

Ցույց է տրված, որ միառդղված ժապավենի խիստ օղակաձև փաթաթման ժամանակ ձգվածքի մեծությունը չի ազդում ստացված օղակի ամրության վրա: Մյուս կողմից, երբ փաթաթման ժամանակ տեղի է ունենում թելերի խաշաձևում, ապա պատրաստի իրի ամրությունը դառնում է կախյալ փաթաթման ձգվածքից:

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарнопольский Ю. М., Портнов Г. Г. Изменение усилия натяжения при наматке изделий из стеклопластиков // Мех. полимеров.— 1966.— № 2. — С. 278—284.
2. Бризалини Р. Э. Экспериментальное определение остаточных напряжений при наматке однонаправленных стеклопластиков // Мех. полимеров.— 1966.— № 1.— С. 123—129.
3. Результаты экспериментального исследования остаточных напряжений в намоточных изделиях из стеклопластика при малом начальном усилии натяжения стеклоленты / В. Л. Благоняждин, Г. В. Мищенко, В. П. Николаев и др. // Труды МЭИ. «Динамика и прочность машин».— 1970.— Вып. 74.— С. 94—97.
4. Николаев В. П., Инденбаум В. М. К расчету остаточных напряжений в намоточных изделиях из стеклопластиков // Мех. полимеров.— 1970.— № 6.— С. 1026—1030.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XI, № 5. 1987

ЭНЕРГЕТИКА

Г. А. АЙРАПЕТЯН, Р. Д. МУРАДЯН, А. Н. МУСАЕЛЯН, И. З. ЧЕРНОМЗОВ

ВЛИЯНИЕ РАЗБРОСА ПАРАМЕТРОВ ТУРБИНЫ К-300-240 И ЕЕ САР НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ УПРАВЛЯЮЩЕГО ИМПУЛЬСА

Выбор управляющих воздействий в электроэнергетических системах (ЭЭС) при аварийном управлении мощностью паровых турбин в настоящее время производится на основе расчета электромеханических переходных процессов (ЭМП) с привлечением математических методов оптимального управления [1]. При этом независимо от способов управления (по замкнутому или разомкнутому циклам) определение параметров управляющего импульса (УИ) во многом зависит от точности моделирования, параметров турбины и ее системы автоматического регулирования (САР). Значения этих параметров меняются в процессе эксплуатации, в то же время аварийное управление мощностью паровых турбин чувствительно к параметрам УИ [2].

Учитывая, что точная информация о параметрах объекта в любой момент времени отсутствует, противоаварийное управление турбинами должно быть адаптивным. Если иметь в виду естественный разброс между параметрами отдельных турбоагрегатов, а также применяемому при математическом моделировании унификацию параметров, становится очевидным целесообразность моделирования системы базовыми, унифицированными параметрами с последующим внесением поправок на длительность выбранного УИ.

В работе дана оценка влияния разброса параметров турбины и ее САР на управление путем определения поправки на длительность однократного УИ. При исследовании сложных диффузионных систем, в частности ЭЭС, где строго детерминированное рассмотрение процессов становится невозможным, применяются вероятностные методы. Математической основой данных исследований принята теория планирования эксперимента (ТПЭ) [3, 4].

ТПЭ подразумевает проведение серии экспериментов согласно матрице планирования. Каждый эксперимент заключается в поиске оптимального управления ЭМПП при вариации параметрами турбины и ее САР в заданных границах. В данном случае по специальной методике в рассматриваемом режиме и возмущении в ЭЭС определяется минимальная длительность УИ и соответствующая ей импульсная характеристика турбины, обеспечивающая устойчивый ЭМПП.

