

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАНЦИИ

1-6



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1950

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

1

ЯНВАРЬ
1950

Орган Министерства электростанций СССР

21-й ГОД ИЗДАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Передовая—За успешное завершение после- восной Сталинской пятилетки	3	ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ	
А. М. Комаров и М. И. Невельсон — Повы- шение экономичности тяго-дутьевых установок	7	М. Н. Ласкин — Внедрение хозрасчета на ГЭС Ленэнерго	50
Д. М. Васин и Н. М. Долговский — Рекон- струкция дымососных установок	12	Ф. Е. Дасаев — Новый метод установки за- жигательных поясов	50
Е. Г. Герштейн, А. И. Крюков и В. А. Сте- панова — Метод повышения эксплуата- ционной надежности пароперегревателей	15	Б. А. Зудин — О качестве топочных мазу- тов	51
А. И. Мамет и В. В. Глушенко — Удаление кислорода из питательной воды сталь- ными стружками	19	А. Г. Князев — Сниженный указатель уров- ня воды в барабане	52
П. М. Свердлов — Компоновка служеб- ных помещений при главном здании тепло- вых электростанций	23	Б. Д. Брянский и А. Т. Давыдов — Обес- кремнивание воды обожженными доло- митами	52
Обсуждение вопроса о выборе рационального типа распреде- лительного устройства		Т. П. Мусатов — Передвижной обходной разъединитель для одиночных линий с односторонним питанием	53
С. В. Цыганов	26	И. В. Малхасьян — Определение транспо- зиционных опор линейным искателем повреждений	54
А. И. Сандлер	28	М. Г. Файзуллин и У. Б. Юсупов — Улуч- шенная конструкция мачтовой муфты наружной установки 6 ÷ 10 кв	54
И. Н. Оранский	29	В. М. Теплов — Простая сигнализация для персонала при дежурстве его на дому	55
Х. Е. Нахмансон	31	Е. М. Любимова — Ремонт аккумуляторных батарей стационарного типа	56
Ю. Н. Катаргин и В. М. Синьков	32		
В. Н. Гуревич	33	ХРОНИКА	
В. М. Кедрин	34	В Техническом совете при Министре Технико-экономическое сравнение откры- тых и закрытых распределительных устройств 110 и 35 кв при применении нового оборудования	57
Е. Ф. Иоффе	35	В Техническом отделе Министерства Об изменении конструкции груза в устрой- ствах грузового АПВ для приводов ти- па КАМ	57
Л. Е. Иванов, Г. М. Каялов и Г. М. Явич	36	О применении битуминозной массы марки МБ-70 для заливки кабельных муфт 3, 6 и 10 кв	58
Электротехническая секция Ростов- ского отделения ВНИТОЭ	38	В Техническом управлении по строитель- ству и монтажу Об объеме и содержании проектов органи- зации строительства	58
В Техническом совете при Министре электростанций	39	Безопасный режим периодических продувок соленых отсеков барабанов котлов	59
Г. Б. Якуша — О повреждаемости обору- дования электрической части в одной энергосистеме	42	П. С. Жданов — Некролог	60
		ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ	
ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ		Работа котлов высокого давления Бейсона на германских электростанциях — Н. М. Владимиров	61
Г. Х. Астапович — Способ проверки цент- ровки турбин Юнгстрем	45	Реконструкция топливного тракта на осно- ве моделирования, обраб. В. Ф. Шулешов	62
Н. Я. Турчин — Сооружение брызгального бассейна скоростными методами	46	О тематике журнала „Электрические стан- ции“ на 1950 г.	64
Н. Л. Бутенко и Л. Д. Гинзбург-Шик — Способ строповки при подъеме бараба- нов котлов	48		
* — Сварка трубопроводов высокого давле- ния с вкладным разъемным кольцом	49		

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. А. Боровой, П. Г. Грудинский, И. И. Гурвич, Б. И. Дуб, К. Д. Лавренко,
С. Г. Мхитарян, Н. Н. Романов, Б. М. Соколов, И. А. Сыромятников,
С. Ц. Фаерман

Редактор К. Д. Лавренко

Адрес редакции: Москва, Ветошный пер., ГУМ, III корпус, I эт., пом. 164.
Телефоны: редакции К 5-21-22; редактора К 3-18-46 и номм. К 1-02-80, доб. 1-40

ЗА УСПЕШНОЕ ЗАВЕРШЕНИЕ ПОСЛЕВОЕННОЙ СТАЛИНСКОЙ ПЯТИЛЕТКИ

Советский народ в 1949 г. одержал новые трудовые победы. План выпуска промышленной продукции значительно перевыполнен. Как указал тов. Маленков в докладе о 32-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, советская индустрия увеличила объем производства за 10 мес. 1949 г. на 20% по сравнению с соответствующим периодом 1948 г. В октябре 1949 г. продукция всей промышленности превзошла более чем на 50% среднемесячный выпуск 1940 г. Это означает, что наша промышленность досрочно достигла уровня производства, установленного пятилетним планом на 1950 г., по которому довоенный уровень производства должен быть превзойден на 48%. Производительность труда в промышленности возросла против 1948 г. на 14%. За счет полученной экономии материалов, топлива и электроэнергии промышленность выработала более чем на 20 млрд. руб., дополнительной продукции.

Больших успехов добилось также и наше социалистическое земледелие. На полях страны собран урожай, превышающий урожай 1948 и 1940 гг.

Советские строители построили и восстановили за 3 года и 9 мес. послевоенной пятилетки свыше 4 600 государственных промышленных предприятий и 61 млн. м² жилой площади.

Благодаря заботам партии Ленина—Сталина непрерывно растет материальное благосостояние и культурное обслуживание трудящихся.

Советские люди отвечают на эту заботу массовым трудовым героизмом.

Особенно широко развернулось социалистическое соревнование в декабре 1949 г. в связи с 70-летней годовщиной со дня рождения нашего вождя и учителя И. В. Сталина. В ознаменование этой славной годовщины миллионы советских людей встали на стахановскую вахту. В этом мощном трудовом подъеме ярко проявляется горячая любовь советского народа к великому вождю, непоколебимому борцу за дело Ленина — товарищу Сталину.

В этом всенародном соревновании активное участие приняли советские энергетик, отдающие все свои силы на осуществление идей Ленина — Сталина о широкой электрификации нашей страны, строящей коммунистическое общество.

В результате трудового подъема советских энергетиков годовой план выработки электро-

энергии в целом по Министерству электростанций выполнен досрочно 29 декабря 1949 г.

Досрочно выполнили годовой план электростанции крупнейших энергетических систем — Уральской, Московской, Донбасской, Днепровской, Кузбасской, Горьковской, Сталинградской, Узбекской, Ивановской и др.

В октябре 1949 г. электростанции Министерства электростанций достигли уровня среднеуточного производства электроэнергии, установленного пятилетним планом на 1950 г. Тем самым пятилетний план по уровню производства выполнен электростанциями досрочно — за 3 г. 10 мес.

В 1949 г. выработка электроэнергии на гидроэлектростанциях увеличилась по сравнению с 1948 г. на 23%, а по сравнению с 1940 г. — более чем в 2 раза. В результате успешной работы гидроэлектростанций удельный вес гидроэнергии в общей выработке электроэнергии электростанциями Министерства увеличился в 1949 г. до 19,4% вместо довоенного 13,1%. За счет сверхплановой выработки гидроэнергии сэкономлено дополнительно несколько сотен тысяч тонн топлива.

Большую помощь электростанциям оказали торфопредприятия Главторфа, перевыполнившие в 1949 г. план добычи готового торфа.

Заводы Главэнергозапчасти досрочно выполнили план выпуска запасных частей и успешно освоили производство ряда важнейших новых видов оборудования и приборов для электростанций: разгрузочно-погрузочных машин для складов топлива, питательных насосов высокого давления, солемеров, кислородомеров, электронной автоматики и др.

Серьезных успехов достигли электростанции в деле улучшения технико-экономических показателей. Удельный расход условного топлива снижен в среднем по Министерству с 564 г/квтч в 1948 г. до 548 г/квтч в 1949 г. Такого снижения удельного расхода топлива за один год наша энергетика еще не знала как в предвоенные, так и в послевоенные годы.

Наряду с улучшением обслуживания оборудования такое серьезное повышение экономичности использования топлива в 1949 г. явилось следствием резкого улучшения топливоснабжения электростанций и освоения нового оборудования высокого давления. Большое значение для повышения экономичности электростанций имело также

дальнейшее развитие теплофикации. Большинство теплоэлектроцентралей закончило 1949 г.— 25-й год развития советской теплофикации — с удельными расходами топлива ниже 500 г/квтч, что обеспечило стране экономию топлива от теплофикации до 2,5 млн. т.

По сравнению с планом электростанции сэкономили в 1949 г. 390 тыс. т условного топлива. Достигнув в 1949 г. удельного расхода условного топлива 548 г/квтч, электростанции уже перевыполнили в этом отношении задание пятилетнего плана на 1950 г. Против довоенного уровня удельный расход снижен на 48 г/квтч, или на 8%.

Средняя норма расхода электроэнергии на собственные нужды тепловых электростанций снижена с 8,19% в 1948 г. до 7,91% в 1949 г., что обеспечило сверхплановую экономию более 70 млн. квтч. Также снижена норма потерь электроэнергии в сетях.

Передовые электростанции показали образцы стахановской работы, вскрыли большие резервы, имеющиеся в области повышения использования оборудования. Работники Закамской тэц и Среднеуральской грэс Главуралэнерго, Каширской грэс, тэц № 9 и 11 Мосэнерго и ряда других электростанций обеспечивают надежную работу оборудования при минимальном простое агрегатов в ремонте.

В истекшем году достигнуты первые успехи в осуществлении скоростных ремонтов: всего было отремонтировано скоростным методом 90 котлов и 62 турбины. При этом установленные Министерством электростанций задания по количеству агрегатов, подлежащих ремонту скоростным способом, были перевыполнены всеми эксплуатационными главными управлениями. По отремонтированным скоростным способом котлам и турбинам ремонтный простой снижен на 25—35% против предусмотренного планом, достигнуто существенное снижение затрат рабочей силы и денежных средств.

На 1950 г. государственным планом перед работниками электростанций была поставлена ответственная задача — увеличить производство электроэнергии и отпуск тепла.

Досрочно выполнив пятилетний план по уровню среднесуточного производства электроэнергии, работники электростанций должны с честью выполнить свой долг перед государством и в 1950 г. выработать больше электроэнергии, чем установлено пятилетним планом. Это задание должно быть и будет полностью выполнено советскими энергетиками.

В 1950 г. электростанции и сети должны сделать новый крупный шаг вперед в деле улучшения всех технико-экономических показателей. За счет дальнейшего снижения удельных расходов топлива на производство электрической и тепловой энергии должно быть сэкономлено по сравнению с 1949 г. более 400 тыс. т условного топлива. Расход электроэнергии на собственные нужды должен быть снижен на 60 млн. квтч. Для этого необходимо широко внедрить прогрессивные технические нормы расхода топлива, тепла и электроэнергии на всех производственных участках электростанций и строго контролировать их соблюдение каждой сменой, каждой бригадой.

Опыт работы передовых электростанций показывает большие возможности улучшения технико-экономических показателей, но эти возможности, к сожалению, используют не все станции. Если коллективы Каширской и Среднеуральской грэс добились в 1949 г. удельного расхода условного топлива ниже 500 г/квтч, то как может коллектив Зуевской грэс (директор т. Бондарев, главный инженер т. Микульчик) мириться с полученным в 1949 г. результатом — 541 г/квтч?

Коллектив Ярославской тэц, добившийся в 1949 г. удельного расхода условного топлива 393 г/квтч, показывает пример другим тэц, на которых установлены турбины с отбором пара. Этому примеру должны последовать тэц № 9, 11, 12 и 15 Мосэнерго, Игумновская и Безымянская тэц, Новосибирская тэц, Северодонецкая тэц и др. Особенно большая работа по улучшению экономичности предстоит коллективу Харьковской тэц № 3 (директор т. Киреев), закончившей 1949 г. с недопустимо высоким удельным расходом — 637 г/квтч.

Медленно еще осваивают оборудование высокого давления Несветаевская грэс, Киевская грэс № 2 и Каменская тэц.

Работники небольших конденсационных электростанций должны перенять опыт эксплуатации Томской грэс, добившейся в 1949 г. удельного расхода 545 г/квтч.

Большие задачи стоят в 1950 г. перед всеми электростанциями в области снижения расхода электроэнергии на собственные нужды. Не случайно, что наиболее хороших показателей по расходу электроэнергии на собственные нужды добились в 1949 г. те же коллективы, какие показали высокую экономичность по использованию топлива, например Каширская грэс — 6,6%, Ярославская тэц — 3,3%, Томская грэс — 5,3%. Другим электростанциям необходимо скорее подтянуться к этим передовым показателям. Нельзя больше терпеть такого положения, когда расход на собственные нужды превышает 9 и даже 10%.

Серьезным источником экономии топлива и электроэнергии на собственные нужды должны явиться: улучшение конструкции топков котлов, увеличение поверхности воздухоподогревателей и экономайзеров, уплотнение обшивки и обмуровки котлов, обеспечение нормальной регенерации питательной воды и т. д. Особое внимание должно быть уделено реконструкции тяго-дутьевых машин для повышения их к. п. д. на всех электростанциях до 60—65%, а также газо-воздушных трактов для снижения их сопротивлений.

Опыт отдельных электростанций, использовавших в 1949 г. разработки Оргрэс — ЦАГИ по тяго-дутьевым машинам, показал, что можно добиться значительного снижения расхода электроэнергии на тягу и дутье.

За последние два года работники электросетей добились серьезного снижения потерь электроэнергии в сетях. В 1950 г. государственным планом поставлена задача добиться нового значительного снижения этих потерь. Работники электросетей должны помнить, что каждый киловаттчас, сэкономленный ими на снижении потерь в сетях, даст возможность увеличить выпуск про-

мысленной продукции, улучшить снабжение населения электроэнергией.

Главной задачей в 1950 г. в области ремонтов являются распространение скоростного способа работ на все предприятия и проведение этим способом ремонта не только котлов и турбин, но и генераторов, трансформаторов и других видов оборудования.

Использование стахановского опыта работников передовых электростанций в деле отличного обслуживания оборудования и проведение его скоростных ремонтов обеспечат дополнительную выработку электроэнергии для социалистической промышленности и бытовых нужд населения.

Электростанции и сети должны своевременно и тщательно подготовить проведение капитальных ремонтов и особенно выполняемых скоростным способом. До начала ремонтов должны быть изготовлены и установлены на местах необходимые стационарные механизмы и приспособления. При этом должны быть полностью выявлены и использованы местные ресурсы и производственные возможности местных заводов и собственных механических мастерских.

Это относится и к Союзэнергоремонту, который должен своевременно реализовать все меры для того, чтобы выполняемые им комплексные скоростные ремонты оборудования явились образцами хорошей организации работ и передовой техники, по которым следует учиться ремонтному персоналу энергосистем.

Особое внимание должно быть уделено качеству ремонта. Нельзя впредь допускать такое положение, какое в 1949 г. имело место на электростанциях Мосэнерго и Главуралэнерго, где свыше 10% котлов и турбин были выведены из работы для устранения недоделок ремонта вскоре после окончания капитальных ремонтов. Лучшее обстояло дело на электростанциях Главцентрэнерго и Главвостокэнерго, но и там дефекты в работах были обнаружены на 4—6% агрегатов.

На электростанциях Мосэнерго, Главюжэнерго, Главцентрэнерго имело место большое количество случаев вывода оборудования в капитальный ремонт с запозданием против установленных планом сроков: по 12—22% котлов и 20—32% турбин. В 1950 г. ремонты должны осуществляться строго по плану. Реальность такой задачи подтверждается опытом Главвостокэнерго, на электростанция которого были только единичные случаи запоздания с выводом в капитальный ремонт котлов и турбин.

В истекшем 1949 г. общее число аварий по сравнению с 1948 г. снизилось на 13%, аварийный недоотпуск — на 34%. Такой результат противоаварийных работ необходимо признать неудовлетворительным.

Руководители предприятий, цехов, инженерно-технический персонал, рабочие электростанций и сетей должны понять, что в настоящее время речь идет не о том, чтобы в текущем году, как и в предыдущие годы, добиться очередного снижения количества аварий на 15—20%, а о том, чтобы уже в 1950 г. был сделан решительный шаг к переходу на работу без аварий. Для этого уже в значительной мере созданы необходимые условия: на электростанциях устанавливается но-

вое, технически совершенное оборудование; установленное в прошлые годы оборудование, имевшее зачастую дефекты, в значительной мере модернизировано; широко внедряется автоматизация производственных процессов; электростанции и сети располагают квалифицированным персоналом, накопившим большой опыт работы. Необходимо усилить технический контроль за работой оборудования и его обслуживанием и, самое главное, неуклонно укреплять производственную дисциплину персонала и добиваться точного соблюдения установленных правил эксплуатации.

Главные и районные управления должны изучать и широко распространять опыт отдельных предприятий, работавших в течение всего 1949 г. без аварий. Таких предприятий в 1949 г. было несколько десятков, в том числе: тэц № 9 Мосэнерго, Ивановская грэс, Ярославская тэц, Кизеловская грэс, Куйбышевская грэс, Ленинградская грэс № 2, Ленинградская грэс № 7, грэс № 13 и 14 Мосэнерго и др.

В области автоматизации в 1950 г. должны быть выполнены работы большого масштаба. Автоматизация горения на котлах и автоматизация гидротурбин должны быть выполнены в значительно большем объеме, чем в 1949 г.; несколько автоматизированных гидростанций должны быть переведены на телеуправление. В текущем году впервые будут проведены на ряде электростанций работы по комплексной автоматизации котельных цехов. Широко применение должна найти автоматика деаэраторов, загрузки углеразмольных мельниц, теплофикационных устройств, автоматизация в сетях. К этим работам необходимо своевременно подготовиться и не допускать такого положения, какое имело место в 1949 г., когда часть намеченных по плану работ в области автоматизации не была выполнена.

Работники электростанций и сетей активно участвуют во всенародном движении за сверхплановые накопления. За 1949 г. в целом по Министерству работники электростанций добились более 350 млн. руб. сверхплановой экономии. По средней себестоимости 1 кВтч в сопоставимых ценах за 1949 г. электростанции достигли и превзошли задание пятилетнего плана на 1950 г., выполнив тем самым по этому важнейшему показателю пятилетку в 4 года.

В 1950 г. работники электростанций должны добиться дальнейшего снижения себестоимости на 3% по сравнению с фактической в 1949 г. Для этого имеются огромные резервы, о чем говорит опыт передовых предприятий, снизивших в 1949 г. себестоимость энергии в сопоставимых ценах на 10% и более.

Широкого распространения заслуживает опыт ленинградских, ярославских и некоторых других электростанций, внедривших в 1949 г. практику ежесуточного контроля за выполнением задания по снижению себестоимости энергии. Установление такого контроля сверху донизу, от директора до бригадира, привлечение к нему внимания и инициативы рабочей массы путем организации лицевых счетов экономии отдельных работников дают возможность сберечь нашему социалистическому государству многие миллионы рублей.

Важнейшим рычагом к снижению себестоимости продукции является повышение производительности труда. Государственный план на 1950 г. требует от работников электростанций и сетей обеспечить рост производительности труда в 1950 г. не менее чем на 13% по сравнению с фактическим уровнем 1949 г. Для этого намечены широкая программа механизации трудоемких работ и автоматизация управления агрегатами.

Вновь вводимое в работу в 1950 г. основное оборудование должно быть укомплектовано персоналом, главным образом, за счет имеющихся кадров рабочих и инженерно-технических работников, что требует своевременной подготовки их к работе на новых рабочих местах.

В 1949 г. строительные и монтажные организации и работники эксплуатации выполнили большую работу по вводу новых мощностей на электростанциях и в сетях. Введено больше чем в 1949 г.: новой турбинной мощности на 20%, новой котельной мощности — на 32%, высоковольтных линий электропередачи — на 91%. Вступила в эксплуатацию высоконапорная гидроэлектростанция, обеспечившая прочную энергетическую базу для крупнейшего в Союзе курортного района. Строительство этой электростанции успешно осуществлено в сравнительно короткий срок (менее 3 лет), несмотря на сложные условия и удаленность от железной дороги.

В установленный Правительством срок завершено строительство большой гидроэлектростанции, удваивающей мощность одной из важнейших энергетических систем. Введено в действие несколько новых гидроэлектростанций. Большое значение имеет завершение строительства высокогорной Севанской гидроэлектростанции, позволяющее начать рациональное использование вековых запасов воды озера Севан.

В 1949 г. введены в действие мощные гидрогенераторы на Щербатовской, Фархадской и Храмской гидроэлектростанциях. Орденосный коллектив Днепростроя одержал новую замечательную победу, введя в 1949 г. новые мощные гидрогенераторы, из них один сверх плана в честь 70-летней годовщины со дня рождения И. В. Сталина.

Строители и монтажники тепловых электростанций в IV квартале 1949 г. усилили свою работу по вводу новых мощностей и ввели в действие несколько десятков агрегатов. В ознаменование 70-летия И. В. Сталина сверх плана введены турбина высокого давления на Горьковской

грЭС и мощные котлы на Сумгаитской и Несветаевской грЭС.

Отмечая отдельные достижения ряда строительного-монтажных коллективов, необходимо со всей остротой подчеркнуть, что общие итоги строительства электростанций и сетей в 1949 г. остаются неудовлетворительными.

Такое положение больше терпимо быть не может. Партия и Правительство требуют от всех работников Министерства электростанций в кратчайший срок добиться коренного перелома в ходе строительства электростанций и сетей, безусловного выполнения установленных сроков ввода новых мощностей.

На 1950 г. Правительством утвержден план ввода новых мощностей, значительно превышающий фактические результаты 1949 г. Это задание должно быть выполнено во что бы то ни стало!

В целях поощрения работников строительного-монтажных организаций введена новая премиальная система за своевременный и досрочный ввод новых мощностей. Руководители строительных-монтажных организаций должны широко разъяснять рабочим и инженерно-техническим работникам это мероприятие, отражающее большое внимание и заботу к работникам, показывающим стахановские образцы работы по вводу новых мощностей.

Для скорейшей ликвидации отставания строительства электростанций и сетей увеличены ассигнования на капитальное строительство по Министерству электростанций по сравнению с 1949 г.

Важнейшей задачей строительных-монтажных организаций является преодоление зимнего спада темпов работ. В I квартале 1949 г. строители допустили снижение темпов, выполнили план всего на 73% и задолжали стране большой объем работ.

На I квартал 1950 г. Правительством утвержден план, предусматривающий рост объема работ по сравнению с IV кварталом 1949 г. на 25%.

Все работники Министерства обязаны оказать строителям энергопредприятий максимальную помощь и поддержку для решения стоящих перед ними задач.

Советские энергетики вместе со всем советским народом под руководством Партии и Правительства, под водительством великого Сталина добьются успешного завершения послевоенной сталинской пятилетки для дальнейшего могучего расцвета нашей любимой Родины!



Повышение экономичности тяго-дутьевых установок

Лауреаты Сталинской премии А. М. Комаров и М. И. Невельсон

Основными причинами повышенного расхода электроэнергии на тягу и дутье в котельных электростанциях являются:

- а) низкая экономичность дымососов и вентиляторов;
- б) большие сопротивления газовых и воздушных трактов;
- в) неплотность газовых трактов, вызывающая большие присосы воздуха;
- г) неэкономичные методы регулирования дымососов и вентиляторов.

В настоящей статье рассмотрены лишь вопросы, касающиеся экономичности собственно машин.

На электростанциях находится в эксплуатации много дымососов и вентиляторов старых выпусков с к. п. д. от 35 до 55%. Небольшая часть их подверглась за последние годы реконструкции.

Большая часть тяго-дутьевых машин, выпускаемых в настоящее время заводами Главкотлотурбопрома, вследствие применения устаревших аэродинамических схем также недостаточно экономична; их к. п. д. находится в пределах 50—60%. Кроме того, в номенклатуре заводов отсутствует достаточное число типоразмеров; поэтому проектными организациями приходится часто выбирать дымосос или вентилятор излишне большого размера, с параметрами, значительно превышающими расчетные; такие машины в эксплуатации работают неэкономично.

Из машин, выпускаемых Главкотлотурбопромом, наибольшим к. п. д. (~64% по данным ЦКТИ и Подольского завода), обладает дымосос Д-300/400, однако он предназначен для котельных установок с ненормально большим газовым сопротивлением (~450 мм вод. ст.).

Коэффициент полезного действия наиболее распространенных на электростанциях дымососов типа Д-190 и их модификаций — Д-190-1 и Д-190-2 не превышает в эксплуатационных условиях 55%. Кроме того, эти дымососы при 730 об/мин дают часто недостаточный напор; использование их при 960 об/мин недопустимо, так как при этом резко увеличивается износ роторов летучей золой.

Низкая износостойчивость, являющаяся общим недостатком типовых дымососов обусловлена применением в них колес с короткими лопатками, а также (у ряда типов) высоким числом оборотов — 960 об/мин. Выполнение этих машин с большим числом лопаток усложняет ремонты. Представляет также значительные эксплуатацион-

ные неудобства консольная конструкция некоторых дымососов, более чувствительных к разбалансировке при износе лопаток.

Перечисленные недостатки вызывают необходимость реконструкции большого числа эксплуатируемых на электростанциях дымососов и вентиляторов с целью повышения их экономичности. Как при реконструкции, так и при разработке новых типов машин должны применяться наиболее совершенные аэродинамические схемы центробежных вентиляторов, с широким использованием проверенных на электростанциях схем ЦАГИ.

Новая серия центробежных вентиляторов ЦАГИ

За последние годы ЦАГИ разработана серия из восьми типов центробежных вентиляторов. Опыт совместной работы Оргрэн и ЦАГИ по внедрению этих машин показал, что четыре из них вполне удовлетворяют потребностям тяго-дутьевых установок электростанций¹:

- ЦВ-29 (0,5—40°) } с загнутыми вперед лопатками
- ЦВ-39 (0,6—35°) }
- ЦН-53 (0,6—145°) с загнутыми назад лопатками
- Ц-40 (0,64—90°) с радиально оканчивающимися лопатками

На рис 1 и 2 представлены аэродинамические схемы вентиляторов ЦВ-29 и Ц-40 и их безразмерные характеристики (см. ниже), а на рис. 3 — характеристика вентилятора ЦВ-39. Все размеры на схемах указаны в процентах от наружного диаметра колеса. Вентиляторы типа ЦВ-29 и ЦВ-39, с загнутыми вперед лопатками, отличаются простотой конструкции — они имеют колеса с плоскими дисками и небольшим числом лопаток, а также плоские кожухи. Максимальный к. п. д. обоих вентиляторов равен 67%.

При испытании модели вентилятора типа ЦН-53 был получен к. п. д. выше 70%. Важными особенностями этого вентилятора являются:

- а) характер кривой мощности, ступающей спадом на больших расходах, что позволяет уста-

¹ Число в обозначении типа вентилятора показывает величину удельной быстроходности при максимальном к. п. д.; в скобках указано прежнее обозначение, в котором первая цифра — отношение диаметра входного патрубка к наружному диаметру колеса, вторая цифра — угол выхода рабочих лопаток.

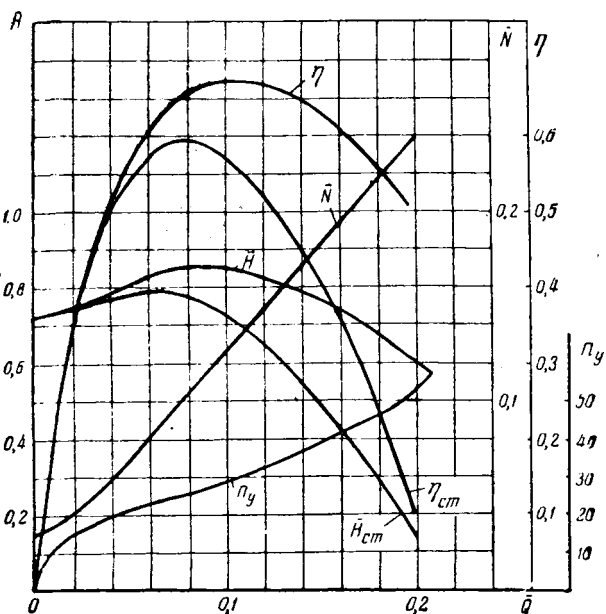
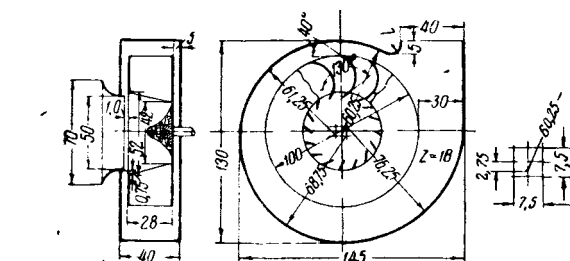


Рис. 1. Аэродинамическая схема и безразмерная характеристика вентилятора ЦВ-29.

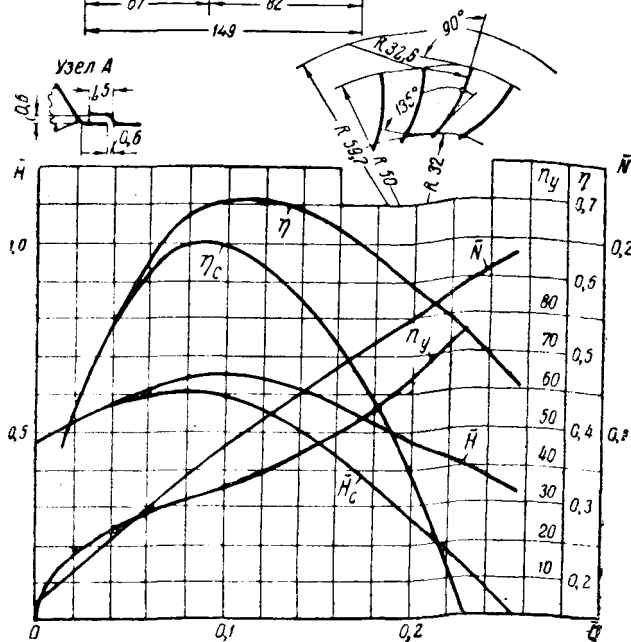
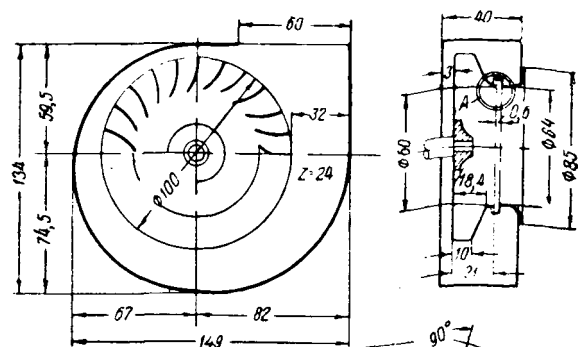


Рис. 2. Аэродинамическая схема и безразмерная характеристика вентилятора Ц-40.

