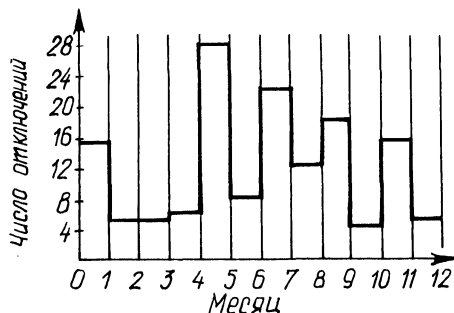


Рис. 1. Распределение числа отключения по месяцам года



ры контроля изоляции на подстанции перестают сигнализировать наличие замыкания на землю, поэтому обслуживающий персонал может сделать ложный вывод, что замыкание на землю будто бы самоустранилось. Эти нежелательные явления, естественно, опасны для жизни человека. Следовательно, их нужно устранять. Благодаря анализу повреждений процесс устранения неисправностей ускорится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко А.А., Барг И.Г., Холмский Д.В. Определение частоты отказов сельских ВЛ 10 кВ // Электр. станции. – 1982. – № 3. – С. 59–61.
2. Лукьяненко Ю.Д. Влияние метеорологических условий на линии электропередачи 6–10 кВ // Электр. станции. – 1974. – № 9. – С. 57–59.
3. Усманов Ф.Х., Кабатов В.Ю., Максимов В.А. Анализ отключений сельских ВЛ 6–10 кВ // Электр. станции. – 1980. – № 8. – С. 56–58.
4. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. – М.: Энергия, 1971. – 122 с.

УДК 621.365.2

В.М. ПРИМА

К ВОПРОСУ О СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИМЕЮЩИХ ДУГОВЫЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ

В период расплавления шихты работа дуговых сталеплавильных печей (ДСП) сопровождается частыми колебаниями реактивной мощности. Наибольших значений эти колебания достигают при эксплуатационных коротких замыканиях в ДСП. Как правило, установки ДСП подключаются к шинам вторичного напряжения подстанций глубокого ввода (ПГВ), от которых питается в условиях предприятия смешанная нагрузка. Колебания напряжения на шинах вторичного напряжения таких подстанций, вызываемые работой установок ДСП, могут оказываться выше допустимых пределов. В ряде случаев это приводит к необходимости отдельного питания силовой (резкопеременной) и чувствительной к колебаниям напряжения (осветительной) нагрузок. В ре-

зультате усложняется схема электроснабжения предприятия, увеличивается количество трансформаторов на подстанциях глубокого ввода.

Уменьшение влияния работы установок ДСП на качество напряжения в электрической сети предприятия может быть достигнуто различными способами [1, 2], в том числе и эффективным ограничением токов эксплуатационных коротких замыканий в самих установках ДСП. В печных агрегатах существующих установок ДСП для этих целей используются реакторы со стальным магнитопроводом, имеющим в стержнях немагнитные зазоры [3].

Такие реакторы обладают значительным реактивным сопротивлением (10–25 %) и сохраняют его практически неизменным при любых режимах работы ДСП. При коротком замыкании в электропечной установке это позволяет обеспечить кратность тока, равную 2,5–4.

Более эффективным средством ограничения токов технологических коротких замыканий в ДСП могут стать токоограничивающие управляемые реакторы [4]. Они в отличие от реакторов с немагнитными зазорами автоматически увеличивают свою индуктивность до заданных пределов при коротком замыкании в электрической цепи. С помощью таких реакторов можно обеспечить в режиме короткого замыкания необходимую индуктивность подводящей к установке ДСП сети, более эффективно ограничить ток эксплуатационного короткого замыкания и тем самым добиться существенного снижения колебаний напряжения в электрической сети промышленного предприятия.

Согласно ПУЭ, печные трансформаторы установок ДСП могут присоединяться к электрическим сетям общего назначения без выполнения специальных расчетов на колебания напряжения, если соблюдается условие

$$\sqrt{\sum_1^n S_{Ti}^2} / S_K \leq 0,01, \quad (1)$$

где S_{Ti} – номинальная мощность печного трансформатора; S_K – мощность короткого замыкания в месте присоединения установок ДСП к электрическим сетям общего назначения; n – количество присоединенных установок ДСП.