В основе этой методики лежит математическая модель турбогенератора с турбиной К-300-240 и ее САР [5], рассмотренного в ЭЭС простейшей структуры генератор-шины бесконечной мощности. В качестве варьируемых были приняты следующие параметры САР и турбины: статизм регулятора частоты вращения — x_1 ; постоянные времени промежуточного золотника и второго отсека ЧВД турбины — x_2, x_3 ; амплитуда УИ — x_4 ; время задержки подачи импульса — x_5 ; постоянные времени сервомотора ЧВД при сбросе и набросе мощности — x_6, x_7 ; постоянные времени сервомотора ЧСД при сбросе и набросе мощности — x_8, x_9 ; постоянные времени электрогидравлического преобразователя и ЧСД турбины — x_{10}, x_{11} .

Значения и границы разброса указанных параметров, а также матрица планирования приведены в табл. 1. Была реализована реплика типа 2^{11-7} . Полученные коэффициенты регрессии проверены на статистическую значимость [6]. Дисперсия ошибки была принята 3% от $b_0 = 0,1425$. Доверительный интервал для коэффициентов регрессии получился равным $\Delta b = 0,0026$. Так как коэффициенты регрессии при $x_2, x_3, x_6, x_8, x_{10}, x_{11}$ оказались незначимыми, то уравнение регрессии принимает следующий вид:

$$T_n = 0,1425 + 0,005x_1 + 0,015x_2 - 0,05125x_4 - 0,00375x_5 - 0,01375x_9.$$

Для проведения статистического анализа полученного уравнения регрессии с помощью критерия Фишера [6] проверена гипотеза об адекватности данного уравнения. Дисперсия неадекватности оказывается равной $4,2 \cdot 10^{-5}$, а дисперсия опыта — $5,07 \cdot 10^{-5}$. Тогда расчетный критерий Фишера равен 1, 2, а при 5%-ом уровне значимости табличное значение критерия Фишера — 2,37 [6], т. е. гипотеза об адекватности линейного уравнения экспериментальным данным не отвергается.

В табл. 2 приведены влияния отдельных факторов и их суммарное влияние на длительность УИ при трех уровнях амплитуды последнего ($A = 2, 3, 4$ кв) по результатам анализа уравнения регрессии. Оценка влияния различных параметров на конечный результат, в данном слу-

Таблица 1

Планирование расчетов при изучении влияния разброса параметров турбины и ее САР на длительности УИ

Обозначение параметров	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	T_{II}, c
Основной уровень	0,052	0,115	0,184	3	0,06	0,525	2,15	0,185	0,75	0,04	0,19	
Верхний уровень	0,065	0,15	0,244	4	0,08	0,6	2,5	0,22	1	0,05	0,29	
Нижний уровень	0,04	0,08	0,125	2	0,04	0,45	1,8	0,15	0,5	0,03	0,11	
Расчет 1	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	0,16
2	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	0,17
3	—	+	—	—	—	+	+	—	—	+	+	0,22
4	—	+	—	—	+	—	—	—	—	+	—	0,23
5	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	0,16
6	+	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	0,17
7	—	+	+	—	—	—	+	+	—	—	—	0,2
8	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—	—	0,24
9	—	—	—	+	+	+	—	+	—	—	—	0,09
10	+	—	—	+	—	—	+	+	—	—	+	0,09
11	—	+	—	+	+	+	—	—	+	—	+	0,09
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	—	+	—	+	+	—	+	—	+	—	—	0,09
14	—	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	0,09
15	—	+	+	—	—	—	—	+	+	+	—	0,09
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0,1
Коэффициенты регрессии ($\times 10^{-2}$)	14,35	0,5	1,5	0	-5,125	0,25	0,25	-0,375	0	-1,375	0,135	0,25

чае параметром САР и турбины на длительность УИ, имеет большое практическое значение для выбора адекватных объекту математических моделей.

