

## РЕШЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ СТУДЕНТАМИ НАЧАЛЬНЫХ КУРСОВ ОБУЧЕНИЯ КАК ЗАЛОГ УСПЕШНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А. В. Козлов, А. И. Рожков, В. В. Кротенок

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

В настоящее время важной задачей современного обучения студентов является формирование эффективных моделей взаимодействия образовательных учреждений и организаций реального сектора экономики. Для этого уже на начальных курсах университета нужно внедрять и ставить перед студентами задачи реальной практической направленности, и преподаватели высшей школы должны искать различного рода прикладные задачи и ставить их перед студентами.

Особенно это касается преподавателей тех учебных дисциплин, в которых основной материал носит теоретический характер и читается студентам на начальных курсах. Примерами таких дисциплин могут быть теоретическая электротехника, теоретическая механика, теория автоматического управления и др. Преподаватели высшей школы, постоянно взаимодействуя с работниками предприятий реального сектора экономики, должны анализировать весь производственный процесс и искать конкретные прикладные задачи. Эти задачи не обязаны обладать новизной, иметь изобретательский уровень, но должны быть максимально приближены к области инженерных задач.

Квалифицированный инженер, в первую очередь, должен в целом понять суть технической проблемы, оценить возможность ее решения, а также уметь эффективно подобрать методику анализа, которая базируется на базовых законах и достаточно проста в описании.

Благодаря такому подходу, у студентов начальных курсов пропадает барьер между «теорией» и «практикой», и они получают способность самостоятельно анализировать технические проблемы и успешно их решать. Вот, например, одна из таких задач, которая решает проблему анализа работы трехфазных дуговых сталеплавильных печей достаточно простыми методами теоретической электротехники.

Трехфазные дуговые печи являются самыми распространенными среди всех дуговых печей, как постоянного, так и переменного тока. Вместе с тем анализ самой простой схемы замещения трехфазной печи достаточно сложен, так как необходимо решать систему дифференциальных уравнений или использовать аппарат комплексных чисел для ее решения.

На практике часто стоит задача проанализировать изменение токов всей цепи при изменении параметров только одной фазы, при неизменных параметрах остальных двух фаз. Это, например, изменение нагрузки, переключение ступени трансформатора одной фазы. Так как в трехфазных цепях ток одной фазы является суммой токов двух остальных фаз, то в таких случаях две фазы, в которых не меняются параметры, можно заменить некой эквивалентной [1].

На рис. 1 изображена такая схема замещения, в которой две фазы:  $B$  и  $C$  заменены одной эквивалентной, где:  $E_A, E_{\text{Э}}$  – ЭДС фазы  $A$  и эквивалентной фазы  $\text{Э}$ , соответственно;  $Z_A, Z_{\text{Э}}$  – полные сопротивления фазы  $A$  и эквивалентной фазы  $\text{Э}$ , в которые входят все активные и реактивные сопротивления источников ЭДС, соединительных проводов и нагрузки (в данном случае, дуги);  $I_A$  – ток фазы  $A$ .

Такая электрическая схема намного проще и описывается всего лишь одним уравнением, а не системой уравнений.

Для расчета эквивалентных параметров в этом случае удобно использовать метод эквивалентного генератора. В случае необходимости можно любые две фазы заменить одной эквивалентной, чтобы анализировать работу фаз  $B$  и  $C$ .

В технологическом процессе производства [2] часто встречаются случаи, когда величины двух фаз одинаковы:  $E_B = E_C = E_\Phi$ ,  $Z_B = Z_C$ , и формулы для расчета эквивалентных параметров получаются очень простыми и удобными в использовании:

$$\underline{E}_\Delta = 0,5\underline{E}_\Phi, \quad \underline{Z}_\Delta = 0,5\underline{Z}_B.$$

Кроме упрощения электрических расчетов, однофазную математическую модель можно использовать и для анализа электромагнитного взаимодействия электрических дуг. На рис. 2 схематически показан вид сверху трехфазной дугосталеплавильной печи.

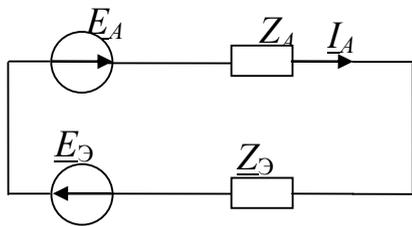


Рис. 1. Упрощенная схема замещения трехфазной дуговой сталеплавильной печи

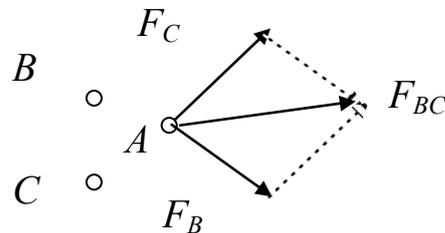


Рис. 2. Вид сверху трехфазной дугосталеплавильной печи

Буквами  $A$ ,  $B$ ,  $C$  обозначены электроды соответствующих фаз. Магнитное поле фазы  $B$  давит на электрическую дугу фазы  $A$  с силой  $F_B$ . Величину результирующей силы  $F_{BC}$  определяют через решение векторных уравнений.

Если использовать модель (рис. 1), то очевидно, что на электрод фазы  $A$  давит только одна электромагнитная сила и направление этой силы неизменно, а ее величина пропорциональна квадрату силы тока фазы  $A$ :

$$F_\Delta = I_A^2.$$

Как видно из вышеуказанного, в однофазной математической модели направление электромагнитной силы, давящей на дугу фазы  $A$ , неизменно, а ее величина находится с помощью одной формулы. Однофазная схема замещения гораздо удобнее трехфазной, что позволяет проще анализировать процессы, происходящие в дугосталеплавильной печи.

На такого рода простых задачах из реального сектора производства полезно преподносить студентам новые знания, которые неразрывно связывают теоретические и прикладные знания.

#### Литература

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи : учеб. для студентов электротехн., энерг. и приборостр. специальностей вузов / Л. А. Бессонов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 2008. – 528 с.
2. Линчевский, Б. В. Металлургия черных металлов / Б. В. Линчевский, А. Л. Соболевский, А. А. Кальменев. – М., 1986.