

## ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Б. И. КУДРИН

(Представлена научным семинаром кафедры электрических систем и сетей)

Главной задачей в области повышения эффективности общественного производства и производительности труда является ускорение научно-технического прогресса, подъем технического уровня и улучшение качества продукции, интенсификация, концентрация, специализация производства и совершенствование управления им.

В черной металлургии одним из факторов, сдерживающих темпы роста производительности труда, стали недостатки в организации проведения ремонтных работ. Численность ремонтного персонала в черной металлургии с 1960 по 1970 год увеличилась почти вдвое [1]. Особенно быстро, сравнительно с другими подразделениями, увеличивается численность рабочих электрослужб, что является следствием количественно увеличивающегося и качественно усложняющегося различного электротехнического оборудования, которое устанавливается на металлургических предприятиях. Количество электрических машин на металлургических предприятиях, определяющее электроремонтную базу, растет быстро и достигло в 1970 г. 1,1 млн. единиц средней мощностью 30 кВт. Общая электровооруженность труда в черной металлургии за 1940—1965 гг. возросла на 342,2%. За предыдущее пятилетие увеличение составило 32%. За пятилетие (1971—1975 гг.) потребление электроэнергии возрастет на 50% и превысит 90 тыс. кВт. ч в год на одного рабочего [2].

Указанные тенденции характерны и для сибирских металлургических заводов: электровооруженность труда на Западно-Сибирском металлургическом заводе достигла 84200 кВт·ч, количество электрических машин — 34500 средней мощностью 28,6 кВт; на Кузнецком металлургическом комбинате эти показатели соответственно составили 43100 кВт·ч, 24700, 27,4 кВт, Новосибирском металлургическом заводе — 47600 кВт·ч, 7200 шт., 29,6 кВт (1973 г.).

Электрическое хозяйство металлургических заводов (табл. 1) образовано большим числом взаимосвязанных и взаимодействующих элементов и его следует считать сложной (большой) системой, целью которой является обеспечение живучести системы — металлургическое предприятие. (В статье не рассматривается многообразие аспектов понятий «система», «системные исследования», изложенных в [3, 4], а также вопросы формирования и вероятностно-статистические характеристики, обеспечивающие надежность системы — электрическое хозяйство).

Если под обслуживанием электрического хозяйства понимать процесс удовлетворения запросов, потребностей, возникающих при функционировании системы, т. е. весь «комплекс организационно-технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию, ремонту и модернизации электрооборудования» [5], то важнейшим при решении вопросов организации и управления обслуживанием на стадии проектирования является определение численности персонала с последующей расстановкой его по рабочим местам, и проектирование соответствующей материально-технической базы.

При рассмотрении вопросов организации ремонта следует присоединиться к мнению, что, несмотря на большие затраты, отказ от ремонта, а такие предложения можно порой услышать, в современных условиях нереален [6]. Применительно к электроремонту на сибирских металлургических заводах на перспективу 10—15 лет это означает необходимость ремонта практически всего электрооборудования.

Сложившаяся система управления электрическим хозяйством основана на том, что службе главного электрика административно подчинена часть персонала электрослужб: электроремонтный цех; цех сетей и подстанций; центральная электротехническая лаборатория; цех КИП и автоматики; цех технологической диспетчеризации. Над цеховыми электриками служба главного электрика осуществляет только некоторое техническое руководство, не определяя повседневную загрузку персонала.

Сложившийся метод определения численности обслуживающего электротехнического персонала любым из широко известных способов предполагает наличие перечня (списка) электрооборудования, составленного в соответствии с действующей в отрасли системой планово-предупредительного ремонта.

Этот существующий однозначный детерминизм предполагает жесткие каузальные связи. Для каждой конкретной единицы электрооборудования имеются нормативы трудоемкости, определенные для текущего, среднего и капитального ремонта [5] и детализированные в зависимости от содержания работ [7]. При нормируемой структуре ремонтных циклов, продолжительности межремонтных периодов и ремонтных циклов [5] общая трудоемкость обслуживания однозначно определится выражением

$$T = \sum_{g=1}^n \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m t, \quad (1)$$

где  $t$  — трудоемкость  $j$ -го ( $j=1, 2, \dots, m$ ) вида работ  $i$ -й ( $i=1, 2, \dots, k$ ) группы электрооборудования при выполнении  $q$ -го ( $q=1, 2, \dots, n$ ) вида обслуживания.

