

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что педагогу целесообразно сочетать различные методы и формы организации образовательного процесса, чтобы достичь наибольшего эффекта от их использования.

Рассмотренные интерактивные методы могут быть применимы при обучении различным дисциплинам в профессиональных образовательных учреждениях как среднего, так и начального, и высшего

профессионального образования для формирования компетенций. А в своей концептуальной основе – при проектировании инновационных педагогических технологий, обеспечивающих подготовку высококвалифицированных профессиональных кадров.

Список литературы

1. Иоффе А.Н. Активная методика – залог успеха // Гражданское образование. Материал международного проекта. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. – 382 с.

Секция «Образовательная среда профессионального учебного заведения», научный руководитель – Часов К.В., канд. пед. наук, доцент

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ТИПА

Зинченко О.И., Часов К.В.

Армавирский механико-технологический институт,
филиал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
технологический университет», Армавир,
e-mail: zinchenko.olga.99@mail.ru

Изменение технологий обучения в связи с бурным развитием компьютерной и оргтехники неизбежно приводит к необходимости создавать учебные средства и материалы нового типа, развивать методику и технологию подготовки указанных средств и материалов. Сразу оговоримся, что не рассматривается вопрос об их приобретении у какой-либо фирмы, которая из года в год готовит соответствующие продукты безотносительно к нуждам конкретного заказчика, а затем доводит свой продукт в виде технической помощи.

Мы видим проблему совсем по-другому – преподаватель предлагает студентам совместно составить интерактивный обучающий документ, содержащий все признаки учебного пособия в электронном виде.

Не вызывает сомнений, что вопрос подбора учебного материала, последовательность его изложения остаётся за преподавателем, а вот его расположение и оформление – вопрос дискуссии, во время которой студент поневоле начнёт вникать в изучаемые проблемы. Таким образом, в режиме педагогического сотрудничества формируется творческий коллектив преподавателя и студентов, результатом которого и получается учебное средство нового типа.

Такой подход позволяет осуществлять активное и интерактивное обучение студентов. Сами обучающиеся почувствовав свою значимость, успешность, несомненно, будут мотивированы на продолжение работы в творческом коллективе. И, даже, если на пер-

вых порах участие того или иного студента будет несущественным в группе (коллективе), на следующих занятиях обучающийся будет стремиться увеличить своё влияние на решение учебной проблемы, становясь всё более активным участником процесса обучения и учения.

РАСЧЁТ НЕЛИНЕЙНОГО ОГРАНИЧИТЕЛЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА «MATHCAD»

Зинченко О.И., Сергеев В.А., Паврозин А.В.

Армавирский механико-технологический институт,
филиал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
технологический университет», Армавир,
e-mail: pavrosin@mail.ru

Для защиты электрооборудования от повышенных напряжений в электрических сетях применяются ограничители перенапряжения нелинейные (ОПН). Основными, наиболее часто применяемыми компонентами ОПН являются газовые разрядники, варисторы и защитные диоды. Цель исследования – подбор наилучшего сочетания параметров компонентов ОПН, выполненного на варисторах, при котором напряжение на выходе ОПН находилось бы в допустимых пределах, а количество поглощённой энергии импульса перенапряжения и, соответственно, количество компонентов ОПН было бы минимально. Была выбрана следующая топология (рис. 1).

Расчёт ОПН производился с помощью математического пакета «MathCAD» для двух возможных вариантов одиночного импульса перенапряжения (табл. 1) и при заданных параметрах ОПН (табл. 2). Кроме того, в расчёте был учтён десятипроцентный разброс номинального напряжения варисторов.

