
6	0,9	237
7	1,0	180
8	1,2	135
9	1,5	82

График зависимости величины ЭДС, наводимой в приемной антенне, от высоты её подвеса над шлейфом при различных частотах приведен на рис. 6.

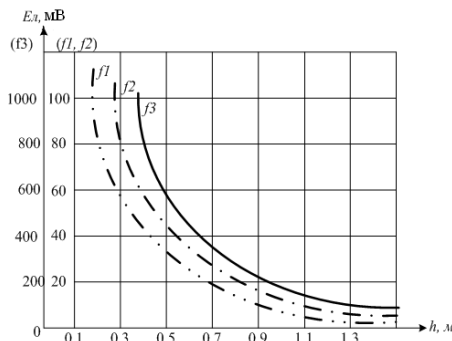


Рисунок 6 – График зависимости величины ЭДС, наводимой в приемной антенне от высоты ее подвеса над шлейфом при частоте генератора: $f_1 = 40$ кГц; $f_2 = 80$ кГц; $f_3 = 61$ кГц

THE STUDY OF CONTROL CHANNELS WITH INDUCTIVE COUPLING

O. Sinchuk, S. Yakimets, E. Skapa

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
ul. Pervomayskaya, 20, Kremenchug, 39600. E-mail: seem@kdu.edu.ua

The article deals with the study of transmitting loop circuit under laboratory conditions of inductive channels of dependence control on laying properties and quantity of directed load in the receiving aerial in the function of distance between the conductors of transmitting loop circuit and receiving aerial location. Get the raw data for the design of receiver-transmitters. It was found that in the real range of the voltage in the receiving antenna is proportional to the distance between the wires transmitting loop and the inverse square of the distance between the antenna and the transmitter loop.

Key words: loop circuit, inductivity, resistance, load, frequency, generator.

REFERENCES

1. Sinchuk O.N., Lebedkin S.V., I.O. Sinchuk, Udovenko O.O., Pasko O.V. The Perspectives of Mine Electric Locomotives with Energy-saving Kinds of Tractive Electric Drives // *Bulletin of Western Ukrainian Volodymyr Dahl' University*. – Lugansk: V.Dahl' SNY, 2006. – № 8 (102). – PP. 83–92. [in Russian]

2. Solodunov A.M., Inkov Yu. M., Kovalivker G.N., Litovchenko V.V. *The Converter Installation of Electric Locomotives with Asynchronous Traction Motors* / Edited by A.M. Solodunov. – Riga: Znanie, 1991. – 351 p. [in Russian]

Результаты исследований условий передачи в зависимости от расстояния между проводами передающего шлейфа при $f_T = 61$ кГц, $I_T = 100$ мА, $\alpha = 0,4$ м, число витков антенны $W_A = 100$ витков.

ВЫВОДЫ. В данной работе исследованы параметры передающих проводных шлейфов индуктивных каналов управления в зависимости от условий прокладки, а также величины наводимых напряжений в приемной антенне в функции расстояния между проводами передающего шлейфа и размещения приемной антенны. Получены исходные данные для проектирования приемно-передающих устройств. Было установлено, что в реальном диапазоне изменения величин напряжение в приемной антенне пропорционально расстоянию между проводами передающего шлейфа и обратно пропорционально квадрату расстояния между антенной и передающим шлейфом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синчук О.Н., Лебедкин С.В., Синчук И.О., Удовенко О.О., Пасько О.В. Перспективы развития шахтных (рудничных) электровозов с энергосберегающими видами тяговых электроприводов // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2006. – № 8 (102). – С. 83–92.

2. Солодунов А.М., Иньков Ю.М., Коваливкер Г.Н., Литовченко В.В. Преобразовательные устройства электровозов с асинхронными тяговыми двигателями / Под общей редакцией А.М. Солодунова. – Рига: Знание, 1991. – 351 с.

3. Бердфорд Б., Хорт Р. Теория автономных инверторов. Пер. с англ. / Под ред. И.В. Антика. – М.: Энергия, 1986. – 260 с.

Стаття надійшла 27.08.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Чорним О.П.