Выражение (1), отражающее «ортодоксальную ньютоновскую точку зрения» (Н. Винер), предполагает линейную зависимость численности персонала от количества электрооборудования и имеет ограниченное применение. Из недостатков выражения (1), вытекающих из-за того, что не учитываются черты, характерные для сложных систем, отметим некоторые.

Большие размеры по числу элементов и разнообразию типоразмеров делают практически невозможным представление в виде списка всего электрооборудования, подлежащего обслуживанию. Отдельные элементы заменяются другими, а общее число элементов непрерывно возрастает, сроки создания системы растягиваются на несколько лет. Отказ элемента носит статистический характер и зависит вероятностно

от качества изготовления и условий эксплуатации (фактические условия окружающей среды и нагрузочные режимы), т. е. от статистически распределенных внешних воздействий. Статистический характер носит и воздействие на рассматриваемую систему со стороны высшего яруса иерархии, которое учитывает конкурирующий характер подсистем, образующих систему «завод в целом», и ограничения (по затратам, штатам и др.). Наконец, зависимость между характером поступающего в ремонт оборудования и производительностью отдельного рабочего места, числом рабочих мест, успешностью обслуживания носит вероятностный характер и описывается в терминах теории массового обслуживания.

В основу организации и управления обслуживанием электрического хозяйства и расчета численности электротехнического персонала были взяты ряд предложенных автором положений, использованных при проектировании металлургических заводов Сибири. Эти положения основывались на следующих статистически подтвержденных предпосылках.

1) Электрическое хозяйство как целое может быть охарактеризовано основными электрическими показателями: получасовым максимумом нагрузки, электропотреблением (числом часов использования максимума нагрузки), коэффициентом спроса, количеством установленных электродвигателей и их средней мощностью (см. табл. 1), а также электровооруженностью труда и численностью электротехнического персонала.

Таблица 1

Укрупненные сведения по составу электрооборудования крупнейших металлургических предприятий

Шифр завода	Максимальная мощность, МВт	Количество электродвигателей, шт.	Средние мощности		Количество трансформаторов на 1 МВт, шт.	Мощность двигателей на 1 кВА трансформаторов, кВт	Количество двигателей на трансформатор, шт.
			электродвигателя, кВт	трансформатора, кВА			
1	683	66340	43,6	926	1,88	2,42	51,3
2	357	34350	29,0	611	1,61	2,85	59,9
3	348	24800	50,4	1250	2,28	1,26	31,3
4	300	32500	42,8	1110	2,56	1,64	42,3
5	250	26800	30,0	701	1,51	3,03	70,9
6	178	10600	13,4	1040	0,60	1,29	100,0
7	160	22800	28,0	721	1,52	3,63	93,4
8	135	18700	38,1	780	3,63	1,86	38,2
9	135	23100	24,6	898	3,34	1,40	51,2
10	110	10450	17,5	1060	0,96	1,63	98,6
11	82	9350	26,5	771	1,44	2,72	79,2
12	77	5200	29,8	619	2,83	1,15	23,8
13	70	20300	12,2	652	3,24	1,68	89,4
14	60	8350	37,2	717	3,00	2,41	46,4
15	44	6800	25,6	2430	1,43	1,14	108,0
16	43	4200	36,0	592	2,28	2,60	42,8
17	41	5900	26,3	688	2,27	2,42	63,4
18	39	12450	10,5	870	2,56	1,51	124,5

2) Количество установленного электрооборудования возрастает и качественно усложняется. Основные электрические показатели прогнозируются во времени. Между основными технологическими показателями (производство чугуна, стали, проката) и электрическими (электропотребление, количество установленных электрических машин) существ-

вует тесная корреляционная зависимость; между отдельными электрическими показателями зависимость близка к функциональной [8]. Эти зависимости характерны для отдельных предприятий (проверено нами для всех металлургических предприятий Сибири). Данные табл. 1 показывают значительность разброса отдельных показателей и неприменимость средних для инженерных расчетов. Даже выделение групп однотипных заводов (например, Новолипецкий, Череповецкий, Западно-Сибирский) дает возможность установить тенденцию, а не количественные характеристики.

