

В.В.Прокопчик, канд. техн. наук,
Г.И.Селиверстов, инженер, Г.Л.Духович, инженер
(Гомельский политехнический институт)

О КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СВЯЗИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Современный металлургический завод является предприятием с высокой степенью электрификации. Электровооруженность на одного работающего доходит до 60–80 тыс. кВт·ч в год и на один отработанный чел.–ч – до 40 кВт·ч. Получасовой максимум нагрузки многих заводов превосходит 100 МВт, достигая 600–700 МВт. Электрическое хозяйство завода образуют десятки опорных подстанций с высшим напряжением 110 кВ, 220 кВ; сотни распределительных трансформаторных подстанций, где установлены тысячи трансформаторов; десятки тысяч электродвигателей.

Для оценки эффективности сформировавшегося электрического хозяйства предприятий черной металлургии с 1976 г. в отрасли введена система основных электрических показателей.

К основным электрическим показателям промышленного предприятия отнесены: заявленный в часы прохождения максимума в системе получасовой максимум нагрузки P_M и годовое число часов использования максимума T , которые характеризуют потребности предприятия в электроэнергии и определяют ее функционально; количество установленных электрических машин n и средняя мощность двигателя P_{CP} (условный электродвигатель), которые составляют "костяк" электрического хозяйства, диктуют в определенной степени его структуру, определяют численность электротехнического персонала и саму постановку вопроса о технической базе системы обслуживания; коэффициент спроса K_C ; электровооруженность труда A_T ; производительность электротехнического персонала $A_Э$ [1].

Анализ отчетных данных по основным электрическим показателям металлургических предприятий показывает значительное их различие даже для предприятий и производств с одинаковой технологией и номенклатурой выпускаемой продукции. Установлено также явление низкой загрузки основного электрооборудования предприятий. Например, загрузка трансформаторов опорных подстанций равна 30–50% и, как правило, ниже расчетной. Среднегодовая загрузка трансформаторов, в основном обеспечи-

вающих связь предприятий с энергосистемами, составляет 25-40%, что вдвое ниже директивной [2].

Внедренная система электрических показателей дала возможность установить на основании обработки и анализа отчетно-статистического материала общую динамику (тенденцию) развития электрического хозяйства как отдельного металлургического завода, так и предприятий отрасли в целом. Так, в [3] при исследовании 31 металлургического завода с близкой технологией выяснено, что мощность установленных трансформаторов 1-3 габаритов и электродвигателей коррелируема с получасовым максимумом нагрузки и зависимости между ними линейны.

Определим связи и установим зависимости между получасовым максимумом нагрузки, количеством и мощностью установленных трансформаторов и электродвигателей, между другими электрическими показателями, степень загрузки трансформаторов и электродвигателей, величину их средней мощности на примере исследования группы украинских металлургических предприятий с различной технологией и номенклатурой выпускаемой продукции по данным табл. 1, представленным институтом ГИПРОМЕЗ (г. Москва).

В табл. 1 приняты следующие обозначения: $n_{т4-5}$, $S_{т4-5}$ и $n_{т, 1-3}$, $S_{т, 1-3}$ - количество и мощность установленных трансформаторов 4-5 и 1-3 габаритов; $n_{д}$, $P_{д}$ - количество и мощность всех установленных электродвигателей, включая двигатели переменного и постоянного тока.

Для нахождения зависимостей, которые имеют практический смысл и приведены в табл. 2 (графа 2), был использован математический аппарат теории вероятностей. Определение средних арифметических, среднего квадратичного отклонений, коэффициента корреляции и корреляционного отношения велись по известным формулам с применением ЭВМ ЕС-1020.

Зависимость между показателями была выражена уравнениями

$$y = a + bx; \quad (1)$$

$$y = a + bx + cx^2. \quad (2)$$

Параметры a , b , c (коэффициенты регрессии) определены с помощью метода наименьших квадратов с использованием правила Крамера.

Гипотеза о линейности регрессии и о значимости коэффициентов корреляции (табл. 2) для всех исследуемых зависимостей подтвердилась и результаты расчета по уравнению (2) не приводятся. Результаты расчета параметров a , b уравнения (1)

Таблица 1.

Сводные электрические показатели по группе
украинских металлургических предприятий за 1973 г.

Шифр пред- прия- тия	Получа- емой макси- мум на- грузки, МВт	Силовые трансформаторы				Электро- двигатели	
		$n_{т,4-5}$ шт.	$S_{т,4-5}$ МВА	$n_{т,1-3}$ шт.	$S_{т,1-3}$ МВА	$n_{д}$ шт.	$P_{д}$ МВт
001	406	29	1205,0	702	651,0	47407	1993,3
002	273	38	981,9	546	406,8	40873	1135,2
003	216	11	884,8	294	240,9	24453	853,4
004	190	9	299,0	135	106,5	16456	521,7
005	186	14	418,1	325	254,0	22760	764,4
006	161	19	295,0	231	160,0	17829	435,2
007	140	7	366,0	170	164,4	10950	505,9
008	110	10	249,5	178	139,3	13364	491,5
009	22	2	40,0	107	81,7	7316	207,4
010	Нет све- дений	2	40,0	91	68,0	8354	243,1
011	17	2	40,0	42	29,7	3359	75,0
012	16	2	50,0	44	34,3	5984	69,3
013	14	-	-	31	13,8	2240	47,4
014	Нет све- дений	2	20,0	35	13,5	1260	10,6
015	2	-	-	17	12,6	317	4,5

Таблица 2.