При одинаковой мощности присоединяемых установок ДСП выражение (1) примет вид

$$S_T \sqrt{n} / S_K \leq 0,01. \quad (2)$$

В практических расчетах колебания напряжения при работе одиночной установки ДСП определяются выражением

$$V_t = \frac{\Delta Q}{S_K} 100, \quad (3)$$

где ΔQ – размах колебания реактивной мощности при работе печной установки.

Если принять по условиям колебания напряжения ΔQ равный мощности печного трансформатора S_T [2], а также умножить и разделить правую часть выражения (3) на \sqrt{n} , то

$$V_t = \frac{S_T \sqrt{n}}{S_K} \frac{100}{\sqrt{n}}. \quad (4)$$

С учетом (2) выражение (4) примет вид

$$V_t = 1/\sqrt{n}. \quad (5)$$

Соотношение (5) показывает, что при подключении к сетям общего назначения группы установок ДСП одинаковой мощности условие (2) может выполняться в том случае, если колебания напряжения, вызванные работой каждой из установок, не превысят значения равного $1/\sqrt{n}$.

Колебания напряжения на шинах вторичного напряжения подстанций глубокого ввода, куда подключена установка ДСП, можно представить выражением:

$$V_t = \frac{\Delta Q}{S_{пгв}} u_K, \quad (6)$$

где $S_{пгв}$, u_K — номинальная мощность и напряжение короткого замыкания трансформатора, установленного на подстанции глубокого ввода.

При оценке максимально возможных колебаний напряжения, вызванных эксплуатационными короткими замыканиями в установке ДСП, размах колебания реактивной мощности

$$\Delta Q = ((100/x_{пс}) - 1) S_T, \quad (7)$$

где $x_{пс}$ — реактивное сопротивление подводящей к установке ДСП электрической сети. Выражение (7) позволит представить формулу (6) в таком виде:

$$V_t = \frac{((100/x_{пс}) - 1) S_T u_K}{S_{пгв}}. \quad (8)$$

Исходя из условий колебаний напряжения в электрической сети общего назначения предприятия при подключении к ней группы установок ДСП одинаковой номинальной мощности правые части выражений (5) и (8) можно приравнять

$$\frac{((100/x_{пс}) - 1) S_T u_K}{S_{пгв}} = \frac{1}{\sqrt{n}}. \quad (9)$$

Сопротивление подводящей сети установки ДСП $x_{пс}$, входящее в выражение (9), представляет сумму в основном трех составляющих реактивного сопротивления: электропечного трансформатора $u_{кт}$, токоограничивающего реактора в режимах КЗ $x_{рк}$ и короткой сети установки ДСП $x_{к,с}$:

$$x_{пс} = u_{кт} + x_{рк} + x_{к,с}. \quad (10)$$

Из выражения (9) после подстановки в него соотношения (10) определяется кратность увеличения реактивного сопротивления управляемого реактора в режиме эксплуатационного короткого замыкания m , при которой будет обеспечиваться условие (2):

Табл. 1. Кратности сопротивления управляемых реакторов в установках ДСП различной мощности

Мощность трансформаторов ПГВ, мВ · А	Количество ДСП, подключенных к одному трансформатору ПГВ	Кратность m сопротивления реактора при мощности электропечного трансформатора, кВ · А						
		400	1000	1800	2800	5000	9000	15000
25	2	1,9	4,4	5,8	6,9	7,3	—	—
25	3	2,5	5	6,4	7,3	7,7	—	—
25	4	2,9	5,5	6,8	7,7	—	—	—
25	5	3,2	5,8	7	7,9	—	—	—
40	2	—	1,3	2,9	4,1	5,2	5,4	—
40	3	—	2,2	3,5	4,8	5,7	5,9	—
40	4	—	2,6	3,9	5,2	6,1	—	—
40	5	—	2,9	4,3	5,5	6,3	—	—
63	2	—	—	1,6	2,8	3,8	4,4	—
63	3	—	—	2,2	3,3	4,4	4,9	—
63	4	—	1,4	2,6	3,8	4,8	5,3	—
63	5	—	1,6	2,9	4,1	5,1	5,5	—
80	2	—	—	—	2	3	3,7	—
80	3	—	—	1,5	2,6	3,7	4,3	—
80	4	—	—	1,9	3	4,1	4,7	4,4
80	5	—	—	2,2	3,4	4,4	5	4,9

$$m = \frac{1}{x_{рн}} \left(\frac{100}{S_{пгв} / (u_k S_T \sqrt{n}) + 1} - u_{кт} - x_{кс} \right), \quad (11)$$

где $x_{рн}$ — реактивное сопротивление управляемого реактора в нормальном режиме работы, %.

