



Рисунок 5. –Ток RL-нагрузки непосредственного преобразователя частоты

#### Перечень ссылок

1. Бернштейн И.Я. Тиристорные преобразователи частоты без звена постоянного тока –М.:Энергия, 1968,–88с.

УДК 621.446

### СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДУГОВОЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕЧИ, КАК БАЗА СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**Петровский А.Е., студент, Сытник А.Н., студентка,  
Чепец С.Н., студент, Труфанов И.Д., профессор, д.т.н.**  
(Запорожский национальный технический университет,  
г. Запорожье, Украина)

Статистический анализ как стохастическая идентификация режимов работы технологического комплекса (процесса) проводится с учетом того, что классический метод максимального правдоподобия можно рассматривать как метод идентификации статистической модели, который реализуется путем максимизации оценки обобщенной энтропии или среднего логарифма функции правдоподобия для рассматриваемой модели.

Экспериментальные исследования проводились применительно к условиям дуговой сталеплавильной печи ДСВ-50 ОАО «Электрометаллургический завод «Днепроспецсталь» им. А.Н. Кузьмина». Информационный массив представлен в виде тока, напряжения и мощности ( $I, U, P$ ) по периодам плавки (расплавление 0-90, окисление 97-259, рафинирование 260-440, раскисление 441-695 мин.). Статистика оценивалась коэффициентами асимметрии и эксцесса (Statistica 6.0, табл. 1) [2].

Таблица 1 – Результаты расчетов.

	Периоды, мин.				Весь цикл, мин. 0-695
	0-90	97-259	260-440	441-695	
Коэффициенты асимметрии для $P, U, I$ , соответственно	-0,293 0,093 - 0,785	0,01 0,322 - 0,18	-0,15 0,22 - 0,35	-0,17 0,03 -0,597	-0,1 0,196 -0,44
Коэффициенты эксцесса для $P, U, I$ , соответственно	0,22 - 0,093 0,166	0,05 -0,81 -0,47	1,32 - 0,7 - 1,09	-0,3 - 0,64 - 0,38	0,39 -0,63 -0,67
Ошибки коэф. асимметрии для $P, U, I$ , соответственно	0,26 0,025 0,35	0,19 0,19 0,26	0,18 0,18 0,25	0,15 0,153 0,21	0,09 0,099 0,13
Ошибки коэф. эксцесса для $P, U, I$ , соответственно	0,51 0,0503 0,69	0,38 0,378 0,52	0,36 0,36 0,5	0,3 0,3 0,42	0,19 0,19 0,26

Гистограммы переменных соответствуют нормальному распределению. По абсолютной величине коэффициенты асимметрии и эксцесса существенно не отличаются от величин своих ошибок. По Фишеру данные согласованы с гипотезой нормальности и выражены функциями линейной регрессии.

На основании уравнений прямых (полиномов 2-5 порядков, экспоненциальной и логарифмической функции) приняли к анализу функции, которые наиболее точно описывают взаимосвязь между данными факторами методом наименьших квадратов. Были получены следующие функции регрессии:

$$\begin{aligned} \text{Для первого периода: } P &= 2,318 + 0,8507U - 0,0729U^2 + 0,0019U^3; \\ P &= 8,8501 - 0,1838I + 0,0022I^2; \quad I = 2981,0481 - \\ &3060,5195P + 1243,951P^2 - 246,3617P^3 + 23,7871P^4 - 0,8964P^5; \\ U &= 22,5408 - 0,315I + 0,0029I^2; \quad U = - \\ &1,4145 + 8,1653P + 0,6934P^2 - 0,9297P^3 + 0,1598P^4 - 0,0083P^5; \quad I = - \\ &10,8163 + 16,4203U - 1,3281U^2 + 0,0322U^3. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Для второго периода: } P &= 3,3432 + 0,2882U - 0,0057U^2; \\ P &= 4,7195 + 0,0628I - 0,0007I^2; \quad I = 39,3868 - \end{aligned}$$

$$3,7892P+1,5788P^2-0,2098P^3+0,0088P^4; U=16,037-0,234I+0,004I^2; \\ U=13,92+0,801P-0,6806P^2+0,1133P^3-0,049P^4; I=112,1644- \\ 23,0243U+2,3967U^2-0,103U^3+0,0016U^4.$$

Для третьего периода:  $P=-0,3928+1,2326U-0,0655U^2+0,0011U^3; P=6,0178+0,1079I-0,0046I^2+0,000051I^3;$   
 $I=409,8133-351,9933P+128,2779P^2-22,5055P^3+1,9112P^4-0,0629P^5;$   
 $U=20,3458-0,2485I+0,0033I^2; U=10,9905-1,5048P+1,1049P^2-0,1494P^3+0,0058P^4; I=92,5549-9,1942U+0,4975U^2+0,008U^3.$

Для четвертого периода:  $P=-4,7346+2,4548U-0,1912U^2+0,0061U^3-0,00006633U^4; P=8,2409-0,1279I+0,0016I^2; I=43,2138e^{0,0062P}; U=30,4498-0,7216I+0,009I^2; U=21,4769-4,5056P+1,4616P^2-0,185P^3+0,0078P^4; I=60,8135-4,6473U+0,3602U^2-0,0078U^3.$

Для всего технологического цикла:  $P=2,6437+0,4808U-0,0126U^2-0,0005U^3+0,0000187U^4; P=3,0371+0,3213I-0,0099I^2; I=2981,0481-3060,5195P+1243,951P^2-246,3617P^3+23,7871P^4-0,8964P^5; U=22,5408-0,315I+0,0029I^2+0,00009179I^3; U=13,1622+0,7441P-0,0609P^2+0,0027P^3; I=32,5466+9,7289lgU.$

На основании полученных параметров модели процесса электросталеплавления разрабатывается концептуальная модель Г. Ганкеля и Сильвестра, пригодная для синтеза параметров системы регулирования мощности электропеноного агрегата на основе регулятора мощности с современной электромеханической системой и микропроцессорного контроллера. Указанные модели строятся на базе преобразования матричных алгоритмов *достижимости и наблюдаемости* Безу.

#### Перечень ссылок

1. Винарский М.С., Жаданов В.Т., Кулак Ю.Е.. Математическая статистика в черной металлургии. «Техніка», 1973. – 220 стр.
2. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.