

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАНЦИИ

6



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1951

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

6

ИЮНЬ
1951

Орган Министерства электростанций СССР

22-й ГОД ИЗДАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Д. Г. Жимерин — Строительство электро-энергетической базы коммунизма	2
Энергетики — лауреаты Сталинской премии	10
И. И. Кошелев и Б. И. Шмуклер — Пуск и наладка на высоком давлении прямооточного котла Рамзина	12
П. С. Кибрик и Ф. П. Януцевич — Испытания котла энергопоезда В-1,0 на каменном угле	17
П. М. Матко — Применение теплового насоса на гидроэлектростанциях	21
Г. И. Фукс — Об использовании тепла охлаждения гидрогенераторов	23
Н. С. Воскобойник — Монтаж котельного агрегата ТП-170-1	26
М. И. Песочин — Автоматическое повторное включение шин	31
К. В. Зубанов и Е. Ф. Корниенко — Эксплуатация электромагнитных корректоров напряжения	34
В. В. Пучковский — Схемы контроля увлажнения изоляции по времени саморазряда	36

Об электрических нагрузках городских распределительных сетей

Л. Ф. Тейхман — Электрические нагрузки городских сетей низкого напряжения	38
И. А. Погосян и Г. В. Сербиновский — Об электрических нагрузках сети низкого напряжения Москвы	39
М. И. Киреев — Электрические нагрузки жилых и общественных зданий	41

ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Л. Г. Желтов — Гидромеханизация добычи гравия и песка	43
А. А. Васильев — Разрушение стенок кабельных каналов давлением грунта	44
А. И. Гринберг — Упрощение конструкции щитов управления	44
А. Г. Рудник — Крепление выводов полюсов к ободу	45
Б. Н. Михалев — Конструкции шин коробчатого типа	45

ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

С. Г. Нисенбаум — Внутриводской хозрасчет в действии	48
В. И. Фрейдин — Номограммы для определения экономичности работы электростанции	49
А. Е. Терехин — Новый тип парового редуктора	50
И. Т. Деев — Из опыта нормирования котловой воды	51
Д. М. Андрианов — Передвижной электросварочный пост	51
А. Д. Дядюченко — Борьба с парениями дренажных баков	52
Н. И. Силонов — Из опыта испытаний междувитковой изоляции электродвигателей	53
Я. А. Ирлахман — О подогреве трансформаторов методом потерь в кожухе	53
О. Н. Грушвицкая — Применение прибора для контроля влажности обмоток трансформаторов	53
Н. Е. Иогансон — Установка щелочных аккумуляторов на двухрядных стеллажах	54
М. П. Убийко — Сооружение каналов телемеханики по линиям связи с помощью надтональной аппаратуры	55

ХРОНИКА

В Техническом управлении Министерства	
О материале вставок в ошиновку открытых распределительных устройств	56
Об испытательном напряжении конденсаторов штанг	56
О ремонте трансформаторов в машинных залах электростанций и подстанций	56
О защите проводов линий электропередачи от вибрации	56
Наплавка бил шахтных мельниц	57
Комплектные распределительные устройства завода „Электрощит“	57

ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Ускоренный пуск котлов и турбин большой мощности, обраб. И. И. Квирин	61
Электростанции с промежуточным перегревом пара, обраб. Е. И. Рассадников	62

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. Н. Степанов — Рецензия на книгу А. Я. Рябкова «Электрический расчет электрических сетей»	63
Новые книги по энергетике	64



СТРОИТЕЛЬСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БАЗЫ КОММУНИЗМА

Д. Г. Жиμεριν
Министр электростанций

В создании материальной базы коммунизма одно из ведущих мест занимает электрификация, огромное значение которой выражено гениальной ленинской формулой: «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны».

В. И. Ленин ставил в качестве задачи социалистического строительства осуществление сплошной электрификации всех районов и всех отраслей нашего народного хозяйства: «...Россию всю, и промышленную и земледельческую, сделаем *электрической*». В своей исторической речи на III Всероссийском съезде РКСМ в 1920 г. В. И. Ленин прямо связывал построение коммунистического общества с электрификацией всей страны, всех отраслей промышленности и земледелия. И. В. Сталин, раскрывая значение указаний В. И. Ленина об электрификации, писал, что «...для продвижения к коммунизму Советская власть должна электрифицировать страну, *переводя всё народное хозяйство на крупное производство...*» (Соч., т. 11, стр. 311).

Почему Ленин и Сталин придавали электрификации такое большое значение в деле построения коммунизма? Одна из коренных черт коммунизма, учит марксизм-ленинизм, состоит в том, что народное хозяйство, организованное по плану, основано на высшей технике как в области индустрии и транспорта, так и в области сельского хозяйства. А базой этой высшей техники является электричество.

Ленинско-сталинский план электрификации неразрывно связан с внедрением новейшей техники и с переводом хозяйства на крупное производство. Высшая производительность труда на основе полной комплексной механизации труда и автоматизации производственных процессов возможна только при электрификации. «...Под электрификацией страны Ленин понимает не изолированное построение отдельных электростанций, — указывал товарищ Сталин, — а постепенный «перевод хозяйства страны, *в том числе и земледелия*, на новую техническую базу, на техническую базу современного крупного производства», связанного так или иначе, прямо или косвенно, с делом электрификации» (Соч., т. 11, стр. 254). Электрификация всей страны — основа для окончательного преодоления противоположности между городом и деревней, между умственным и физическим трудом.

Основоположники марксизма, наблюдая ещё только первые шаги промышленного использования электричества, отметили его огромное революционное значение. Имея в виду открытие способа передачи электроэнергии на большие рас-

стояния, Энгельс писал в 1883 г.: «...Это открытие окончательно освобождает промышленность почти от всяких границ, полагаемых местными условиями, делает возможным использование также и самой отдаленной водяной энергии, и если вначале оно будет полезно только для *городов*, то в конце концов оно станет самым мощным рычагом для устранения противоположности между городом и деревней». Энгельс связывал этот процесс с социалистической революцией.

Капитализм с его принципом частной собственности на средства производства стал препятствием для широкой электрификации народного хозяйства. Современное состояние производительных сил настоятельно требует электрификации всей страны — и ряда соседних стран — по одному плану; такая работа, указывал Ленин, технически вполне осуществима в настоящее время. Однако, пока остаётся капитализм и частная собственность на средства производства, электрификация целой страны и ряда стран, во-первых, не может быть быстрой и планомерной, во-вторых, она не может быть произведена в пользу трудящихся. При капитализме электрификация, как и всякий технический прогресс, неминуемо ведёт к усилению гнёта капиталистов над рабочими и крестьянами.

Чрезвычайную отсталость в деле электрификации получила Советская власть в наследство от старого, царского режима. В царской России в 1913 г. мощность всех электростанций составляла немногим больше 1 млн. *квт*, а выработка электроэнергии не достигала 2 млрд. *квтч*. Россия, обладающая самыми крупными в мире природными энергетическими ресурсами, по выработке электроэнергии занимала в мировом хозяйстве 15-е место. Электростанции царской России были оборудованы отсталой техникой, малоэкономичными агрегатами, работали на дорогом дальнотранспортом топливе (нефть, высокосортный уголь). Несмотря на наличие богатых запасов угля и других видов топлива, для многих электростанций России уголь завозился из Англии и других стран.

Советский строй, утвердившийся в нашей стране в результате победы Великой Октябрьской социалистической революции, устранил социальные преграды, мешавшие электрификации народного хозяйства, создал возможность рационального развития электроэнергетической базы и внедрения электричества во все отрасли производства. Советский строй позволил развивать промышленность и другие отрасли народного хозяйства на самой передовой технической основе — на основе электрификации.

В первые же месяцы социалистической революции В. И. Ленин выдвинул задачу составления научно обоснованного государственного плана развития народного хозяйства. В гениальном «Наброске плана научно-технических работ» в апреле 1918 г. В. И. Ленин требовал обратить особое внимание на электрификацию промышленности и транспорта и применение электричества к земледелию.

В годы, когда ещё шла война с внутренними и внешними врагами, партия большевиков приступила к организации крупных работ по электрификации. По заданию В. И. Ленина в 1920 г. был составлен государственный план электрификации России (Гозэро), рассчитанный на 10—15 лет, предусматривавший создание мощной сети районных электростанций и возрождение на этой основе всего народного хозяйства. Это был первый в истории человечества научный, социалистический государственный план. Из-за своих огромных по тому времени масштабов он многим казался несбыточным.

Товарищ Сталин энергично поддержал план Гозэро. В письме к Ленину от отзывался об этом плане так: «Мастерский набросок действительно *единого* и действительно *государственного* хозяйственного плана *без кавычек*. Единственная в наше время марксистская попытка подведения под советскую надстройку хозяйственно-отсталой России действительно реальной и единственно возможной при нынешних условиях технико-производственной базы» (Соч., т. 5, стр. 50).

По плану Гозэро предполагалось в течение 10—15 лет ввести в действие 30 новых районных электростанций общей установленной мощностью 1 500 тыс. *квт* и довести выработку электроэнергии до 8,8 млрд. *квтч* в год. В плане предусматривалась также реконструкция действующих электростанций с увеличением их мощности на 250 тыс. *квт*. В соответствии с указаниями В. И. Ленина план Гозэро намечал постройку крупных энергосистем, широкое использование энергии рек и низкокалорийного топлива — торфа, худших сортов угля. Третью часть всех районных электростанций должны были составить гидроэлектростанции общей мощностью в 640 тыс. *квт*, в том числе Волховская, две Свирские, Днепровская. Многие станции строились на торфе, подмосковном угле, антрацитовом штыбе и низкосортном уральском и кузнецком угле. План Гозэро предусматривал подъём всей энергетической базы народного хозяйства, возрождение промышленности на новой технической основе, бурное развитие индустрии и сельского хозяйства в ранее отсталых национальных районах.

План Гозэро благодаря усилиям советского народа, руководимого коммунистической партией, был значительно перевыполнен. В 1935 г. мощность электростанций СССР превысила план Гозэро в 2,5 раза.

По годовой выработке электроэнергии Советский Союз вышел к 1937 г. на третье место в мире, отставая лишь от США и Германии и опередив Англию, Францию, Италию, Японию и другие капиталистические страны. Перед Отечественной войной удельный вес электроэнергии в общем энергетическом балансе страны был

в СССР выше, чем в США. 85% рабочих машин (по мощности) в промышленности СССР приводились в движение электричеством, тогда как в старой России в 1913 г. только 35% машин работало на электричестве. Электростанции Советского Союза уже в 1940 г. были оборудованы более совершенными агрегатами, нежели электростанции капиталистических стран; к. п. д. наших турбин и котлов был выше аналогичных по мощности агрегатов иностранных фирм. Эффективность советских электростанций определялась и тем, что в 1940 г. 72% всей выработки электростанций Министерства электростанций было получено на местном низкосортном топливе, в том числе 20% на торфе, а 13,1% электроэнергии было выработано гидроэлектростанциями.

В дореволюционной России электростанции были разбросаны, не связаны друг с другом. За годы Советской власти созданы десятки энергетических систем, многие из которых относятся к числу крупнейших в мире. Таковы Московская, Донецкая, Приднепровская, Ленинградская, Уральская и некоторые другие.

К 1940 г. в стране образовались также мощные энергетические объединения из нескольких энергосистем. На Урале все электростанции связаны тысячекилометровыми линиями электропередач от северной до южной оконечности Урала. Единое высоковольтное кольцо образовали Донбасская, Приднепровская и Ростовская энергосистемы. Это объединение позволяет в период весенних паводков передавать сотни миллионов киловаттчасов дешёвой днепровской гидроэнергии в районы Донбасса и Ростова и, наоборот, в зимний период перебрасывать электроэнергию донецких тепловых электростанций заводам Приднепровья. Объединение в единое кольцо энергосистем Москвы, Горького, Иванова и Ярославля также явилось высокоэффективным: оно удачно сочетает мощные тепловые электроцентральные с волжскими гидроэлектростанциями. Объединение электростанций, планирование их работы позволяют полнее и экономичнее использовать установленную мощность этих электростанций. По использованию оборудования и экономии топлива электростанции Советского Союза опередили электростанции капиталистических стран.

Высокой эффективности советской электроэнергетической базы способствует широкое развитие теплофикации. Комбинированное производство электроэнергии и тепла значительно повышает к. п. д. энергоустановок. К началу послевоенной пятилетки более 120 городов Советского Союза получали тепло от теплоэлектроцентралей. По охвату теплофикацией Москва, Ленинград, Харьков, Киев и другие наши города стоят выше зарубежных.

Загнивание капиталистической экономики ярко сказывается и в области теплофикации. Конкуренция между крупными монополиями приводит к тому, что отработавший в турбинах электростанций пар, как правило, не используется для теплоснабжения; устройство же специальных котельных, чрезмерное удлинение теплопроводов и т. д. повышает стоимость сооружений и эксплуатационные затраты, причём капиталистические монополии перекладывают эти затраты на

плечи трудящихся, взвинчивая тарифы на коммунальные услуги.

В ходе войны гитлеровские варвары нанесли тяжёлый ущерб советской электроэнергетике. Они взорвали, сожгли и частично разрушили 61 крупнейшую электростанцию и большое количество мелких общей мощностью в 5 млн. *квт*, вывели из строя около 10 тыс. км магистральных высоковольтных линий передач, уничтожили более 12 тыс. зданий электростанций и подстанций. Советский народ и в период войны не прекращал крупного строительства новых электростанций. Такое строительство шло на Урале, в Сибири и в других районах. За годы войны мощность электростанций Урала выросла более чем в 2 раза, Кузбасса — в 1,7 раза, Караганды — в 4,1 раза, Узбекистана — в 1,9 раза и т. д. В послевоенный период электростроительство в СССР развивается особенно высокими темпами.

Товарищ Сталин в своей исторической речи 9 февраля 1946 г. начертал грандиозную программу дальнейшего подъёма народного хозяйства СССР. Он указал на необходимость ускорить производство промышленной продукции в кратчайший исторический срок. Соответствующая этому уровню развития народного хозяйства годовая выработка электроэнергии должна составить не менее 250 млрд. *квтч*.

Закон о восстановлении и развитии народного хозяйства на 1946—1950 гг. предусматривал увеличение общей мощности электростанций за пять лет на 11,7 млн. *квт*, т. е. в 7 раз больше, чем намечал план Гозлро на 10—15 лет. К 1950 г. было закончено восстановление электростанций, разрушенных во время войны. Фактически в районах, подвергавшихся оккупации, в 1950 г. выработка электроэнергии была значительно больше, чем в 1940 г. Выработка электроэнергии по всей стране должна была составить в 1950 г. 82 млрд. *квтч* и превзойти выработку довоенного 1940 г. на 70%; фактически довоенный уровень выработки электроэнергии превзойден на 87%. Электростанции Министерства электростанций выработали в 1950 г. сверх плана 4,77 млрд. *квтч*. По производству электроэнергии Советский Союз остался далеко позади все капиталистические страны Европы и вышел на второе место в мире.

Нужно, однако, указать, что ввод в действие новых мощностей на некоторых тепловых и гидравлических электростанциях отстаёт от намеченных планом сроков. Задача энергетиков заключается сейчас в том, чтобы быстрее вводить в действие новые мощности электростанций и обеспечивать ускоренное развитие энергетики.

Крупный шаг вперёд за последние годы сделало гидроэнергостроительство. В 1950 г. на гидроэлектростанциях выработано в 2,5 раза больше энергии, чем в 1940 г. Удельный вес гидроэнергии в общем балансе выработки энергии из года в год возрастал и по Министерству электростанций в 1950 г. достиг 18,3%.

В соответствии с послевоенным пятилетним планом восстановлены все гидроэлектростанции, в том числе 6 крупных. Построены и полностью введены в действие такие крупные гидроэлектростанции, как Щербаковская, Нивская № 3, Фархадская, Храмская, Сухумская, Краснополянская,

Широковская и другие. В строительстве новых и восстановлении разрушенных во время войны гидроэлектростанций достигнуты серьезные успехи. Днепровская гЭС имени Ленина восстановлена на мощность, превышающую довоенную. Особенно интенсивно сооружались гидроэлектростанции в Грузии.

Кадры инженеров, техников, мастеров и рабочих, выросшие в годы сталинских пятилеток, явились основным ядром строителей, обеспечивших успех дела. Вместе с тем на стройках послевоенной пятилетки подготовлены новые высококвалифицированные кадры по тоннельным и бетонным работам, по сооружению высоконапорных трубопроводов и плотин в сложных геологических условиях. Кадры строителей пополнились также отрядами инженеров и техников, накопившими практический опыт на восстановлении разрушенных и строительстве новых гидроэлектростанций. Партия и правительство высоко оценили труд строителей и монтажников гидроэлектростанций. Многие из них удостоены Сталинских премий.

Гидравлические электростанции дают самую дешёвую энергию. Сочетание гидравлических и тепловых электростанций в энергосистемах позволяет достигнуть наиболее высокого к. п. д. оборудования тепловых электростанций.

Товарищ Сталин поставил задачу дальнейшего значительного повышения роли гидроэлектростанций в энергетике нашей страны. В августе и сентябре 1950 г. были опубликованы принятые по инициативе товарища Сталина решения Совета Министров СССР о строительстве Куйбышевской и Сталинградской гидроэлектростанций на Волге, Главного Туркменского канала, Каховской гидроэлектростанции на Днестре с Южно-Украинским и Северо-Крымским каналами. В декабре 1950 г. было опубликовано решение Совета Министров об ускорении строительства Волго-Донского канала с Цимлянкой гидроэлектростанцией на реке Дон и о создании оросительных каналов. В этих великих стройках воплощены черты коммунизма. Основываясь на широком опыте строительства гидроэлектростанций, механизации строительных и монтажных работ, сооружения объектов в сложных геологических условиях, мы можем осуществить грандиозные стройки коммунизма на базе высокой механизации всех работ в невиданно короткие сроки.

Установленная мощность гидроэлектростанций на Волге, Днестре, Главном Туркменском канале и на Дону превзойдет 4,2 млн. *квт* — больше, чем мощность электростанций таких стран, как Норвегия, Испания, Швейцария. Среднегодовая выработка энергии определена для этих станций в 22 млрд. *квтч* — в 11 раз больше, чем выработывалось в царской России в 1913 г.

Куйбышевская и Сталинградская гидроэлектростанции, которые будут иметь установленную мощность 2 и 1,7 млн. *квт* и выработку по 10 млрд. *квтч* в средний по водности год, явятся крупнейшими в мире. Они превзойдут по мощности крупнейшие гидроэлектростанции США — Грэнд Кули и Боулдер-Дэм. Правительство США в 1932 г. хвастливо объявило, что правительство гидроэлектростанции Грэнд Кули на реке Колумбии обеспечит орошение больших пло-

шадей и даст возможность фермерам выбиться из нужды; однако даже в первоначальном проекте орошение было запроектировано на площади только в 486 тыс. га. Но и этот проект остался на бумаге.

Особенностью советского гидротехнического строительства являются не только гигантские масштабы, но и комплексный характер сооружений. Строительство гидравлических электростанций в СССР сочетается с созданием оросительных и обводнительных систем и развитием водного транспорта. Чтобы максимально использовать гидроресурсы, создаются каскады электростанций; так, в Средней Азии на реке Чирчик сооружен каскад из 13 гидроэлектростанций; каскады электростанций создаются на Волге, Ниве, Свири, Занге и других реках. При сооружении каскадов электростанций верховые водохранилища регулируют сток рек, что повышает выработку электроэнергии на ниже расположенных электростанциях.

Сталинские стройки на Волге, Днестре, Аму-Дарье и Дону в ближайшие 6—7 лет обеспечат орошение и обводнение колоссальных площадей — десятков миллионов гектаров. Коренные изменения вносятся стройками коммунизма в транспортную сеть. Создаются новые водные артерии; соединяются в единую сеть пять морей и десятки тысяч километров речных путей, ранее входивших в отдельные бассейны. Новые стройки означают пересоздание хозяйства на опрощенных территориях. Они способствуют мощному развитию промышленности и сочетаются с массовыми лесными насаждениями, крупными мероприятиями по реконструкции рыбного хозяйства, с благоустройством приречных городов и т. д.

В противоположность расхищению природных ресурсов, происходящему в странах капитализма, особенностью социалистического строительства является не только бережное использование, но и приумножение природных богатств. Сотни лет в царской России хищнически вырубались леса вдоль рек Волжского бассейна, сток Волги постепенно падал, усиливалась засухливость волго-каспийских земель. Советское государство решительно стало на путь улучшения природных условий и рационального использования стока рек. В годы довоенных сталинских пятилеток в верхнем течении Волги были сооружены три крупные гидроэлектростанции: Ивановская, Угличская и Щербаковская. Водоохранилища, созданные при этих гидроэлектростанциях, собирают весенний сток Волги и Шексны, и летом, когда вода особенно необходима водному транспорту, она направляется на эти нужды. В послевоенный период на Волге сооружается следующая ступень каскада — Горьковский гидроузел.

Половина энергии, вырабатываемой Куйбышевской и Сталинградской гЭС, — 10,1 млрд. квтч — будет передаваться в Москву, 5,2 млрд. квтч — в районы Поволжья, 1,2 млрд. квтч — в районы Центрально-черноземной области, 3,5 млрд. квтч будет направлено на нужды сельского хозяйства, на орошение. Обильный поток дешевой энергии обеспечит энергоснабжение всех отраслей хозяйства данных районов, позволит развивать новые энергоемкие отрасли промышленности, подведет

прочную энергетическую базу под дальнейший рост производительных сил страны.

В волжских стройках получает свое дальнейшее развитие ленинско-сталинский план электрификации страны. Ленин в свое время ставил задачу передавать энергию в радиусе 200—400 км; теперь решается задача передачи электроэнергии на расстояния до 1 000 км. В единую сеть соединяются электростанции и промышленные центры, отстоящие друг от друга на многие сотни километров.

Цимлянская гидроэлектростанция на Дону, гидроэлектростанции на реке Аму-Дарье у Тахия-Таш и на Главном Туркменском канале, а также Каховская гЭС на Днестре предназначены главным образом для удовлетворения нужд растущего сельского хозяйства. Строящиеся водохранилища и каналы обеспечат водой миллионы гектаров земли, а гидроэлектростанции дадут дешевую электроэнергию для орошения полей и для электрификации земледелия и животноводства. Гидроэнергия Каховской и Цимлянской электростанций будет также важным подспорьем для энергоснабжения промышленности Приднепровья и Донбасса.

Сталинские стройки составляют огромный вклад в создание материальной базы коммунизма, ведут к гигантскому развитию производительных сил, означают подлинную техническую революцию, осуществление которой доступно только социалистическому обществу.

* * *

Электроэнергетика СССР — самая передовая в мире. В нашей стране устанавливаются уникальные электроагрегаты. Советская промышленность освоила, например, выпуск одновальной турбины мощностью в 100 тыс. квт при 3 000 об/мин, с давлением 90 ат и перегревом пара в 500° С, с генератором, имеющим водородное охлаждение. Коэффициент полезного действия такой машины на 17% выше аналогичной турбины среднего (повышенного) давления. Наши котлостроительные заводы сконструировали и освоили производство мощных котельных агрегатов среднего (повышенного) и высокого давления производительностью 75, 150, 170 и 230 т пара в час.

Перед Великой Отечественной войной установки высокого давления на электростанциях Министерства электростанций составляли еще небольшую долю — 2,7%; в 1950 г. удельный вес таких установок увеличился до 18,2%. В 1951 г. 70% всей вводимой на тепловых электростанциях мощности составят установки высокого давления.

Технический прогресс в деле выработки электроэнергии находит свое отражение в существенном сокращении расхода топлива. В 1950 г. электростанции Министерства электростанций расходовали на один выработанный киловаттчас 539 г топлива — на 9,6% меньше, чем в 1940 г. При этом электростанции СССР используют главным образом низкосортные, многозольные и влажные местные угли и торф, в то время как, например, электростанции США, Англии и других стран сжигают высококалорийный и малозольный уголь.

В Советском Союзе практически решается задача использования пара сверхвысоких парамет-

ров с доведением давления до 170 ат и температуры перегрева до 550° С. Электрическая станция с применением оборудования, уникального по мощности и другим техническим данным, работающая на местном низкосортном угле, будет сооружена в 1952 г.; при этом к. п. д. станции будет равен 37%, т. е. он будет больше, чем у дизелей, потребляющих дефицитное нефтетопливо. Всесоюзный теплотехнический институт успешно ведет научно-экспериментальные работы на опытном котле с давлением 300 ат и температурой 600° С. Научные изыскания и накопление опыта позволят в ближайшие 5—10 лет широко применить на тепловых электростанциях пар сверхвысоких параметров и обеспечат дальнейшую экономию топлива и снижение себестоимости электроэнергии.

Существенную помощь энергетикам оказывают заводы, выпускающие мощные, совершенные агрегаты. Ленинградский металлический завод имени Сталина и завод «Электросила» изготовили для Днепровской гЭС имени Ленина мощные гидротурбины и гидрогенераторы с к. п. д. большим, чем у турбин американских фирм. Повышение к. п. д. гидротурбин и генераторов позволит выработать дополнительно за счет сокращения удельного расхода воды сотни миллионов киловаттчасов гидроэнергии. Советские специалисты успешно разрабатывают оригинальные конструкции горизонтальных и проточных турбин, эжектирующих устройств и т. д. Теперь слово за производственниками. Работники крупнейших наших заводов, таких, как «Электросила», Ленинградский металлический завод имени Сталина, Харьковский турбогенераторный и другие, — должны обеспечить освоение и выпуск высокоэкономичных новых агрегатов для строек коммунизма и для других строителей тепловых и гидравлических электростанций.

Важным техническим достижением советской электроэнергетики является широкое применение автоматики и телемеханики. По проектам советских конструкторов заводы Министерства электростанций, тяжелого машиностроения и электропромышленности наладили массовый выпуск приборов и аппаратов, позволяющих полностью автоматизировать работу электростанций. Ныне на электростанциях Министерства электростанций полностью автоматизировано 50% мощности всех котлов: на этих котлах управление всеми механизмами, подача топлива, регулирование нагрузки производятся автоматами. На электростанциях широко применяются автоматы, включающие в действие резервное оборудование при выходе из строя рабочих агрегатов; много линий электропередачи оборудовано автоматами повторного включения, которые при кратковременных повреждениях линии обеспечивают бесперебойное энергоснабжение потребителей. Советские специалисты разработали и широко внедрили оригинальную систему автоматики повторного включения.

В последние годы начала внедряться телемеханизация, при которой управление агрегатами гидроэлектростанций производится с центральных диспетчерских пунктов, расположенных на больших расстояниях от станций. Так, в Узбекской

энергосистеме на ряде гидроэлектростанций совсем нет дежурного персонала; эти станции управляются с диспетчерских пунктов, находящихся на расстоянии десятков километров от них. Автоматизация вдвое уменьшила потребность в персонале на узбекских гидроэлектростанциях и снизила себестоимость выработки электроэнергии на 14%. Полностью автоматизированы и управляются с главного диспетчерского пункта некоторые крупнейшие гидроэлектростанции Московской энергосистемы.

Автоматизация и телемеханизация гидроэлектростанций и подстанций Узбекской и Московской энергосистем полностью осуществлены силами советских специалистов. Так, работники Министерства электростанций тт. Минин, Казанский, Рязанцев и другие разработали и внедрили отечественную конструкцию телеизмерительной аппаратуры дальнего действия; работники Узбекской энергосистемы во главе с тт. Чупраковым, Байгунусовым, Жеребцовым совместно с работниками Теплоэлектропроекта и Гидроэнергопроекта разработали и осуществили в широких масштабах автоматизацию и телемеханизацию. Подобная работа проделана и коллективом инженеров Московской энергосистемы во главе с тт. Чернобровым, Шабалиным, Глушко. Всем перечисленным и ряду других работников за их заслуги в деле разработки и внедрения автоматизации и телемеханизации присуждены Сталинские премии.

В ближайшие 4—5 лет должна быть закончена комплексная автоматизация всех тепловых электростанций СССР. Автоматизация и особенно телемеханизация электростанций могла бы идти быстрее. Главным затруднением является недостаточное внимание к производству автоматов со стороны заводов, изготовляющих основное теплотехническое, гидравлическое и электротехническое оборудование. Энергомашиностроительные заводы обязаны наладить производство приборов и автоматов телемеханики с тем, чтобы в ближайшие 3—4 года обеспечить возможность автоматизации не только гидравлических, но и тепловых электростанций.

Большим достижением советской электротехники является решение вопроса о передаче огромных потоков электроэнергии на большие расстояния. Для передачи энергии строящихся волжских гидроэлектростанций необходимо соорудить мощные линии электропередач напряжением 400 кв вместо обычного напряжения 220 кв. Скажем попутно, что предельное напряжение электропередач, достигнутое в США, не превышает 287 кв. Организация сверхдальних передач электроэнергии сверхвысокого напряжения переменным током — а в дальнейшем и постоянным током — открывает новые перспективы для развития советской энергетики. Постоянный ток имеет ряд преимуществ по сравнению с переменным: вместо трех проводов энергия подается по двум; при постоянном токе отпадает проблема синхронной работы отдельных агрегатов или энергосистем; затраты на сооружение электропередач постоянным током значительно меньше, чем при передачах переменным током. Несомненно, что и эта новая техническая проблема будет успешно решена в Советском Союзе.

Бурное развитие электроэнергетики служит мощной базой для ускоренного технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства СССР, для достижения высшей производительности общественного труда.

В период постепенного перехода от социализма к коммунизму на основе электрификации осуществляется комплексная механизация и автоматизация производственных процессов в промышленности. Советские конструкторы создали новые, неизвестные в капиталистических странах, системы электрических машин, механизующих добычу и погрузку угля, руды, торфа, различных ископаемых, лесозаготовки, металлообработку и многие другие тяжелые и трудоемкие работы. Уровень механизации труда в советской промышленности еще до второй мировой войны был выше, чем в капиталистических странах. В послевоенной пятилетке уровень механизации и электрификации производственных процессов в промышленности СССР продолжал быстро повышаться. В 1950 г. электровооруженность рабочего в крупной промышленности (в киловаттчасах на 1 час рабочего времени) была в 1,5 раза больше, чем в 1940 г.

Социалистические методы механизации и автоматизации производства коренным образом отличаются от капиталистических. Капиталисты с целью получения дополнительной прибыли стремятся заменить квалифицированный труд более дешевым, неквалифицированным и притом повысить его интенсивность. Поэтому при капитализме в первую очередь механизуются операции, требующие наиболее квалифицированного труда и ускоряющие темпы работы. Механизация и электрификация производственных процессов при капитализме носят всегда односторонний, уродливый характер, касаются лишь некоторых операций, ведут к деградации рабочих и их преждевременному истощению в результате изнурительного труда. В советском же хозяйстве механизуются в первую очередь самые тяжелые и трудоемкие процессы с целью облегчить труд, заменить малопродуктивный, неквалифицированный, мускульный труд высокопроизводительным, физически более легким, требующим меньшего напряжения, более квалифицированным.

Электроэнергия благодаря своей способности превращаться в любой другой вид энергии (механическую, тепловую, световую и т. д.) позволяет автоматизировать любую производственную операцию. В социалистическом обществе впервые открылась возможность полностью использовать эти свойства электричества на благо человечества. При социализме механизуется весь комплекс производственных процессов, что обеспечивает рост производительности труда, улучшение условий труда, повышение квалификации и благосостояния рабочих.

В угольной промышленности СССР завершена электромеханизация процессов зарубки, отбойки и транспортировки угля и быстро механизуется навалка угля. Высокими темпами на базе электрификации осуществляется механизация лесозаготовок. В СССР созданы и производятся в массовом масштабе лучшие в мире электропилы,

трелевочные и погрузочные электролебедки, бревнотаски, элеваторы и т. д. В лесах нашей страны работают десятки тысяч электропил и тысячи передвижных электростанций. В ряде лесных хозяйств на основе широкого применения электричества осуществлена комплексная механизация лесозаготовок, которая обеспечивает значительное облегчение труда и более чем удвоение его производительности. В машиностроении, где завершена электрификация станочного парка, предстоит осуществить все более широкий переход на электротехнологию. Все больше применяются электросварка в ее новейшей форме (автоматическая сварка под слоем флюса), анодомеханическая и электроискровая обработка деталей, закалка и другие виды термической обработки токами высокой частоты, электрическая сушка и т. д. Электрический привод и электрическое управление машинами позволяют внедрять скоростные методы производства, интенсифицировать производственные процессы в ткачестве и прядении, в химической, бумажной и многих других отраслях промышленности. Без электрического управления была бы невозможна работа современных сверхмощных прокатных станков, станков со скоростями резания металла до нескольких тысяч метров в минуту и т. д.

Во всех отраслях социалистической промышленности на основе применения электрических машин осуществляется механизация вспомогательных процессов — транспортных, погрузочно-разгрузочных, ремонтных, контрольных.

Свыше 20% всей электроэнергии расходуется промышленностью СССР на технологические цели. Электрометаллургия и электрохимия дают ценнейшие продукты, массовое получение которых без электроэнергии было бы невозможно (ряд сплавов, алюминий, магний, чистая медь и др.). В период постепенного перехода к коммунизму роль электротермии и электрохимии будет непрерывно возрастать. Для энергоемких производств уже сейчас используется значительная часть энергии, вырабатываемой Днепрогэсом и другими гидроэлектростанциями. Новые гидроэлектростанции послужат базой дальнейшего развития электрометаллургии и электрохимии Московского, Уральского и Приволжского районов.

Все возрастающий объем потребления электроэнергии промышленностью, особенно электроемкими производствами, ставит во весь рост задачу всемерного сокращения расхода электроэнергии на единицу продукции. В этой области многие передовые предприятия Советского Союза имеют серьезные достижения. Так, значительно сокращено расходование электроэнергии на выплавку электростали, ферросплавов, алюминия, на производство химических продуктов. Однако многие заводы все еще расходуют десятки миллионов киловаттчасов электроэнергии непроизводительно: имеют место сверхплановые потери электроэнергии в электропечах, в заводских распределительных электросетях, а также в электромоторах и трансформаторах, мощность которых превышает проектную.

Все более широкий размах приобретает электроавтоматизация. Советские инженеры сконструировали автоматическое электрическое оборудова-

ние доменных печей. В машиностроении за послевоенное пятилетие введены в действие 26 автоматических станочных линий и автоматический завод по изготовлению автомобильных деталей. Внедряется автоматика в угольную промышленность; текстильная и пищевая промышленность имеют большой набор автоматических станков, машин и отдельных устройств. Удельный вес автоматов во всех отраслях советской промышленности быстро повышается. Автоматизация является высшей ступенью механизации и означает полную замену мускульного труда квалифицированным трудом по управлению машинами. Комплексная механизация и автоматизация имеют огромное значение для перехода к высшей фазе коммунизма, обеспечивая резкий подъем производительности труда, коренным образом изменяя характер труда, создавая предпосылки для уничтожения противоположности между умственным и физическим трудом.

Высоким уровнем механизации отличается быстро растущая в СССР строительная индустрия. Она так же во все большей степени базируется на использовании электроэнергии. О масштабах строительных работ в СССР говорит такая цифра: только на строительстве гидроэлектростанций в ближайшие годы необходимо выполнять ежегодно свыше 300 млн. м³ земляных работ и до 5 млн. м³ бетонной кладки. Темпы и масштабы строительства, необходимые в период перехода к коммунизму, было бы невозможно выдержать без широчайшей механизации строительных работ на базе применения электроэнергии. Советская строительная индустрия в настоящее время оснащена огромным парком экскаваторов, автоматизированных бетонных заводов, подъемных кранов, транспортеров, самосвалов, вибраторов и других строительных машин. Основная их часть оборудована электрическими двигателями и электрическим управлением.

Среди достижений строительной техники необходимо отметить советскую электро-гидромеханизацию. В нашей стране работают уже десятки мощных землесосов, производительностью по 300, 500 и 1 000 м³ грунта в час. На строительстве Сталинградского гидроузла 80—85% общего объема земляных работ будет выполнено методом гидромеханизации. В прорытии каналов главную роль выполняют электрические экскаваторы: самый мощный из них — шагающий экскаватор «ЭШ-14-65» с ковшем емкостью 14 м³.

В СССР создано много типов электрических кранов, среди них краны грузоподъемностью в 25 и 40 т, успешно применяемые на крупных гидротехнических строительствах, а также при сооружении высотных зданий и на других стройках. В 1950 г. построены электрифицированные автоматические бетонные заводы.

В настоящее время электровооруженность рабочих на строительстве гидростанций в десятки раз больше, чем была энерговооруженность труда на прежних стройках. Внедрение и освоение новых строительных машин приведет к дальнейшему росту электровооруженности строительных рабочих. В гидротехническом строительстве в 1950 г. было механизировано около 80% земляных работ, 93% приготовления бетона, 83%

укладки бетона, 90% монтажа металлоконструкций, 40% погрузочно-разгрузочных работ.

Несмотря на бурный рост механизации строительства, в этом деле имеется еще много недостатков. Главный недостаток заключается в том, что на многих строительствах нет комплексной механизации и в соединительных звеньях между отдельными строительными процессами попрежнему применяется ручной труд. Использование механизмов также стоит на низком уровне; подготовка кадров механизаторов, особенно инженеров и техников, отстает от механизации работ. Все эти недостатки должны быть устранены, и тогда механизация строительных и монтажных работ резко увеличится, а вместе с этим повысятся темпы строительства и сократятся сроки ввода в действие новых агрегатов.

В период постепенного перехода к коммунизму все шире осуществляется электрификация транспорта. При капитализме электрификация железных дорог тормозится железнодорожными магнатами и угольными монополиями, которые и при паровой тяге получают сверхприбыли в результате установления высоких тарифов. В социалистическом хозяйстве нет подобных препятствий для электрификации железных дорог. Сеть электрифицированных железных дорог в СССР значительно увеличилась к 1950 г. по сравнению с 1940 г. Электрификация железных дорог намного повышает их пропускную способность, поднимает производительность труда транспортных рабочих и улучшает их производственные условия, сберегает до 60% топлива по сравнению с паровой тягой, ускоряет движение поездов. Поэтому по мере развития электроэнергетической базы в СССР будет электрифицироваться все большая часть железных дорог. Новые гидростанции позволят электрифицировать дополнительно тысячи километров железнодорожных линий, а также перевести на электрическую тягу движение судов на каналах.

Много труда затрачивается на транспорте на погрузочно-разгрузочные работы. На многих крупных транспортных узлах эти работы механизированы. Основой высокого, невиданного при капитализме уровня механизации служат советские электрические механизмы — мощные краны, транспортеры, элеваторы. В ближайшее время с помощью внедрения новейших конструкций должна быть завершена комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ на всех видах транспорта.

Ленин и Сталин не раз подчеркивали, что для построения коммунизма необходима электрификация не только промышленности, но и сельского хозяйства. В. И. Ленин с гениальной прозорливостью еще 50 лет назад в своей замечательной работе «Аграрный вопрос и «критики Маркса» указывал на преимущества применения электроэнергии в сельском хозяйстве: «Электрическая энергия дешевле паровой силы, она отличается большей делимостью, ее гораздо легче передавать на очень большие расстояния, ход машин при этом правильнее и спокойнее, — она гораздо удобнее поэтому применяется и к молотбе, и к паханию, и к доению, и к резке корма скоту и проч.» (Соч., т. 5, стр. 126).

Выполняя ленинские указания, большевистская партия и Советское государство держат твердый курс на внедрение электричества во все отрасли сельского хозяйства. С каждым годом темпы электрификации деревни возрастают. Завершается электрификация МТС и совхозов. К 1950 г. были электрифицированы десятки тысяч колхозов. Довоенный уровень электрификации сельского хозяйства превзойден примерно втрое. Ряд областей — Свердловская, Московская, Ярославская и др. — близки к тому, что все колхозы в них будут снабжены электроэнергией.

Особенное значение приобретает электрификация сельского хозяйства в связи с осуществлением великого сталинского плана преобразования природы. Новые гидроэлектростанции на Волге, Дону, Днепре и Главном Туркменском канале будут давать на нужды сельского хозяйства, прежде всего на электроорошение, миллиарды киловаттчасов в год. т. е. во много раз больше электроэнергии, чем потреблялось во всем сельском хозяйстве в 1940 г. С помощью мощных электронасосов вода будет подниматься на поля.

Огромный размах получило в настоящее время строительство мелких и средних колхозных электростанций. В 1950 г. их было уже свыше 8,5 тыс. Укрупнение колхозов создает условия для еще большего развертывания колхозного строительства электростанций, причем в наиболее рациональных его формах — в форме сооружений гидравлических и тепловых электростанций средней мощности, обслуживающих сразу несколько колхозов. Большое будущее принадлежит колхозной ветроэлектроэнергетике, особенно в районах, бедных другими энергетическими ресурсами (Казахстан, районы Севера и др.).

В области электрификации сельского хозяйства особенно ярко выступают преимущества социалистического строя перед капиталистическим. При капитализме, даже в такой стране, как США, применение электроэнергии в земледелии ничтожно. Сотни тысяч ферм, расположенных близ линий электропередач, не пользуются электроэнергией, так как для этого у фермеров нет средств, чтобы пользоваться ею.

В сельском хозяйстве СССР электрификация производственных процессов обеспечивает новый мощный подъем производительности труда и благосостояния колхозников и работников совхозов. Применение электрической тяги повышает производительность труда на молотье, на очистке зерна; при этом сокращаются потери зерна и ускоряется обмолот.

В ряде районов, и прежде всего в районах великих строек коммунизма, уже в ближайшие годы будет развиваться электрическая пахота; 100 электротракторов советской конструкции прошли испытания в ряде МТС и показали преимущества этой новейшей техники. В животноводстве вся механизация процессов, начиная с кормоприготовления и снабжения водой и кончая дойкой, стрижкой и т. д., должна осуществляться на основе электрической энергии.

Электрификация животноводческих ферм резко уменьшает потребность в рабочей силе, облег-

чает труд, способствует увеличению продуктивности скота. Электрификация пахоты повышает производительность труда в полеводстве на 30—40%, в несколько раз уменьшает потребность в подсобной тягловой силе, экономит огромное количество высокоценного горючего. Применение электричества для орошения сокращает потребные затраты средств в 5 раз.

Таким образом, электрификация сельского хозяйства является мощным рычагом его подъема, ускоряет достижение изобилия предметов потребления в нашей стране, создает важнейшие предпосылки для ликвидации противоположности между городом и деревней.

В период постепенного перехода к коммунизму возрастающую роль приобретает использование электроэнергии в быту. Электрификация коммунального обслуживания наряду с газификацией и теплофикацией служит орудием подъема благосостояния трудящихся.

В настоящее время более $\frac{1}{4}$ всех энергетических ресурсов, расходуемых в СССР, направляется на удовлетворение коммунально-бытовых потребностей трудящихся. При этом в городах на бытовые нужды каждого жителя расходуется электроэнергии в 7 раз больше, чем в дореволюционной России. В ближайшие пятилетия потребление электроэнергии в быту увеличится примерно втрое, обеспечивая значительное улучшение условий жизни советского народа.