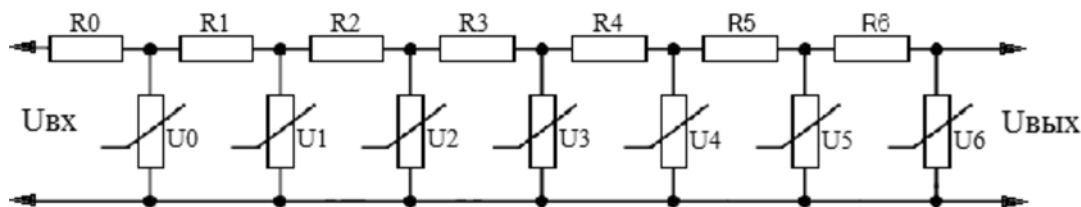


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная рассчитываемого ОПН

Таблица 1

Параметры импульсов перенапряжения

Возможный уровень импульса перенапряжения прямоугольной формы на входе ОПН – $U_{\text{имп}}$, В	Время действия импульса – $t_{\text{имп}}$, с
700	$5 \cdot 10^{-3}$
2000	10^{-5}

Таблица 2

Параметры ОПН

Максимальное напряжение на выходе ОПН	$U_{\text{макс}}$, В	450
Номинальное постоянное напряжение на входе ОПН	$U_{\text{ном}}$, В	140
Максимальное эквивалентное последовательное сопротивление	$\sum R_n$, Ом	2,5

Параметры варисторов анализировались по данным [1]. Выбор варисторов осуществлялся из следующих соображений:

– номинальное напряжение на входе ОПН не должно приводить к прохождению тока через варисторы ($V_{DC} > U_{\text{ном}}$);

– т.к. при увеличении V_{DC} максимальная поглощаемая энергия варисторов с одинаковым диаметром диска увеличивается [1], то для уменьшения общего количества элементов ОПН нужно использовать варисторы с как можно большим параметром V_{DC} для данного диаметра диска варистора, но при этом при заданных параметрах импульса напряжение на выходе ОПН не должно превышать $U_{\text{макс}}$; После анализа ампервольтных характеристик [1] были приняты возможные к использованию варисторы следующих типов: S20K175; S20K150; S20K140.

Расчёт был начат с создания в среде «MathCAD» векторов напряжений, приложенных к варисторам и векторов токов этих варисторов. Затем были аппроксимированы вольтамперные характеристики варисторов. Компания «Ercos» в спецификации на свои варисторы [1] приводит функцию взаимосвязи тока и напряжения:

$$I(U) = K \cdot U^a, \quad (1)$$

где a – коэффициент нелинейности экспоненты, K – керамическая константа, зависящая от типа варистора; I – ток протекающий через варистор; U – напряжение на варисторе.

Для поиска коэффициентов функций аппроксимирующих ВАХ-и использовалась встроенная в «MathCAD» функция «genfit» (рис. 2). Предполагалось, что рабочий диапазон варисторов по току будет находиться в промежутке 5-500 А, поэтому для более точной аппроксимации ВАХк в данном диапазоне, поиск коэффициентов аппроксимирующей функции осуществлялся на основе данных с индексами 6–12, находящихся в векторах напряжений и токов варисторов.

Для каждого выбранного типа варистора были построены: графики их ВАХ-к по данным (пунктир с кружочком); графики ВАХ-к полученных путём аппроксимации данных [1] (сплошная линия); графики ВАХ-к для границ технологического разброса номинального напряжения варисторов (пунктирные линии).

$$F(U, a) := \begin{pmatrix} a_0 \cdot U^{a_1} \\ U^{a_1} \\ a_0 \cdot U^{a_1} \cdot \ln(U) \end{pmatrix} \quad V_a := \begin{pmatrix} 1 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$a175 := \text{genfit}(\text{submatrix}(U175, 6, 12, 0, 0), \text{submatrix}(I, 6, 12, 0, 0), V_a, F)$$

$$a150 := \text{genfit}(\text{submatrix}(U150, 6, 12, 0, 0), \text{submatrix}(I, 6, 12, 0, 0), V_a, F)$$

$$a140 := \text{genfit}(\text{submatrix}(U140, 6, 12, 0, 0), \text{submatrix}(I, 6, 12, 0, 0), V_a, F)$$

$$a175 = \begin{pmatrix} 0 \\ 14.093 \end{pmatrix} \quad a150 = \begin{pmatrix} 0 \\ 12.522 \end{pmatrix} \quad a140 = \begin{pmatrix} 0 \\ 11.022 \end{pmatrix}$$

