

УДК 621.314.692.127

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В КАНАЛЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АНТЕННЫ БУКСИРУЕМОГО ГИДРОЛОКАТОРА

НИЗАМОВ Т.И.

Азербайджанское Национальное Аэрокосмическое Агентство

В работе рассматриваются электромагнитные процессы в канале электропитания антенны буксируемого гидролокатора с учетом параметров кабеля и показано, что полученные данные позволяют оценить характер и время изменения величин токов и напряжений в цепи антенны.

Всестороннее изучение и освоение мирового океана при проведении морских геофизических исследований, поиска и разведки полезных ископаемых обусловило использование буксируемых подводных аппаратов - гидролокационных систем, позволяющих существенно облегчить указанные работы и повысить их эффективность.

Отличительной особенностью буксируемых подводных аппаратов является наличие гибкой связи между буксировщиком и подводным аппаратом. В качестве гибкой связи используются грузонесущие кабели, в которых механические усилия воспринимаются стальными проволоками (броня из стальных оцинкованных проволок двухстороннего навива, наложенных поверх кабеля), а для электрической связи служат медные токопроводящие жилы подводных кабелей. По сравнению с другими линиями передачи электромагнитной энергии эти коаксиальные кабели обладают рядом преимуществ [1, 2], в частности, возможность передачи широкого спектра частот при сравнительно малых потерях, высокая помехозащищенность, и т.п.

Учитывая противоречивые требования, предъявляемые с одной стороны к кабельной линии связи, в соответствии с которыми необходимо, чтобы она имела минимальные габариты и минимальное затухание электрических сигналов при заданных значениях механической и электрической прочности, а с другой стороны к излучаемому сигналу, в частности, желательнее уменьшить длительность сигнала с тем, чтобы понизить влияние реверберационных помех, увеличить пространственную разрешающую способность и т.д., целесообразно эту длительность увеличить, чтобы понизить влияние шумовых помех, реализовать более высокую точность измерения угловых координат объекта исследования. Кроме того, одной из существенных особенностей гидролокации как метода исследования свойств подводных объектов является возможность использования различных типов излучаемых сигналов.

Предъявляемым требованиям в той или иной мере в настоящее время могут удовлетворить только мобильные гидроакустические средства изучения морского дна, в частности, гидроакустические информационные системы для изучения морского дна, позволяющие получать изображение рельефа в широкой полосе обзора с высокой разрешающей способностью и функционировать на любых плавучих средствах и водоемах [3].

В этой связи, успешное проектирование и использование канала связи и электропитания с целью выбора рационального типа излучаемого сигнала в зависимости от специфики задач исследования и необходимой точности эксперимента, а также оценить энергетические характеристики системы в целом.

На рис. 1,а представлена эквивалентная схема замещения канала электропитания гидроакустической антенны с учетом параметров кабеля и нагрузки. Питание осуществ-

вляется от тиристорного ультразвукового генератора, на выходе которого обеспечивается напряжение в виде последовательности пачек импульсов с синусоидальным заполнением, регулируемые длительностью и периодом посылки [3]. При расчете внутренние параметры генератора не учитываются и напряжение на выходе остается неизменным. На рис. 1,б представлена временная диаграмма напряжения на входе схемы.