3) Численность электротехнического персонала на предприятиях в целом велика и продолжает возрастать: без проведения соответствующих организационно-технических мероприятий (при сохранении или повышении живучести системы — электрическое хозяйство) эта численность не может быть снижена.

4) Уровень внутриводской централизации (отношение численности цехов электроремонтного, сетей и подстанций, ЦЭТЛ к общей численности электрослужб) на заводах черной металлургии низок и, например, составляет для Магнитогорского 16,9%; Череповецкого — 21%; Челябинского — 18,1%; Кузнецкого — 26,6%; Западно-Сибирского — 27,0%. Увеличение количества установленного оборудования и численность персонала в цехах главного электрика не коррелированы. Так, за последние 20 лет на Кузнецком металлургическом комбинате количество электродвигателей увеличилось почти в 4,5 раза, численность трудящихся электроремонтного цеха — в 1,1; электропотребление удвоилось, численность трудящихся цеха сетей и подстанций не изменилась. На Новосибирском металлургическом заводе в 1973 г. количество электрических машин составило 119% (1966 г. — 100%), численность трудящихся в электроремонтном цехе — 100,1%; электропотребление — 116%, участок подстанций — 97%. На Западно-Сибирском металлургическом заводе за пять лет (1969—1973 гг.) электропотребление возросло на 76%, количество установленных электродвигателей — на 39%, численность работающих в электроремонтном цехе не увеличилась.

Следовательно, увеличение количества установленного электрооборудования не влечет увеличения численности персонала цехов главного электрика. Главными причинами этого являются: 1) рост производительности труда электротехнического персонала; 2) увеличение межремонтного периода, в том числе за счет общей тенденции к снижению загрузки электрооборудования (снижение коэффициента спроса); 3) увеличение количества электриков в цехах, которые берут на себя обслуживание; 4) отказ от части ремонтов, увеличение парка резервных машин, появление «скрытых» запасов, «планирование» очередей. Последние две причины ведут к фактической децентрализации.

5) При конкретизации положения о специализации и централизации обслуживания электрического хозяйства промышленных предприятий отметим широко распространенную точку зрения о необходимости строительства специализированных заводов [9], которые бы обслуживали район и ремонтировали определенные типоразмеры.

Не анализируя причин большей себестоимости электроремонта на металлургических предприятиях, отметим, что электроремонтный цех (цех сетей и подстанций — соответствующее оборудование) обязан ремонтировать все электродвигатели, электроремонтный завод принимает с «легкими» повреждениями; завод менее ограничен в сроках и может подобрать двигатели близких типоразмеров для организации серии, цех часто делает «авральные» работы; завод делает в основном серию АО и средняя мощность ремонтируемых электродвигателей на

уровне нескольких кВт, цех 40—50% поступающих типоразмеров ремонтирует по одной штуке в год и средняя мощность на порядок выше. Количество установленных электрических машин на металлургических предприятиях (Новокузнецк, Гурьевск, Комсомольск-на-Амуре, Петровск-Забайкальский) превосходит установленное на других предприятиях района и определяет электроремонтную базу. Таким образом, для крупных металлургических предприятий, таких как Западно-Сибирский металлургический завод и удаленные сибирские металлургические заводы (Петровск-Забайкальский, «Амурсталь»), вопрос о ремонтах на специализированных заводах или по контрактам в настоящее время преждевремен. Для этих заводов необходим централизованный электроремонтный цех, осуществляющий совместно с цехом сетей и подстанций и ЦЭТЛ эксплуатацию и ремонт всего электрооборудования по заводу. Такой электроремонтный цех, научно обоснованный и своевременно построенный, может быть выделен впоследствии в централизованное электроремонтное предприятие отрасли.

На основании изложенных предпосылок нами предложено следующее: 1) общее определение электротехнического персонала целиком по предприятию; 2) превращение службы главного электрика в самостоятельную; 3) изменение структуры управления электрическим хозяйством, включая создание подразделения по оперативному ремонту электрооборудования; 4) определение численности электротехнического персонала по производственным цехам процентом от общей численности с учетом удельного веса электрооборудования и значения цеха; 5) определение численности электроремонтного цеха, цеха сетей и подстанций, центральной электротехнической лаборатории производить по физическим объемам работ (все капитальные и средние ремонты, электромонтажные работы, изготовление запасных частей), определяющим коэффициент централизации.