навливать электродвигатели без запаса мощности;

б) невысокий динамический напор, что облегчает присоединение машины к нагнетательному тракту без существенных потерь в диффузоре.

Недостатком вентилятора типа ЦН-53, как и всех машин с загнутыми назад лопатками, являются значительно большие габариты, чем у машин с загнутыми вперед лопатками.

Вентилятор Ц-40 имеет максимальный к. п. д. 71%. Колесо его выполнено с коническим передним диском, с плавным поворотным участком и сбтекателем втулки.

Вентилятор типа ЦН-53 также имеет конический передний диск.

Приведенные на рисунках характеристики вентиляторов получены путем испытаний их моделей с диаметром колеса $D_2 = 0,4$ м для типов ЦВ-29, ЦВ-39, ЦН-53 и $D_2 = 0,5$ м — для типа Ц-40.

При обычных для тяго-дутьевых установок диаметрах $D_2 = 1,7 \div 2,0$ м машины, выполненные точно по этим аэродинамическим схемам, без входных коробок, должны иметь к. п. д. на несколько процентов больший, что следует из материала специальных экспериментальных исследований.

Характеристики рис. 1—3 построены в безразмерных координатах ЦАГИ. Зная из этих характеристик коэффициенты расхода, напора и мощности \bar{Q} , \bar{H} , \bar{N} , легко в каждом конкретном случае (для данного диаметра, плотности среды и числа оборотов) определить действительные

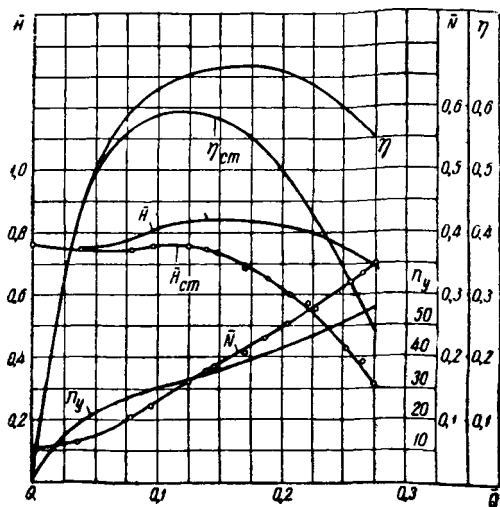


Рис. 3. Безразмерная характеристика вентилятора ЦВ-39.

значения расхода, развиваемого напора и потребляемой мощности:

секундный расход:

$$Q_{\text{сек}} = \bar{Q} \frac{\pi D_2^2}{4} u_2; \quad (1)$$

полный напор

$$H = \bar{H} \rho u_2^2 \text{ мм вод. ст.}; \quad (2)$$

мощность на валу

$$N = \frac{\bar{N} \frac{\pi D_2^2}{4} \rho u_2^3}{102}, \quad (3)$$

где D_2 — наружный диаметр колеса, м;
 u_2 — окружная скорость колеса, равная

$$\frac{\pi D_2 n}{60} \text{ м/сек}; \quad (4)$$

ρ — плотность среды в $\text{кг}\cdot\text{сек}^2/\text{м}^4$, равная $\frac{\gamma}{9,81}$

(γ — удельный вес среды²).

$Q_{\text{сек}}$ и N в формулах (1) и (3) относятся к одной стороне всасывания.

Выбор типа и определение размеров вентилятора или дымососа

Выбор типа машины для заданных параметров значительно упрощается при использовании коэффициента удельной быстроходности (удельного числа оборотов).

Заданными параметрами являются секундный расход $Q_{\text{сек}}$ $\text{м}^3/\text{сек}$, полный напор H мм вод. ст., при удельном весе среды γ $\text{кг}/\text{м}^3$ и n об/мин; соответствующая удельная быстроходность определяется по формуле ЦАГИ³

$$n_y = \frac{Q_{\text{сек}}^{1/2}}{H^{1/4}} n = \frac{n}{\sqrt{\frac{H_{20}}{Q_{\text{сек}}} \sqrt{H_{20}}}}, \quad (5)$$

где H_{20} — напор, развиваемый вентилятором при удельном весе среды $\gamma_{20} = 1,20 \text{ кг}/\text{м}^3$ (удельный вес воздуха при 20°C);

$$H_{20} = H \frac{1,2}{\gamma} \text{ мм вод. ст.}$$

Удельная быстроходность данного типа вентилятора в безразмерных величинах выражается следующей формулой:

$$n_y = \frac{Q_{\text{сек}}^{1/2}}{H^{1/4}} \cdot 82 = \frac{82}{\sqrt{\frac{H}{Q} \sqrt{H}}}. \quad (6)$$

Из сказанного ясно, что величина n_y , соответствующая заданию, и величина n_y , соответствующая параметрам вентилятора на том режиме его работы, который удовлетворяет заданию, должны быть численно одинаковыми. Следует, однако, подчеркнуть следующее различие между этими двумя величинами:

а) при выбранном числе оборотов заданию соответствует совершенно определенное значение n_y ; у вентилятора же с изменением режима его работы n_y изменяется — увеличивается с ростом расхода;

² При 0°C и 760 мм γ_0 для воздуха равен $1,293$ и для дымовых газов среднего состава — $1,34 \text{ кг}/\text{м}^3$.

³ При двустороннем всасывании в формуле (5) берется секундный расход каждой стороны вентилятора или дымососа.

б) n_y , соответствующая заданию, очевидно, зависит от выбранного числа оборотов; в то же время для данного типа вентилятора удельная быстроходность не зависит от числа оборотов машины, размеров и удельного веса среды, так как с их изменением величины $Q^{1/2}$ и $H^{1/4}$ изменяются таким образом, что величина n_y остается неизменной.

Из всех возможных режимов в первую очередь, разумеется, представляют интерес режимы с к. п. д., близкими к максимальным.

В любом случае следует, по возможности, подбирать вентилятор, у которого на режиме с максимальным к. п. д. значение n_y совпадает со значением n_y , соответствующим заданию, или близко к нему. Для облегчения расчетов на рис. 1—3 нанесены кривые $n_y = f(Q)$.

Если после определения n_y задания окажется, что несколько типов вентиляторов являются подходящими с рассмотренной точки зрения, то следует выбрать наиболее экономичный из них.

Выбрав тип вентилятора, находят диаметр его колеса. Для этого определяют значение коэффициента напора \bar{H} на том режиме, на котором $n_{y \text{ зад}} = n_{y \text{ венти}}$. Так как $H = \bar{H} \rho u_2^2$, то необходимая окружная скорость ротора

$$u_2 = \sqrt{\frac{H}{\bar{H} \rho}} \text{ м/сек}, \quad (7)$$

а необходимый диаметр колеса

$$D_2 = \frac{60 u_2}{\pi n}. \quad (8)$$

Для проверки расчетов рекомендуется определить расход из уравнения (1).

Все другие размеры помимо D_2 определяются по аэродинамическим схемам (рис. 1 и 2).

Рассмотрим на численном примере выбор типа и размеров дымососа при заданных параметрах: производительность $Q_u = 300\,000 \text{ м}^3/\text{час}$, напор $H = 350 \text{ мм}$ вод. ст. при $t = 200^\circ \text{C}$, $n = 735 \text{ об/мин}$.

Секундный расход каждой стороны всасывания будет:

$$Q_{\text{сек}} = \frac{300\,000}{2 \cdot 3\,600} = 41,6 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$H_{20} = 350 \frac{273 + 200}{273 + 20} \cdot \frac{1,293}{1,34} = 546 \text{ мм вод. ст.}$$

Тогда

$$n_y = \frac{735}{\sqrt{\frac{546}{41,6} \sqrt{546}}} = 41,8 \approx 42.$$

Этой быстроходности отвечают типы вентиляторов ЦВ-39 и Ц-40. По характеристике рис. 2 (тип Ц-40) находим для $n_y = 41,8$ коэффициенты расхода, напора и мощности: $\bar{Q} = 0,13$, $\bar{H} = 0,63$ и $\bar{N} = 0,114$.

Плотность газа равна:

$$\rho = 1,34 \frac{273}{(273 + 200) 9,81} = 0,0789 \text{ кг сек}^2/\text{м}^4.$$

Окружная скорость по формуле (7) равна:

$$u_2 = \sqrt{\frac{H}{H_p}} = \sqrt{\frac{350}{0,63 \cdot 0,0789}} = 84,0 \text{ м/сек.}$$

Диаметр колеса по формуле (8)

$$D_2 = \frac{60u_2}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 84}{3,14 \cdot 735} = 2,18 \text{ м.}$$

Для проверки пользуемся формулой (1):

$$Q_{сек} = \bar{Q} \frac{\pi D_2^2}{4} u_2 = 0,13 \frac{3,14 \cdot 2,18^2}{4} 84,0 = 40,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Это значение близко к исходному $Q_{сек} = 41,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$, что показывает достаточную для первого приближения точность. Для уточнения расчета следует увеличить диаметр, в данном случае до $D_2 = 2,2 \text{ м.}$

При этом

$$u_2 = \frac{\pi \cdot 2,2 \cdot 60}{735} = 84,6 \text{ м/сек}$$

и

$$\bar{Q} = \frac{Q_{сек}}{\frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot u_2} = \frac{41,6}{\frac{\pi \cdot 2,2^2 \cdot 84,6}{4}} = 0,13.$$

Тогда, согласно рис. 2, $\bar{H} = 0,63$ и $N = 0,114$,

Напор по формуле (2) $\bar{H} = H_{рн} \bar{u}_2 = 0,63 \cdot 0,0789 \times 84,6^2 = 355 \text{ мм вод. ст.}$

Мощность на валу по формуле (3) и к. п. д. получают:

$$N = \frac{2\bar{N} \frac{\pi D_2^2}{4} \rho \cdot u_2^3}{102} = \frac{2 \cdot 0,114 \cdot 3,8 \cdot 0,0789 \cdot 84,6^3}{102} = 405 \text{ квт,}$$

$$\eta = \frac{300 \cdot 000 \cdot 355}{3 \cdot 600 \cdot 102 \cdot 405} = 0,71.$$

Для типа ЦВ-39 (рис. 3) подобный же расчет дал бы

$$\bar{Q} = 0,2, \quad \bar{H} = 0,83, \quad u_2 = 73 \text{ м/сек,} \quad D_2 = 1,9 \text{ м,} \\ \bar{N} = 430 \text{ квт,} \quad \eta = 67\%.$$

Таким образом, для указанных параметров дымосос может быть выполнен по схеме Ц-40 с диаметром колеса 2,2 м и к. п. д. $\eta = 71\%$ или по схеме ЦВ-39 с диаметром 1,9 м и к. п. д. $\eta = 67\%$. В последнем случае колесо меньше и конструктивно проще.

Если бы при прочих неизменных условиях газовое сопротивление установки было ниже и требовался напор $H = 250 \text{ мм вод. ст.}$, то удельная быстроходность была бы равна $n_y = 55,5$ и мог бы быть применен тип вентилятора с загнутыми назад лопатками по схеме ЦН-53 при диаметре 2,4 м и к. п. д. $\eta = 74\%$.

При еще более низком напоре $H = 150 \text{ мм}$ и $n_y = 79$ мог бы быть применен дымосос осевого типа с к. п. д. около 80%.

Этот пример показывает, что уменьшение сопротивления газового тракта уменьшает расход электроэнергии на тягу не только за счет

уменьшения напора, но и за счет повышения к. п. д. дымососа в связи с возможностью использования более экономичного типа машины.

Высокие сопротивления газовых и воздушных трактов задерживают внедрение наиболее экономичных осевых машин и даже центробежных машин с загнутыми назад лопатками.

Опыт Оргрэс по реконструкции дымососов и вентиляторов

За последние 3 года Оргрэс выполнил на основе рассмотренных выше типов центробежных вентиляторов ЦАГИ около 50 проектов, по которым уже реконструировано свыше 50 машин. Результаты испытаний 37 реконструированных дымососов и вентиляторов даны в таблице. Ниже приведем несколько примеров реконструкции.

Результаты реконструкции дымососов и вентиляторов по проектам Оргрэс

Электро-станция	Число машин	Схема ЦАГИ	Диаметр колеса, мм	Общая мощность, квт	Максимальный к. п. д.	
					до реконструкции	после реконструкции
Дымососы						
А	12	Ц-40	1 980	1 500	43	69
Б	10	ЦВ-39	1 870	3 800	50	63
В	1	ЦН-53	1 750	200	30	75
Г	2	Ц-40	1 550	200	—	62
Г	2	ЦВ-29	1 700	200	—	62
Вентиляторы						
Д	2	ЦВ-29	1 450	540	55	69
Е	2	Ц-40	1 750	280	40	61
А	4	—	1 200	210	42	65—70

Дымососы, установленные на котлах одной станции (А), давали напор 86 мм вод. ст. и к. п. д. 43%. Ввиду необходимости повышения производительности котлов понадобилось повышение напора до 160 мм вод. ст. При этом было поставлено условие—сохранение существующих электродвигателей 124 квт, 580 об/мин.

Реконструкция была проведена на основе типа Ц-40 (рис. 4); два колеса с наружным диаметром 1 348 мм заменены колесом двустороннего всасывания с наружным диаметром 1 980 мм. При реконструкции сохранены электродвигатели и ходовая часть—валы, подшипники, ступицы, муфта. Проведенные испытания показали, что расчетные

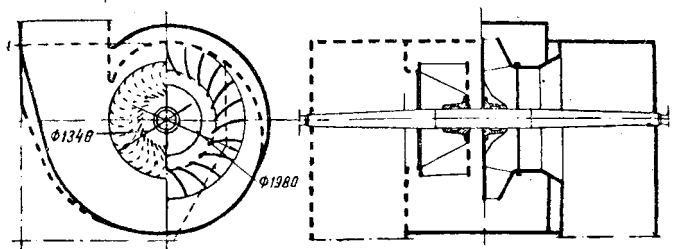


Рис. 4. Схема реконструкции дымососов станции А. Пунктир—до реконструкции; сплошные—после реконструкции.

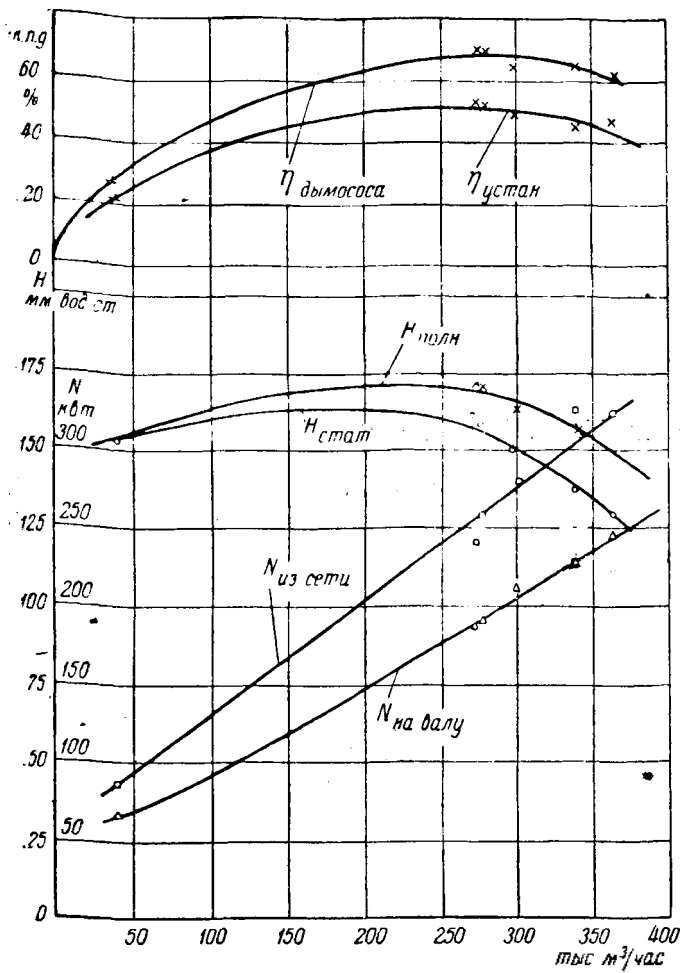


Рис. 5. Характеристика двух дымососов станции А. при $n = 580$ об/мин и $t = 180^\circ \text{C}$.

параметры выдержаны весьма точно: при производительности 160 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ напор равен 160 мм вод. ст., а к. п. д. 64%; максимальный к. п. д. 69%. Характеристика дымососа показана на рис. 5.

На котлах 160/200 $\text{т}/\text{час}$ другой станции (Б) было установлено по два дымососа типа Д-190, давших напор не более 150 мм вод. ст. и ограничивавших нагрузку котла до 150—160 $\text{т}/\text{час}$; к. п. д. их был около 50%. Нужно было увеличить производительность и напор дымососов для получения номинальной производительности котла, причем в связи с намеченной установкой мультициклонов требовалось весьма значительное увеличение напора. Реконструкция десяти дымососов была проведена на основе аэродинамической схемы ЦВ-39. Колесо типа Д-190 диаметром 1550 мм, имевшее 2×56 лопаток, заменено новым колесом с 2×16 лопаток диаметром 1870 мм; кожух переделан; на прямых входных коробках установлены упрощенные направляющие аппараты; ходовая часть дымососа осталась без изменения (рис. 6). Испытание реконструированных дымососов показало, что удельный расход электроэнергии на тягу при паропроизводительности котла 150 $\text{т}/\text{час}$ равен 3,1 $\text{квтч}/\text{т}$ пара, а

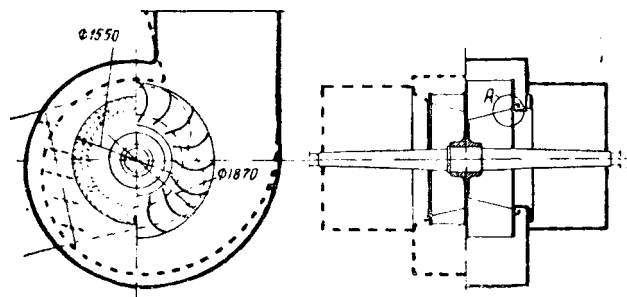


Рис. 6. Схема реконструкции дымососов Д-190 станции Б. Пунктир—до реконструкции; сплошные—после реконструкции.

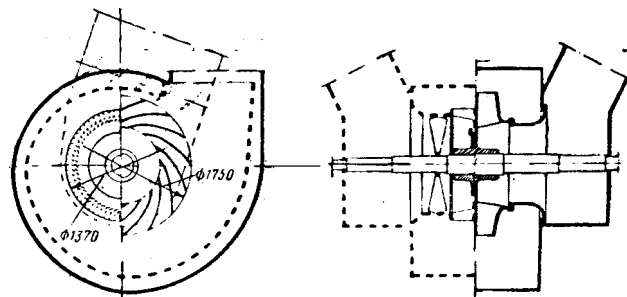


Рис. 7. Схема реконструкции дымососов станции В. Пунктир—до реконструкции; сплошные—после реконструкции.

при 190 $\text{т}/\text{час}$ 2,8 $\text{квтч}/\text{т}$; до реконструкции машин расход энергии без мультициклона при 150 $\text{т}/\text{час}$ был равен ~ 4 $\text{квтч}/\text{т}$. При параллельной работе суммарная производительность двух дымососов равна 500 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ при напоре 300 мм вод. ст. и к. п. д. 63%⁴.

На одной из станций Мосэнерго (В) на котлах, сжигающих фрезторф во взвешенном состоянии, установлено по одному дымососу производительностью 140 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$, при напоре 200 мм вод. ст. и весьма низком к. п. д. — 30%. Требовалось повысить напор до 250 мм вод. ст. при существенном повышении к. п. д. Была выбрана схема вентилятора ЦН-53 с загнутыми назад лопатками. Прежнее колесо имело 2×64 коротких лопаток типа Сирокко, диаметр 1360 мм, вес 700 кг; новое колесо имеет 2×16 лопаток; диаметр 1750 мм; вес 1140 кг (рис. 7). Ввиду значительного увеличения веса колеса пришлось заменить вал более жестким. По испытаниям, проведенным ЦЛЭМ Мосэнерго, реконструированный дымосос развивает при производительности 140 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ напор 260 мм вод. ст. и имеет, по испытаниям, к. п. д., равный 75%, что является рекордным для центробежной машины⁵.

Проведенные работы показали, что при строгом соответствии реконструированной машины выбранной аэродинамической схеме, хорошем качестве изготовления, а также при достаточном сечении входных коробок экономичность их получается не меньшей и даже несколько большей, чем при испытаниях моделей.

⁴ См. статью Васина и Долговского в этом же номере журнала.

⁵ Эту величину к. п. д. следует тщательно проверить новым испытанием. Р е д.



Реконструкция дымососных установок

Инж. Д. М. Васин и инж. Н. М. Долговский

На одной теплоэлектроцентрали согласно проекту для каждого из пяти котельных агрегатов 160/200 т/час должно было быть установлено по два дымососа типа Д-190 при 980 об/мин.

Сопротивление газового тракта котла при 200 т/час составляло 210 мм вод. ст. (без золоуловителей), а дымососы по заводским характеристикам развивали напор 270 мм вод. ст. при производительности 240 тыс. м³/час.

Однако, при монтаже по соображениям облегчения балансировки и уменьшения износа дымососы были снабжены двигателями на 730 об/мин, при которых напор дымососов не превышал 150 мм вод. ст. при производительности 200 тыс. м³/час. Эти дымососы могли обеспечить работу котельных агрегатов при нагрузках не больше 150—160 т/час при достаточной плотности газового тракта. При повышении нагрузок котлов или нарушении плотности тракта возникало давление в топке, что создавало чрезвычайно тяжелые условия работы в котельной.

Работа дымососов на котельных агрегатах, не снабженных золоулавливающими устройствами, вызывала чрезвычайно быстрый износ рабочих колес, главным образом лопаток и брони кожухов. Продолжительность работы колеса дымососа ограничивалась 800—1000 час. К концу этого периода производительность дымососа вследствие износа лопаток понижалась, что еще больше усложняло эксплуатацию.

Таким образом, недостаточная мощность дымососов и повышенный золовой износ были основными причинами, вызывавшими ограничение нагрузок котельной. Поэтому и меры принимались в двух направлениях: увеличение срока службы рабочих колес дымососов и брони кожухов и увеличение их производительности.

Для повышения износоустойчивости лопаток на протяжении 4—5 лет применялись описываемые ниже мероприятия.

Наплавка лопаток твердыми сплавами. В качестве твердых наплавки применялись сталинит и в последнее время электроды марки Т-590.

Наплавка сталинита толщиной 3 мм дает удлинение срока службы на 15—20%. Недостатком этого способа является неравномерность слоя по толщине и неоднородная структура наплавленного материала, вследствие чего материал лопатки оказывается неполностью защищенным от золового износа.

Электроды Т-590 со специальной обмазкой, содержащей в своем составе хром, бор и углерод, дают в отличие от сталинита ровный, плотный слой наплавленного металла, обладающего большим сопротивлением износу¹. Эти электроды применяются недавно, но уже теперь можно утверждать, что наплавка ими лопаток повысит продолжительность их работы не менее чем на 50%.

К достоинствам электродов Т-590 следует отнести еще и то, что сам процесс наплавки происходит без затруднений вследствие большой подвижности и текучести слоя расплавленного металла, что и обеспечивает равномерность его наплавки. Применение этих электродов заслуживает самого широкого распространения.

Увеличение толщины лопаток. Обычно применяемая толщина лопаток 4—6 мм была доведена до 8 мм с наплавкой слоя в 2 мм.

Проверка критического числа оборотов вала, удельного давления в подшипниках и напряжений в кольцах ротора при увеличенном весе ротора показала допустимость принятого утолщения. Увеличение толщины лопаток повысило продолжительность их работы соответственно на 30—40%.

Применение роторов специальной противоизносной конструкции (С. Н. Сыркина — ЦКТИ). Основные соображения, положенные автором в основу этой конструкции, как известно, сводились к следующему:

- 1) уменьшение числа лопаток с одновременным их утолщением до предела, допускаемого по условиям прочности ротора;
- 2) защита наиболее изнашиваемых мест ротора;
- 3) применение защитных накладок.

Несмотря на некоторый положительный эффект этих противоизносных роторов ЦКТИ², применение их было прекращено немедленно по окончании экспериментальных работ вследствие значительного уменьшения напора и производительности по сравнению с нормальным ротором Д-190, что по условиям работы дымососов тэц было совершенно недопустимо.

Утолщение лопатки на выходной кромке при помощи приварки стального прута

¹ См. статью инж. Б. М. Которова и инж. И. И. Рафаловича, «Электрические станции», № 1, 1948 г.

² См. статью И. М. Готгельф, «Электрические станции», № 11, 1945 г.

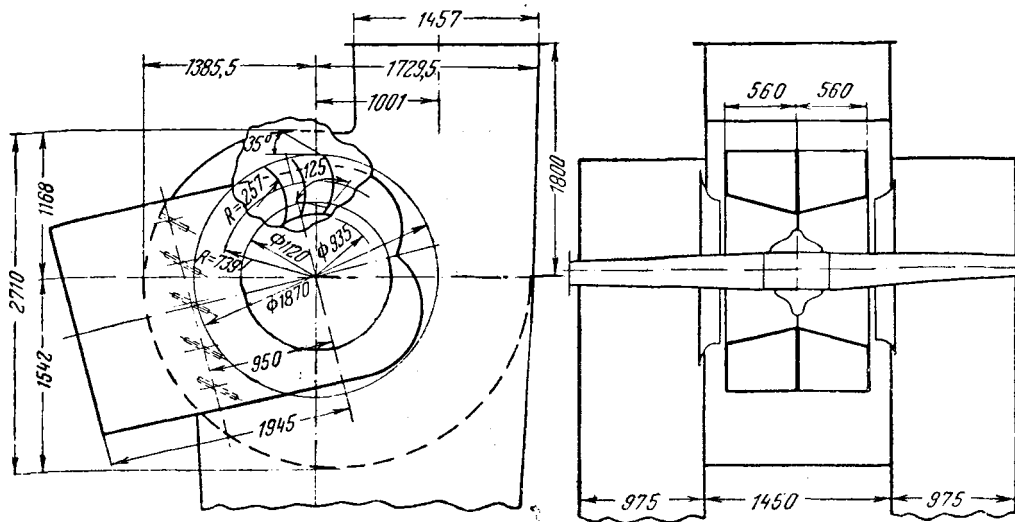


Рис. 1. Аэродинамическая схема дымососа.

толщиной 10—12 мм. Назначение такого прута сводилось к отклонению потока золы, изнашивающего лопатку. Несмотря на примитивность этого способа, он оказал благоприятное влияние на характер износа и увеличение срока службы лопатки, но в то же время неблагоприятно повлиял на к. п. д. дымососа.

Все перечисленные мероприятия, т. е. наплавка сталинитом, утолщение металла лопаток и наварка прута на кромке лопаток, в общей сложности повысили продолжительность работы крылатки до 1700—1800 час.

Параллельно с противоизносными мероприятиями принимались меры к повышению продолжительности работы и брони кожуха дымососа, которую сначала приходилось менять одновременно с заменой колес.

В этом направлении были применены следующие способы:

- увеличение толщины броневых листов до 16 мм;
- замена стальных броневых листов чугунными плитами, специально отлитыми по форме кожуха;
- бронирование кожуха отдельными кусками полосовой стали толщиной до 45 мм и шириной 100—120 мм; этот способ показал наилучшие результаты по износоустойчивости и по удобству замены; продолжительность работы такой брони (без золоуловителей) определяется примерно в 4000 час.

Все описанные мероприятия несколько улучшили работу дымососов. Радикальное же улучшение было достигнуто только установкой золоуловителей — батарейных циклонов. По проекту треста «Газосистка» были применены мультициклоны, состоящие из 4 секций по 160 циклончиков на каждый котел. Гарантированный проектом коэффициент обеспыливания в 65% подтверждается опытом эксплуатации. Износ рабочих колес после установки мультициклонов резко снизился; продолжительность работы их поднялась до 6000 час. при толщине лопатки 8 мм и наплавки 2 мм.

В связи с необходимостью установки золоуловителей и повышения паропроизводительности

котлов нужно было срочно добиться увеличения напора и производительности дымососов.

Проектирование реконструкции дымососов было поручено Орггрэс, который удачно разрешил эту задачу, выполнив проект новой конструкции дымососа по схеме ЦАГИ—ЦВ-39 (0,6—35°) с небольшим числом лопаток (16) при диаметре колеса 1870 мм (рис. 1). При этом ходовая часть дымососов Д-190 была полностью сохранена.

Расчетная производительность дымососа равна 308 тыс. м³/час при полном напоре 318 мм вод. ст., статическом напоре 299 мм вод. ст., при к. п. д. 65%; мощность двигателя, необходимая для расчетных условий работы, определена проектом в 408 кет (рис. 2).

Испытания дымососов, изготовленных по проекту Орггрэс, показали, что их действительная характеристика очень близка к проектной.

Реконструкция дымососов дала возможность держать на котлах, оборудованных золоуловителями, максимальную нагрузку 200 т/час при температуре газов у дымососа 165°С и коэффициенте избытка воздуха 1,92, причем направляющие аппараты, установленные на прямых всасывающих коробках дымососов, при этом еще не полностью открыты. При работе одного дымососа котел может работать при нагрузке 140 т/час с достаточной тягой.

За счет повышения к. п. д. дымососов удельные расходы электроэнергии на тягу, снизились вместо ожидавшегося в связи с установкой мультициклонов увеличения, что можно видеть из следующих цифр:

Котельный агрегат	До реконструкции	После реконструкции
№ 1	4,00 квтч/т	3,40 квтч/т
№ 2	3,70 "	3,15 "
№ 3	4,42 "	3,10 "
№ 4	4,89 "	3,50 "
№ 5	3,58 "	3,57 "

Следует высказать пожелание, чтобы новые типы дымососов проектировались на подшипниках качения, а не на подшипниках скольжения. Двухгодичный опыт применения на дымососах тэц типа Д-190 и Д-195 подшипников качения

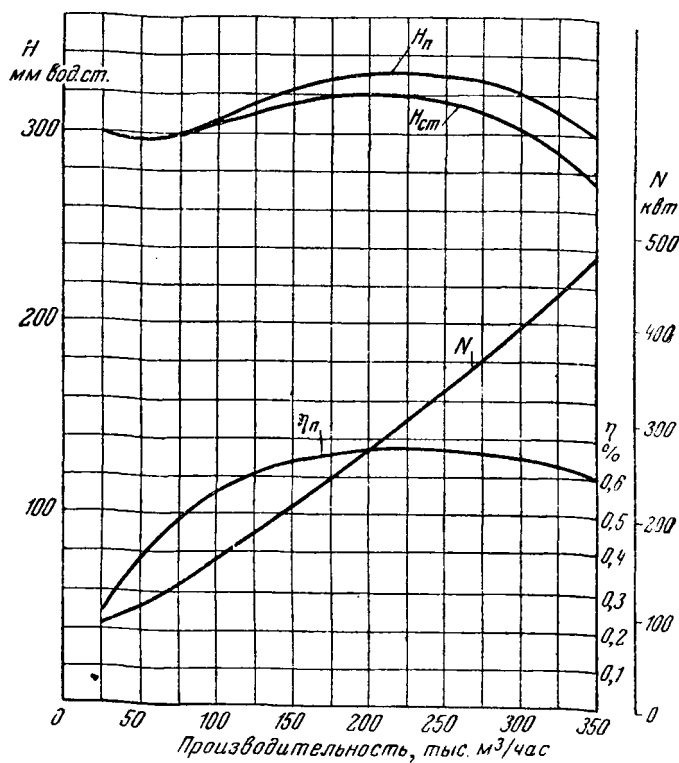


Рис. 2. Характеристика дымососа.

