

9. Пат. 2121148 РФ, МКИ G 01 R 15/04. Инвариантный измерительный преобразователь в виде делителя / В.Н. Нестеров. - №5041517/09; Заявл. 24.02.92; Опубл. 27.10.98. Бюл.№30.
10. Пат. 21807334 РФ, МКИ G 01 L 3/10, 3/00. Устройство для измерения крутящего момента / К.В. Жеребятьев, В.Н.Нестеров. №2000101301/28; Заявл. 17.01.2000; Опубл. 20.03.02. Бюл №8.
11. Пат. 2184358 РФ, МКИ G 01 I. 3/10. 3/04, 3/02. Устройство для измерения крутящего момента / К.В.Жеребятьев, В.Н.Нестеров. - №2000130526/28; Заявл.05.12.2000; Опубл. 27.06.02. Бюл.№18.
12. Пат. 2203479 РФ, МКИ G 01 L 5/00. Устройство для измерения крутящего момента / К.В. Жеребятьев, В.Н.Нестеров. - №2000130581/28; Заявл.05.12.2000; Опубл.27.04.03. Бюл №12.
13. Пат. 2297009 РФ, МКИ G 01 R 17/10. Измерительный преобразователь / В.Н.Нестеров, В.М. Мухин. - №2005136753/28; Заявл.25.11.2005; Опубл.10.04.2007. Бюл.№10.
14. Пат. 2297638 РФ, МКИ G 01 R 17/10. Измерительный преобразователь / В.Н.Нестеров, В.М. Мухин. №2005140832/28; Заявл.26.12.2005; Опубл.20.04.2007. Бюл.№11.
15. Петров Б.Н., Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Принцип инвариантности в измерительной технике. - М.: Наука, 1976. - 244с.
16. Нестеров В.Н. Структурный и технологический методы в задачах построения инвариантных измерительных преобразователей // Измерительная техника. - 2007. - №2. - С.8-12.
17. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - Л.: Энергоатомиздат. 1988. - 304с.
18. Нестеров В.Н. Инвариантные измерительные мосты для измерения крутящего момента // Метрология. - 1992. - №12. - С.28-36.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУННЕЛЬНОГО ДИОДА

М. Н. Пиганов, В. Д. Дмитриев.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Прямая ветвь вольтамперной характеристики (ВАХ) туннельного диода характеризуется параметрами U_{max} при значениях X_1 , U_{min} при X_2 , падающим и возрастающим участками в интервалах $X_1 \dots X_2$ и $X_2 \dots X_3$ соответственно (рис. 1).

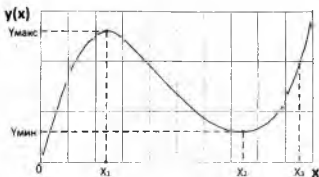


Рис. 1. ВАХ туннельного диода

Для моделирования вольтамперную характеристику диода рассмотрим в виде двух основных участков: участка туннельного тока (интервал $0 \dots x_2$) и участка тока инжекции (интервал $x_2 \dots x_3$) и обозначим их функциями $y_1(x)$ и $y_2(x)$ соответственно. Следовательно, полную зависимость ВАХ представим в виде суммы двух функций $y(x) = y_1(x) + y_2(x)$. В качестве $y_1(x)$ используем известную функцию [1]

$$y_1(x) = a \cdot x^b e^{-cx}, \quad (1)$$

в которой a , b и c – положительные коэффициенты, причем a и c определяют уровень экстремума и крутизну падающего участка характеристики.

Для формирования второй части ВАХ воспользуемся экспоненциальной функцией вида

$$y_2(x) = d \cdot (e^{kx} - 1), \quad (2)$$

где коэффициенты d и k положительны и определяют уровень и крутизну функции соответственно. При этом общую функцию $y(x)$ ВАХ туннельного диода представим в виде

$$y(x) = a \cdot x^b e^{-cx} + d \cdot (e^{kx} - 1). \quad (3)$$

Коэффициенты a , b , c , d и k заданной функции взаимосвязаны со значениями y_{\max} , y_{\min} , x_1 , x_2 , исходящими из условия $\frac{\partial y(x)}{\partial x} = 0$, т.е.

$$x^b \left(\frac{1}{x} - \frac{c}{b} \right) + \frac{kd}{ab} e^{(k+c)x} = 0. \quad (4)$$

Определение коэффициентов a , b , c , d и k из выражений (3) и (4) связано с решением систем сложных алгебраических уравнений. Однако задачу можно упростить, допуская, что влияние функции $y_2(x)$ на значения x_1 и y_{\max} мало.

При этом параметр X_1 определяется из условия $\frac{\partial y_1(x)}{\partial x} = 0$, из которого следует

$$x_1 = b/c. \quad (5)$$

Следовательно, исходя из выражений (1) и (5), запишем зависимость для значения экстремума (y_{max})

$$y_{max} = a \cdot x_1^b e^{-cx_1}, \quad (6)$$

где X_1 и y_{max} — справочные или экспериментальные данные туннельного диода.