Численность электротехнического персонала определяется в целом для предприятия с помощью основных критериев [10]

$$N = k_1 k_2 k_3 n^c, \quad (2)$$

где  $n$  — количество установленных электрических машин;  $k_1$  — коэффициент, учитывающий величину средней мощности;  $k_2$  — коэффициент, учитывающий рост производительности труда для момента, для которого определяется  $N$ ;  $k_3, c$  — постоянные, определяющие относительное снижение численности персонала при увеличении  $n$  (эти постоянные должны быть для отрасли нормируемыми).

Определенная по выражению (2) общая численность электротехнического персонала проверяется путем сравнения данных по производительности труда электротехнического персонала, которую определим как отношение электропотребления предприятия  $A$  ко всей численности электротехнического персонала,  $ГВт \cdot ч/чел.$

$$П = \frac{A}{N} \quad (3)$$

и которая составила (1970—1972 гг.) для металлургических предприятий: Новолипецкого — 0,92; Магнитогорского — 1,10; Череповецкого — 0,86; Кузнецкого — 1,30; «Кавасаки Стил» (Япония) — 1,18 (1968 г.). Прогноз ВНИИОЧермета для отрасли на уровень 1980 г. — 1,56; выполненный нами прогноз для Западно-Сибирского — 1,65. Производительность может быть оценена и численностью персонала на 1 МВт уста-

новленной мощности [11], удобной более для электростанций. Определенная по выражению (2) численность должна быть проверена по отношению к общей численности трудящихся по предприятию, которая для рассматриваемых предприятий находится на уровне 11%.

Проверка количества установленных электродвигателей (прогноз на перспективу) производится следующими способами: 1) по перспективному электропотреблению предприятия; 2) во времени как статистическом ряду для данного предприятия; 3) с использованием регрессионного анализа с выделением лидингового параметра (как правило, сталь); 4) сравнением основных электрических показателей с показателями крупнейших (близких по технологии и времени строительства) металлургических предприятий (табл. 1), используя зависимость  $n=f(P_m)$ , где  $P_m$  — получасовой максимум нагрузки предприятия.

Необходимость отделения службы главного электрика от службы главного энергетика и превращения ее в самостоятельную диктуется изменением соотношения по стоимости сооружений, количественному и качественному составу оборудования, численности персонала (на Западно-Сибирском металлургическом заводе численность электрослужб в 1,95 превышает численность энергослужб — без ТЭЦ, всегда самостоятельной единицы). Проявление этой тенденции в производственных цехах — должность помощника начальника цеха по электрооборудованию (аналогичной должности по электрооборудованию, как правило, нет); на трех сибирских металлургических заводах — главный энергетик по образованию электрик, на четвертом — Западной-Сибирском — служба главного электрика отделилась фактически.

Предлагаемая организационная форма обслуживания электрического хозяйства следующая.

Весь электротехнический персонал числится за службой главного электрика. В цехах остается небольшая часть дежурного персонала, который совместно с технологами должен заниматься профилактическими осмотрами и ремонтами, знать электрооборудование цеха, своевременно вызывать аварийные разъездные бригады. Эти бригады выполняют плановые текущие ремонты, устанавливают и заменяют электрооборудование, подлежащее отправке на капитальный и средний ремонты. Численность и состав бригад определяются методами теории массового обслуживания. Обязательно оснащение бригад соответствующим транспортом, средствами механизации и лабораторным оборудованием.

Создается своеобразная централизованная служба «скорой помощи» — отделение оперативного ремонта (цех по ремонту электрооборудования металлургических цехов), располагающее собственным зданием (помещениями) и соответствующим технологическим оборудованием и имеющее оперативно-производственные бригады, которые территориально размещены на соответствующих производствах или в крупных цехах (применительно к Западно-Сибирскому такие бригады — «кусты» — предусмотрены для коксохимического, аглоизвесткового; доменного и метизного производств, среднесортного, сортового, обжимного, листового, конверторного и электросталеплавильного цехов, групп ремонтных цехов и энергетических объектов — всего 12). Бригады должны быть оснащены разнообразными средствами механизации подъемно-транспортных и трудоемких работ, вакуумно-уборочными устройствами; иметь хорошо оборудованные мастерские, лаборатории; располагать помещениями бытового обслуживания; рассчитанного на привлекаемый персонал. Эти требования аналогичны изложенным в обзоре [11].