Высокие темпы развития электроэнергетической базы СССР, внедрение электричества во все отрасли народного хозяйства составляют важнейшее условие технического прогресса и достижения на его основе высшей производительности общественного труда, необходимой для перехода к коммунизму.

* * *

Советский народ под руководством коммунистической партии одержал новую крупную победу в мирном, созидательном труде, значительно перевыполнив важнейшие задания послевоенной пятилетки. Мирный характер социалистического строительства свидетельствует о миролюбивой политике Советского государства, возглавляющего демократический, антиимпериалистический лагерь, борющегося за мир. Советский Союз показывает всем народам путь к светлому будущему. Сбываются вещие слова В. И. Ленина, сказанные им в 1920 г.: «...Если Россия покроется густою сетью электрических станций и мощных технических оборудований, то наше коммунистическое хозяйственное строительство станет образцом для грядущей социалистической Европы и Азии».

Величайшим пафосом созидания охвачен советский народ. Завершение строек коммунизма в небывало короткие исторические сроки обеспечит высокие темпы дальнейшего роста электроэнергетической базы народного хозяйства СССР и явится крупным шагом вперед в строительстве коммунистического общества в нашей стране.

(«Большевик», № 8, 1951 г.)

□ □ □

ЭНЕРГЕТИКИ—ЛАУРЕАТЫ



В. Л. Чанкотадзе

За строительство Храмской гидроэлектростанции в Грузинской ССР Сталинская премия второй степени присуждена: руководителем работ В. Л. Чанкотадзе — управляющему трестом «Храмгэсстрой» и А. М. Гиндину — главному инженеру, Н. В. Полосину — начальнику отдела того же треста, В. С. Эристову — главному инженеру строительства «Средазгидрострой», М. С. Эбралидзе, Г. С. Мавескому, Г. В. Цулейскири — начальникам строительных управлений Самгоригэс, И. О. Оболадзе — бригадиру строительства, Н. А. Макаревичу — заместителю главного инженера строительного управления Самгоригэс, Г. М. Джигаури — главному специалисту по гидротехническим изысканиям Тбилисского отделения Гидроэнергопроекта, С. К. Шакшиеву — главному конструктору, С. Г. Рутковскому — главному гидротехнику того же отделения, М. А. Мосткову — заведующему отделом Энергетического института Академии наук Грузинской ССР, А. С. Макаберидзе — управляющему трестом «Грузэлектросетьстрой».

По основным параметрам и типам оборудования Храмская регулирующая гидроэлектростанция представляет уникальное сооружение. Она является гордостью Грузинской энергосистемы и всего народного хозяйства Грузинской республики.

Гидростанция строилась в суровых условиях при удаленности от железной дороги. Организация строительства гэс отличалась полным использованием механизмов и высоким техническим уровнем.

Строительству 34 раза присуждалось первое место во Всесоюзном социалистическом соревновании. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 27 апреля 1948 г. трест «Храмгэсстрой» был награжден орденом Ленина, 312 работников, особо отличившихся на строительстве Храмской гидроэлектростанции, были награждены орденами и медалями.

На строительстве Храмской гэс впервые в Советском Союзе был проведен скоростным методом монтаж самых мощных в мире струйно-ковшевых вертикальных четырехсопельных турбин.

За участие в разработке конструкции нового типа подводного цельносварного теплофикационного туннеля Сталинская премия третьей степени присуждена работникам энергетики: Н. К. Громову — директору Теплосети Мосэнерго, М. Ф. Филиппову — главному инженеру и А. А. Лямину — главному конструктору «Теплосетьпроект».

В результате совместной работы коллективов: Управления подводно-технических работ, Теплосети Мосэнерго, «Проектстальконструкции» и строительства запроектирован и осуществлен новый тип подводного цельносварного теплофикационного туннеля. Туннель для пересечения реки Москвы выполнен в виде цельносварной стальной оболочки, усиленной ребрами жесткости (см. «Электрические станции», № 1 за 1951 г.).

Укладка туннеля выполнена в рекордно-короткий срок; судоходство было прекращено всего лишь на несколько часов.

Освоение нового типа подводного туннеля позволит сооружать скоростным методом также и другие скрытые переходы через реки и водоемы

За разработку и внедрение отечественной телеизмерительной аппаратуры дальнего действия Сталинская премия третьей степени присуждена работникам Орггрэс: Г. П. Минину — руководителю работ, инженеру В. Е. Казанскому — начальнику электроцеха, В. И. Иванкину — инженеру, А. П. Лапшову — старшему мастеру, Б. И. Скляревскому — начальнику службы Главцентрэнерго, Е. А. Рязанцеву — технику Горэнерго и А. В. Яковлеву — инженеру Ивэнерго.



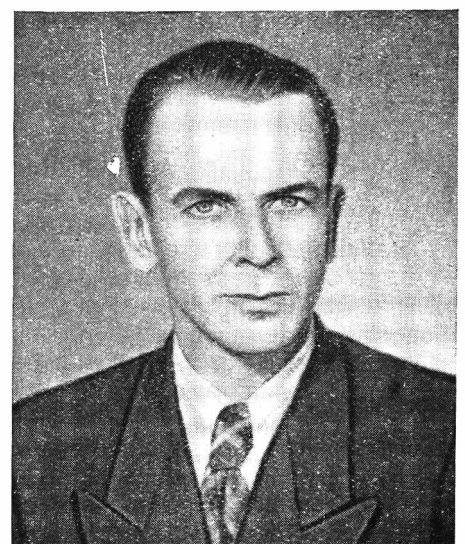
А. М. Гиндин



Н. К. Громов



М. Ф. Филиппов



А. А. Лямин

СТАЛИНСКОЙ ПРЕМИИ

Развитию энергосистем и объединение их выдвинули новые требования к оснащению диспетчерских пунктов телеизмерительной аппаратурой.

Разработанная в ОргрЭС телеизмерительная аппаратура является первой советской аппаратурой дальнего действия частотной системы. По своим показателям она превосходит аналогичную зарубежную аппаратуру.

Она пригодна для телеизмерения любых электрических и неэлектрических величин, измеряемых помощью обычного стрелочного прибора. Аппаратура унифицирована и, в зависимости от измеряемой величины, изменяется только первичный прибор — датчик (измеритель с конденсаторным преобразователем) и градуировка приемного прибора. Аппаратура не имеет каких-либо контактных устройств.

Аппаратура рассчитана для использования как проводных уплотненных каналов связи, так и высоко-

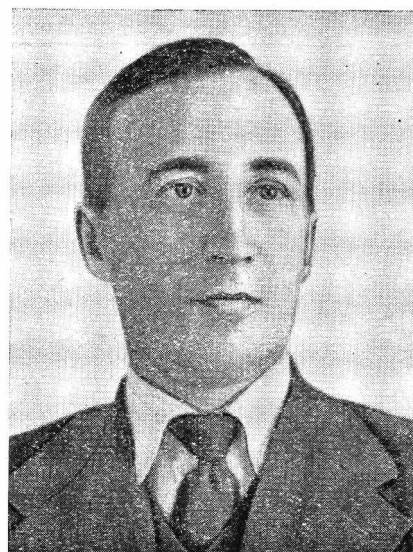
частотных постов телемеханики. Узкая полоса рабочих частот (отношение крайних частот равно 1,1) дает возможность эффективно уплотнять каналы связи.

Применение специальных устройств на приемном пункте обеспечивает надежную работу аппаратуры при больших колебаниях уровня сигналов телеизмерения и повышает помехоустойчивость приемника.

Применение на передающей стороне генератора частот типа RC обеспечивает высокую стабильность телепередачи.

Аппаратура под наименованием ТЧО-2 и ТЧО-3 внедрена с 1948 г. в ряде энергосистем и эксплуатируется в количестве нескольких десятков комплектов.

Длительная проверка показала высокие эксплуатационные качества аппаратуры и ее надежность. В настоящее время аппаратура принята к промышленному изготовлению.



Г. П. Минин



Е. А. Рязанцев



А. В. Яковлев



В. Е. Казанский



В. И. Иванкин



А. П. Лапшов



Б. И. Скляревский

Пуск и наладка на высоком давлении прямоточного котла Рамзина

Инж. И. И. Кошелев и инж. Б. И. Шмуклер

Прямоточный котел Рамзина типа 51-СП 220/100, введенный в эксплуатацию на давлении 100 *ати*, при температуре перегретого пара 510° С имеет максимальную расчетную производительность 220 *т/час* при питании котла водой, подогретой до 200° С. В действительности котел питается водой с температурой 100° С.

Питание котла конденсатом, подача мазута к форсункам и выработка постоянного тока для питания двигателей пылепитателей — обеспечиваются водо-топливным агрегатом (ВТА), состоящим из поршневого питательного насоса, мазутного насоса и генератора постоянного тока с общим приводом от паровой машины. Общий привод к оборудованию ВТА обуславливает предварительную синхронизацию подачи воды и топлива.

На питательной линии котла установлено успокоительное устройство, предотвращающее вибрацию трубопровода за счет перераспределения полостей цилиндра, заполненных водой и азотом¹.

Управление котлоагрегатом и вспомогательным оборудованием осуществляется из изолированного помещения блочного щита. Оперативная арматура и регулировочные органы вспомогательного оборудования оснащены дистанционными электрическими приводами.

Агрегат работает на углях Печорского бассейна, для размола которых установлены две системы пылеприготовления с шаровыми мельницами.

Ввод установки в эксплуатацию

Пусковые работы были начаты лишь после полного устранения выявленных недостатков изготовления и монтажа. Большая затрата труда при тщательном проведении приемочных работ и некоторое увеличение объема монтажных работ (в связи с устранением выявленных недостатков) были с избытком компенсированы сокращением срока освоения установки, повышением надежности и экономичности ее работы.

К числу наиболее типичных недостатков изготовления и монтажа относятся:

1) наличие подрезов на трубах поверхностей нагрева в местах приварки элементов крепления и дистанционных устройств;

2) несоблюдение требуемых температурных зазоров между трубами и обмуровкой;

3) несоблюдение требуемых температурных зазоров в подвижных креплениях поверхностей нагрева;

4) недостаточная плотность газо-воздушного тракта;

5) неотлаженность дистанционных электроприводов.

Первые опробования агрегата проводились в основном для проверки плотности котла, предварительной проверки температурных режимов поверхностей нагрева, продувки паром трубопроводов, регулировки предохранительных клапанов и наладки контрольно-измерительных приборов. В процессе паровых опробований работа на высоком давлении не вызывала каких-либо неполадок.

Благодаря хорошей подготовленности установки пусковые работы (опробования агрегата на рабочих параметрах, пробные включения в сеть и комплексное опробование) были проведены в короткий срок (1 мес.) и без особых трудностей. Наиболее существенные недостатки, выявившиеся при пусках агрегата на угольной пыли, были связаны с тем, что при работе котла на растопочной нагрузке (80 *т/час*), в силу наличия предварительной синхронизации, напряжение постоянного тока питания двигателей пылепитателей (типа ПН-85) составляет всего 80 *в*, чему соответствует мощность двигателей 0,25—0,3 *квт* вместо 0,9 *квт* при напряжении основного тока 220 *в*.

Как показали произведенные измерения, при такой низкой мощности двигателей переменные факторы торможения, имеющие место при работе пылепитателей (задевания, скомкованность пыли, неравномерность ее поступления из бункера), приводят к значительным изменениям скорости вращения двигателей, что исключает возможность поддержания заданной температуры перегретого пара.

После изменения схемы соединения компаундной и серийной обмоток двигателей пылепитателей и подбора соответствующего положения щеток двигателей удалось достигнуть устойчивой скорости их вращения, практически не зависящей от нагрузки.

¹ См. статью инж. Котырло в журнале „За экономию топлива“, № 1, 1950 г.

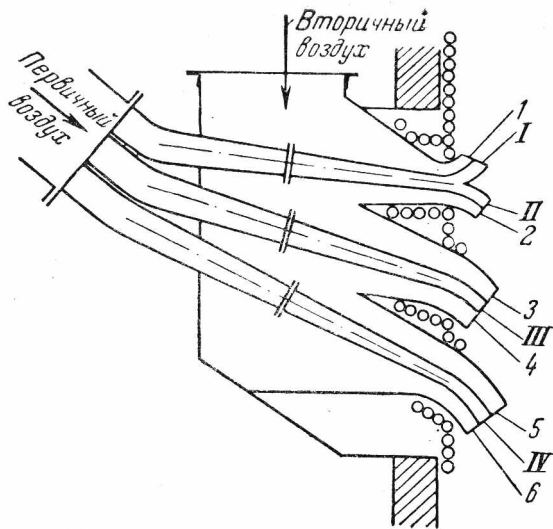


Рис. 1. Схема пылеугольной горелки.

Наладка топочного режима

Топка котельного агрегата оборудована пылевыми горелками (рис. 1), конструкция которых преследует цель увеличения фронта воспламеняемости факела и улучшения заполнения топочной камеры².

До пуска агрегата на пыли была произведена настройка горелок путем установки дроссельных прутков разных диаметров во входных сечениях ручьев горелок. Поля скоростей горелок до и после их настройки показаны на рис. 2*.

В первый период наладки топочного режима, при общем благоприятном характере аэродинамики факела и высокой устойчивости горения, наблюдалась некоторая растянутость ядра горения в сторону задней стенки холодной воронки. Проведенные испытания выявили значительную неравномерность концентрации пыли в потоке первичного воздуха, обусловленную многочисленными поворотами длинных пылепроводов.

Неравномерность распределения пыли в потоке первичного воздуха была устранена установкой козырьков на пылепроводах перед горелками в местах отжатия пыли к периферии потока.

Заглубление лопастей козырьков обеспечило отбивание к оси потока пыли, прижатой к периферии. В результате аэродинамика топочного режима существенно улучшилась, что можно видеть на сравнительных изотермах топочной камеры (рис. 3).

Последующая наладка топочного режима обеспечила возможность эксплуатации котельного агрегата на углях Печорского бассейна без шла-

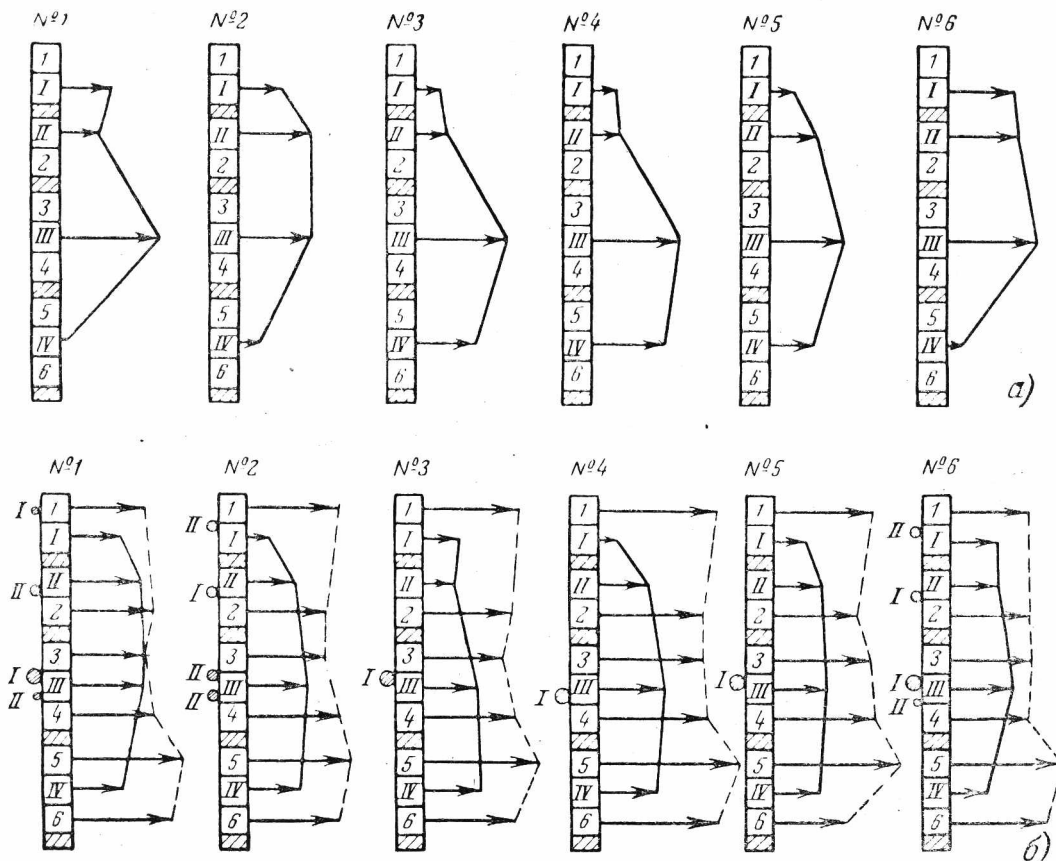


Рис. 2. Поля скоростей горелок до (а) и после (б) их настройки. Сплошными линиями показаны скорости первичного воздуха, пунктирными — вторичного.

² В разработке и усовершенствовании таких горелок, а также в проведении первоначальной наладки сжигания угля в прямоточном котле Рамзина ведущая роль принадлежит покойному инж. Шорину С. Н., известному широкому кругу советских теплотехников по своим плодотворным работам в области освоения сжигания местных видов топлива. Ред.

кования поверхностей нагрева в широком диапазоне нагрузок, практически вплоть до максималь-

* См. также В. Н. Березнеговская, А. И. Крюков и А. С. Суслов, Наладка и исследование щелевых пылеугольных горелок, «Электрические станции», № 7, 1950 г.

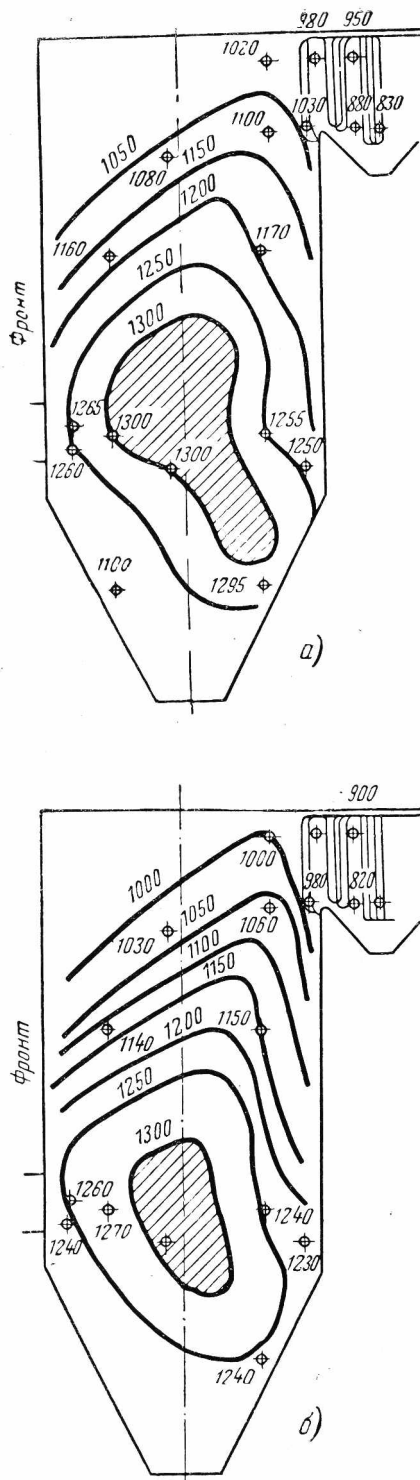


Рис. 3. Изотермы топочной камеры (левая стенка) до (а) и после (б) установки козырьков.

ной. Пылегорелки данного типа, требующие тщательной настройки, имеют и существенный эксплуатационный недостаток — коробление и обгорание насадков. Это говорит о необходимости улучшения конструкции или перехода на новую.

Регулирование параметров пара

Как указывалось ранее, подача воды W_k и топлива B на данной установке синхронизированы водо-топливным агрегатом, в силу чего усло-

вия поддержания постоянной температуры перегрева при изменениях нагрузки агрегата по воде значительно облегчены. Однако в связи с работой котла на поршневом насосе исключается возможность регулирования водой, и остается только возможность регулирования топливом. По той же причине каждому изменению расхода воды на впрыск сопутствует изменение подачи воды в котел, что обуславливает непригодность использования впрыска, обычно применяющегося для корректировки погрешностей, допускаемых при регулировании топливом.

В силу указанного для поддержания температуры перегретого пара в заданных пределах регулирование топливом должно производиться с особенной тщательностью.

Для выявления происшедших изменений в тепловыделении использовались два импульса — температура газов за перегревателем T''_{ne} и разница температур на выходе и входе в импульсную трубку $\Delta t_{u.m.}$. Хорошая наглядность показаний вторичных приборов была достигнута тарировкой их шкал на диапазоны $300—1000^\circ\text{C}$ (T''_{ne}) и $50—100^\circ\text{C}$ ($\Delta t_{u.m.}$).

Испытания, проведенные при работе котла на мазуте, позволили выявить, что показания приборов по T''_{ne} и $\Delta t_{u.m.}$ имеют запаздывание по отношению к моменту изменения тепловыделения около 30 сек., что можно признать приемлемым. Импульсная трубка, однако, в некоторых случаях давала ложные импульсы. Так, при резких изменениях тепловыделения вследствие увеличения парообразования перепад давлений на импульсную трубку, шунтировавшую испарительную часть котла, увеличивался и соответственно возрастал расход воды через трубку и снижалась $\Delta t_{u.m.}$. Отсюда видно, что импульсная трубка должна шунтировать не испарительную, а экономайзерную часть котла. При изменении схемы включения импульсной трубки была достигнута закономерность изменений $\Delta t_{u.m.}$, однако для завершения наладки потребовалось уменьшение гидравлического сопротивления трубки, что не было сделано в рассматриваемый период.

Температуры пара за переходной зоной $t''_{n.z}$ и за верхней радиационной частью $t''_{o.p.ч}$ также не представилось возможным использовать в качестве импульсов регулирования вследствие значительного запаздывания их изменений по отношению к изменениям тепловыделения ($t''_{n.z} = 3—4$ мин., $t''_{o.p.ч} = 5—6$ мин., при общем периоде тепловой инерции ~ 7 мин.). Таким образом, практически единственным приемлемым импульсом для регулирования температуры пара явилась температура газов за перегревателем, а процесс регулирования свелся к ее поддержанию на уровне, отвечающем данной нагрузке котла (рис. 4).

В течение длительного времени регулирование велось без использования впрыска, нарушающего стабильность внутрикотлового процесса, причем температура перегрева удерживалась в пределах $500 \pm (15—20)^\circ\text{C}$, иногда выходя за допустимые

пределы вследствие несвоевременных действий персонала.

При выдаче пара из котла через дроссельно-увлажнительную установку (ДУУ) увлажнение пара компенсирует колебания температуры перегрева на $\pm 50^\circ\text{C}$, практически заменяя собой впрыск. Увлажнение действует автоматически от температурного импульса, передаваемого исполнительному органу через пневмопотенциометр и обеспечивает поддержание температуры пара за дроссельно-увлажнительной установкой в пределах $400 \pm 5^\circ\text{C}$.

При работе котлоагрегата в блоке с предвключенной турбиной условия поддержания температуры пара в допустимых пределах усложнились неустойчивой работой турбины на низких нагрузках; это вызывало значительные изменения давления пара за котлом и паропроизводительности; температура пара в среднем колебалась в пределах $\pm 20\text{—}25^\circ\text{C}$, а случаи выхода ее за допустимые пределы значительно участились.

Очевидно, что для устойчивого поддержания температуры перегрева в допустимых пределах необходима организация впрыска от постороннего источника — отдельного насоса, как это рекомендовано проектом, или от центробежного насоса соседнего котла, с обязательной установкой дифференциального регулятора.

Вследствие трудности размещения заказа и изготовления предусмотренного проектом отдельного насоса впрыска на электростанции практикуется использование впрыска от питательного насоса параллельно с регулированием подачи топлива, что после каждого изменения впрыска обеспечивает поддержание температуры пара на уровне $500 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение периода тепловой инерции агрегата³. Основное внимание при этом уделяется поддержанию тепловыделения на заданном уровне, однако необходимо учитывать, что использование впрыска без параллельного изменения подачи топлива может привести к повреждению радиационной части.

Таким образом, подвод воды на впрыск от постороннего источника является на данной установке наиболее правильным средством устойчивого поддержания температуры перегретого пара в допустимых пределах без ущерба для надежности работы агрегата и состояния его поверхностей нагрева.

Затруднения, встретившиеся при наладке регулирования температуры перегрева в данной установке, не показательны, поскольку большинство прямооточных котлов питается не поршневыми, а центробежными насосами.

Следует указать, что при кратковременных изменениях температуры перегрева на $\pm 15^\circ\text{C}$ вследствие большой теплоаккумулирующей способности главного паропровода и турбины температура пара перед турбиной изменяется всего на $\pm 5^\circ\text{C}$, а за турбиной — постоянна. Указанное положение несколько компенсирует ухудшение условий регулирования температуры пара при работе котлоагрегата в блоке с турбиной. С вводом в эксплуатацию второго котельного агрегата

³ По сообщению электростанции персонал подрегулировку температуры пара производит впрыском ограниченного количества воды. Ред.

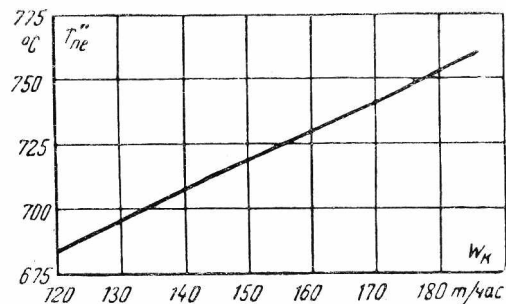


Рис. 4. Зависимость температуры газов за перегревателем от нагрузки котла ($t_{n,в} = 100^\circ\text{C}$).

высокого давления стабильность работы предвключенной турбины должна значительно повыситься, что облегчит условия регулирования температуры пара.

Как видно из изложенного, при работе котлоагрегата в блоке с турбиной практикуется способ регулирования температуры перегрева, обычный для прямооточных котлов Рамзина, работающих на сеть среднего давления. При устойчивой работе турбины изменение схемы регулирования или применения каких-либо новых органов регулирования не требуется.

В качестве одной из особенностей работы котельного агрегата может быть отмечена исключительная устойчивость выдачи пара, не свойственная агрегатам среднего давления. Даже при резких изменениях тепловыделения колебания выдачи пара не выходят за пределы ± 5 т/час, в то время как при работе такого же агрегата на среднем давлении и на мощную сеть эти колебания достигают $\pm 20\text{—}36$ т/час. Указанное явление в основном обусловлено отсутствием емкой сети высокого давления и большим перепадом давления (70 ат), сбрасываемым в дроссельной установке или турбине. Этот перепад давления при изменении паропроизводительности изменяется в том же направлении, но более резко (квадратично). Соответственно резко изменяется и давление пара за агрегатом, что приводит к изменению весового паросодержания в агрегате при незначительном изменении выдачи пара. Так, при увеличении тепловыделения в котле образуется дополнительное количество пара, однако, вследствие значительного увеличения давления часть этого пара уместается в пределах паровой емкости агрегата, и выдача пара увеличивается незначительно. При поддержании постоянного давления за агрегатом (изменением загрузки дроссельной установки или турбины) характер колебания выдачи пара приближается к наблюдаемому на котельных агрегатах среднего давления, работающих на емкую сеть.

Эксплуатационные показатели котельного агрегата

Агрегат был введен в нормальную эксплуатацию с августа 1949 г.; в эксплуатационных условиях вынужденные остановки агрегата, обусловленные принципом прямооточности, практически не имели места. Число имевшихся повреждений поверхностей нагрева крайне незначительно; они имели место в местах некачественной сварки и

произошли в основном в период первых пусков. Всего за пусковой период выявилось 7 поврежденных поверхностей нагрева (все в холодной воронке). В течение 1950 г. имели место лишь два повреждения поверхностей нагрева агрегата (в водяном экономайзере и в холодной воронке). Число повреждений поверхностей нагрева на 1 000 рабочих часов за 1950 г. составляет 0,28. Полное отсутствие повреждений труб в области конца радиационного экономайзера свидетельствует о стабильности внутрикотлового процесса.

Работа поверхностей нагрева в отношении температурных деформаций, золотого износа и тепловой разверки вполне удовлетворительна. Применение переходной зоны, разделенной на два полупакета, значительно уменьшило тепловую разверку витков по сравнению с однопакетной переходной зоной.

Горизонтальное размещение змеевиков пароперегревателя параллельно фронту котлоагрегата обуславливает небольшую тепловую разверку витков ($\pm 15-20^\circ\text{C}$) и, вместе с тем, не способствует шлакованию.

Работа арматуры высокого давления Венюковского арматурного завода (ВАЗ) в целом удовлетворительна. Эта оценка, однако, не относится к импульсным предохранительным клапанам ВАЗ, которые после подрыва автоматически не прекращают выброса пара, вследствие чего давление и температура пара за агрегатом резко снижаются.

Таким образом, подрыв предохранительных клапанов равносильен по последствиям аварийной остановке котла, во избежание чего давление за котлом поддерживается пониженным (90—95 *ати*). Дистанционные электроприводы арматуры ВАЗ, несмотря на длительную наладку, эксплуатационно ненадежны. Заедают штоки некоторых задвижек. Электродвигатели приводов, размещенные непосредственно на арматуре, работают в тяжелых температурных условиях, что приводит к частому срабатыванию их термозащиты. Для наиболее ответственной арматуры прямооточных котлов (главная паровая задвижка, растопочно-запорный и растопочно-дроссельный вентили) целесообразно применение колонковых электроприводов.

В качестве питательной воды применяется чистый деаэрированный конденсат с содержанием солей до 3 *мг/л* и щелочностью 0,15—0,25° Н.

До уточнения продолжительности межпромывочного периода водные промывки котла проводятся при каждой его остановке, но не реже раза в 1—1,5 мес.

В период простоев применяется консервация котлоагрегата чистым конденсатом. Для исключения подсоса воздуха из-за возможных утечек

конденсата в котле непрерывно поддерживается давление 3—8 *ати* путем периодической подпитки от насоса дроссельно-увлажнительной установки.

Работа котельного агрегата в основном проводится при базовой нагрузке 160—170 *т/час* при питании 100°-ным конденсатом, что обуславливает загрузку предвключенной турбины всего на 5—6 тыс. *квт*. Максимальная нагрузка агрегата ограничивается недостаточной пропускной способностью дроссельной установки, неосвоенностью подогревателей высокого давления и, частично, поступлением на электростанцию углей пяти сортов, причем сжигание некоторых из них сопровождается подшлаковкой фестонных труб и холодной воронки⁴.

Экономичность работы котлоагрегата при сжигании печорских углей не ниже гарантийных данных: к. п. д. брутто для нагрузки 175 *т/час* достигает 90,5% ($q_2=7,3\%$, $q_3=0$; $q_4=1,6\%$ и $q_5=0,6\%$). Присосы воздуха в газоходы составляют весьма низкую величину. Так, при избытке воздуха в топке, равном 1,2, избыток воздуха в уходящих газах составляет всего 1,35 против расчетного 1,45.

Достигнутая плотность агрегата получена только за счет тщательной проверки и последующей подварки швов обшивки газового тракта, без осуществления каких-либо специальных мероприятий.

Выводы

1. При вводе котельной установки в эксплуатацию серьезное внимание должно быть уделено тщательному и своевременному проведению подготовительных работ.

2. Наладка топочного режима котлоагрегата обусловила возможность его эксплуатации на печорских углях без шлакования поверхности с нагрузками, близкими к максимальной. Конструкция пылегорелок требует изменений.

3. Параметры пара при работе котлоагрегата в блоке с предвключенной турбиной устойчиво поддерживаются в допустимых пределах.

4. При работе на высоком давлении дефектов поверхностей нагрева и их креплений не выявилось.

5. Работа котлоагрегата типа 51-СП 220/100 на высоком давлении отличается высокой устойчивостью, надежностью и экономичностью.

⁴ По сообщению электростанции, в настоящее время котельный агрегат работает устойчиво, с постоянной нагрузкой 180 *т/час*, параллельно с другим прямооточным агрегатом. Пар от обоих агрегатов поступает на предвключенную турбину типа ВР-25-1. Температура перегретого пара практически постоянна, что достигается регулированием подачи топлива вспрыском. Ред.



Испытания котла энергопоезда В-1,0 на каменном угле

Инж. П. С. Кибрик и инж. Ф. П. Януцевич

Советские энергопоезда являются вполне современными паротурбинными установками как по параметрам, так и по конструктивным характеристикам. Наиболее распространенными типами котлов в них являются водотрубные с давлением от 28 до 45 ат, температурой пара 370—400° С. Топки котлов механизированы (стокеры, цепные решетки), а питание их автоматизировано; ряд энергопоездов имеет автоматику горения. Оборудование энергопоездов отличается большой компактностью.

Рассматриваемый ниже энергопоезд мощностью 1000 квт размещен в четырех железнодорожных вагонах, один из которых отведен под котельную, два — под турбинное и электрическое оборудование и вспомогательные механизмы и в одном размещена градирня.

На энергопоезде установлен один котельный агрегат, состоящий из двухбарабанного вертикально-водотрубного котла с экранированной слоевой топкой и стокерной подачей топлива (рис. 1). Колосниковая решетка оборудована опрокидными беспровальными колосниками. Пароперегреватель вертикального типа — в виде буквы П.

Основные расчетные характеристики котлоагрегата:

Паропроизводительность	7,3 м/час
Рабочее давление	29,6 ати
Температура перегретого пара	388° С
Поверхность нагрева котла	115 м ²
" " экранов	41 м ²
" " пароперегревателя	33 м ²
Водяной объем котла до рабочего уровня	4,5 м ³
Вес котлоагрегата	30 т
Площадь колосниковой решетки	6,6 м ²
Объем топки	16 м ³

Газовый тракт котлоагрегата состоит из трех газоходов с поперечным омыванием труб и камеры догорания между вторым и третьим рядами кипящих труб. Принятая в агрегате схема поперечного, по отношению к трубам, движения газов предопределяет схему циркуляции воды в котле: трубы первого и второго газоходов являются подъемными, а третьего — опускными.

Особенностью компоновки котлоагрегата являются: малая высота топки (V/R), односторонний несимметричный ввод газов в камеру догорания и большие местные скорости газов, достигающие при нормальных избытках воздуха

28 м/сек. Котлоагрегат оборудован одним дымососом и не имеет искусственного дутья. Экономайзер и воздухоподогреватель отсутствуют, и температура уходящих газов по расчету равна 400° С.

Питательной водой для котла является смесь конденсата и катионированной воды. В верхнем барабане котла смонтированы сепарационные устройства, состоящие из паросборных коробов и циклонных водоотделителей, а также перегородок, направляющих насыщенный пар к парозаборным трубам. Питание котла автоматизировано. Топка снабжена устройством для возврата уноса, который эжектируется воздухом из зольных бункеров и по четырем трубопроводам подается в заднюю часть топки с помощью специального высоконапорного вентилятора производительностью 500 м³/час и напором 300 мм вод. ст.

Пароперегреватель — четырехходовой по пару состоит из П-образных труб, вальцованных в два горизонтальных коллектора.

Тепловые испытания котлоагрегата, проводившиеся при относительно чистых внутренних и наружных поверхностях нагрева, позволили установить экономичность работы котельного агрегата при трех разных нагрузках и разных избытках воздуха, максимальную паропроизводительность, влияние избытков воздуха на температуру перегретого пара, причины наблюдавшегося низкого перегрева пара, удельные расходы топлива на выработку электроэнергии и оптимальный топочный режим. Из величин, полученных в результате испытания (см. таблицу на стр. 19), необходимо отметить:

1) высокое видимое тепловое напряжение колосниковой решетки Q/R на рядовом каменном угле марки Г, достигающее 1150 тыс. ккал/м² час при значениях $q_4 = 7-9\%$;

2) весьма большую величину видимого теплового напряжения топочного объема Q/V , составляющую при нормальной нагрузке котла 474 тыс. ккал/м³ час; столь большие значения Q/V на каменном угле при небольшом содержании СО, равном 0,24%, были получены благодаря наличию камеры догорания и пневматического возврата уноса, играющего в известной степени также роль острого дутья;

3) высокий удельный паросъем $D/H_{к+экп}$, составивший 53,7 кг/м² час, достигается благодаря экранированию топки и камеры догорания и большим скоростям газов в конвективном пучке.

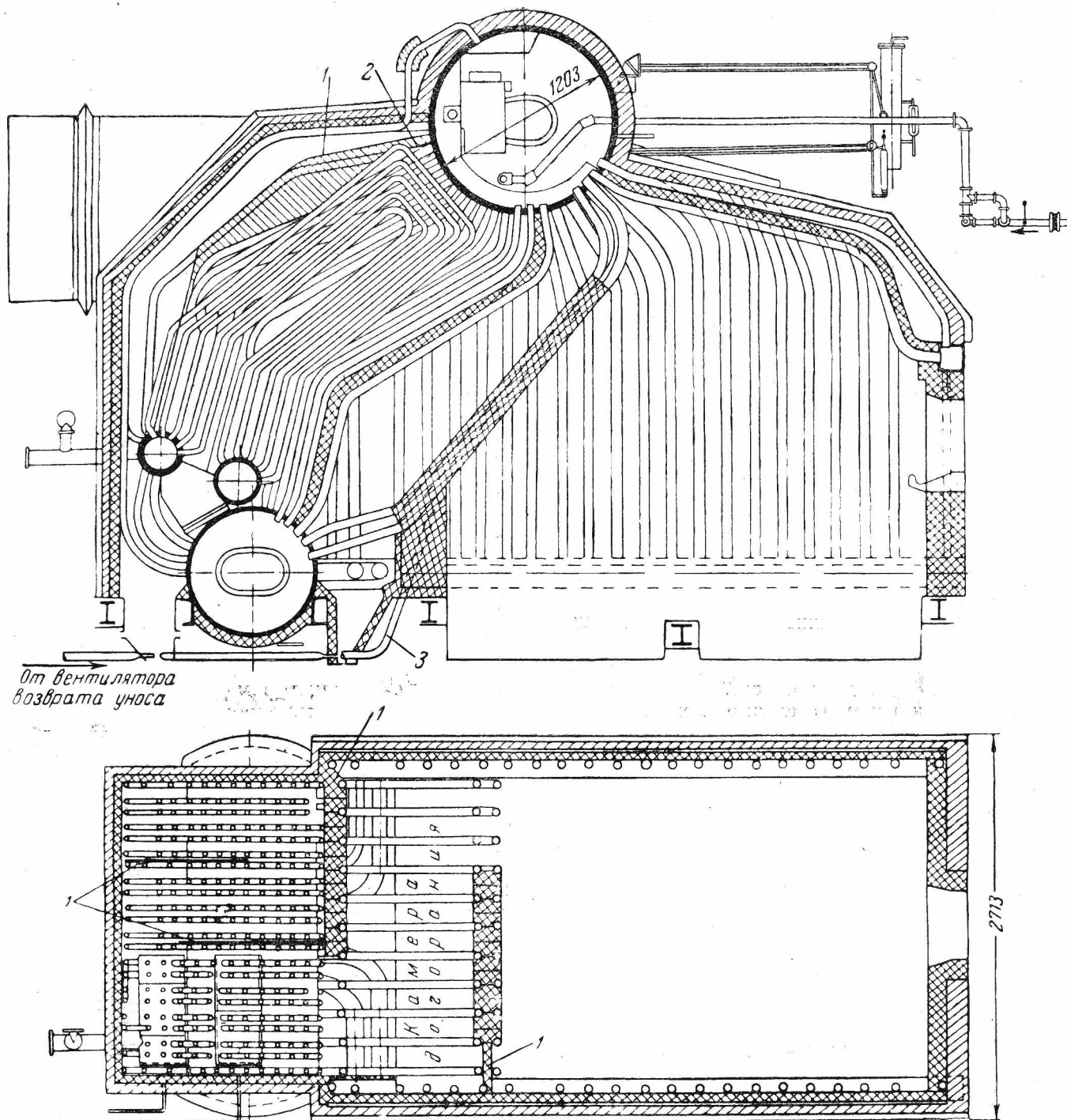


Рис. 1. Котельный агрегат энергопоезда.
1—перегородка; 2—уплотнение; 3—четыре сопла возврата уноса.

Температура уходящих газов за котлом не превышала 358°C , т. е. была ниже расчетной, но все же высока и при отсутствии хвостовых поверхностей нагрева за котлом обуславливает весьма значительную величину потери с уходящими газами. Большие избытки воздуха за котлом, достигающие в отдельных опытах $\alpha_k = 2,0$ являются результатом отсутствия позонного искусственного дутья и значительных присосов воздуха в газоходы. Наряду с высокой температурой уходящих газов большие избытки воздуха дают высокие потери с уходящими газами (q_2), состав-

ляющие 20,4% при нагрузке 6450 кг/час. Как видно из кривой рис. 2, оптимальный коэффициент избытка воздуха за котлом при полной нагрузке, отвечающей минимуму потерь ($q_2 + q_3$), составляет $\alpha \approx 1,6$.

Если принять, что коэффициент избытка воздуха за котлом превышает нормальные значения в среднем на $\alpha\Delta = 0,3-0,4$, а соответствующее этому увеличению температуры уходящих газов составляет, по данным проф. Корницкого, 20°C , то снижение к. п. д. от присоса воздуха будет около 3-4%, а от повышения температуры 1-

Наименование величин	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
Длительность испытаний, час	7,0	6,5	6,0
Вид топлива	Каменный уголь марки „Г“		
Элементарный состав рабочего топлива:			
Влажность, %	8,1	7,0	6,0
Зольность, %	16,6	19,0	18,0
Содержание летучих на рабочую массу, %	27,9	27,4	28,1
Низшая теплотворная способность рабочего топлива, ккал/кг	5 650	5 562	5 714
Часовой расход натурального топлива, кг/час	1 342	1 355	1 076
Видимое тепловое напряжение зеркала горения, тыс. ккал/м ² час	1 150	1 142	932
Видимое тепловое напряжение почного объема, тыс. ккал/м ³ час	474	471	384
Температура газов за котлом, °С	358	356	334
Содержание RO ₂ в уходящих газах за котлом, %	10,8	10,91	8,8
Содержание окиси углерода в уходящих газах за котлом, %	0,24	0,32	0,41
Коэффициент избытка воздуха за котлом	1,68	1,59	2,02
Часовая паропроизводительность котлоагрегата, кг/час	8 380	8 380	6 450
Температура перегретого пара, °С	344,0	333,0	323,0
Температура питательной воды после водоподогревателя, °С	151	140	138,0
Разрежение в топке, мм вод. ст.	17,2	12,4	12,0
Разрежение за котлом „ „	89,4	78,0	69,0
Сопротивление котлоагрегата, мм вод. ст.	72,2	65,6	57,0
Коэффициент полезного действия, брутто, %	64,8	66,1	62,0
Потеря тепла с уходящими газами, %	18,8	18,9	20,4
Потери тепла от химической неполноты сгорания, %	1,2	1,7	2,5
Потери тепла от механического недожога, %	9,6	7,5	10,2
В том числе: со шлаком, %	9,0	7,1	9,6
„ „ с уносом, %	0,6	0,4	0,6
Потеря тепла в окружающую среду, %	1,4	1,5	1,7
Остаточный член (потеря с неучтенным уносом и невязка баланса), %	4,2	4,3	3,2

1,5% и всего 4—5,5%, что соответствует перерасходу топлива

$$\Delta B = \frac{\Delta \eta \cdot 100}{\eta_1 - \Delta \eta} = 6 \div 8 \%,$$

где $\Delta \eta$ — снижение к. п. д., %;

η_1 — первоначальный к. п. д. котлоагрегата (до снижения), %.