$$I175(U) := F(U, a175)_0 \quad I175\Delta(U) := \begin{bmatrix} a175_0 \cdot (1.1 \cdot U)^{(a175_1)} \\ a175_0 \cdot (0.9 \cdot U)^{(a175_1)} \end{bmatrix}$$

$$I150(U) := F(U, a150)_0 \quad I150\Delta(U) := \begin{bmatrix} a150_0 \cdot (1.1 \cdot U)^{(a150_1)} \\ a150_0 \cdot (0.9 \cdot U)^{(a150_1)} \end{bmatrix}$$

$$I140(U) := F(U, a140)_0 \quad I140\Delta(U) := \begin{bmatrix} a140_0 \cdot (1.1 \cdot U)^{(a140_1)} \\ a140_0 \cdot (0.9 \cdot U)^{(a140_1)} \end{bmatrix}$$

Рис. 2. Поиск коэффициентов аппроксимирующих функций

Далее были составлены в среде «MathCAD функции пользователя (рис. 4).

В блоке программирования были заданы программно определяемые значения максимально допустимых энергий рассеяния для разных типов варисторов (рис. 5).

Затем для схемы рассчитываемого ОПН (рис. 1) была составлена система уравнений на основе 1-го и 2-го законов Кирхгофа с последующим нахождением неизвестных в блоке Given/Find.

