

Месяцы	Координаты					
	(2×6)	(4×1)		(6×11)		
	Напоры, м					
	$h$	$h$	$H_1$	$h$	$H_1$	$H_2$
I	919,6	857,0	853,3	855,8	826,0	822,8
II	919,1	853,3	853,7	855,3	825,0	822,6
III	918,6	850,0	854,1	855,0	823,1	822,7
IV	918,4	854,0	853,9	856,1	826,2	822,5
V	918,2	851,4	853,3	856,4	826,4	830,7
VI	918,5	854,0	853,1	856,1	826,6	828,5
VII	919,4	855,3	849,0	857,0	827,1	826,0
VIII	919,9	853,5	850,5	856,3	827,6	824,1
IX	920,2	855,0	850,0	857,0	827,0	823,8
X	920,2	855,0	852,7	857,0	827,0	826,1
XI	920,7	855,5	853,1	857,0	827,0	828,5
XII	919,3	855,9	853,1	857,6	827,6	852,8

Таким образом, в условиях интенсивного развития орошаемого земледелия действующая математическая модель позволяет с достаточной точностью наметить практические мероприятия, направленные на улучшение мелиоративного состояния земель.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хачатрян Э. А., Хачатурян Г. Т., Аванян С. А. Проток динамики подземных вод в многоплойной фильтрационной среде // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН. — 1984. — Т. XXXVII, № 1. — С. 31—35.
2. Хачатрян Э. А., Хачатурян Г. Т., Багдасарян А. Б. Гидродинамика из водозабора методом математического моделирования // Гидротехническое строительство. — 1984. — № 2. — С. 21—25.

ЕрПН

13. XII 1990

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIV, № 5—6, 1991, с. 255—259.

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 50.53.19

С. С. АГАЯН, Р. Р. ПЮЛЬБУДАГЯН

### ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПИСАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ LC ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ДВУХПОЛЮСНИКОМ

Рассматривается динамическая модель описания автоколебательных процессов в нелинейных неконсервативных системах, примерами которых являются электриче-

ские цепи LC с параллельно и последовательно подсоединенным нелинейным двухполюсником. Предложен алгоритм вычисления периодов и амплитуд возникающих релаксационных автоколебаний в данных системах. Модель апробирована на эталонных цепях LC с параллельно подсоединенным туннельным переключающим диодом.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Գիտարկվում է  $n$ : պահպանողական,  $n$ : դժային LC շղթաներ և հաջորդական միացված Լրկրկետով էլեկտրական շղթաներում ինքնատաստանողական պրոդեյնները բնութագրող գրանտիկական մոդելը: Առաջարկվում է ալգորիթմ տրված նախկարգերում ստացածող ուղղաժայռի ինքնատաստանուժների պարբերությունների և ամպլիտուդների հաշվման համար: Տրված մոդելը փորձարկվում է ստացված միացված թունելային փոխանկառի: Գրողով էլեկտրական LC շղթաների վրա:

Рассмотрим электрическую цепь LC с параллельно и последовательно подсоединенным двухполюсником. В качестве двухполюсника могут быть использованы германиевые туннельные усилительные и переключающие диоды и др.

LC контуры с двухполюсником подробно изучены в [1—3]. Одним из основных параметров, характеризующих LC электрические цепи с двухполюсником, является вольт-амперная характеристика двухполюсника, которая в указанных работах не всегда полно и точно описывается. В работе [4] моделирование вольт-амперной характеристики двухполюсника основывается на аппроксимации последней с помощью функции без рассмотрения двухполюсника в LC цепи.

В данной работе предлагается параметрическое представление вольт-амперной характеристики двухполюсника, что приводит к изучению новой динамической модели описания нелинейных электрических цепей с двухполюсником. Предлагаются алгоритмы нахождения периодов и амплитуд возникающих релаксационных колебаний в электрической цепи с параллельно и последовательно подсоединенным нелинейным двухполюсником.

Пусть  $L$ —индуктивность  $C$ —емкость,  $x$ —сила тока при последовательно подсоединенном двухполюснике  $S$ —типа. Вольт-амперная характеристика двухполюсника определяется соотношением следующего вида:

$$y\left(x, l, \frac{l}{C}\right) = -x = \sqrt{\frac{l}{C}} x^{2l+1}, \quad l = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Можно показать, что динамическая модель электрической цепи с параллельно и последовательно подсоединенным двухполюсником без внешнего источника имеет вид

$$\frac{dx}{dt} + \left( (2l - 1)x^{2l} - \sqrt{\frac{l}{C}} \right) \frac{dx}{x} = 0, \quad l = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Отметим, что при значении  $l = 1$  модель (2) совпадает с моделью Ван-дер Поля [5], а вольт-амперная характеристика  $y\left(x, l, \frac{l}{C}\right)$  — характеристикой  $y\left(x, 1, \frac{l}{C}\right)$ , предложенной в [5].