Численность персонала по электроремонтному цеху определяется с помощью основных и вспомогательных критериев [10] по трудоемкости, необходимой для выполнения капитальных и средних ремонтов электрических машин, и величине дополнительных затрат на ремонт низковольтной аппаратуры, электромонтажные работы и изготовление запасных частей:

$$T = k_1 k_4 n (a T_k + b T_c), \quad (4)$$

где  $T_k$ ,  $T_c$  — норма времени на ремонт условной единицы (машины средней мощности) соответственно для капитального и среднего ремонтов;  $k_4$  — коэффициент, учитывающий величину дополнительных трудозатрат;  $a$ ,  $b$  — количество электродвигателей, выходящих соответственно в капитальный и средний ремонты.

Численность персонала цеха сетей и подстанций определяется трудоемкостью

$$T = k_4 n_T (m_T T_T + m_B k_5 T_B + m_L k_6 T_L), \quad (5)$$

где  $n_T$  — количество трансформаторов I—III габаритов средней мощностью 1000 кВА;  $T_T$ ,  $T_B$ ,  $T_L$  — норма времени на ремонт соответственно условного трансформатора, выключателя, линии;  $m_T$ ,  $m_B$ ,  $m_L$  — процент выхода в ремонт к установленному количеству;  $k_5$  — количество высоковольтных ячеек на один трансформатор;  $k_6$  — протяженность линий на один трансформатор.

Следует отметить, что зависимости

$$n_B = f(n_T); \quad n_L = v(n_T) \quad (6)$$

имеют устойчивый характер для предприятия во времени, и обработка статистических материалов по Западно-Сибирскому, Череповецкому, Новолипецкому и другим металлургическим заводам подтвердила это. Средние по группе заводов (табл. 1) хотя и указали на наличие корреляционной зависимости, но с недостаточной достоверностью.

Предполагается значительно увеличить роль и значение центральной электротехнической лаборатории, сделав ее самостоятельной единицей, «мозговым» центром электротехнических служб завода. Предлагаемая централизация позволит возложить на ЦЭТЛ все работы, связанные с осуществлением контроля, наладки, проведением испытаний, модернизацией; расчеты, систематизацию и обработку статистических материалов, связанных с развитием электрического хозяйства заводов. Появится возможность углубить специализацию в ЦЭТЛ путем разделения отдельных лабораторий и создания новых. Все это — за счет передачи функций, выполняемых в настоящее время электротехническим персоналом технологических цехов, и сокращения численности этого персонала.

Численность персонала ЦЭТЛ зависит от множества факторов:

$$N_{\text{цэтл}} = f(n, n_T, n_B, n_L, T_k, T_T, T_B, T_L, k_4, k_T), \quad (7)$$

где  $k_T$  — коэффициент, характеризующий технический уровень завода. Оценочные расчеты, проведенные применительно к Западно-Сибирскому металлургическому заводу, показали, что при количестве установленных электрических машин средней мощностью 40 кВт по заводу на уровне 40000 численность ЦЭТЛ должна быть 90 чел., 60000 — 130 чел.; 30000 — 160 чел.; 120000 — 210 чел.

Проведенные расчеты определяют коэффициент централизации обслуживания (ремонта) электрооборудования

$$k_{ц} = \frac{N_{эpc} + N_{цсп} + N_{цэтл}}{N}, \quad (3)$$

который для Западно-Сибирского металлургического завода составил 27%, а после выполнения предложенных организационно-технических мероприятий достигнет 56% (с учетом персонала цеха по ремонту металлургического электрооборудования — отделения оперативного ремонта).

Следующим этапом является определение численности электротехнического персонала производственных цехов (табл. 2), которая в настоящее время исчисляется от достигнутого или сравнением с аналогами. При рассмотрении количества электротехнического персонала производственных цехов, как целостного комплекса взаимосвязанных групп, численные соотношения определены нами на основании экспертных оценок 30 специалистов (начальники цехов, пом. по электрооборудованию, главные специалисты) и результаты сведены в табл. 2 (2 столбец).