Влажность пара, определяемая по щелочности насыщенного пара и котловой воды, не превышает 0,25%, что свидетельствует об удовлетворительной работе сепарирующих устройств.

Температура перегретого пара с поправкой на выступающий столбик ртути в термометре не превышала 344°С при нагрузке турбины 1 000 квт и 324°С — при нагрузке 750 и 500 квт. Нормальный перегрев пара при испытаниях не был достигнут.

Поскольку влажность пара и температура питательной воды не выходили за пределы нормальных значений, причины низкого перегрева пара следует искать в неудовлетворительном омывании перегревателя газами и в присосах хо-

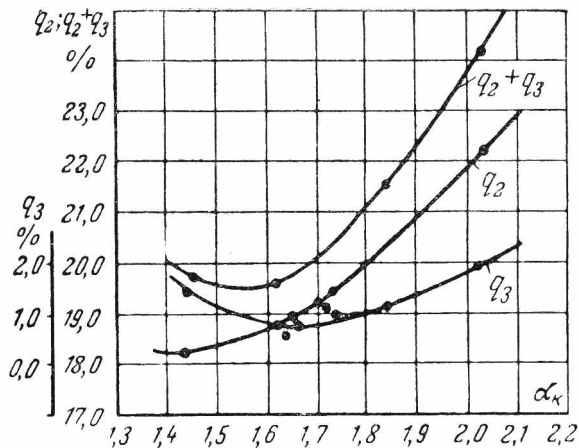


Рис. 2. Зависимость суммы потерь ($q_2 + q_3$) от коэффициента избытка воздуха, α_k .

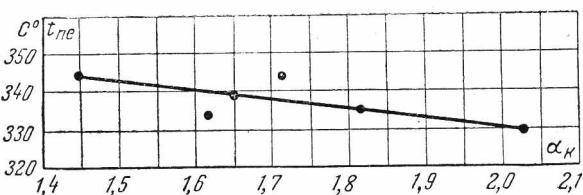


Рис. 3. Зависимость температуры перегретого пара от коэффициента избытка воздуха.

лодного воздуха в газоход перегревателя через весьма неплотные бункеры для уноса. Влияние избытка воздуха на перегрев пара иллюстрируется кривой на рис. 3. Из нее видно, что увеличение избытка воздуха за котлом в данном случае ведет к снижению перегрева, видимо за счет повышения разрежения и больших присосов холодного воздуха в перегревателе. Анализ газов по отдельным газоходам не производился.

Значительные потери тепла от механического недожога (около 7—9%) состоят в основном более чем на 90% из потерь со шлаком. Они повышены из-за отсутствия позонного дутья. Последнее обстоятельство следует отметить как принципиальный недостаток установки.

Максимальное сопротивление котла (72 мм вод. ст.) отмечено при нагрузке 8,34 т/час. Столь высокое газовое сопротивление объясняется конструктивными особенностями котла — большим числом поворотов и высокими скоростями газов.

Полученный при испытаниях к. п. д. котлоагрегата, составляющий при полной нагрузке 65,5%, не является оптимальным. При улучшении воздушного режима и сжигании сортированного угля к. п. д. может быть повышен до 68—70%, а при использовании тепла уходящих газов мог бы быть доведен до 75—77%.

Кроме низкой экономичности котлоагрегата, следует отметить и другие его недостатки. К числу их относятся прежде всего значительный износ кипятельных труб летучей золой вследствие высоких местных скоростей газов. Износу подвержены, главным образом, первые три ряда кипятельных труб, крайние трубы пятого ряда и последний ряд. Степень износа труб больше в верхней части и меньше в нижней, что говорит о наличии по высоте газохода газового перекося,

вызванного верхним расположением борова за котлом. Вследствие этого омывание труб в первом и втором газоходах является не чисто попереочным.

В местах неплотностей газовых перегородок имеет место перетекание газов, изнашивающих встречающиеся на пути трубы. Сильно изнашиваются трубы в местах поворота газов, где создается повышенная концентрация золы в газах, и трубы последнего ряда перед коробом к дымоосу.

Потолочный экран, выполненный с недостаточным уклоном, является не вполне надежным по циркуляции элементом котла. Проверочный расчет циркуляции в котле дает основания предполагать, что в последнем и первых двух рядах кипяtilьных труб, сильно закрытых шамотной перегородкой, возможно образование свободного уровня переменной высоты. Отсутствие продувки коллекторов боковых и потолочного экранов способствует их зашламлению, особенно опасному для труб потолочного экрана.

Недоработаны конструктивно устройства для спуска и удаления шлаков и золы, не сделаны удобные бункеры. Отсутствие дутья под колосниковую решетку приводит к необходимости держать под повышенным разрежением весь газовый тракт, что вызывает большие присосы воздуха. В то же время напор дымососа чрезмерно высок, что приводит к необходимости постоянно держать шибер дымососа в сильно прикрытом состоянии. Эти обстоятельства вызывают перерасход электроэнергии на собственные нужды.

Кипяtilьные трубы от 4-го до 15-го ряда мало доступны для осмотра, а замена отдельных труб сопряжена с необходимостью удаления нескольких соседних.

На основании результатов испытания и продолжительной эксплуатации энергопоезда можно сделать следующие выводы:

1. Котлоагрегат обеспечивает при сжигании рядового каменного угля нагрузку турбины в 1 000 квт как при нормальной работе, так и во время чистки топки.

2. Коэффициент полезного действия котлоагрегата в эксплуатационных условиях при нагрузке 8,4 т/час составляет 65,5%.

3. Температура перегретого пара при полной нагрузке ниже расчетной на 40—50° С, а при нагрузке, равной $1/2$ — $3/4$ нормальной, ниже на 60° С. Для повышения температуры перегретого пара рекомендовано установить уплотнение 2 (рис. 1), предупреждающее перетекание газов мимо пароперегревателя, а также заменить изношенные золотые бункеры под пароперегревателем новыми. Следует отметить, что другие одинаковые по мощности и конструкции энергопоезда этого же типа не дают столь значительных отклонений температуры перегретого пара от нормальной.

4. Сильно экранированная топка и большие скорости газов в газоходах исключают возможность работы котлоагрегата на низкосортном топливе. Нормальным видом топлива для такого котлоагрегата нужно считать высокосортные (сортированные) каменные угли марки «Г» или «Д».

5. При сжигании каменного угля в топке не наблюдалось явлений шлакования поверхностей нагрева. При сжигании углей других месторождений имело место довольно сильное шлакование окна в месте входа газов в камеру догорания. Поэтому необходима установка в топке дополнительных расшлаковочных лючков.

6. Большим недостатком котлоагрегата является высокая температура уходящих газов. Целесообразна установка водяного экономайзера кипящего типа с подогревом воды на 50—70° С, что обеспечит экономию топлива в размере 7—10%. Установка водяного экономайзера может быть выполнена вне габаритов вагона, с демонтажем в случае перемещения энергопоезда.

7. Стокерная установка, состоящая из одного шнека, является простым и надежным механизмом, но отличается довольно высоким расходом пара (~4%) на разбрасывание угля по решетке и на паровую машину. Одновинтовые стокеры значительно проще и надежнее применяемых в стационарных котельных небольшой мощности трехвинтовых стокеров серии «Л». Расход тепла на стокерную установку может быть снижен до ~3% путем использования отработавшего пара из машины стокера для подогрева воды.

8. Устройство для возврата уноса работает при депрессии вентилятора 300 мм вод. ст. удовлетворительно и в эксплуатации себя оправдывает.



ОТ РЕДАКЦИИ

Вопрос об использовании отбросного тепла на гидроэлектростанциях, поднятый инж. К. Д. Смирновым «Электрические станции», № 7, 1950 г.), является актуальным.

Как в статье инж. Смирнова, так и в публикуемых ниже статьях инж. Матко и проф. Фукс предлагается использовать для этой цели тепловой насос по схемам: «воздух—фреон—вода» (инж. Смирнов); «вода—фреон—вода» (инж. Матко) и «воздух—вода» (проф. Фукс).

Сравнительные преимущества или недостатки каждой из предложенной схем могут быть установлены только после составления проекта подобной установки с учетом потребностей и возможностей использования тепла гидроэлектростанциями. При этом должна учитываться также сложность предлагаемого для установки оборудования.

Применение теплового насоса на гидроэлектростанциях

Инж. П. М. Матко

Идея использования тепловых насосов для целей отопления и в промышленности (термокомпрессоры) известна давно. В Советском Союзе еще в 1921 г. проф. В. Я. Михельсон в «Журнале прикладной физики» опубликовал исчерпывающие данные о возможности использования солнечной энергии, аккумулированной водой прудов, для целей отопления.

Из более поздних работ отметим статью «Использование холодильных машин для целей отопления»¹.

В 1947 г. ЦКТИ выпустил сборник², в котором кандидатами техн. наук А. М. Капланом и В. А. Зысиным обстоятельно излагаются как общая теория тепловых насосов, так и указания к проектированию этих установок, в частности отопительных установок с тепловым насосом. Инж. К. Д. Смирнов не счел необходимым указать на существование этих и других работ.

Инж. Смирнов предлагает использовать отбросное тепло гидрогенераторов с применением теплового насоса по схеме «воздух — фреон — вода». Эта схема теплового насоса встраивается в активную головную часть системы охлаждения гидрогенератора, изменяет исходные заводские условия охлаждения и вводит в систему охлаждения дополнительное слабое звено, при нарушении которого переход на обычное водяное охлаждение гидрогенераторов требует длительных операций промывки и продувки воздухоохладителей и трубопроводов.

Попутно следует указать, что в схеме инж. Смирнова отсутствуют фреоновые трубопроводы,

соединяющие компрессор с конденсатором и испарителем. В этой схеме должен отсутствовать испаритель, так как предполагается использовать трубчатые воздухоохладители гидрогенераторов в качестве испарителей.

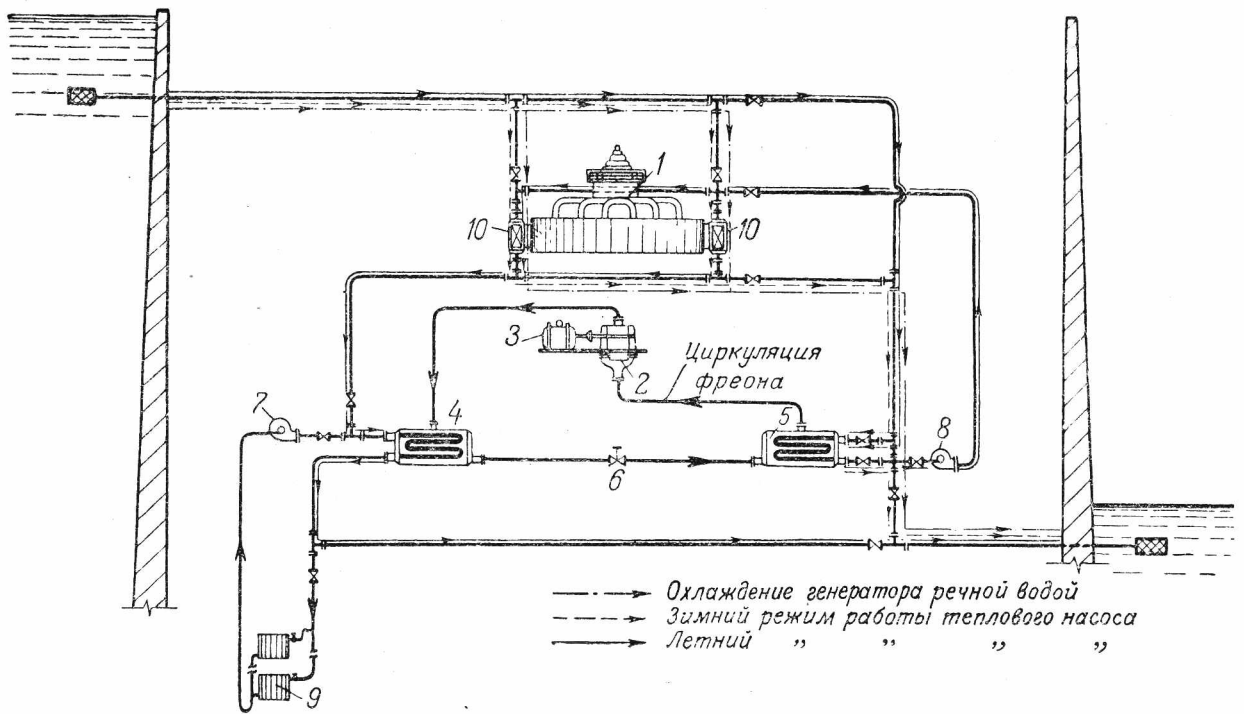
Автором настоящей статьи при разработке проекта теплоснабжения гидростанции Мосэнерго была предложена в 1947 г. схема «вода — фреон — вода» (см. рисунок). По этой схеме тепловой насос включается в хвостовую часть охлаждения гидрогенераторов, после воздухоохладителей. Путем простого переключения ограниченного числа задвижек возможно по потребности использовать отбросное тепло (пропуском воды, сливаемой из воздухоохладителей через испаритель) для отопительных целей или восстановить водяное охлаждение гидрогенераторов по обычной схеме (т. е. пропуском воды, помимо испарителя, в нижний бьеф), или, наконец, вводить в действие форсированное охлаждение гидрогенераторов (пропуском охлаждаемой воды из испарителя в воздухоохладители).

Как следует из подсчетов экономичности установки теплового насоса по схеме «воздух — фреон — вода», абсолютная температура в испарителе принимается инж. Смирновым равной $T_1 = 308^\circ\text{C}$, чего не может быть при пропуске воды из воздухоохладителей через испаритель.

Судя по содержанию статьи инж. К. Д. Смирнова, им рассматривается зимний режим работы гидростанции. Тогда неизвестно, для какой цели приведены максимальные значения температур нагретого и охлажденного воздуха (соответственно 60 и 40°C). Согласно ГОСТ 183-41 эти температуры являются максимально допустимыми и обычно относятся к летнему режиму работы гидростанции.

¹ См. «Известия энергетического института им. Г. М. Кржижановского Академии наук СССР», т. I, 1933 г.

² «Тепловые насосы», ЦКТИ, книга 4, вып. 1, под ред. канд. техн. наук Л. А. Шубенко, Машгиз, М.—Л., 1947 г.



Принципиальная схема установки тепловых насосов на гидроэлектростанциях.

1—генератор; 2—компрессор; 3—электродвигатель; 4—конденсатор; 5—испаритель; 6—редукционный клапан; 7—насос системы отопления; 8—насос системы охлаждения; 9—сеть отопления; 10—воздухоохладитель.

Определяя коэффициент эффективности теплового насоса, инж. Смирнов допускает ошибку, предполагая, что, применив тепловой насос для охлаждения гидрогенератора (взамен существующих систем охлаждения речной воды), можно получить идеальный цикл работы холодильной машины, служащей одновременно целям охлаждения и нагрева.

Общий коэффициент эффективности работы такой установки ϵ_1 равен сумме холодильного коэффициента ϵ_x и коэффициента теплопроизводительности ϵ_m :

$$\epsilon_1 = \epsilon_x + \epsilon_m = \frac{T_1}{T_2 - T_1} + \frac{T_2}{T_2 - T_1} = \frac{T_1 + T_2}{T_2 - T_1},$$

где T_1 — абсолютная температура рабочего тела в испарителе, °K.

T_2 — абсолютная температура рабочего тела в конденсаторе, °K.

Это выражение, приведенное инж. Смирновым, нельзя применить для оценки экономичности теплового насоса, работающего по его схеме, так как в существующих установках гидрогенераторы охлаждаются не холодильными машинами, а водой, пропускаемой самотеком через воздухоохладители из верхнего бьефа (в низко- и средненапорных гидростанциях), или охлаждаются за счет воды из нижнего бьефа при помощи циркуляционных насосов (в высоконапорных гидростанциях).

Если обозначим номинальную мощность электродвигателя отопительной системы (тепловую нагрузку теплового насоса) через P_{om} и мощность, теряемую гидростанцией при пропуске воды из

верхнего бьефа через охладители (в том случае, если в верхнем бьефе не имеется излишка воды), или мощность привода циркуляционных насосов через $P_{цирк}$, то суммарная мощность (P_0), потребляемая системами отопления и охлаждения гидрогенераторов, будет равна:

$$P_0 = P_{om} + P_{цирк}.$$

Номинальная мощность $P_{т.н}$ привода к компрессору теплового насоса определяется выражением:

$$P_{т.н} = \frac{P_{om}}{\epsilon_m} = \frac{P_{om}(T_2 - T_1)}{T_2}.$$

Мощность двигателей сетевых теплофикационных насосов обозначим через $P_{дв}$.

Если одновременно с тепловым насосом на гидроэлектростанции используются циркуляционные насосы (или теряется мощность гидростанции за счет забора воды из верхнего бьефа) для охлаждения генераторов, то мощность этих циркуляционных насосов (или теряемую гидростанцией) обозначим через $P'_{цирк}$, причем: $P'_{цирк} < P_{цирк}$; в частном случае $P'_{цирк} = 0$ (если все гидрогенераторы охлаждаются тепловыми насосами).

В случае применения тепловых насосов на отопление и охлаждение гидрогенераторов затрачиваемая мощность будет равна:

$$P'_0 = P_{т.н} + P_{дв} + P'_{цирк} = \frac{P_{om}(T_2 - T_1)}{T_2} + P_{дв} + P'_{цирк}.$$

Суммарным коэффициентом эффективности ε_2 установки будем считать отношение энергии получаемой к энергии, затрачиваемой на собственные нужды этой установки:

$$\varepsilon_2 = \frac{P_0}{P'_0} = \frac{P_{от} + P_{цирк}}{P_{от} \frac{(T_2 - T_1)}{T_2} + P_{св} + P'_{цирк}}$$

Это и есть выражение теоретического коэффициента эффективности, которым следовало бы пользоваться при оценке эффективности установки, введя к. п. д. агрегатов, для перехода к реальному процессу. Полученное нами выражение коэффициента эффективности ε_2 справедливо и для частного случая, когда тепловой насос устанавливается вне гидроэлектрической станции для нужд отопления:

$$P_{цирк} = 0, P'_{цирк} = 0,$$

а величиной $P_{св}$ можно пренебречь, как незначительной сравнительно со значением $P_{от}$, т. е. $P_{св} \approx 0$; тогда

$$\varepsilon_2 = \frac{T_2}{T_2 - T_1}.$$

Сравнивая выражения ε_1 и ε_2 , нетрудно убедиться, что выражение коэффициента эффективности ε_1 , примененное инж. Смирновым для оценки эффективности установки, не учитывает соотношений реальных величин (отопительной нагрузки, мощности привода циркуляционных насосов и др.) и не может быть определено только соотношением абсолютных температур рабочего тела в испарителе и конденсаторе.

□ □ □

Об использовании тепла охлаждения гидрогенераторов

Проф., доктор техн. наук Г. И. Фукс

Вопрос об использовании тепла, передаваемого воздуху при охлаждении генераторов на гидростанциях, приобретает особую актуальность в связи с гигантскими стройками Сталинской эпохи: Куйбышевской, Сталинградской и Каховской гидростанций.

При охлаждении генераторов допустим лишь весьма умеренный нагрев воздуха. Поэтому естественно поставить вопрос о применении теплового насоса, чтобы получить необходимый потенциал тепла.

Инж. К. Д. Смирновым предложена для этой цели схема «воздух — фреон — вода». Эта схема страдает серьезными недостатками. Во-первых, она недостаточно надежна. При любой неполадке в системе теплового насоса прекратится охлаждение генераторов. Не исключена возможность попадания фреона в охлаждающий генераторы воздух через неплотности в холодильнике. Наконец, при повреждении системы фреона он

Можно утверждать, что полученные инж. Смирновым значения теоретического коэффициента эффективности (от 10,5 до 23,9) преувеличены в 1,5—2 раза. Из этого следует, что все дальнейшие его выкладки относительно величины энергии, расходуемой приводом теплового насоса, и рекомендуемые температуры отопительной воды при различной стоимости 1 квтч являются ошибочными, так как определены выражением $\varepsilon_1 = \frac{T_2 + T_1}{T_2 - T_1}$.

Выводы

1. В случае, если энергетика, включая удовлетворение отопительных нужд, базируется на гидроэлектростанции, замена обычного электроотопления тепловым насосом с электроприводом может дать значительное сокращение расхода электроэнергии³.

2. Наиболее универсальной является схема теплового насоса «вода — рабочее тело — вода», допускающая работу теплового насоса как с использованием воды, сливаемой из охладителей силового оборудования (генераторов, трансформаторов и др.) в часы работы гидростанции, так и с использованием речной воды в часы остановки гидростанции. Такая схема теплового насоса может быть осуществлена не только в проектируемых гидростанциях, но и на любой действующей. При этом тепловой насос не изменяет существующих схем охлаждения силового оборудования. Кроме того, при этой схеме легко осуществить реверсивность работы теплового насоса с целью выработки тепла зимой и холода летом.

³ См. указанный выше сборник ЦКТИ «Тепловые насосы», стр. 32.

может создать тяжелую обстановку на станции. Для того чтобы обеспечить надежность работы, схему охлаждения генераторов придется дублировать, сохранив наряду с фреоновым обычный водяной холодильник. Это даст дорогое и громоздкое решение вопроса, так как фреоновый холодильник по своим размерам практически не будет отличаться от водяного.

Инж. П. М. Матко предлагает другую схему «вода — фреон — вода»¹. В этой схеме водяные холодильники при генераторах остаются, но введены добавочные теплообменники «вода — фреон». Эта схема надежнее предыдущей. Поверхность теплообменника «вода — фреон» будет меньше водяного холодильника, так как можно рассчитывать на высокий коэффициент теплопередачи от воды к кипящему фреону. Но и здесь не исключена возможность распространения

¹ См. статью инж. Матко на стр. 21.

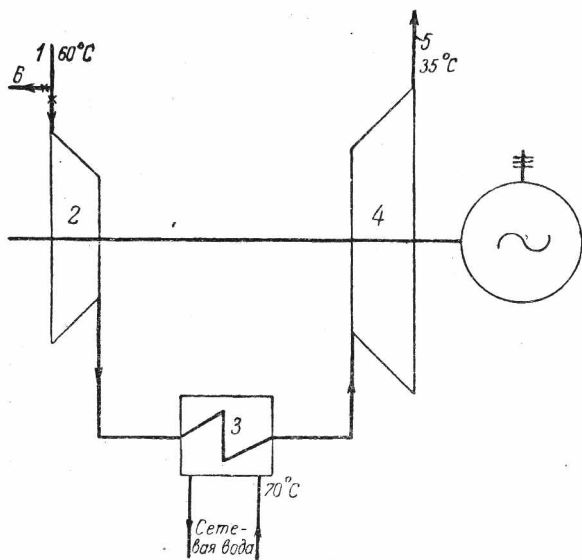


Рис. 1.

фреона по помещению станции. Кроме того, наличие лишнего теплообменника поведет к увеличению температурного интервала, в котором должен работать тепловой насос. Это уменьшает выгодность его применения.

Необходимо отметить, что расчет коэффициента экономичности теоретического цикла, приведенный инж. Смирновым, явно неправилен. Нельзя считать, что в данной установке одновременно совершаются циклы теплового насоса и холодильной машины и поэтому суммировать их показатели. В данном случае это очевидно хотя бы потому, что отъем тепла от воздуха, охлаждающего генераторы, производится при температуре, которая выше температуры окружающей среды (воды, воздуха), следовательно, теоретически совершенно не требует затраты работы. Поэтому расход работы для теоретического цикла окажется в несколько раз больше.

Для охлаждения электрических генераторов на гидростанциях рекомендуется принимать температуры воздуха на входе 35°C и на выходе не выше 60°C. Для обратной воды в отопительной системе надо принять температуру ~ 70°C, чтобы не иметь громоздких отопительных приборов. Если в качестве рабочего тела теплового насоса применить воздух, охлаждающий генераторы, то потребуются лишь немного повысить его температуру, чтобы сделать его способным отдавать тепло воде. Поэтому возможно применение теплового насоса по схеме рис. 1. Воздух 1, выходящий из генератора, сжимается компрессором 2. Сжатый воздух отдает тепло сетевой воде в подогревателе 3, затем расширяется в воздушной турбине 4, охлаждаясь до 35°C, и направляется на охлаждение генераторов 5. Возможно отключение теплового насоса, для чего предусмотрен соответствующий отвод воздуха к обычным холодильникам 6. Преимуществами указанной схемы являются:

- 1) надежность в работе;
- 2) отсутствие в системе таких тел, которые могут загрязнять воздух на станции;
- 3) компактность и малые габариты, так как компрессор и турбину можно построить на большую скорость вращения;

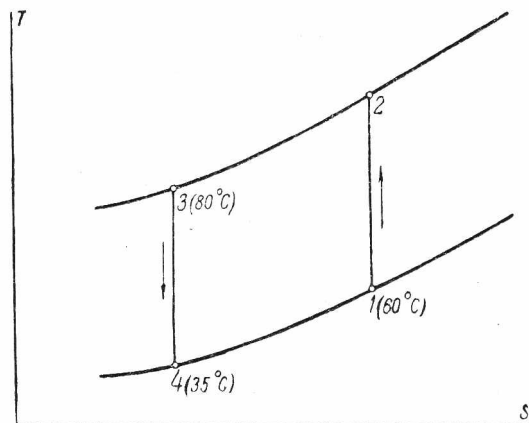


Рис. 2.

4) возможность присоединения к обычной системе охлаждения и отключения от нее без нарушения ее нормальной работы.

Нагрев и охлаждение воздуха происходят при изменяющихся температурах. Это ведет к расширению температурного интервала работы воздушного теплового насоса по сравнению с паровым. Но в данной схеме выпадает, по меньшей мере, один теплообменник, в котором надо иметь некоторый перепад температур. Воздушно-водяной подогреватель можно сделать противоточным. При этих условиях преимущества парового теплового насоса являются спорными.

Если в схеме «воздух — фреон — вода» принять температуру испарения фреона 30°C (воздух должен быть охлажден до 35°C), а температуру конденсации фреона в подогревателе 100°C (нагрев сетевой воды до 95°C), то теоретическая степень совершенства теплового насоса будет:

$$q = \frac{273 + 100}{100 - 30} = 5,3.$$

В схеме «вода — фреон — вода» появится еще один теплообменник. Это снизит температуру испарения фреона до 25°C, а степень совершенства насоса будет 5,0.

Теоретический цикл воздушного теплового насоса дан на рис. 2 (в скобках написаны принятые температуры). Очевидно, в данном случае

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4},$$

что дает

$$T_2 = 109^\circ \text{C}.$$

Пользуясь понятием среднетермодинамической температуры, имеем для этого цикла:

$$q = \frac{273 + \frac{80 + 109}{2}}{\frac{80 + 109}{2} - \frac{60 + 35}{2}} = 7,8.$$

Таким образом, теоретическая степень совершенства цикла воздушного теплового насоса в данном случае выше, чем для парового. Практически, даже при более низкой степени совершенства, воздушный тепловой насос будет иметь определенные преимущества.

В воздушно-водяной подогреватель (рис. 1) поступает сжатый компрессором воздух. Расчет

показывает, что давление воздуха будет не выше 1—1,5 ат. Это не может вызвать затруднений при конструировании подогревателя. Поверхность нагрева его будет больше, чем соответствующая поверхность фреонового конденсатора. Повышение давления воздуха уменьшит сопротивление при переходе тепла на воздушной стороне, т. е. ведет к некоторому уменьшению поверхности теплообменника.

Для того чтобы выяснить общие условия работы по схеме с воздушным тепловым насосом, были проведены некоторые подсчеты. Действительный цикл установки в TS -координатах приведен на рис. 3. В соответствии с ним имеем:

1) тепло, использованное для нагрева воды в подогревателе

$$Q = C_p (T_2 - T_3); \quad (1)$$

2) работа электродвигателя

$$AL = C_p \left[\frac{T_2 - T_1}{\eta_{мк}} - (T_3 - T_4) \eta_{мт} \right], \quad (2)$$

где $\eta_{мк}$ и $\eta_{мт}$ — механические к. п. д. компрессора и турбины, соответственно;

3) степень совершенства установки

$$q = \frac{Q}{AL} = \eta_{мк} \frac{T_2 - T_3}{T_2 - T_1 - \eta_{мк} \eta_{мт} (T_3 - T_4)}. \quad (3)$$

Фиксированными считались величины:

а) температура воздуха при входе в компрессор T_1 ;

б) температура воздуха после расширения T_4 ;

в) температура воздуха после воздушно-водяного подогревателя T_3 .

Для расчета использовалось соотношение

$$q = \eta_{мк} \frac{1 + n - \frac{T_3}{T_1}}{n - \eta_{мк} \eta_{мт} \frac{T_3 - T_4}{T_1}}, \quad (4)$$

где величина n оценивает повышение температуры при сжатии воздуха в компрессоре:

$$n = \frac{T_2}{T_1} - 1 = \frac{\eta_{oi} (m - 1) + 1 - \frac{T_4}{T_3}}{\eta_{ад} \left(\frac{T_4}{T_3} + \eta_{oi} - 1 \right)}, \quad (5)$$

где η_{oi} — внутренний относительный к. п. д. турбины;

$\eta_{ад}$ — адиабатический к. п. д. компрессора;

m — величина, которой оценивается потеря давления в воздушном тракте.

Было принято

$$\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{P_3 + \zeta P_3}{P_4 - \zeta P_4} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{P_3}{P_4} \right)^{\frac{k-1}{k}} \left(\frac{1 + \zeta}{1 - \zeta} \right)^{\frac{k-1}{k}}. \quad (6)$$

Так как относительная величина потери давления ζ — величина малая по сравнению с единицей, то после преобразований получается для воздуха:

$$m = 1 + 2 \cdot 0,286 \zeta. \quad (7)$$

Температуру сетевой воды при входе в подогреватель считаем равной 70°C .

Соответственно принято: $t_1 = 60^\circ \text{C}$, $t_3 = 80^\circ \text{C}$,

$$t_4 = 35^\circ \text{C}, \quad \zeta = 2\%, \quad \eta_{мк} = \eta_{мт} = 0,98.$$

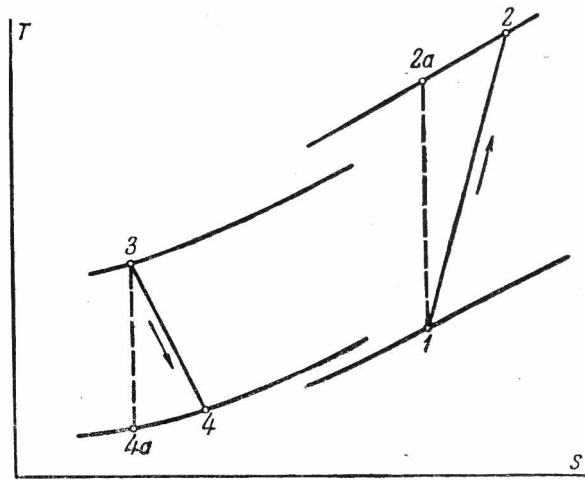


Рис. 3.

Расчет дает:

$$\text{при } \eta_{oi} = 0,80 \text{ и } \eta_{ад} = 0,85 \quad q = 1,61;$$

$$\text{при } \eta_{oi} = 0,75 \text{ и } \eta_{ад} = 0,80 \quad q = 1,45.$$

Температура воздуха при выходе из компрессора оказалась равной $139 \div 151^\circ \text{C}$, что обеспечивает необходимый нагрев воды.

На 1 мкал тепла, отпускаемого потребителю, затрачивается электроэнергия

$$\frac{10^6 \text{ ккал}}{q} \approx \frac{10^6}{860q} = \frac{1163}{q} \text{ квтч},$$

что дает соответственно $722 \div 800 \text{ квтч/мкал}$ вместо 1163 квтч/мкал при прямом нагреве электрическим током, или экономию в $31 \div 38\%$; $35 \div 47\%$ этого тепла получается из нагретого воздуха, а $65 \div 53\%$ — от перехода электрической энергии в тепловую². В гидрогенераторе мощностью 100 тыс. квт охлаждающему воздуху будет передано $0,86 \text{ мкал/час}$ и потребителям тепла будет отпущено $1,83 \div 2,46 \text{ мкал/час}$ при затрате мощности $1320 \div 1980 \text{ квт}$, соответственно. Через установку будет проходить $\sim 31 \text{ м}^3/\text{сек}$ воздуха. Мощность, подводимая к компрессору, будет равна $2870 \div 3760 \text{ квт}$, а выдаваемая турбиной — $1550 \div 1780 \text{ квт}$.

Выводы

1. Установка для использования тепла воздуха, охлаждающего генераторы крупных гидростанций, может быть выполнена по схеме теплового насоса «воздух — вода», так как эта схема проще и надежнее схем с паровыми тепловыми насосами.

2. Степень совершенства схемы «воздух — вода» не должна заметно отличаться от степени совершенства схемы с паровым тепловым насосом.

3. Применение схемы «воздух — вода» дает экономию в расходе электроэнергии в $31 \div 38\%$ по сравнению с прямым нагревом электрическим током.

² При этом расчете учтена затрата энергии на покрытие механических потерь.

□ □ □

Монтаж котельного агрегата ТП-170-1

Инж. Н. С. Воскобойник

Монтажная площадка Мосэнергомонтажа, на которой был смонтирован первый котельный агрегат типа ТП-170-1 Таганрогского завода «Красный котельщик» производительностью 170 т/час, давлением 110 ат с температурой перегретого пара 510° С, располагалась со стороны расширения существующей котельной, в пролете между бункерной и дымососной этажеркой. Подача элементов агрегата, а также готовых блоков производилась по железнодорожному пути, расположенному вдоль дымососной этажерки.

Отставание строительных работ по бункерной и дымососной обусловило ведение монтажа котла «открытым» способом. Из двух грузоподъемных механизмов, намечавшихся по проекту производства работ — Г-образного крана и монтажной стрелы на бункерной, оказалось возможным установить только Г-образный кран грузоподъемностью 25 т с максимальным вылетом 21,4 м и с высшей отметкой крюка 38,8 м.

Установка крана с хвостовой стороны котельного агрегата, как показано на рис. 1, обеспечила возможность производить не только все монтажные операции по подъему и установке блоков котла, но и операции по установке ферм машинного зала и котельной, а также металлоконструкций дымососной и бункерной.

Площадки для сборки блоков котла были созданы, исходя из местных условий на строительстве (рис. 2); блоки каркаса собирались на фундаментах котельного агрегата, блоки экранов располагались вдоль железнодорожного пути, идущего в котельную, а сборка блоков водяного экономайзера и пароперегревателя была отнесена на площадку металлоконструкций вдоль железнодорожного пути.

Каждая из указанных сборочных площадок обслуживалась соответствующим механизмом: Г-образный кран на сборке блоков каркаса, железнодорожный паровой кран на сборке блоков экранов и вантовый деррик-кран на сборке блоков водяного экономайзера и пароперегревателя.

Применение в качестве основного грузоподъемного механизма одного только Г-образного крана, а также разбросанность сборочных площадок не создавали каких-либо трудностей при производстве монтажных работ.

Некоторые трудности при монтаже вызваны были конструкцией агрегата, недостаточно продуманной для блочного монтажа.

Котел имеет два барабана. Малый барабан устанавливается на специальных шарнирных

подвесках, большой — на двухплоскостных скользящих роликовых опорах. Соединение всех экранных труб в малом барабане выполнено на вальцовке.

Топка экранирована трубами диаметром 64/76 мм из стали Ст. 20 с шагом 90 мм. По боковой стороне топки экраны разделены на три части: большой, малый и средний экраны. Большой и малый экраны имеют верхние камеры, и паропроводящие трубы от них ввальцованы в малый барабан; средний боковой экран не имеет

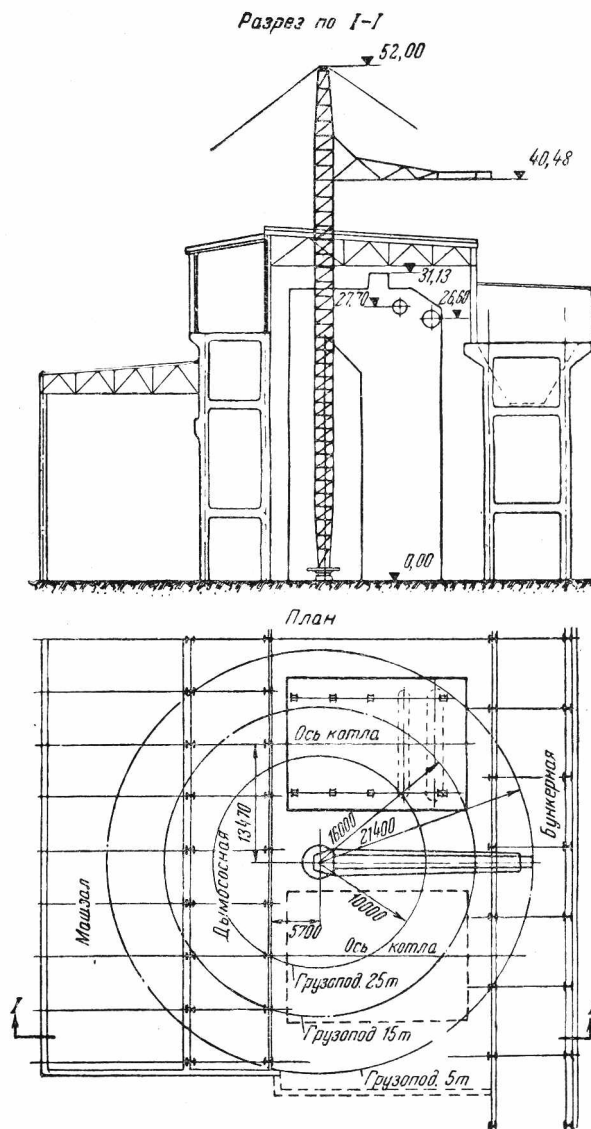


Рис. 1. Такелажная схема.

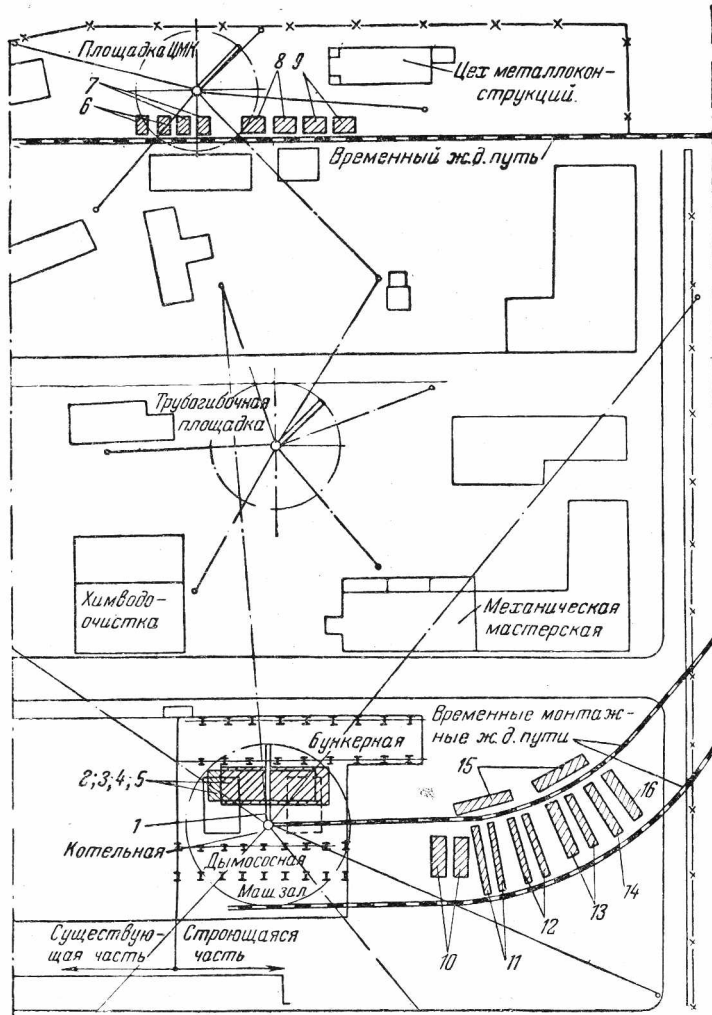


Рис. 2. Монтажная сборочная площадка.

1—Г-образный кран; 2— задняя стенка хвостовой части; 3— передняя стенка хвостовой части; 4— боковая стенка (правая); 5— боковая стенка (левая); 6— водяной экономайзер I ступени; 7— водяной экономайзер II ступени; 8— пароперегреватель (передний пакет); 9— пароперегреватель (задний пакет); 10— боковой экран (средний); 11— боковой экран (большой); 12— боковой экран (малый); 13— фронтальный экран (крайний); 14— фронтальный экран (средний); 15— задний экран (крайний); 16— задний экран (средний).

верхней камеры, и экранные трубы ввальцовываются в барабан непосредственно.

Фронтальной и задний экраны разделены на три части каждый, и все трубы без промежуточных камер ввальцованы в малый барабан котла. В нижней части экраны образуют холодную воронку.

Пароперегреватель двухступенчатый. I ступень состоит из змеевиков диаметром 29/38 мм из стали Ст. 20, II ступень выполнена из труб диаметром 32/42 мм из стали 15ХМ. Обе ступени пароперегревателя разделены по ширине агрегата на две части с самостоятельными камерами и пароохладителями. Перепуск пара из камер первой ступени во вторую производится вразбежку по 14 пароперепускным трубам.

Водяной экономайзер гладкотрубный, змеевиковый, двухступенчатый состоит из труб диаметром 29/38 мм из стали Ст. 20 и расположен врасщечку с воздухоподогревателем. По ширине агрегата водяной экономайзер обеих ступеней разделен на две части.

Трубчатый воздухоподогреватель состоит из 12 секций, по шести секций в каждой ступени.

Агрегат снабжен тремя шахтными мельницами с растопочным устройством в каркасе мельничной шахты, устанавливаемыми с фронта котла.