Перейдем к изучению модели (2) и рассмотрим случай  $L \gg C$ . Доказана справедливость следующего утверждения: если в электрической цепи  $LC$  с параллельным и последовательным подсоединением двухполюсника индуктивность намного больше емкости ( $L \gg C$ ), то в этих цепях:

а) появляются релаксационные колебания тока с последовательно подсоединенным двухполюсником или релаксационные колебания напряжения с параллельно подсоединенным двухполюсником, период которых определяется выражением

$$T\left(l, \frac{L}{C}\right) = \frac{2L}{C} \ln \left[ \frac{1}{(2l-1)^{2l+1} a\left(l, \frac{L}{C}\right)} \left(\frac{L}{C}\right)^{2l+1} \right] + \frac{2l-1}{(LC)^{2l}} \left[ a^{2l} - \frac{1}{2l+1} \left(\frac{L}{C}\right)^{2l} \right]; \quad (3)$$

б) предельное значение амплитуд релаксационных колебаний  $x\left(l, \frac{L}{C}\right)$  есть единственное положительное решение алгебраического выражения

$$x^{2l+1} - \sqrt{\frac{L}{C}} x - \frac{2l}{(2l+1)^{2l+1}} \left(\frac{L}{C}\right)^{2l+1} = 0. \quad (5)$$

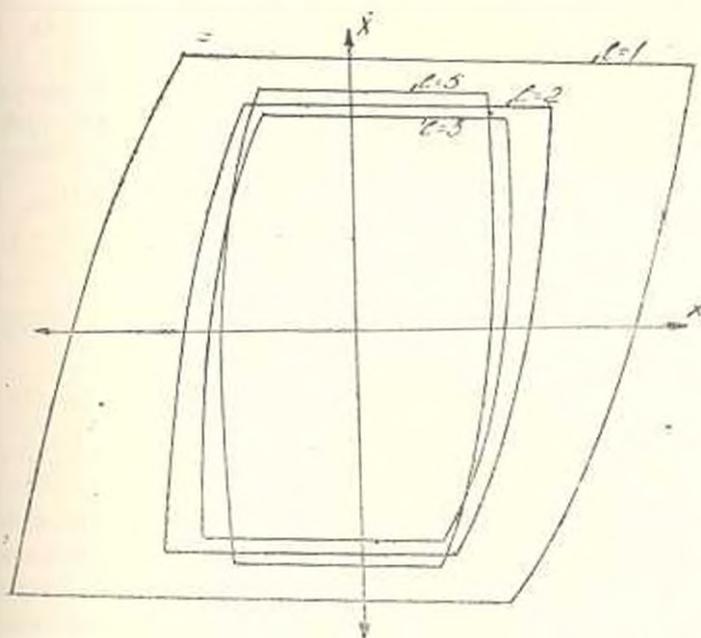


Рис. Предельные циклы в зависимости от значения параметра  $l$

Геометрический смысл параметра  $l$  проявляется на рисунке, где на соответствующей фазовой плоскости модели (2) ( $x, \dot{x}$ ) показаны предельные циклы для значений параметра  $l = 1, 2, 3, 5$ .

*Пример.* Рассмотрим германиевый туннельный перекрывающийся диод, подсоединенный параллельно в электрическую цепь  $LC$ . Вольт-амперная характеристика туннельного диода определяется следующим образом:

$$y\left(x = x_0, l, \frac{L}{C}\right) = -(x - x_0) + \sqrt{\frac{L}{C}} (x - x_0)^{2l+1} + y(x_0), \quad (5)$$

$$l = 1, 2, 3, \dots,$$

где  $x_0 = 125$ ,  $y(x_0) = 2,85$ .