Таблица составлена для металлургического завода с ожидаемым получасовым максимумом нагрузки на уровне 1000 МВт, электропотреблением на уровне 7000 ГВт. ч, количеством установленных электрических машин 120000 средней мощностью 40 кВт.

Следует отметить, что вероятностно-статистические методы определения количества персонала по цехам отсутствуют из-за трудностей сбора и сопоставления материалов. Проведенные нами прямые методы счета по установленному количеству электрооборудования с использованием рекомендаций системы плано-предупредительного ремонта, действующей в отрасли [5], дали значительно завышенные результаты по количеству необходимого обслуживающего персонала. Аналогичные результаты описаны в [12].

На основании принятого процента определена численность электротехнического персонала по цехам (столбец 3). Численность персонала, передаваемого в отделение оперативного ремонта, составила 21—35% от численности всего электротехнического персонала цеха и 70% от существующего числа электроремонтников (столбец 6).

Таков общий подход к организации и управлению электрическим хозяйством для металлургических предприятий и методика определения численности электротехнического персонала как единого целого.

Предлагаемая организационная форма предполагает своеобразный возврат к практике 30-х гг., когда электрик отвечал за все электрооборудование завода. Расширение функциональной схемы управления электрохозяйством, осуществляемой главным электриком, за счет включения оперативного обслуживания и планового текущего ремонта (к существующим — оперативное управление электроснабжением, контроль и учет, материально-техническое снабжение, капитальные и средние ремонты, техника безопасности и надзор) потребует определенной психологической перестройки, решения ряда вопросов материального стимулирования (оплата труда при изменении названия «основной» — «неосновной» изменяется, как и срок выхода на пенсию, доплаты и др.), внедрения вычислительных машин (создание подсистем АСУ «Электро» и «Электроремонт»).

Создание централизованной системы обслуживания электрического хозяйства позволит решить следующие технические задачи: проводить единую техническую политику; оперативно маневрировать рабочей си-

Таблица 2

**Распределение численности электротехнического персонала  
на металлургическом предприятии**

Наименование производства, цеха, хозяйства	% от персонала производ- ственных цехов	Численность персонала		В том числе персонал, передаваемый в централизо- ванную службу	
		всего, чел.	в том числе ИТР, %	%	чел.
Коксохимическое	6,1	163	10,0	30,0	49
Аглоизвестковое	5,9	158	14,0	34,8	55
Доменное	3,2	86	9,6	33,7	29
Конвертерный	7,4	193	11,0	31,0	60
Электросталеплавильный	7,9	211	11,7	32,2	68
Цех подготовки стале- плавильного производ- ства	2,7	72	13,2	30,6	22
Обжимной	5,6	150	9,2	32,0	48
Мелкосортный	9,4	252	6,0	30,2	76
Среднесортный	7,6	203	12,8	30,5	62
Стан 3600	10,7	286	10,7	35,0	100
Огнеупорное	1,5	39	11,1	23,0	9
Шлакоперерабатываю- щий	1,3	35	10,8	31,4	11
Литейные	4,5	120	10,0	29,2	35
Цехи главного механика	4,0	110	13,5	27,2	30
Цехи по ремонту метал- лургического оборудова- ния					
Паровоздуховые стан- ции	1,2	33	14,3	27,3	9
Теплосиловое	2,8	75	10,8	29,3	22
Кислородное	2,4	62	10,3	29,0	18
Газовый	2,6	70	14,2	32,9	23
Водоснабжения	0,9	24	10,8	20,8	5
Транспорт	4,0	110	11,8	30,9	34
Административный, ин- формационно - вычис- лительные и лаборатор- ные центры	4,2	113	9,0	33,6	38
Прочие	1,5	40	38,0	30,0	12
	2,6	72	8,7	33,0	25
Итого электротехническо- го персонала по про- изводственным цехам	100	2677	—	31,4	840
То же без отделения опе- ративного ремонта	43,8	1837			
Отделение оперативного ремонта	20,0	840			
Электроремонтный цех	21,8	917			
Цех сетей и подстанций	9,4	394			
Центральная электротех- ническая лаборатория	5,0	210			
Всего электротехническо- го персонала по заводу	100	4198			

лой; обеспечить более равномерную круглогодичную загрузку персо-  
нала и особенно специализированных групп и высококвалифицирован-  
ных кадров; более рационально использовать технологическую оснаст-  
ку и лабораторное оборудование; повышать качество обслуживания;  
сократить сроки простоя основного оборудования в ремонте; снизить  
стоимость ремонтов; внедрить сетевое планирование с соблюдением не-  
обходимой иерархичности; создать единую информационно-техническую

и конструкторскую группу. Из резервного электрооборудования, имеющегося в цехах, в этом случае может быть создан централизованный обменный фонд, по составу и количеству обеспечивающий замену любой аварийно вышедшей единицы электрооборудования, а также перейти к плановым заменам. Создание обменного фонда в свою очередь позволит перейти к капитальному и среднему ремонту партиями, т. е. к серийному производству.