Для определения коэффициентов k и d на основе выражений (3)...(5) составим систему уравнений

$$\begin{cases} x_2^b \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) = \frac{kd}{ab} e^{(k+c) \cdot x_2}; \\ y_{min} = a \cdot x_2^b \cdot e^{-cx_2} + d \cdot (e^{kx_2} - 1). \end{cases} \quad (7)$$

Решая данную систему уравнений относительно коэффициентов k и d , получаем

$$\frac{1}{k} (1 - e^{-kx_2}) = (y_{min} \cdot e^{cx_2} \cdot x_2^{-b} - a) \frac{x_1 \cdot x_2}{ab(x_2 - x_1)}; \quad (8)$$

$$d = \frac{ab \cdot (x_2 - x_1) \cdot x_2^b}{k \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot e^{(k+c)x_2}}. \quad (9)$$

При условии $e^{-kx_2} \ll 1$ (реально $kX_2 > 5$) выражение (8) упрощается:

$$\frac{1}{k} = (y_{min} \cdot e^{cx_2} \cdot x_2^{-b} - a) \frac{x_1 \cdot x_2}{ab(x_2 - x_1)}, \quad (10)$$

где x_1, x_2 и y_{min} — справочные или экспериментальные данные туннельного диода.

Для подтверждения достоверности данной разработки приведены расчеты функции $y(x)$ для различных значений коэффициентов. Один из вариантов расчета ВАХ при параметрах $a = 364$; $b = 1,57$; $c = 7,0$ и $d = 1,34 \cdot 10^{-4}$ для различных значений k приведен на рисунке 2. Из полученных ВАХ видно, что увеличение значения коэффициента k при $c = const$ приводит к

уменьшению величины x_2 и увеличению U_{\min} . С увеличением величины параметра c характер изменения значений x_2 и U_{\min} сохраняется (рис. 3).

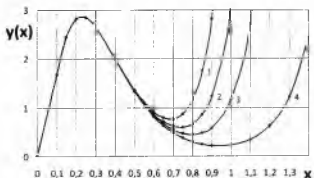


Рис. 2. Вольтамперные характеристики туннельного диода: 1- $k=11$; 2- $k=10$; 3- $k=9$; 4- $k=7$

Графики зависимостей $x_1 = f(c)$, $x_2 = f(c)$, $U_{\min} = f(c)$ и $U_{\max} = f(c)$ при фиксированном значении коэффициента k ($k=7$) приведены на рисунках 4, 5 и 6.

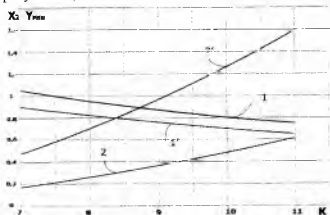


Рис. 3. Зависимость параметров U_{\min} и x_2 от коэффициента k : 1 - $C=7$; 1' - $C=9$; U_{\min} : 2 - $C=7$; 2' - $C=9$

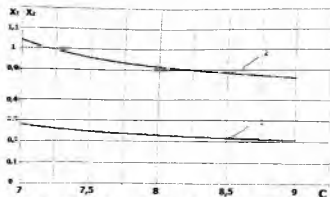


Рис. 4. Зависимость параметров X_1 и X_2 от значений C при $K=7$ 1 - X_1 , 2 - X_2

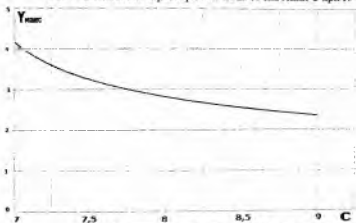


Рис. 5. Зависимость параметра Y_{max} от значений C при $K=7$

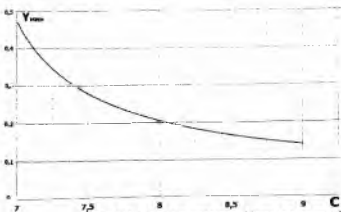


Рис. 6. Зависимость параметра Y_{min} от значений C при $K=7$

Данные графиков показывают, что коэффициент c влияет на значения параметров $U_{\text{шма}}$, $U_{\text{мин}}$, X_1 и X_2 , причем с увеличением его значения ВАХ диода сдвигается в область малых значений x .

Следует отметить, что для формирования желаемой ВАХ необходимо исходить из справочных или экспериментальных данных $U_{\text{шма}}$, $U_{\text{мин}}$, X_1 и X_2 туннельного диода и на их основе определить соответствующие коэффициенты функции $y(x)$.

Список использованных источников

1.Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике/ для инженеров и учащихся втузов/.-М.: Наука, 1986.-544с.

2.Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и оптоэлектронным приборам/ Под ред.Горюнова Н.Н./.-М.: Энергия, 1987.-742с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕБИТА ЖИДКОСТИ, НЕФТИ И ГАЗА

К.Ю. Плесовских

Арзамасский политехнический институт, г. Арзамас

Статья посвящена исследованию факторов, влияющих на точность определения дебита жидкости, нефти и газа в нефтегазовой смеси. Описаны факторы, влияющие на получение устойчивого регрессионного описания изменения расхода компонентов газожидкостного потока. Показано, что учёт данных факторов способен существенно повысить точность определения дебита нефти, воды и газа.

Измерение расхода двухфазных веществ имеет свои особенности и трудности, связанные с неомогенностью состава смеси, различием скоростей отдельных фаз, а также их концентрацией и структурой потока.

Как показывают исследования, концентрация отдельных фаз меняется по длине трубопровода, и поэтому измерение мгновенного расхода имеет небольшое практическое значение. В этом случае лишь среднее значение расхода за некоторый интервал времени может правильно характеризовать двухфазный поток. При этом минимальный интервал осреднения зависит от структуры потока.

В свою очередь структура двухфазного потока зависит от следующих факторов:

- скорости потока;