показывает безусловную целесообразность такой реконструкции.

В настоящее время все дымососы тэц переведены на роликоподшипники без водяного охлаждения и работают бесперебойно на протяжении уже около двух лет. Применены подшипники следующих типов для дымососов, имеющих ходовую часть Д-190: № 1 330-В и № 22326 с обточкой шеек вала с диаметра 150 мм до диаметра 130 мм и № 3630 без обточки вала; для дымососов, имеющих ходовую часть дымососов типа Д-195: № 22334 с обточкой шеек вала до 170 мм и № 3636 без обточки вала.

При разработке проекта дымососов новых серийных выпусков нужно иметь в виду еще следующее:

1. Защитные стаканы, устанавливаемые в дымососах Д-190, Д-195 и других для защиты вала

от золотого износа и для его охлаждения совершенно излишни, так как их применение увеличивает только присос воздуха в дымосос. Опыт четырех лет работы дымососов тэц без этих защитных стаканов вполне подтверждает возможность отказа от них.

2. В проект дымососа и в комплект поставки его заводами должен входить направляющий аппарат языкового типа (четырёх- или пятистворчатый), устанавливаемый на прямых всасывающих коробках дымососов (рис. 1), снабженный дистанционным управлением.

Применение радиальных и аксиальных аппаратов для дымососов по соображениям быстрого золотого их износа должно быть признано целесообразным.

Выводы

1. Новый тип дымососа, разработанный ЦАГИ и Оргрэс, обеспечивает хорошие экономические показатели работы.

2. Небольшое число лопаток и применение плоских наружных колец делают ротор этой машины более износостойчивым, чем другие существующие типы.

3. Применение этих роторов для ходовых частей дымососов типов Д-190, Д-195 и 300/400 дало возможность электростанции собственными силами произвести реконструкцию и получить значительный эффект с точки зрения как экономичности, так и надежности.

4. Применение брони кожуха дымососов в виде стальных плит шириной 100—120 мм и толщиной 40—45 мм, как это было сделано на тэц, дает возможность достигнуть и в этой части значительного повышения надежности.

5. При производстве реконструкции дымососов по примеру тэц на любой электростанции не встретится затруднений в переходе на роликоподшипники. Это исключит необходимость водяного охлаждения подшипников, связанного со многими неудобствами в эксплуатации.

6. Применение упрощенных направляющих аппаратов, установленных в прямых всасывающих коробках, вполне доступное при производстве реконструкции дымососов, как показал опыт тэц, дает надежное и экономичное регулирование производительности дымососов.



Метод повышения эксплуатационной надежности пароперегревателей

Е. Г. Герштейн, А. И. Крюков и В. А. Степанова

В 1939 г. на одной тэц с целью ликвидации аварийности котлов было произведено переключение пароперегревателей с двух на четыре хода (по пару). Эксплуатация в течение 10 лет котлов с четырехходовыми пароперегревателями показала, что поставленная цель была достигнута.

Позднее аналогичной реконструкции подвергся пароперегреватель котла 90—100 т/час, 28 ати на другой станции, также с хорошим результатом.

Первоначальные конструктивные и эксплуатационные характеристики котла и перегревателя

На рис. 1 приведена схема горизонтального пароперегревателя котла, имевшего до реконструкции следующие основные характеристики:

Паропроизводительность котла . . .	25 т/час
Давление пара	30 ати
Температура перегретого пара . . .	380°С
Поверхность нагрева пароперегревателя	178 м ²
Номинальные диаметры труб . . .	32/38 мм
Диаметры коллекторов	241/300 "
Средняя длина змеевика	6,4 м
Число ходов	2

Топливом служила пыль донецкого тощего угля.

Перед реконструкцией, несмотря на выполненные меры по улучшению качества пара, осуществлению промывок и смены труб перегревателей, происходили массовые пережоги труб.

Причина этих аварий не вызвала сомнений. Низкие средние скорости пара (см. ниже в таблице) при длительных периодах работы на пониженных нагрузках (в ночное время) и частых растопках должны были вызвать пережог труб, в первую очередь с малым расходом пара. Малый

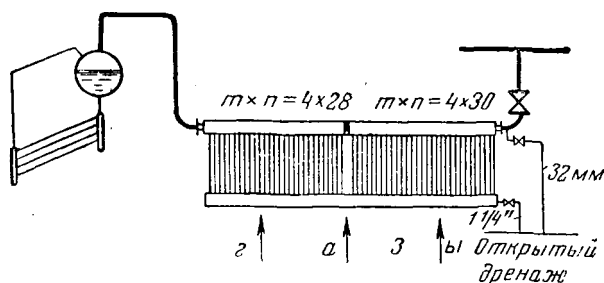


Рис. 1. Схема перегревателя и его продувки.

расход пара обусловлен неравномерностью распределения пара по трубкам, включенным по Z-схеме, с неблагоприятным соотношением перепадов давления в коллекторах и трубках. Неравномерность распределения пара достигала ~70% (отношение минимального расхода к среднему). Разрывы труб в зоне малых расходов (в начале каждого хода) подтверждали эти предположения.

Выбор способа борьбы с авариями

Для борьбы с авариями можно было остановиться на одном из следующих двух способов: 1) принудительное распределение пара по трубкам (дросселирование или так называемое «шайбование») и 2) повышение средних скоростей пара. При первом способе условия работы всех труб

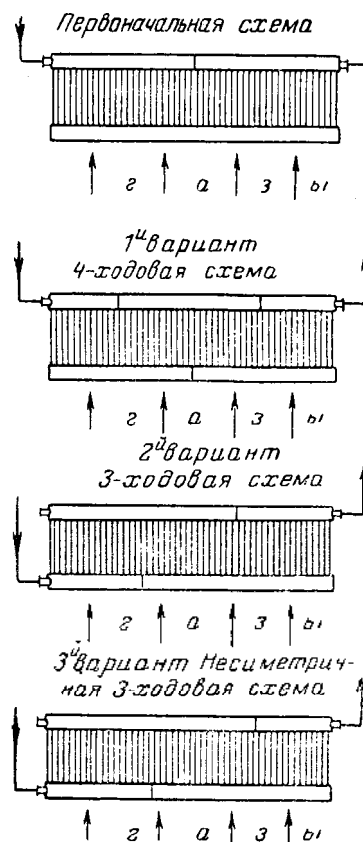


Рис. 2. Варианты реконструкции перегревателей котлов.

оставались бы неблагоприятными из-за низких средних скоростей пара. Поэтому этот способ решено было не применять. Повышения скорости пара проще всего можно было достигнуть увеличением числа ходов перегревателя, для чего нужно было только переставить перегородки внутри коллекторов.

Различные схемы переключения представлены на рис. 2. Переход к нечетному числу ходов означал в данном случае переделку паропроводов. Четырехходовая схема этого не требовала.

Увеличение числа ходов помимо увеличения средней скорости пара имеет еще два достоинства. Переход пара из одного хода в другой сопровождается его перемешиванием (усреднение температур). Второе преимущество заключается в уменьшении неравномерности распределения пара по трубкам (см. ниже). Эти преимущества сопровождаются увеличением перепада давления пара в перегревателе.

Перепад давления в перегревателе и неравномерность распределения пара по трубкам

Гидравлический расчет перегревателя показывает, что отношение перепадов давления в перегревателе после и до увеличения ходов:

$$x = n^3 \frac{1 + \frac{1}{n^2} \frac{\Delta P_c}{\delta P}}{1 + \frac{\Delta P_c}{\delta P}}, \quad (1)$$

где δP — средняя потеря давления в трубках;
 ΔP_c — падение давления в собирающем коллекторе;

Если $\Delta P_c \ll \delta P$ (предельный случай), то

$$x \approx n^3 \quad (2)$$

и, например, при удвоении числа ходов ($n=2$) перепад давления возрастает в 8 раз, как это обычно и предполагают. Однако, если, как в данном случае (см. таблицу), $\Delta P_c \approx \delta P$, то, при $n=2$, $x=5$ [см. (1)].

Таким образом, при определении перепадов давления в перегревателях Z-схемы (а также схемы П) необходимо обращать внимание на перепад давления в коллекторах.

Повышение скорости пара применялось, например, в перегревателях четырехбарабанных котлов ЛМЗ 90/110 т/час, состоявших из отдельных секций, включенных, по паре, параллельно. Однако, повышение скоростей первоначально было сделано путем последовательного включения секций. Тогда скорости пара в коллекторах возрастают примерно во столько же раз, во сколько они возрастают и в трубках, а суммарный перепад давления возрастает пропорционально кубу увеличения скорости, т. е., например, в 8 раз при удвоении скорости пара. При увеличении числа ходов путем комбинации с внутриколлекторными перегородками скорости пара в коллекторах остаются практически неизменными, что и обеспечивает выигрыш в перепаде давления.

Что касается неравномерности распределения пара по трубкам перегревателей Z-схемы, то отношение максимального и минимального расходов пара в соответствующих трубках, пренебрегая различием входных сопротивлений, можно определить по следующему выражению:

$$\frac{a_{\max}}{a_{\min}} \approx \sqrt{\frac{\delta P + \Delta P_p + \Delta P_c}{\delta P}}, \quad (3)$$

где a — коэффициент распределения пара по трубкам, равный отношению действительного расхода пара через трубку к такому при равномерном распределении пара;

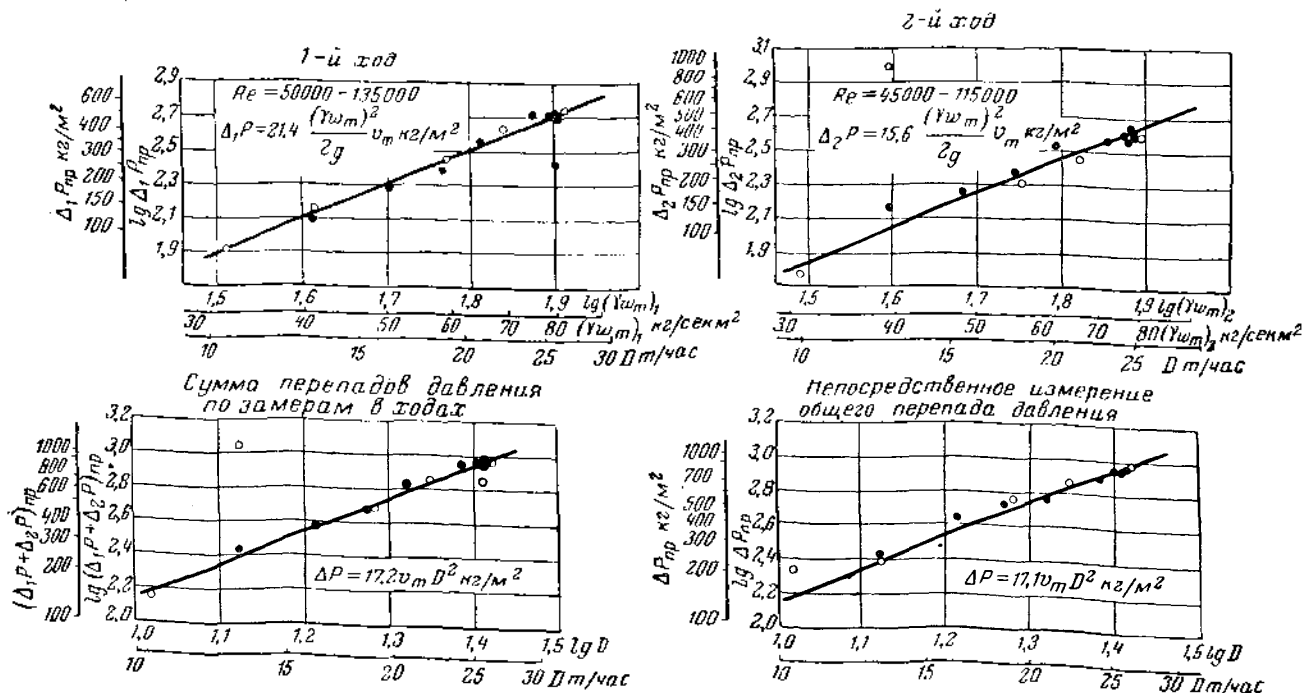


Рис. 3. Гидравлическая характеристика перегревателя.

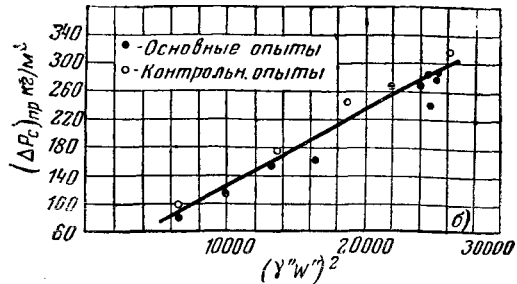
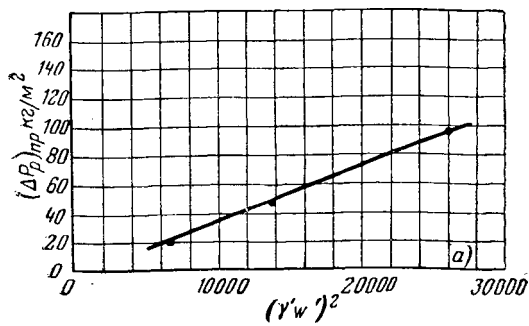


Рис. 4. Перепады давления в коллекторах I-го хода перегревателя.

а — распределительный коллектор $l/D=7,3$: $\Delta P_p = 0,48 \frac{\gamma' w^2}{g}$; б — собирающий коллектор $l/D=7,3$: $\Delta P_c + 1,44 \frac{\gamma' w^2}{g}$.

ΔP_p — перепад давления в распределительном коллекторе.

Неравномерность распределения пара тем меньше, чем меньше отношение $\frac{\delta P + \Delta P_p + \Delta P_c}{\delta P}$.

Если повышение скоростей пара в трубках перегревателя осуществляется установкой внутриколлекторных перегородок, то неравномерность распределения пара убывает, так как сопротивление трубок (δP) возрастает, а перепады давления в коллекторах (ΔP_p и ΔP_c) не изменяются.

При переходе от параллельного включения секций к последовательному уменьшения неравномерности распределения пара не происходит.

Преимущество, таким образом, на стороне метода увеличения числа ходов как в отношении положительного эффекта, так и в отношении перепада давления пара.

Гидравлические характеристики двух- и четырехходового перегревателя

Перепады давления по двум ходам и во всем перегревателе представлены на рис. 3. Перепады давления по длине коллекторов (ΔP_p и ΔP_c) измерялись только в первом ходе (рис. 4). В связи с тем, что коллекторы перегревателей расположены внутри газохода, помимо основной измерительной схемы была установлена контрольная схема, по которой все перепады давления могли измеряться независимо от основной схемы.

При максимально длительной нагрузке перепад давления в перегревателе составляет пример-

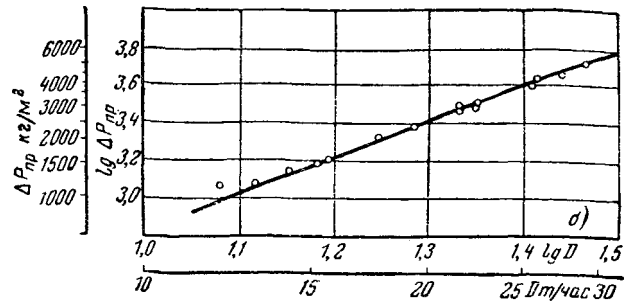
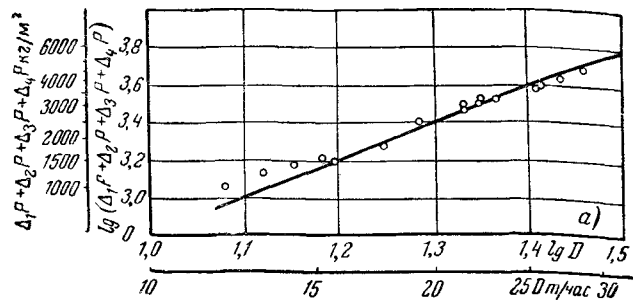


Рис. 5. Гидравлическая характеристика четырехходового перегревателя $\Delta P = 77,4 V_m D^2 \text{ кг/м}^2$.

а — сумма перепадов по ходам; б — непосредственное измерение общего перепада одним дифманометром.

но 0,1 атa. Предварительный расчет дал ту же величину (см. таблицу).

Полученные экспериментальные данные позволили уверенно оценить ожидаемый перепад давления в перегревателе после удвоения числа ходов.

Как видим, гидравлический расчет показывает, что переход на четыре хода вызывает в данном случае возрастание перепада давления пара в 5 раз. Этот результат полностью согласовывается с формулой (1). Перепад давления в четырехходовом перегревателе при максимальной нагрузке котла должен был составить около 0,5 ат.

Переключение перегревателей на четыре хода было осуществлено на всех котлах станции. Экспериментальная проверка гидравлической характеристики четырехходового перегревателя по ходам и в целом (рис. 5) подтвердила предварительные расчеты.

Сравнительные гидравлические характеристики четырехходового и двухходового перегревателей. Последний ход

Наименование	Четыре хода	Два хода
Число поперечных рядов труб	15	30
Скорость пара на входе в коллектор, м/сек	14,2	13,0
То же на выходе из коллектора, м/сек	15,5	15,5
Средняя скорость пара в трубках, м/сек	14,0	6,7
Перепад давления в распределительном коллекторе, кг/м²	98	89
Средний перепад давления в трубках, кг/м²	1 100	264
Перепад давления в собирающем коллекторе, кг/м²	326	325
Неравномерность распределения пара, кг/м²	1,25	1,70
Полный перепад давления в перегревателе, кг/м²	5 350	1 120

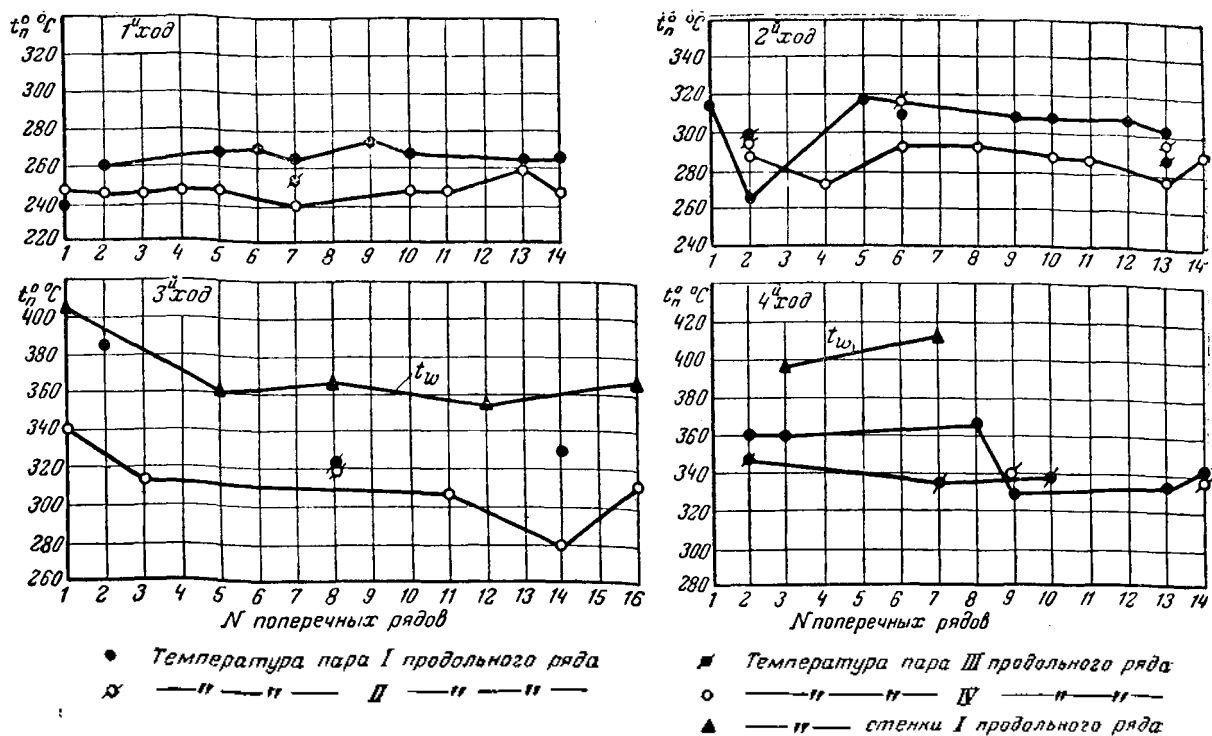


Рис. 6. Температурные диаграммы четырехходового перегревателя.

Эксплуатационные характеристики четырехходового перегревателя

Переключение перегревателя на четыре хода не представило практических затруднений.

В данном случае нужно было только перенести внутриколлекторные перегородки¹. Существовавшая перегородка в верхнем коллекторе была вырезана, а новые три (рис. 2) были завезены по частям через соответствующие лючки в коллектор и приварены электросваркой.

В нижних точках перегородок сделаны отверстия для дренирования воды из перегревателя, при ремонтах.

Измерения температур пара на выходе из трубок перегревателя производились только после реконструкции. Характер распределения температур (рис. 6) указывает на малую неравномерность распределения пара по трубкам². Действительно, типичная форма кривой распределения температур в перегревателях Z-схемы с неблагоприятной гидравлической характеристикой³ — высокие температуры в первых по ходу пара трубках и низкие температуры в последних трубках — в данном случае не наблюдается.

¹ Сложнее обстоит дело в случае коллекторов, состоящих из отдельных секций.

² Измерение температур пара производилось трубчатыми термометрами из-за расположения коллекторов внутри газохода. Значительное число термометров вышло из строя.

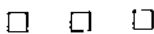
³ См., например, «Работы котельной лаборатории ВТИ по борьбе с пережогами труб перегревателей» (Сборник «Борьба с авариями пароперегревателей», стр. 9, Госэнергоиздат, 1939 г.).

Отдельные измерения температуры металла труб на лобовых участках вблизи калачей указывают (рис. 6) на вполне удовлетворительное положение.

Обращают на себя внимание повышенные температуры пара, выдаваемого трубками 1-го поперечного ряда 3-го хода. Это может быть объяснено влиянием газового коридора (ширина 250 мм), имеющегося в средней части перегревателя. Для уменьшения неблагоприятного эффекта газового коридора при капитальном ремонте, выполненном после реконструкции перегревателя, перегородку в нижнем коллекторе перенесли так, что упомянутые трубки (ограничивающие коридор) оказались в конце 2-го хода, т. е. в зоне повышенных расходов пара.

В кампанию 1938—1939 гг., до реконструкции перегревателей, было зарегистрировано 25 остановок котлов из-за разрыва труб перегревателей. При этом отложения солей в трубах отсутствовали. Кроме этих 25 случаев были остановки котлов и по другим причинам, во время которых заглушались трубы перегревателей.

За десятилетие после реконструкции было 14 случаев пережога труб перегревателей пяти котлов, исключая три случая, явно вызванные сернистой коррозией. Перегреватель одного котла не имел повреждений труб в течение 10 лет; перегреватель другого котла — в течение 9 лет; перегреватель третьего котла — в течение 7½ лет и перегреватели двух остальных котлов — в течение 5 лет. В среднем за прошедшее десятилетие происходил один разрыв трубы перегревателя за 3½ года эксплуатации котла.



Удаление кислорода из питательной воды стальными стружками

Канд. техн. наук А. П. Мамет и инж. В. В. Глушенко

Основным способом удаления из питательной воды растворенного в ней кислорода является термическая деаэрация.

При хорошей конструкции деаэраторов, правильном регулировании их теплового режима и нагрузке термическая деаэрация обеспечивает достаточно полную дегазацию питательной воды. Однако, в ходе эксплуатации часто наблюдается периодическое повышение концентрации кислорода в питательной воде (так называемые «проскоки»), связанное с колебаниями режима: нагрузки деаэраторов и снабжения их греющим паром. Эти проскоки кислорода весьма опасны, так как вызывают образование местных очагов коррозии питательного тракта, способных далее развиваться и при сравнительно удовлетворительном режиме деаэрации питательной воды.

Применение сульфитирования не решает полностью проблему борьбы с проскоками кислорода, так как обычная дозировка сульфита, рассчитанная на ничтожное остаточное содержание O_2 в воде ($\sim 0,05$ мг/л), недостаточна для связывания повышенных концентраций кислорода.

Сульфитирование может предотвратить воздействие проскоков кислорода на металл самого котла, так как в котловой воде избыток сульфита обычно во много раз больше, чем в питательной воде.

Однако, не котлы, а питательный тракт (и в первую очередь водяные экономайзеры) больше всего страдает от кислородной коррозии, вследствие чего надежное предотвращение проскоков или улавливание проникшего кислорода остается практически очень важной задачей, до сих пор еще полностью не решенной.

Недостатки сульфитирования в большей или меньшей степени присущи и другим методам химического обескислороживания воды, связанным с дозировкой тех или иных реагентов восстановительного характера [SO_2 , $Na_2S_2O_4$, $Fe(OH)_2$ и т. д.].

Имеется, однако, группа «фильтрационных» методов химической деаэрации воды, общим преимуществом которых является полная автоматичность действия и отсутствие дозирующих устройств, а также в большинстве случаев — неизменность солевого содержания воды до и после обработки, т. е. постоянство ее сухого остатка.

Однако, до сего времени эти способы не получили сколько-нибудь существенного практического

применения из-за очень высокой стоимости фильтрующих материалов, сложности эксплуатации, большого расхода регенерирующих агентов.

Единственным, практически способом фильтрационного обескислороживания воды следует считать пропускание последней через слой стальных стружек.

Связывание кислорода, растворенного в воде, стружечными фильтрами известно уже давно, но применение его до сего времени по ряду причин тормозилось.

Германские фирмы, изготовлявшие сталестружечные фильтры, в целях рекламы и ограждения своих монополистических интересов, постоянно утверждали, что успешное удаление кислорода из воды достижимо лишь с помощью стружки из специального металла — так называемой марганцовистой стальной шерсти.

В действительности, это утверждение не имеет под собой никаких оснований, так как стальные стружки, поставляемые этими фирмами, представляют собой обычные токарные стружки — отходы обработки стали, идущей на изготовление метизов (болтов, гаек и т. п.) и содержащей 0,3—1% Mn.

Авторы также применяли стружки обычной углеродистой стали (0,5—0,6% Mn), которые тем не менее обеспечивали полное обескислороживание воды. Это и вполне понятно, так как в данном случае наиболее существенным фактором является сильно развитая поверхность стальной стружки, а не химический состав металла.

До сего времени широко распространено мнение, что стальные стружки полностью поглощают растворенный в воде кислород лишь в течение сравнительно короткого времени, после чего наступает проскок кислорода.

Отдельные авторы¹ утверждают также, что реакция растворенного кислорода со стружками протекает очень медленно, требуя чуть ли не 5—6-часового контакта воды с металлом, что активность стружек теряется очень скоро, а их пропускная способность быстро падает, вследствие забивания фильтра ржавчиной.

По нашему мнению, указанные отрицательные результаты, полученные различными исследователями, объясняются неподходящими условиями

¹ А. И. Красильщиков, Коррозия железа в нейтральных растворах, Журнал общей химии, т. XVI, вып. 4—6, 1946 г.

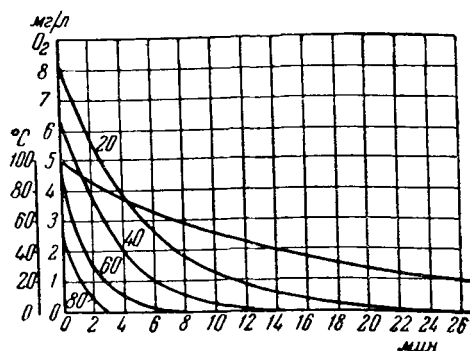


Рис. 1. Связывание кислорода стальными стружками.

опытов. Эти эксперименты, как правило, велись на холодной, насыщенной кислородом воде, обладающей к тому же значительной карбонатной жесткостью, что способствовало сравнительно быстрому пассивированию металла стружек.

Успешное применение стальных стружек возможно лишь тогда, когда коррозионный процесс протекает наиболее энергично, а пассивирование металла не имеет места. С этой точки зрения наиболее благоприятных результатов следует ожидать при очистке стальными стружками горячей умягченной воды. Кроме того, для предотвращения пассивирования металла стружек следует считать благоприятным понижение концентрации растворенного в воде кислорода.

Существенное влияние, очевидно, должны иметь и такие факторы, как время взаимодействия воды со стружками, плотность набивки слоя этих последних, конструкция фильтра и, до известной степени, величина рН, так как увеличение концентрации ОН-ионов обычно тормозит коррозию стали.

Из опытов по изучению влияния температуры воды на продолжительность связывания кислорода стальными стружками (рис. 1) видно, что повышение температуры резко сокращает время, необходимое для полного связывания растворенного в воде кислорода. Опыты эти велись с водой (конденсатом) насыщенным при данной температуре кислородом.

Водная лаборатория ВТИ организовала экспериментальные работы с целью проверки возможности применения стальных стружек для:

а) связывания следов кислорода, оставшихся в воде после термической деаэрации, и улавливания проскоков кислорода;

б) удаления кислорода из питательной воды котельных низкого давления, применяющих внутреннюю обработку воды.

Первый вариант возможного применения сталестружечных фильтров относится к котельным установкам среднего и высокого давлений. Основная роль сталестружечных фильтров здесь должна заключаться в улавливании проскоков кислорода, причем работать они будут на горячей воде с температурой не ниже 100° С, полностью умягченной.

Во втором варианте фильтры должны служить основным аппаратом для удаления кислорода из питательной воды. Температура деаэрируемой воды в этих условиях редко может превышать 70—80° С, так как в противном случае (если допусти-

ма $t = 100 - 105^\circ \text{C}$) целесообразнее применять обычную термическую деаэрацию.