Весовые характеристики котельного агрегата следующие:

Каркас, включая каркас шлаковой шахты	142,8 т
Обшивка	62,5 "
Лестницы и площадки	49,4 "
Шлаковый бункер	29,6 "
Пароперегреватель I и II ступеней, включая потолочные и пароперепускные трубы	48,3 "
Водяной экономайзер I и II ступени, включая водоперепускные трубы	81,0 "
Экран, включая паропроводящие, водоподводящие трубы и крепления	92,3 "
Воздухоподогреватель I и II ступеней, включая обводные короба	162,9 "
Металлоконструкции подвесного свода	16,9 "
Большой барабан	39,4 "
Малый барабан	23,0 "
Сепарационное устройство барабанов	1,7 "
Каркас мельничной шахты	22,8 "
Гарнитура	13,0 "
Трубопроводы в пределах агрегата	52,2 "
Прочие элементы	11,6 "

Всего . . . 849,4 т

Блоки и блочность котла

Монтаж производился блочным методом. По сообщению завода котельный агрегат сконструирован для возможности монтажа его блоками; но ни технологии монтажа, ни указаний по расчленению агрегата на отдельные блоки завод на монтажную площадку не представил. Таким образом, все эти вопросы — составление блоков и технологического процесса монтажа — решались на монтажной площадке.

Характеристика блоков, составленных на монтажном участке, приводится в таблице (стр. 28).

Всего по агрегату 69 блоков общим весом 617,44 т.

Коэффициент блочности котла, определяемый как отношение веса всех блоков к весу всего агрегата, составляет:

$$K = \frac{617,44}{849,40} = 0,73.$$

С завода в собранном виде были доставлены 12 секций воздухоподогревателя, большой и малый барабаны — всего 14 блоков общим весом 196,19 т, что составляет 23,0% к общему весу агрегата. Остальные блоки, составляющие 50,0%, были собраны на монтаже силами и средствами монтажного участка.

Большое количество собранных блоков при незначительном коэффициенте блочности всего агрегата в целом, равно как и весовые характеристики отдельных блоков, свидетельствует о конструктивной недоработанности котла с точки зрения удобства монтажа его¹.

¹ См. статью инж. Н. С. Воскобойника и инж. В. И. Утропова, "Электрические станции", № 3, 1951 г.

№ блоков	Наименование блоков	Количество	Вес, т		Габариты, м		
			одного блока	общий	длина	ширина	высота
Блоки каркаса							
1	Задняя стенка хвостовой части	1	31,67	31,67	29,50	10,27	2,5
2	Передняя стенка хвостовой части	1	28,46	28,46	29,50	10,27	0,5
3	Правая боковая стенка топки	1	35,79	35,79	28,43	8,79	3,0
4	Левая боковая стенка топки	1	33,73	33,73	28,43	8,79	3,0
5	Фронтальная стенка топки (нижняя часть)	1	2,70	2,70	13,50	9,30	2,0
6	То же (верхняя часть)	1	8,80	8,80	13,50	9,30	2,0
7	Задняя стенка топки	1	11,26	11,26	12,78	8,60	2,0
8	Потолочное перекрытие топки	1	10,64	10,64	10,00	5,30	0,9
9	То же хвостовой части	1	5,20	5,20	8,50	7,10	0,6
10, 11	Шлаковый бункер	2	0,89	1,78	4,10	1,84	0,67
12, 13	" комод	2	2,57	5,14	4,20	2,00	2,5
14—16	Каркас мельничной шахты	3	7,77	23,31	4,67	2,08	6,2
17	Наклонные щиты под перегревателем	1	3,50	3,50	9,3	4,5	0,3
18, 19	Задние щиты	2	1,87	3,74	6,0	4,0	0,3
20, 21	Наклонные щиты холодной воронки	2	2,53	5,06	9,3	4,2	0,3
22	Наклонный потолок топки	1	3,32	3,32	9,3	6,0	0,3
23, 24	Боковые щиты в районе перегревателя	2	0,93	1,86	6,91	3,22	0,360
25	Обшивка камеры пароохлаждителя	1	2,20	2,20	7,70	1,58	1,625
Блоки поверхности нагрева							
26, 27	Боковой экран (большой)	2	3,95	7,90	21,22	1,67	1,080
28, 29	" " (малый)	2	3,68	7,36	19,27	1,75	1,080
30, 31	" " (средний)	2	6,04	12,08	12,00	4,15	0,800
32, 33	Фронтальной экран (крайний)	2	5,94	11,88	15,90	3,09	2,806
34	" " (средний)	1	5,86	5,86	15,90	3,00	2,806
35, 36	Задний экран (крайний)	2	5,87	11,74	15,90	3,09	2,806
37	" " (средний)	1	5,79	5,79	15,90	3,00	2,806
38, 39	Водяной экономайзер I ступени	2	15,16	30,32	5,18	2,72	3,193
40, 41	То же, II ступени	2	24,77	49,54	5,18	2,72	5,118
42, 43	Пароперегреватель I ступени	2	7,93	15,86	6,51	4,48	1,388
44, 45	То же, II ступени	2	13,26	26,52	8,04	4,48	1,392
46	Большой барабан	1	39,44	39,44	11,21	∅1300/1480	
47	Малый	1	22,97	22,97	10,91	∅750/900	
Блоки воздухоподогревателя							
48—53	Секции воздухоподогревателя (нижние)	6	11,96	71,76	3,13	1,48	4,97
54—59	" " (верхние)	6	10,33	61,98	3,13	1,48	5,98
60, 61	Перепускной короб (верхний)	2	2,01	4,02	4,08	0,81	5,90
62, 63	" " (нижний)	2	1,96	3,92	4,08	0,81	4,90
64, 65	Перепускное колено (верхнее)	2	1,62	3,24	4,08	1,31	3,45
66, 67	" " (нижнее)	2	1,62	3,24	4,08	1,31	3,45
68, 69	Короб прямой с компенсатором	2	1,93	3,86	4,08	0,70	4,54

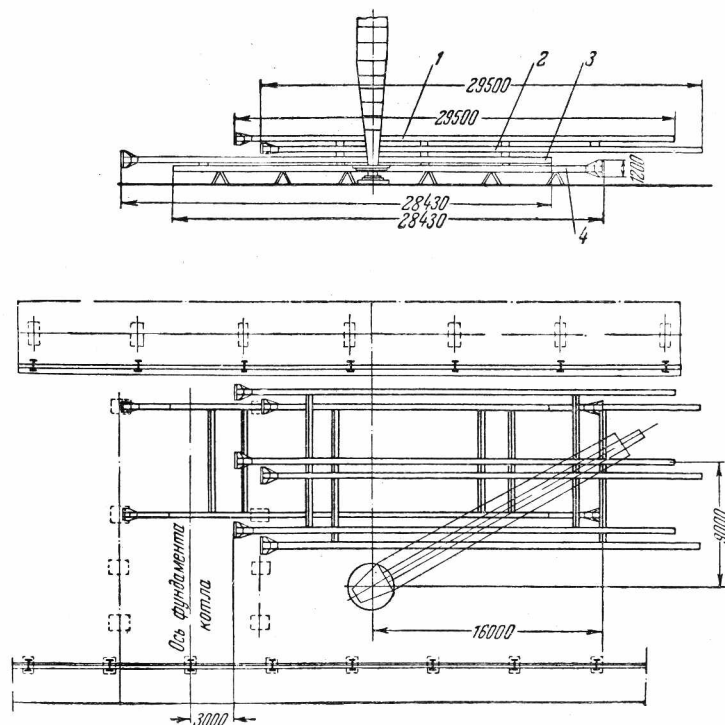
Сборка блоков и технологический процесс монтажа

Блоки каркаса, как наиболее тяжелые по весу и большие по габаритам, собирались на фундаментах котлов. Блоки стенок каркаса: задняя и передняя стенки хвостовой части, правая и левая стенки топки собирались в четыре яруса согласно технологической последовательности их установки на фундамент (рис. 3). Вес каждого блока превышал максимальную грузоподъемность Г-образного крана, и потому перед подъемом каждой стенки составлялись соответствующие такелажные схемы и подбирались расчетом места застропки так, чтобы реакция от веса блоков на кран не превышала его максимальной грузоподъемности.

Задняя и передняя стенки хвостовой части агрегата поднимались крюком Г-образного крана в зоне его максимальной грузо-

Рис. 3. Расположение стенок на монтажной площадке.

1—задняя стенка хвостовой части; 2—передняя стенка хвостовой части; 3—правая боковая стенка; 4—левая боковая стенка.



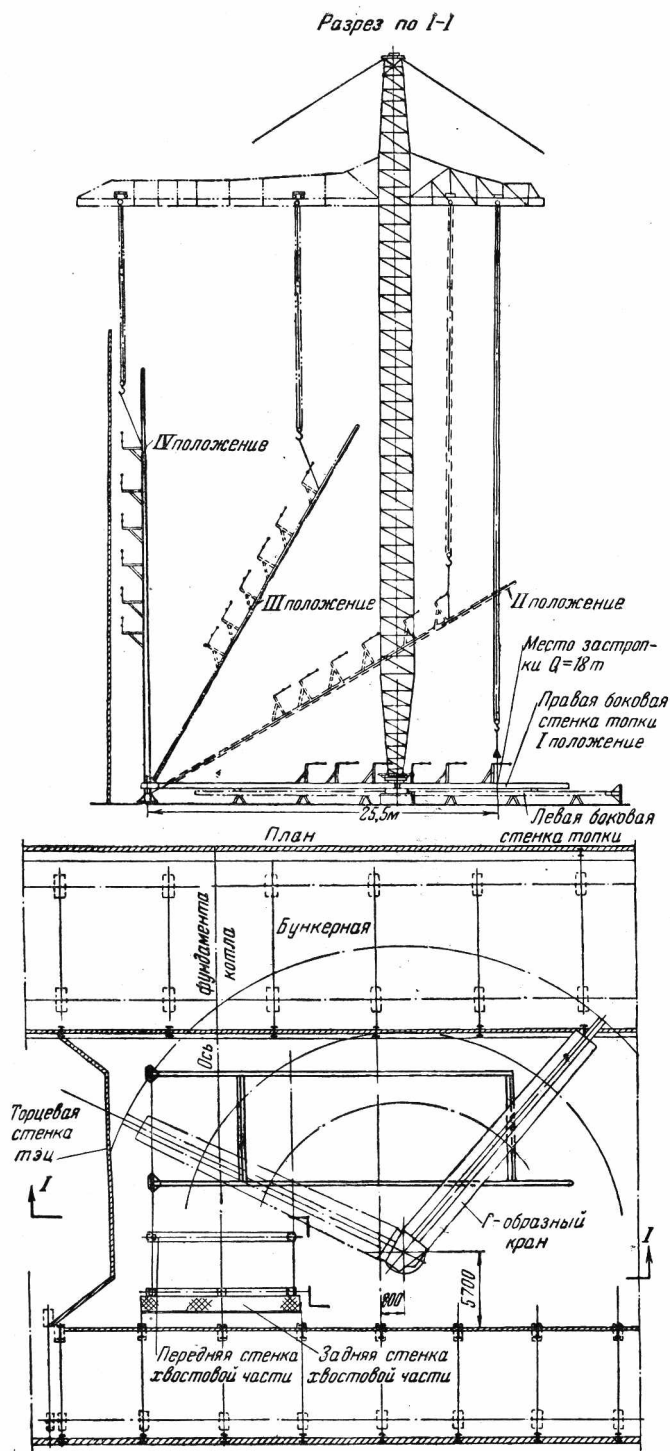


Рис. 4. Такелажная схема подъема правой боковой стенки.

подъемности и путем поворота консоли устанавливались на место.

Правая боковая стенка топки поднималась краном с разворотом ее вокруг своих нижних пят таким образом, что она стала на свое место по проекту (рис. 4).

Левая боковая стенка собиралась пятами колонн в сторону торца котельной и при подъеме ее краном постепенно подтягивалась тросами электролебедок, завязанными за низ колонн.

Под каждую колонну стенки были уложены три ряда узкоколейных рельсов, приваренных местами к железным полосам; рельсы были сма-

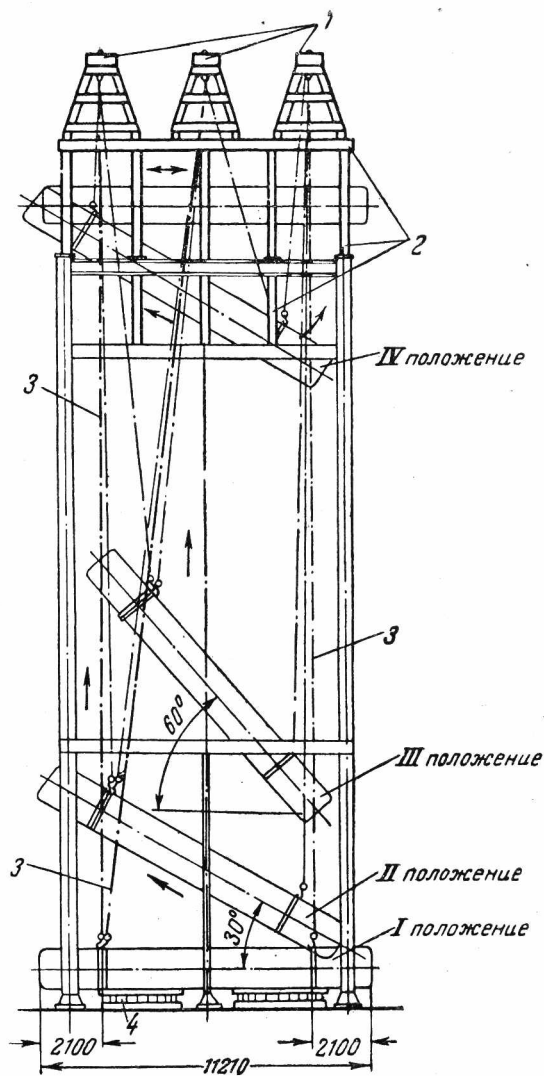


Рис. 5. Такелажная схема подъема большого барабана.

1—монтажные козлы; 2—монтажные балки и колонны; 3—шеститочечные полиспасты; 4—шпальная выкладка.

заны тавотом, и блок легко скользил по ним при подъеме.

Подъем барабанов котла осуществлялся после выверки основного каркаса с установленным потолочным перекрытием топки.

Таким образом, единственным способом подъема барабанов мог быть только подъем их изнутри топки котла полиспастами, так как грузоподъемность одного Г-образного крана была недостаточна для этого.

Были сконструированы специальные козлы, которые устанавливались при подъеме барабанов на потолочном перекрытии топки (рис. 5).

Малый барабан поднимался изнутри топки под углом 50° с помощью одного полиспаста, запасованного за козлы, и Г-образным краном.

Подъем большого барабана потребовал наращивания фронтальных колонн и установки монтажных потолочных балок для установки на них трех козел с полиспастами, с помощью которых и поднимался барабан. Подъем барабана осуществлялся в наклонном положении под довольно крутым углом — около 60° .

Следует указать на одно обстоятельство, усложнившее установку барабана на постоянные

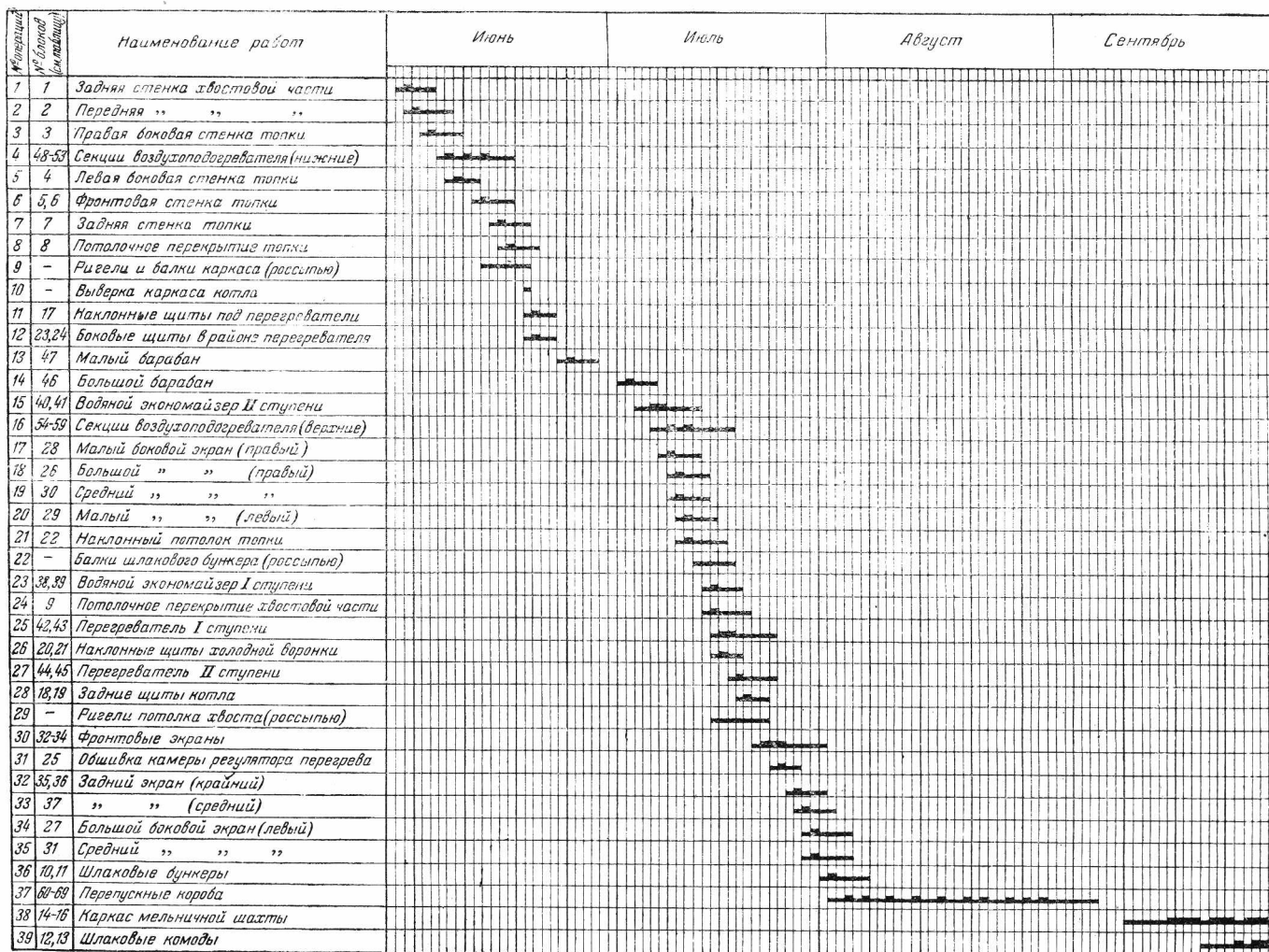


Рис. 6. Технологический график монтажа блоков. Монтаж каркаса мельничной шахты и шлаковых комодов растянут по условиям обмуровки.

опоры: ось подъема барабана не совпадала с осью его установки на 280 мм ввиду наличия на барабане штуцеров, которые задевали бы за фронтную стенку и за кляммерные крепления на щитах ее, если бы производить подъем барабана по оси его установки.

Блоки водяного экономайзера I и II ступеней и пароперегревателя обеих ступеней собирались в специальных металлических каркасах, в которых они на железнодорожных платформах подавались к месту подъема.

Подъем блоков водяных экономайзеров производился краном вместе с каркасами для сборки. Последние удалялись после установки блоков на место. Каркасы, в которых собирались блоки пароперегревателя, перед подъемом блоков удалялись, и блоки поднимались без них. Застропка блоков в этих случаях производилась за камеры.

Экраны устанавливались после установки барабанов. Таким образом, единственным местом для их заводки оказался проем в топочной камере, образованный с левой стороны агрегата отсутствием нижнего щита на левый боковой стенке.

Так как согласно технологии монтажа фронтные и задние экраны монтировались после установки и обмуровки наклонных щитов холодной

воронки, которые приваривались к балкам и стойкам каркаса шлаковой камеры, то подъем этих блоков совершался в чрезвычайно тяжелых условиях.

Последовательность и продолжительность монтажа блоков приведены на графике (рис. 6). Из графика видно, что время, фактически затраченное на подъем всех блоков, составило 51 день (время подъема на графике показано утолщенной чертой).

Выводы

1. Описанная технология монтажа котла показывает, что при правильном выборе типа и места установки монтажного крана можно монтировать котельный агрегат блоками, вес которых значительно превосходит грузоподъемность крана. При этом подъем отдельных тяжелых блоков может быть значительно упрощен при внесении некоторых изменений в конструкцию агрегата².

2. Грузоподъемность основного монтажного крана нет необходимости ориентировать на вес барабана, если он намного превосходит вес остальных блоков, как это имеет место у котлоагрегата ТП-170-1.

² См. сноску 1.

Автоматическое повторное включение шин

Инж. М. И. Песочин

Широкое внедрение автоматического повторного включения линий и автоматического включения резерва в энергосистемах Союза явилось весьма эффективным средством, сокращающим аварийность в сетях, а также ускоряющим восстановление нормального режима и схемы системы. Почти во всех случаях неустойчивых повреждений на линиях, оборудованных АПВ и АВР, достигаются успешные их действия¹. Так, например, в одной из энергосистем Союза успешные действия АПВ в основной сети за последний год достигли 85% от общего числа действий АПВ в данной сети, а по сети 35 кв — 89%.

Наряду с этим, повреждения на шинах — наиболее ответственных элементах сети, как правило, приводят к серьезным авариям. К сожалению, эти повреждения, как показал опыт эксплуатации, не являются редким явлением, в особенности в сетях, где подстанции расположены в зонах интенсивного запыления.

Анализ характера и видов повреждений на шинах показывает, что применение АПВ существенно сократило бы аварийность и, в особенности, недоотпуск электроэнергии потребителям.

В энергосистеме за последние, примерно, 2 года имели место 25 случаев повреждений на шинах, из которых в 18 случаях (72%) АПВ могло быть успешным. В 6 случаях благодаря наличию АПВ и АВР шин аварии были предотвращены.

Следует отметить, что число повреждений на шинах основной сети составило за этот период 52% от общего числа повреждений в данной сети.

Представляют интерес место, характер и виды повреждений на шинах, приведенные в таблице.

Все повреждения на шинах (см. таблицу), за исключением последних трех, зафиксированы записью автоматических осциллографов, что позволяет с особой достоверностью судить о характере и видах повреждений.

Анализируя приведенные случаи повреждений на шинах, необходимо отметить следующее:

1. Большинство повреждений на шинах явилось следствием нарушения изоляции и, начинаясь с замыканий на землю, в некоторых случаях переходили спустя 10—30 пер. в замыкания между фазами. После отключения указанных повреждений быстродействующей защитой следует всегда ожидать успешного АПВ.

¹ Автоматическое повторное включение шин 35 кв впервые было успешно применено, по предложению инж. Б. А. Хомутова, в Новосибирскэнерго в 1943 г. — Р е д.

2. Установлены случаи, когда, казалось бы, совершенно поврежденное оборудование (вводы выключателей, трансформаторы тока, колонки разъединителей и др.) способно после АПВ находиться под номинальным напряжением в течение времени, достаточного для включения обслуживающим персоналом резервного оборудования и отключения поврежденного.

№ п. п.	Место и характер повреждения	Вид повреждения			
		однополюсное	однополюсное, перешедшее в двухполюсное	однополюсное, перешедшее в трехполюсное	двухполюсное
1	Перекрытие опорных или поворотных колонок выключателей МГП-150	6/6			
2	Перекрытие колонок разъединителей	5/5		1/1	
3	Повреждение колонки разъединителя во время операций		1/0		
4	Повреждение гасительных камер воздушных выключателей		2/0		
5	Перекрытие вводов и обмоток трансформаторов напряжения	2/1			
6	Перекрытие ввода масляного выключателя	1/1			
7	Нарушение контакта в соединителях	1/0			1/0
8	Ошибочное заземление системы шин	1/1			
9	Перекрытие из-за недостаточного габарита гибкого спуска к высокочастотному заградителю		1/1		
10	Повреждение тиритовых разрядников при замыканиях на землю в сети 35 кв		1/0		
11	Перекрытие опорного изолятора на шинах 35 кв при замыкании на землю в сети 35 кв		1/1		
12	Перекрытие и повреждение трансформаторов тока линии собственных нужд 6 кв (до выключателя)			1/1	

Примечания:

1. В числителе указано общее количество случаев повреждений данного вида, а в знаменателе — число случаев, при которых АПВ могло быть успешным.
2. Повреждения, указанные в п. 1—9, произошли в сети основного напряжения энергосистемы.
3. Восемь из перечисленных повреждений зафиксированы в течение одной и той же аварии. Два из них произошли на системе шин, через которую осуществлялось резервирование выключателя.



Рис. 1. Схема шунтирования контактов устройства контроля синхронизма АПВ питающей линии.

ZP_1 — выходное реле защиты шин; ZP_2 — промежуточное реле; ZP_3 — промежуточное реле устройства контроля синхронизма; PV_4 — реле времени; H_5 — накладка.

3. Имел место случай виткового замыкания обмотки трансформатора напряжения фирмы Вестингауз и замыкания на землю, в результате чего подвод к обмотке отгорел. Отключение повреждения защитой, с последующим АПВ, предотвратило аварию.

4. Зарегистрирован случай, когда после перекрытия трех фаз и повреждения трансформаторов тока 6 кВ АВР работало успешно, и питание собственных нужд станции не было нарушено.

Приведенные данные эксплуатации с достаточной убедительностью подтверждают необходимость широкого внедрения АПВ шин.

Практическое выполнение АПВ шин с восстановлением питания нагрузки данной подстанции, но без восстановления нормальной схемы, не представляет трудностей.

Осуществление АПВ шин с полным восстановлением нормальной схемы может встретить иногда серьезные трудности, обусловленные:

а) сложностью осуществления, для подстанций с многосторонним питанием, устройства контроля синхронизма в схемах АПВ;

б) невозможностью, из-за недостаточной емкости аккумуляторной батареи, одновременного включения большого количества выключателей, оборудованных соленоидными и центробежными приводами.

С целью быстрого и широкого внедрения АПВ шин на первом этапе должны применяться АПВ, обеспечивающие решение главной задачи, т. е. восстановления питания нагрузки данной подстанции.

Автоматическое повторное включение при повреждениях на шинах может быть выполнено в зависимости от схемы устройств АПВ питающих линий следующим образом:

1. Запуск устройств АПВ линий осуществляется при положении несоответствия. При этом срабатывание дифференциальной защиты шин должно вызвать отключение питающих линий и шунтирование контактов устройств контроля синхронизма или встречного напряжения в схемах АПВ одной или двух питающих линий одного и того же источника питания (в зависимости от емкости аккумуляторной батареи и потребления приводов).

2. Запуск устройств АПВ осуществляется от контактов защиты. При этом срабатывание защиты шин должно вызвать отключение пи-

тающих линий, запуск устройств АПВ и шунтирование контактов устройств контроля синхронизма или встречного напряжения в схемах АПВ одной или двух линий (как и в варианте 1).

При этом имеется в виду, что защита шин воздействует на отключение только питающих линий и что последние оборудованы устройствами АПВ.

При наличии на данной подстанции синхронных компенсаторов большой мощности в вариантах 1 и 2 защита шин должна одновременно воздействовать на отключение АПВ этих синхронных компенсаторов, с последующим их автоматическим включением после действия АПВ питающей линии.

Необходимо учитывать, что длительность шунтирования контактов устройств контроля синхронизма или встречного напряжения после срабатывания защиты шин должна быть достаточной для срабатывания АПВ питающей линии. Это может быть достигнуто путем дополнения схемы защиты шин одним промежуточным реле и одним реле времени по схеме рис. 1.

При некоторых схемах соединений сети АПВ шин может производиться с помощью АПВ выключателей противоположного конца питающих линий. Такой способ осуществлен на одной подстанции, находящейся на участке сети, изображенном на рис. 2.

Подстанция *Б*, как видно из рис. 2, питается со стороны подстанций *А* и *В*, соответственно, по двум параллельным линиям, которые подключены к разным системам шин. Нагрузка этой подстанции также распределена по разным системам шин, а междушинный выключатель нормально включен.

В качестве основной защиты параллельных линий с каждой стороны используются дифференциальные направленные защиты.

Автоматическое повторное включение шин осуществляется следующим образом. При повреждении, например на первой системе шин подстанции *Б*, дифференциальная защита шин действует на отключение только междушинного выключателя. Для предотвращения ложной работы дифференциальных направленных защит подстанции *Б* при автоматическом отключении междушинного выключателя эти защиты блокируются через выходные реле защиты шин. Затем от дифференциальных направленных защит противоположного конца питающих линий отключаются выключатель 1 на подстанции *А* и выключатель 7 на подстанции *В*. Действием АПВ выключ-

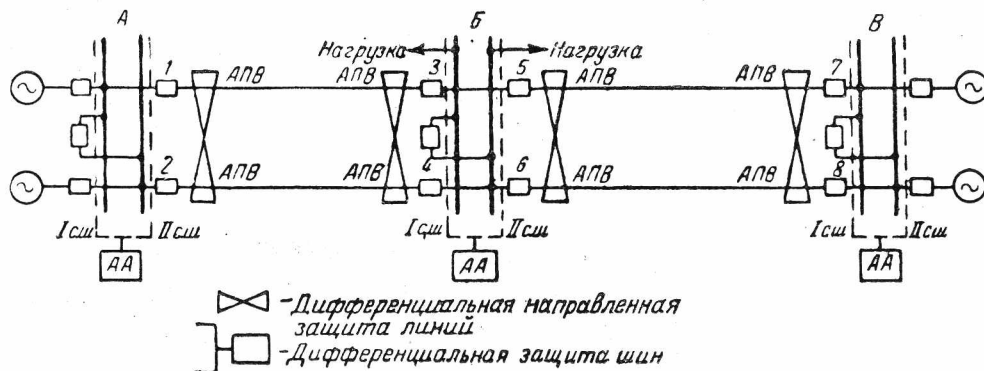


Рис. 2. Схема размещения основной защиты и АПВ участка сети.

чателей 1 и 7, расположенных на разных подстанциях, восстанавливается питание первой системы шин подстанции Б. После успешного действия АПВ междушинный выключатель включается дежурным персоналом от руки, чем полностью восстанавливается нормальная схема.

Подобным сочетанием действия защиты шин, защиты питающих линий и АПВ обеспечивается быстрое отключение с последующим АПВ как при повреждениях на линиях, так и при повреждениях на шинах. За непродолжительный период времени имели место четыре случая успешного действия такого АПВ шин.

Недостаток описанного способа заключается в том, что при переводе всей нагрузки на одну систему шин указанное выше взаимодействие защиты шин, защиты и АПВ питающих линий нарушается, так как в этом случае быстродействующая дифференциальная направленная защита линий не действует при повреждениях на шинах питаемой подстанции. Поэтому при отклонении от нормальной схемы (при работе на одной системе шин) должен быть произведен перевод защиты шин на отключение выключателей всех питающих линий (выключателей 3, 4, 5 и 6). В этом случае АПВ шин может быть выполнено, как указывалось выше, при помощи АПВ питающих линий со стороны одного из источников питания (в зависимости от баланса генерирующих мощностей со стороны подстанций А или В должны включаться выключатели 3—4 или 5—6).

Задачей следующего этапа является разработка мероприятий, обеспечивающих при действии АПВ шин не только восстановление питания нагрузки данной подстанции, но и восстановление нормальной схемы участка сети.

Как указывалось выше, в настоящее время существуют трудности, обусловленные невозможностью одновременного включения большого количества выключателей и сложностью устройств контроля синхронизма для подстанции с многосторонним питанием.

Представляется нецелесообразным применение поочередного включения выключателей, которые не могут быть включены одновременно из-за недостаточной емкости аккумуляторной батареи, так как при устойчивом повреждении на шинах это вызовет многократные толчки в энергосистеме и, кроме того, время действия АПВ может недопустимо возрасти.

Широкое внедрение воздушных выключателей с малым потреблением привода существенно облегчит решение вопроса одновременного включения всех отключившихся от защиты шин воздушных выключателей. Аналогично положение, когда подстанции оборудованы выключателями с пружинными приводами, имеющими малое потребление.

Своевременным является постановка вопроса об изготовлении пневматических приводов масляных выключателей 35, 110, 154 и 220 кВ различных типов для их широкого применения на тех станциях и подстанциях, где имеются в эксплуатации компрессорные установки. Это мероприятие, помимо удешевления привода и умень-

шения его габаритов, также облегчило бы более полное решение вопроса АПВ шин.

Однако выполнение АПВ шин с полным восстановлением нормальной схемы при одновременном включении нескольких выключателей, отключившихся от защиты шин, будет осложняться необходимостью осуществления специальных устройств контроля синхронизма для подстанций, имеющих многостороннее питание.

Следует в связи с этим уменьшить ограничительные условия, при которых разрешается осуществление АПВ без контроля синхронизма. В частности, представляется возможным сократить количество связей (обусловленных «Правилами устройства электротехнических установок»), при которых возможно осуществление АПВ без контроля синхронизма, а в отдельных случаях — полностью отказаться от этого требования.

Может быть указано, например, что в энергосистеме зафиксировано два случая АПВ без контроля синхронизма на транзитных линиях, связывающих две крупные станции. При этом до отключения линий по ним отмечен значительный переток мощности.

В обоих случаях после трех периодов качаний с момента включения выключателей станции втягивались в синхронизм.

Выводы

1. Мнение работников отдельных энергосистем о нецелесообразности осуществления АПВ шин является неверным. Как показал опыт эксплуатации, процент неустойчивых повреждений на шинах основной сети не ниже, чем на линиях. Кроме того, всякое повреждение на шинах неизбежно приводит к аварии. Поэтому широкое внедрение АПВ шин явилось бы важным средством сокращения аварийности в системах.

2. Автоматическое повторное включение шин, как правило, должно сочетаться с быстродействующей защитой шин. Использование резервной защиты и АПВ питающих линий менее целесообразно, так как большие выдержки времени отключения повреждений увеличивают вероятность перехода замыканий на землю в замыкания между фазами и уменьшают вероятность успешных действий АПВ.

3. На первом этапе задача АПВ должна быть ограничена восстановлением питания нагрузки данной подстанции путем автоматического включения одной или двух питающих линий. На следующем этапе после широкого внедрения приводов с малым потреблением и упрощения схем АПВ в части устройств контроля синхронизма, АПВ шин должны удовлетворять требованиям восстановления нормальной схемы данной сети.

В частных случаях, когда схемы первичной коммутации и размещение релейной защиты аналогичны показанным на рис. 2, АПВ шин целесообразно осуществлять с помощью АПВ выключателей питающей линии на противоположном конце.

4. Вопросы АПВ шин должны найти отражение в «Правилах устройства электротехнических установок».



Эксплуатация электромагнитных корректоров напряжения

Инж. К. В. Зубанов и инж. Е. Ф. Корниенко

На протяжении послевоенных лет успешно проводятся работы по исследованиям, промышленным испытаниям и опытной эксплуатации ряда разработок Института электротехники АН УССР. Эти работы, проводимые в творческом содружестве представителей науки и энергосистемы, положили начало широкому внедрению в энергосистемах СССР некоторых разработок Института.

Наиболее плодотворной оказалась совместная работа по промышленным испытаниям и введению в нормальную эксплуатацию на всех генераторах энергосистемы электромагнитных корректоров напряжения.

В июне 1949 г. на турбогенераторе 25 тыс. *квт* завода «Электросила» был установлен и включен в нормальную эксплуатацию, после всесторонних и успешных испытаний, электромагнитный корректор напряжения; система компаундирования от тока статора была смонтирована на генераторе еще раньше. Таким образом была впервые выполнена новая система регулирования возбуждения мощных генераторов, не требующая постоянного питания, без разрывных контактов, движущихся частей и без электронно-ионных приборов.

Вначале электромагнитный корректор был включен на общую обмотку возбуждения, а затем были изготовлены новые катушки на полюсы возбудителя с дополнительной обмоткой для корректора, и корректор был включен на эту обмотку. Включение корректора на дополнительную обмотку возбуждения, а не на основную, резко уменьшило максимальную нагрузку на трансформаторы напряжения. Так, при включении корректора на общую обмотку трансформаторы напряжения НОМ-10 были полностью загружены при номинальной нагрузке генератора с $\cos \varphi = 0,6$ (640 *ва* на трансформатор). При включении корректора на дополнительную обмотку потребляемая корректором мощность снизилась почти в три раза (272 *ва* — в том же режиме генератора).

Точность поддержания заданного напряжения корректором совместно с компаундированием характеризуется следующими цифрами (по данным испытаний): при изменении нагрузки генератора от нуля до полной при $\cos \varphi = 0,85$ напряжение на генераторе изменилось с 10,7 *кв* при холостом ходе до 10,6 *кв* при полной нагрузке.

Регулирование напряжения корректором при

резких изменениях нагрузки вполне удовлетворительное. Так, при набросе на генератор 25 тыс. *квт* реактивной нагрузки 9 тыс. *квар* напряжение полностью восстановилось через 3 сек. Следует отметить, что некоторая присущая электромагнитному корректору инерционность не имеет значения с эксплуатационной точки зрения, что можно уже считать проверенным более чем полуторагодовой эксплуатацией корректоров на основных машинах энергосистемы. Также можно считать подтвержденным эксплуатацией благоприятное влияние зависимости поддерживаемого корректором напряжения от частоты.

Несмотря на небольшой статизм электромагнитного корректора напряжения, параллельная работа генераторов, снабженных компаундированием с электромагнитными корректорами напряжения (или другими регуляторами, например с вибрационным регулятором со статизмом 2% при отключенной «токовой стабилизации»), протекает вполне устойчиво. Указанное объясняется тем, что статизм корректора при наличии компаундирования генератора определяется в основном реактивной слагающей тока нагрузки, в то время как обычно в регуляторах напряжения он обуславливается полным током.

На основании успешной эксплуатации электромагнитного корректора на указанном генераторе было решено установить электромагнитные корректоры на всех генераторах энергосистемы, и уже вся генераторная мощность регулируется электромагнитными корректорами. Все корректоры, кроме первого, изготовленного Институтым, поставлены Киевским заводом треста Армсеть.

На одном турбогенераторе 12 тыс. *квт* система возбуждения была выполнена с подвозбудителем и снабжена вибрационным регулятором напряжения, контакты которого требовали систематического наблюдения и ухода во время эксплуатации. Коллектор подвозбудителя был сильно изношен.

По предложению Института электротехники АН СССР и по указанию Технического управления Министерства электростанций система возбуждения этого турбогенератора была изменена. Подвозбудитель был исключен из схемы, возбудитель был переведен на самовозбуждение, и на генераторе был смонтирован электромагнитный корректор, включенный на отдельную обмотку возбуждения возбудителя, которая в фирменной

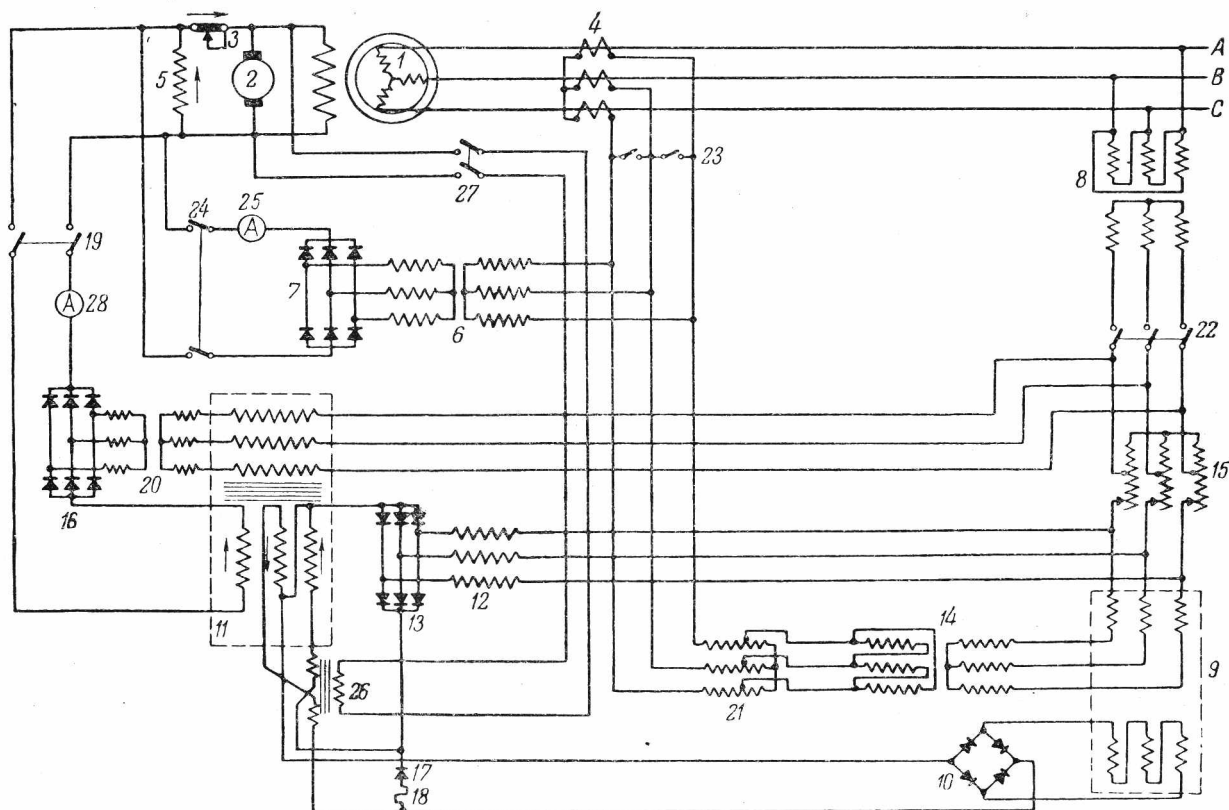


Схема компаундирования генератора.

1 — статор генератора; 2 — якорь возбuditеля; 3 — шунтовый реостат; 4 — трансформатор тока; 5 — обмотка возбуждения возбuditеля; 6 — выпрямительный трансформатор; 7 — селеновый выпрямитель компаундирования; 8 — трансформатор напряжения; 9 — нелинейный элемент измерительного органа; 10 — выпрямитель нелинейного элемента; 11 — магнитный усилитель; 12 — дроссель линейного элемента; 13 — выпрямитель линейного элемента; 14 — разделительный трансформатор; 15 — установочный автотрансформатор корректора; 16 — выпрямитель корректора; 17 — блокирующий выпрямитель; 18 — добавочное сопротивление блокирующего выпрямителя; 19 — рубильник цепи выпрямленного тока корректора; 20 — выходной трансформатор корректора; 21 — установочное сопротивление компаундирования; 22 — рубильник в цепи питания корректора; 23 — рубильник, шунтирующий трансформаторы тока; 24 — рубильник цепи постоянного тока компаундирования; 25 — амперметр компаундирования; 26 — стабилизирующий трансформатор; 27 — рубильник цепи стабилизирующего трансформатора; 28 — амперметр корректора.

схеме использовалась как обмотка постоянного развозбуждения. Схема компаундирования была смонтирована на этом турбогенераторе еще раньше.

После испытаний регулирование было введено в нормальную эксплуатацию. Эта установка показала, что такая система регулирования возбуждения позволяет отказаться от подвозбудителя на тех генераторах, где они еще имеются, и переходить на более надежную схему, без подвозбудителя. Исходя из этого, решено было отказаться от подвозбудителя и на другом аналогичном турбогенераторе, имеющемся в энергосистеме. В настоящее время на этом генераторе работы закончены.