### Выводы

1. При решении вопросов организации и управления обслуживанием электрического хозяйства следует применять положение, что электрическое хозяйство есть образующее определенную целостность множество элементов с вероятностно-статистическими отношениями и связями между ними.

2. Сложившаяся система управления электрическим хозяйством и методы определения численности электротехнического персонала основаны на однозначном детерминизме и не учитывают специфику больших систем.

3. Электрическое хозяйство промышленного предприятия может быть описано показателями, которые имеют объективный характер, устойчивы для данного предприятия и прогнозируются во времени.

4. Существующая структура организации и управления электрическим хозяйством и противоречивость локальных целей отдельных систем и подсистем препятствуют проведению централизации и специализации обслуживания и требуют построения структуры (проведения организационно-технических мероприятий), которая соответствует цели — повышению эффективности общественного производства и учитывает среду, состояние и поведение системы.

5. Отсутствие системного подхода при определении численности электротехнического персонала привело к несоответствию количества установленного электротехнического оборудования по предприятию в целом и количества персонала в специализированных службах главного электрика.

6. Общую численность электротехнического персонала (все электрики) предлагается определять по предприятию в целом по количеству установленных электрических машин и их средней мощности, с учетом относительного снижения численности персонала при увеличении количества электрических машин.

7. Численность персонала специализированных служб главного электрика (электроремонтный цех, цех по ремонту металлургического электрооборудования, цех сетей и подстанций, центральная электротехническая лаборатория) предлагается определять по физическим объемам работ.

8. Численность электротехнического персонала по производственным цехам определяется после подсчета коэффициента централизации по процентному соотношению с учетом назначения цеха и количества установленного в нем электрооборудования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тиц Ю. В., Плахтин В. Д. Повышение эффективности службы оборудования металлургических предприятий.—«Металлург», 1971, № 11.

2. Егоричев А. П. Опыт централизации ремонтов энергетического оборудования на предприятиях черной металлургии.—«Промышленная энергетика», 1973, № 10.

3. Исследования по общей теории систем. М., «Прогресс», 1969.
  4. Системные исследования. Ежегодник 1972. М., «Наука», 1972.
  5. Положение о планово-предупредительном ремонте электрооборудования на предприятиях системы Министерства черной металлургии СССР. МЧМ СССР, М., 1970.
  6. Костин Л. Производительность труда и научно-технический прогресс.— «Коммунист», 1973, № 17.
  7. Типовые нормы времени на ремонт электродвигателей мощностью до 100 кВт, силовых трансформаторов мощностью до 1000 кВА, сварочных генераторов и трансформаторов. НИИ труда, М., 1972.
  8. Кудрин Б. И., Крупенин Б. Ф., Соболев В. В. О корреляционной связи основных технологических и электрических показателей металлургического завода.— В кн.: Электрификация металлургических предприятий Сибири. Томск, изд. ТГУ, 1971.
  9. Суркова С. Н. Эффективность централизованного ремонта электродвигателей мощностью до 100 кВт по предприятиям г. Харькова.— «Промышленная энергетика», 1973, № 10.
  10. Астратов Р. Г., Кудрин Б. И. О проектировании электроремонтного хозяйства металлургических заводов.— «Промышленная энергетика», 1972, № 3.
  11. Уринцев Я. С. Некоторые вопросы организации и технико-экономические показатели ремонтного обслуживания на зарубежных электростанциях. — «Энергохозяйство за рубежом», 1973, № 5.
  12. Гусаков Б. И., Власов Л. А. Планирование численности работников на заводе «Камкабель». — «Электротехническая промышленность», серия «Кабельная техника», вып. 12 (106), 1973.
-