Были проведены опыты с обескислороживанием воды на лабораторных и полупромышленных установках (фильтрах).

Полупромышленный фильтр (рис. 2) представлял собой трубу с внутренним диаметром 150 мм и высотой ~ 2 000 мм.

Известково-катионированная вода поступала на фильтр под напором из коллектора химически очищенной воды и, пройдя сверху вниз слой стружек ($h = 1700 \text{ мм}$), возвращалась обратно в сборный бак катионированной воды.

Количество стружек из обычной углеродистой стали, загруженных в фильтр, после промывки в горячем растворе тринатрийфосфата и горячей воде (обезжиривание) составляло 37 кг при плотности набивки 1,2 кг/л. Нагрузка фильтра обычно составляла 24 л/мин, т. е. 1,4—1,5 т/час.

Результаты лабораторных опытов показали, что при ~ 70° С и выше как нейтральная, так и щелочная (0,5° Н) вода с содержанием от 0 до 500 мг/л NaCl полностью обескислороживались стальными стружками, при очень малой длительности контакта, порядка 1—2 мин. и содержании кислорода в исходной воде от 0,05 до 4—5 мг/л.

Даже при максимально возможной в данных условиях скорости фильтрации, соответствующей времени пребывания воды в слое стружек менее 0,5 мин., достигалось полное связывание растворенного в воде кислорода.

Отрицательные результаты (неполное удаление кислорода) были получены только при фильтровании холодной жесткой (водопроводной) воды. В этих условиях уже через несколько минут сталестружечный фильтр переставал полностью обес-

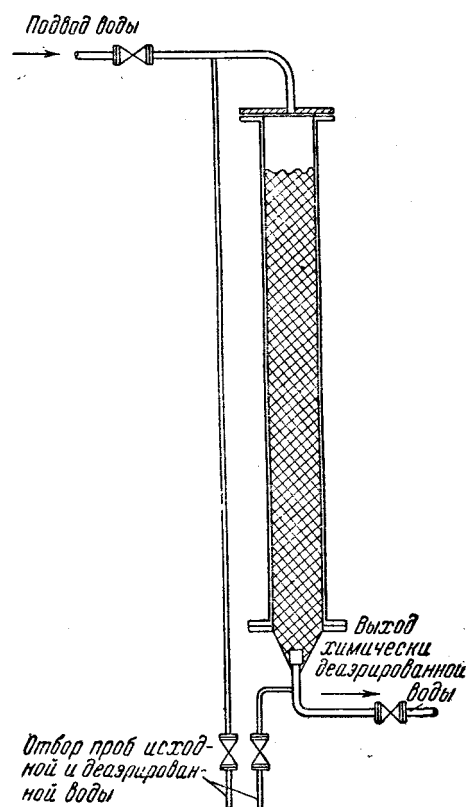


Рис. 2. Полупромышленный фильтр.

Длительные опыты полного обескислороживания воды стальными стружками

№ опыта	Характер воды	Средняя температура, °С		Среднее содержание O_2 , мг/л	Время контакта, мин.	Длительность опыта, час.	Количество пропущенной воды, л	Удержано O_2 , г	Расход металла, г	Износ стружек, %
		до фильтра	после фильтра							
1	Сырая вода	75	70	4,0	1,2	144	1 555	6,2	16,3	9,3
2	То же	75	70	5,0	1,2	266	2 234	11,2	29,5	17
3	На-катионированная вода	80	70—75	3,85	2	72	346	—	—	—
4	Конденсат	20	20	0,05—0,15 до 0,7	2	80	384	—	—	—
5	Конденсат	100	93—95	0,05—0,15	0,9	63	756	—	—	—

кислороживзть воду (проскок кислорода). Остаточное содержание кислорода в фильтрате составляло при времени контакта 1 мин. ~ 0,6 мг/л, при контакте в течение 2 мин. — 0,5 мг/л и при контакте 3 мин. — 0,25 мг/л.

Таким образом, как это показали и результаты исследований других авторов, полное обескислороживание холодной жесткой воды с помощью стальных стружек оказалось невозможным при небольшой, практически приемлемой продолжительности контакта. Если же обеспечивалась температура воды ~ 70° С и выше, то при любом составе воды для полного удаления кислорода вполне достаточно было контакта в течение 0,5—1 мин.

Нужно отметить, что при значительном содержании в воде кислорода необходимые размеры сталестружечного фильтра находятся уже не столько по скорости реакции связывания O_2 , сколько по количеству применяемого металла, которое в свою очередь определяется допустимой по условиям эксплуатации частотой замены стружек.

При использовании сталестружечного фильтра после термической деаэрации время контакта можно принять не более 0,5 мин. Даже с учетом проскоков кислорода средняя концентрация последнего не будет превышать 0,05 мг/л O_2 . Следовательно, 1 м³ стружек (весом 1,0—1,2 т) будет пропускать 120 м³/час воды и удерживать 6 г O_2 . Если исходить из получения Fe_3O_4 , то это будет соответствовать расходу стружек не более 16 г/час.

Принимая допустимый износ стружек между ревизиями и заменой их в фильтре равным ~ 50%, т. е. 500—600 кг, период работы фильтра составит более четырех лет, что вполне приемлемо по эксплуатационным условиям.

Если же вода содержит 4 мг/л O_2 и имеет температуру 70° С, то картина получится иная. При той же степени износа (50%), т. е. при расходе 550 кг стали с 1 м³ объема стружек и при периоде работы фильтра не менее 6 мес., найдем, что количество пропущенной за этот срок воды не должно превышать $\frac{550 \times 1\ 000}{4 \times 2,6} \approx 55\ 000$ м³, а за 1 час — 14 м³, что соответствует минимальной длительности контакта ~ 4 мин.

В этом случае при выборе размеров сталестружечных фильтров придется ориентироваться на допустимую в данных условиях периодичность смены стружки (не чаще чем 2 раза в год).

При использовании же сталестружечных фильтров в качестве уловителя лишь проскоков кислорода следует учитывать только допустимую по-

терю напора воды. Запасы в размерах фильтра здесь не нужны; наоборот, чем меньше время контакта, тем лучше с точки зрения уменьшения обогащения питательной воды железом.

Проведенные в лабораторных условиях опыты по непрерывному обескислороживанию водопроводной воды, нагретой до 70 ÷ 80° С, и кипящего конденсата (100° С) в течение примерно 200—250 час. показали, что падения эффекта удаления кислорода или снижения пропускной способности фильтра не наблюдается. Результаты опытов приведены в таблице.

К концу опытов поглощение кислорода во всех случаях было столь же полное, как и в начале.

Одновременно было установлено, что при малом содержании кислорода холодный конденсат (опыт № 4) может успешно деаэрироваться стальными стружками при небольшой продолжительности контакта воды с металлом.

После получения обнадеживающих результатов опыты были перенесены на полупромышленный фильтр, описанный выше.

Фильтр работал на известково-катионированной воде с общей щелочностью 1,5—2,5° Н (гидраты 0,5—1° Н, карбонаты 1,0—1,5° Н), т. е. со значением рН > 9,0, при температуре 30° С.

Содержание кислорода в исходной воде было сравнительно невелико и составляло около 1—2 мг/л (в среднем 1,4—1,5 мг/л O_2), так как предварительная очистка воды перед катионированием включала коагуляцию ее железным купоросом (совместно с известкованием), при которой часть кислорода расходовалась еще до фильтра на окисление хлопьев гидроксида железа до гидроксида.

Производительность фильтра (1,45 т/час) соответствовала линейной скорости фильтрации воды 80 м/час и продолжительности контакта с металлом стружек 1,25 мин.

После предварительных опытов, показавших, что полное обескислороживание воды достигается и при упомянутой высокой нагрузке фильтра, последний проработал непрерывно более 3 мес., из них с полной нагрузкой (до 1,5 т/час) — более 2 мес. В течение всего этого периода ежедневные анализы фильтрата на содержание в нем кислорода, выполнявшиеся по методу тройного отбора, давали нулевые показатели. Всего было получено 2 100 м³ полностью обескислороженной воды, причем к моменту ревизии фильтр все еще продолжал полностью обескислороживать воду.

Фильтром было поглощено около 3 кг кислорода, что соответствует расходу стали несколько больше 8 кг, исходя из состава окислов — Fe_3O_4 .

При вскрытии фильтра было обнаружено, что высота слоя стружек не изменилась, но они сильно прокорродировали (износились и измельчились), а после выгрузки, отмыwania ржавчины, сушки и взвешивания убыль металла оказалась равной 7,8 кг. Это следует считать очень хорошим совпадением с расчетной величиной, учитывая возможные ошибки в подсчете средней концентрации кислорода и общего количества очищенной воды.

При неизменном открытии вентиля на подводе очищаемой воды и постоянном напоре в коллекторе производительность фильтра в течение всего опыта оставалась одинаковой.

При ревизии фильтра в слое стальных стружек, преимущественно в средней части фильтра, было обнаружено очень большое количество рыхлой (порошкообразной) ржавчины черного цвета, легко смываемой с поверхности металла струей воды.

Фильтрат в течение всего испытания получался совершенно прозрачным, что указывает на отсутствие механического выноса ржавчины. Количество же истинно растворенной гидроксидной кислоты железа, учитывая высокое значение рН воды, повидимому, было ничтожно.

Таким образом, полученные на этом опытном фильтре результаты полностью подтверждают лабораторные данные. Правда, содержание кислорода в исходной воде было здесь примерно в 4—5 раз меньше концентрации насыщенного раствора, но лабораторные опыты показали, что и при более высоком содержании O_2 процесс идет достаточно быстро.

В опытном фильтре износ металла до ревизии составил 20—25%, но аппарат был еще вполне работоспособен, так как вода продолжала еще обескислороживаться. После ревизии оставшиеся стружки были загружены обратно и фильтр продолжал работать. Ориентировочно можно принять износ стружек до замены равным ~50%, что соответствует расходу 5 кг стали на 1 кг удаленного из воды кислорода.

Поскольку стоимость стальных стружек незначительна (отходы обработки металла), то расходы на обескислороживание воды данным методом определяются лишь затратами на доставку и очистку (обезжиривание) стружек и амортизацией оборудования (фильтры).

Подсчеты показывают, что на обескислороживание 1 м³ воды с содержанием кислорода 1 мг/л затраты на реагенты составят всего ~1,5 коп. В то же время при применении технического сульфита стоимостью 300 руб/т, содержания в нем Na_2SO_3 50% и необходимости 100%-ного избытка реагента, на 1 м³ такой воды потребуется 32 г сульфита стоимостью ~10 коп.

Таким образом, очистка воды от кислорода стальными стружками должна обходиться в 6—7 раз дешевле сульфитирования, не говоря уже о

надежности улавливания проскоков кислорода и о других преимуществах, отмеченных выше.

Уход за сталестружечными фильтрами предположительно должен заключаться в следующем:

а) периодическая проверка (примерно 1 раз в сутки) качества фильтрата в отношении содержания кислорода и выноса оксидов железа;

б) промывка обратным током воды для уменьшения потери напора путем удаления накопившейся ржавчины;

в) периодическая замена стальных стружек.

Загружаемые в фильтр стальные стружки должны быть предварительно очищены от грязи и обезжирены. Это достигается обработкой их горячим раствором щелочи, с последующей отмывкой горячей водой.

Выводы

1. Основными факторами, определяющими эффект обескислороживания воды при фильтровании ее через слой стальных стружек, являются: температура, концентрация кислорода и длительность контакта воды со стружками, а также наличие в воде карбонатной жесткости (бикарбонатов кальция и магния).

2. При температуре исходной воды ~70°С или выше достигается полное обескислороживание ее при длительности контакта порядка 0,5—1 мин. независимо от состава воды и содержания кислорода (в пределах от 0,05 до 4—5 мг/л).

3. Холодная жесткая вода не обескислороживается стальными стружками даже при длительности контакта 3 мин. и более.

4. При фильтровании мягкой воды (катионированная, конденсат) через стальные стружки происходит полное связывание растворенного в ней кислорода даже при пониженной температуре (30°С) и времени контакта 1—1,5 мин.

5. В условиях, указанных в пп. 2 и 4, стальные стружки длительно сохраняют свою активность.

6. Образующаяся в процессе обескислороживания умягченной воды ржавчина не вызывала пассивирования металла стружек и не увеличивала заметным образом гидравлического сопротивления фильтра.

7. Фильтрат, прошедший слой стальных стружек, оставался вполне прозрачным (ржавчина остается в фильтре); содержание в нем растворенного железа при небольшой длительности контакта (не более 2—3 мин.) ничтожно и составляет меньше 0,1 мг/л.

8. Сталестружечные фильтры могут успешно применяться на практике в следующих случаях:

а) для улавливания проскоков кислорода в питательной воде котлов среднего и высокого давлений после термической деаэрации;

б) для обескислороживания питательной воды котлов низкого давления и подпиточной воды тепловых сетей.



Компоновка служебных помещений при главном здании тепловых электростанций

Инж. П. М. Свердлов

Служебные и бытовые помещения главного здания тепловых электростанций включают в себя, помимо бытовых помещений для персонала главного корпуса — душевых, раздевалок, комнат приема пищи, медпункта и пр., — также и цеховые ремонтные мастерские, конторы, лаборатории и помещения связи, обслуживающие производственный процесс как главного корпуса, так и всей электростанции.

Продолжение табл. 1.

Таблица 1

Наименование помещений	Площади помещений для станций, м ²	
	50-125 тыс. квт	150-400 тыс. квт
Гардероб мужской (индивидуальные шкафчики)	По нормам: На 70% работающих в главном корпусе	
Гардероб женский (индивидуальные шкафчики)	На 30%	
Гардероб ИТР и служащих (вешалки в вестибюле)	На 120% списочного состава	
Души и умывальные мужские	На 70% наибольшей смены	
„ „ „ женские	На 30%	
„ „ „ ИТР	50%	
Санитарные узлы	По нормам	
Общая площадь	~550 м ²	~600 м ²
Комната приема пищи	80	100
Медицинский пункт	40	40
Кабинет начальника котельного цеха	20	20
Контора котельного цеха	20	20
Комната котельного цеха	40	40
Кабинет начальника турбинного цеха	20	20
Контора турбинного цеха	20	20
Комната турбинного цеха	40	40
Кабинет начальника электроцеха	20	20
Контора электроцеха	20	20
Комната электроцеха	20	20
Комната текущих анализов воды	20	20
Комната для наладочных бригад	20	20
Электротехническая лаборатория	80	100
Теллоизмерительная лаборатория	80	100
Мастерская точной механики	60	60
Кабинет директора	40	40
Кабинет главного инженера	40	40
Комната секретаря директора	20	20
Кабинет зам. главного инженера	20	20
Комната инженера — инспектора по эксплуатации и инженера по технике безопасности	20	20
Эксплуатационный отдел	60	80

Наименование помещений	Площади помещений для станций, м ²	
	50-125 тыс. квт	150-400 тыс. квт
Кабинет начальника эксплуатационного отдела	20	20
Ремонтно-конструкторский отдел	40	40
Архив и библиотека	40	60
Ремонтная мастерская котельного цеха	100	100
Комната мастера котельного цеха	15	15
Ремонтная мастерская турбинного цеха	80	80
Комната мастера турбинного цеха	15	15
Ремонтная мастерская электроцеха	60	60
Комната мастера электроцеха	15	15
Помещения связи (коммутатора, аккумуляторной, кислотной, аппаратной, вентиляционной и пр.)	170	235
Кабинет начальника связи	10	15
Комната уборщиц и хозяйственная	20	20

Номенклатура и площади этих помещений для двух различных по мощности электростанций приведены в табл. 1.

Обычно весь комплекс перечисленных помещений размещается в пристройке к постоянному торцу главного здания в так называемом служебном корпусе. Пример такой компоновки показан на рис. 1.

Для размещения всех этих помещений требуется застройка постоянного торца главного корпуса по всей его длине на высоту не менее четырех этажей. Такая застройка обладает следующими весьма существенными недостатками:

1. Вынужденное одностороннее расположение помещений, ограниченных по глубине условиями их освещенности, приводит к плохому использованию площади. Как видно из рис. 1, полезная площадь в каждом этаже составляет только 65% от общей площади. Большую часть остальной площади занимает коридор вдоль всего торца главного здания.

2. Большая длина коридора, достигающая 90—100 м, приводит к тому, что он лишен естественного освещения и сквозного проветривания.

3. Непосредственное примыкание служебного корпуса к производственным цехам станции является причиной запыления служебных помещений. Непрерывный шум от работы оборудования

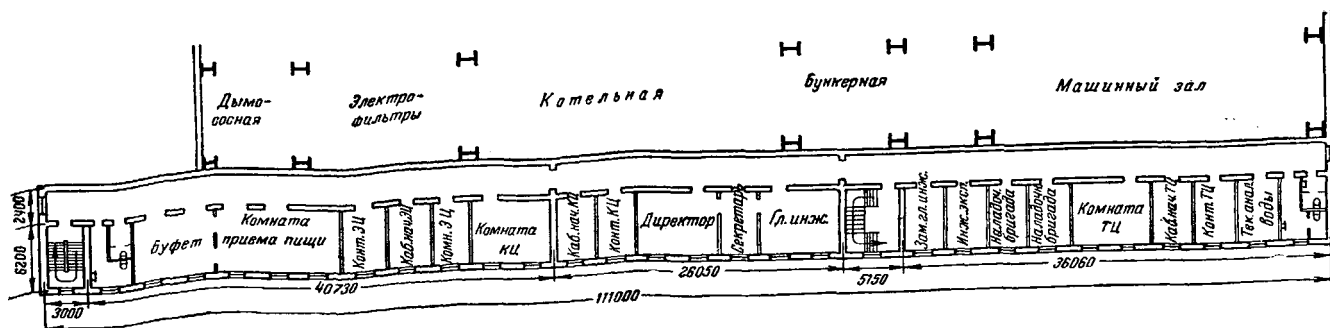


Рис. 1.

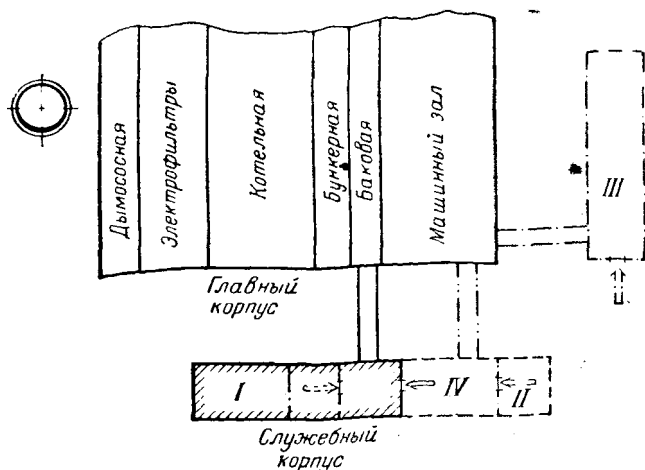


Рис. 2.

в цехах, а в ряде случаев и вибрация неизбежно проникают и в служебные помещения, нарушая нормальные условия работы инженерно-технического и административного персонала и лабораторий.

4. Строительные конструкции служебного корпуса значительно усложняются вследствие необходимости примыкания фундаментами, стенами и перекрытиями к тяжело нагруженным конструкциям главного корпуса с большими габаритами и заглублениями фундаментов. Это приводит к дополнительному заглублению фундаментов служебного корпуса, созданию осадочных швов и вкладных или консольных перекрытий. Нередко в сторону постоянного торца выходят теплофикационные магистрали и другие коммуникации, пересекающие своими туннелями служебные помещения, чем вызываются дополнительные усложнения его конструкций.

5. Застройка постоянного торца главного корпуса четырехэтажным зданием лишает производственные цехи станции весьма ценного торцевого естественного освещения в пределах зольного и конденсационного помещений и на отметке обслуживания котлов и турбин. Между тем, площадь перед фронтом котлов, закрытая со стороны продольных фасадов оборудованием, бункерами и коробами, может быть хорошо освещена с торцов благодаря большой высоте помещения, свободного от промежуточных перекрытий. Застройка торца помещения пылеприготовления неблагоприятна также по условиям взрывобезопасности.

6. Значительно затрудняется забор воздуха для аэрации и продольного вентиляционного короба.

7. Сочетание главного корпуса с помещениями больших объемов и габаритов со служебным корпусом с мелкими этажами и членениями помещений нарушает единый архитектурный образ всего сооружения, не позволяя найти достаточно совершенное архитектурное решение главного здания.

Перечисленные недостатки побудили Теплоэлектропроект изменить привычные приемы проектирования служебных помещений и предложить размещать эти помещения в отдельном четырехэтажном здании в отрыве от главного корпуса станции. Возможные и рекомендуемые варианты (I—IV) размещения показаны на рис. 2. Во всех этих случаях служебные помещения сохраняют связь с производственными цехами станции через закрытый переходный мост на уровне отметки обслуживания котлов и турбин.

Выбор варианта расположения здания служебных помещений в конкретных условиях определяется планировкой генерального плана и местоположением основного входа на площадку станции.

Схема планировки помещений служебного корпуса по одному из этажей показана на рис. 3. Цеховые ремонтные помещения и комнаты мастеров цехов размещаются не в служебном корпусе, а на свободных площадях в пределах самих цехов главного корпуса. Там же располагаются и санитарные узлы для эксплуатационного персонала.

Такое размещение цеховых помещений исключает необходимость частого выхода ремонтного и вахтенного персонала из цехов в служебный корпус, как это имеет место при размещении служебных помещений в пристройке к главному корпусу, и, несомненно, более удобно для эксплуатации.

Размещение служебных помещений в отдельном здании исключает и остальные перечисленные выше недостатки, имеющие место при компоновке этих помещений в пристройке к торцу главного корпуса.

Нормальная и обычная для гражданского здания, каким является служебный корпус, компоновка с двусторонним расположением помещений и коридором посередине обеспечивает хорошее освещение, сквозное проветривание помещений и компактное их размещение.

Строительные конструкции здания значительно упрощаются и допускают, благодаря наличию

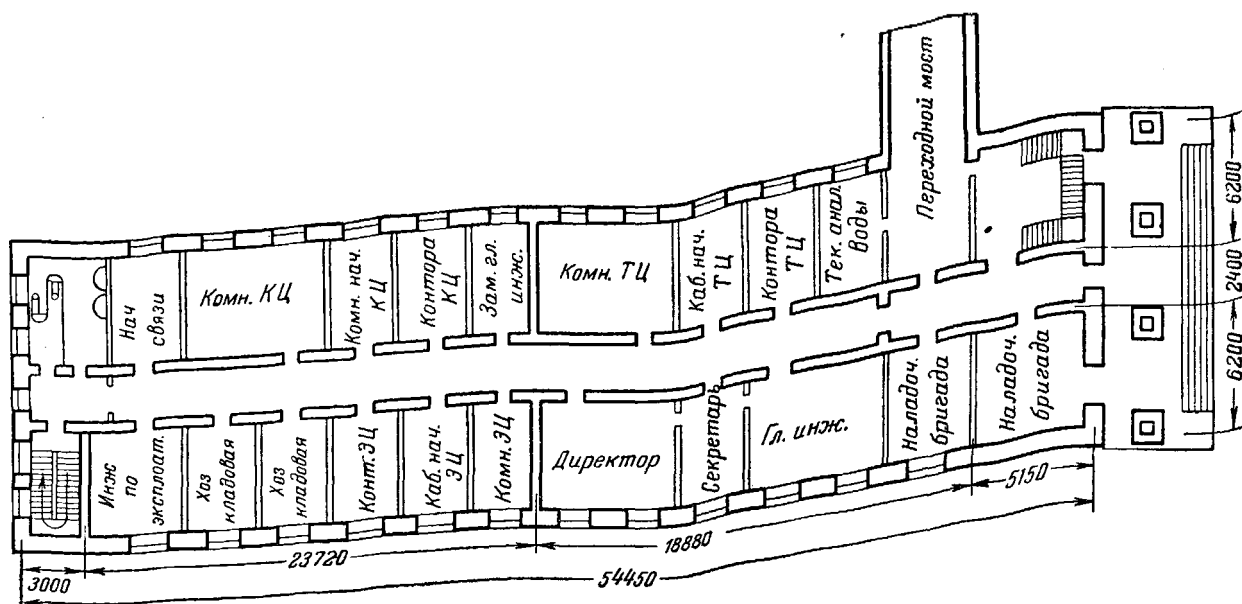


Рис. 3.

обычных фундаментов и стен, применение однотипных сборных элементов для перекрытий, а независимость возведения здания позволяет ускорить и индустриализировать строительство корпуса.

Свободный от застройки постоянный торец главного корпуса наиболее удачно обеспечивает освещение с торца цехов станции, а также забор воздуха для вентиляции.

Архитектура каждого из зданий решается самостоятельно в соответствии с их характером, особенностями и внутренней планировкой.

Технико-экономическое сравнение описанных вариантов компоновки служебных помещений приводится в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	Варианты	
	В пристройке к главному зданию (рис. 1)	В отдельном здании (рис. 2)
Площадь застройки, м ²	955	790
Объем здания (включая переходный мост), м ³	15 300	12 500
Объем кладки наружных стен (без учета проемов), м ³	1 100	1 070
Площадь рабочих помещений, м ²	2 026	1 856
Площадь вспомогательных помещений (коридоры, санузлы, лестницы и т. д.), м ²	1 310	790
Общая площадь этажей, м ²	3 336	2 646
Длина коридоров (включая переходный мост), м	440	230
Объемный коэффициент K_v	7,55	6,75
Площадь наружных стен, м ²	2 200	2 100

Как видно из таблицы, технико-экономические показатели служебных помещений в отдельном здании более благоприятные.

Необходимо отметить также весьма существенное преимущество предлагаемого принципа расположения служебного корпуса с точки зрения условий организации и производства строительно-монтажных работ.

Свободный торец главного корпуса позволяет организовать на время производства работ дополнительный железнодорожный и автогужевой въезд в главный корпус со стороны постоянного торца

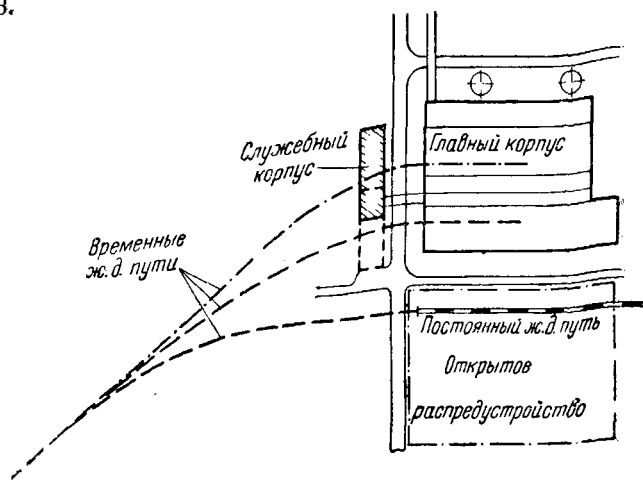


Рис. 4.

и подачу с этой стороны материалов, полуфабрикатов и деталей, как это показано на рис. 4. Это обеспечивает большую маневренность в организации строительных и монтажных работ, создает возможность совмещения как строительных работ, в частности кладки фундаментов и монтажа надземных конструкций, так и строительных и монтажных работ. Ненужные при одностороннем расположении путей со стороны временного торца встречные потоки строительных и монтажных работ в данном случае могут быть разделены и направлены в разные стороны. Так, при применении для монтажа котлов мостового крана монтаж оборудования может быть организован от середины в сторону постоянного торца с подачей блоков по железнодорожным путям. Это особенно важно при проведении работ в две подьчереди. В этом случае строительные работы могут беспрепятственно вестись в сторону временного торца, а монтажные для первой подьчереди — в сторону постоянного.

Все изложенное позволяет считать вполне целесообразным как по компоновке, удобствам эксплуатации и технико-экономическим показателям, так и по условиям и возможностям организации строительных и монтажных работ, расположение служебных помещений в самостоятельном здании в отрыве от главного корпуса.

Обсуждение вопроса о выборе рационального типа распределительного устройства

ОТ РЕДАКЦИИ

Ниже помещаются высказывания по статьям о конструкции распределительных устройств, опубликованным в № 2 журнала за 1949 г. и сообщение о решении Электротехнической секции Технического совета при Министре электростанций. Этим решением в качестве основной принята конструкция Теплоэлектропроекта (описанная в статье инж. Двоскина), с внесением некоторых изменений.

Из материала публикуемой дискуссии видно, что эта конструкция все же не удовлетворяет ряду требований, предъявляемых работникам эксплуатации.

В этих материалах имеются высказывания, основанные на различной оценке эксплуатационного опыта, но по основным вопросам (о методике выбора выключателей для реактированных кабелей, о значении обзорности, о локализации аварий, об удобстве монтажа и эксплуатации) наметились предложения, объединяющие большинство выступавших в дискуссии, и можно считать, что эти предложения наиболее полно отражены в конструкции Теплоэлектропроекта, принятой в основу типового решения.

То обстоятельство, что эта конструкция отвечает не всем предъявленным требованиям, в значительной мере объясняется тем, что при проектировании распределительных устройств нового типа для условий сооружения и монтажа промышленными методами используется электрооборудование прежних типов.

В качестве примера можно привести компоновку

этажа реакторов, где сложный узел подходящих и отходящих шин усложняет конструкцию всего устройства.

В свое время была предложена конструкция реактора, сохраняющая в основном тип реактора, принятый для производства в настоящее время, но предусматривающая расположение изолированных соединительных шин в середине реакторной группы. Такое видоизменение конструкции реактора облегчает сочетание его с остальной аппаратурой и обеспечивает большую компактность сооружения. В статье гг. Катаргина и Синькова делается аналогичное предложение по изменению компоновки выключателя. Вполне возможны предложения об изменении типов разъединителей, о комбинации их с проходными изоляторами или трансформаторами тока, о компоновке отдельных видов аппаратуры в узлы распределительного устройства нового типа.

Редакция считает нужным продолжить дискуссию по распределительным устройствам в 1950 г. и будет освещать в журнале новые решения, не только основанные на применении существующей аппаратуры, но и предложения по изменению конструкции оборудования путем новых сочетаний его деталей и применения новых строительных форм и материалов.

Редакция выражает надежду, что в результате такой работы появятся предложения по созданию надежных, компактных и удобных для эксплуатации распределительных устройств, сооружаемых и монтируемых скоростными промышленными методами.

Инж. С. В. Цыганов — Производственно-технический отдел Горэнерго

Обсуждение вопроса о конструкциях распределительных устройств на страницах журнала вполне своевременно и поможет найти наиболее рациональную и экономичную конструкцию распределительного устройства закрытого типа для электростанций и подстанций. Опубликованный материал характеризует основные направления, по которым идет сооружение устройств в настоящее время.