Значения коэффициентов корреляции и регрессии
для исследуемых зависимостей

Графы	Зависимость	Коэффициент корреляции	Коэффициент регрессии	
			a	b
(3)	$S_{т,1-3} = f(P_M)$	0,944	-13,490	1,410
(4)	$n_{т,1-3} = f(P_M)$	0,944	0,530	1,608
(5)	$P_{д} = f(P_M)$	0,969	-46,929	4,401
(6)	$S_{т,4-5} = f(P_M)$	0,921	-78,993	2,935
(7)	$S_{т,1-3} = f(P_{д})$	0,990	0,681	0,324
(8)	$n_{т,1-3} = f(n_{д})$	0,986	-11,542	0,014

приведены в табл. 2. Значение коэффициента регрессии b , оцениваемого по t -критерию, существенно для всех зависимостей (3)–(8), см. табл. 2.

Анализ полученных результатов приводит к следующему. Учитывая, что в максимальной нагрузке завода нагрузка электродвигателей составляет порядка 30%, а зависимость (3), представленная в табл. 2, линейна, можно сделать вывод о значительном недоиспользовании трансформаторных мощностей на предприятиях отрасли, поскольку трансформаторы 1–3 габаритов питают в основном двигательную нагрузку. При нормативной загрузке 0,7 получаем фактическую 0,27, которая получается из соотношения роста P_M и $S_{T,1-3}$ при $b = 1,401$, или недоиспользованная мощность порядка 60%. Загрузка трансформаторов 4–5 габаритов, обеспечивающих связь предприятий с энергосистемами, по табл. 2, гр. (6), составляет среднюю фактическую 0,34 или недоиспользованную мощность порядка 50%.

При значительной недогрузке установленных трансформаторов 1–3 габаритов очевидно также [табл. 2, гр. (7)] большая степень недоиспользования двигательных мощностей, поскольку на единицу установленной двигательной нагрузки приходится 0,324 единицы установленной мощности трансформаторов.

Средний коэффициент спроса, определяемый как отношение максимальной нагрузки к установленной мощности электроприемников, определим из табл. 2, гр. (5) по формуле

$$k_c = \frac{P_M}{k_T P_D}$$

где k_T – коэффициент технологической нагрузки, среднее значение которого для исследуемых предприятий равно 1,07.

Подставляя вместо P_M – 1 МВт, а вместо P_D – 4,401 МВт, получим $k_c = 0,212$, что вдвое ниже рекомендованных и принимаемых системой институтов Тяжпромэлектропроект.

Средняя мощность условного трансформатора 1–3 габарита с ростом P_M величины устойчива и составляет по данным табл. 1 700–900 кВА. Средняя мощность условного двигателя растет с ростом P_M . Для мелких предприятий ($P_M < 30$ МВт) она равна 17,8 кВт, для крупных ($P_M > 100$ МВт) – 34,6 кВт. Эта же тенденция характерна и для двигателей переменного и постоянного тока, сведения о которых в работе не приводятся.

Л и т е р а т у р а

1. Кудрин Б.И. Оценка электрического хозяйства металлургического предприятия. – Промышленная энергетика, 1978,

№ 7, с. 5–8. 2. Кудрин Б.И. О некоторых проблемах исследования электрического хозяйства металлургических предприятий. – В кн.: Электрификация металлургических предприятий Сибири. Томск: ТГУ, 1978, вып. 4, с. 7–72. 3. Ульзитов О.В., Кудрин Б.И. О прогнозировании некоторых параметров электрического хозяйства металлургических заводов. – В кн.: Электрификация металлургических предприятий Сибири. Томск: ТГУ, 1974, вып. 2, с. 108–111.

УДК 62–83:621.9

Г.И.Гульков, аспирант (БПИ)

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Совершенствование технологии изготовления изделий, получение точных литых, штампованных и других заготовок обусловило расширение применения процесса шлифования в машиностроении. Достижение высокой эффективности этого процесса обеспечивается повышением точности шлифовальных станков, что достигается в частности увеличением их виброустойчивости. Для обеспечения высокой чистоты и точности формы обрабатываемых поверхностей уровень вибраций должен сохраняться на заданном минимальном уровне. Снижение вибраций шлифовальных станков может быть достигнуто как повышением степени устойчивости системы станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД) (повышением жесткости, изменением подачи, глубины резания и т. д.), так и устранением возмущающих воздействий [1]. Для уменьшения вибраций на шлифовальных станках в адаптивных системах, как правило, прибегают к уменьшению величины подачи, что снижает производительность станка. Поэтому целесообразно рассмотреть возможность уменьшения уровня вибраций путем воздействия на асинхронный электродвигатель (АД) привода шлифовального круга, который является одним из источников их возникновения, так как на продольно-шлифовальном станке шпиндель и АД конструктивно объединены и вибрации АД непосредственно передаются шлифовальному кругу. Уменьшение вибраций собственно АД привода шлифовального круга дает возможность увеличить величину подачи при заданном уровне вибраций шлифовального станка и тем самым повысить производительность