

модуля в схему с контакторами обязывает использовать развязки для защиты от выгорания контактов.

Программировать логический модуль я решил с помощью булевой алгебры. Разработанный алгоритм работы был одобрен механослужбой. Так же пришлось немного изменить саму релейную схему. В результате удалось значительно снизить расход смазки, уменьшить случаи аварий на линии, упростить обслуживание станции для механослужбы.

Последний вариант программы содержит визуализацию таймеров с некоторыми возможностями с которыми столкнулись в процессе работы. Так же программа будет переписываться и совершенствоваться, так как есть проблема работы при переходе с ручного режима на автоматический и обратно. В данный момент приходится разбирать схему.

В заключении скажу что даже мой скромный опыт работы с логическими модулями "Siemens LOGO" показывает на сколько проще и удобнее может выглядеть и выглядит новоиспеченная схема управления тем или иным механизмом. И это мотивирует продолжать работать в том же направлении и улучшать работу релейных схем механизмов стана горячей прокатки 850.

## ОДНОФАЗНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРЁХФАЗНОЙ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ.

**Автор:** Василенко А.Я., студент группы ЭН-21

**Руководители:** к.т.н., доцент Козлов Андрей Владимирович, к.т.н. Рожков Андрей Игоревич, к.т.н. Рожков Антон Игоревич

Трёхфазные дуговые печи являются самыми распространёнными среди всех дуговых печей, как постоянного, так и переменного тока. Вместе с тем, анализ самой простой схемы замещения трёхфазной печи достаточно сложен: необходимо решать систему из трёх уравнений в комплексном виде (1).

$$\begin{cases} \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = 0 \\ \underline{I}_A \cdot \underline{Z}_A - \underline{I}_B \cdot \underline{Z}_B = \underline{E}_A - \underline{E}_B \\ \underline{I}_A \cdot \underline{Z}_A - \underline{I}_C \cdot \underline{Z}_C = \underline{E}_A - \underline{E}_C \end{cases} \quad (1)$$

Вместе с тем, часто необходимо 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 трёхфазных 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: В и С заменены одной эквивалентной.

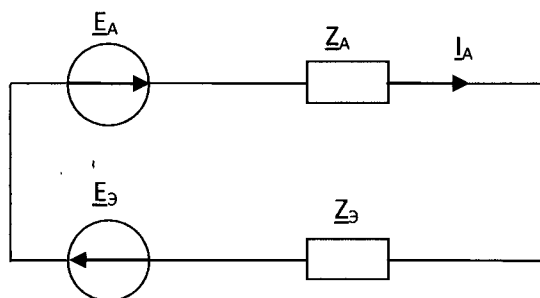


Рис.1 Упрощённая схема замещения трёхфазной дуговой сталеплавильной печи.

где:  $\underline{E}_A, \underline{E}_Э$  – ЭДС фазы А и эквивалентной фазы Э соответственно;

$\underline{Z}_A, \underline{Z}_Э$  – полные сопротивления фазы А и эквивалентной фазы Э, в которые входят все активные и реактивные сопротивления источников ЭДС, соединительных проводов и нагрузки (в данном случае, дуги);

$\underline{I}_A$  – ток фазы А;

Как видно из рисунка, схема стала намного проще. Она описывается всего лишь одним уравнением Кирхгофа, а не системой из трёх:

$$\underline{I}_A * (\underline{Z}_A + \underline{Z}_Э) = \underline{E}_A + \underline{E}_Э \quad (2)$$

Эквивалентные параметры  $\underline{E}_Э$  и  $\underline{Z}_Э$  можно найти методом эквивалентного генератора по формулам

$$\underline{E}_Э = \frac{\frac{\underline{E}_B}{\underline{Z}_B} + \frac{\underline{E}_C}{\underline{Z}_C}}{\frac{1}{\underline{Z}_B} + \frac{1}{\underline{Z}_C}}, \quad \underline{Z}_Э = \frac{\underline{Z}_B \cdot \underline{Z}_C}{\underline{Z}_B + \underline{Z}_C} \quad (3)$$

В случае необходимости, можно любые две фазы заменить одной эквивалентной, что бы анализировать работу фаз В и С.

Рассмотрим распространенный случай [2], когда величины двух фаз одинаковы:  $E_B = E_C = E_\phi$ ,  $\underline{Z}_B = \underline{Z}_C$ . Подставив эти данные в формулы (3), получим:  $\underline{E}_Э = 0,5 \underline{E}_\phi$ ,  $\underline{Z}_Э = 0,5 \underline{Z}_B$ .

Помимо упрощения анализа электрических цепей, однофазная математическая модель упрощает анализ электромагнитного взаимодействия электрических дуг.

На рис.2 схематически показан вид сверху трёхфазной дугосталеплавильной печи.

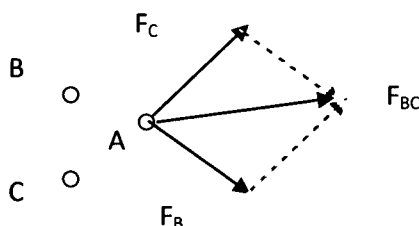


Рис. 2 Вид сверху трёхфазной дуговой сталеплавильной печи.

Буквами А, В, С обозначены электроды соответствующих фаз. Магнитное поле фазы В давит на электрическую дугу фазы А с силой  $F_B$ . Величина силы  $F_B$  пропорциональна произведению токов этих фаз, умноженная на косинус разницы фаз токов фаз (4). Аналогично, магнитное поле фазы С давит на электрическую дугу фазы А с силой  $F_C$  (5), суммарная сила  $F_{BC}$  находится по правилу параллелограмма (6).

$$F_B \sim I_A * I_B \cos(\varphi_A - \varphi_B) \quad (4)$$

$$F_C \sim I_A * I_C \cos(\varphi_A - \varphi_C) \quad (5)$$

$$\vec{F}_{BC} = \vec{F}_B + \vec{F}_C \quad (6)$$

Если использовать модель (рис.1), то очевидно, что на электрод фазы А давит только одна электромагнитная сила, поэтому не нужно находить суммарную силу по правилу параллелограмма. Направление этой силы неизменно, а её величина пропорциональна квадрату силы тока фазы А (7).

$$F_3 = I_A^2 \quad (7)$$

Как видно из вышесказанного, в однофазной математической модели направление электромагнитной силы, давящей на дугу фазы А неизменно, а её величина находится с помощью одной формулы (7), а не с помощью трёх (4) – (6).

Однофазная схема замещения гораздо удобнее трёхфазной, что позволяет проще анализировать процессы, происходящие в дуговой сталеплавильной печи.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ НЕПРЕРЫВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ОАО «БМЗ-УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

**Автор:** Н.А. Самсонов, *м.т.н.*, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»  
**Руководитель:** В.С. Захаренко, *к.т.н.*, УО «ГТТУ им. П. О. Сухого» (Гомель)

Внезапный выход из строя высоковольтных асинхронных электродвигателей предприятия может вызвать аварии и длительные простои производства, что в свою очередь приведёт к прямым финансовым потерям предприятия, которые вызваны нарушением технологического процесса, затратами на восстановление и ремонт электродвигателя. В рамках ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (БМЗ) приведёт так же и к штрафам за нарушение экологического законодательства Республики в отсутствие работоспособной системы пылегазоудаления (ПГУ), где применяются электродвигатели большой мощности.