Каждое из описанных в № 2 журнала устройств имеет свои достоинства и недостатки, важнейшие из которых разбираются ниже.

Распределительное устройство, описанное инж. Двоскиным. Достоинствами этого устройства являются безопасность обслуживания, надежность в работе и возможность локализации аварий на любом его участке, что достигается размещением оборудования в трех этажах, соответствующим расположением коридоров обслуживания и разделением систем шин друг от друга. Следует отметить хорошую обзорность оборудования и удобство ремон-

тов его по второму и третьему этажам, наличие хорошей вентиляции реакторных помещений, более полное использование оборудования, достигнутое применением спаренных кабелей.

Строительная часть здания упрощена сравнительно с прежним типом, удельный объем здания на одну ячейку сокращен до 115 м³ и обеспечена возможность скоростного строительства и монтажа с применением сухих разделок кабеля.

Но конструкция имеет и существенные недостатки: плохая обзорность оборудования и шин ячеек первого этажа через застекленные двери; неудобство в ремонтах реакторов, трансформаторов тока и разъединителей, расположенных в первом этаже, из-за стесненных размеров камеры и расположения оборудования на большой высоте; возможность ошибок персонала при операциях с разъединителями одного присоединения в разных этажах.

Недостатком является и необходимость в устройстве дополнительного ограждения нижней фазы сборных шин из-за близости спусков шин и

проходных изоляторов к проходу, хотя высота указанного ограждения и соответствует правилам устройства электрических установок.

Неудачна компоновка ячеек в случае установки на некоторых присоединениях выключателей типа МГГ. Подвесная конструкция кабельного туннеля сложна, наличие семи коридоров и необходимость транспортировки оборудования по коридорам будут затруднять эксплуатацию.

Распределительное устройство, описанное инж. Залышкиным. К достоинствам этого типа можно отнести: безопасность и простоту обслуживания, надежность схемы и удачную компоновку, при которой эксплуатация оборудования будет вестись при малом количестве коридоров (3 коридора). Конструкция обеспечивает удобство монтажа и ремонта реакторов вследствие наличия широкой ячейки.

Конструкция в строительной части проста, удельный объем здания на одну ячейку невелик (110 м^3), обеспечена возможность скоростного строительства и монтажа.

Недостатками этого устройства являются: снижение надежности эксплуатации вследствие установки выключателей в одном помещении со сборными шинами и отсутствия разделения систем шин друг от друга. Поэтому возможно обесточение всей подстанции при возникновении аварии во втором этаже.

Не менее существенными недостатками следует считать: возможность ошибки персонала при операциях с разъединителями одного присоединения в разных этажах; плохую обзорность шинных и линейных разъединителей, реакторов и сборных шин; неудобство ремонта шинных разъединителей; необходимость транспортировки оборудования по коридору управления и плохое использование помещения второго этажа.

Распределительное устройство, описанное инж. Ивановым, Каяловым и Явичем. Этот тип имеет следующие достоинства: хорошая обзорность оборудования во втором этаже; снижение возможных ошибок персонала при производстве операций с разъединителями фидеров в одном этаже; удобство ремонтов оборудования; наличие всего двух этажей; возможность сооружения распределительного устройства в две очереди.

Большое значение имеет простота строительной части здания, высокая экономичность (удельный объем здания на одну ячейку $68\text{—}75 \text{ м}^3$) и возможность скоростного строительства и монтажа.

Можно отметить следующие недостатки предложенного устройства: снижение надежности эксплуатации при расположении сборных шин в одном помещении, без глухих перегородок между ними; возможность перекрытия трансформаторов тока или разрушения изоляции обмотки при расположении их под выключателем ВМГ, так как у последнего наблюдается утечка масла из нижнего контакта; сложность компоновки ячеек при необходимости иметь обязательно реактированные и неактированные присоединения. Нельзя не считать также с возможностью попадания сырости в ячейки реакторов через наружные

входные двери и с неудобством эксплуатации их, особенно в осеннее и зимнее время, так как при осмотрах необходимо открывать каждую дверь в ячейках.

Большим дефектом является отсутствие туннеля для силовых кабелей, расположенного вдоль стен всего здания. Неудачно расположение трансформаторов тока и разъединителей с кабельными воронками на двоянных кабелях, что при ошибочном отключении нижнего разъединителя приведет к выводу из строя всего оборудования ячейки. Кабельные воронки установлены высоко и недоступны осмотру, ошиновка удлиненная.

Распределительное устройство, описанное инж. Кутявным (рис. 2 и 3). Этот тип устройства имеет некоторые достоинства: наглядность схемы; простота обслуживания; хорошая обзорность оборудования, за исключением верхней системы шин. Расположение реакторов и выключателей в первом этаже представляет большое удобство в части транспортировки оборудования.

Строительная часть сооружения очень проста; устройство имеет малый удельный объем здания на одну ячейку с выключателем МГФ (68 м^3); обеспечена возможность скоростного строительства и монтажа.

Но недостатки очень существенны. К ним относятся: снижение надежности эксплуатации из-за расположения систем шин в одном помещении, расположение приводов разъединителей в разных коридорах и размещение линейного разъединителя в одной ячейке с реактором. В последнем случае ошибочное действие персонала с разъединителем может привести к повреждению реактора и короткому замыканию на шинах (до реактора). Затруднены: ремонт сборных шин и шинных разъединителей из-за тесноты ячеек и надзор за сборными шинами и разъединителями верхней системы шин, расположенных на высоте $2,5\text{—}3 \text{ м}$. Надзор за кабельными воронками, расположенными в ячейке на высоте 4 м , невозможен. Сравнительно большая длина ошиновки по присоединению и большой удельный объем здания на одну ячейку с выключателем МГГ (124 м^3).

Очень плохо, что транспортировка оборудования осуществляется по коридору управления.

Выводы

На основании анализа конструкций распределительных устройств, описанных различными авторами, и учитывая требования, которые должны быть предъявлены к типовым распределительным устройствам, можно сделать следующие выводы:

1. Степень надежности работы, удобства эксплуатации, безопасность обслуживания и экономичность сооружения обсуждаемых конструкций распределительных устройств различны. Так как требования к ним определяются: величиной и характером нагрузок, степенью ответственности снабжаемого потребителя, местом расположения его в энергосистеме, конструкцией и характеристикой устанавливаемого оборудования, то было бы неправильно для разных условий предписывать к применению один и тот же тип конструк-

ции распределительного устройства. В каждом отдельном случае проектировщик обязан обосновать свой выбор, принимая во внимание особенности установок и условия, в которых они будут работать.

2. После доработки конструкции и устранения в ней указанных выше недостатков предложенные устройства могут быть приняты как типовые для следующих целей:

а) Для крупных станций и ответственных подстанций мощностью свыше 50 тыс. *квт*, снабжающих потребителей I и II категорий, — рекомендовать конструкцию, описанную инж. Двоскиным (трехэтажную), как наиболее надежную и удобную в эксплуатации. Размещение оборудования в первом этаже этого типа следует запово пересмотреть.

б) Для станций и подстанций средней мощности (от 25 до 50 тыс. *квт*) при отсутствии вы-

ключателей типа МГГ рекомендовать конструкцию двухэтажного распределительного устройства с пристройкой реакторного помещения (см. статью инж. Иванова, Каялова и Явича) с установкой воздушных выключателей и переходом в дальнейшем, при расширении станции, на выключатели большей разрывной мощности. Рекомендовать увеличить надежность работы путем разделения систем шин, изменения расстановки оборудования в первом этаже (сдвоенные фидеры) и сооружения кабельного тупнсла.

в) Для подстанций мощностью ниже 25 тыс. *квт* рекомендовать одноэтажную конструкцию распределительного устройства с выключателями типа МГФ и воздушными выключателями (см. статью инж. Кутявина — рис. 2 и 3). При этом необходимо изменить расположение оборудования в ячейке реактора и дополнительно сделать коридор обслуживания реакторов, сократив ширину коридора управления.

Канд. техн. наук А. И. Сандлер — Ивановский энергетический институт

Вопрос о выборе конструкции распределительных устройств является чрезвычайно важным, так как допущенные при проектировании и строительстве дефекты не могут быть устранены в процессе эксплуатации. Создавая тот или иной тип распределительного устройства, проектировщик должен сочетать вопросы удешевления строительства и монтажа, возможность применения индустриальных методов сооружения установки, а также надежность и удобство в эксплуатации. Так как эти требования зачастую бывают противоречивыми, то найти наилучшее решение довольно затруднительно.

Одним из коренных вопросов, подлежащих решению при проектировании распределительного устройства, является вопрос выбора выключателя. Инж. Двоскин приходит к выводу, что при этом выборе можно не учитывать возможность повреждения реакторов, так как данный аппарат является чрезвычайно надежным. Однако, кроме аварийности реакторов необходимо также рассмотреть аварийность и других элементов распределительного устройства, находящихся между выключателем и реактором: участков шин от выключателя до реактора, трансформаторов тока, а также сам выключатель.

Анализ данных эксплуатации, приведенных инж. Двоскиным, а также проф. Грудинским¹, показывает, что аварийность выключателей значительно выше, чем аварийность реакторов. Исходя из этого, представляется необходимым пересмотреть вопрос о месте установки реактора в схеме. Последний должен устанавливаться до выключателя и, таким образом, облегчить условия работы всего оборудования присоединения. Опыт эксплуатации секционных реакторов, подключенных с одной стороны непосредственно к шинам без выключателя, позволяет сделать вывод о целесообразности установки реактора до выключателя. Выпуск воздушных выключателей с большой отключающей способностью не является доводом для

установки выключателя до реактора, если исходить из данных аварийности отдельных элементов распределительного устройства. Установка реакторов до выключателя коренным образом изменит конструкции распределительного устройства 6÷10 *кв*. Мы считаем, что рациональную конструкцию надо искать именно в этом направлении.

Переходя к предложенным для обсуждения конструкциям распределительных устройств, отметим их основные недостатки.

В конструкции, описанной инж. Двоскиным, важнейшими из них являются:

1) плохая обзорность оборудования в камерах реакторов, их верхних фаз, контактов шин, трансформаторов тока и т. д.; кроме того, чрезвычайно затруднен монтаж реакторов: во время монтажа реактора в камере будет висеть над работающими одна или даже две фазы реакторов, что является недопустимым;

2) наличие в камере выключателя шкафа с контрольными и сигнальными кабелями;

3) установка приводов шинных разъединителей в коридоре второго этажа, что потребует от персонала, при переводе цели с одной системы шин на вторую лишние переходов на третий этаж для осмотра надежности включения разъединителей.

Все указанные недостатки в конструкции этого распределительного устройства могут быть легко устранены без изменения основной компоновки сооружения. Следует указать, что из всех рассмотренных в № 2 журнала за 1949 г. вариантов распределительных устройств конструкция, описанная инж. Двоскиным, наиболее приемлема для сооружения мощных станций и подстанций.

В конструкции распределительного устройства, описанной инж. Залышкиным, можно отметить следующие недостатки:

1. Затруднительность ремонта выключателя ввиду отсутствия перегородки между выключателем и шинными разъединителями. При добавлении указанной перегородки целесообразно шин-

¹ Схемы коммутации электрических станций и подстанций*, ГЭИ, 1948 г.

ные соединения развилки разъединителей вынести из камеры последних в камеру выключателя во избежание выхода из работы обеих систем шин при переброске дуги на разъединители. Известны случаи коротких замыканий на обоих шинных разъединителях из-за ослабления контактов на проходных изоляторах. Эта возможность устранена в конструкции распределительного устройства, описанного инж. Двоскиным.

2. Канал для контрольных кабелей удален от выключателя, трансформаторов тока и шинных разъединителей на значительное расстояние, что требует большего количества сигнальных и контрольных кабелей.

3. Обозреваемость линейного разъединителя, кабельной воронки и т. д. затруднена. При этом требуется открыть двери камеры реактора, что является эксплуатационным неудобством.

Сравнивая конструкцию распределительного устройства, описанную инж. Двоскиным, с конструкцией, описанной инж. Залышкиным, можно считать, что первая компоновка является более рациональной, несмотря на то, что требует всего лишь на 5 м³ на ячейку больше объема здания.

Необходимо отметить недостатки, которые имеются в конструкции распределительного устройства 6,0 ÷ 10,0 кв, описанной инженерами Ивановым, Явичем и доц. Каяловым.

1. Сооружение кабельного канала для контрольных кабелей с бетонными (или иными) плитами является в данной конструкции неудачным. Затруднен также доступ к контрольным кабелям, лежащим на нижних полках.

2. Подводка кабельными жилами к верхнему линейному разъединителю является нерациональной. Большая длина кабельных жил может повлечь за собой сближение их при коротком замыкании и пробой изоляции. Чрезвычайная теснота в камере линейных разъединителей затрудняет соединение верхнего линейного разъединителя с кабельными жилами при помощи шин, хотя это является при данной конструкции желательным.

3. Шинное соединение развилки между разъединителями не вынесено в камеру выключателя и в предложенной конструкции выполнить это затруднено.

4. Данная конструкция распределительного устройства пригодна для станций и подстанций с установкой лишь малообъемных выключателей типов ВМГ-133 и МГФ-11 (МГ-10). Однако, для большого числа случаев такое решение вопроса не удовлетворяет необходимым требованиям. Как известно, очень часто необходимы распределительные устройства с установкой выключателей типа МГГ по условиям протекания длительного рабочего тока и по условиям короткого замыкания.

В заключение следует отметить, что дискуссия на страницах журнала не может полностью решить такой острый вопрос, каким является выбор конструкции распределительных устройств генераторного напряжения. Нам представляется необходимым созвать в ближайшее время специальную конференцию для обсуждения указанных вопросов.

Инж. И. Н. Оранский — Технический отдел Узбекэнерго

В связи с широким развитием строительства районных подстанций и внедрением новой аппаратуры необходимо отметить большое значение выбора рационального типа конструкции распределительного устройства 6 кв.

С удовлетворением отвечая на предложение редакции журнала высказать свое мнение по конструкциям распределительных устройств 6 кв, описанных в журнале «Электрические станции», № 9 за 1948 г. и № 2 за 1949 г., ниже приводим свои соображения (соображения даются только для районных подстанций 35/6 кв средней мощности).

Опыт строительства и эксплуатации районных понизительных подстанций 35/6 кв показал, что районные подстанции развиваются постепенно, начиная от распределения сравнительно небольшой мощности (4 ÷ 5 тыс. кВа) и до полной проектной мощности порядка 25 тыс. кВа.

В первой стадии эксплуатации до распределения мощности порядка 15 тыс. кВа районные подстанции не требуют установки реакторов на кабелях. При дальнейшем развитии подстанции установка реакторов становится необходимой для сохранения значения токов короткого замыкания в питаемой сети 6 кв в пределах, допустимых для аппаратуры, установленной у потребителей (т. е. в пределах отключающей способности выключателей типа ВМ-16).

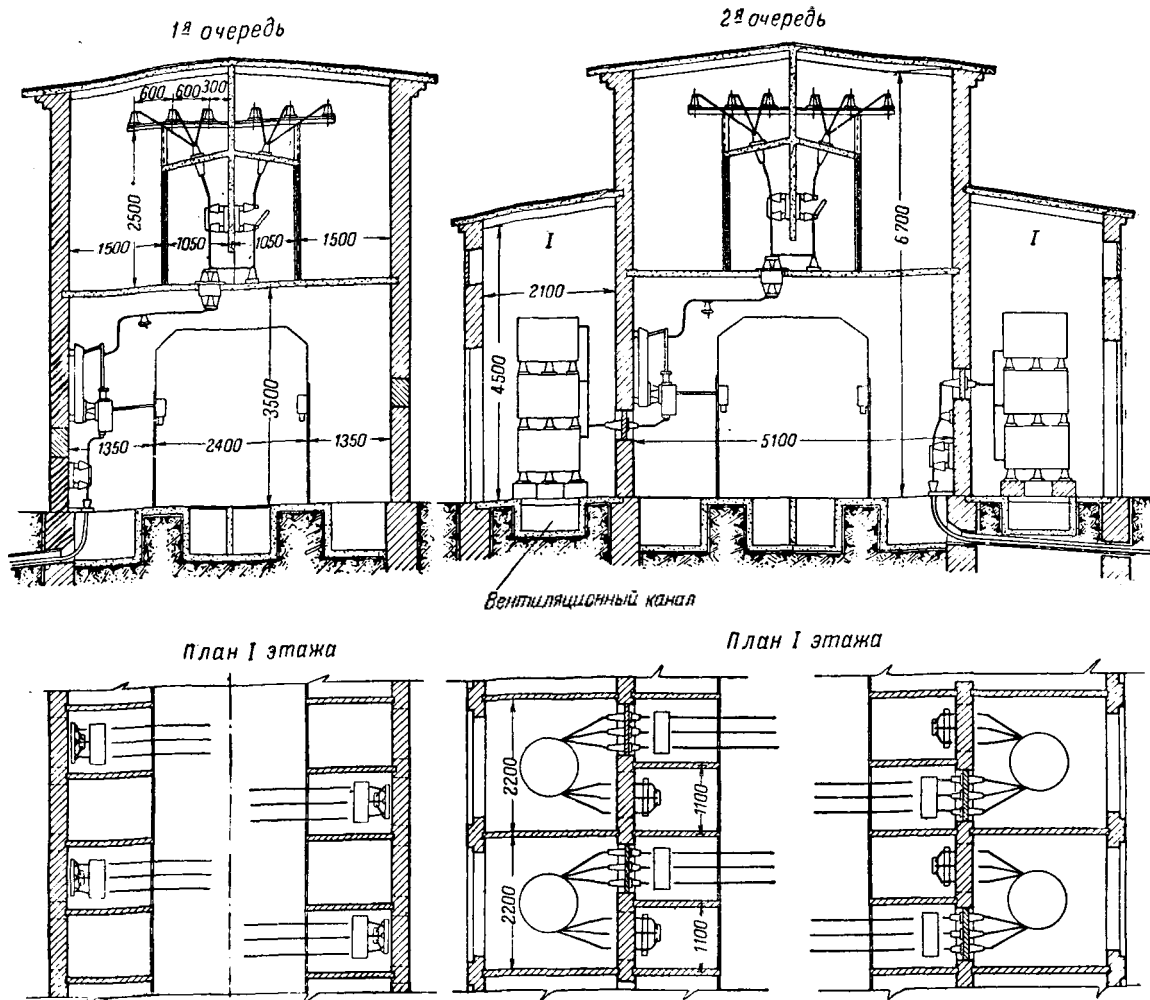
Если предусматривать выполнение строительной части сразу с расчетом на установку реакторов по типовым конструкциям ТЭП или по конструкции, рекомендуемой инж. Двоскиным, то необходимо на первой же стадии развития нагрузок и мощности подстанции выполнить большой объем строительных работ по распределительному устройству.

Произвести сразу строительные работы большого объема в первой стадии развития подстанции, как показал опыт строительства, весьма трудно, а в некоторых случаях и невозможно.

Для районных подстанций средней мощности следует считать целесообразной такую конструкцию, которая обеспечивает надежность, безопасность и удобство эксплуатации и, кроме того, дает возможность осуществить строительную часть здания распределительного устройства по очередям.

С учетом этого, по нашему мнению, важного условия рассматриваются и предложенные конструкции типовых распределительных устройств для районных подстанций.

Типовая конструкция распределительного устройства 6 кв, описанная инж. Двоскиным, имеет меньшую кубатуру, чем типовая конструкция ТЭП 1933 г., однако объем строительных работ остается весьма большим и для районной подстанции помещения реакторов остаются на несколько лет неиспользованными.



Кроме того, из недостатков предложенной конструкции следует отметить: а) управление широкими и линейными разъединителями одного фидера из различных мест (этажей); б) большое количество коридоров; в) размещение кабельного полуэтажа в подвесной конструкции; г) плохое использование кубатуры в шинном и реакторном этажах. Конструкцию, описанную инж. Залышкиным, следует считать более удобной для эксплуатации, так как здесь два этажа против трех и три коридора против семи. Шахматное расположение оборудования первого этажа, из нашего опыта, не является недостатком предлагаемой конструкции.

К недостаткам данной конструкции следует отнести сложность осмотра линейных разъединителей и кабельных муфт и размещение их в реакторной камере. Строительная часть подстанции требует осуществления помещения для реакторов при выполнении первой очереди подстанции.

Для районных подстанций наиболее удачной компоновкой, по нашему мнению, следует считать распределительное устройство 6 кв, описанное в журнале «Электрические станции», № 9 за 1948 г., однако с учетом замечания инж. Двоскина о ликвидации проема между первым и вторым этажами и улучшением условий охлаждения реакторов.

При расположении выключателей не у боковых стен, а по оси здания идея предыдущей конструкции весьма близко подойдет к идее конструкции распределительного устройства 6 кв, описанной тт. Каяловым, Ивановым и Явичем и опубликованной в специальном выпуске РОНИТОЭ. В отличие от конструкции тех же авторов, описанной в журнале «Электрические станции», в выпуске РОНИТОЭ дана конструкция специально для районных подстанций. Эту конструкцию также следует считать удачной.

Так как применение выключателей типа ВМГ-133 началось в нашей системе только с 1947 г. и только на подстанциях с одной системой шин, то опыт эксплуатации распределительных устройств 6 кв с такими выключателями недостаточен. Соображения в пользу указанных выше двух конструкций не могут являться решающими. Необходимо искать путей их дальнейшего совершенствования в соответствии с соображениями других эксплуатирующих организаций, имеющих больший опыт по работе с малообъемными выключателями.

В качестве одного из возможных решений на рисунке приведена конструкция распределительного устройства районной подстанции с выполнением строительных и монтажных работ в две очереди. Идея конструкции ясна из рисунка.

Применявшиеся у нас до войны типовые компоновки закрытых электрических распределительных устройств были в большинстве вполне целесообразными. По их продуманности и экономичности они во многих отношениях превосходили компоновки, принятые за границей, поскольку сравнение возможно при имеющихся различиях в аппаратуре высокого напряжения у нас и за границей.

При оценке проектов новых типовых компоновок распределительных устройств приходится прежде всего учесть те условия, которые и привели к необходимости разработки новых компоновок. Эти условия заключаются в основном в следующем:

1. Выпуск нашими заводами малообъемных масляных и воздушных выключателей вместо ранее выпускавшихся многообъемных масляных выключателей.

2. Необходимость применения скоростных способов монтажа распределительных устройств.

3. Учет и анализ нашего большого опыта эксплуатации распределительных устройств, в частности — статистики аварий.

Рассматривая в свете этих условий типовую компоновку для крупных закрытых распределительных устройств, описанную инж. Двоскиным, следует отметить, что она дает большое удешевление строительных работ сравнительно с применявшейся до войны, а также с компоновкой Теплоэлектропроекта, описанной инж. Двоскиным в журнале «Электрические станции», № 6 за 1947 г. Удешевление здания достигнуто отказом от железобетонных перегородок ячеек применением сборных конструкций заменой тяжелых выключателей на реактированные присоединения более легкими.

Уменьшение ширины здания до 8 600 мм достигнуто вследствие отказа от боковых коридоров в первом этаже, что является правильным. При этом монтаж реакторов и обслуживание линейных разъединителей производятся из одного центрального коридора, что приводит в принятой компоновке распределительного устройства к сложной конструкции камер первого этажа. Более практичным представляется монтаж реакторов через наружные двери (как и трансформаторов); осмотр реакторов может производиться из внутреннего коридора.

Что касается самой компоновки распределительного устройства, то она мало отличается от ранее применявшейся; преимущества, даваемые установкой малообъемных масляных выключателей, не использованы достаточным образом.

Ряд положений, выдвинутых инж. Двоскиным, как-то: необходимость отделения выключателей от шинных разъединителей и сборных шин сплошным перекрытием, а от коридора управления сплошными стенками до потолка, необходимость

сплошных перегородок от пола до потолка для разделения двух систем сборных шин, недопустимость использования коридора управления для транспорта оборудования — не являются обоснованными. При последовательном применении этих положений следует отделять выключатели от боковых коридоров не сетчатыми дверьми, а перегородками до потолка со сплошными дверьми (т. е. вернуться в значительной степени к «взрывным» камерам), и установить такие же перегородки в камерах первого этажа.

Значительно более целесообразным является решение, описанное инж. Залышкиным, с применением сборных ячеек, содержащих как выключатели, так и шинные разъединители и сборные шины и обшитых с торца плитами. При этом достигаются: уменьшение здания на один этаж, резкое уменьшение площади плит для перегородок, уменьшение оцинковок, упрощение и ускорение монтажных работ.

Описанное инж. Залышкиным расположение ячеек выключателей в один ряд с применением всего двух рядов сборных шин (вместо четырех) при расположении камер реакторов и линейных разъединителей в два ряда также является весьма выгодным. «Шахматное» расположение оборудования в первом этаже, против чего возражает инж. Двоскин, не является недостатком; при сплошном перекрытии между этажами нахождение нужной камеры может производиться во всех случаях только по имеющимся нумерации и обозначениям, а для исключения неправильных операций с разъединителями действительным средством служит надлежащая блокировка.

Следует отметить, что выбор шинных конструкций и шинных разъединителей по току короткого замыкания на сборных шинах, что приводит к установке на всех присоединениях тяжелых и дефицитных разъединителей на 3 000 а, является излишеством. При коротком замыкании непосредственно на шинах повреждение их и временный вывод из работы неизбежны. Поэтому устойчивость разъединителей и шинных конструкций следует проверять, исходя из сквозных токов короткого замыкания, отключаемых установленными выключателями.

В отношении прокладки контрольных кабелей хотелось бы выразить пожелание, чтобы их было меньше, чем это проектировалось до настоящего времени. Для этого необходимо, чтобы, в частности, управление выключателями отходящих кабелей приводилось непосредственно из коридора распределительного устройства, а для быстрого сброса нагрузки, требуемого при авариях, предусматривались только кнопки на главном щите управления (или осуществлялся автоматический сброс). При этом желательно, чтобы коридор управления устройством и помещение щита управления находились на одной отметке и имели непосредственное сообщение.

В статьях, предложенных для обсуждения, описано несколько ценных конструкций, которые позволяют получить надежное и более дешевое, чем прежние, распределительное устройство.

Основная идея большинства компоновок — размещение мощных выключателей в этаже реакторов — вполне правильна.

Вариант, описанный инж. Двоскиным (3 этажа и 7 внутренних коридоров), требует меньшего объема здания, чем в принятом ранее типовом распределительном устройстве ТЭП 1940 г. (3 этажа, 9 внутренних коридоров). В остальном обе конструкции весьма сходны.

Однако, новый вариант обладает некоторыми недостатками:

а) отсутствуют места для размещения кабельных сборок для соединения с генераторами или трансформаторами (автором указан шинный вариант соединения, который не всегда удобен);

б) глубина туннелей 1 800 мм недостаточна, необходима глубина 2 100—2 200 мм.

Вариант, описанный инж. Залышкиным, дает еще лучшее использование объема здания, число этажей сокращается до двух, число внутренних коридоров сокращается до трех. К недостаткам конструкции следует отнести:

а) затруднительное выполнение схемы звезды и кольца (из-за однорядного расположения шин);

б) размещение туннеля контрольных кабелей в подвале увеличивает длину последних как в самом устройстве, так и на щите управления, так как добавляется два вертикальных участка;

в) отсутствует место для кабельных сборок, указанное выше.

Отмеченные недостатки обеих конструкций не являются решающими и применение таких компоновок вполне целесообразно.

Вариант, описанный инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем (2 этажа, 6 внутренних коридоров), также дает значительную экономию

объема здания по сравнению с ранее принятым вариантом ТЭП.

К недостаткам конструкции следует отнести: сложность стропильной части здания; большую длину ошиновки линейного присоединения, которая описывает сложные петли, что повышает расход цветного металла и в какой-то степени снижает надежность; отсутствие туннеля силовых кабелей; недостаточность размеров канала для контрольных кабелей; неудобное размещение трансформаторов тока на потолке первого этажа; увеличение ширины устройства за счет его высоты, что приводит к возрастанию длины кабелей.

Следует отметить, что при большом числеходящих кабелей применение этой конструкции затруднительно (см. схему заполнения). Поэтому рассматриваемый вариант представляется менее удачным, чем две разобранные выше компоновки.

Инж. Кутявиным описано 2 варианта распределительного устройства.

Первый вариант требует большого расхода шин на ответвления, что свойственно многим «плоским» вариантам компоновок (см. выше); для ремонта верхней системы шин в нем требуется устройство временного настила.

Второй вариант (с двумя коридорами управления) вообще не может быть рекомендован, так как размещение приводов разъединителей в двух коридорах создает значительные неудобства в эксплуатации. Рис. 4 его статьи показывает нечеткость компоновки по отметкам этажей.

Выводы

Следует считать наиболее целесообразными:

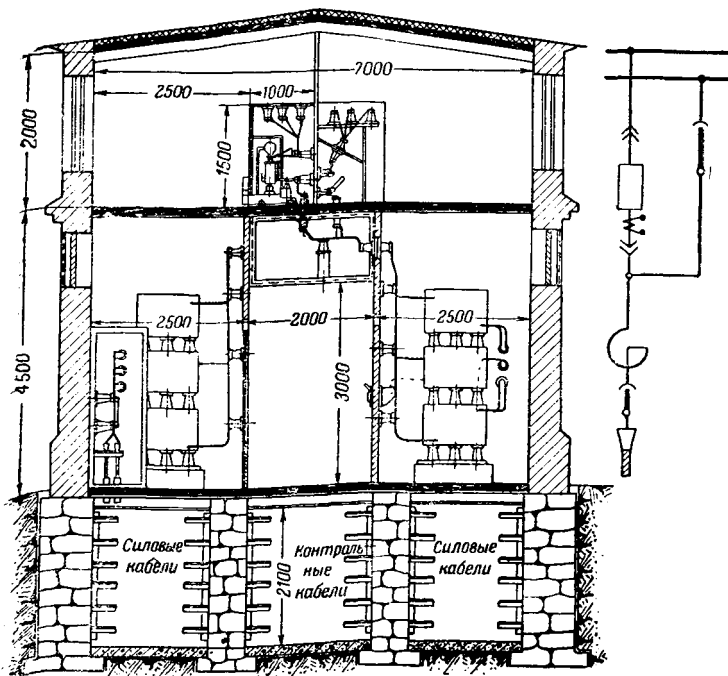
а) для мощных электростанций с большой нагрузкой шин генераторного напряжения, для которых вероятно применение схем кольца и звезды или схемы ТЭП, — вариант компоновки описан инж. Двоскиным;

б) для менее мощных станций, для которых число секций шин генераторного напряжения не превосходит трех, — компоновку, описанную инж. Залышкиным.

Необходимо отметить, что все конструкции, предложенные для обсуждения, основываются на применении аппаратуры, разработанной для старых условий, при которых не учитывалось требование индустриальности в сооружении и монтаже.