Опыт наладки и испытаний электромагнитных корректоров показал, что в некоторых случаях, когда корректор включается не на дополнительную, а на общую обмотку возбуждения возбuditеля, регулирование напряжения получается неустойчивым при изолированной работе генератора на холостом ходу. Хотя этот режим работы не является нормальным эксплуатационным, однако желательно, чтобы и при этом режиме регулирование все же было устойчивым.

Сначала устойчивая работа корректора достигалась путем повышения статизма регулирования корректора шунтированием обмотки обратной связи магнитных усилителей при наладке корректора. Летом 1950 г. Институт электротехники АН УССР разработал и изготовил стабилизирую-

щие трансформаторы к электромагнитным корректорам напряжения, которые также были впервые испытаны в энергосистеме.

Стабилизирующий трансформатор включается первичной обмоткой на напряжение возбuditеля генератора, а вторичной обмоткой — на специальную обмотку стабилизации на магнитном усилителе.

Если на магнитных усилителях корректора нет специальной стабилизирующей обмотки, то вторичная обмотка стабилизирующего трансформатора выполняется из двух секций, каждая из которых включается последовательно с обмотками управления магнитных усилителей корректора (см. рисунок). В обоих случаях полярность включения обмоток стабилизирующего трансформатора должна быть выбрана такой, чтобы осуществлялось стабилизирующее действие. Во избежание насыщения стали постоянной слагающей тока в первичной обмотке магнитопровод стабилизирующего трансформатора должен иметь воздушные зазоры.

Проведенные испытания показали эффективность действия стабилизирующего трансформатора. На одном из генераторов системы, где при установке электромагнитного корректора не удалось достичь устойчивого регулирования на холостом ходу, было первоначально установлено реле, отключавшее корректор при аварийном отключении генератора. Затем, после успешных испытаний стабилизирующего трансформатора, он

был включен в эксплуатацию, а блокировка была демонтирована.

При применении стабилизирующего трансформатора устойчивое регулирование обеспечивается во всех режимах. Остановка генератора и его пуск происходят при подключенных корректуре и компаундировании.

Таким образом, были достигнуты наиболее благоприятные для эксплуатации условия, при которых дежурный персонал может вести эксплуатацию, не заботясь о наблюдении за устройствами регулирования напряжения генератора, а лишь изменяя уставку регулятора в соответствии с требованиями диспетчера.

Анализ записи регистрирующего вольтметра, установленного на станции, где все генераторы снабжены электромагнитными корректорами напряжения, показывает, что в те периоды, когда не изменяются уставки корректора от руки по заданию диспетчера, напряжение на шинах станции поддерживается с точностью 0,5%.

На всех генераторах энергосистемы, кроме одного, не понадобилось изменять естественного статизма корректора, и только в двух случаях возможность изменения статизма корректора, предусмотренная его схемой (компаундирование корректора), оказалась полезной.

Напряжение на генераторе восстанавливается через 1—2 сек., даже после повторных коротких замыканий. Это показывает, что с эксплуатационной точки зрения быстрое действие регулирования достаточное.

Монтаж и наладка электромагнитных корректоров весьма несложны и не требуют особой квалификации.

Длительная работа компаундирования с электромагнитными корректорами напряжения показала, что эти устройства весьма надежны и удобны в эксплуатации. За все время не было ни одной аварии с этими устройствами и ни одного случая отказа их в работе.

Следует отметить высокую надежность селеновых выпрямителей отечественного производства, выбор которых производится по рекомендованной Институтом электротехники АН УССР методике. Селеновые выпрямители непрерывно эксплуатируются в схемах компаундирования генераторов с 1947 г. (установленные до 1947 г. купроксные выпрямители были заменены селеновыми), и за это время не было ни одного случая выхода их из строя.

Электромагнитный корректор является, несомненно, в настоящее время лучшим регулятором напряжения для электростанций.

Предложенные Институтом электротехники АН УССР в последнее время усовершенствования электромагнитного корректора напряжения, а именно двухсистемный корректор напряжения для мощных гидрогенераторов, дающий возможность изменять знак подпитки от корректора при повышении напряжения генератора, а также стабилизация корректора стабилизирующим трансформатором дают возможность дальнейшего расширения области применения компаундирования и электромагнитного корректора.



Схемы контроля увлажнения изоляции по времени саморазряда

Канд. техн. наук В. В. Пучковский

Одним из переходных явлений в изоляции, весьма чувствительных к увлажнению, является саморазряд. Как уже было описано¹, скорость спада напряжения при саморазряде возрастает в десятки раз при увлажнении изоляции машин. В связи с этим саморазряд может быть эффективно использован при эксплуатационной профилактике изоляции высоковольтного оборудования с применением простых контрольных устройств.

Простейшей разновидностью такого устройства является прибор², построенный по схеме *a* (см. рисунок).

После замыкания ключей K_1 и K_2 изоляция объекта (генератор, двигатель, трансформатор) в течение 4—5 мин. заряжается до напряжения U_0 . После завершения зарядки размыкается ключ K_2 , т. е. объект отключается от батареи и в его изоляции начинается саморазряд под влиянием собственных проводимостей. Расшунтиро-

ванная при отключении ключа K_2 неоновая лампа оказывается под напряжением

$$U_a = U_0 - U_{из},$$

где $U_{из}$ — напряжение на изоляции испытуемого объекта.

По мере спада напряжения $U_{из}$ напряжение на неоновой лампе возрастает и, наконец, в момент, когда оно достигает напряжения зажигания $U_{зж}$, лампа вспыхивает. В цепи возникает импульс зарядного тока, который приближенно может быть выражен как

$$i = \frac{U_{зж}}{\Sigma R} \cdot l \cdot \frac{t}{C \Sigma R}$$

Обрыв импульса определяется дозарядкой емкости объекта и спадом напряжения на неоновой лампе до величины напряжения угасания. Схема является релаксационной, но для нас представляет интерес лишь первая вспышка лампы.

¹ В. В. Пучковский, — Испытание изоляции электрических машин методом саморазряда, „Электрические станции“, 1949, № 7.

² Авторское свидетельство № 82721.

Критерием для суждения о состоянии изоляции является интервал времени между отключением ключа K_2 и вспышкой неоновой лампы: по мере увлажнения изоляции этот интервал времени убывает.

При напряжении батареи в 130—150 в и лампе с напряжением зажигания в 70—80 в момент вспышки лампы соответствует спаду напряжения на изоляции примерно до 50% от начального, равного напряжению батареи. Зачастую в сухой изоляции машин напряжение при саморазряде падает очень медленно, и наблюдение момента вспышки становится утомительным. Этот недостаток может быть устранен применением лампы с меньшим напряжением зажигания при условии, чтобы вспышка происходила при спаде напряжения на изоляции до 80—90% от начального.

Удобнее, однако, изменить прибор и расширить пределы измерения за счет введения в цепь неоновой лампы, поляризующей батареи, т. е. искусственного снижения напряжения зажигания, как показано на схеме б, с двумя пределами измерения.

После завершения заряжения объекта при положении 2 ключа K_2 последний переводится в положение 1 или 3; в первом случае поляризующая батарея не введена и схема соответствует схеме а, т. е. отсчитывается время спада напряжения на изоляции до величины

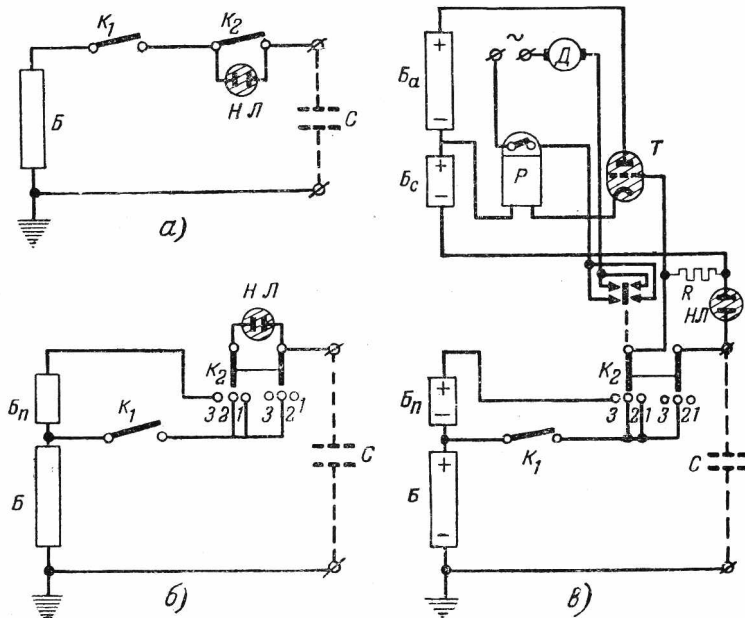
$$U'_{из} = U_б - U_{заж},$$

во втором благодаря поляризующей батарее отсчитывается меньшее время, соответствующее спаду напряжения на изоляции до величины

$$U''_{из} = U_б - (U_{заж} - U_{пол}).$$

Общим недостатком, присущим обеим описанным выше схемам, является необходимость внимательного наблюдения за неоновой лампой в ожидании ее вспышки, а также наблюдение и отсчет времени. Целесообразно, следовательно, автоматизация схемы и введение в нее элемента отсчета времени.

Импульс тока при вспышке неоновой лампы, особенно при малой ёмкости объекта, обычно столь невелик, что непосредственное применение простого и дешевого реле для пуска автоматики практически исключено. Задача сравнительно просто решается введением в схему тиратрона с установкой в его анодной цепи пускового реле. При этом во избежание искажений, связанных с убыстрением саморазряда, сеточный контур тиратрона не должен непосредственно соединяться с цепью объекта, и неоновая лампа как отсе-



Схемы для определения скорости процесса саморазряда. а — простейшая; б — с двумя пределами измерений; в — автоматизированная с двумя пределами измерений. Б — батарея 130—150 в; K_1 и K_2 — ключи; НЛ — неоновая лампа; С — объект; B_n — батарея поляризации; B_a и B_c — батареи анода и сетки; Т — тиратрон; Р — реле; Д — синхронный двигатель типа Варрена; R — пусковое сопротивление.

кающий элемент сохраняется. В качестве механизма отсчета времени легко может быть использован электрический секундомер или миниатюрный синхронный двигатель, например типа Варрена, снабженный лимбом с секундными делениями.

В построенной таким образом схеме в при помощи сложного переключателя K_2 одновременно с прекращением заряжения объекта пускается механизм отсчета времени и расшунтируется цепь неоновой лампы (переключатель ставится в положение 3 или 1 в зависимости от того, производится ли измерение с поляризующей батареей или без нее). При вспышке неоновой лампы импульс тока в ее цепи за счет падения напряжения на пусковом сопротивлении R, т. е. уменьшения отрицательного смещения на сетке, вызывает зажигание тиратрона³. Появление тока в анодной цепи тиратрона вызывает размыкание контактов электромагнитного реле и останавливает механизм отсчета времени.

Питание последней схемы более удобно производить не от батареи, а от сети переменного тока. При этом выпрямленное напряжение для зарядной части и тиратрона должно быть получено от независимых цепей. Напряжения для зарядки объекта и напряжение поляризации неоновой лампы подбираются под характеристику зажигания с помощью делителя.

³ Полярность батарей в схемах а и б не имеет значения; в схеме же в необходимо строго соблюдать полярность.



ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

ОТ РЕДАКЦИИ

Помещая поступившие в редакцию высказывания по статьям об электрических нагрузках городских распределительных сетей, опубликованным в № 6 журнала за 1950 г., редакция считает обсуждение вопросов, поднятых в этих статьях, на данном этапе законченным в связи с утверждением «Норм искусственного освещения лампами накаливания для жилых и общественных зданий» (см. статью инж. Киреева). Содержащиеся в этих нормах указания по расчету электрических осветительных сетей, по мнению редакции, в основном соответствуют пожеланиям, высказанным в дискуссии.

Электрические нагрузки городских сетей низкого напряжения

Инж. Л. Ф. Тейхман

Освещение вопроса об определении электрических нагрузок городской сети низкого напряжения в печати является весьма своевременным и актуальным, о чем свидетельствует тот интерес, который вызвала постановка докладов на эту тему секции электрических сетей ЛОНИТОЭ.

Сопоставление опубликованных в журнале «Электрические станции» данных и высказываний представителей нескольких проектных организаций (Ленпроект, Севзапэлектромонтаж, Гипрогор, Энергопроект, Ленэнерго и др.), представителей эксплуатации (Ленинградская кабельная сеть) и исследовательских организаций (НИС ЛИЭИ имени В. М. Молотова) позволяют сделать некоторые обобщения и прийти к следующим результатам.

Предложенная канд. техн. наук Айзенбергом система показателей и удельных норм¹ является, несомненно, наиболее простой, целесообразной и удобной для практического пользования. Это подтверждается тем, что данная система и предложенная им же методика исследования нагрузок приняты как Энергосбытом Ленэнерго, так и Энергосбытом Мосэнерго и при высказываниях на секции система никаких возражений не вызвала.

При большем удельном годовом потреблении электрической энергии в Москве сравнительно с Ленинградом годовое число часов использования максимума нагрузки в Москве больше, чем в Ленинграде. Поэтому удельная нагрузка во время максимума в Москве составила 4,4 $вт/м^2$ для домов с газификацией быта и 6,8 $вт/м^2$ для

домов без газификации быта, а в Ленинграде — 4,4 $вт/м^2$ для домов с газификацией быта и 6,3 $вт/м^2$ — для домов без газификации быта, что, по существу, позволяет считать результаты обследования в обоих городах совпадающими.

В статье инж. Г. В. Сербиновского, в которой приведены результаты обследования нагрузок Москвы, отмечается необходимость учесть рост удельных нагрузок. Однако автор не решается дать какие-либо рекомендации о величине этого роста или хотя бы высказать соображения о возможном росте нагрузки. В остальных статьях такие рекомендации приведены, притом совпадающие с высказываниями на ряде заседаний секции электрических сетей. Согласно этим рекомендациям на 1954—1955 гг. следует принять удельную потребляемую мощность (удельную нагрузку) в 10 $вт/м^2$ оплачиваемой жилой площади для домов без газификации быта и 7 $вт/м^2$ оплачиваемой жилой площади для домов с газификацией быта. Данные эти много ниже удельных нагрузок, рекомендуемых решением № 27 Госинспекции по промэнергетике и энергонадзору МЭС СССР (1948 г.), поскольку приведенные в этом решении удельные нагрузки 12 и 9 $вт/м^2$ соответственно для домов без газификации и с газификацией отнесены не к оплачиваемой жилой площади, а к полной площади жилых квартир. По данным Гипрогора, Архитектурного управления Ленгорисполкома и Ленжилуправления, полная площадь превышает оплачиваемую в среднем в 1,55 раза. Иначе говоря, рекомендуемые решением № 27 нагрузки отвечают удельной нагрузке в 18,6 $вт/м^2$ для домов без газификации и

¹ См. «Электрические станции», № 12, 1948 г.

в 14 вт/м^2 для домов с газификацией быта. Такие, несомненно, завышенные и ничем не обоснованные расчетные нагрузки приводят к весьма значительному и совершенно излишнему перерасходу денежных средств, дефицитного цветного металла и оборудования при сооружении новых городских электрических сетей и при реконструкции существующих и, конечно, в корне противоречат последним правительственным постановлениям о 25%-м снижении затрат при проектировании сетей. Поэтому следует целиком согласиться с предложением Н. И. Медведского об отмене п. 3 решения № 27 Госинспекции МЭС и о регламентировании приведенных выше удельных нагрузок в 10 и 7 вт/м^2 оплачиваемой жилой площади.

Следует еще остановиться на некоторых замечаниях Г. В. Сербиновского.

1. «Удельный вес» нагрузки жилых квартир в общей нагрузке сети низкого напряжения следовало бы привести не в целом по Москве, а по зонам оживленности. В приведенном виде эти данные не представляют интереса и вызывают сомнения. По всей вероятности, в 40% общей нагрузки, не являющейся нагрузкой жилых квартир, ошибочно включены нагрузки торговых предприятий, театров, учебных и лечебных заведений, занимающих отдельные дома и вовсе не питаемых сетью низкого напряжения (эти объекты обычно питаются от самостоятельных трансформаторных пунктов); в нагрузку сети низкого напряжения должны быть включены только те объекты данной группы, которые помещаются в жилых домах.

2. Нагрузка лифтов мало влияет на общую нагрузку жилых домов; данные о коммунальной

нагрузке жилых домов с центральным отоплением и механических прачечных, находящихся в ведении домоуправлений, отсутствуют как в статье т. Айзенберга и др., так и в статье Г. В. Сербиновского — эти данные представляют интерес и их следовало бы опубликовать, приводя более конкретные данные, чем это сделано в последней статье.

3. Утверждение Г. В. Сербиновского о том, что потребление электроэнергии учреждениями, магазинами и т. п. якобы не имеет никакого отношения к занимаемой ими площади, ничем не обосновано, неверно и не отвечает самой элементарной логике, — совершенно очевидно, что магазин с оплачиваемой площадью в 200 м^2 должен потреблять меньше электрической энергии в год, чем магазин с оплачиваемой площадью в 2000 м^2 . Данные обследований, проведенных ЛИЭИ им. Молотова совместно с Энергосбытом Ленэнерго в 1947 г. и в 1950 г., позволили получить средние удельные нагрузки для характерных потребителей отдельных групп, и нет никаких оснований отказываться от пользования этими данными. Если же Г. В. Сербиновский располагает аналогичными данными, их следовало бы опубликовать с целью уточнения цифр, полученных в Ленинграде.

4. В дальнейшем систематическое проведение анализа электрических нагрузок городских сетей низкого напряжения следует считать обязательным не только в Ленинграде и в Москве, но и в ряде средних и малых городов Союза. Подобные исследования должны быть включены в план работы Министерства электростанций СССР и Министерств коммунального хозяйства союзных республик.



Об электрических нагрузках сети низкого напряжения Москвы

Инж. И. А. Погосян и инж. Г. В. Сербиновский

В статье «Электрические нагрузки жилых домов Москвы» было сделано несколько замечаний относительно удельного веса нагрузки жилых домов в общей нагрузке сети низкого напряжения и о структуре потребителей, питаемых от нее.

Поскольку эти замечания вызвали у т. Тейхман сомнения в правильности исходных данных, целесообразно более подробно рассмотреть вопрос о потребителях сети низкого напряжения Москвы.

В общем электропотреблении Москвы осветительно-бытовые потребители жилого сектора занимают одно из ведущих мест. Существенное место также занимает электропотребление различных торговых и зрелищных предприятий, учебных и лечебных заведений, ателье, мастерских и других организаций, связанных с обслуживанием многочисленного населения и с размещением в столице правительственных учреждений.

Как жилой сектор, так и все упомянутые вы-

ше потребители снабжаются электроэнергией от Московской кабельной сети. При этом в общественных зданиях размещаются министерства и отдельные учреждения, театры, крупные кинотеатры, клубы, больницы, крупные универмаги, школы, вузы, исследовательские институты и другие потребители.

Только крупнейшие из этих потребителей снабжаются электроэнергией от самостоятельных трансформаторов. Многие из них получают электроэнергию по сети низкого напряжения от так называемых сетевых трансформаторов МКС. От такого трансформатора отходит сеть низкого напряжения, питающая и жилые дома, и указанных выше потребителей.

В жилых зданиях помимо квартир обычно в первых этажах размещается основная масса потребителей: магазины, столовые, рестораны, кафе, парикмахерские, поликлиники, учреждения, небольшие кинотеатры, ателье, мастерские и т. п.

Наряду с квартирами, все эти потребители питаются по низковольтной сети от сетевых трансформаторов.

Если из общего электропотребления Москвы исключить потребление промышленности, городского электрифицированного транспорта, водопровода и канализации, т. е. оставить потребление жилого сектора и всех мелких потребителей и принять эту величину за 100%, то по отчетным данным о реализации электроэнергии она распределится следующим образом:

Жилой сектор 55%
Все прочие потребители 45%

Рассматривая электропотребление жилого сектора, приходится отметить, что от четверти до трети всего электропотребления жилых домов расходуется на электродвигатели котельных, насосов подкачки воды, лифтов и другие коммунальные нужды.

Естественно, что в малоэтажных жилых домах, не имеющих лифтов и центрального отопления, расход на коммунальные нужды невелик — около 5% общего электропотребления дома. В то же время в многоэтажных зданиях он достигает 40%. В среднем электропотребление коммунальных нагрузок домов можно принять в 15%.

Распределение электроэнергии по потребителям сети низкого напряжения составляет:

Электропотребление квартир 40%
" коммунальных нагрузок жилых домов 15%
" прочих потребителей от общих сетевых трансформаторов . . . 30%
" прочих потребителей от самостоятельных трансформаторов 15%

Приведенные сведения были получены из данных о реализации электроэнергии потребителями города. Интересно было проверить их на примерах нескольких характерных жилых домов. В табл. 1 приводятся данные по трем домам.

Первый дом состоит из 97 квартир. В доме газ и центральное отопление. На первом этаже размещаются мастерские. Лифтов нет.

Второй дом состоит из 53 квартир. В доме газ. Центральным отоплением пользуется от котельной соседнего дома. В доме имеется несколько лифтов на общую мощность в 33,6 квт. В первом этаже размещен магазин и большая парикмахерская с установленной мощностью силовых токоприемников в 47 квт.

Третий дом состоит из 181 квартиры. В доме газ и центральное отопление. Лифтов нет. В первом этаже помещается универмаг, проектная организация и контора.

Как видно из табл. 1, удельный вес силовых нагрузок весьма значителен в общем электропотреблении домов. Известный интерес также представляли сведения об электропотреблении магазинов и мастерских, поскольку Л. Ф. Тейхман утверждает о возможности вывести по этим потребителям удельные нагрузки на 1 м² площади помещения. Такие данные приведены в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что электропотребление как магазинов, так и мастерских различно. Решающую роль играют силовые нагрузки (электродвигатели, холодильники, венти-

Таблица 1

Дом	Характер потребителей	Среднесуточное потребление энергии за январь 1950 г. квтч	Удельный вес потребителей, %
1	Квартиры	255	49
	Дежурное освещение . .	26	5
	Котельная	164	31,5
	Мастерские	65	14,5
	Всего	510	100
2	Квартиры	187	25,3
	Дежурное освещение . .	26	5,2
	Лифты	184	25
	Магазин и парикмахерская	327	44,5
	Всего	724	100
3	Квартиры	430	57
	Дежурное освещение . .	26	3
	Котельная	150	20
	Универмаг, проектная организация и контора	150	20
	Всего	756	100

Таблица 2

Наименование	Площадь, м ²	Мощность силовой установки, квт	Среднесуточное потребление в январе 1950 г. квтч	Удельный расход на 1 м ² площади, квтч/сутки
Магазин „Гастроном“	3 380	104	860	254
„ „	4 300	127	643	150
„ „	1 000	34	240	240
Магазин „Сыр“	430	12	70	163
Магазин и кафе-мороженое	240	20	79	330
Универмаг	675	2,6	43	64
„ „	774	5,7	58	75
„ „	475	—	50	103
„ „	325	—	30	93
Производственные мастерские	160	1,3	10	75
Мастерские артели	250	0,7	36	145
Мастерские производственного комбината	134	3,6	16	120

ляторы и др.), которые не зависят от площади помещения.

Очевидно, что в магазинах и в мастерских можно ориентироваться на удельные расходы, относимые на 1 м² площади только в отношении осветительных нагрузок, которые не играют решающей роли в общем потреблении энергии данного магазина или мастерской.

Выводы

1. Удельный вес силовых нагрузок в жилом доме значителен. Он составляет в среднем 20—30% от электропотребления жилого дома, или 15% от потребления сети низкого напряжения.

2. Электропотребление квартир составляет в среднем 40% от всего потребления сети низкого напряжения. Размер электропотребления по отдельным домам может значительно колебаться

и зависеть от наличия в доме газа, лифтов, центрального отопления.

3. Расход электроэнергии на котельную, лифты, подкачку воды зависит от местных условий и не может нормироваться, исходя из энергии, отнесенной на 1 м² площади дома.

4. Удельный вес электропотребления прочих потребителей, размещаемых в жилых домах,

весьма различен и не может нормироваться на единицу занимаемой площади, так как у большого количества этих потребителей значительна силовая нагрузка.

5. Электропотребление магазинов и мастерских резко колеблется в зависимости от размеров силовой нагрузки и не может нормироваться на единицу занимаемой площади.



Электрические нагрузки жилых и общественных зданий

Инж. М. И. Киреев

В связи с опубликованием в журнале «Электрические станции» статей об электрических нагрузках жилых домов Москвы и Ленинграда и развернувшейся дискуссии представляет интерес ознакомление читателей с работой, проведенной в г. Свердловске.

Обследование электрических нагрузок жилых домов Свердловска

В период осенне-зимнего максимума в 1949 г. Энергосбытом Свердловэнерго было проведено обследование и изучение электрических нагрузок жилых зданий г. Свердловска. Основной целью работы явилось установление нагрузок отдельных звеньев питающей сети жилых домов: лестничные питающие магистрали (так называемые стояки), магистрали между вводами или зданиями, магистрали от трансформаторной подстанции до первого ввода или здания. Изучение удельных нагрузок отдельных звеньев питающей сети составляет основное отличие работы, проведенной в г. Свердловске, от работ, проведенных в Москве и Ленинграде, которые дают только средние значения удельного потребления электрической энергии.

Анализ графиков нагрузки Свердловской городской электросети показал, что максимальная нагрузка линий жилого сектора имеет место в декабре — январе с максимумом нагрузки от 18 до 20 час. Поэтому измерения нагрузок жилых домов были приурочены к этому периоду.

Изучение нагрузок в отдельных звеньях питающей сети жилых домов производилось путем измерения фазовых токов и фазовых напряжений. Для измерения тока применялись токоизмерительные клещи, предварительно проверенные в лаборатории Свердловэнерго и отрегулированные таким образом, чтобы погрешность не превышала 1—2%. Измерение напряжения производилось вольтметром лабораторного типа класса точности 0,5.

Измерения на каждом объекте производились не менее трех раз в различные дни декабря 1949 г. от 18 до 20 час. Результаты обследования сведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, почти во всех случаях фактическое удельное потребление электроэнергии (вт/м² общей площади) ниже величин, указанных в решении № 27 Госинспекции. Исключение представляют некоторые лестничные магистрали квартир, населенных, например, работниками театров, где удельная цифра — 14,7 вт/м².

Из той же таблицы видно, что нагрузки по отдельным фазам достигают значительно больших величин. Наличие значительных разбросов нагрузки по фазам сети наблюдалось при равномерном распределении по фазам установленной мощности.

Измерения показывают, что минимальные нагрузки в одной и той же точке сети перемещаются с одной фазы на другую; неравномерность нагрузки различна для разных точек сети и в среднем для стояка четырех-пятиэтажного дома составляет 40 — 50%.

Таблица 1

Удельное потребление электроэнергии по отдельным звеньям питающей сети негазифицированных жилых домов (в вт/м² общей площади)

Элемент сети	По решению № 27 Государственной инспекции	Четырехэтажные дома		Пятиэтажные дома		Шести-семиэтажные дома	
		В среднем	Наиболее нагруженная фаза	В среднем	Наиболее нагруженная фаза	В среднем	Наиболее нагруженная фаза
Магистраль к вводу	10	5,5 ÷ 8,9	10,4 ÷ 12,6	9,5 ÷ 9,1	11,2	6 ÷ 6,1	9,7
Магистраль между вводами	12	7,5 ÷ 9	15,2	6,2 ÷ 10,9	15,7	5 ÷ 7,25	11,8
Лестничные магистрали	14	2,4 ÷ 13	20,6 ÷ 21,7	4,2 ÷ 14,7	21	3,5 ÷ 8,3	20,4

О фактически наблюдаемых и проектных нагрузках

Инж. Г. В. Сербиновский в своей статье в № 6, 1950 г. пришел к совершенно правильному выводу, что полученные данные удельных нагрузок жилых домов Москвы и Ленинграда характеризуют лишь существующее положение.

Было бы неправильно при проектировании жилых домов принимать их без корректировки в сторону увеличения и без учета того, что дальнейший рост благосостояния населения приведет к росту электропотребления и удельных нагрузок.

Поэтому удельные нагрузки квартир и отдельных звеньев питающей сети жилых домов при проектировании должны приниматься увеличенными против результатов, полученных из наблюдений по Москве и Ленинграду.

С таким выводом инж. Г. В. Сербиновского нельзя не согласиться. Приходится лишь пожалеть, что т. Сербиновский не дал каких-либо рекомендаций об учете роста удельных нагрузок при проектировании.

С выводами же инж. Л. Ф. Тейхмана, инж. Н. И. Медведского, а также канд. техн. наук Б. Л. Айзенберга и других, рекомендующих установить на 1954—1955 гг. удельную потребляемую мощность (удельную нагрузку) в 10 вт/м^2 оплачиваемой жилой площади для домов без газификации быта и 7 вт/м^2 оплачиваемой жилой площади для домов с газификацией быта, нельзя согласиться по следующим причинам:

1. Нормы освещенностей жилых и общественных зданий, начиная с 1950 г., повышены по сравнению с указанными во «Временных нормах искусственного освещения жилых домов и общественных зданий». Кроме того, нормы освещенности во многих существующих как жилых, так и общественных зданиях ниже норм 1950 г., а они должны быть приведены в соответствие с этими нормами. Отрывать же светотехническую часть от электрической (т. е. нормы освещенности от удельных нагрузок) бесспорно нельзя.

2. Сети квартир, а также питающие сети жилых домов и общественных зданий (ввод, внутридомовые и лестничные магистрали) следует проектировать на 10—15 лет, как минимум, а не на 4—5 лет, как рекомендуют инж. Медведский и инж. Тейхман. Следует учитывать рост нагрузок за это время, а также то, что исследования нагрузок жилых домов в Москве и Ленинграде дали усредненные нагрузки, а не максимальные, как это получено в Свердловэнерго.

Поэтому вполне логично, основываясь на изложенном, увеличить удельные расчетные нагрузки для питающей сети жилых домов на 20—30%, по сравнению с указанными во «Временных нормах проектирования искусственного освещения жилых домов и общественных зданий» (Госэнергоиздат, 1948 г.).

Регламентированные «Нормами искусственного освещения лампами накаливания для жилых и общественных зданий»¹, указания по расчету электрических осветительных сетей (табл. 2) мож-

¹ Госэнергоиздат, 1950 г.

но считать вполне оправданными. Нормы рассмотрены Гигиеническим комитетом Ученого медицинского совета Министерства здравоохранения СССР и Электротехнической секцией Технической комиссии при Государственной инспекции по промэнергетике и энергонадзору и утверждены в марте 1950 г. зам. министра здравоохранения СССР главным госсанинспектором СССР проф. Т. Е. Болдыревым и главным инженером Государственной инспекции по промэнергетике и энергонадзору МЭС СССР А. М. Славским.

Таблица 2

Удельные расчетные нагрузки для питающей сети жилых домов согласно «Нормам искусственного освещения лампами накаливания для жилых и общественных зданий»

Участок питающей сети	Удельная расчетная нагрузка, отнесенная к жилой (оплачиваемой) площади квартир, вт/м^2	
	без газификации	газифицированные
Лестничные питающие магистрали (стояки)	18	14
Магистрали между вводами или зданиями	15	12
Магистраль от трансформаторной подстанции до первого ввода или здания	12	10

Нормы табл. 2 учитывают осветительную и бытовую нагрузки квартир, а также осветительную нагрузку вспомогательных площадей жилого дома, с соответствующими коэффициентами спроса. Они не учитывают силовой нагрузки (электродвигатели центрального отопления, лифты и т. п.), а также нагрузки общественных зданий (учреждения, торговые помещения и т. п.).

Установленную мощность, потребную для освещения общественных зданий, следует определять светотехническим расчетом. Предварительный ориентировочный расчет установленной мощности для целей электроснабжения здания можно производить, пользуясь следующими удельными показателями:

Лечебные учреждения	18—25 вт/м^2
Детские учреждения	15—20 "
Учебные учреждения	20—25 "
Библиотеки	15 "
Административно-конторские учреждения	15—18 "
Торговые помещения	20—30 "
Помещения общественного питания	25 "
Мелкие мастерские	12—18 "
Склады	2—6 "

Для определения расчетной мощности отдельных звеньев питающей сети необходимо пользоваться соответствующими коэффициентами.

В заключение необходимо рекомендовать Государственной инспекции по промэнергетике и энергонадзору и в дальнейшем проводить систематическое изучение электрических нагрузок квартир, отдельных звеньев питающей сети жилых домов и общественных зданий не только в Москве, Ленинграде, Свердловске, но и других городах Советского Союза, предварительно разработав единую методику исследования электрических нагрузок.



ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Гидромеханизация добычи гравия и песка

Для добычи гравия и песка на карьерах строительство тепловых электростанций обычно используются экскаваторы, автотранспорт и другое оборудование, обслуживаемое большим количеством рабочих. Гидромеханизация для указанной цели применяется лишь в редких случаях, несмотря на то, что этот способ освобождает рабочую силу, не требует дефицитного дорогостоящего оборудования и средств транспорта.

На одном строительстве общая потребность в гравии и гравийном балласте была определена в 230 тыс. м³, а песка в 167 тыс. м³. Годовая потребность составляет 46 тыс. м³ гравия и гравийного балласта и 33 тыс. м³ песка.

Гравийно-песчаный карьер находится вблизи площадки строительства грэс, на левом берегу реки (на этом участке — пологом) и имеет абсолютные отметки 213—215 м, т. е. превышает меженный уровень воды в реке — 212 м — на 1—3 м.

Гравийно-песчаные отложения на большей части залегающая покрыты слоем песка, насыщенного растительными остатками; слой вскрыши не превышает 0,8 м. Глубина грунтовых вод на площади карьера колеблется в пределах от 2 до 2,4 м от поверхности земли, с отметкой зеркала 211,6—212,0 м.

Гранулометрический состав гравийно-песчаных отложений таков: галька 16%, гравий 60%, песок 21% и пылевато-иловые частицы 3%. Общий запас отложений по данным произведенного бурения и рекогносцировочного обследования определен в объеме 600—650 тыс. м³.

Склад заполнителей предусмотрен при центральном бетонном заводе, расположенном на правом, высоком берегу реки. Превышение площадки склада над карьером составляет 9,5 м.

Проект разработки карьера был составлен в двух вариантах: экскавацией и пловучим земснарядом, т. е. способом гидромеханизации.

По первому варианту карьер намечалось разрабатывать экскаватором со сменным оборудованием — драглайном для надводного забоя и грейфером для выемки заполнителей из воды (ниже ее уровня). Сортировку песчано-гравийного материала предполагалось производить на складе, а доставлять на склад по железной дороге нормальной колеи на платформах.

Осуществление этого варианта требовало для подачи платформ на правый берег постройки железнодорожного пути протяженностью около 5 км и моста через реку.

Стоимость добычи 1 м³ песка и гравия при экскаваторном способе разработки (без сортировки и промывки) определена в 10 р. 79 к., а общая величина затрат 4 269,7 тыс. руб.

Второй вариант (способ гидромеханизации) показан на рисунке.

Основное преимущество гидромеханизации заключается в непрерывности технологического процесса добычи и транспорта карьерного материала к месту складирования, с попутным его обогащением.

Добыча песка и гравия производится пловучим электрифицированным земснарядом 8НЗЭ, конструкция треста «Трансгидромеханизация» МПС. Землесосный агрегат земснаряда имеет производительность 700 м³/час гидросмеси, напор — 26,0 м, мощность двигателя 105 квт, скорость вращения его 730 об/мин.

Транспорт смеси карьерного материала с водой от земснаряда к сортировочной установке склада осуществляется по металлическим трубам диаметром 300 мм с включением в сеть (для повышения напора) перекачивающей стационарной насосной станции. Трубы на ровных участках карьера укладываются по земле на подкладках, а на пересеченных участках — на эстакадах легкого типа. Через реку трубопровод монтируется на металлических треногах.

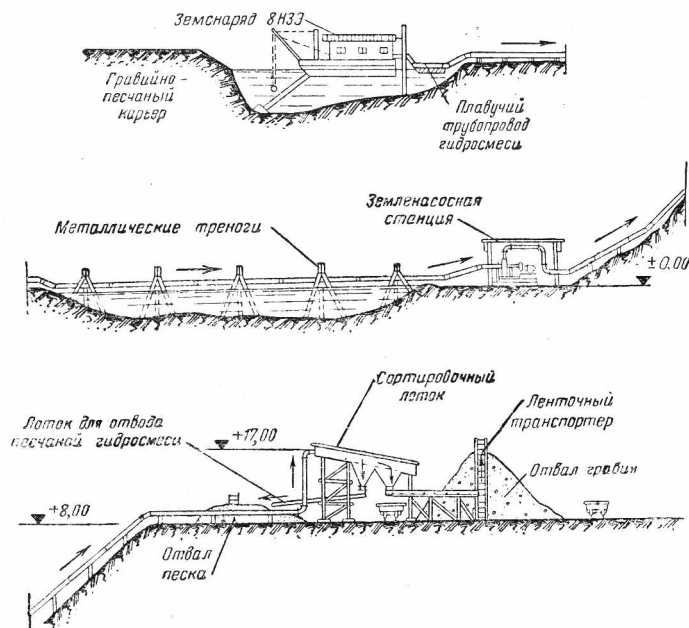
Выбор напорного способа подачи гидросмеси и пловучего земснаряда объясняется топографическими и гидрологическими условиями залегания карьера. Он расположен на низком берегу реки — на 9,0—9,5 м ниже площадки складирования карьерного материала и имеет высокий уровень грунтовых вод. Мощность же надводного забоя не превышает 1/3 всей толщи гравийно-песчаного слоя, предназначенного для разработки.

Сортировка материала предусмотрена только разделением гравийно-песчаной смеси на гравий и песок. Не исключается возможность, в соответствии с потребностью, дальнейшей сортировки песка и гравия, но по самостоятельным разделным технологическим схемам, не входящим в технологический процесс работы карьера, и складирования заполнителей способом гидромеханизации.

Обогатительная установка представляет собой металлический лоток, укрепленный на специальных опорах. Внутри лотка, параллельно дну, установлен колосниковый грохот, состоящий из трех секций длиной по 3,5 м каждая. Ширина грохота 0,96 м.

Полезная площадь каждой секции грохота, при ширине щели между колосниками 0,5 см, составляет 0,23 м². Наклон секции грохота можно изменить в пределах от 15 до 25°.

Установка по отбору гравия сконструирована из расчета непосредственной погрузки гравия в вагонетки узкоколейного пути и на транспортер склада зимнего запаса.



Выделение песка из песчаной смеси осуществляется путем устройства дамб обвалования и водосливных колодцев с водоотводящими трубами.

Погрузка песка и гравия в зимний период производится автокраном АК-11, оснащенный одноканатным грейфером.

При сопоставлении описанных способов разработки карьера преимущество для данных условий имеет гидромеханизация, а именно:

- 1) отпадает необходимость устройства железнодорожного пути и моста через реку;
- 2) освобождается экскаватор для использования его на основных работах;
- 3) исключается необходимость дополнительной сортировки и промывки песка и гравия;
- 4) стоимость 1 м³ гравия и песка и суммарные затраты для варианта гидромеханизации значительно ниже.

Инж. Л. Г. Желтов

Разрушение стенок кабельных каналов давлением грунта

В эксплуатации открытых распределительных устройств многократно отмечались случаи частичного разрушения или опрокидывания целых участков кирпичных стенок кабельных каналов давлением грунта. Это приводило к выпадению кирпича из участков стен в канал и повреждению проложенных кабелей.

При достаточной прочности кладки кирпичных или железобетонных стенок в ряде случаев происходило опрокидывание стенок на значительном протяжении каналов, что закрывало доступ к кабелям (рис. 1).

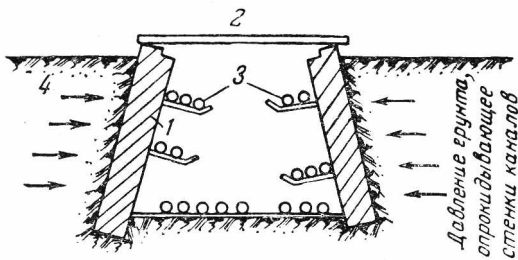


Рис. 1. Кабельный канал в прежнем исполнении.

1 — кирпичные стенки; 2 — плита перекрытия; 3 — кабели; 4 — основной грунт.

Разрушение стенок каналов происходит от давления грунта из-за уплотнения его во время эксплуатации распределительного устройства и главным образом вследствие расширения при замерзании грунта, насыщенного водой осенних дождей.

Величины давлений на стенки каналов, которые могут возникнуть по второй причине, достигают весьма значительных размеров. Эти давления и интенсивность разрушения значительно больше, если кабельный канал (или туннель) построен в глинистом или суглинистом грунте, независимо от того, прорывалась ли при строительстве канала траншея или выложенные стенки канала присыпаны грунтом при выравнивании площадки распределительного устройства.

Ремонт стенок кабельных каналов требует ежегодной затраты значительных средств и производства большого объема работ.

Долговечность стенок кабельных каналов и туннелей может быть увеличена, если использовать эксплуатационный опыт Мосэнерго при ремонтах каналов. Суть его заключается в следующем. При сооружении кабельных каналов в грунтах, задерживающих влагу, отрывают траншею или производят подсыпку основного грунта с откосом в 40—45°. Между стенкой кабельного канала и откосом грунта засыпают слой влагопропускающего и амортизирующего заполнителя: крупного гравия, шлака или песка (рис. 2). Этот заполнитель способствует также уменьшению попадания в открытые каналы поверхностных ливневых вод.

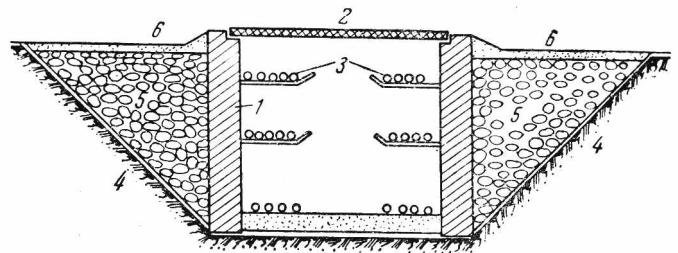


Рис. 2. Способ сооружения кабельного канала, применяемый в Мосэнерго.

1 — кирпичные стенки; 2 — плита перекрытия; 3 — кабели; 4 — основной грунт; 5 — амортизирующий заполнитель (гравий, щебень, шлак); 6 — песчаная подсыпка.

Такой способ сооружения каналов требует большого объема земляных работ при рытье траншей и транспортировке на строительство заполнителя — гравия, шлака или песка¹. Но широкое применение его значительно увеличит долговечность стенок кабельных каналов и туннелей, даст значительную экономию средств за счет уменьшения объема ремонтов и исключит повреждения силовых и контрольных кабелей в каналах от разрушения стенок каналов.

Инж. А. А. Васильев

¹ Предлагаемое автором мероприятие должно предусматриваться проектом только в тех случаях, когда не может быть организован просто отвод поверхностных вод по трассе канала. Р е д.