Для различных значений мощности трансформаторов подстанций глубокого ввода, а также различных групп ДСП одинаковой номинальной мощности, подключенных к одному трансформатору подстанции, выполнены по выражению (11) расчеты кратности сопротивления m управляемых реакторов.

При этом во всех вариантах расчетов сопротивление управляемых реакторов в нормальном режиме принималось равным 8 %. Значение $u_{кт}$ трансформаторов и реактивного сопротивления короткой сети ДСП принималось по [3] в соответствии с мощностью электропечного трансформатора (табл. 1)

Анализ результатов расчетов свидетельствует о технической возможности изготовления токоограничивающих управляемых реакторов с кратностью увеличения их индуктивности до значений, указанных в табл. 1.

Используя в установках ДСП управляемые реакторы вместо реакторов, имеющих магнитопровод с зазорами, можно увеличить электропечную нагрузку трансформаторов подстанций глубокого ввода до $0,6S_n$ при соблюдении условий по колебаниям напряжения в сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. М у к о с е е в Ю.Л. Применение сдвоенных реакторов для стабилизации напряжения в сетях промышленных предприятий // Электричество. — 1965. — № 4. — С. 48–50.

2. Влияние дуговых электропечей на системы электроснабжения / Под ред. М.Я. Смелянского и Р.В. Минеева. — М.: Энергия, 1975. — 184 с. 3. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов для дуговых электрических печей. — М.: ГЭИ, 1959. — 207 с. 4. Прийма В.М. Токоограничивающий управляемый реактор // Изв. вузов. Энергетика. — 1966. — № 11. — С. 112–114.

УДК 621.318.25

Р.Р. МОРОЗ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ПРИ РАЗМАГНИЧИВАНИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТЕЛ

В пространстве вокруг намагниченных тел всегда существуют магнитные поля, которые отрицательно воздействуют на работу изделий, состоящих из ферромагнитных деталей. Для повышения качества изделий ферромагнитные тела размагничивают. Перспективным методом размагничивания является динамический метод размагничивания, при котором качество размагничивания зависит от максимальной амплитуды, частоты и скорости спадаания размагничивающего поля. Рассмотрим зависимость степени размагничивания от частоты. Любое ферромагнитное тело можно размагнитить диапазоном частот от нуля до некоторой предельной частоты, которую называют критической [1]. Критическая частота определяется размерами и внутренними свойствами ферромагнитного тела.

В данной статье описывается определение критической частоты для кремнистого железа (3% Si) по изменению размеров доменов при воздействии на монокристалл кремнистого железа затухающим электромагнитным полем разной частоты и скорости затухания.

Согласно современным представлениям, при отсутствии внешнего магнитного поля ферромагнитный образец разбивается на отдельные области самопроизвольной намагниченности — домены. Различают равновесную и неравновесную доменную структуры. При равновесной структуре размер домена соответствует размеру, определяемому по следующей формуле [2]:

$$l = \sqrt{V\sigma / (SJ^2)},$$

где l — размер домена; V — объем тела; σ — поверхностная энергия; S — площадь поверхности тела; J — намагниченность.

Часто при расчетах пользуются приближенной формулой

$$l = \sqrt{0,1L}.$$

Если размер домена соответствует равновесной доменной структуре, то тело размагничено. Если размер домена не соответствует равновесной доменной структуре, то ферромагнитное тело будет неустойчиво к внешним воздействиям и может легко намагнититься. Значит, размеры доменов определяют намагничено или размагничено тело.

Проводились эксперименты по определению зависимости размеров доме-