Таблица

$\sqrt{\frac{L}{C}}$	2222			999			100			Эталон
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
$x_0, \text{ мВ}$	97,0	120,0	122,0	103,0	121,0	122,0	110,0	122,0	123,0	85,0
$y_{\text{max}}, \text{ мА}$	20,0	6,5	5,0	15,0	5,8	4,8	6,6	4,5	4,1	3,0
$x_2, \text{ мВ}$	152,0	120,0	127,0	143,0	123,0	127,0	130,0	127,0	123,0	20,0
$y_{\text{min}}, \text{ мА}$	15,0	-0,8	0,6	-9,3	-0,1	-0,8	-0,9	1,1	1,5	0,7

В таблице приведены эталонные значения  $x_0$ ,  $y_{\text{max}}$ ,  $x_2$ ,  $y_{\text{min}}$  и те же значения, вычисляемые в рамках данной модели при разных значениях величины  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  и параметра  $l$ .

Варьируя значениями  $l$ ,  $L$  и  $C$ , появляется возможность достаточно полно и «точно» описать вольт-амперную характеристику указанных выше двухполюсников рассматриваемой электрической цепи.

В частности из таблицы следует, что а) значения  $y_{\text{max}}$  удаляются от эталонного при  $l = 1$  и приближаются к нему при  $l = 2, 3$ , б) для значений  $x_2$  наблюдается обратная картина.

Далее отметим, что, а) чем больше  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  тем точнее вычисляются значения  $T\left(l, \frac{L}{C}\right)$  в рамках данной модели, б) методами многокомпонентной оптимизации можно выбрать наилучшее приближение вольт-амперной характеристики в зависимости от  $l$ ,  $C$ ,  $L$  с ее значением, в) вольт-амперная характеристика туннельного диода деформируется при облучении. В зависимости от величины радиационного интегрального потока можно выбрать вольт-амперную характеристику диода, которая лучше описывается в рамках данной модели.

1. Мухомов В. В. и др. Основы теории колебаний.—М.: Наука, 1988.—391 с.
2. Хаслер М. Ж. Электрические схемы с хаотическим поведением//ТИИЭР.—1985.—Т. 75.—С. 40—54.
3. Сильвер Э. М. Цепи, сигналы, системы.—М.: Мир, 1988.—Т. 1.—336 с.
4. Авелян М. П. О моделировании вольт-амперных характеристик гуппелевых диодов//Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1989.—Т. 12 № 2.—С. 92—95.
5. Левинзон С. Геометрическая теория дифференциальных уравнений.—М.: Физматгиз, 1961.—387 с.

ЭШ АИ Армения

29. IV. 1990

Изв. АН Армения (сер. ТН), т. XLIV, № 5—6, 1991, с. 259—263.

ГИДРАВЛИКА

УДК 532.517.3

А. А. САРУХАНИЯН

### НЕСТАЦИОНАРНОЕ ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В КРУГЛОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Приводится теоретическое исследование структуры нестационарного течения вязкопластичной жидкости при нестационарном движении вязкопластичной жидкости в круглой цилиндрической трубе. Такое движение имеет место при течении вязкопластичных растворов, а также при движении нефти по трубопроводам при температурах, близких к застыванию. Задача сводится к решению уравнения Тейлора-Эдвардсона. Получено решение этого уравнения при произвольном несимметричном начальном распределении скоростей. Общее решение задачи представляется в виде суммы членами которого являются комбинации полиномиальных функций.

Получено: 6 янв.

Մեր դիտման իրողությունը հաստատված է մաթեմատիկական մոդելի օգնությամբ շարժման անստացիոնար շրջան, որը տեղի ունի կապիլյարի շրջանները և կապիլյարների մոտակայքերում շարժման ժամանակ հեղուկների հարմար է հեղուկ-վիզկոսիտի լուծույթների ինտեգրմանը:

Մոտեցումը է ստացված Էդվարդսոնի ինտեգրման արտադրյալներով և կոնստանտ սկզբնական անհավասարաչափ բաժանման դեպքում մեզին ընդհանուր լուծումը ստացված է տեղի տեղով որը անդամները հանդիսանում են բենզի ֆունկցիայի լամպերի շրջաններ և որը Պարսիպորտյան է ստացիոնար զորման հետքով ճանաչող լուծումները:

Задача изучения нестационарного ламинарного движения вязкопластичной жидкости в круглой цилиндрической трубе имеет важное практическое значение, в частности, для расчета потерь напора, которые зависят от закона распределения скоростей по сечению трубы. Поэтому задача изучения нестационарного ламинарного движения сводится к определению закономерности изменения скоростей. Изучению этого вопроса посвящен ряд работ [1—7].

В [2] автор обобщает метод И. С. Громека и получает общее решение нестационарного ламинарного движения вязкопластичной жидкости в круглой трубе. Однако, при решении задачи автор рассматривает