Упрощение конструкции щитов управления

Изготовление щитов управления для электрических станций и подстанций в некоторых случаях производится на строительных площадках монтируемыми организациями, причем это осуществляется устаревшими методами: провода вторичной коммутации укладываются на задней стороне панели и закрепляются стальными скобами, зажимные сборки устанавливаются в нижней части панели двумя—тремя рядами в зависимости от сложности и количества монтажных единиц на данной панели. Такая конструкция чрезвычайно сложна, трудоемка и намного удорожает стоимость щитов.

Щиты, изготавливаемые заводом «Электропульта», по своей конструкции более совершенны, но имеют существенный недостаток: провода вторичной коммутации и разделки контрольного кабеля наглухо закрываются перфорированными кожухами, что в сильной степени усложняет процесс монтажа и ухудшает обозреваемость в условиях эксплуатации.

Автором было предложено внести изменение в конструкцию щитов завода «Электропульт», заключающееся в том, что вместо перфорации рейки с зажимами располагаются непосредственно на боковых перегородках панели. Разводка контрольного кабеля к зажимам должна прекращаться в этом случае с учетом наименьших переключений.

Таким образом, получается простая конструкция, которая имеет ряд преимуществ по сравнению со щитами с горизонтальным расположением рядов зажимов.

Практическое осуществление этого предложения показало, что объем проектирования при этом сокращается и сводится к составлению монтажных расписаний с обозначением маркировки проводов на аппаратах и на наборных зажимах с жилами подсоединяемых контрольных кабелей. Расход коммутационного провода снижается примерно на 40%, а стоимость прокладки провода на панели уменьшается в два—три раза. Кроме того, при этом варианте допустимо компоновать на одной панели большее количество монтажных единиц, что сокращает общее количество панелей всего щита управления.

Инж. А. И. Гринберг

Крепление выводов полюсов к ободу

На ряде гидрогенераторов завода «Электросила» конструкция крепления выводов полюсов ротора (рис. 1) имеет следующие недостатки:

1. Необходимость сверления и нарезки отверстий в неудобном месте на глубину 120 мм с тем, чтобы шпильки при выемке полюса могли быть ввернуты в тело обода

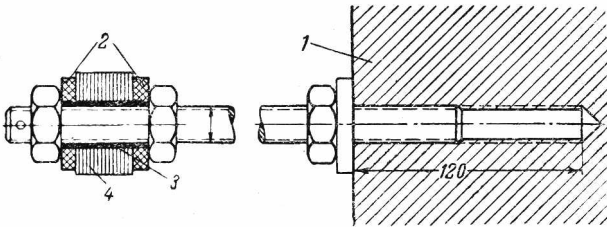


Рис. 1. Крепление выводов полюсов роторов к ободу по существующему способу.
1 — обод стали ротора; 2 — изоляционная шайба; 3 — изоляционная втулка; 4 — вывод полюса ротора.

до тех пор, пока освободятся выводы. Однако в случае необходимости выемки полюса обычно шпильку приходится разрезать, так как ввернуть ее в обод на глубину сверления не представляется возможным ввиду того, что с течением времени резьба ржавеет.

2. Две трети отверстий, подлежащих сверлению, попадают в зону зазоров между листами наборной стали, что сильно затрудняет сверловку.

3. При сверлении и нарезке отверстий стружка и опилки попадают в зону зазоров между листами стали и вызывают в течение продолжительного времени сильное снижение изоляции.

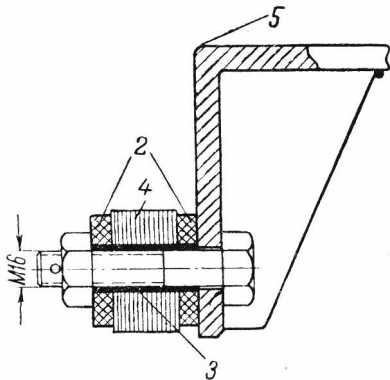


Рис. 2. Крепление наружных выводов полюсов ротора к ободу по предлагаемому способу.

1—4—те же, что на рис. 1; 5—скоба 3×60 мм.

Ввиду того, что внутренние выводы (у самого обода) расположены на меньшем радиусе, имеют значительно меньший вес и поэтому центробежная сила, действующая на них, сравнительно невелика, на одном из агрегатов в процессе монтажа крепления наружных выводов было выполнено другим способом, а именно — путем соединения последних к скобе без крепления к ободу (рис. 2).

Инж. А. Г. Рудник

Конструкции шин коробчатого типа

Коммутация мощных распределительных устройств на генераторных напряжениях крупных электрических станций, при больших величинах рабочих токов и токов короткого замыкания, выполняется в виде многополюсных пакетов из шин больших сечений.

При этом в местах соединения и разветвления пакетов, а также в местах крепления на изоляторах получают громоздкие конструкции; дефицитный металл, применяемый для шин, используется недостаточно.

Для ошиновки таких распределительных устройств с минимальной затратой цветных металлов и в то же время при достаточной механической прочности и термической устойчивости шин могут применяться конструкции коробчатых шин из цветного металла больших сечений.

В виде примера может быть приведена конструкция алюминиевых шин коробчатого типа треста «Спецгидромонтаж» (рис. 1). Такие шины при толщине 10 мм для алюминия и 6 мм для меди допускают нагрузку током до 3000 а.

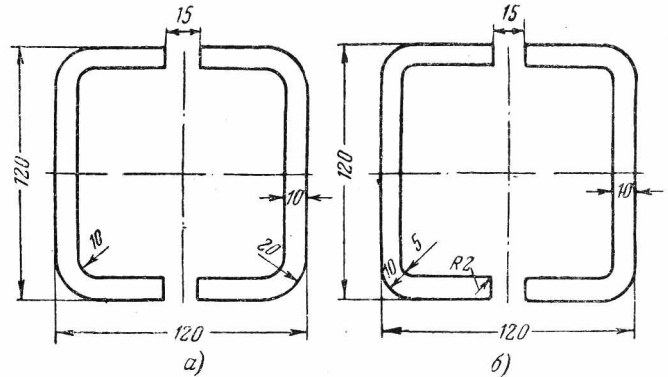


Рис. 1. Шины коробчатого типа.
а — гнутые; б — штампованные.

Длина полки каждой шины равна 52,5 мм. Между шинами оставляется промежуток шириной 15 мм для циркуляции воздуха; при этом в сечении образуется квадрат, сторона которого равна 120 мм. Форма квадрата удобна для выполнения отводов от пакета в любом направлении.

Изгиб краев полюсы требует тщательного выполнения, чтобы избежать возможных неровностей. Штампованные шины имеют гладкую поверхность и безупречную форму, однако изготовление их при ограниченной потребности значительно дороже.

Линейное соединение шин (рис. 2) производят следующим образом. В шинах делаются отверстия диаметром 14 мм под болты и диаметром 5 мм под винты. С внутренней стороны каждой шины восемь винтами диаметром 5 мм прикрепляется вспомогательная планка из оцинкованной мягкой стали длиной 282 мм, шириной 90 мм и толщиной 12 мм. С наружной стороны накладываются соединительные алюминиевые планки длиной 282 мм, шириной 100 мм и толщиной 16 мм и двенадцать болтами диаметром 13 мм стягиваются с внутренними стальными планками.

Конструкции ответвлений от шин (рис. 3, а и б), как и материал деталей, в принципе аналогичны линейным соединениям. При отводе по рис. 3, а делаются внутренние планки длиной 140 мм, толщиной 12 мм и шириной 100 мм; при отводе по рис. 3, б применяются две планки шириной по 35 мм, которые прикрепляются к шинам винтами диаметром 5 мм. Наружные алюминиевые соединительные планки Г-образной формы имеют длину 252 мм, толщину 16 мм. Они стягиваются двенадцатью болтами диаметром 13 мм с внутренними вспомогательными планками. Эта конструкция применима также для поворота шин на 90°.

Ответвления от пакета коробчатых шин одной полюсы выполняются по рис. 3, в.

Приведенные довольно сложные соединения могут быть заменены сваркой.

Компенсаторы (рис. 4) собираются из двенадцати листов алюминия длиной 320 мм, шириной 100 мм и толщиной 1 мм и изгибаются с минимальным радиусом кривизны 34 мм.

С обеих сторон по концам компенсатора накладываются алюминиевые планки 100×100 мм, толщиной 3 мм и прикрепляются к пакету компенсатора — каждая пара двумя алюминиевыми заклепками. С внутренней стороны располагаются вспомогательные угольники из оцинкованной мягкой стали длиной 100 мм, шириной полки 37 мм и толщиной 12 мм и прикрепляются каждый четырьмя винтами диаметром 5 мм. Снаружи накладываются ком-

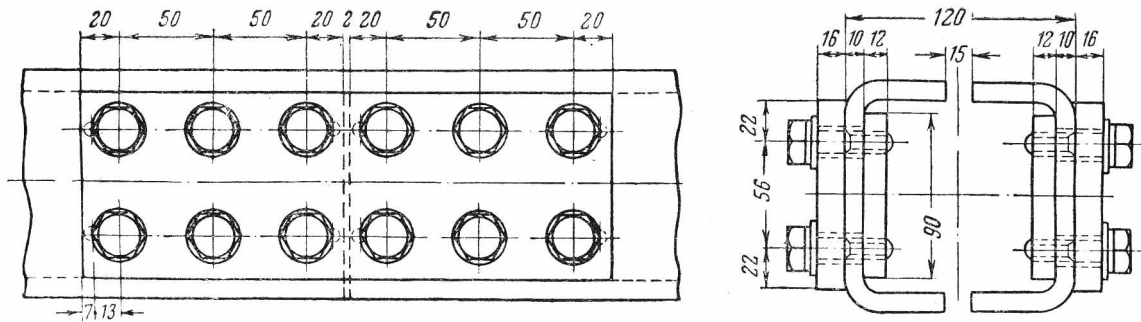


Рис. 2. Линейное соединение шин накладками.

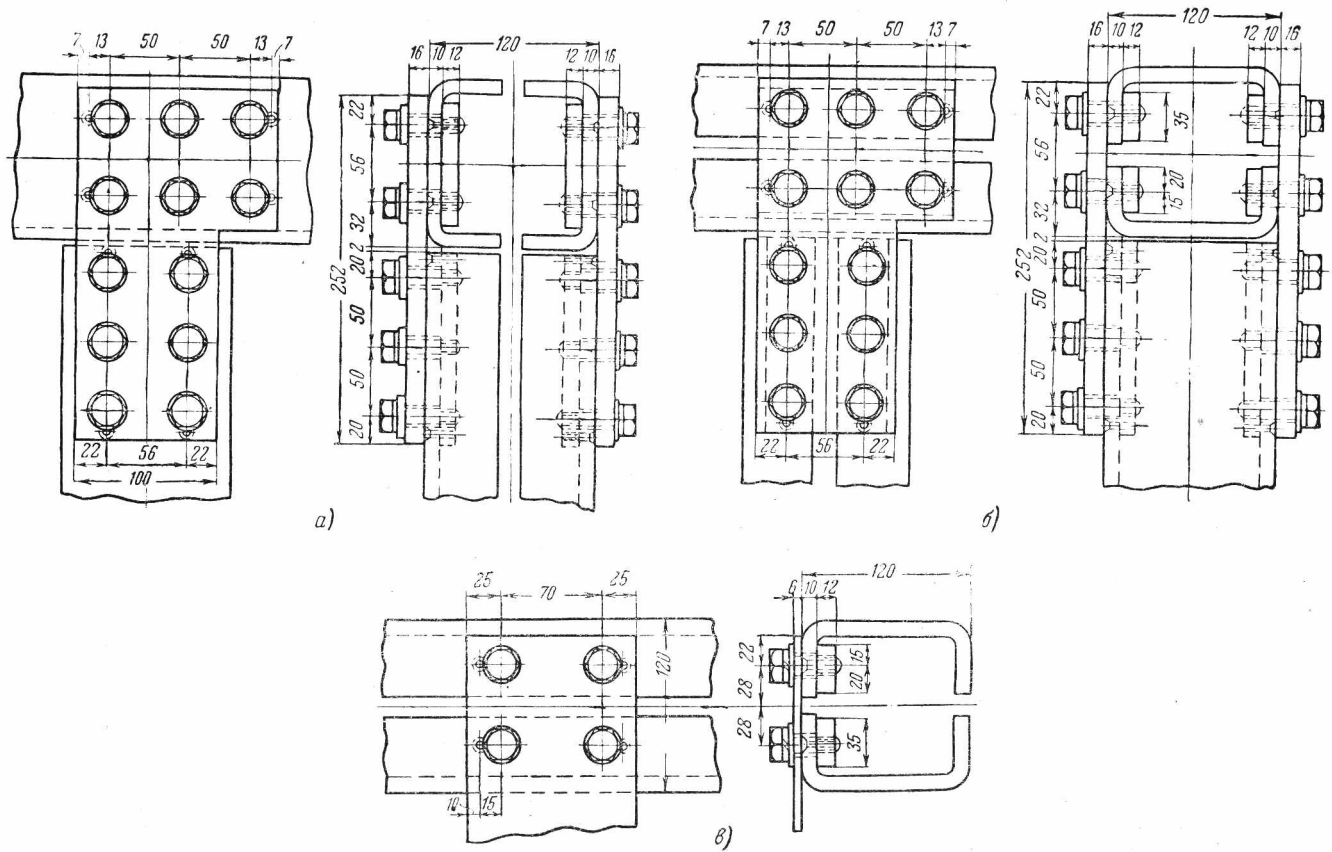


Рис. 3. Конструкции ответвлений.

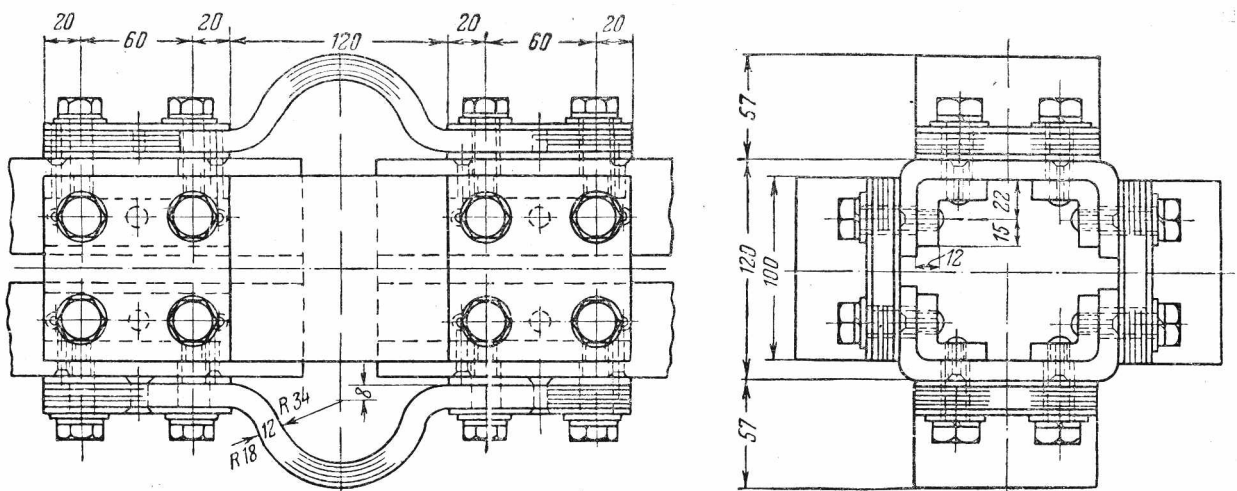


Рис. 4. Компенсаторы.

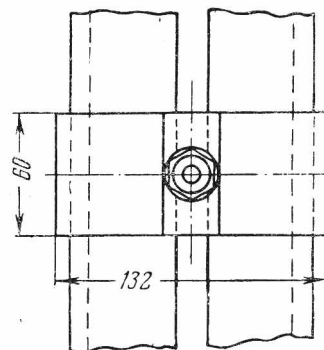
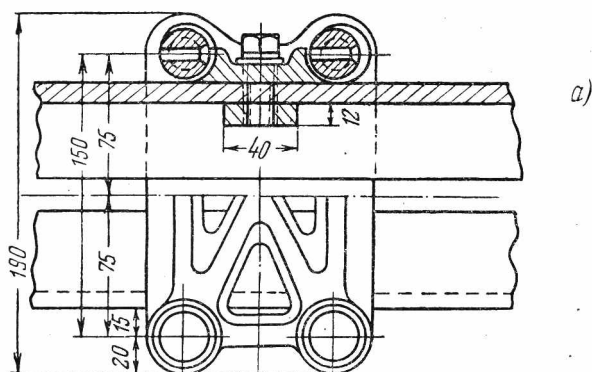
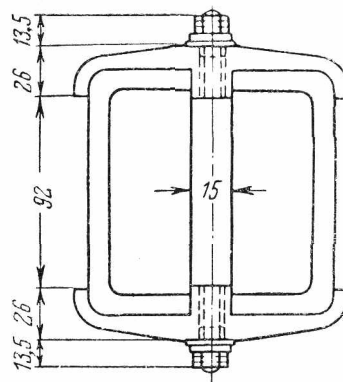
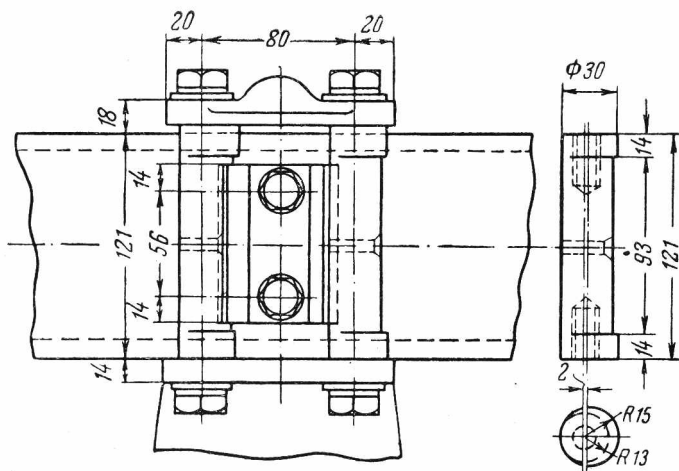


Рис. 6. Дистанционные распорки шин.

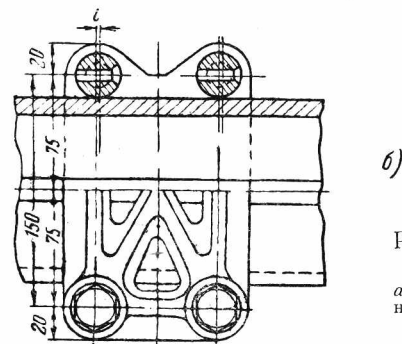
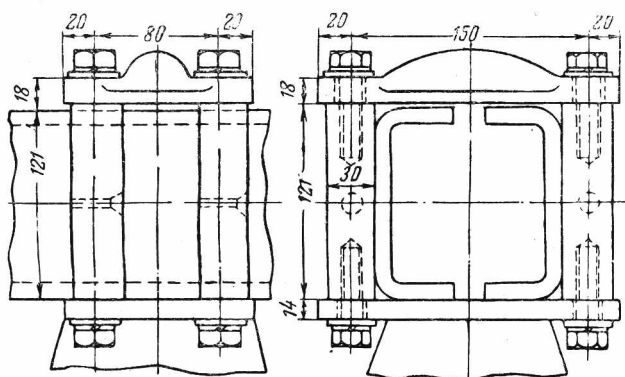


Рис. 5. Шинодержатели.

a — для жесткого крепления; *b* — допускающие перемещение шин.

пенсаторы и стягиваются с внутренними вспомогательными угольниками восемью болтами диаметром 13 мм.

Отверстия в шинах диаметром 14 мм под болты и диаметром 6 мм под винты здесь также принимаются несколько большего диаметра с учетом неточности разметки центров отверстий. При алюминиевых компенсаторах контактная поверхность медных выводов покрывается слоем оловянного припоя.

Шинодержатели (рис. 5) применяются двух типов; для жесткого крепления шин на изоляторах — *a* и допускающие перемещение шин — *b*.

Шинодержатели жесткого крепления имеют упорный элемент, состоящий из вспомогательной планки освоенной мягкой стали длиной 90 мм, шириной 40 мм и толщиной 12 мм.

Стойки шинодержателя из оцинкованной мягкой стали длиной 121 мм имеют в средней части диаметр 26 мм, а по краям, перед планками шинодержателей, на высоте 14 мм — диаметр 30 мм, с расположением этих частей эксцентрично относительно оси стойки, с эксцентриситетом 2 мм.

Верхняя планка шинодержателя отливается из алюминия. Стойки скрепляются с планками шинодержателя болтами диаметром 15 мм. Все болты шинодержателя снабжаются простыми и пружинящими шайбами.

Отверстия в средней части стоек служат для их поворота с целью избежать перекаса шин при неточной установке изоляторов.

Наличие эксцентричных кольцевых выступов дает возможность перемещать шины в пределах 4 мм в поперечном направлении.

Конструкция шинодержателей, допускающих скольжение, аналогична описанной. Здесь сами стойки эксцентричны болтам. Поворот стоек на 2 мм дает возможность некоторого поперечного перемещения шин для их выпрямления при неточно установленных изоляторах.

На рис. 6 изображена конструкция дистанционных распорок, применяемых в пролетах между изоляторами. Алюминиевые колпачки скрепляются стальными шпильками, снабженными гайками с простыми и пружинящими шайбами.

Распорки необходимы для электродинамической устойчивости шин и для сохранения формы квадрата в пролете.

Применяемые в конструкциях болты, винты и простые шайбы изготавливаются из оцинкованной мягкой стали; пружинящие шайбы — из оцинкованной специальной стали.

Инж. Б. Н. Михалев



ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

Внутризаводской хозрасчет в действии¹

Внедрение на минских электростанциях суточного учета затрат на производство способствовало укреплению хозяйственного расчета во всех звеньях предприятия и значительно улучшению технико-экономических показателей работы предприятий.

Суточный учет затрат на производство потребовал осуществления ряда подготовительных организационно-технических мероприятий. На минских гэс 1 и тэц 2 были пересмотрены и уточнены технико-экономические нормы расхода топлива, электроэнергии на производственные нужды и других затрат на производство. Новые нормы разработывались на основе учета опыта передовых людей производства.

На электростанциях проведена большая работа по составлению ценников на материалы, топливо, инвентарь и запасные части.

До введения суточного хозрасчета начальники цехов в требованиях указывали только количество испрашиваемых материалов, а их расценка производилась впоследствии в бухгалтерии. В настоящее время начальники цехов в требованиях указывают одновременно количество и цену материалов. В целях экономии они также изыскивают возможности замены дорогостоящих привозных материалов местными.

Организация суточного хозрасчета позволяет оперативно контролировать и осуществлять мероприятия по снижению материальных затрат на производство.

На гэс 1 до введения внутризаводского хозрасчета расходовались значительные суммы на оплату городской водопроводной воды, используемой в производстве и на хозяйственные нужды. В настоящее время организовано использование речной воды, что дает экономии до 25 тыс. руб. в месяц.

В связи с переходом на суточный хозрасчет значительно улучшился учет материальных затрат на производство. В цехах установлена контрольно-измерительная аппаратура (электросчетчики, водомеры, паромеры), наведен порядок в весовом хозяйстве. Обеспечение цехов контрольно-измерительной аппаратурой создало возможность ежедневно определять фактический расход электроэнергии, пара и воды на производство. Переход к учету фактических затрат энергии и воды отдельно по цехам повысил интерес к экономии и способствовал усилению контроля и снижению непроизводительных потерь.

В результате упорядочения электрохозяйства (изъятие электродвигателей повышенной мощности, сокращение расхода электроэнергии на холостой ход и др.) достигнуто значительное сокращение расхода электроэнергии на производственные нужды.

Значительным источником экономии затрат на производство является сокращение расходов на услуги вспомогательных цехов внутри предприятий и услуг со стороны. Ранее основные цехи в ряде случаев широко пользовались услугами ремонтно-механического, ремонтно-строительного, транспортного и других вспомогательных цехов для выполнения сравнительно несложных работ. После введения суточного учета затрат начальники основных цехов стали расчетливее относиться к заказам, передаваемым другим цехам, реже пользоваться услугами ремонтных цехов, добиваясь удлинения межремонтных сроков работы оборудо-

вания путем улучшения ухода за ним, профилактических ремонтов, а также выполнения текущих ремонтных работ собственными силами.

Бережное отношение к оборудованию, инструменту и инвентарю позволило сократить расходы на услуги вспомогательных цехов и высвободить часть рабочих вспомогательных цехов для выполнения капитальных ремонтов. На гэс 1 оказалось возможным ликвидировать самостоятельный ремонтно-строительный цех, что позволило высвободить производственную площадь и использовать освободившихся рабочих в основных цехах.

На электростанциях цехи получают ежемесячно планы-задания по основным технико-производственным показателям: объему выработки тепло- и электроэнергии, лимитам по труду, заработной плате, лимитам на материалы и запасные части, плановую смету производства по всем элементам затрат с расчетом цеховой себестоимости 1 т натурального топлива (для топливно-транспортных цехов), 1 мкал (для котельного цеха) и 1 квтч (для машинного и электрического цехов).

Расчет планового лимита по труду, заработной плате и себестоимости дается также на декаду и на каждые сутки по цеху, а в цехах — по сметам и бригадам.

Пока недостаточно разработана методика планирования статей расходов: «Услуги со стороны», «Услуги своих цехов», «Текущий ремонт», «Прочие расходы», «Общезаводские расходы». Эти затраты планируются по цехам на основе опытно-статистических данных и отражаются в оперативном учете в размере плановых лимитов.

Спорным является вопрос о целесообразности планирования цехам независимых от их производственной деятельности расходов («Прочие расходы», «Общезаводские расходы»), тем более что учет фактических затрат в цехе по этим статьям практически невозможен.

За достигнутые успехи в выполнении плана выработки электроэнергии и улучшение экономических показателей работники тэц 2 за 1950 г. получили свыше 500 тыс. руб. премий. Значительные суммы премий получили также работники гэс 1.

Для повышения действенности системы премирования на минских электростанциях организован повседневный учет выполнения плановых показателей и выполнения норм выработки каждым рабочим. Каждый рабочий ежедневно знает результаты своей борьбы за экономию топлива и электроэнергии, денежное выражение достигнутой экономии и сумму начисленной ему премии за истекшую смену и с начала месяца.

В организации внутризаводского хозрасчета и учета оперативной себестоимости энергии на минских электростанциях имеется также ряд серьезных недостатков. На тэц 2 имеются значительные сверхнормативные запасы товарно-материальных ценностей, замедляющие оборачиваемость государственных средств. Весьма велики непроизводительные потери в связи с недогрузкой вагонов и повышенной влажностью топлива. Допущен значительный перерасход по общезаводским расходам.

Дальнейшее укрепление и усовершенствование внутризаводского хозрасчета, использование лучшего опыта в организации суточного учета затрат на производство будут способствовать достижению новых успехов в борьбе за выполнение государственного плана выработки электроэнергии и обеспечение рентабельной работы электростанций.

Инж.-экон. С. Г. Нисенбаум

¹ Опыт организации суточного хозрасчета на минских электростанциях Белорусэнерго.

Номограммы для определения экономичности работы электростанции

На электростанции разработаны номограммы, дающие возможность быстро определять по данным эксплуатационного контроля экономичность работы котельных и турбинных агрегатов и по данным химических анализов — теплотворную способность топлива.

Необходимыми данными для построения номограммы к. п. д. котельных агрегатов (рис. 1) и пользования ею являются теплотворная способность угля Q_n^p , зольность рабочей массы угля — A^p , содержание горючих в уносе Z , температура уходящих газов T_{yx} и содержание CO_2 в уходящих газах.

При построении номограммы сумма потерь от химической неполноты горения и в окружающую среду ($q_3 + q_5$) принята постоянной. Величина потери тепла с уходящими газами вычислена по формуле:

$$q_2 = k \frac{T_{yx} - t_a}{CO_2} \%,$$

где k — коэффициент, зависящий от влажности топлива и CO_2 , в данном случае принятый равным 0,68.

Имеется также допущение, что температура холодного воздуха t_a — величина постоянная и в номограмме принята равной $30^\circ C$.

Потеря тепла от механической неполноты горения определена по формуле

$$q_4 = \frac{Z_y}{100 - Z_y} \frac{A^p \cdot 8100}{Q_n^p} n + \frac{Z_{шл}}{100 \cdot Z_{шл}} \frac{A^p \cdot 8100}{Q_n^p} (1 - n),$$

где n — доля золы с уносом по опытным или другим данным (принято $n \approx 0,85$);

$Z_{шл}$ — содержание горючих в шлаке (принято постоянным).

При построении номограммы в части, относящейся к q_4 , величина Q_n^p учтена двумя предельными линиями для данного содержания горючих в уносе. Сплошная линия соответствует $Q_n^p = 6000$ ккал/кг, пунктирная — 5500 ккал/кг, применительно к получаемому станцией топливу. Значения q_4 , соответствующие всем промежуточным величинам Q_n^p , находятся между сплошной и пунктирной линией для данного содержания горючих.

Линия, соединяющая полученные величины q_3 и q_4 в точке пересечения с линией η_k дает величину к. п. д. котлоагрегата.

Потери $q_3 + q_5$ учтены соответствующим смещением линии η_k . В нашем примере принято $q_3 + q_5 = 2\%$.

Номограмма для определения к. п. д. турбин (рис. 2) построена по выражению

$$\eta_T = \frac{860 P}{D (i_0 - t_{n.s})} \%,$$

где P — энергия, отдаваемая генератором в час, смену или сутки, тыс. кВт;

D — расход пара турбиной за тот же период времени, т;

i_0 — теплосодержание пара, ккал/кг;

$t_{n.s}$ — температура питательной воды за подогревателями, $^\circ C$.

На номограмме слева вверху графически дана разность $t_0 - t_{n.s}$. Горизонтальная линия правого верхнего квадранта определяет $D (i_0 - t_{n.s})$, т. е. все тепло, затраченное в турбине.

При постоянстве параметров пара перед турбиной теплосодержание пара i_0 постоянно. Для определения i_0 при отклонении параметров слева внизу приведен соответствующий участок i_s -диаграммы в увеличенном масштабе.

Одна и та же номограмма может быть использована для определения результатов работы турбины за час или за смену. Для определения работы за смену следует, ничего не меняя в номограмме, увеличить в 10 раз (т. е. приписать по нулю) значения D и P .

Для всех котлоагрегатов используется одна номограмма. Для турбинного цеха построены две: одна для турбин блока среднего давления и вторая для турбин высокого давления.

Номограммы с успехом используются в группе технического учета при подсчете показателей по агрегатам и сменам. Они экономят время даже при небольшом количестве работающих агрегатов, давая достаточную точность подсчетов.

Эти номограммы также полезны для персонала, обслуживающего котлы и турбины (начальники смен, кочегары, машинисты); они дают возможность по нескольким показателям быстро определять с достаточной точностью экономичность работы агрегатов без производства подсчетов. Очень важно, что с помощью номограммы персонал узнает результаты своей работы сразу же по окончании смены, до получения данных из группы технического учета.

Номограммы дают возможность легко оценивать влияние изменения исходных данных (температура уходящих

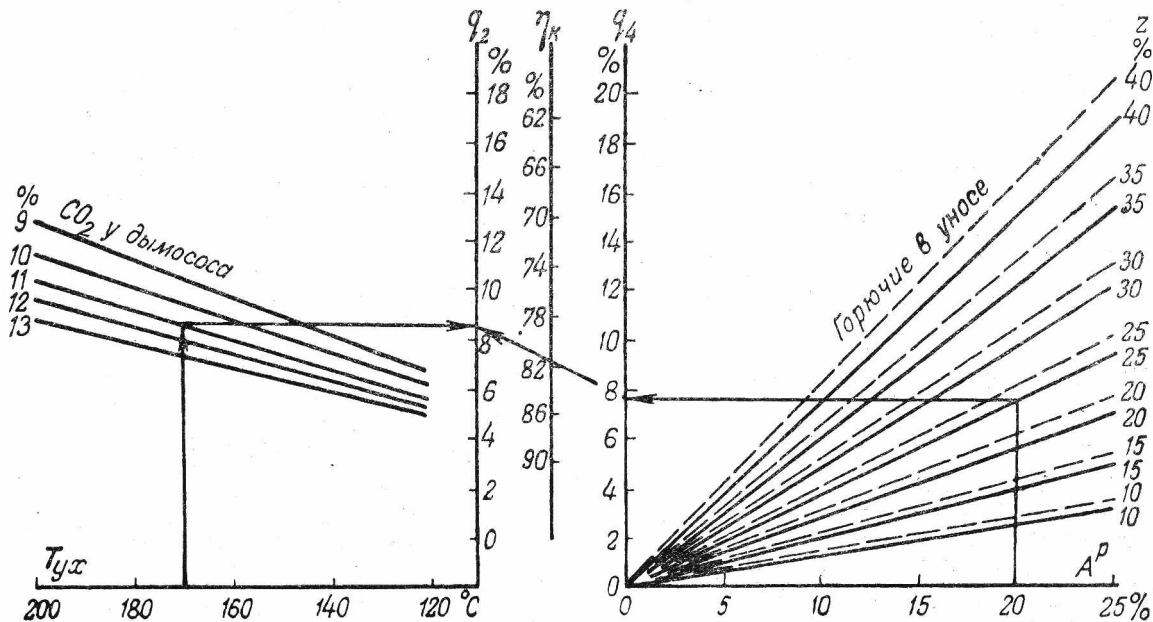
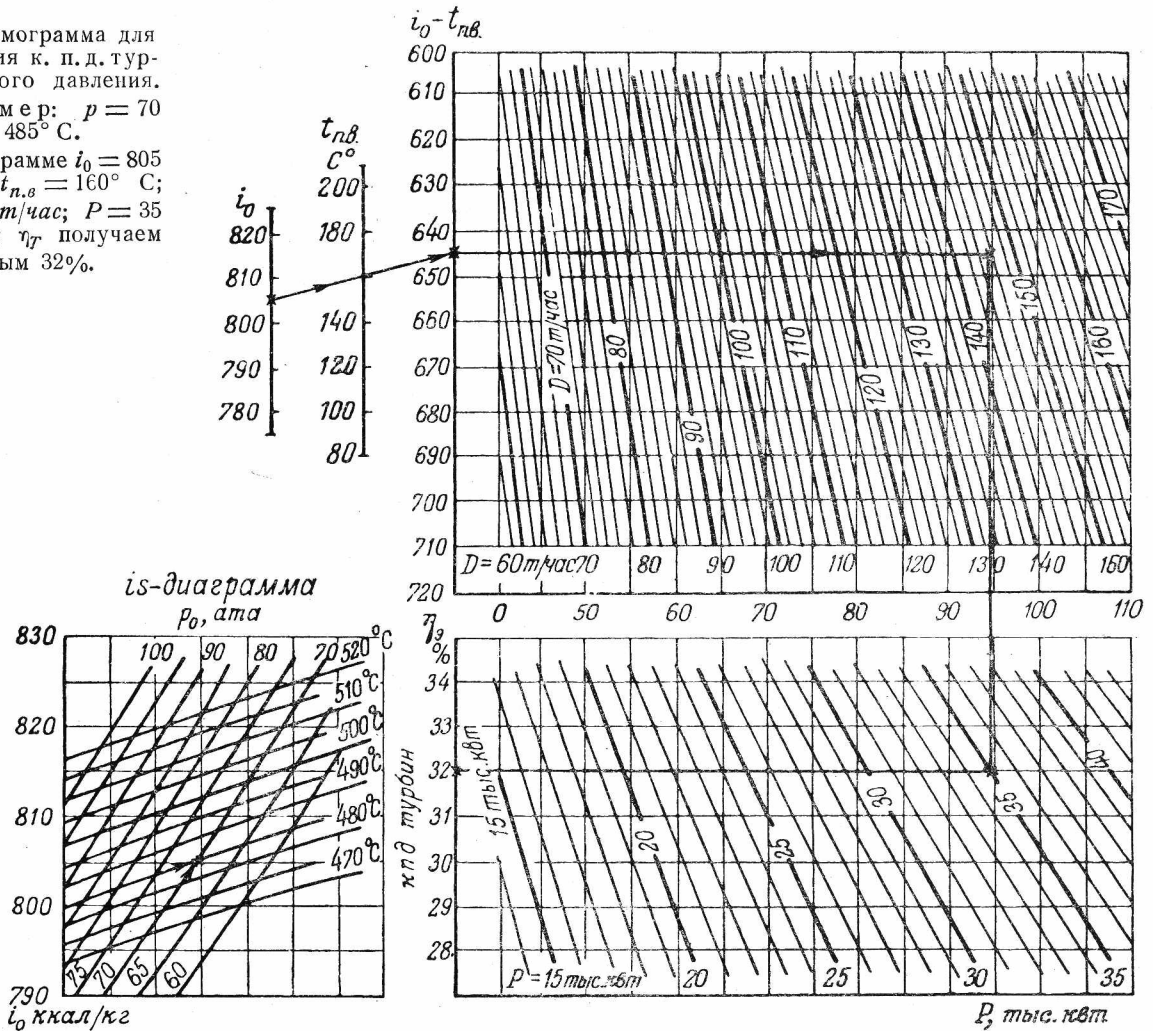


Рис. 1. Номограмма для определения к. п. д. котельного агрегата.

Рис. 2. Номограмма для определения к. п. д. турбин высокого давления.

Пример: $p = 70$ атa; $t_0 = 485^\circ \text{C}$.

По is -диаграмме $i_0 = 805$ ккал/кг; $t_{п.в} = 160^\circ \text{C}$; $D_0 = 146$ м/час; $P = 35$ тыс. кВт; η_T получаем равным 32%.



газов, CO_2 , зольность топлива, температура подогрева воды и т. д.) на экономичность агрегатов, что весьма важно при производстве технико-экономических анализов.

На электростанции используется также номограмма для быстрого определения $Q_{п.в}^p$, которая значительно упрощает подсчеты, производимые в химической лаборатории; ошибки в подсчетах менее вероятны и, кроме того, имеется возможность легко пресконтролировать полученный результат.

Точность получаемого подсчета по номограмме достаточно высока. Погрешность в сравнении с непосредственным подсчетом не более 10 ккал/кг.

Приведенные номограммы могут быть видоизменены в зависимости от условий работы.

Инж. В. И. Фрейдин

ОТ РЕДАКЦИИ

Целесообразность использования в эксплуатации номограмм, подобных описанной, беспорна. Желательно произвести построение их с меньшим числом допущений, чем это сделано в описанном примере.

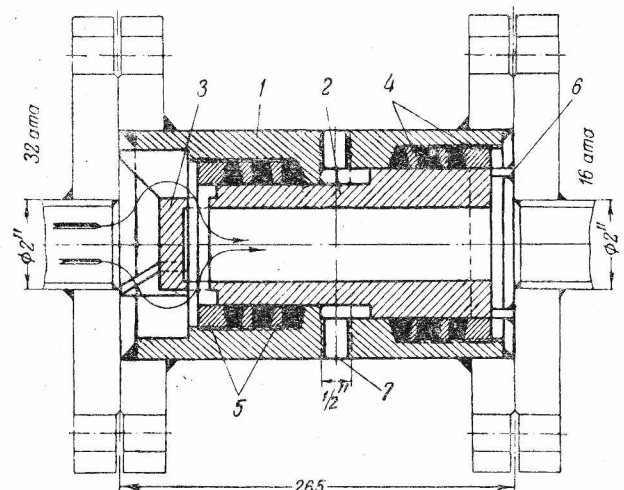
Новый тип парового редуктора

Предложенный автором и осуществленный на тэц редукционный клапан¹ с дифференциальным поршнем для редуцирования перегретого пара с давлением 32 ат на давление 16 ат (см. рисунок) состоит из стального корпуса 1, поршня 2 и клапана 3. С обеих сторон корпуса имеются канавки для сальниковых колец. Примерно на середине корпуса находятся два разгрузочных отверстия. Со стороны входа пара, в корпусе, с внутренней стороны, сделана выточка для посадки клапана 3.

¹ Авторское свидетельство № 90418.

Поршень 2, передвигающийся внутри корпуса в обе стороны, представляет собой двухступенчатый полый цилиндр, у которого кольцевые площади торцов различны по размерам, в зависимости от заданных давлений пара до и после редуктора.

Клапан 3 вставлен в корпус и прижат фланцем к торцу его выточки. Сальниковые кольца 4 и 5 устанавливаются в корпусе редуктора на резьбе. Для ввертывания колец в корпус с торцевой стороны их имеются отверстия для ключа.



Редукционный поршневой клапан.

1 — корпус; 2 — поршень; 3 — клапан; 4 — сальник диаметром 130 мм; 5 — сальник диаметром 110 мм; 6 — ограничитель хода поршня; 7 — отверстие для разгрузки.

В качестве сальниковой набивки используется прографиченный асбестовый шнур. Редуктор устанавливается на фланцах, приваренных с обеих сторон корпуса. Все детали редуктора изготавливаются из стали различных марок, в зависимости от параметров пара.

При окончательной сборке парового редуктора особое внимание было уделено набивке сальников. Эта операция, так же, как и установка и пуск редуктора в работу, производится по специально разработанным инструкциям.

При открытии парового вентиля перед клапаном поршень, под действием давления рабочей среды, отходит от клапана. Редуцируемая рабочая среда через образовавшееся отверстие заполняет паропровод и, по мере роста давления за редукционным клапаном, поршень возвращается к клапану. Если расхода пара за редукционным клапаном нет, то поршень подходит вплотную к клапану и запирает проходное отверстие.

В случае постоянного расхода пара (воды, масла, газа или воздуха) за редукционным клапаном поршень, приближаясь или удаляясь от клапана, постоянно поддерживает заданное давление, которое определяется соотношением торцевых площадей поршня. Назначение разгрузочных отверстий заключается в предотвращении образования паровой (водяной, масляной и т. д.) подушки в нейтральной камере за счет возможного просачивания пара (воды, масла и т. д.) через сальники.

Первый образец клапана принят в промышленную эксплуатацию с 15 марта 1950 г. За весь период своей работы он не подвергался ремонту и надежно удерживает заданные параметры пара по давлению и расходу. В настоящее время силами ремонтно-механической мастерской изготовлены подобные редукционные клапаны для насыщенного пара.

А. Е. Терехин

ОТ РЕДАКЦИИ

Прибор описанного г. Терехиным типа может быть использован для установок, где не требуется поддерживать строго постоянным конечное давление пара, например при дросселировании острого пара для обдувки поверхностей нагрева, разогрева мазута и т. п.

Из опыта нормирования котловой воды

Однотрубный секционный и экранированный котел с двумя сухопарниками рабочим давлением 60 ат и температурой перегретого пара 450°С оборудован сепарацией швеллерового типа. На торцах барабана помещаются стбойные коробки. Для отвода пара в верхней части имеются две паросборные трубы. Сухопарники снабжены отбойными коробами и швеллеровыми сепараторами.