Для новых условий конструкция существующей аппаратуры должна быть видоизменена. Ячейка должна состоять из минимального количества надежной аппаратуры, а именно: а) ошиновки, б) выключателя, скомплектованного с приводом и трансформаторами тока. Целесообразно, чтобы роль шинного и линейного разъединителей выполняли втычные контакты, с помощью которых присоединяется выключатель.

Лучше всего поставленным условиям будет отвечать колонковый выключатель с пристроенными втычными контактами. Бак и гасительные камеры для такого выключателя могут быть использованы от выключателей ВМГ-133 или МГФ-11. Трансформаторы тока удобнее всего иметь опорного типа с поперечным окном.



В соответствии с изложенными соображениями нами разработан вариант ячейки распределительного устройства для электростанции средней мощности, эскиз которого приведен на рисунке. Для таких электростанций должно получить большее, чем в настоящее время, применение обходных шин при одиночной системе главных шин. Такая схема и принята в рекомендуемом устройстве. В основу конструкции первого этажа положен вариант, описанный инж. Залышкиным. Предлагаемое видоизменение последнего позволяет устранить ряд существенных его недостатков.

Инж. В. Н. Гуревич — Нач. электроцеха Ивгрэс

Описанная инж. Двоскиным конструкция распределительного устройства является приемлемой для эксплуатации. Необходимо только отметить следующее:

1. Управление шинными разъединителями со второго этажа неудобно в эксплуатации. После производства переключения персонал обязан осмотреть разъединитель, так как имели место случаи плохого контакта при включении и срыва головки изолятора при отключении.

В предложенной конструкции это вызывает необходимость подниматься на этаж для осмотра и спускаться для продолжения переключения.

Опасности для персонала переключать разъединитель, находящийся за сеткой из коридоров третьего этажа нет, даже если предположить ошибочную операцию с разъединителем, так как приводы следует расположить с левой стороны камеры.

2. Очень хорошо, что развилка шинных разъединителей выполнена в камере выключателя. В практике имели место аварии, когда из-за отгоревшего контакта у проходного изолятора под вилкой (затянувшееся короткое замыкание) при обычной открытой конструкции вилки перекрыло оба разъединителя и вызвало отключение обеих систем шин.

3. Желательно смонтировать достаточное количество заземляющих ножей, чтобы не ставить переносные закоротки. Даже если не удастся выполнить надежные блокировки, заземляющие ножи не будут представлять большей опасности, чем закоротки, а применение первых значительно проще, чем вторых.

4. Кабели вторичной коммутации в камеру выключателя вводить не следует. Всю разводку и зажимы нужно выполнить на лицевой панели камеры выключателя, осмотр и ремонт которых весьма удобен.

5. С отсутствием окон нельзя согласиться. При двойных окнах отпотевания оборудования не происходит, а при отсутствии окон получается очень плохой надзор за оборудованием. Ремонтному персоналу, работающему систематически в устройстве, приходится все время пользоваться искусственным светом.

6. В камере реактора предусмотрены двери недостаточной ширины, что сильно затруднит монтаж и не обеспечит достаточный надзор.

Надо сделать высокие, хорошие ворота в на-

Конструкция распределительного устройства, показанная на рисунке, не претендуя на окончательное решение вопроса, указывает, по нашему мнению, правильное направление такого решения: видоизменять не только компоновку оборудования, но и самое оборудование с тем, чтобы устройство в целом удовлетворяло новым требованиям — приспособленности к индустриальным методам строительства и монтажа, комплектности поставки.

Мы считаем необходимым привлечь внимание электропромышленности и электротехнической общественности к этому направлению решения вопроса.

ружной стене, и так как реактор выделяет тепло, отпотевания его бояться не приходится.

7. Отметку пола первого этажа надо поднять над землей на 300—400 мм и сделать от каждой наружной двери 1—2 ступеньки. К сожалению, ТЭП совмещает уровень первого этажа и земли, забывая, что на улице бывает и дождь, и снег, и грязь.

С конструкцией, описанной инж. Залышкиным, никак нельзя согласиться, хотя бы из-за отсутствия отделения камеры масляного выключателя от шинных разъединителей. Обязывать персонал каждый раз при выводе выключателя в текущий и капитальный ремонт вдвигать доски размером 1 500 × 2 200 мм, совершенно недопустимо.

Кроме того, конструкция имеет еще ряд неудобств:

1. Трудно доступный для ремонта участок шин над проходом первого этажа.

2. Открытая вилка шинных разъединителей, что, как отмечалось выше, может привести к короткому замыканию на обеих системах шин, даже если один шинный разъединитель отключен.

3. От кабельного канала контрольных кабелей надо на каждую ячейку выключателя и шинного разъединителя подниматься на 4,5 м да еще через ячейки шин над средним проходом.

В конструкции, описанной инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, также следует отметить ряд дефектов:

1. Ячейки для ввода генераторных кабелей, несомненно, малы: кабели располагать в два ряда, как показано на их рис. 1, нельзя, а для 8—10 кабелей в один ряд 1,5 м ячейка, несомненно, мала.

2. Запроектирована открытая вилка шинных разъединителей.

3. Шины от выключателя до камер реакторов или кабелей имеют очень большую длину.

4. Размеры кабельного канала для сигнальных кабелей совершенно неприемлемы.

5. Отмечаемое авторами как положительный момент сосредоточенное в одном месте управление разъединителями и выключателями практически совершенно ненужно.

Ввиду изложенного предлагая авторами конструкция распределительного устройства уступает первой конструкции, описанной инж. Двоскиным.

Одним из важнейших требований к распределительным установкам является безопасность обслуживания. В этом отношении конструкция, описанная инж. Двоскиным, имеет неоспоримые преимущества перед устройствами, предложенными другими авторами. Нельзя также не признать серьезным преимуществом конструкции устройства, описанной инж. Двоскиным, и наличие в нем глухой стенки, отделяющей выключатель от привода; этого нет ни в одной из других конструкций.

Нужно отметить неблагоприятные моменты для безопасности персонала в конструкции, описанной инж. Залышкиным, состоящие в неудобстве для ремонта сборных шин, а также высокое расположение шинных разъединителей, которые недоступны для ремонта без лестницы. Необходимость применения переносного ограждения в этом устройстве создает неблагоприятные условия для безопасности эксплуатационного персонала.

Следующим по важности требованием является надежность эксплуатации. Можно утверждать, что в описанной инж. Двоскиным конструкции надежность эксплуатации выше и приобретена незначительным увеличением затрат на строительную часть против других конструкций. Важное значение имеет отсутствие сообщений через проемы помещений сборных шин разных секций, а также отсутствие сообщений между помещениями шин, выключателей, реакторов и кабельных муфт. Аварии вследствие неправильных действий с разъединителями в данной конструкции будут ограничены одной системой шин, в то время как в других конструкциях они захватят и другую систему шин.

Расположение выключателей в одном помещении со сборными шинами в конструкции, описанной инж. Залышкиным, неблагоприятно отличает ее от других предложенных конструкций. Эта конструкция выбрана, исходя из требований к выключателю: «отключить любое повреждение». Выключатель — сложный, и какой бы он высокой надежности ни был, все-таки его повреждение бывает чаще, чем в реакторе. Повреждение выключателя, более вероятное, чем реактора, приведет в этой конструкции к повреждению как рабочей, так и резервной системы шин.

В устройстве, описанном доц. Каяловым, надо признать недопустимым пристройку для реакторов: их обслуживание ведется снаружи, что очень неблагоприятно, и, кроме того, кровля пристройки требует особого утепления и принесет много хлопот вследствие таяния снега зимой из-за тепла реакторов.

Наконец, для типового устройства немаловажным фактором является его экономичность. Основной вопрос экономики решается выбором мощности выключателя. Надо признать целесообразным выбирать мощность выключателя по токам короткого замыкания за линейным реактором. Это положение наглядно подтверждено многими годами эксплуатации, как это и показал инж. Двоскин. Инж. Залышкин считает, что в бу-

душем, когда будут выпускаться воздушные выключатели, увеличение их стоимости при увеличении отключающей способности не должно быть значительным. Однако, в зависимости от нового соотношения цен и будут устанавливаться целесообразные конструкции. Мы решительно за то, чтобы в настоящее время проектировать устройство, считая правилом выбирать выключатели по току короткого замыкания за реактором.

Что касается объема здания на одну камеру, то у всех авторов приведены цифры одного порядка и сравнивать их можно только в том случае, если эти объемы подсчитаны для одних и тех же условий схемы и мощности.

Выводы

1. Надо признать, что конструкция, описанная инж. Двоскиным, в достаточной степени отвечает современным требованиям безопасности обслуживания, надежности и экономики и может быть рекомендована к применению для распределительных устройств электростанций и подстанций с реактированными кабелями, требующих двух систем шин.

2. Конструкция, описанная инж. Залышкиным, рассчитана для выключателей, еще не выпускаемых промышленностью, а для современных выключателей не отвечает в достаточной мере требованиям безопасности обслуживания и надежности эксплуатации.

3. Конструкция, описанная инж. Ивановым, доц. Каяловым и инж. Явичем, не может быть принята в качестве типовой для устройств с реакторами на присоединениях и может применяться в отдельных специальных случаях, оговоренных авторами, или в случае пристройки реакторного помещения к существующему распределительному устройству.

4. Конструкция распределительного устройства, описанная инж. Кутявиным, может применяться только в специальных случаях, когда для устройства отводится один этаж. Она не отвечает необходимым требованиям безопасности обслуживания и надежности эксплуатации.

В заключение выскажем некоторые предложения по улучшению описанной инж. Двоскиным конструкции. Можно значительно упростить монтаж и уменьшить высоту помещения шин, если применить горизонтальное расположение шин, что в значительной мере применено в конструкции, описанной инж. Залышкиным. При вертикальном расположении шин изоляторы нагружаются силами, растягивающими изолятор и выдерживающими армировку. Крепление шин надо усиливать установкой изоляторов сверху шины, враспор.

При рабочем проектировании надо учесть, что осмотр реакторов и аппаратуры недостаточно удобен. Этот недостаток необходимо устранить и обеспечить безопасный осмотр контактов у трансформаторов тока.

Надо учесть, что при перекрытии линейного разъединителя или кабельной разделки взрывной волной будут раскрыты двери в камеры реакторов. Следует предусмотреть, чтобы при раскрывании дверей внутрь камеры они не были вырва-

ны с обрамлением и чтобы открывшаяся таким образом дверь не достигла токоведущих частей. Двери должны быть слабой конструкции и служить своего рода предохранительными клапанами.

Вполне целесообразно не делать специального туннеля для вентиляции, а использовать для этой цели коридор управления, как это сделано в кон-

струкции, описанной инж. Залышкиным. В этом случае сетки из коридора управления в реактор защитят двери от взрывной волны.

Необходимо защитить выходное отверстие для вентиляции камеры реактора глубоким козырьком от попадания дождя и снега. Без этого козырька реактор потеряет свою надежность.

Инж. Е. Ф. Иоффе — Производственный отдел Горэнерго

Рациональная конструкция распределительных устройств должна соответствовать следующим трем основным условиям: надежности, удобству эксплуатации и экономичности сооружения. Если первому и третьему условиям конструкторы уделяли внимание, то второе условие еще не нашло достаточно отражения в предлагаемых компоновках. Обычно конструкторы в этой части ограничиваются общими декларативными заявлениями, не воплощенными в их конструкциях.

С точки зрения работника эксплуатации по предложенным для обсуждения конструкциям можно сделать ряд замечаний.

Эксплуатация предъявляет к распределительным устройствам следующие основные требования, определяющие удобство их обслуживания, а следовательно, и надежность работы:

Обозреваемость: персонал при обходах должен иметь возможность быстро осмотреть оборудование и изоляцию во всех этажах, оценить их состояние и сделать нужные выводы.

Приспособленность к оперативной работе: должны быть обеспечены условия, при которых оперативный персонал затрачивает бы минимальное время на выполнение переключений, не уставал от многократных хождений по лестницам, легко ориентировался в схеме подстанций.

Приспособленность к эксплуатационным работам: аппаратура должна быть доступна для проведения ремонтов и профилактических испытаний, с минимальным применением лестниц, подъемных механизмов и т. п.; для сокращения объема эксплуатационных работ количество аппаратуры должно быть наименьшим.

Анализ конструкций распределительных устройств и компоновок аппаратуры примени-

тельно к изложенным требованиям дает следующие результаты:

1. Обозреваемость (см. таблицу).

Анализ этой таблицы показывает, что условия обозреваемости наилучшие в конструкциях, описанных инж. Кутявиным, и в конструкции, описанной инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем.

2. Приспособляемость к оперативной работе

Для оценки соответствия рассматриваемых устройств требованиям оперативной работы рассмотрим выполнение типового переключения по выводу присоединения в ремонт. Оно, как известно, состоит из следующих основных элементов: отключение выключателя; проверка отключенного положения выключателя по механическому указателю; отключение линейного разъединителя; отключение шинного разъединителя; заземление.

В конструкции, описанной инж. Двоскиным, персонал вынужден оперировать в трех этажах, так как приводы разъединителей расположены в различных коридорах. Для вывода присоединения в ремонт персоналу придется два раза спуститься со второго этажа на первый и подняться обратно. Кроме того, перед наложением заземления персонал должен будет подняться на третий этаж, где расположены приводы шинных разъединителей. Ставить заземления весьма неудобно — приходится пролезать над выключателем. В этом устройстве созданы наихудшие условия для оперативных работников.

В конструкции, описанной инж. Залышкиным, персонал оперирует в двух этажах, разъединители видны с места производства операций. Наложение заземлений может быть выполнено без лест-

Конструкция, описанная инж. Кутявиным	Конструкция, описанная инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем	Конструкция, описанная инж. Залышкиным	Конструкция, описанная инж. Двоскиным
Необозреваемые части устройства			
(Конструкция рис. 1, 2, 3 и 5). Проходной изолятор под верхними сборными шинами	Верхняя фаза реакторов. Опорные изоляторы в ячейке реакторов	Опорные изоляторы в ячейке реактора, трансформаторы тока в ячейке МГГ	Верхняя фаза реакторов, там же опорные изоляторы. Опорные и часть проходных изоляторов, идущих от МГГ к сборным шинам
Обозреваемость обеспечена частично			
(Конструкция рис. 4). Проходной изолятор в ячейке МГГ	Сборные шины трансформатора тока в ячейке реакторов	Сборные шины, проходной изолятор под шинами, верхняя фаза реакторов, проходной изолятор в ячейке реактора, то же в ячейке МГГ	Сборные шины, трансформаторы тока в ячейке реакторов, линейный вывод в ячейке МГГ

ниц. Но персоналу все же два раза придется спуститься и подняться из этажа в этаж.

В конструкции, описанной инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, все операции производятся из одного коридора, куда выведены приводы шинных и линейных разъединителей. Здесь же производится проверка положения выключателя.

Необозреваемость шинных разъединителей заставляет подняться один раз на второй этаж, где (в отличие от конструкции, описанной инж. Двоскиным) легко можно поставить заземление без применения лестницы.

В устройстве описанной инж. Кутявиным конструкции (рис. 1, 2 и 3 его статьи) все переключения, естественно, ограничиваются одним этажом, но приводы разъединителей расположены в разных коридорах. Установка заземления затруднена так же, как и в конструкции, описанной инж. Двоскиным.

По степени соответствия распределительных устройств второму требованию они расположатся в такой последовательности: 1) конструкции, описанные инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем; 2) инж. Кутявиным (рис. 1, 2, 3); 3) инж. Залышкиным; 4) инж. Двоскиным и инж. Кутявиным (рис. 4, 5).

3. Приспособляемость к эксплуатационным работам

В конструкциях, описанных инж. Двоскиным и инж. Кутявиным (рис. 4 и 5), затруднены ремонт и профилактика большого числа опорных изоляторов, трансформаторов тока и реакторов выключателей МГГ. Выключатели расположены во втором этаже, т. е. нужны подъемные приспособления. Распределительное устройство конструкции, описанной инж. Залышкиным, мало отличается в этом отношении от рассмотренного выше; оно обладает несколько большей доступностью к аппаратуре.

Распределительное устройство, описанное инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, а также инж. Кутявиным (рис. 1, 2 и 3), выгодно отличаются от первых двух расположением тяжелой аппаратуры в первом этаже и значительно большей доступностью оборудования.

Инж. Л. Е. Иванов, доц. Г. М. Каялов и инж. Г. М. Явич — Ростов

Конструкция распределительного устройства 6÷10 кв, опубликованная в нашей статье в № 2 «Электрические станции» за 1949 г., за истекшее время нами существенным образом переработана с учетом дискуссии, имевшей место на заседании Технического совета МЭС в 1948 г. по докладу Теплоэлектропроекта о новых конструкциях распределительных устройств и нашему содокладу, а также с учетом повторного обсуждения наших конструкций электротехнической секцией РОНИТОЭ осенью 1948 г.

Ввиду наличия в переработанной конструкции, сохраняющей основную идею первоначального варианта, ряда дополнительных, весьма существенных достоинств, считаем необходимым хотя бы частично осветить окончательные реше-

Соответствие рассматриваемых распределительных устройств третьему требованию может быть выражено расположением их в такой последовательности: 1) конструкции, описанные инженерами Каяловым, Ивановым и Явичем, а также инж. Кутявиным (рис. 1, 2 и 3); 2) инж. Залышкиным; 3) инж. Двоскиным и инж. Кутявиным (рис. 4 и 5).

Выводы

Из анализа следует, что требования удобства эксплуатации наилучшим образом удовлетворены в устройстве конструкции, описанной инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, а также некоторых конструкциях инж. Кутявина (рис. 1, 2, 3). Менее удовлетворяют этим требованиям конструкции, описанные инж. Двоскиным, и некоторые конструкции, описанные инж. Кутявиным (рис. 4 и 5). Посредине между первыми двумя группами конструкций находятся конструкции, описанные инж. Залышкиным.

Если теперь взглянуть на конструкции с точки зрения всех трех основных условий, приведенных в начале, то опять-таки придется отметить более удачную и рациональную конструкцию, описанную инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, так как она отличается не менее высокой надежностью, чем конструкции, описанные инж. Двоскиным, но при этом требует значительно меньше затрат материалов и оборудования. Это устройство надлежит рекомендовать во всех случаях, когда не требуется установка выключателей МГГ. Следует пожелать авторам приспособить свою конструкцию и для установки нескольких выключателей МГГ.

Для устройств, не требующих особо высокой надежности, следует рекомендовать оригинальные конструкции, описанные инж. Кутявиным (рис. 1, 2 и 3). При необходимости применять выключатели МГГ можно рекомендовать конструкции, описанные инж. Залышкиным (рис. 3) и инж. Кутявиным (рис. 3).

Конструкции, описанные инж. Двоскиным и инж. Кутявиным (рис. 4 и 5), по нашему мнению, подлежат упрощению и дальнейшей доработке.

Из трех типов, разработанных по единым принципам для различных случаев практики, а именно: 1) отдельно стоящее распределительное устройство для электростанций и районных подстанций; 2) пристроенное устройство для электростанций; 3) отдельно стоящее устройство для районной подстанции с воздушными вводами от трансформаторов, за недостатком места ограничимся лишь кратким описанием первого типа¹.

Как видно из прилагаемого рисунка, по

¹ Подробное рассмотрение вопроса в целом, а также описание и чертежи нашей новой конструкции даны в изданной РОНИТОЭ монографии «Рациональная конструкция закрытых распределительных устройств 6÷10 кв для электростанций и районных подстанций» (декабрь 1948 г.), в приложении к которой дано 5 листов чертежей.

предлагаемая конструкция имеет ряд конструктивных и эксплуатационных преимуществ по сравнению со всеми предложенными другими (в частности опубликованными Л. И. Двоскиным и М. Д. Зальшкиным в № 2 «Электрические станции» за 1949 г.).

В заключение приведем цифры, характеризующие удельный объем (по наружному обмеру здания) строительной части на одну ячейку для всех трех указанных выше типов, разработанной нами конструкции — I тип — 91,3 м³; II тип — 115 м³; III тип — 81,9 м³.

Как видно, наряду с эксплуатационными и

конструктивными преимуществами достигается также и существенное снижение объема строительной части. Лишь для пристроенного варианта (тип II) получается тот же удельный объем, что и в конструкции Л. И. Двоскина (см. «Электрические станции», № 6, 1947 г.), кстати сказать, оставшейся непересмотренной. Однако, в последней ТЭП допущено отступление от ряда конструктивных и эксплуатационных требований, принятых в варианте отдельно стоящего распределительного устройства, тогда как в нашей конструкции пристроенное распределительное устройство выполнено по тем же принципам.

Электротехническая секция Ростовского отделения ВНИТОЭ

Подводя итоги обсуждения вопросов рациональной конструкции распределительных устройств 6÷10-кв электростанций и районных подстанций, Электротехническая секция РОНИТОЭ приходит к следующему заключению.

Это заключение охватывает конструкции, опубликованные за истекший период в журнале «Электрические станции» (№ 2, 1949 г.) и в изданной РОНИТОЭ монографии трех авторов¹, а также еще неопубликованные последние конструкции Теплоэлектропроекта.

При этом сравнительная оценка достоинств и недостатков произведена для трехэтажной конструкции ТЭП и для двухэтажной конструкции трех авторов. Прочие конструкции, опубликованные в № 2 журнала, признаны по ряду причин уступающими указанным выше конструкциям при отсутствии каких-либо преимуществ.

Конструкция, описанная Г. М. Каяловым, Г. М. Явичем и Л. Е. Ивановым

Эта конструкция разработана авторами в двух вариантах: 1) с однорядным расположением сборных шин² — более поздняя конструкция (см. брошюру) и 2) с двухрядным расположением сборных шин («Электрические станции», № 2, 1949 г.).

Исполнение с однородным расположением сборных шин имеет следующие недостатки:

1. Неоднотипное территориальное размещение трансформаторов тока и линейных разъединителей в ячейках кабельных выводов. Имеется два типа размещения, соответственно для четных и нечетных ячеек. От этого недостатка свободен другой тип этого исполнения, отвечающий устройству, пристраиваемому к зданию.

2. Наличие шин над проходом в коридоре управления и обслуживания первого этажа.

Далее следует устранить (что вполне возможно) другие имеющиеся дефекты, для чего необхо-

димо внести в разработанную конструкцию следующие изменения и дополнения:

а) устроить горизонтальные перегородки в ячейках линейных разъединителей, чтобы отделить шинные проводки, расположенные по схеме соответственно до реактора и после него;

б) вывести приводы всех линейных разъединителей (из обоих коридоров обслуживания) на фасады ячеек выключателей, возле приводов к последним; этим мероприятием управление выключателями, шинными, а также линейными разъединителями каждого присоединения будет сосредоточено в одном месте;

в) предусмотреть дополнительно туннель для кабелей (под коридором обслуживания).

Вместе с тем эта конструкция обладает следующими преимуществами:

1. Малое число коридоров управления и обслуживания — до 4 м вместо 7—9 в трехэтажных конструкциях, причем с соблюдением следующих принципов:

а) не допущено объединение коридора управления выключателями с коридором их обслуживания;

б) обеспечен доступ для ревизии и других целей в камеры выключателей и реакторов из коридора без необходимости выхода наружу.

2. Сравнительно низкая стоимость здания за счет:

а) простоты конструкции, наличия всего двух этажей при общей высоте 5,6 м, что дает возможность выполнения стен здания из местных строительных материалов (бутового камня), а равно отсутствия тяжелых перекрытий;

б) малой кубатуры здания, приходящейся на одну ячейку, — 91 м³.

3. Размещение выключателей большой отключающей способности (МГГ-229) неактивированных присоединений в изолированных камерах.

Двухрядное расположение сборных шин имеет следующие недостатки:

1. Относительно большую ширину здания устройства.

2. Зависимость между числом реактивированных и неактивированных ячеек. Однако, при наличии в распределительном устройстве большого общего числа ячеек или при наличии в устройстве относительно большого числа неактивированных

¹ Г. М. Каялов, Г. М. Явич и Л. Е. Иванов, Рациональная конструкция закрытых распределительных устройств 6÷10 кв для электростанций и районных подстанций, изд. РОНИТОЭ, 1948 г.

² В последующем учтены замечания по данной конструкции, полученные от ячейки НИТОЭ Ленинградского отделения ТЭП.

присоединений двухрядное исполнение может быть более предпочтительным при условии, что в устройстве не требуется установка выключателей большой отключающей способности (типа МГГ-229).

Как показал опыт проектирования Ростовского проектно-конструкторского управления Кавэлектромонтаж, стоимость перекрытий может быть существенно снижена за счет применения промежуточных металлических колонн.

Кроме того, следует отметить, что обе указанные конструкции предусматривают широкое применение индустриальных методов строительно-монтажных работ путем использования комплектных ячеек.

Конструкция Теплоэлектропроекта (описанная инж. Двоскиным)

Эта конструкция обладает следующими недостатками:

1. Затруднительность и недостаточная наглядность при обслуживании распределительного устройства вследствие большого числа коридоров, расположенных в трех этажах.

2. Размещение выключателей большой и малой отключающей способности в различных этажах (второй и первый этажи).

3. Высокая стоимость строительной части вследствие: а) сложности конструкции, большой высоты и наличия дополнительного подвесного кабельного коридора в первом этаже, а также невозможности применения местных строительных материалов для кладки стен и б) большого удельного объема здания на одну ячейку (115 м³).

Недостаток по п. 2 устранен в последних, еще неопубликованных конструкциях ТЭП, предусматривающих два исполнения (для выключателей МГГ-229 и МГГ-10). Но при этом исполнение с МГГ-229 имеет чрезвычайно высокий удельный строительный объем на одну ячейку (до 220 м³).

Достоинством трехэтажной конструкции ТЭП в указанных двух последних исполнениях является то, что она удовлетворяет комплексу жестких требований, составленных ТЭП, которым, однако, не удовлетворяет конструкция, описанная инж. Двоскиным в журнале «Электрические станции», № 4 за 1949 г.

В отношении случая пристройки распределительного устройства к машинному залу необходимо отметить, что ТЭП не предложено новой конструкции взамен ранее опубликованной («Электрические станции», № 6, 1947 г.), которую следует признать совершенно неудовлетворительной — реакторы предусмотрены установкой во втором этаже с обслуживанием со специального балкона, ячейки выключателей имеют различные габариты и др.

Серьезным недостатком указанных конструкций является то, что они не предусматривают индустриальных методов сооружения распределительных устройств.

Выводы

1. Трехэтажная конструкция 6 ÷ 10 кв Теплоэлектропроекта может быть рекомендована к использованию только для устройств с расчетной мощностью короткого замыкания на шинах выше 500 тыс. ква и лишь для них может быть оправдано соблюдение всего комплекса жестких требований, разработанных ТЭП, несмотря на наличие связанных с этой конструкцией и указанных выше недостатков.

Вместе с тем для распределительных устройств такой группы с выключателями МГГ-229 однорядное исполнение двухэтажной конструкции (трех авторов) дает весьма значительную экономию в стоимости здания на одну ячейку (удельный объем 91 м³ вместо 220 м³) и наряду с эксплуатационными преимуществами удовлетворяет в основном комплексу обязательных требований, составленных ТЭП.

2. Для распределительных устройств районных подстанций и станций средней мощности с мощностью короткого замыкания на шинах менее 500 тыс. ква следует рекомендовать к использованию конструкцию, описанную Г. М. Каяловым, Г. М. Явичем и Л. Е. Ивановым с однорядным или двухрядным расположением сборных шин, в зависимости от местных условий.

3. Для распределительных устройств, пристраиваемых к зданиям, следует рекомендовать конструкцию, описанную Г. М. Каяловым, Г. М. Явичем и Л. Е. Ивановым (тип II в упомянутой монографии этих авторов), как более удачную по сравнению с конструкцией, опубликованной в журнале «Электрические станции», № 6 за 1947 г.

В Техническом совете при Министерстве электростанций

В апреле 1949 г. электротехническая секция Технического совета при Министерстве рассмотрела проекты типовых конструкций распределительных устройств 6—10 кв с реакторами на кабелях, опубликованные в № 2 журнала «Электрические станции» за 1949 г. Секция выделила комиссию, которая провела сравнительный анализ конструкций и подготовила решение. В работе электротехнической секции и комиссии приняло участие большое число представителей проектных организаций, энергетических районных управлений, Технического отдела Министерства, Оргрэнс и главных управлений Министерства электростан-

ций. Кроме конкретных конструкций в комиссии были поставлены и обсуждены некоторые общие вопросы.

Общие вопросы

1. Оживленная дискуссия возникла в комиссии при обсуждении предложения отказаться от строительства распределительных устройств с открытыми ячейками и перейти к устройствам, в которых оборудование полностью закрыто сплошными (съёмными или открывающимися) ограждениями. Этим самым оборудование будет защищено от запыления; аварии локализируются местом

повреждения; представляется возможным уменьшить число этажей, объем помещения и в то же время повысить безопасность обслуживания. При современных средствах профилактики изоляции и соединений обозреваемость оборудования в значительной мере потеряла свое значение.

Многочисленные противники этой точки зрения доказывали эффективность ежедневных осмотров оборудования и важность требования обозреваемости. Они ссылались на практику поощрительного премирования персонала за обнаружение повреждений при осмотрах, на недостаточно высокое качество ряда типов выключателей, трансформаторов тока и пр., обязывающее эксплуатационный персонал иметь постоянный надзор. Комиссия и секция признали, что типовая конструкция распределительного устройства должна удовлетворять требованию обозреваемости при ежедневных осмотрах оборудования.

2. Не менее оживленная дискуссия возникла при обсуждении вопроса о конструкции перегородок, разделяющих ячейки одна от другой. Теплоэлектропроект предложил их выполнять из гипсолитовых плит, укрепляемых на металлическом каркасе. Ряд членов комиссии высказался против этого предложения, считая производство гипсолитовых плит недостаточно освоенным, конструкцию перегородок из них недостаточно прочной, а монтаж — неудобным. Они предлагали сохранить существующие кирпичные или железобетонные перегородки.

Сторонники гипсолитовых плит ссылались на положительный опыт многих конструкций, выполненных из гипсолитовых плит. Они указывали, что при открытых ячейках и при наличии в камерах реакторов вентиляционных отверстий значительного сечения нельзя ожидать опасного для прочности перегородок повышения давления в случае возникновения дуг при коротком замыкании. Без применения гипсолитовых плит и каркасов нельзя обеспечить скоростное строительство индустриальными методами. Необходимо не отказываться от применения плит, а добиваться массового производства и повышения их качества.

Комиссия и секция одобрили применение в типовых устройствах сборных перегородок из гипсолитовых плит.