Таблица 2

Влияние разброса параметров САР на длительность УИ

№ п/п	Параметры	Уровень амплитуды УИ, %		
		A=2	A=3	A=4
		Влияние на $T_{\text{н}}$, %		
1	Статизм регулятора скорости	2,6	3,5	5,5
2	Постоянная времени промежуточного золотника	7,7	10,5	16
3	Постоянная времени сервомотора ЧВД при набросе мощности	2	2,6	4
4	Постоянная времени сервомотора ЧСД при набросе мощности	7,1	9,7	15
Сумма		19,4	26,3	40,5

Учитывая трудности, связанные с получением достоверных исходных данных, этот вопрос приобретает особо актуальное значение, т. к. позволяет целенаправленно упрощать математические модели и соответственно объем исходной информации.

АрмНИИЭ

20. XI. 1985

Գ. Ա. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ի. Զ. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ, Ա. Ն. ՄՈՒՍԱԵԼՅԱՆ, Ի. Զ. ԶԵՐԵՆՄՇԱԿ

К-300-240 ՏԻՊԻ ՏՈՒՐԲԻՆԻ ԵՎ ԿՐԱ ԱՎՏՈՄԱՏ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԿԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՇԵՂՄԱՆ ԱՉԳԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԻՄՊՈՒԼՍԻ ՏԵՎՈՂՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Փորձարկումների պլանավորման տեխնիկայի հիման վրա հայտնաբերված է լեգրեսիայի հավասարում, որը թույլ է տալիս դատել տուրբինի ավտոմատ կարգավորման համակարգի առանձին օղակների պարամետրերի շեղման աղ-ղեցությունը կառավարման իմպուլսի տեղողության վրա: Ստացված տվյալ-ները օգտագործվում են հակավթարային ավտոմատիկայի աղղեցության լա-փի ճշտման նպատակով:

ЛИТЕРАТУРА

1. Портной М. Г., Рабинович Р. С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости.— М.: Энергия, 1978.— 352 с.
2. Нойфед Б. И. Автоматическое аварийное управление мощностью энергосистем.— М.: Энергия, 1974.— 416 с.

3. Веников В. Я. Теория подобия и моделирования.— М.: Высшая школа, 1976—479 с.
4. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов.— М.: Наука, 1965.— 340 с.
5. Мурганов Б. И., Черномзин Н. Э. Модель трехкратной электроэнергетической системы для исследования противоаварийной автоматики // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.— 1970.— № 5.— С. 18—21.
6. Смирнов В. С., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений.— М.: Наука, 1965.— 512 с.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 5, 1987

ЭНЕРГЕТИКА

Т. С. ГИУНИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО МЕСТА УСТАНОВКИ НА ДАЛЬНЕЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОМПЕНСАТОРОВ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ

Экономическая целесообразность дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения (ДЛЭП СВН) переменного тока прежде всего определяется повышением их пропускной способности. С другой стороны, ярко выраженные волновые свойства ДЛЭП СВН могут привести к возникновению существенных перенапряжений в установившихся и переходных режимах и, следовательно, к значительному удорожанию изоляции. Увеличения предела передаваемой мощности и ограничения уровня перенапряжений можно достичь проведением ряда схемных мероприятий, связанных с компенсацией волновых параметров ДЛЭП. Применение устройств продольной емкостной компенсации позволяет уменьшить волновое сопротивление и сократить электрическую длину электропередачи [1]. Исследования показывают, что применение емкостной компенсации позволяет значительно повысить предел передаваемой мощности. Эффективным средством компенсации зарядной мощности и ограничения уровня перенапряжений на ДЛЭП СВН признано применение различного сочетания групп шунтирующих реакторов [1, 2]. Важное значение в настоящее время приобретают дальнейшее совершенствование существующих и разработка новых типов управляемых компенсирующих устройств. Так, применение реверсивных статических компенсаторов [3] позволит плавно регулировать режим их работы в широком диапазоне реактивной мощности «потребитель—источник».

В условиях эксплуатации линий электропередачи имеет место отклонение параметра режима от рабочих и параметров устройств продольной и поперечной компенсации, как и удельных параметров самой линии от номинальных. В схемах с неуправляемыми и дискретно-регулируемыми устройствами компенсации картина распределения волны напряжения может резко изменяться, что приводит к дополнительным