Котел при установленной для него норме сухого остатка котловой воды 700—900 мг/л работал с очень частыми бросками котловой воды. Так, например, за 1949 г. на котле по регистрирующему солемеру было отмечено 6 687 бросков. В 1950 г. на котле была установлена жалюзийная сепарация типа ЦКТИ с разрывом пены, после чего химическая лаборатория тэц установила для котла временную норму котловой воды по сухому остатку — 1 600 мг/л. В мае—июне 1950 г., с целью уточнения норм котловой воды, было произведено теплотехническое испытание котла.

Во время испытания котла содержание соли в насыщенном паре измерялось по регистрирующему солемеру ЦКТИ, а щелочность и сульфатный остаток — методом химического концентрирования катионов. Содержание соли в котловой воде по сухому остатку и щелочности определялось через каждые 30 мин. Соответственно регистрировались нагрузка, уровень воды в барабане котла и давление на котле. Длительность каждого испытания около 15 час. В таблице представлены результаты теплотехнического испытания котла с содержанием соли в котловой воде 700—1 100 и 1 300—1 700 мг/л при одинаковых режимах работы котла.

При вскрытии и осмотре барабана котла было установлено, что уровень воды по оси барабана котла с левой стороны был на 50 мм выше, чем с правой стороны. Ка-

Результаты теплотехнического испытания котла 60 ат

Показатели качества пара	Содержание соли в котловой воде			
	700—1 100 мг/л		1 300—1 700 мг/л	
	Левая сторона	Правая сторона	Левая сторона	Правая сторона
Содержание соли, мг/л	1—2	2—3	1,5—2,0	2—10
Щелочность, °Н	0,04	0,03—0,04	0,04—0,05	0,04—0,13
Сульфатный остаток, мг/кг	0,06	1,0	0,08	1,30
Броски котловой воды	Нет	Нет	Нет	Есть

ких-либо повреждений сепарационных устройств не было обнаружено.

При испытании котла были отмечены случаи бросков котловой воды по причине неравномерного ввода фосфатов, когда в барабане котла создавались кратковременные концентрации солей, значительно превосходящие критическое содержание соли.

Для котла были установлены нормы содержания соли в 700—1 100 мг/л. Причем, ввиду того, что на тэц в течение многих лет проточная часть турбин заносится солями, было решено снизить содержание соли в котловой воде и на остальных котлах. Результатом этого явилось резкое сокращение бросков котловой воды по всем котлам. За 1949 г. по регистрирующим солемерам на всех котлах насчитывалось более 23 000 бросков, а за 1950 г. число их снизилось до 6 400. При этом загрязнение перегревателей отложениями солей значительно уменьшилось, а занос солями предвключенных турбин остался на прежнем уровне. Химическая лаборатория тэц, пользуясь методом химического концентрирования катионов, определила качество насыщенного пара на других котлах, причем было обнаружено, что некоторые из них по качеству пара рабстают с химическим перекосом, т. е. стороны одного и того же котла выдают пар с сульфатным остатком от 0,1 до 2 мг/кг пара.

Можно предполагать, что на тэц обычные броски котловой воды загрязняют главным образом перегреватели котлов, а занос солями проточной части турбин обуславливается преимущественно систематическим уносом солей паром из котлов, когда содержание соли в паре по сульфатному остатку превышает 0,1—0,2 мг/кг.

Равномерный режим продувки котлов также, повидимому, влияет на качество пара, так как ручное регулирование продувки котла, особенно при большой добавке катионированной воды, нередко поднимает содержание соли в котле значительно выше критического. На одном котле ЦКТИ установил автоматический регулятор содержания соли в котловой воде. В 1949 г. на этом котле было зарегистрировано более 1 500 бросков, а в 1950 г. после установки регулятора отмечено только 60 бросков.

Инж. И. Т. Деев

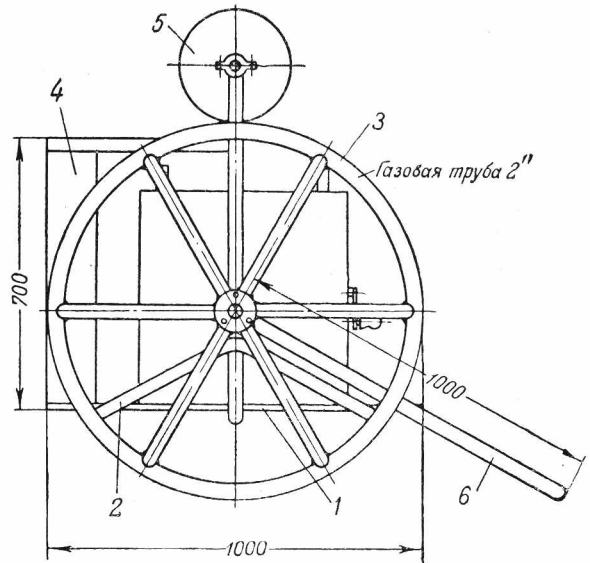
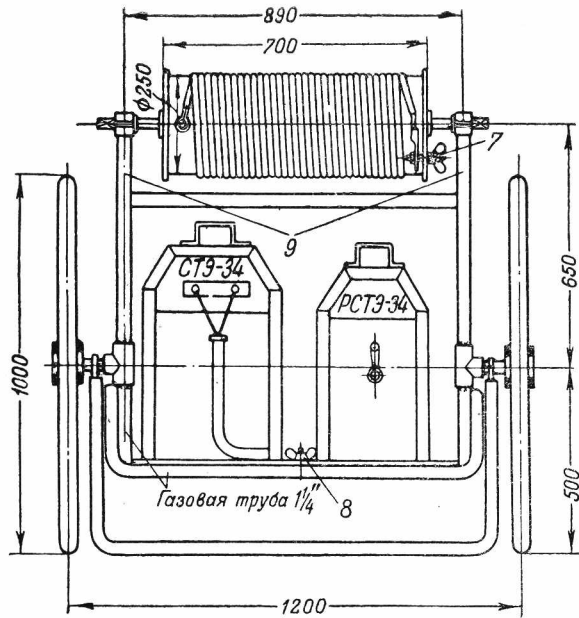
Передвижной электросварочный пост

Электросварка при ремонтных работах производится в условиях меняющегося рабочего места.

Перемещения сварочного агрегата обычно производятся переноской сварочного трансформатора и его регулятора (дросселя), а электрические соединения между ними выполняются наспех в виде «временки». Агрегат переносит зачастую без необходимой осторожности и провода к электрододержателю волочат по земле. Все это отрицательно сказывается на сохранности, сроке службы агрегата и затрудняет выполнение требований техники безопасности.

В связи с этим представляет интерес устройство передвижного электросварочного поста, предложенного инж. Карась и Барц (трест «Южэлектромонтаж»).

Пост (см. рисунок) состоит из основной площадки 1 размером 900 × 1 000 мм, на которой размещен сварочный



трансформатор СТЭ-34 и его регулятор (дрессель). Площадка помощью двух кронштейнов 2 подвешена к осям ходовых колес 3. Центр тяжести сварочного агрегата расположен ниже точки подвеса площадки, благодаря чему обеспечено устойчивое положение площадки и устранена возможность опрокидывания устройства.

Для присоединения поста к внешней сети служит распределительный щиток, расположенный в верхней части шкафа 4, нижняя часть которого служит ящиком для хранения электрододержателя, маски и т.п. Над сварочным агрегатом на двух стойках 9 расположен барабан, играющий роль катушки для наматывания рабочего провода к электрододержателю. Размеры катушки 5 рассчитаны на длину провода до 30 м.

Для перемещения поста служит тяговая рамка 6. При общем весе поста около 450 кг он свободно передвигается двумя рабочими.

Вся соединительная проводка в пределах поста между распределительным щитком, трансформатором и его регулятором сделана постоянной, в стальных трубах. Это избавляет от необходимости каждый раз выполнять все соединения между отдельными элементами агрегата. Сварщику приходится лишь присоединять щиток поста к внешней сети и питательный провод — к зажиму 7.

Для питания рабочего провода, расположенного на катушке 5, служит зажим 7, которым рабочий провод после разматывания соединяют специально предусмотренным питательным проводом со стороны низшего напряжения сварочного трансформатора. Перед перемещением поста этот питательный провод отсоединяется от зажима 7, а рабочий провод наматывается на катушку, которую вращают, действуя на ее реборды. Для заземления поста предусмотрен зажим 8.

Инж. Д. М. Андрианов

Борьба с парениями дренажных баков

На тэц завода дренажный бак был установлен в зольном помещении; вблизи были размещены углеразмольные мельницы и кабельные сборки 500 и 220 в. Все дренажи машинного и котельного цехов были направлены в бак; на дренажных трубопроводах вместо конденсационных горшков были установлены дроссельные шайбы. Бак очень парил через лаз на крышке, в результате чего механизмы и кабели сильно увлажнялись.

Эксплоатационный персонал предпринимал различные меры борьбы с парением бака, но результатов не добился. Так, например, в дренажном баке старались держать повышенный уровень воды, но вследствие сильного бурления вода переливалась в линию; полное уплотнение дренажного бака вызывало гидравлические удары.

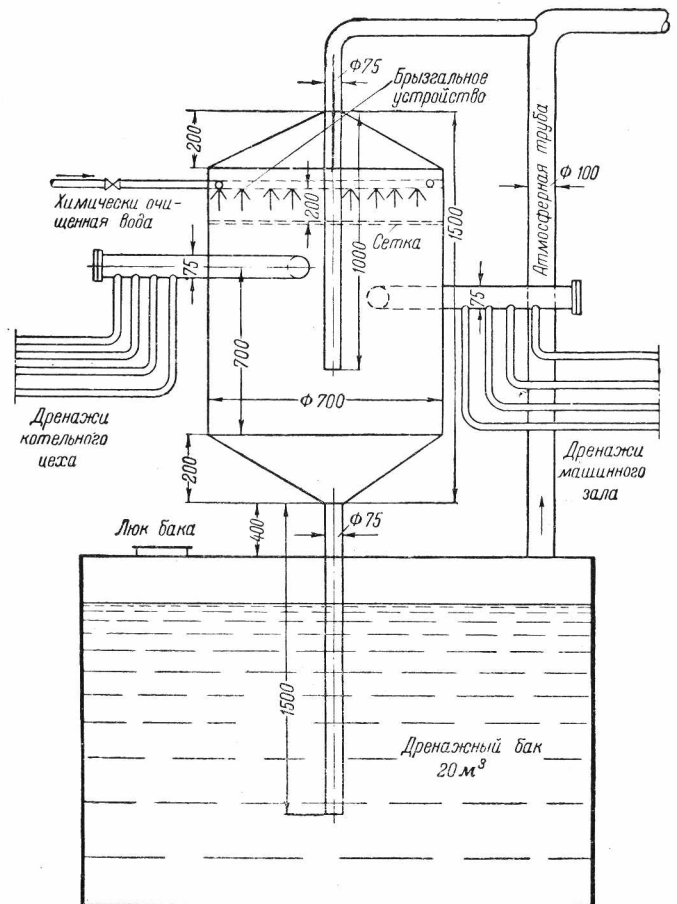


Схема расширительно-увлажнительной установки.

Конденсация пара осуществляется брызгальным устройством, которое состоит из брызгального кольца и металлической сетки, располагаемой под кольцом.

К кольцу подведена химически очищенная вода с температурой 20°С (можно подвести и конденсат).

Данная установка работает безотказно. Опыт эксплуатации ее показал, что всякое парение дренажного бака было полностью устранено.

Инж. А. Д. Дядюченко

Из опыта испытаний междувитковой изоляции электродвигателей

Для испытания междувитковой изоляции электродвигателей на электростанции была изготовлена описанная инж. А. А. Тимофеевко¹ высокочастотная импульсно-мостовая установка и проведено испытание междувитковой изоляции обмотки статора высоковольтного асинхронного двигателя. При этом был принят следующий неправильный порядок испытания: 1) испытание главной изоляции мегомметром; 2) испытание корпусной изоляции повышенным напряжением; 3) испытание междувитковой изоляции высокочастотной установкой. В результате во время испытания междувитковой изоляции высокочастотной установкой произошел пробой корпусной изоляции обмотки статора, что осталось незамеченным.

После профилактических испытаний двигатель был сдан в эксплуатацию с дефектом, что было обнаружено лишь при его пуске. Учитывая, что при испытаниях междувитковой изоляции импульсно-мостовой установкой может произойти повреждение корпусной изоляции должен быть принят следующий порядок испытания: 1) испытание изоляции мегомметром; 2) испытание междувитковой изоляции высокочастотной установкой; 3) испытание повышенным напряжением всей изоляции по отношению к корпусу.

При таком порядке пробы или ослабления изоляции по отношению к корпусу, могущие возникнуть при испытании импульсом высокой частоты, будут выявлены последующим испытанием обмотки повышенным напряжением.

Учитывая, что методика испытания междувитковой изоляции еще недостаточно изучена и регламентирована, при проведении испытаний междувитковой изоляции двигателей следует иметь в виду описанный случай.

Инж. Н. И. Силов

¹ См. „Электрические станции“, № 6, 1950 г.

О подогреве трансформаторов методом потерь в кожухе

На контрольный подогрев необходимо было поставить установленные на разных открытых подстанциях два трансформатора 35/6 кВ мощностью 15 000 и 3 200 кВА, полностью залитых маслом, при наружной температуре — 4°С и ветре до 5—8 м/сек.

Для подогрева в режиме короткого замыкания для трансформатора 15 000 кВА требовался ток порядка 1 100 А, а для трансформатора 3 200 кВА — около 350 А при напряжении 380 В.

Однако в обоих случаях отсутствовала на подстанциях необходимая для этого трансформаторная мощность при 380 В. Поэтому пришлось остановиться на подогреве этих трансформаторов потерями в кожухе путем наложения обмоток на кожух трансформаторов.

На кожухи трансформаторов был наложен слой асбеста толщиной в 8 мм, утеплены асбестом дно и крышка, и трансформаторы были укутаны брезентовой палаткой. Радиаторы совершенно не утеплялись.

Для уменьшения циркуляции масла были закрыты вентили радиаторов, сначала только нижние, чтобы дать возможность маслу при его расширении вследствие подогрева радиаторов свободно перейти в бак, а затем при подогреве трансформатора до 50—55°С были закрыты и верхние вентили, что ускорило процесс подогрева.

Согласно обычным расчетам для сушки трансформаторов и справочным данным на кожух трансформатора 15 000 кВА было намотано 47 витков, включенных на напряжение 110 В, а на кожух трансформатора 3 200 кВА — 46 витков, включенных на напряжение 200 В, при этом ток установился соответственно в 90 и 80 А.

Эти обмотки, обычно достаточные для сушки сердечника трансформатора в кожухе без масла и радиаторов, оказались недостаточными для подогрева трансформаторов до 70°С при наличии в них масла и установленных радиаторов.

За 28—36 час. нагрева трансформаторов температура верхнего слоя масла достигла всего 20—22°С и больше не поднималась. Тогда ток в обмотке кожуха трансформатора 15 000 кВА был увеличен до 140 А путем присоединения ее к напряжению 220 В вместо 110 В.

На трансформаторе 3 200 кВА был введен донный подогрев, для чего под дно была установлена рама из швеллера № 20, при этом число витков было увеличено до 110, из которых 15 витков были намотаны на раму донного подогрева. Напряжение обмотки было увеличено до 350 В и ток установился 65—70 А. При этих условиях температура в 70°С была достигнута на трансформаторе 15 000 кВА через 42 час., а на трансформаторе 3 200 кВА через 30 час.

Замер температуры производился манометрическим и ртутным термометрами, установленными в трубках на крышках трансформаторов. Опасаться местного перегрева не было основания, поскольку трансформаторы были залиты маслом.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что контрольный подогрев трансформаторов большой мощности, залитых полностью маслом, при установленных радиаторах можно произвести методом потерь в кожухе, путем наложения обмоток на их баки, причем при определении числа ампервитков этой обмотки должно учитываться увеличение охлаждающей поверхности за счет радиаторов, даже если их вентили перекрыты.

Инж. Я. А. Ирлахман

Применение прибора для контроля влажности обмоток трансформаторов

В соответствии с инструкцией по эксплуатации силовых трансформаторов контроль увлажненности изоляции должен производиться по методу сравнения емкостей при различных температурах. Для неувлажненной изоляции $\frac{C_{80}}{C_{20}} = 1,2$ (C_{80} — емкость при 80°С и C_{20} — емкость при 20°С). Основным недостатком этого метода заключается в необходимости нагрева трансформатора.

В ЦНИЭЛ МЭС разработан прибор ПКВ, при помощи которого можно определять увлажнение изоляции из волокнистых материалов, пропитанных или погруженных в масло (изоляция класса А), т. е. изоляции силовых трансформаторов, без их нагрева. Этим прибором производится измерение емкости при частотах 2 и 50 пер/сек. Для сухой изоляции разница в измерении емкости при разных частотах мала, а для влажной велика. Поэтому об увлажненности изоляции предложено судить по отношению емкостей $\frac{C_2}{C_{50}}$, которое будет тем больше, чем больше влажность изоляции.

В Кировэнерго был получен прибор ПКВ-2 в конце 1949 г. и тогда же он стал применяться при испытании изоляции силовых трансформаторов наравне с испытанием мегомметром, измерением тангенса угла диэлектрических потерь и тока утечки на выпрямленном напряжении.

За это время с помощью прибора ПКВ была проверена изоляция обмоток высшего и низшего напряжения у 61 силового трансформатора общей мощностью 40 850 кВА. Результаты этих испытаний показали, что величина отношения емкостей хорошо указывает на увлажнение изоляции обмоток.

Данные испытания некоторых силовых трансформаторов с забракованной изоляцией и результаты испытаний после их сушки приведены в таблице.

Данные трансформатора	Схема измерения	Время измерения	$t, ^\circ\text{C}$	$\text{tg } \delta, \%$	$I, \text{ мкА}$	$R, \text{ мОм}$	$\frac{C_2}{C_{50}}$
100 кВа, 6/0,4 кВ	6 кВ — корпус	До сушки	+8°	87,1	300	9	1,56
		После сушки	+10	1,4	4	675	1,12
850 кВа, 6/0,56 кВ	6 кВ — корпус	До сушки	+10	20,0	15	180	1,80
		После сушки	+20	1,27	1	2700	1,12
1000 кВа, 6/0,4 кВ	6 кВ — корпус	До сушки	+5	—	—	—	1,5
		" "	" "	" "	" "	" "	1,4
		После сушки	+20	1,1	5	540	1,18
		" "	" "	" "	" "	" "	1,09
100 кВа, 6/0,4 кВ	0,4 кВ — корпус	До сушки	+15	1,3	10	270	2,0
		" "	" "	" "	" "	" "	1,7
		После сушки	+15	1,3	6	450	1,3
		" "	" "	" "	" "	" "	1,3
50 кВа, 6/0,23 кВ	6 кВ — корпус	До сушки	—	—	—	—	1,46
		" "	+1	—	—	—	1,80
		После сушки	—	0,4	3	900	1,2
		" "	+1	—	—	—	1,1

На основании результатов применения прибора ПКВ в Кировэнерго при испытаниях силовых трансформаторов приняты следующие браковочные значения при температуре от 0 до +30° С:

Для сухой изоляции $1 \leq \frac{C_2}{C_{50}} \leq 1,3$.

Для влажной изоляции $\frac{C_2}{C_{50}} > 1,3$.

Выводы

1. Применение прибора ПКВ в комплексе с другими измерениями дает возможность хорошо определять увлажненное состояние изоляции силовых трансформаторов. Этот метод значительно облегчает труд и уменьшает производственные расходы по сравнению с методом определения емкости при температурах 80 и 20° С.

2. Данный прибор должен получить широкое распространение в эксплуатирующих организациях.

При серийном выпуске промышленностью должна быть учтена возможность его применения и для определения влажности обмоток трансформаторов напряжения.

Инж. О. Н. Грушвицкая

Установка щелочных аккумуляторов на двухрядных стеллажах

В выпущенных Теплоэлектропроектом в 1950 г. и рекомендуемых им компоновках станционных щелочных аккумуляторных батарей сохранено условие $U \leq 65 \text{ в}$ для напряжения двойного прикосновения в начале «петли», образуемой аккумуляторами, которые расположены на двухрядных, отдельно стоящих стеллажах (рис. 1). Вследствие этого длина ряда двойных аккумуляторов не может превышать 21 элемент.

Тем не менее, при наличии влажного токопроводящего стального корпуса и атмосферы, насыщенной токопроводящими парами, двойное прикосновение (одного и того же человека) к сближенным аккумуляторам может вызвать тяжелые травматические последствия.

Существенным недостатком «петли» из щелочных аккумуляторов является также и их недостаточная устойчивость (рис. 1, б).

Учитывая особенности щелочных аккумуляторов, автор рекомендует «волновое» их соединение (рис. 2), при котором напряжение двойного прикосновения не превышает 7—8 в, вне зависимости от длины аккумуляторного ряда.

При «волновом» соединении щелочных аккумуляторов устойчивость их возрастает примерно в 6 раз.

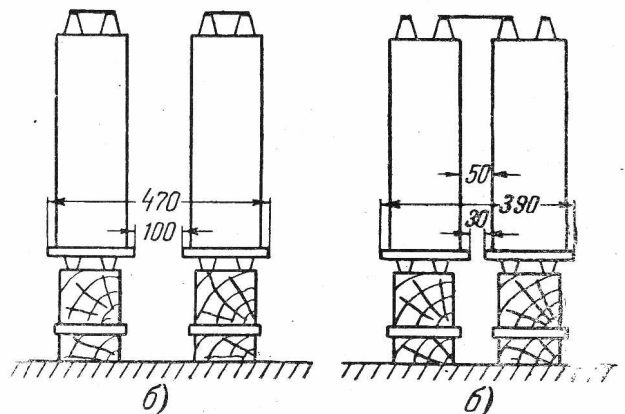
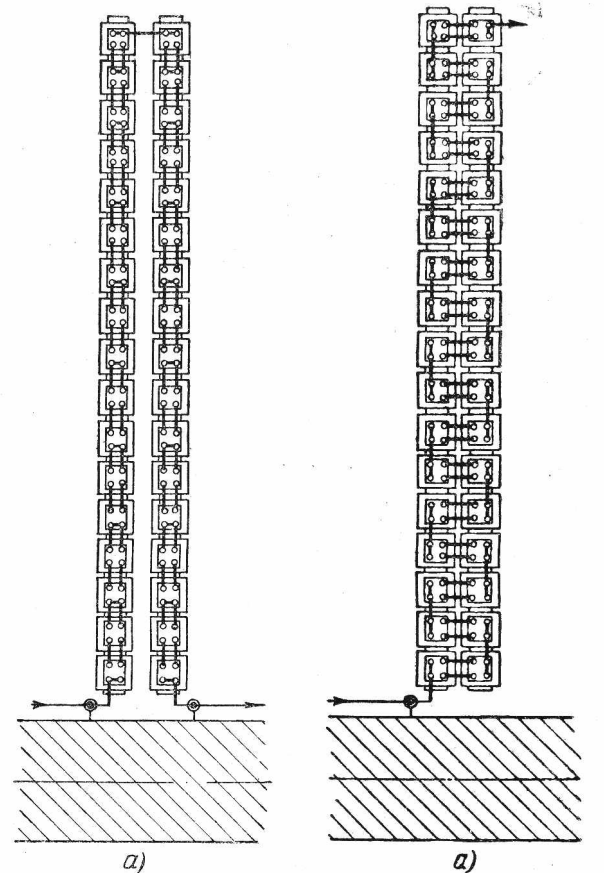


Рис. 1.

Рис. 2.

Дополнительным преимуществом «волнового» соединения щелочных аккумуляторов является устранение специальных перемычек, между полюсами двух параллельных цепей, заложенных в каждом аккумуляторе, а также меньшая ширина и длина рядов.

Расход меди для междуполюсных перемычек одинаков в обоих случаях, так как количество двухконтактных и четырехконтактных перемычек не меняется.

Инж. Н. Е. Иогансон

Сооружение каналов телемеханики по линиям связи с помощью надтональной аппаратуры

Внедрение телемеханизации в энергосистемах в большой степени зависит от наличия каналов телемеханики. Эта зависимость настолько велика, что иногда даже разработку аппаратуры телемеханики определяют типом имеющихся каналов связи.

Службой связи ОДС Юга применен простой и дешевый способ сооружения каналов телемеханики по существующим телефонным цепям с помощью аппаратов надтонального телеграфирования, дающих возможность по одной телефонной цепи сооружать от четырех до шести дуплексных каналов телемеханики, пригодных как для телеизмерения, так и для телеуправления.

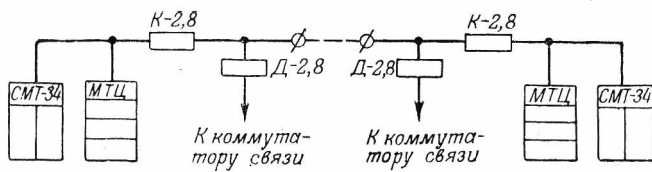
Для сооружения этих каналов были применены четырехканальные стойки надтонального телеграфирования типа МТЦ, имеющие четыре дуплексных канала. Каждая стойка типа МТЦ имеет по четыре генератора и приемника, что обеспечивает дуплексную работу. Число генераторов равно числу приемников. Генераторы и приемники настраиваются на восемь несущих частот (от f_1 до f_8), разнос между которыми равен 240 гц.

При получении импульсов от передающего аппарата телемеханики работает передающее реле, которое своими контактами управляет внешней цепью генератора. Манипулированная частота генератора через полосовые дифференциально-мостиковые фильтры и согласовывающий трансформатор поступает в линию связи. На втором конце линии связи эта манипулированная частота через фильтры поступает на вход приемника.

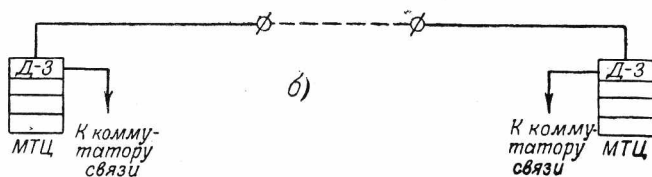
Приемник усиливает приходящие колебания, выпрямляет их и подает в обмотку приемного реле, которое, повторяя в точности манипуляции передающего реле на другом конце линии связи, своими контактами посылает в приемный аппарат телемеханики импульсы с частотой передающего аппарата телемеханики.

Из приведенного описания видно, что по каналам, образованным с помощью этих стоек, может работать аппаратура телеизмерения частотно-импульсной и счетно-импульсной систем и аппаратура телеуправления и телесигнализации типа ВРТ-48.

Однако эти каналы легко приспособить и для аппаратуры телеизмерения частотной системы, если предел изменения ее частоты не превышает 75 гц (полоса пропускания фильтров 150 гц). В случае большого предела изменения частоты необходима перестройка фильтров.



а)



б)

Таким образом, каналы телемеханики, сооруженные с помощью надтональных аппаратов, могут применяться для всех систем телеизмерения дальнего действия.

Включение стоек в линию связи показано на рисунке. На схеме показано включение в линию связи, уплотненную аппаратурой, высокочастотного телефонирования (СМТ-34). При включении на линию связи не уплотненную (схема б) включается смонтированный в стойке разделительный фильтр Д-3, устраняющий влияние надтональных каналов на канал тонального телефонирования.

Стойки МТЦ установлены на узлах связи, включены в линию и работают безотказно. Простой канала из-за повреждений телефонной цепи весьма незначительны, так как при коротких замыканиях телефонной цепи и при обрыве одного провода канал продолжает работать по однопроводной системе.

Технические данные стоек МТЦ следующие:

- 1) перекрываемое затухание равно 3 неп, что соответствует 375 км медной 4-мм цепи;
- 2) имеется автоматическая регулировка уровня в диапазоне 1,5 неп;
- 3) диапазон частот от 3300 до 6420 гц;
- 4) разнос между несущими частотами 240 гц;
- 5) в диапазоне 3300—6420 гц образовано восемь каналов односторонних или четыре дуплексных;
- 6) полоса пропускания фильтров приемников и передатчиков 150 гц и затухание фильтров в полосе пропускания 0,4—0,5 неп;
- 7) питание осуществляется от переменного тока через купроксные выпрямители;
- 8) стойки МТЦ могут работать как по двухпроводной, так и по четырехпроводной системе, для чего имеются два согласовывающих трансформатора.

С помощью аппаратов надтонального телеграфирования в ОДС Юга сооружены каналы длиной по 450—470 км, составленные по разным телефонным цепям. Они, так же как и менее длинные, работают хорошо, полностью удовлетворяя требованиям телемеханики. В эксплуатации эти каналы очень просты и надежны.

Длинные каналы составлены путем релейного переключения. Это весьма удобно, так как соединением местных цепей стоек МТЦ не нарушается коммутация магистральных линий связи.

Инж. М. П. Убийко



ХРОНИКА

В Техническом управлении Министерства

О материале вставок в ошиновку открытых распределительных устройств

Техническое управление МЭС вынесло следующее решение относительно материала вставок в ошиновку распределительных устройств (№ 13/Э от 22 марта 1951 г.):

Во изменение указанного в циркуляре 59 «Об уменьшении количества плашечных и тройниковых зажимов на подстанциях» (см. «Сборник директивных указаний Технического отдела МЭС», Госэнергоиздат, 1950 г., стр. 144, фиг. 2) допускается установка вместо стальных вставок — вставок из того же материала, которым выполнена вся ошиновка открытого распределительного устройства.

Об испытательном напряжении конденсаторов штанг

Техническое управление своим решением № 14/Э от 23 марта 1951 г. внесло следующие изменения в § 56 «Инструкции по эксплуатации высоковольтных линий электропередачи» (изд. 1946 г.):

1. Испытательное напряжение для конденсаторов штанг, применяемых только на линиях 110 кВ и выше, не нормируется.

2. Конденсаторы измерительных штанг в сетях 35 кВ должны испытываться напряжением не ниже 35 кВ в течение 3 мин. В сетях 35 кВ с изолированной или компенсированной нейтралью и с двумя изоляторами в гирлянде испытания изоляторов штангами должны немедленно прекращаться при заземлении одной из фаз.

Появление заземленной фазы во время работ на линии можно обнаружить по увеличению напряжения, измеренному штангой на двух других фазах.

О ремонте трансформаторов в машинных залах электро- станций и подстанций

Техническим управлением МЭС выпущен эксплуатационный циркуляр (№ 2/Э от 15 марта 1951 г.), по которому допускается на электростанциях и подстанциях, при отсутствии трансформаторных башен, производство ремонта и сушки масляных трансформаторов на ремонтных площадках машинных залов при условии выполнения следующего:

1. Нахождение в машинном зале трансформатора для ремонта или осмотра выемной части без освобождения кожуха от масла должно быть ограничено временем не свыше 2 суток.

Ремонт трансформатора в машинном зале в течение времени, превышающего 2 суток, может производиться после предварительного освобождения кожуха от масла вне помещения машинного зала. При этом обмывка выемной части и кожуха может быть произведена в машинном зале.

2. Заливка сухим маслом может быть произведена в машинном зале при наличии специального трубопровода от маслохозяйства.

3. Сушку выемной части трансформаторов допускается производить в машинном зале любым способом только без масла.

4. Место производства ремонта или сушки трансформаторов должно быть ограждено. Должны быть вывешены предупредительные плакаты о категорическом запрещении курения и пользования открытым огнем.

В отдельных случаях при необходимости допускается применение паяльных ламп, газосварки только при ремонтах непосредственно на выемной части. При этом должны быть приняты дополнительные меры защиты находящихся вблизи частей обмотки теплоизоляционными и негорючими материалами и обращено особое внимание на выполнение требований пп. 6 и 7 циркуляра.

5. Одновременное проведение на ремонтной площадке каких-либо других ремонтных работ в тот период, когда на площадке производится ремонт трансформатора без освобождения кожуха от масла, а также обмывка его выемной части или заливка маслом не допускаются.

6. Место производства ремонта или сушки трансформатора должно содержаться в чистоте. Отходы при производстве ремонтных работ должны немедленно убираться.

7. На месте производства работ должно быть сосредоточено необходимое количество надлежащих средств первичного пожаротушения (углекислотные огнетушители, подготовленные к действию рукава от внутреннего пожарного водопровода, ящики с песком и лопатками, кошмы и т. п.). При необходимости на месте работ выставляются пожарные посты.

Комплекс указанных мероприятий разрабатывается в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий и утверждается главным инженером электростанции или района.

На производство работ по ремонту и сушке трансформатора предварительно должен быть составлен график работ с учетом крайне сжатых сроков их выполнения. Этот график утверждает главным инженером электростанции, начальником подстанции.

Положения циркуляра не распространяются на машинные залы с деревянными перекрытиями.

О защите проводов линий электропередачи от вибрации

Эффективной мерой защиты проводов линий электропередачи от разрушающего действия вибрации являются демпферы типа ЛПИ, которые устанавливаются по два на каждую сторону пролета (на фазу).

Техническим управлением МЭС рекомендуются следующие расстояния демпфера от зажима для средних климатических условий (в мм):

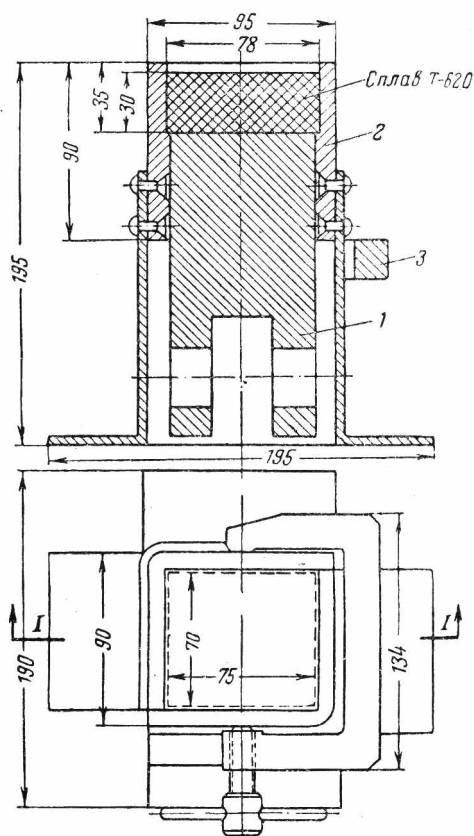
Марка провода	Расчетный пролет, м	Нормы 1933 г.		Нормы 1947 г.	
		0 гол. р-н	I гол. р-н	I гол. р-н	II гол. р-н
АСУ-400	450	1 750	1 650	1 700	1 650
АСУ-300	400	1 425	1 370	1 400	1 380
АС-185	275	1 050	960	1 000	1 000
АС-150	250	950	820	910	890
АС-120	250	850	720	820	780
АС-95	200	750	620	730	670
АС-70	175	625	475	650	600
МП-240	350	1 850	1 750	1 800	1 750
М-120	250	880	760	800	780
М-95	250	770	660	720	680
М-70	225	650	560	620	580

Наплавка бил шахтных мельниц¹

Била шахтных мельниц, наплавленные электродами Т-620-А, работают дольше бил из стали Гатфильда и их использование экономически вполне целесообразно².

Заготовки новых бил под наплавку производятся отливкой или ковкой поделочной углеродистой стали

Разрез по Н



Било, собранное в форме для наплавки.

1 — било; 2 — полуформа; 3 — скоба.

СТ-3—СТ-5; при этом высота билы по торцу укорачивается на 30 мм для последующего наращивания сплавом.

¹ Основные положения разработанного ОргрЭС специального руководства по наплавке бил шахтных мельниц непосредственно на электростанциях.

² См. „Электрические станции“ № 5, 1950 г. стр. 58.

Наплавка бил производится ванным способом при помощи специальных разъемных форм из красной меди или из графитовых пластин (см. рисунок). Во время наплавки обе половинки должны скрепляться.

Для обеспечения равномерного распределения шлага в форме по всему внутреннему периметру делаются канавки с таким расчетом, чтобы между плоскостью наплавленного билы и формой был обеспечен зазор 1,5—2 мм. Перед употреблением формы должны быть высушены.

Наплавка производится электросварочным аппаратом постоянного или переменного тока 250—270 а следующим образом. Дуга у основания левой части билы поддерживается некоторое время на одном месте (до появления расплавленного металла), после чего наплавка производится слева направо по всей ширине билы.

После окончания наплавки слоя сварщик приступает к нанесению последующих слоев до тех пор, пока высота наплавки не достигнет 30 мм. Каждый последующий слой должен наноситься в направлении, перпендикулярном предыдущему. В процессе наплавки сварщик должен отводить появляющийся шлаг в канавки. При скоплении большого количества шлага сварщик должен удалить его из ванны при помощи металлического прутка.

Наплавка каждого билы должна производиться в один прием без перерыва. При необходимости смену электрода следует производить быстро, не допуская значительного охлаждения, затем нужно довести металл до жидкого состояния и продолжать наплавку обычным способом.

После окончания наплавки последнего слоя сварщик производит уплотнение жидкого металла (кратковременным зажиганием дуги), медленно выводит дугу на край формы, где обрывает ее.

После потемнения шлага сварщик освобождает било из формы, «замачивает» форму в холодной воде и зачищает шлаг, приставший к ее стенкам.

Во избежание получения трещин в наплавленном металле сварщик укладывает наплавленное било в ящик с сухим подогретым песком или в горячую печь (600—800°С), для медленного остывания.

Крайние билы подвергаются дополнительной наплавке по плоскости, прилегающей к боковым стенкам брони мельницы. Во время наплавки указанных плоскостей в отверстия бил вставляются медные или графитовые пробки для предохранения отверстий от заплавления.

Рабочее место должно быть оборудовано вентиляцией, обеспечивающей полное удаление образующихся при наплавке газов.

Ввиду большого количества тепла, выделяемого в процессе наплавки, рекомендуется применять удлиненный электрододержатель с укрепленным на нем куском толстого листового асбеста для защиты руки сварщика от тепла, излучаемого расплавленным металлом.

Б. Д.

Комплектные распределительные устройства завода „Электроцит“

Как известно, комплектные распределительные устройства имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с обычными: минимальный объем монтажных работ на месте установки; простота и небольшие габариты строительной части — здание без перегородок, зального типа, одноэтажное, небольшой высоты; удобство и безопасность обслуживания; взаимозаменяемость стандартных ячеек; упрощение и удешевление проектирования распределительных устройств, сводящееся к набору соответствующих стандартных ячеек. Кроме того, такие устройства можно, в случае надобности, легко и быстро перебрасывать с одной установки на другую.

В Советском Союзе комплектные устройства впервые стали изготавливаться еще в 1930 г. как с одиночной, так и с двойной системами шин на напряжение до 10 кВ. В настоящее время заводом «Электроцит» Главэлектросетьстроя освоены и налажен серийный выпуск комплектных распределительных устройств 3—6 кВ нового типа с одиночной системой сборных шин, оборудованных вы-

соковой аппаратурой нормального исполнения, выпускаемой отечественными аппаратостроительными заводами.

Изготавливаемые заводом ячейки предназначены для собственных нужд электростанций и для подстанций средней мощности. В отдельных случаях они могут применяться также в качестве главного распределительного устройства электростанций небольшой мощности.

На рис. 1 приведены типовые схемы первичной коммутации ячеек изготавливаемых заводом комплектных распределительных устройств для собственных нужд электростанций, а на рис. 2 то же для подстанций. Типовые схемы первичной коммутации состоят из всех необходимых для комплектации распределительного устройства ячеек: ввода, отходящей линии, секционного выключателя или разъединителя, трансформатора напряжения и разрядников.

Схемы вторичной коммутации тока не стандартизованы и выполняются отличными друг от друга в соответ-

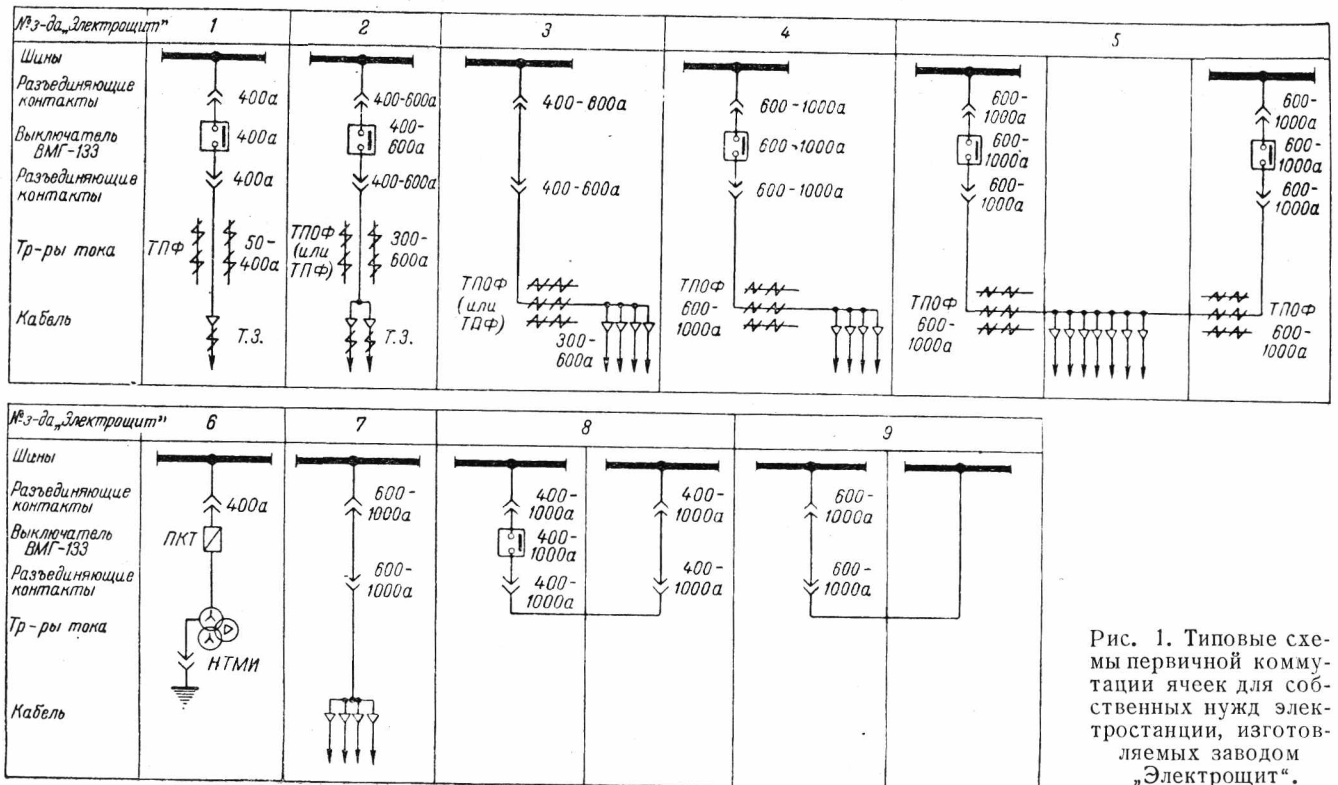


Рис. 1. Типовые схемы первичной коммутации ячеек для собственных нужд электростанции, изготовляемых заводом „Электрощит”.