3. Вновь подробно был рассмотрен вопрос об окнах в распределительных устройствах. Сторонники окон указывали на преимущество естественного освещения и на значение окон как средства снижения давления при взрывах выключателей. Противники устройства окон указывали, что и при наличии их значительная часть служебных проходов, в том числе и наиболее ответственный центральный коридор управления, остаются несвещенными. Окна же понижают надежность работы распределительных устройств, пропуская пыль и влагу; способствуют отпотеванию устройств весной и осенью при резких понижениях температуры; затрудняют эксплуатацию, требуя ремонта и чистки, и усложняют конструкцию устройства. Наличие постоянного и переменного тока позволяет иметь в устройствах надежное освещение и обеспечить необходимую освещенность.

Секция и комиссия подтвердили решение со-

оружать распределительные устройства без окон.

4. Теплоэлектропроектом было предложено устройство, рассчитанное на применение только сухих кабельных разделок. Ряд участников совещаний возражал против такого решения ввиду затруднений с выполнением сухих разделок из-за недостаточной квалификации монтажного персонала. Комиссия и секция согласились с ними и решили, что в типовой конструкции следует предусмотреть возможность применения как сухих, так и обычных концевых кабельных воронок с мастичным заполнением.

Выбор типовой конструкции

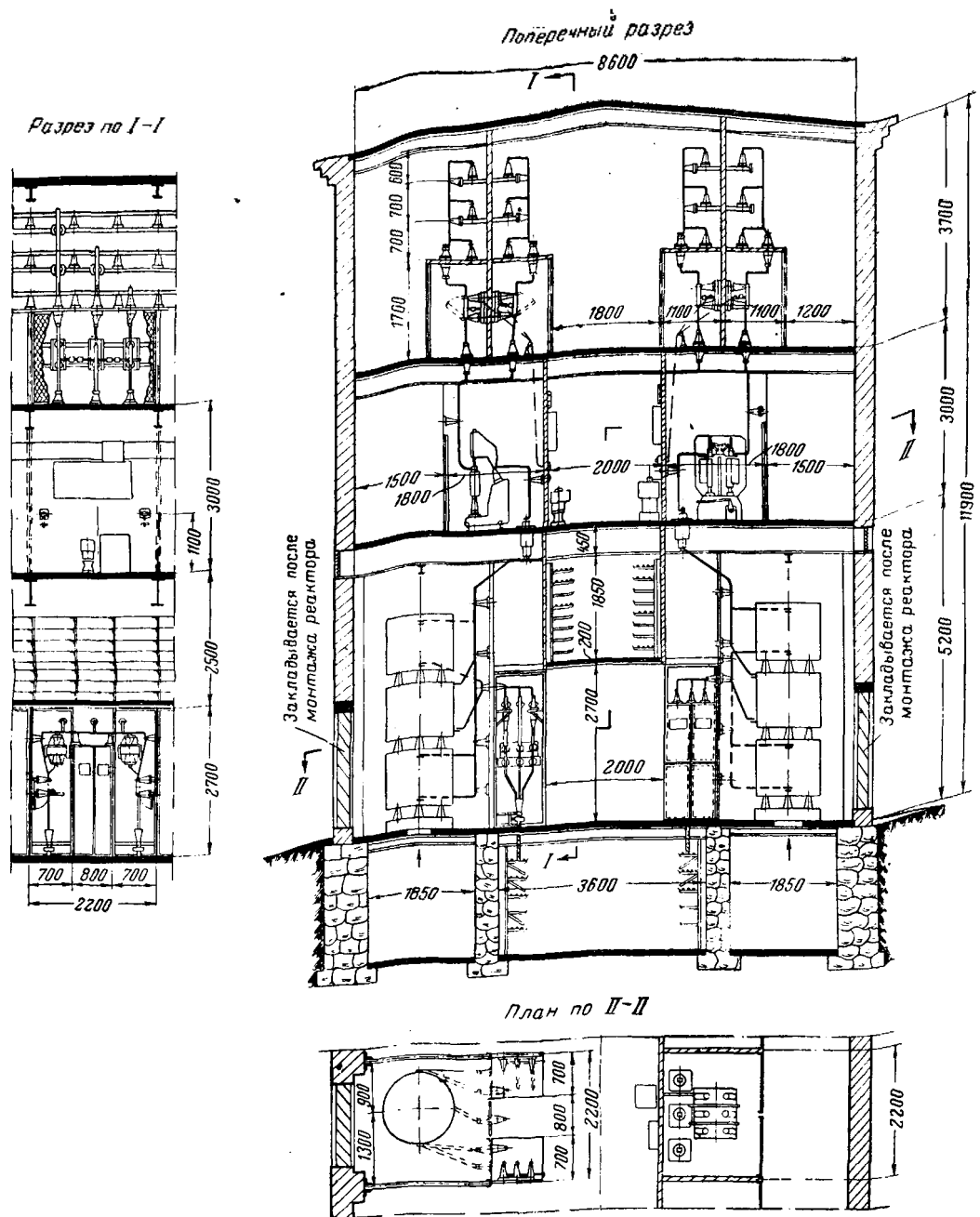
После детального анализа в основу типового распределительного устройства с реакторами на кабелях была принята конструкция, предложенная Теплоэлектропроектом. Остальные конструкции были отвергнуты по ряду соображений, из которых важнейшие приводятся ниже.

1. Конструкция, описанная ниже Залышкным, была признана недостаточно надежной (линейные выключатели размещаются в одном этаже вместе со сборными щитами; кабельные воронки, разъединитель и реактор расположены в одной камере, так что при повреждении воронки возможно перекрытие изоляции реактора; шахматное расположение ячеек реакторов снижает четкость ориентировки). Имеются эксплуатационные неудобства вследствие расположения выключателей в двух этажах и размещения туннеля контрольных кабелей под первым этажом, в то время как сборки с зажимами цепей вторичной коммутации пахотятся во втором этаже; неблагоприятны условия вентиляции реакторов; не обеспечена возможность установки двух линейных разъединителей под один выключатель.

2. В конструкции, описанной инженерами Ивановым, Каяловым и Явичем, неудовлетворительны условия локализации аварий с выключателями, которые расположены с двух сторон общего коридора; затруднен осмотр кабельных воронок и невозможен осмотр контактов проходных изоляторов в камеры реакторов; осмотр реакторов производится снаружи, что ухудшает условия их эксплуатации; вентиляция их неудовлетворительна, так как воздух поступает непосредственно снаружи через жалюзи в дверях.

Отмечалось неблагоприятное расположение ошиновки от выключателя к реактору, проходящей над служебным проходом, ее большая протяженность при значительном количестве изоляторов. Конструкция не предусматривает возможности установки выключателей МГГ-229.

3. Конструкция, описанная инж. Кутявиным, в отношении локализации аварий еще менее удовлетворительна, чем предыдущая (размещение выключателей, линейных разъединителей, реакторов и кабельных воронок в открытых камерах, выходящих в общий коридор); затруднен осмотр оборудования (выключателей, реакторов и изоляторов верхней системы шин); большая протяженность ошиновки от выключателя к реактору, расположение выключателей в двух этажах, отсутствие решения для вентиляции реакторов.



Рекомендуемые изменения в конструкции Теплоэлектропроекта¹

Комиссия признала размещение оборудования в трех этажах вполне целесообразным для устройств данного назначения. При нем обеспечивается установка выключателей в специальном этаже, хорошая локализация повреждений (отдельный коридор для каждой секции или полу-секции), наличие центрального коридора управления. Одобрено большинством участников совещания вертикальное расположение сборных шин. Отмечалась удовлетворительность решения вентиляции реакторов.

Однако, ряд деталей предложено изменить и доработать. Комиссия и секция признали недопустимым размещение выключателей в двух эта-

жах; выключатели трансформаторов и генераторов предложено перенести в этаж линейных выключателей. В тех установках, где выключатели генераторов и трансформаторов должны быть типа МГГ-229, предложено применять прежний тип устройства, принятый с 1940 г. Предложено переработать конструкцию камер кабельных выводов так, чтобы сделать возможным применение обычных кабельных воронок, а не одних только сухих разделок. Для осмотра реакторов должна быть предусмотрена дверь из центрального коридора первого этажа. Для монтажа реакторов рекомендовано устройство проемов в наружной стене, которые либо закрываются дверями, либо закладываются плитами или кирпичами так, чтобы в редких случаях демонтажа реакторов эти заполнения можно было легко разобрать.

На рисунке показан разрез распределительного устройства, перепроектированный согласно указаниям комиссии.

¹ Описана в статье инж. Двоскина в № 2 «Электрические станции», 1949 г.



О повреждаемости оборудования электрической части в одной энергосистеме

Инж. Г. Б. Януша

В настоящей статье делается попытка дать краткий обзор повреждаемости оборудования в электрической части одной крупной энергетической системы за 1947 и 1948 гг. не только на основе зарегистрированных аварий и случаев брака в работе в соответствии с инструкцией НКЭС¹, но и на основе всех имевшихся сведений о повреждении основного оборудования.

Энергетическая система состоит из четырех пылеугольных электрических станций и воздушной электрической сети напряжением 35, 110 и 220 кВ, без кабельных и тепловых сетей.

В табл. 1 приведено распределение общего количества аварий по системе и аварийного недоотпуска между электростанциями, подстанциями и линиями электропередачи (в %):

Таблица 1

Предприятия	1947 г.		1948 г.	
	Количество аварий	Аварийный недоотпуск	Количество аварий	Аварийный недоотпуск
Электрические станции	47	65	26	11
Электрические подстанции	28	22	57	61
Линии электропередачи	25	13	17	28

Цифры этой таблицы показывают, что наряду с борьбой за дальнейшее увеличение надежности работы электростанций необходимо уделить особое внимание повышению надежности работы электрических сетей и, в частности, электрических подстанций.

В электрической части системы число аварий значительно больше, чем в тепломеханической, и что особенно важно, именно аварии в ней являются причиной почти всего аварийного недоотпуска электроэнергии в системе.

Распределение количества аварий в электрической части системы и аварийного недоотпуска электроэнергии по причинам их возникновения показано в табл. 2. Как видно из этой таблицы, 79% аварий, давших 86% аварийного недоотпуска, произошло из-за повреждений оборудования. Поэтому вопрос надежности его работы должен быть в центре внимания. Половина повреждений

¹ Инструкция по расследованию, анализу, классификации и учету аварий и брака в работе на предприятиях НКЭС. Госэнергоиздат, 1944 г.

Таблица 2

Причина	% от общего количества аварий	% от общего количества аварийного недоотпуска
Повреждение оборудования	79	86
Нарушение нормального режима работы	11	11
В том числе: по вине обслуживающего персонала	3	1
Неправильная работа релейной защиты	10	3

оборудования связана с повреждением изоляции. Ниже дается обзор повреждений основного оборудования.

Приведем данные о средней удельной повреждаемости генераторов за 1947 и 1948 гг. с распределением между отдельными элементами машины (на 100 единиц в год):

Обмотка статора	13 (48%)
Обмотка ротора	1 (4%)
Возбудитель цепи возбуждения	13 (48%)
Общая удельная повреждаемость	27 (100%)

Все имевшие место случаи повреждения синхронных компенсаторов заключались в пробое обмоток их статоров. Из них — 60% повреждений из-за плохого состояния изоляции обмоток на восстановленных компенсаторах и 40% из-за плохих мест пайки обмоток. Удельная повреждаемость компенсаторов составляла 0,3 на одну установленную единицу.

Общий годовой процент повреждаемости высоковольтных двигателей собственных нужд за 1947—1948 гг. по отдельным элементам двигателя равен:

Обмотка статора	9,7%
Ротор	1,6%
Подшипники	4,0%
Общий процент повреждаемости (на 100 единиц в год)	15,3%

Наибольшую повреждаемость имеют двигатели мельниц, резольторов и дымососов (по причине их наиболее частых пусков, работы в условиях повышенных температур и загрязненного окружающего воздуха); двигатели смывных и питательных насосов (работающих в условиях повышенной влажности воздуха, имеющих место парений).

Распределение годовых повреждений в процентах от установленного количества двигателей в зависимости от номинального напряжения их показано в табл. 3.

Таблица 3

Номинальное напряжение, кв	Обмотка статора	Ротор	Подшипники	Удельная повреждаемость (на 100 единиц в год)
6,3	4,9	1,4	5,0	11,3
5,25	11,1	2,8	—	13,9
3,15	11,3	4,0	3,8	19,1

Основными причинами повреждений обмоток статоров двигателей являются: электрический пробой изоляции (60%) из-за ее ускоренной изнашиваемости в связи с повышенной окружающей температурой и отсутствием подвода чистого охлаждающего воздуха; тепловой износ изоляции (17%) из-за частых пусков двигателей мельниц и резолуторов (главным образом короткозамкнутых 3 кв), имеющих наиболее тяжелые условия запуска; короткое замыкание в обмотке (13%) из-за попадания влаги, особенно это имело место у багерных и смывных насосов; механические повреждения обмоток (10%) при ремонтах из-за плохой центровки и т. п.

Повреждения роторов состояли, главным образом, в разрыве их стержней. Это относится к короткозамкнутым двигателям 3 кв Метро-Виккерс.

Что касается повреждений подшипников, то они происходили в основном по причине неудовлетворительной их смазки и плохой центровки.

В табл. 4 приводятся данные о средней повреждаемости масляных выключателей за 2 года в зависимости от их номинального напряжения, с распределением повреждений по отдельным элементам (в %).

Таблица 4

Номинальное напряжение, кв	Вводы	Внутрибаковая изоляция	Контактная часть	Удельная повреждаемость (на 100 единиц в год)
110	1,4	—	—	1,4
35	0,9	0,2	0,2	1,3
6—3	0,2	—	0,1	0,3
Общий % повреждаемости . . .	0,4	0,05	0,1	0,55

Из этих данных видно, что самым слабым местом выключателей являются мастиконаполненные вводы, повреждения которых происходят по причине плохого качества залитой мастики, попадания влаги через неплотные уплотнения колпачков и т. п., имелось несколько случаев повреждения вводов 110 кв из-за старения их изоляции. Эти вводы проработали 20—25 лет и ни разу не подвергались ремонту с вскрытием. Основным мероприятием в борьбе с повреждениями вводов является перезаливка их более доброкачественной мастикой при строгом соблюдении необходимого режима заливки.

Следует отметить, что все вводы, у которых обнаружены повреждения, подвергались испытанию повышенным напряжением и измерялся их угол диэлектрических потерь. Однако, в подавляющем большинстве случаев не были выявлены

имевшиеся в них внутренние дефекты, которые со временем привели к повреждениям.

Данные о средней повреждаемости силовых трансформаторов за 2 года в зависимости от их номинального напряжения и с распределением по отдельным элементам приведены в табл. 5 (в %).

Таблица 5

Номинальное напряжение обмотки высокого напряжения, кв	Обмотки	Переключатели отвлений	Подвод обмоток к выводам	Удельная повреждаемость (на 100 единиц в год)
100—220	—	—	—	—
35	1,5	1,0	0,5	3,0
6—3	—	—	—	—
Общий % повреждаемости . . .	1,2	0,8	0,4	2,4

Указанные повреждения в основном происходили с трансформаторами 5 600 кв, 35/6—3 кв МТЗ, выпущенными в послевоенный период и установленными на понизительных подстанциях.

Повреждения обмоток этих трансформаторов заключались в разрушении их крепления от динамических усилий при коротких замыканиях в сети 6—3 кв. На этих же трансформаторах происходили повреждения переключателей, в которых контакт осуществлен с помощью нажимной пружины; обычно пружины ослабевали и ухудшении контакта приводило к отгоранию подвода. В связи с этим переключатели указанного типа или переделывались собственными силами, или выводились из работы (шунтировались).

В системе имел место также один случай грозового перекрытия изоляции обмотки трансформатора.

Время ликвидации повреждений трансформаторов по сравнению с остальным оборудованием наибольшее и практически составляет от 24 час. до нескольких суток.

В табл. 6 приводятся данные о количестве повреждений на 100 км линии электропередачи в зависимости от типа и напряжения линии, с распределением по ее элементам.

Наибольшее количество повреждений провода происходило из-за перегорания его в месте соединения или выскальзывания из соединителя. Оба вида повреждений являются результатом плохого состояния мест соединений (кустарный тип соединителя, несвоевременная проверка его состояния и т. п.).

Все повреждения опор относятся к деревянным и заключаются в повреждении грозой (40%) на линиях 110 кв и в загорании от токов утечки (60%). Последний вид повреждений в подавляющем большинстве случаев имеет место на линиях 35 кв. Причинами возгораний является как плохое сочленение траверзы со стойками и плохой контакт подвесного крючка гирлянды с траверзой, так и наличие нулевых изоляторов.

Повреждения линейной изоляции, составляющие также большой процент повреждаемости линии, происходили, главным образом, от грозовых перекрытий, в основном на линиях 35 кв с деревянными опорами.

Имели место также повреждения троса, которые заключались в его обрыве или обрыве тро-

Таблица 6

Тип и напряжение линии	Провод	Трос	Опоры	Линейная изоляция	Обрыв гирлянд	Общая удельная повреждаемость
Металлические опоры, 220 кв	—	—	—	—	—	—
Металлические опоры, 110 кв	0,25	—	—	0,5	—	0,75
Металлические опоры, 35 кв	—	—	—	—	—	—
Металлические опоры, деревянные траверзы 35 кв	0,5	—	—	0,75	—	1,25
Деревянные опоры, 110 кв	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	1,4
Деревянные опоры, 35 кв	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1	1,3
Общая удельная повреждаемость линий на 100 км	0,345 (28%)	0,162 (13%)	0,324 (26%)	0,300 (24%)	0,12 (9%)	1,25 (100%)

совых перемычек по причине изношенности и несвоевременного устранения слабых мест.

Как указывалось выше, по причине неправильной работы защиты произошло 10% аварий. При этом защита в среднем в год работала до 6 000 раз, дав 99,4% правильной работы.

При общем небольшом проценте неправильной работы защит недопустимо высок процент неправильной работы защиты трансформаторов, генераторов и линий 110—35 кв.

Все неправильные случаи работы защиты распределяются (по причинам) следующим образом:

Ошибки в схеме коммутации	26%
Дефекты реле	25%
Неисправности отключающей цепи и повреждения вторичной коммутации	26%
Неправильные уставки на реле	16%
Сотрясение реле	5%
Неисправность аккумуляторной батареи	2%

Как видно, половина случаев неправильной работы защиты (ошибки в схеме коммутации, неправильные уставки на реле, сотрясение реле) произошли по прямой вине эксплуатационного персонала.

Работа автоматических устройств такого вида, как автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва, предотвративших в 1948 г. много аварий, видна из табл. 7.

Таким образом, благодаря введенной автоматике в системе в 1948 г. было предотвращено 36 аварий, что является исключительно важным результатом.

В системе установлены реле автоматической разгрузки при снижении частоты до аварийной на величину до 15% от мощности системы (что еще, однако, недостаточно), а на всех генераторах имеются автоматические регуляторы напряжения и автоматическое быстродействующее возбуждение. Благодаря этому не было случаев развала системы из-за нарушения устойчивости параллельной работы или потери собственных нужд на станциях при коротком замыкании в се-

Таблица 7

Вид автоматики	Количество всех случаев работы	Количество удачных случаев работы	% удачных случаев работы
Автоматическое повторное включение на линиях 35 и 110 кв	34	24	70,6
Автоматический ввод резерва на собственные нужды грэс	7	7	100
Автоматический ввод резерва в сетях 110 и 35 кв	6	5	83,5
Всего	47	36	76

тях или на самих станциях. При этом в системе неоднократно имели место случаи одновременного отключения генерирующей мощности до 15% от мощности системы и частых коротких замыканий в сети 110 кв.

До ввода этой автоматики в системе имели место случаи нарушений как устойчивости параллельной работы, так и потери собственных нужд станций при коротком замыкании.

Выводы

1. В целом по энергосистеме основная часть аварийности падает на ее электрическую часть и происходит, главным образом, за счет повреждения электротехнического оборудования.

2. На электрических станциях наибольшее количество повреждений происходит за счет оборудования котельных цехов, а основная часть аварийного недоотпуска электроэнергии потребителям — за счет повреждения оборудования электрических цехов.

3. Аварийными местами электротехнического оборудования являются:

а) по электродвигателям — обмотки статоров (тепловой и электрической пробой из-за несоответствий типа двигателей условиям работы и неудовлетворительных условий эксплуатации); при этом наибольшую повреждаемость имеют электродвигатели мельничного хозяйства, дымососов, смывных и питательных насосов;

б) по масляным выключателям — мастико-наполненные вводы (плохое качество заливки и уплотнение);

в) по линиям электропередачи — обрыв проводов (плохое качество соединений); деревянные опоры 110 кв (грозовые повреждения) и деревянные опоры 35 кв (от токов утечек); линейные изоляции 35 кв (грозовые повреждения).

4. Наличие автоматики в электрической части системы (АПВ, автоматический ввод резерва собственных нужд электростанций, силовых трансформаторов подстанций и линий электропередачи) заметно снизило аварийность, а наличие регуляторов напряжения, форсировки возбуждения и автоматов разгрузки системы при аварийной частоте повысило устойчивость работы системы в целом и ее отдельных станций, устранив системные аварии.



ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Способ поверки центровки турбин Юнгстрем

Среди различных типов паровых турбин турбина Юнгстрем резко выделяется как своими конструктивными особенностями, так и методами сборки и особенно центровки роторов.

Как известно, турбоагрегат Юнгстрем имеет два ротора генератора, на концах которых укреплены турбинные валы с рабочими дисками.

Лопаточные венцы прикреплены концентрическими кольцами перпендикулярно к плоскости дисков. Венцы лопаток одного диска входят в промежутки между лопаточными венцами другого диска, вследствие чего каждый лопаточный ряд является рабочим для своего и направляющим для другого диска.

Незначительные радиальные зазоры между лопаточными венцами роторов, вращающихся в противоположные стороны, требуют исключительно большой точности при центровке роторов. Кроме того, особенность конструкции этой турбины требует центровки валов не только между собой, но и одновременной центровки каждого вала по отношению к своей паровой камере. В обоих случаях точность центровки не должна выходить за пределы 0,03 мм.

Ниже описан один из способов такой центровки роторов, хорошо зарекомендовавший себя в практике одной станции.

Для центровки валов вынимается из парового цилиндра вся лопаточная система турбины, кроме паровых камер, которые на время центровки укрепляются на своих местах в цилиндре. На концы валов генератора надеваются специальные центровочные скобы, схематически показанные на рис. 1. К центровочным скобам прикрепляются указатели (часового типа) A_1 , A_2 , A_3 и A_4 , с ценой деления в 0,01 мм.

Для устранения осевого перемещения валов во время центровки устанавливаются распорные болты n и m . После этого крышка парового цилиндра устанавливается на место и закрепляется болтами. Отсчеты по указателям производятся через каждую $1/8$ часть окружности при совместном повороте роторов. При этом ножка указателя A_1 скользит по образующей левой паровой камеры, а указателя A_2 — по правой. Показаниями этих приборов определяется концентричность вала по отношению к соответствующей паровой камере.

Указатель A_3 укреплен на правой скобе, ножка же его упирается в поперечину левой скобы. Его показания

фиксируют взаимное положение одного вала по отношению к другому. Прибор A_4 укрепляется тоже на правой скобе, но в горизонтальном положении, и своей ножкой упирается в левую скобу и поэтому дает показания расстояний между торцевыми поверхностями валов.

Проверка центровки заключается в том, что поворачивая один вал через скобу, одновременно вращают второй и через каждые $1/8$ окружности производят запись показаний всех четырех приборов. Запись производится в порядке, указанном на рис. 2.

После полного поворота валы останавливают в первоначальном положении и удостоверяются в том, что показания каждого прибора соответствуют показаниям при начальном отсчете. В случае несовпадения этих отсчетов по какому-либо из приборов, что указывает на неправильности измерения, весь цикл отсчетов должен быть снова повторен.

На основании полученных цифр строится своеобразная «векторная» диаграмма (рис. 2, а, б, в). При этом направление каждого вектора берется в сторону больших диаметральных показаний, величина же их представляет полуразность диаметральных показаний прибора. Такие векторные диаграммы составляются по показаниям всех трех приборов A_1 , A_2 , A_3 .

После этого строится диаграмма взаимного расположения центров валов и паровых камер. Для этого из произвольной точки B_A по векторам рис. 2, б, строится «веревочный многоугольник» (рис. 3). При этом необходимо следить за тем, чтобы направление векторов и их величина соответствовали направлению и величине векторов (рис. 2, б). Вся эта диаграмма вычерчивается в масштабе 0,01 мм \approx 10 мм.

После указанного построения точка пересечения сходящихся векторов определяет положение центра второго вала B_B по отношению к центру вала B_A .

Точно таким же образом определяется положение центров паровых камер. Для этого из точки B_A строится по векторам рис. 2, а, многоугольник для определения центра левой паровой камеры и из точки B_B — для правой согласно рис. 2, в.

Замыкание вектора в точке K_L определяет центр левой паровой камеры и K_P — центр правой паровой камеры.

Если векторы не сомкнулись, то это будет свидетельствовать о неправильности сделанных отсчетов при центровке, и последняя должна быть повторена.

Указанное расположение центров паровых камер отвечает положению валов во время покоя; в работе валы приподнимаются в подшипниках на величину толщины масляного слоя, поэтому необходимо ввести поправку на это смещение вала (рис. 4). Эта величина зависит от типа турбины:

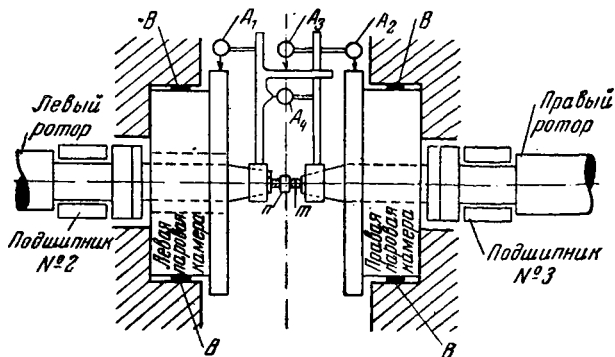


Рис. 1.

Тип ротора (диаметр бочки ротора генератора), см	Высота масляного слоя при работе, мм
28	0,05
33	
38	0,06
44	
50	0,07
55	
60	0,09
70	

Наименование работ	Количество	Месяцы			
		I	II	III	IV
Сооружение временных дорог	4000 м ²	■			
Укладка временного водопровода	1200 м	■			
Сооружение и монтаж бетонного узла			■		
Работы по временному электроснабжению	1 км линии	■			
Земляные работы:	14000 м ³	■	■	■	
в том числе разработка котлованов	9000 "	■	■	■	
" " устройство насыпи дамб	5000 "	■	■	■	
Щебеночная подготовка	900 м ²		■		
Укладка 1-го слоя бетона	2400 м ³		■		
Гидроизоляционные работы	18000 м ²		■	■	
Укладка 2-го слоя бетона	2100 м ³		■		
Заготовка деталей деревянных опор	240 м ³	■			
Сборка деревянных опор	150 м ³		■		
Монтаж трубопроводов и оросительного устройства	520 т		■	■	
Спробование бассейна					■

Рис. 1. График производства строительно-монтажных работ по сооружению брызгального бассейна.

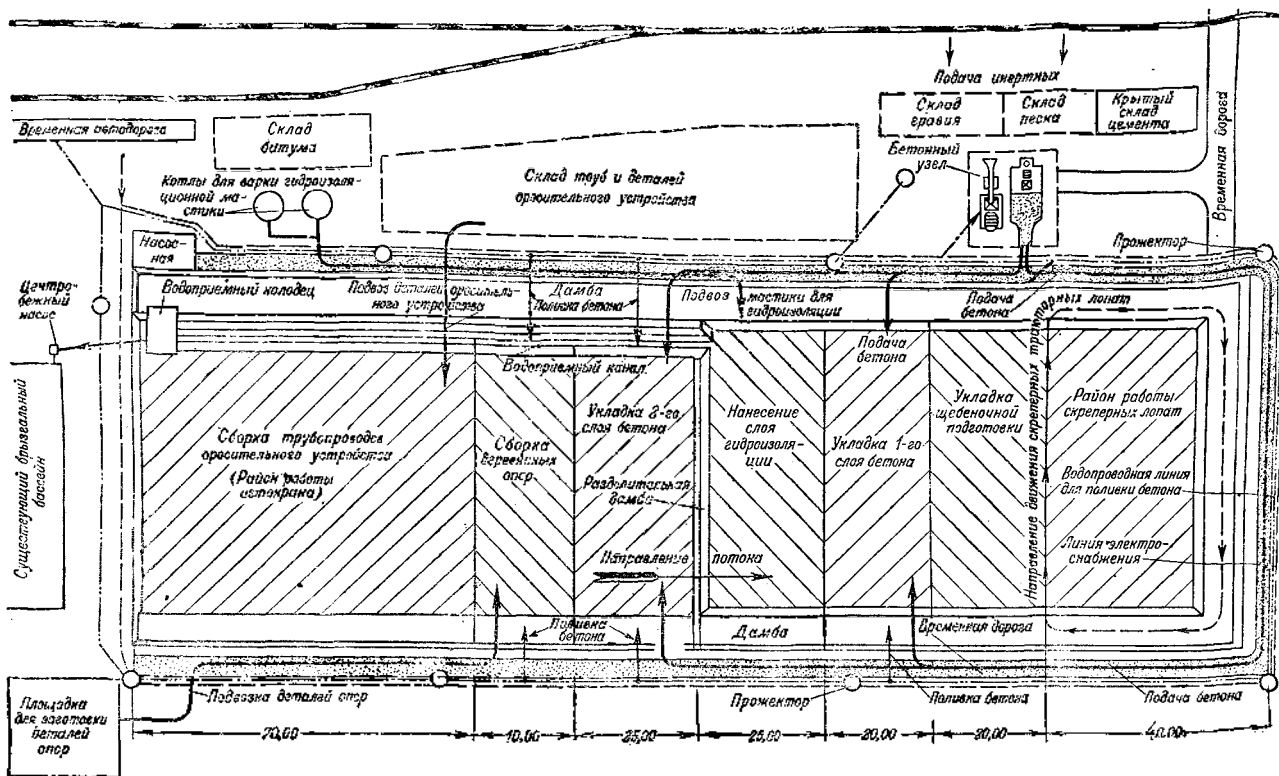


Рис. 2. Схема производства работ по сооружению брызгального бассейна.

выемки 9000 м³, уложено бетона 4500 м³, смонтировано 520 т труб и арматуры.

Все работы, которые велись в две смены, были закончены в 3 1/2 мес. (рис. 1). Земляные работы выполнялись тракторными скреперными лопатами емкостью 5 и 0,5 м³. При этом грунт, получаемый при разработке котлованов бассейнов, шел на отсыпку дамб — ограждающих стен.

Отсыпка дамб велась слоями в 10—20 см, с проливкой и последующей укаткой моторным катком. Скреперные лопаты двигались по круговым маршрутам, как это показано на схеме организации работ (рис. 2).