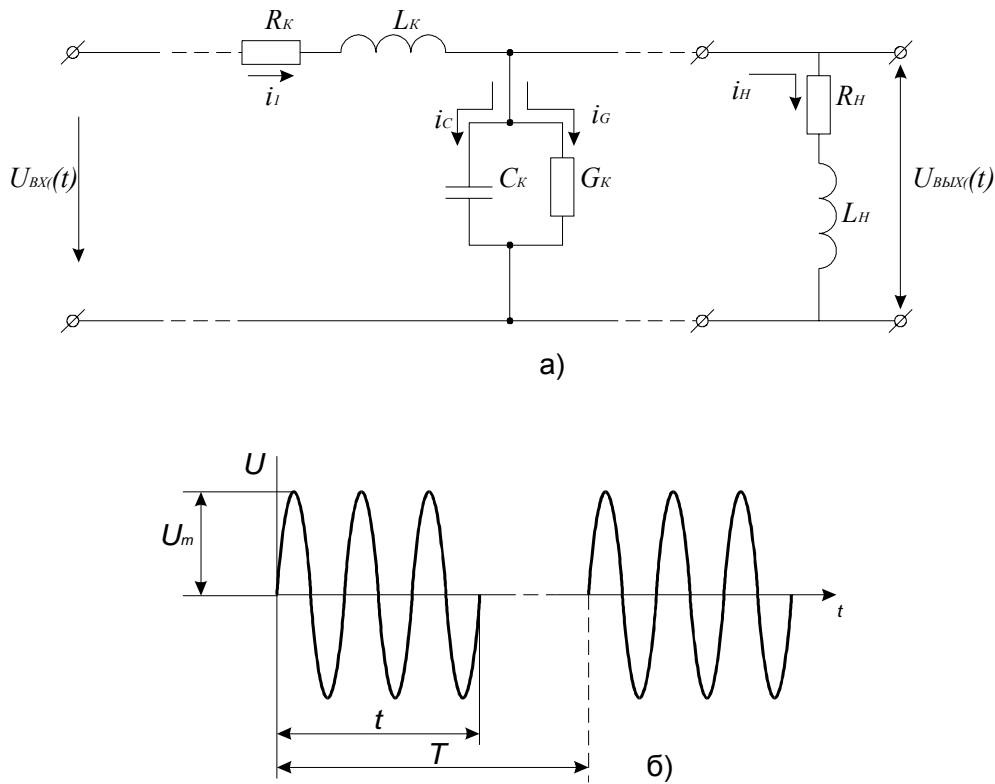


Рис. 1

Тогда,

$$u_{\text{ex}}(t) = \begin{cases} U_m \sin \omega t & nT \leq t \leq nT + \tau \\ 0 & nT + \tau < t < (n+1)T, \end{cases} \quad (1)$$

где U_m - амплитуда импульса; τ - длительность пачки, $\omega=2\pi f$, f - частота синусоидального напряжения (рис. 1,б); T - период повторения пачки импульсов $n=0, 1, 2, \dots$

Тогда система дифференциальных уравнений, описывающая процесс в цепи, имеет вид.

$$\begin{cases} R_E i_1 + L_E \frac{di_1}{dt} + U_{\text{а\ddot{u}\ddot{o}}}(t) = U_{\text{а\ddot{o}}}(t) \\ R_j i_j + L_j \frac{di_j}{dt} = U_{\text{а\ddot{u}\ddot{o}}}(t) \\ i_C = C_E \frac{dU_{\text{а\ddot{u}\ddot{o}}}(t)}{dt} \\ i_1 = i_C + i_G + i_i \\ i_G = G_K U_{\text{а\ddot{u}\ddot{o}}}(t) \end{cases}, \quad (2)$$

где R_K – активное сопротивление, обуславливающее тепловые потери энергии в токопроводящих жилах и других металлических частях кабеля; G_K , L_K и C_K – соответственно, индуктивность и емкость кабеля, обуславливающая потери энергии в изоляции; R_H , L_H – активное и индуктивное сопротивления нагрузки.

По указанным выражениям соответствующей программой с учетом ниже приведенных параметров гидроакустической антенны, кабеля электропитания и входного напряжения вычислены на ЭВМ величины $i_1(t)$, $U_n(t)$, $I_n(t)$, $I_c(t)$, $I_G(t)$.

В качестве кабеля электропитания использован кабель типа КПЭК-5/18 [1] со следующими электрическими характеристиками: $R_{\Pi}=3,0$ Ом/км; $L_{\Pi}=0,26$ мГ/км; $C_{\Pi}=0,1$ мкФ/км; $G_{\Pi}=2,5$ мкСм/км; $Z_c=51$ Ом; $\beta_{\Pi}=0,637$ рад/км; $\alpha_{\Pi}=30$ мнп/км. При длине кабеля $l_K=500$ м $R_K=1,5$ Ом, $L_K=0,13$ мГ, $C_K=0,05$ мкФ, $G_K=1,25$ мкСм, $Z_K=51$ Ом, $\alpha_K=15$ мнп, $\beta_K=0,318$ рад.

При вычислении учтены $U_m=500$ В; $\tau=0,4 \cdot 10^{-3}$ с; $T=0,8 \cdot 10^{-3}$; $l_k=0,5$ км; $f=20$ кГц; $R_n=81,03$ Ом; $l_n=1,14 \cdot 10^{-3}$ Гн; ($X_n=143,24$ Ом).

На рис. 2 приведены соответствующие графики результатов вычислений величин напряжений и токов в канале электропитания для одного цикла излучения антенны.