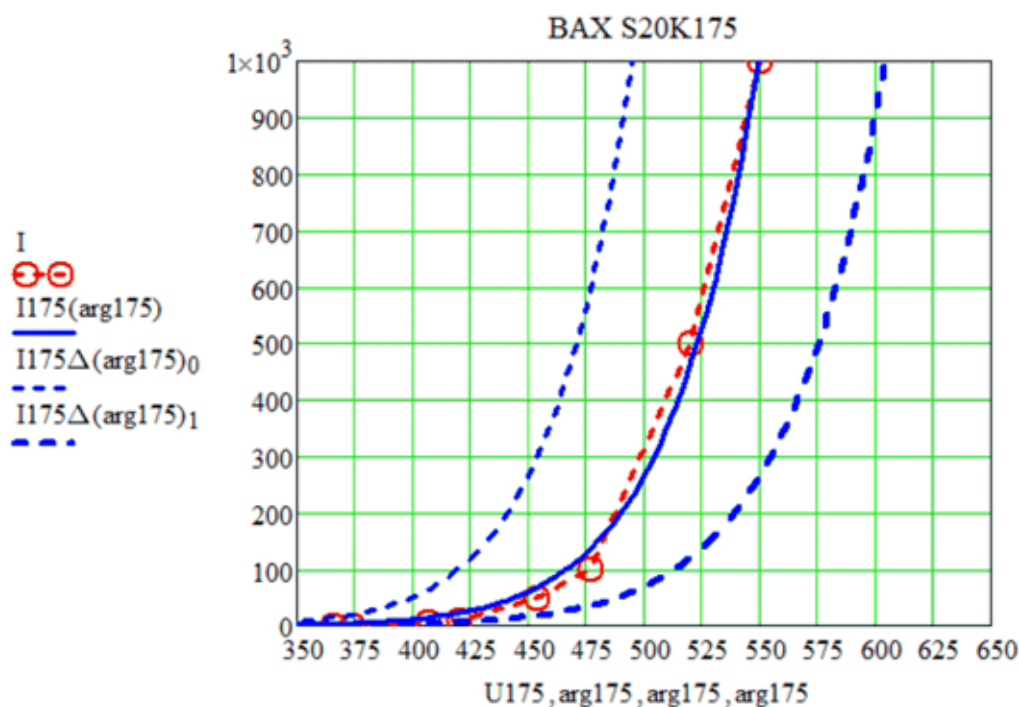


Рис. 3. Графики ВАХ-к для S20K175 с учётом 10% допуска

$\text{Ivar0}(x) := \begin{cases} \text{I175}(x) & \text{if } \text{Var0} = 175 \\ \text{I150}(x) & \text{if } \text{Var0} = 150 \\ \text{I140}(x) & \text{if } \text{Var0} = 140 \\ 0 & \text{if } \text{Var0} = 0 \\ \text{I175}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var0} = 175 - 17.5 \\ \text{I175}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var0} = 175 + 17.5 \dots \\ \text{I150}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var0} = 150 - 15 \\ \text{I150}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var0} = 150 + 15 \\ \text{I140}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var0} = 140 - 14 \\ \text{I140}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var0} = 140 + 14 \end{cases}$	$\text{Ivar6}(x) := \begin{cases} \text{I175}(x) & \text{if } \text{Var6} = 175 \\ \text{I150}(x) & \text{if } \text{Var6} = 150 \\ \text{I140}(x) & \text{if } \text{Var6} = 140 \\ 0 & \text{if } \text{Var6} = 0 \\ \text{I175}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var6} = 175 - 17.5 \\ \text{I175}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var6} = 175 + 17.5 \\ \text{I150}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var6} = 150 - 15 \\ \text{I150}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var6} = 150 + 15 \\ \text{I140}\Delta(x)_0 & \text{if } \text{Var6} = 140 - 14 \\ \text{I140}\Delta(x)_1 & \text{if } \text{Var6} = 140 + 14 \end{cases}$
--	--

Рис. 4. Функции пользователя

Рис. 5. Максимально допустимые энергии

```

E6 := k ←  $\frac{IV6 \cdot Rez_{13} \cdot t \cdot 100}{Q6_{max}}$ 
      b ←  $k \cdot \frac{Q6_{max}}{100}$ 
      z ← k - 100
      p ← 100 - k
      return concat(num2str(b), " (" , "меньше допустимой на " , num2str(p) , " % " , ")") if b ≤ Q6max
      return concat(num2str(b), " (" , "превышает допустимую на " , num2str(z) , " % " , ")") if b > Q6max

```

Рис. 6. Расчётная часть программы

Параметры элементов схемы:

Амплитуда напряжения на входе фильтра, В	Выбор сопротивлений резисторов, Ом	Выбор номинальных напряжений варисторов, В
$U_{in} := 700$	$R0 := 2.2$	$Var0 := 150$
	$R1 := 0$	$Var1 := 150$
	$R2 := 0$	$Var2 := 150$
Время действия входного	$R3 := 0$	$Var3 := 150$
	$R4 := 0$	$Var4 := 150$
импульса, с	$R5 := 0$	$Var5 := 150$
$t := 5 \cdot 10^{-3}$	$R6 := 0$	$Var6 := 150$

Эквивалентное последовательное сопротивление ОПН, Ом:

$$R_{sum} := R0 + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 = 2.2$$

Энергия поглощённая резисторами, Дж:	Токи через варисторы, А:	Суммарная поглощённая энергия импульса перенапряжения, Дж:	Напряжение после ОПН, В:
$ER0 = 4.903$	$IV0 = 21.113$	$E = 281.908$	$Rez_{13} = 374.858$
$ER1 = 0$	$IV1 = 21.113$		
$ER2 = 0$	$IV2 = 21.113$		
$ER3 = 0$	$IV3 = 21.113$		
$ER4 = 0$	$IV4 = 21.113$		
$ER5 = 0$	$IV5 = 21.113$		
$ER6 = 0$	$IV6 = 21.113$		

Энергия поглощённая варисторами, Дж:

$E0 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E1 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E2 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E3 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E4 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E5 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$
 $E6 = "39.5721055107732 \text{ (меньше допустимой на } 53.4445817520315 \%)"$

Рис. 7. Результаты расчётов

Заключение

Расчёт показал, что наибольшая эффективность работы ОПН достигается при параллельном соединении варисторов, ($R1=R6=0$ Ом), при $R0=2,2$ Ом, при наиболее нагруженном режиме работы ОПН, рассеи-

ваемая энергия варисторов равна 53,4% от номинальной. Запас в 46,6% был принят для компенсации разброса параметров варисторов.

Список литературы

1. <http://en.tdk.eu/> (www.epcos.com Режим доступа: 09.02.2016).