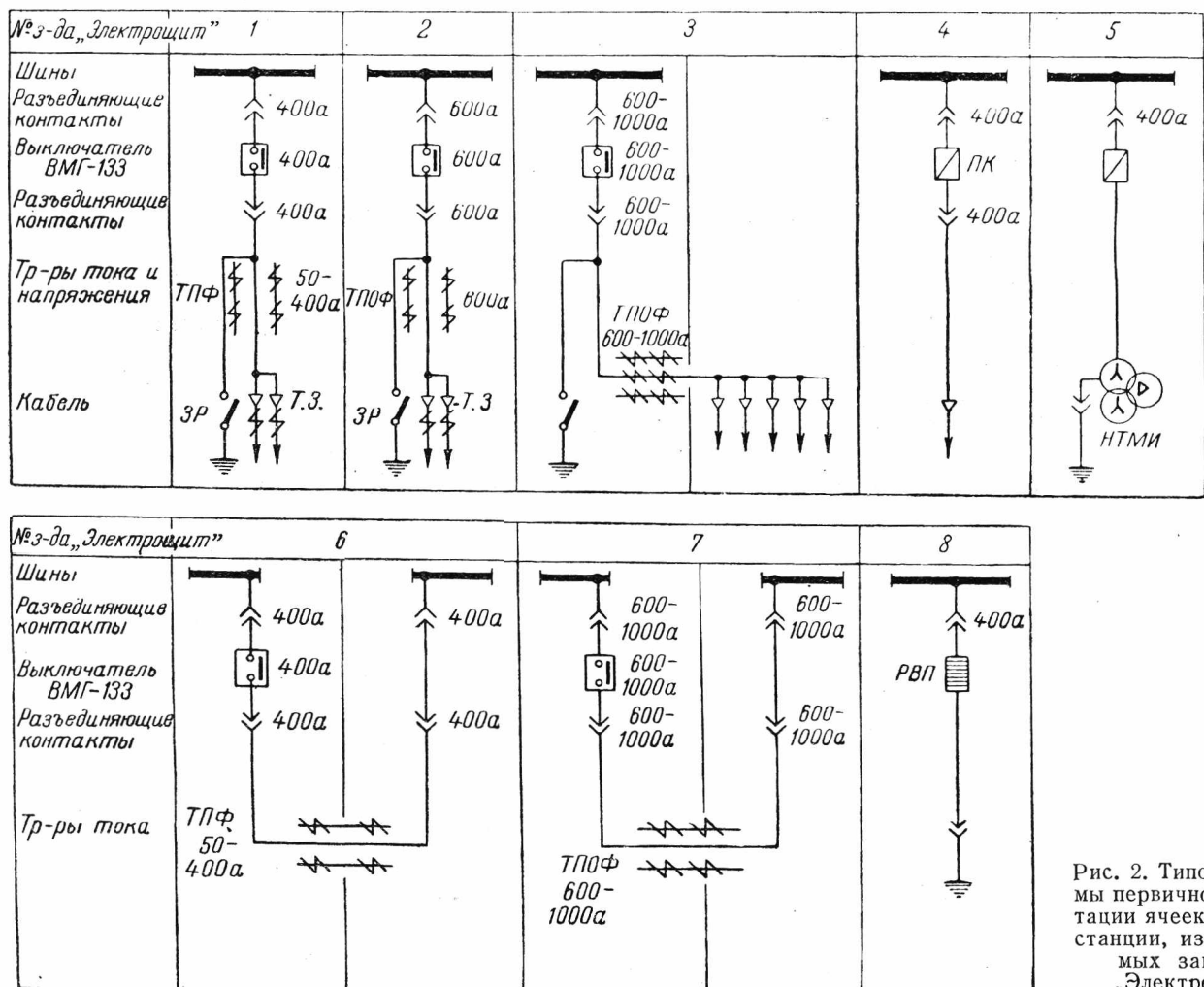


Рис. 2. Типовые схемы первичной коммутации ячеек для подстанции, изготовляемых заводом „Электрощит”.

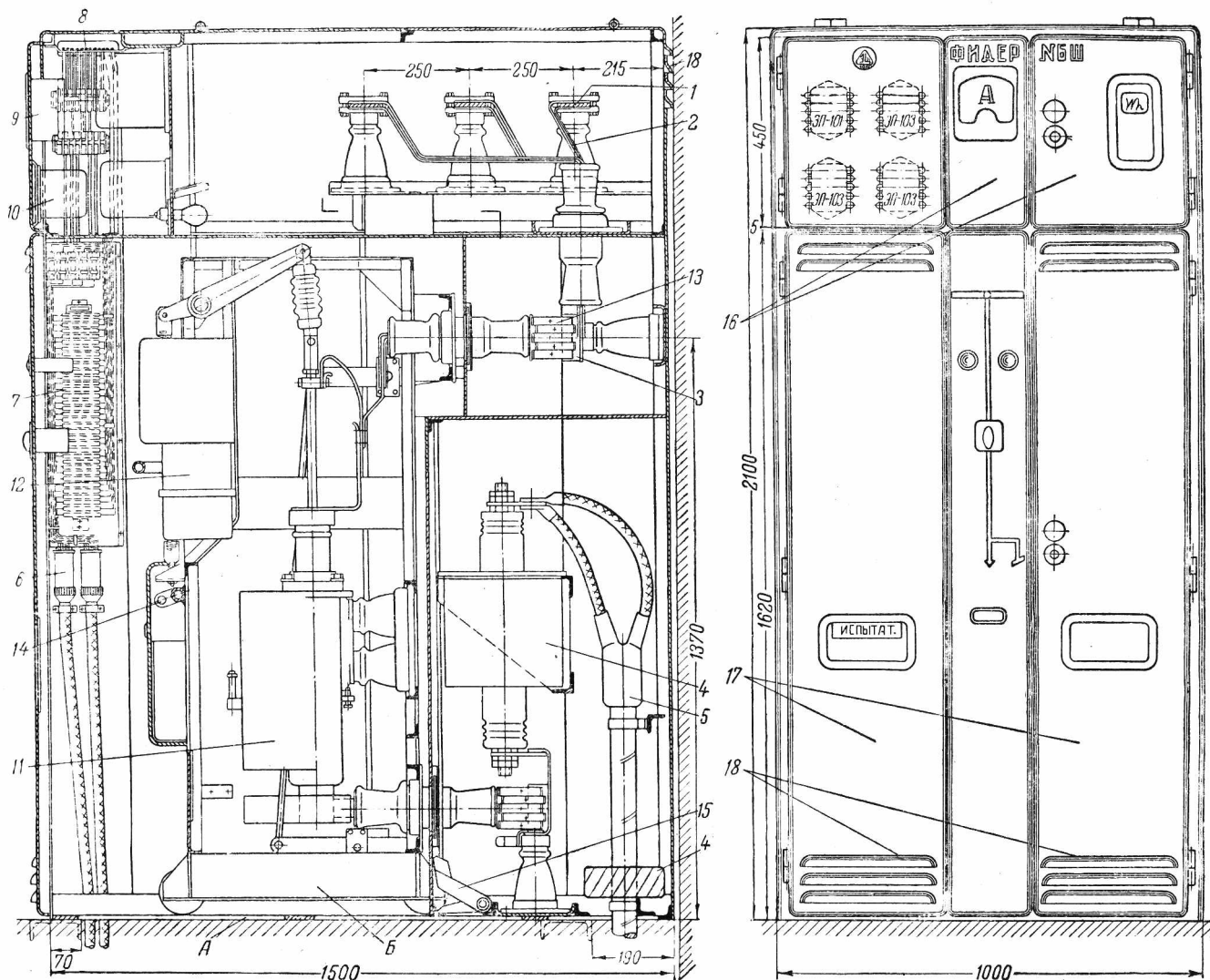


Рис. 3. Ячейка комплектного распределительного устройства отходящей линии изготовления завода «Электроцит» (разрез и фасад). А — неподвижная часть; Б — выдвигная тележка.

вии с требованиями проекта и типовыми схемами вторичной коммутации, разработанными Теплоэлектропроектом.

Для кабельных линий с числом присоединяемых кабелей более двух (вводы от генераторов и трансформаторов и др.) и для секционных выключателей и разъединителей все оборудование, относящееся к подобному присоединению, размещается в двух соседних ячейках (см. рис. 1 и 2).

Ячейки имеют ширину 1000 мм, высоту — 2100 мм и глубину — 1500 мм (рис. 3) и по своему исполнению могут быть выполнены как прислонного типа, для одностороннего управления и обслуживания, так и свободно стоящие, для одностороннего управления и двухстороннего обслуживания.

На рис. 3 приведены фасад и разрез типичной ячейки для отходящей линии. Ячейка состоит из двух основных частей: неподвижной А и выдвигной тележки Б. На неподвижной части вверху расположена одиночная система сборных шин 1, спуски 2 от них к неподвижным частям 3 разъединяющих контактов, трансформаторы тока 4, кабельные разделки силовых 5 и контрольно-измерительных кабелей 6, цепи и зажимы вторичной коммутации 7, шинки оперативного постоянного тока 8, а также приборы измерения 9 и защиты 10. Трансформаторы тока установлены на неподвижной части ячейки с той целью, чтобы резервная тележка с выключателем подходила к любому присоединению.

На выдвигной части (тележке) устанавливается масляный выключатель 11 с соленоидным 12 или ручным приводом и подвижные части 13 разъединяющих контактов.

В ячейках иного назначения на тележке устанавливаются соответственно трансформатор напряжения (рис. 4) или разрядники (рис. 5).

В ячейках трансформаторов напряжения устанавливаются универсальные трехфазные, пятисердечниковые трансформаторы напряжения типа НТМИ, служащие как для целей измерения и защиты, так и для контроля изоляции сети.

В случае применения ручного привода типа РБА для масляного выключателя глубина ячейки выполняется несколько большей, а именно 1600 мм, при помощи приставки к ячейке нормального типа обечайки шириной 100 мм. В остальном подобная ячейка ничем не отличается от нормальной ячейки.

Сборные шины выполняются из алюминия или меди, а спуски от них — из меди. В качестве выключателя принят горшковый выключатель типа ВМГ-133 на 10 кВ, 400—1000 А с предельно отключаемой мощностью 200 тыс. кВА при 6 кВ. Трансформаторы тока типа ТПФ или ТПОФ. Разделка силовых кабелей сухая или при помощи свинцовых перчаток.

Выдвигная часть (тележка) имеет три основных положения: 1) рабочее, когда тележка полностью находится в корпусе ячейки и цепи первичной и вторичной коммутации замкнуты при помощи разъединяющих контактов; 2) испытательное, когда тележка немного выдвинута из ячейки так, что цепи первичной коммутации разомкнуты, а цепи вторичной коммутации еще замкнуты, и 3) ремонтное, когда тележка полностью выведена из ячейки, а цепи первичной и вторичной коммутации разомкнуты.

Тележка сравнительно легко вкатывается и выкатывается усилием одного человека. Для уменьшения прилагаемого усилия в конце вкатывания тележки в рабочее положение, когда замыкаются втычные контакты, а также при переводе тележки из рабочего в испытательное или ремонтное положение, когда втычные контакты размыка-

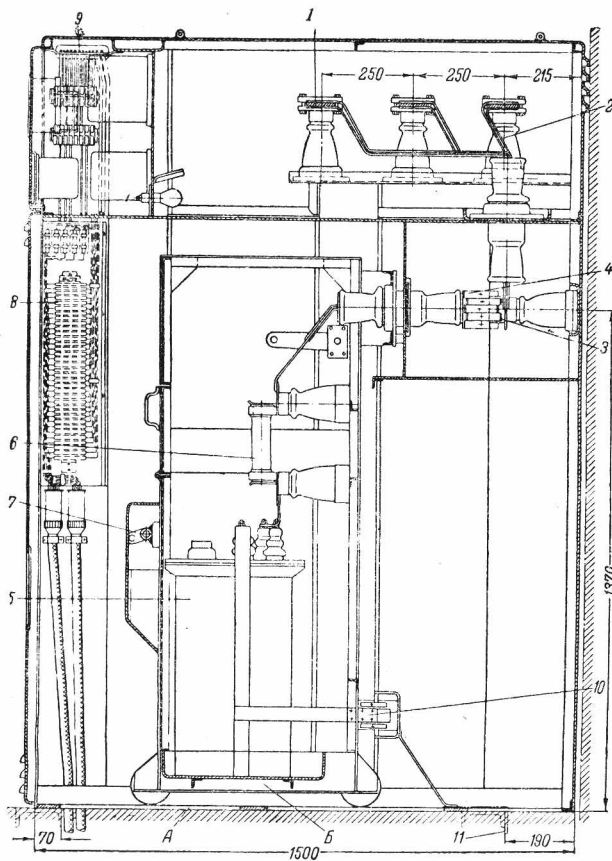


Рис. 4. Разрез ячейки трансформатора напряжения изготовления завода «Электрощит».

1 — сборные шины; 2 — спуски от сборных шин; 3 — неподвижные части разъединяющих контактов (ПК); 4 — подвижные части разъединяющих контактов; 5 — трехфазный пятисердечниковый трансформатор напряжения типа ИТМИ; 6 — плавкий предохранитель; 7 — механизм доводки тележки; 8 — зажимы вторичной коммутации; 9 — шинки оперативного постоянного тока; 10 — заземляющие контакты (разъединяющиеся); 11 — шина заземления; А — неподвижная часть; Б — выдвигная тележка.

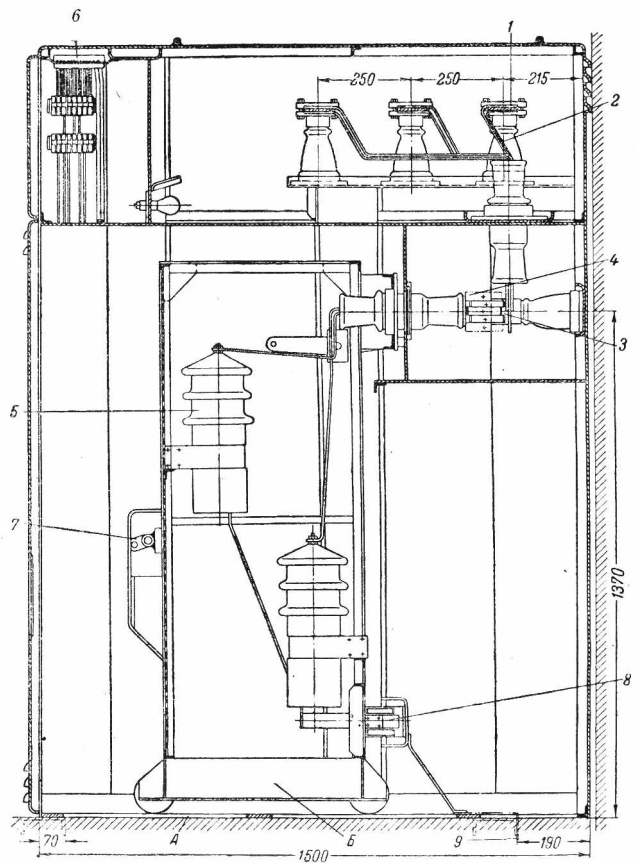


Рис. 5. Разрез ячейки вентиляльных разрядников изготовления завода «Электрощит».

1 — сборные шины; 2 — спуски от сборных шин; 3 — неподвижные части разъединяющих контактов; 4 — подвижные части разъединяющих контактов; 5 — вилтовые разрядники типа РВП; 6 — шинки оперативного постоянного тока; 7 — механизм доводки тележки; 8 — заземляющие контакты (разъединяющиеся); 9 — шина заземления; А — неподвижная часть; Б — выдвигная тележка.

ются, служит специальное устройство, называемое механизмом доводки 14 (рис. 3).

После выкатки тележки из ячейки все токоведущие части, остающиеся под напряжением, надежно ограждаются от возможного прикосновения к ним при помощи автоматически действующих шторок. При вкатывании тележки в ячейку шторки также автоматически открываются.

Для заземления отключенной линии служит заземляющий разъединитель 15 (рис. 3). Защитное заземление тележки выполнено при помощи скользящих контактов массивной конструкции.

Для предотвращения ошибочных действий эксплуатационного персонала ячейки оборудованы рядом механических блокировок, обеспечивающих невозможность: а) выкатывания или вкатывания тележки при включенном положении выключателя; б) вкатывания тележки при включенном положении заземляющего разъединителя; в) включения заземляющего разъединителя в рабочем состоянии тележки и г) оперирования механизмом доводки при включенном положении выключателя.

Все механизмы блокировки четко обеспечивают только определенную последовательность операций при вкатывании и выкатывании тележки, совершенно исключая при этом всякую возможность ошибочных действий персонала.

Измерительные приборы, защитные реле и аппаратура управления и сигнализации расположены в верхнем отсеке ячейки и удобно обслуживаются при работе ячейки. Для этой цели верхний отсек, так же как и нижняя часть ячейки, снабжен двухстворчатыми дверками 16 и 17 (рис. 3).

Для наблюдения за уровнем масла в маслоуказательном стекле выключателя служит специальное застекленное окошко в двери ячейки. На дверях ячейки выполнена накладная, из пластмассы, мнемоническая схема присоединения, а вверху — надпись с его наименованием.

Внутри ячейки предусмотрено освещение отсека сборных шин выключателя. Лампа освещения установлена так, что имеется полная возможность безопасной ее смены при включенном присоединении.

Провода вторичной коммутации и зажимные сборки закрыты защитными кожухами для предотвращения их повреждения при авариях внутри ячейки.

Для вентиляции ячеек конструкцией предусмотрены специальные жалюзи 18 (рис. 3) на фасаде и задней стороне шкафа.

Распределительное устройство комплектуется на месте из соответствующих ячеек комплектных распределительных устройств, и весь монтаж их сводится к установке на заранее подготовленные фундаменты, выверке и закреплению при помощи болтов к фундаменту. Только сборные шины, выполняемые общими для всего распределительного устройства и транспортируемые в демонтированном виде, необходимо смонтировать на месте установки. В остальных ячейки поступают с завода полностью смонтированными с высоковольтной аппаратурой, опинковкой, цепями вторичной коммутации и приборами измерения и защиты. После подвода к смонтированному распределительному устройству оперативного постоянного тока и разделки силовых кабелей распределительное устройство готово к включению в работу.

Выпускаемые в настоящее время комплектные устройства являются результатом настойчивой и упорной работы коллектива завода «Электрощит» и выгодно отличаются по своим основным параметрам от первых образцов, выпущенных ранее в Союзе.

На ряде энергетических установок Союза уже работают комплектные распределительные устройства завода «Электрощит». Число установленных устройств непрерывно растет по мере того, как завод «Электрощит» увеличивает производство.

Инж. В. С. Кондахчан

ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Ускоренный пуск котлов и турбин большой мощности

При эксплуатации крупных энергетических систем ускоренный пуск мощных турбин и котлов имеет весьма важное значение, так как это способствует надежному и бесперебойному обеспечению потребителей электроэнергией, а также дает значительную экономию топлива и электроэнергии на собственные нужды.

Ускоренный пуск паровых турбин

Принцип ускоренного пуска турбины очень простой и состоит в том, что в момент ее пуска к ней подводится пар с температурой равной или несколько выше (не более 28°С) температуры металла паровой коробки. При этом турбина нагружается постепенно с таким расчетом, чтобы возрастание температуры металла не превышало 56°С в час. Для измерения температуры металла в процессе пуска в различных частях турбины устанавливаются термопары.

Первый ускоренный пуск был осуществлен на предвключенной турбине мощностью 53 тыс. кВт в продолжение 15 мин. Эта турбина имеет следующие параметры: давление пара 84 *ати*, температура перегрева пара 496°С.

За 4 года этот агрегат имел 106 ускоренных пусков. За это же время были пущены еще 14 других мощных турбоагрегатов мощностью от 50 до 160 тыс. кВт.

Было произведено 1120 ускоренных пусков и при этом никаких особых дефектов оборудования не было обнаружено. Из этого числа 367 пусков было осуществлено на предвключенных турбинах и 753 — на турбинах с конденсаторами.

Все указанные турбины пускались в работу в продолжение 15 мин. за исключением одной машины мощностью 160 тыс. кВт, пуск которой продолжался 20 мин. Количество ускоренных пусков этой турбины достигло 270 за 45 мес. эксплуатации. Она работает паром со следующими параметрами: давление 29 *ати*, температура перегрева пара 385°С.

Эти ускоренные пуски были осуществлены после тщательного изучения температурного градиента металла корпуса каждой турбины и его термического расширения, а также вакуума у конденсационных турбин.

За последнее время появились данные об ускоренном пуске турбин в продолжение 10—15 мин. и даже быстрее. Эти случаи ускоренного пуска были тщательно изучены и установлена возможность еще более быстрых пусков. Однако окончательная продолжительность ускоренного пуска турбины была принята равной 15 мин., так как за это время обслуживающий персонал имеет возможность тщательно осмотреть и надлежащим образом следить за машиной в период ее пуска.

Существенными факторами, влияющими на продолжительность пуска турбин, являются:

- 1) продолжительность остановки;
- 2) температура металла паровпускных частей турбины перед пуском;
- 3) температура пара и ее регулирование во время пуска турбины;
- 4) наличие специального механизма для вращения ротора турбины после остановки последней.

Продолжительность нахождения турбины в отключенном состоянии весьма сильно влияет на степень охлаждения металла отдельных частей турбины, в особен-

ности находящихся в зоне высоких температур, а именно: дроссельный клапан, паровая коробка и т. п. Степень охлаждения этих частей, как и корпуса турбины, в значительной степени зависит и от качества изоляции.

Кроме степени охлаждения, существенную роль играет равномерность охлаждения, и с этой точки зрения работа специального механизма для вращения ротора турбины имеет весьма важное значение. Последнее весьма существенно при работе турбин паром с температурой перегрева около 538°С и выше. В этих случаях желательно повысить скорость вращения турбины до 30 об/мин, вместо обычно применяемой 3 об/мин.

Что же касается важности регулирования температуры подводимого для пуска турбины пара в широких пределах, то совершенно ясно, что в зависимости от разной степени охлаждения частей турбины потребуются различная температура пара в момент пуска и для этой цели должна быть предусмотрена специальная установка для охлаждения пара.

При ускоренном пуске конденсационной турбины весьма важно следить не только за температурой пара, поступающего в турбину, но и за температурой пара перед конденсатором, чтобы избежать высокой температуры в лопатках последнего ряда. В этом отношении весьма важную роль играет вакуум, так как чем глубже вакуум, тем ниже температура перед конденсатором. В связи с этим при ускоренном пуске конденсационной турбины большое значение имеет вопрос о быстром создании необходимого вакуума. С этой точки зрения в выгодном положении находятся турбины, имеющие паровое уплотнение, так как оно позволяет добиться полного вакуума даже во время вращения ротора турбины специальным механизмом.

Ускоренный пуск котлов

Ускоренный пуск мощных паровых турбин предъявляет особые требования к котельным агрегатам, которые также должны пускаться в работу в кратчайший срок.

Продолжительность пуска и остановки котельных агрегатов обычно определяется следующими основными требованиями:

1) не допускать появления чрезмерных напряжений в барабанах и коллекторах парового котла;

2) не допускать излишнего перегрева металла трубопровода пароперегревателя;

3) не допускать появления сильных тепловых деформаций и чрезмерных напряжений в местах соединений отдельных элементов котлоагрегата. При пуске и остановке котла нужно иметь в виду, что по окружности барабана возникают разные температуры, в результате чего температурный перепад между некоторыми точками по окружности барабана достигает весьма значительной величины. Вследствие этого рекомендуется при ускоренном пуске или отключении котла полностью наполнять барабан водой как перед растопкой, так и при тушении топки. Для этой цели на котлах должна быть предусмотрена установка специальных водоуказательных стекол, указывающих степень наполнения барабанов питательной водой.

При ускоренном пуске котла весьма важно не допускать излишнего перегрева металла трубок пароперегревателя. До присоединения котлоагрегата к главному паропроводу нужно принять все меры для того, чтобы температура металла трубок не превышала допустимых пределов. Для этой цели необходимо держать температуру

газов поступающих в пароперегреватель, не выше $\sim 550^\circ \text{C}$.

Для предотвращения сильных тепловых деформаций в местах соединений отдельных частей котлоагрегата необходимо всемерно добиваться своевременного создания равномерной циркуляции воды в котлоагрегате. Частая продувка нижних коллекторов способствует улучшению циркуляции в период пуска и останова котла.

Для изучения условий ускоренного пуска из холодного состояния были проведены испытания на котле производительностью около 450 т/час с давлением пара 126 атм и температурой перегрева около 518°C .

В результате длительного исследования было принято решение о пуске котла за $3\frac{1}{2}$ часа вместо обычных 7 час. Этот опыт показал, что котлоагрегаты большой производительности с высокими параметрами пара после длительной остановки могут быть пущены в работу за 3—4 часа.

Требуется детальное изучение процесса останова и пуска каждого котлоагрегата в отдельности, в зависимости от конструкции и условий работы. Только после глубокого изучения факторов, могущих вызвать повреждение, и применения мероприятий, обеспечивающих надежную работу оборудования при ускоренном пуске можно будет в каждом отдельном случае принять решение по этому вопросу (Trans. of the ASME, XI, 1950; Combustion, XI, 1950).

Обраб. инж. И. И. Квирин

Электростанции с промежуточным перегревом пара

В послевоенное время на электростанциях общего пользования США насчитывалось 50 блок-агрегатов (котел — турбина — генератор), работающих с промежуточным перегревом пара, общей мощностью 5 млн. квт.

На основе проведенных в течение последних двух лет Американским институтом инженеров-механиков дискуссий о преимуществах и недостатках цикла промежуточного перегрева пара установлена со всей очевидностью экономическая целесообразность этого цикла, если он применяется при благоприятных условиях.

Цикл промежуточного перегрева пара требует комбинации одного котла с турбиной. Это означает, что один котел должен обеспечить мощность от 80 до 150 тыс. квт.

В военные годы промежуточный перегрев не был так популярен вследствие того, что не была доказана выгода больших котлов вообще и особенно при сжигании низкосортных углей. Только теперь решена задача проектирования, производства и эксплуатации таких котлов.

Применение промежуточного перегрева пара имеет следующие преимущества:

1. Для одних и тех же начальных параметров пара промежуточный перегрев дает возможность повысить общий к. п. д. электростанций с турбинами большой мощности на 4—6%, если пар перегревается до начальной температуры и перегрев осуществляется при оптимальном давлении.

2. Среднее содержание влаги в паре при расширении его в турбине снижается, что определяет уменьшение выходящих потерь и расхода пара.

3. Поскольку сокращается расход пара, могут быть уменьшены размеры конденсатора, подогревателей высокого давления, паропроводов и трубопроводов, что дает экономию капитальных затрат. Эта экономия позволяет частично компенсировать увеличение стоимости турбины и котла, связанное с наличием промежуточного перегрева.

4. Работа блок-агрегатов, состоящих из котла, турбины и генератора, как это показала практика, может быть признана достаточно надежной. Котел с промежуточным перегревом пара не отличается от обычного котла большой паропроизводительности ничем, кроме дополнительно встроенной секции пароперегревателя. Его эксплуатация не вызывает затруднений и не требует увеличения персонала.

Наравне с положительными сторонами можно указать следующие случаи, для которых применение промежуточного перегрева пара не оправдывается:

1) когда стоимость топлива настолько низка, что дополнительные затраты, связанные с промежуточным перегревом пара, не могут быть оправданы даже при высоком к. п. д. цикла;

2) когда мощность энергосистемы настолько невелика, что блок в 40 тыс. квт, как минимальный агрегат, оправдывающий применение промежуточного перегрева пара, не может быть установлен;

3) когда в энергосистеме базовой мощностью являются гидроэлектростанции, а тепловые станции имеют сравнительно низкую нагрузку;

4) когда имеется несколько котлов на одну турбину и когда некоторые преимущества промежуточного перегрева пара теряются за счет эксплуатационных неудобств ввиду сложности трубопроводов и необходимости централизованного управления.

Итоги четырнадцатилетней эксплуатации электростанции Порт-Вашингтон с промежуточным перегревом пара показали высокую ее экономичность, не превзойденную ни одной электростанцией в данной системе.

Отмечается, что при существующих в США соотношениях цен на теплосиловое оборудование и топливо дополнительные затраты, связанные с применением промежуточного перегрева пара 100 атм, 530°C , при системе блок-агрегатов для электростанций мощностью 100 тыс. квт, окупаются в течение трех лет (Combustion, IV, 1950).

Обраб. инж. Е. И. Рассадников

□ □ □

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. Я. Рябков, Электрический расчет электрических сетей, М.—Л. Госэнергоиздат, 1950 г., 400 стр., 7000 экз.

Книга проф. А. Я. Рябкова является учебным пособием при изучении сетей в высших электротехнических учебных заведениях. Она также может быть полезна и для инженеров, проектирующих и эксплуатирующих электрические сети.

Книга содержит расчеты местных сетей, линий электропередачи, районных сетей. По отношению к ранее вышедшим трудам на эти же темы проф. А. А. Глазунова и проф. А. М. Залесского данная книга имеет ряд отличий и своеобразность изложения.

Прежде всего как достоинство книги надо отметить последовательность изложения теории сетей по степени все большей трудности их изучения и сложности выполнения. Так, первые пять глав относятся к расчетам местных сетей, а остальные четыре — к расчетам линий электропередачи и районных сетей. Такой план соответствует историческому развитию сетей и способствует лучшему усвоению материала и логической связи между отдельными частями курса.

Перед изложением методов расчета сети автор дает в первой главе краткий исторический обзор развития сети в России и в СССР и описание конструктивного выполнения сетей. Вторая глава содержит сведения о выборе проводов и кабелей по условиям нагрева, а также правила выбора предохранителей для осветительных и силовых сетей по общепринятым методам. В третьей главе собран материал по подсчетам сопротивлений, активной и емкостной проводимости линий, вычисления параметров трансформаторов и выбор их схем замещения, выражения мощностей в комплексной форме и вычисления падения напряжения и потерь напряжения и мощности на отдельном участке (звене) высоковольтной линии.

Мы считаем, что с точки зрения принятого плана книги часть этого материала желательно было бы перенести в главу шестую. Определение активной проводимости линий (явлений короны) и комплексные формулы для звена линии нужны автору только для изложения расчетов электропередачи (глава шестая), поэтому их туда и следовало бы поместить. Тогда читатель перед расчетом местных сетей познакомился бы только с тем материалом, который ему нужен для их изучения. Сам автор следует такому порядку при изложении расчета сетей в своем учебнике для техникумов.

В четвертой и пятой главах излагаются расчеты местных сетей. Эти расчеты было бы желательно дополнить рассмотрением смешанных сетей с несимметричной нагрузкой фаз, разомкнутых сетей с несколькими точками разветвления, трехфазных сетей по системе «два провода — земля», имеющих большое распространение в сельском хозяйстве, методом расчета линий со стальными проводами при двухстороннем питании. Следовало бы дать также и пример расчета методом преобразования более сложных замкнутых сетей, чем сеть с узлами, образующими треугольник. Наоборот, метод узловых уравнений может быть выпущен, как вышедший из практического применения. Если же автор считал ознакомление с этим методом необходимым, то тогда его следовало бы дать для сети с произвольным числом узлов, а не ограничиваться простейшим случаем сети с одним узлом.

Расчет линий электропередачи у автора дан в последовательном раскрытии основных методов. Сначала даются уравнения с гиперболическими функциями для рас-

чета линий с распределенными проводимостями и сопротивлениями, что и следовало бы отразить в названии § 6, 3, а не давать ему заголовок «Основные уравнения длинной линии электропередачи с потерями». Потери могут учитываться и при расчете по более простым методам.

Далее автор излагает методы расчета, основанные на теории четырехполюсника и на комбинации нескольких четырехполюсников. Затем идут методы расчета по схемам замещения с введением поправочных коэффициентов. Схемы замещения применяются без учета и с учетом трансформаторов, с нагрузкой, выраженной током, и нагрузкой, выраженной мощностью. Все эти методы сопровождаются рассмотрением восьми числовых примеров (6,7—6,14). Следует пожалеть, что для выяснения различных режимов работы линий электропередачи автор не пользуется круговыми диаграммами. Если для обычных инженерных расчетов этот метод не всегда применяется из-за неточности графических построений, то для педагогических целей он весьма ценен. Круговыми диаграммами пользуется в своем учебнике проф. А. А. Глазунов и особенно широко они применяются проф. А. М. Залесским. Было бы желательно и в учебном пособии проф. Рябкова также видеть главу с круговыми диаграммами.

§ 6,12, дающий понятие о передаче энергии по сверхдлинным линиям, слишком краток (3 стр.), тогда как интерес к таким линиям значительно возрос в связи с великими стройками коммунизма.

Проектирование таких сверхдлинных линий у нас началось еще до Великой Отечественной войны.

После расчета линий с односторонним питанием автор в главе седьмой переходит к изложению расчета районных сетей разомкнутого и замкнутого видов. Здесь показаны методы расчета и приведены числовые примеры, включая замкнутые сети с узлами, что позволяет рассчитать сети любой формы. Такая полнота изучения сетей выгодно отличает книгу проф. А. Я. Рябкова от других пособий.

Восьмая глава освещает вопросы регулирования напряжения в электрических сетях. При рассмотрении применения различных аппаратов для регулирования напряжения существенным недостатком является отсутствие указаний на применение вольтодобавочных трансформаторов для регулирования напряжения. А между тем в настоящее время им отводится большая роль в регулировании напряжения в сетях как высокого, так и низкого напряжений. Включение этого материала могло бы быть сделано за счет сокращения описания расчета синхронных компенсаторов.

В девятой главе даются расчеты потерь энергии в электрических сетях. Этот раздел слишком краток. Экономические расчеты электрических сетей не следует ограничивать только подсчетом потерь энергии и определения экономического сечения линий. Сюда должны быть отнесены и выбор напряжений линий, и выбор числа цепей, здесь же необходимо дать понятие об экономическом распределении мощностей в замкнутых сетях.

Кроме того, следует отметить нецелесообразность отнесение этих вопросов в последнюю главу курса. Более естественным было бы отнести их к началу изучения линий электропередачи, так как они и определяют основные параметры линий, а затем уже начинается определение потерь напряжения и выбор средств регулирования. Так поступает проф. А. М. Залесский, сосредоточивая эти воп-

росы в главе II, помещаемой перед изучением расчетов линий электропередачи.

Книга проф. А. Я. Рябкова изложена хорошим, ясным языком, на современном уровне теоретических основ электротехники. Лишь редко можно встретить небольшие неточности, вроде выражение «векторы полной мощности алгебраически складываются (106 стр.).

В книге имеется большое количество числовых примеров по всем разделам курса.

В общем книгу проф. А. Я. Рябкова следует признать ценным и умело составленным пособием по изучению расчетов электрических сетей, обогащающим нашу отечественную техническую литературу.

Проф. В. Н. Степанов

Новые книги по энергетике

Покровский В. Н., Водоснабжение тепловых электростанций, М.—Л., Госэнергоиздат, 1950, 228 стр.

Подробно описываются различные системы водоснабжения, осуществляемые на электростанциях в зависимости от местных условий. В специальной главе дается технико-экономическое сравнение различных систем водоснабжения. Книга предназначена для проектировщиков и строителей водоснабженцев, а также эксплуатационного персонала тепловых электростанций.

Попов В. С., Электротехника, изд. 3-е, М.—Л., Госэнергоиздат, 1950, 496 стр.

В книге содержатся основные законы и расчет цепей постоянного и переменного тока. Электрические измерения. Электрические машины и уход за ними. Электропривод. Электрическое освещение. Расчет и устройство электрических сетей. Электротермия. Книга является учебником по курсу общей электротехники для учащихся техникумов неэлектрических специальностей и пособием для инженерно-технических работников по вопросам электротехники.

Правила устройства электротехнических установок, М.—Л., Госэнергоиздат, 1950, вып. 2, 152 стр.

Электрические системы. Распределительные устройства и подстанции. Проводка цепей управления и измерения, статические конденсаторы. Аккумуляторные батареи. Электромашинные залы. Электродвигатели. Электропечные и осветительные установки. Проводка, учет электроэнергии. Сельские электроустановки. Заземление.

Рябков А. Я., Электрические сети, изд. 2-е, переработ. и доп., М.—Л., Госэнергоиздат, 1950, 440 стр.

Рассматривается электрический расчет сетей и линий электрических систем. Механический расчет воздушных линий электропередачи, а также понятия о проектировании и выполнении электрических сетей и о работе электрических систем. Теоретическая часть курса иллюстрируется большим числом примеров расчета. Книга предназначается как учебник для энергетических техникумов, но может быть полезна и как учебное пособие для неэлек-

троэнергетических факультетов энергетических вузов, а также для инженеров и техников, впервые знакомящихся с электрическими сетями.

Сигалов Л. Б. и Ларин В. Т., Конспект-руководство для машиниста передвижной паровой электростанции ППЭС-40, М., 1950, 45 стр.

Устройство, тепломеханическое и электрическое оборудование, а также эксплуатация электростанций ППЭС-40, представляющей собой совокупность нескольких тепломеханических и электрических агрегатов, смонтированных в узкоколейном крытом вагоне. Установки работают надежно и с достаточно высоким к. п. д. Потребление воды очень незначительное. Система циркуляции воды и пара замкнутая.

Сигнальное устройство предельных уровней воды в котлах, М.—Л., изд. коммун. хоз. РСФСР, 1950, 10 стр. с черт.

Описание конструкции сигнализатора, основанной на принципе электропроводности котловой воды, и принцип его действия.

Эксплуатация электросетей и подстанций промышленных предприятий (Сборник статей), М., Углетехиздат, 1950, 316 стр.

В сборник включены лекции, прочитанные на организованном «Домом инженера и техника» семинаре по эксплуатации электросетей и подстанций промышленных предприятий. В лекциях отражен опыт эксплуатации кабельных и воздушных сетей, распределительных устройств и подстанций промышленных предприятий, а также опыт профилактических испытаний кабельных линий и аппаратуры подстанций. Кроме того, приведены материалы по реконструкции релейной защиты и улучшенного коэффициента мощности, по учету и измерениям на подстанциях промышленных предприятий. Сборник предназначается для инженеров и техников, занятых проектированием и эксплуатацией систем электроснабжения промышленных предприятий.

Библиограф М. А. Мостовая



ПОПРАВКИ

В № 4 журнала «Электрические станции» за 1951 г. в статью Д. В. Шишмана «Влияние схемы испытания на величины токов проводимости витковых разрядников» необходимо внести следующие исправления:

На стр. 33, левая колонка, 9 строка текста снизу вместо x^* нужно α^*

На стр. 34, правая колонка, 19-ю строку сверху нужно читать:

«... себе измерения напряжения, за исключением измерения напряжения по току...»

На стр. 35, правая колонка, 1-ю строку текста снизу следует читать:

«... ления без сглаживающей емкости на другой испытательной установке с кенотроном, присоединенным в цепи заземления обмотки испытательного трансформатора при градуи...»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. А. Боровой, П. Г. Грудинский, Н. Д. Лаврененко, С. Г. Мхитарян,
В. А. Попов, Б. М. Соколов, И. А. Сыромятников, С. Ц. Фаерман,
Д. Г. Чижов

Главный редактор Д. Г. Чижов

Вниманию авторов

При подготовке статей для журнала «Электрические станции» авторам необходимо выполнять следующие требования:

1. Объем статей не должен превышать 10—15 страниц текста, *напечатанного на машинке на одной стороне листа через два интервала (обязательно первый)* исключения статьи могут быть представлены четко написанными от руки на одной стороне листа.

2. Формулы и иностранный текст должны быть написаны разборчиво. В формулах обязательно выделять прописные и строчные буквы, индексы писать ниже строки, показатели степени — выше строки; на полях рукописи делать отметки, каким алфавитом в формулах обозначены буквы, и другие пояснения к формулам.

3. Статьи иллюстрировать фотографиями и чертежами, однако число их должно быть минимально необходимым. Чертежи выполнять тушью или карандашом, надписи и обозначения писать четко. Снимки направлять четкие и контрастные размером не менее 9×12 см, в двух экземплярах.

В тексте статьи обязательно делать ссылки на рисунки, причем обозначения в тексте должны строго соответствовать обозначениям на рисунках.

Каждый чертеж или фотография должны иметь порядковый номер, соответствующий его номеру в тексте, и подпись.

Чертежи и фото в тексте не вклеивать, а прилагать их отдельно, составив на них опись.

4. В табличном материале точно обозначать единицы измерения. Наименования давать полностью, не сокращая слов. Не давать слишком громоздких таблиц.

5. Иностранные единицы измерения обязательно переводить в принятые у нас в Союзе меры длины, веса и др.

6. Официальные материалы должны быть заверены соответствующими организациями. Материал научно-исследовательских организаций и заводов должен иметь визу руководства.

7. В конце рукописи указывать полностью имя, отчество и фамилию автора, домашний адрес, занимаемую должность, год рождения, номер и место выдачи паспорта.

8. Материал для журнала направлять по адресу: Москва, Ветошный пер., здание ГУМ, III корпус, 1 этаж, помещ. 164, редакции журнала «Электрические станции».

**Адрес редакции: Москва, Ветошный пер., ГУМ, III корпус, I эт., пом. 164.
Телефоны: редакции К 5-21-22; редактора Б 3-18-46 и комм. К 1-02-80, доб. 1-40.**

ГОСЭНЕРГГОИЗДАТ

ОТКРЫТА ПОДПИСКА

на 1951 г. на второе полугодие

НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЖУРНАЛЫ:

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

Орган Академии наук СССР, МЭС
и МЭП СССР

Основан в 1880 г. 12 номеров в год

Подписная цена на 6 мес. 48 руб.
на 3 мес. 24 руб.

Журнал рассчитан на инженеров и научных работников, ведущих работу в различных областях электротехники.

„ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ“

Орган МЭС СССР

Год издания 22-й 12 номеров в год

Подписная цена на 6 мес. 48 руб.

Журнал рассчитан на инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, электростанций и сетей Министерства электростанций, а также на энергетиков предприятий других министерств.

„Гидротехническое строительство“

Производственно-технический и экономический
журнал МЭС СССР

Год издания 20-й 12 номеров в год

Подписная цена на 6 мес. 24 руб.

Журнал рассчитан на инженерно-технический персонал, работающий на гидротехнических строительствах, в проектно-изыскательских организациях, научно-исследовательских институтах и на студентов вузов.

„Промышленная энергетика“

Орган Госинспекции по промэнергетике
и энергонадзору при МЭС СССР

Год издания 8-й 12 номеров в год

Подписная цена на 6 мес. 24 руб.
на 3 мес. 12 руб.

Журнал предназначен для инженеров и техников, работающих в отделах главного энергетика, главного механика, в производственных цехах предприятий и заводских лабораторий.

„РАБОЧИЙ ЭНЕРГЕТИК“

Массовый производственно-технический
ежемесячный журнал
Орган Министерства электростанций

Подписная цена на 6 мес. 12 руб.

Журнал рассчитан на широкие круги рабочих-энергетиков: кочегаров, машинистов, механиков, электромонтеров, мастеров и техников, работающих на электростанциях, в электрических и тепловых сетях, промышленных предприятиях, строительстве и монтаже энергетических установок.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ

городскими и районными отделениями Союзпечати, во всех конторах, отделениях и агентствах связи и общественными уполномоченными по подписке на предприятиях, в организациях и учреждениях.