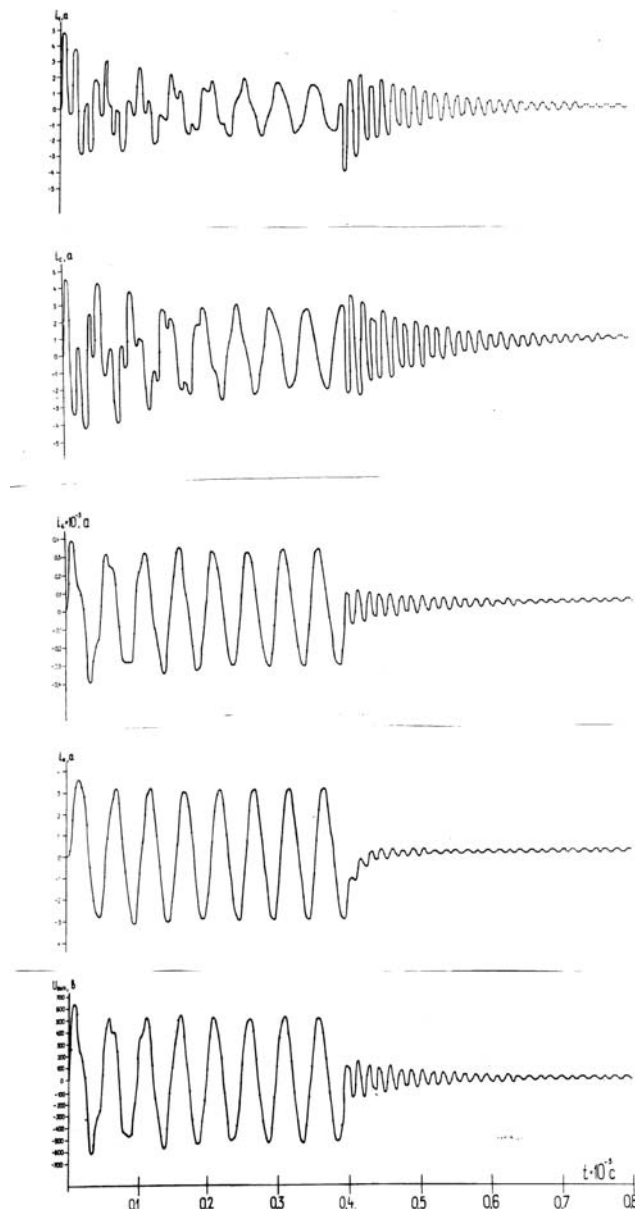


Рис. 2

Созданная гидроакустическая система в АНАКА была использована при съемке расположения и состояния нефте-газотрубопроводов (рис. 3) на дне Каспия шельфовой зоны в районе месторождения «Бахар».



Рис. 3

Таким образом, приведенный анализ электромагнитных процессов позволяет оценить качество проектирования канала электропитания буксируемых гидроакустических систем и провести синтез для расчета параметров в цепи «канал электропитания – антенна».

1. *Кранихфельд Л.И., Рязанов Н.Б.* Теория, расчет и конструирование кабелей и проводов. М. Высшая школа, 1972.
2. Системы и элементы глубоководной техники подводных исследований. Справочник /В.С.Ястребов. Г.П.Соболев и др., Л., Судостроение. 1981.
3. *Низамов Т.И., Велиев М.Ю.* Тиристорный ультразвуковой генератор для возбуждения гидроакустических антенн, Баку, Проблемы энергетики, №3-4, 2000

YEDƏKLƏNƏN HİDROLƏKATORUN QİDALANDIRMA KANALINDAKI ELEKTROMAQNİT PROSESLƏRİNİN ANALİZİ

NİZAMOV T.İ.

Məqalədə gəminin arxasınca yedəklənən hidroləkatorun antenasını qidalandarın elektrik dövrəsində gedən elektromaqnit proseslərinin arasdırılmasından bəhs olunur. Qidalandırma kabelinin parametrlərinin nəzərə alınması ilə aparılan riyazi uyğun gərginlik cərəyanların və dəyişməsinin xarakteri sistemin kefiyyətini təyin etməyə imkan verir.

THE ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN A TOWING HYDROLOCATOR ANTENNA POWER SUPPLY CHANNEL

NIZAMOV T.I.

In the article there are considered electromagnetic processes in towing hydrolocator antenna power supply channel taking into account the cable parameters. There is shown that obtained data allow estimating a character and time of current and voltage values changing in the antenna circuit.