Для приготовления бетона вблизи брызгальных бассейнов была построена бетонная установка¹. Подача инертных к установке осуществлялась железнодорожным транспортом, а подача бетона к месту укладки производилась автосамосвалами. Для полнвки бетона был уложен кольцевой водопровод. Части деревянных опор были заготовлены одновременно с производством работ по

¹ Сооружение индивидуальной установки для приготовления бетона при брызгальном бассейне следует рассматривать как частный случай, продиктованный местными условиями. Как правило, бетон должен подаваться на отдельные объекты с центрального завода строительства. Р. е. д.

бетонированию днища и затем собирались на месте установки на строительных скобах.

Работы были организованы поточным методом с направлением потока перпендикулярно к оси распределительных труб бассейнов.

Трубопроводы, сопла и другие детали были заблаговременно отрезиваны, собирались в блоки весом до 1 т и укладывались в дальнейшем на деревянные опоры.

Работы по монтажу распределительных труб и сопел велись с помощью автокрана 2,5 т. Для освещения района работ применялись прожекторы.

Инж. Н. Я. Турчин

Способ строповки при подъеме барабанов котлов

В монтажной практике весьма часто применяются методы подъема грузов двумя полиспастами при расположении груза в горизонтальной или наклонной плоскостях. Так, например, барабаны котлов, как правило, поднимаются не менее чем двумя полиспастами, а положение барабана во время подъема, в зависимости от его длины и ширины каркаса, может быть горизонтальным, либо наклонным. В последнем случае барабан поднимается, как принято называть, «дирижаблем»; при этом в оснастке возникают дополнительные напряжения, величину которых следует обязательно учитывать.

Разберем пример распределения усилий в оснастке при подъеме барабана двумя полиспастами при условии, что: а) полиспасты в вертикальном положении; б) барабан поднимается «дирижаблем»; в) строповка барабана, как обычно, выполнена симметрично по отношению к центру тяжести барабана.

В простейшем случае при горизонтальном положении барабана (рис. 1) нагрузки полиспастов будут:

$$P_A = \frac{Ql_1}{l_1 + l_2} = \frac{Ql_1}{L} \quad (1)$$

$$P_B = \frac{Ql_2}{l_1 + l_2} = \frac{Ql_2}{L} \quad (2)$$

при $l_1 = l_2$ усилия в полиспастах

$$P_A = P_B = \frac{Q}{2}$$

При положении барабана под некоторым углом α к горизонту усилия на полиспасты распределяются следующим образом (рис. 2).

Усилие на полиспаст А будет:

$$P_A = \frac{Q \cdot m}{m+n} = Q \frac{(l_1 + k) \cos \alpha}{(l_1 + l_2) \cos \alpha} = Q \frac{(l_1 + r \operatorname{tg} \alpha)}{l_1 + l_2} = \frac{Ql_1}{L} + \frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

Соответственно усилие на полиспаст В будет равным:

$$P_B = \frac{Ql_2}{L} - \frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

где $L = l_1 + l_2$;

r — расстояние от оси барабана до точки перехода стропа в вертикальное направление (точка а).

Сравнивая формулы (3) и (4), видим, что наклон барабана создает различные усилия в полиспастах на величину

$$2 \frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha,$$

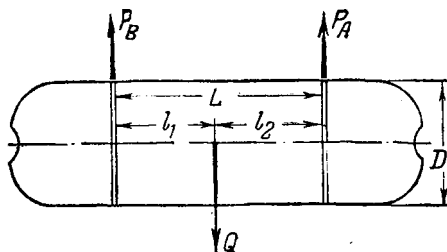


Рис. 1.

Рис. 2.

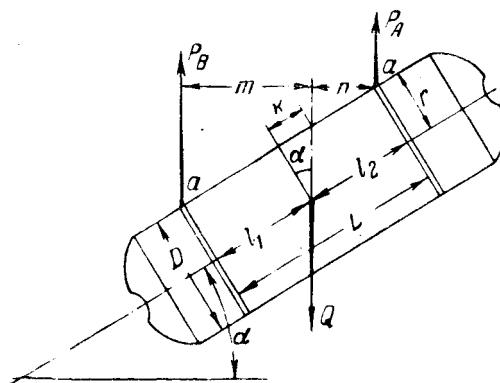
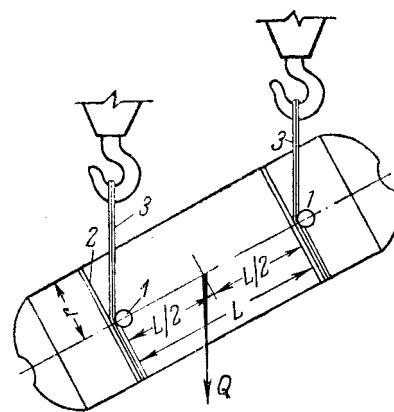


Рис. 3.



причем полиспаст на верхнем конце барабана P_A нагружен сильнее полиспаста на нижнем конце барабана на величину $2 \frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha$.

Насколько значительна эта разница, можно видеть на следующем примере. Если указанным способом поднимется барабан весом $Q = 40$ т, диаметром $D = 1,6$ м и полиспасты закреплены от средней оси на расстоянии $l_1 = l_2 = 3$ м, то при угле $\alpha = 45^\circ$ величина

$$2 \frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha = 2 \frac{40}{6} \cdot 0,8 \cdot 1 = 10,6 \text{ т, т. е. } P_A = 25,3 \text{ т и } P_B = 14,7 \text{ т.}$$

Эта разница в нагрузке полиспастов должна учитываться при расчете такелажных средств (лебедок, блоков и троса).

Для обеспечения при подъеме барабана «дирижаблем» в полиспастах одинаковых усилий требуется, чтобы величина $\frac{Q}{L} r \operatorname{tg} \alpha$ была равна нулю. Для этого необходимо чтобы: или 1) $\operatorname{tg} \alpha = 0$ (угол $\alpha = 0$), т. е. барабан поднимается в горизонтальном положении, или 2) $r = 0$, т. е. расстояние от центра тяжести барабана до точки перехода стропа в вертикальное положение (точка а) равнялось бы нулю.

Для соблюдения второго условия при подъеме барабана «дирижаблем» рекомендуется производить застропку барабана, как показано на рис. 3, где:

1 — штыри, вставленные и закрепленные в трубных отверстиях барабана, вокруг которых перегибается строп, переходя в вертикальное направление;

2 — две-три нитки стропа, охватывающие барабан вплотную и предохраняющие его от скольжения;

3 — нитки стропа, идущие на крюк полиспаста.

Последний способ строповки рекомендуется во всех случаях подъема барабана «дирижаблем», когда имеются трубные отверстия для вставки пробок, расположенные с диаметрально противоположных сторон барабана, возле горизонтальной плоскости, проходящей через центр барабана.

Преимущество этого способа — одинаковая нагрузка на полиспасты, а, следовательно, и потребность такелажа одинаковой грузоподъемности.

Инж. Н. Л. Бутенно
и инж. Л. Д. Гинзбург-Шик

Сварка трубопроводов высокого давления с вкладным разъемным кольцом¹

Как известно, надежность сварного соединения в большой степени зависит от качества выполнения основного шва. Для повышения качества шва и в первую очередь провара его корня применение внутренних точечных колец имеет существенные недостатки: необходимость

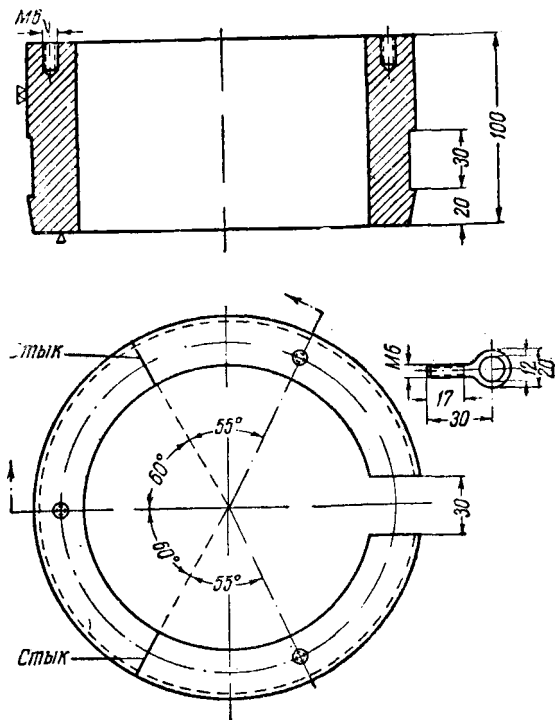


Рис. 1. Медное подкладное кольцо.

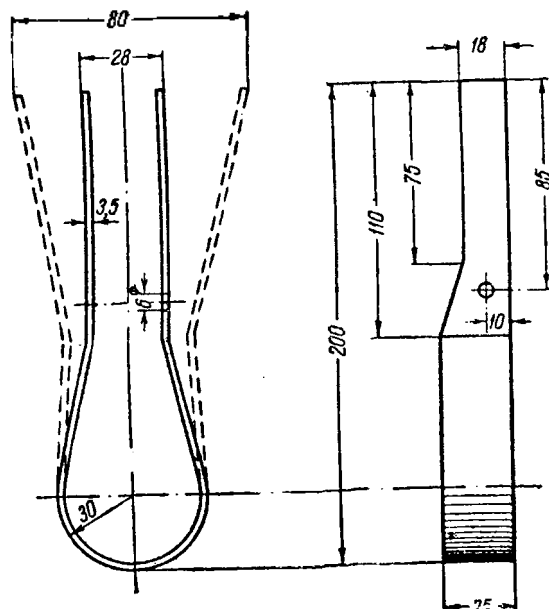


Рис. 2. Зажимная пружина.

подгонки колец по внутреннему диаметру свариваемых труб, что связано с обязательной калибровкой концов труб; сложность обработки фасок под кольцо; необходи-

¹ По материалам НТО МЭС.

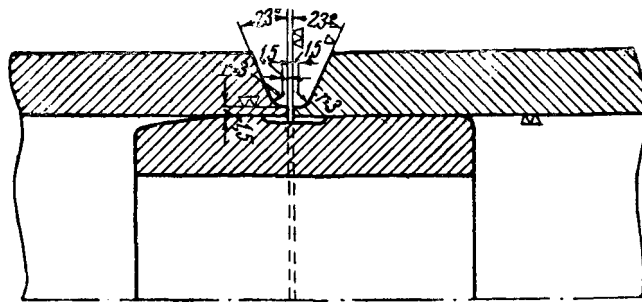


Рис. 3. Подготовка труб под сварку встык с медным кольцом.

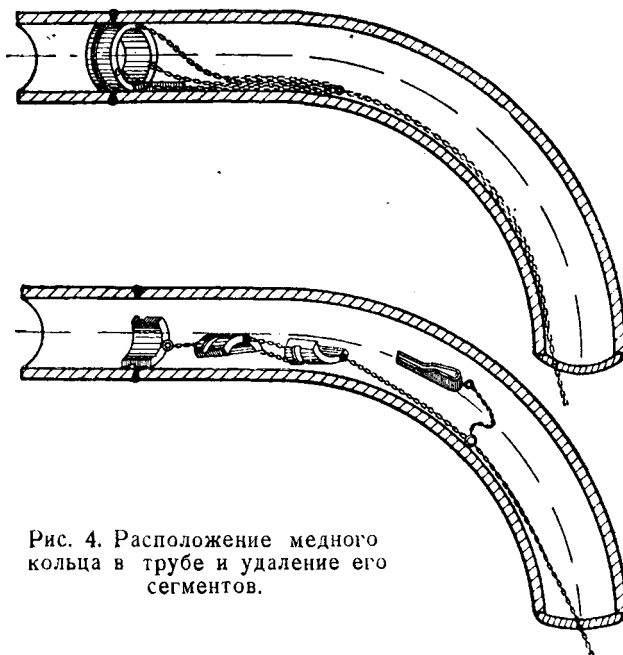


Рис. 4. Расположение медного кольца в трубе и удаление его сегментов.

мость обсадки концов труб или применения более толстостенных труб с тем, чтобы не ослабить место сварки при обработке конца труб под кольцо. Кроме того, необходимо считаться с некоторым увеличением сопротивления в трубопроводе и как следствие — падением давления.

Одной из мер, устраняющих указанные недостатки и вместе с тем обеспечивающих высококачественное выполнение сварного соединения, является применение при сварке толстостенных труб разъемных медных колец. Достоинством этого способа является то, что при помощи медных колец можно осуществить безукоризненный провар корня шва, от чего в значительной степени зависит качество всего сварного соединения; при этом также упрощается сам процесс сварки, а выполнение всего сварного соединения в несколько меньшей степени зависит от индивидуальных качеств сварщика.

Способ этот может найти широкое применение при сварке толстостенных труб, предназначенных для высокого давления. Он заключается в следующем.

Три сегмента кольца (рис. 1) вначале устанавливаются в одной из свариваемых труб и закрепляются в ней пружинящим приспособлением (рис. 2). Затем на выступающую часть кольца наводят вторую трубу (рис. 3), после чего приступают уже к сварке. После окончания последней медное кольцо удаляется из трубы.

Как видно из рис. 4, все элементы кольца присоединены к главной цепи стальными цепочками, имеющими различную длину, что определяет последовательность удаления отдельных сегментов кольца. Пружинящее приспособление — замок имеет самую короткую цепочку и вытягивается в первую очередь, чем нарушается связь между сегментами, которые после этого свободно уже удаляются из трубы один за другим.



ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

Внедрение хозрасчета на I гэс Ленэнерго

На I Лгэс были переведены на хозрасчет все основные цехи станции. Хозрасчет основывается на плане-задании, который включает в себя производственные показатели, объем текущих ремонтов, лимиты по труду и сводку затрат по всем статьям калькуляции.

Объем текущих ремонтов указывается в плане более подробно, чем это предусмотрено в типовом положении о цеховом хозрасчете Министерства электростанций. В этом разделе помимо перечня работ дана сумма затрат на эти работы по их элементам (зарплата, материалы и запчасти, услуги сторонних организаций, услуги своих производств).

В планах-заданиях перечисляются подлежащие выполнению мероприятия: противоаварийные, по экономии топлива и электроэнергии, по рационализации, технике безопасности и по механизации трудоемких процессов, с указанием по каждому мероприятию источника финансирования; указывается также себестоимость единицы продукции каждого цеха.

Согласно рекомендованному типовому положению о хозрасчете стоимость топлива включается в затраты котельного цеха; стоимость пара в машинном цехе определяется по стоимости топлива, расходуемого в котельной.

Расход топлива станцией распределяется между цехами в натуральном и стоимостном выражении пропорционально к. п. д. и тем самым соответственно увеличивается или уменьшается общая сумма затрат каждого цеха.

На специальных балансовых комиссиях при директоре станции заслушиваются отчеты начальников цехов о производственно-хозяйственной деятельности цеха за отчетный период.

После обсуждения отчета директором станции дается оценка деятельности цеха и устанавливается достигнутая экономия или наличие перерасхода.

Балансовые комиссии помогают вскрыть недостатки в работе цехов и намечают пути их изжития. Так, например: из отчета одного начальника цеха выяснилось, что он не интересовался причиной перерасхода электроэнергии на собственные нужды; из отчетов других начальников цехов был установлен большой перерасход материалов на текущие ремонты, нерациональное использование услуг подрядных организаций, невыполнение номенклатуры ремонтных работ и невыполнение важных организационно-технических мероприятий.

Отмеченные балансовыми комиссиями недочеты были в дальнейшем изжиты.

Укрепление хозрасчета дало свои положительные результаты. I Лгэс в 1948 г. снизила себестоимость против 1947 г. по электроэнергии на 18,7%, теплотенергии на 13,7%. Все цехи, переведенные на хозрасчет, достигли экономии также и в постоянных затратах.

Работники каждого цеха достигали снижения расходов разными путями.

Транспортники сэкономили на материалах, сократили услуги сторонних организаций. В прошлые годы на время нахождения одного паровоза в капитальном ремонте арендовался другой. В 1948 г. транспортники отказались от аренды и справились с одним паровозом, сэкономив на этом только за один месяц 35 тыс. руб.

Котельщики удлинili рабочую кампанию котлов (не худшая технико-экономических показателей котельной),

сократив соответственно этому число остановок их, что дало экономию в 290 тыс. руб.

В турбинном цехе за счет бережного и рационального расходования материалов и запасных частей затраты на них сокращены на 10% против плана.

Электрики создали парк резервных двигателей, повысили производительность труда на ремонтных работах. Только эти два мероприятия позволили сократить объем услуг подрядных организаций на 35%.

Внедряя хозрасчет, коллектив I Лгэс добился общей экономии в затратах около 2 млн. руб. Обязательство по сверхплановому накоплению перевыполнено.

На станции развернулось движение за организацию лицевых счетов экономии. В лицевых счетах турбинистов отмечается экономия топлива и электроэнергии; в счета начальников смен топливоподдачи занесена достигнутая экономия в расходовании вспомогательных материалов. Ремонтники ведут учет сэкономленных материалов и запасных частей.

В настоящее время на станции происходит дальнейшее укрепление хозрасчета путем введения его в бригады, смены и на отдельные участки. Это будет способствовать еще большему снижению себестоимости продукции и увеличению накоплений.

Инж. М. Н. Ласкин

Новый метод установки зажигательных поясов

Одна тэц испытывала затруднения с подготовкой сложного фасонного огнеупорного кирпича для зажигательных поясов, стоимость которого выше стоимости нормального

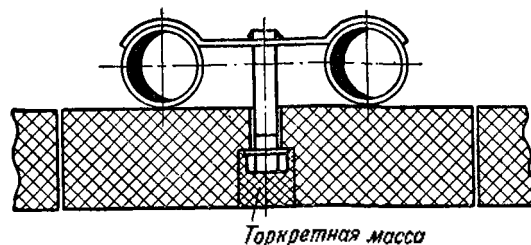


Рис. 1. Вид установленного пояса на боковых экранах.

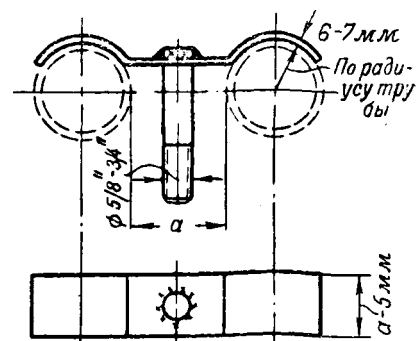


Рис. 2. Крепление кирпича к экранам труб.

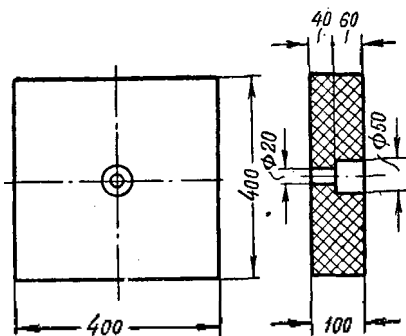


Рис. 3. Кирпич с разделанным отверстием на сверлильном станке,

равнобокого примерно в 3,5 раза. Несвоевременный ремонт зажигательный поясов приводил к ухудшению процесса горения в топке и повышению содержания горючих в уносе.

Автором была разработана конструкция зажигательного пояса (рис. 1) из нормального равнобокого огнеупорного кирпича (возможно любых размеров) и крепления его к экранным трубам (рис. 2).

Конструкции для крепления кирпича к трубам весьма просты и могут быть изготовлены в механической мастерской электростанции. Отверстие в кирпиче рассверливается на сверлильном станке (рис. 3).

Такой зажигательный пояс был осуществлен на боковых экранах котлов, что обеспечило устойчивое, без обрывов факела, горение при наиболее низких допустимых нагрузках.

Ф. Е. Дасаев

ОТ РЕДАКЦИИ

Использование описанного в заметке предложения может дать временный выход из положения, при отсутствии фасонного кирпича, для топок с относительно невысокими температурами.

О качестве топочных мазутов

Принято считать, что мазут является топливом наиболее стабильным по составу органической массы и содержанию балласта. Очевидно, именно из этих соображений для топочных мазутов установлен единый коэффициент перевода в условное топливо, равный 1,4, что соответствует рабочей теплотворной способности 9 800 ккал/кг. Многолетняя практика работы электростанций Азербайджана показывает, что рабочая теплотворная способность мазутов колеблется в весьма широких пределах и не столько за счет балласта, сколько за счет изменения состава органической массы.

По условиям поставки одна из электростанций систематически на протяжении многих лет получает мазуты, являющиеся отходами крекинг-процесса, так называемые крекинг-мазуты.

При крекинг-процессе удается за счет расщепления сложных углеводородных молекул получить значительно больший выход легких нефтепродуктов с относительно большим содержанием водорода. В силу этого крекинг-мазуты, как показывают многочисленные анализы, содержат 10,2% — 10,5% водорода в рабочей массе.

Низкий процент водорода обуславливает соответственно пониженную величину теплотворной способности, которая, несмотря на практически полное отсутствие в мазуте влаги и весьма незначительное содержание золы (как правило, меньше 0,2%), равна в среднем 9 650 ккал/кг и на протяжении ряда лет колеблется от этого значения не более чем на $\pm (0,3 \div 0,4\%)$. При незначительном балласте крекинг-мазуты содержат в большом количестве механические примеси, обычно около 2%, но в отдельные месяцы до 3,5% (май 1949 г.).

Анализ этих примесей показывает, что они в значительной своей части горючи и их горючая масса имеет теплотворную способность около 8 000 ккал/кг, что близко к теплотворной способности углерода.

Но эти примеси, находясь в мазуте в виде крупнодисперсной взвеси, отлагаются на днищах мазутохранилищ, в мазутоподогревателях, трубопроводах и особенно

в фильтрах и форсунках, чем создают значительные трудности в эксплуатации мазутного хозяйства электростанций.

Отложения имеют вид густо пропитанного жирной массой черного песка, не текут даже при высоком подогреве, но и не являются твердым телом.

Подобная структура их весьма затрудняет очистку тракта топливоподачи и делает невозможным использование отложений в качестве горючего в обычных установках, предназначенных для работы на жидком топливе.

Практически подобные продукты отстоя являются для электростанций прямой потерей топлива.

Другие электростанции системы сжигают также высоковязкие (до 80° Э при 50° С), но компаундированные мазуты, состоящие из крекинг-остатков, масляных гудронов и мазутов прямой гонки.

Мазуты прямой гонки и гудрон (остаточные продукты после прямой отгонки легких фракций, а гудрон — и нефтяных масел) имеют более высокий процент водорода, в силу чего компаундированные мазуты содержат в рабочей массе около 12,0—12,5% водорода.

Состав их менее стабильный, в большей степени зависит от качества и количества составляющих. Средняя величина рабочей теплотворной способности была в 1948 г. 9 720 ккал/кг по одной электростанции и 9 968 ккал/кг по другой, с колебаниями 0,8—0,9% в обе стороны.

Мазуты эти имеют меньший процент механических примесей (до 0,5—0,6%), но значительно большее содержание золы (до 0,4%) и влаги (1,5—2,0%).

Преобладающими компонентами золы мазутов, как показали произведенные в марте 1949 г. анализы, являются SO_4 — больше 50%, SiO_2 — 15—20% и CaO 10—15%.

Появление подобных соединений в топочном мазуте обусловлено применяемыми методами нефтепереработки и очистки отгоняемых нефтепродуктов.

Зола, содержащаяся в мазутах хотя и в относительно небольших количествах, приносит в эксплуатации котлоагрегатов чрезвычайно большой вред, так как она налипает на поверхности нагрева котлов весьма плотной коркой, практически не поддающейся удалению обычными конструкциями сажеобдучных аппаратов.

Таким образом, убытки, которые несут электростанции по топливной слагающей себестоимости, определяются в основном:

- 1) несоответствием между фактической и плановой теплотворной способностью мазутов;
- 2) потерями при очистках нефтехранилищ от продуктов отстоя;
- 3) снижением к. п. д. котлоагрегатов от заноса поверхностей нагрева.

Несоответствие между плановой и фактической теплотворной способностью топлива приводит к тому, что, несмотря на достигнутую в 1948 г. экономию в расходе топлива только по одной электростанции на сумму 318 тыс. руб., «переплата» из-за пониженной теплотворной способности выразилась по той же станции в сумме 755 тыс. руб., т. е. при наличии фактической экономии топлива станция имела убыток по топливной слагающей себестоимости.

Прямым убытком в 45 тыс. руб. явились также потери коксовых отложений, удаленных из мазутных резервуаров. По той же причине в начале 1949 г. потеряно 370 т мазута, или 37 тыс. руб.

Указанные цифры получены при старой цене мазута. В ценах 1949 г. результаты будут еще более ощутительными.

Выводы

1. Вопросы, поднятые Техническим советом и Тепло-технической секцией АзНИТО энергетики («Электрические станции», № 5, 1949 г., стр. 60), имеют весьма актуальное значение для электростанций, сжигающих мазут в качестве основного топлива.

2. Состав органической массы топочных мазутов не стабилен и определяется способом переработки нефти и дальнейшего компаундирования отходов, в результате чего теплотворная способность мазутов колеблется в широких пределах, как правило, ниже планируемой величины 9 800 ккал/кг.

Наиболее правильной системой расчетов за мазут с поставщиками следует считать такую, в которой расчетным показателем будет служить теплотворная способность топлива.

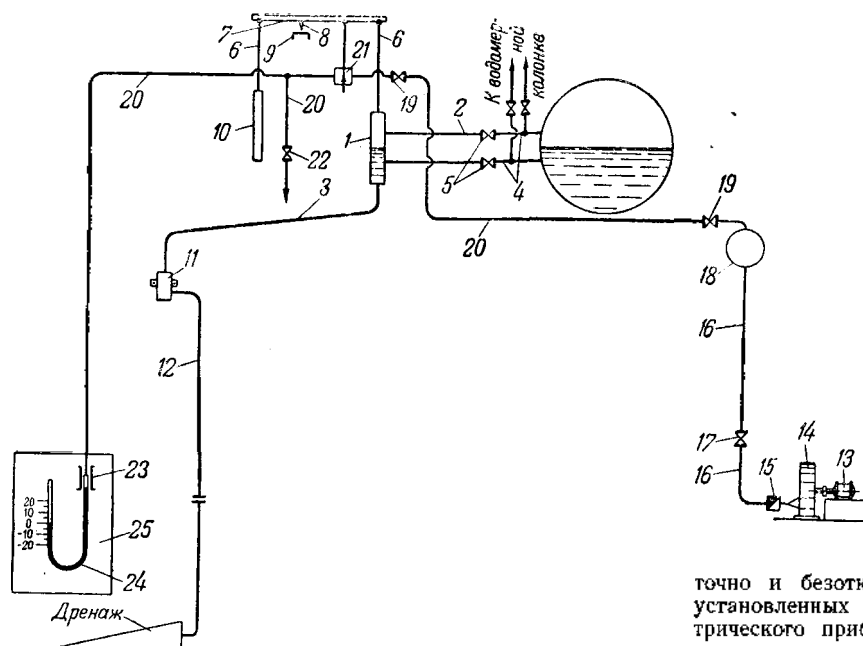
3. Для мазута необходимо установить, так же, как это сделано и для других видов топлива, определенный процент потерь при хранении, связанных с необходимостью периодической очистки мазутохранилищ.

4. Необходимо проведение научно-исследовательских работ, направленных с одной стороны, к уменьшению трюнкновения в мазут загрязняющих примесей в виде солей в процессе его производства и, с другой стороны, к уменьшению возможностей образования плотных отложений на поверхностях нагрева котельных агрегатов, работающих на мазуте.

Инж. Б. А. Зудин

Сниженный указатель уровня воды в барабане

Для котельных установок представляет интерес сниженный указатель уровня воды в барабане, выполненный по типу весовых водоуказателей. В отличие от обычно применяемой механической передачи в данном случае



применена пневматическая передача показаний на щит котла.

Этот указатель (см. рисунок) уровня имеет следующее устройство. К подводным трубам водомерной колонки при помощи штуцеров 4 диаметром 19/25 мм, вентилей 5 диаметром 19 мм и двух трубок 2 диаметром 19/21 мм и длиной 2 м каждая присоединен весовой сосуд 1 водоуказателя, имеющий диаметр 100 мм и длину 600 мм. Трубки 2 изолированы асбестовым шнуром диаметром 5 мм. Весовой сосуд подвешен при помощи тяги 6 к коромыслу 7 и уравновешивается грузом 10, также подвешенным при помощи тяги 6 к другому концу коромысла 7. Коромысло 7 опирается на кронштейн 9 при помощи призмы 8 и работает как достаточно чувствительные весы.

В нижней части весового сосуда имеется дренажное устройство, состоящее из дренажной трубки 3 диаметром 12/15 мм, длиной 4 м, дренажного сосуда 11 диаметром 100 мм, длиной 300 мм, закрепленного на обшивке котла, и спускной трубки 12 диаметром 12/18 мм. Трубки 2 и 3, присоединенные к весовому сосуду, благодаря малому диаметру и большой длине весьма эластичны и не препятствуют движению сосуда 1.

При изменении уровня воды в барабане соответственным образом меняется объем и вес воды, находящейся в весовом сосуде 1. Таким образом, при повышении уровня сосуд 1 будет опускаться вниз, а при понижении, наоборот, подниматься вверх.

В обычных водоуказателях данного типа движение весового сосуда при помощи системы рычагов передается на стрелку прибора указателя. В данном случае для пе-

редачи показаний на щит котла применена пневматическая система, имеющая следующее устройство. Вдоль котельной проложена общая воздушная магистраль 18 из труб диаметром 100 мм. В этой магистрали при помощи специальных вентиляторов 14 поддерживается постоянное давление воздуха, равное 500 мм вод. ст.

На каждый котел устанавливается отдельный вентилятор производительностью 1,8 м³/мин, напор 520 мм вод. ст. с электродвигателем 13, 1,3 квт, 500 в, 2800 об/мин.

Все вентиляторы работают параллельно, причем количество включенных вентиляторов равно количеству работающих в данный момент котлов. Соединение вентиляторов 14 с воздушной магистралью 18 осуществлено трубой 16 диаметром 50 мм, на которой установлен обратный клапан 15 и пробковый кран 17 диаметром 50 мм.

Из воздушной магистрали к каждому котлу идет воздушная трубка 20 диаметром 12/18 мм, на которой установлен игольчатый вентиль 21, связанный с коромыслом 7 импульсного устройства. Затем трубка 20 идет вниз на щит котла, где соединяется резиновой трубкой 23 с U-образной стеклянной трубкой 24. Стеклянная трубка заполняется цветной жидкостью или маслом и вделана в деревянную доску 25, на которой нанесена шкала, показывающая уровень воды в барабане.

На воздушной трубке 20 установлены два вентиля 19 диаметром 12 мм для отключения водоуказателя и пробковый кран 22 диаметром 12 мм для выпуска воздуха. Пробковый кран 22 всегда находится в открытом состоянии на 1/4 своего полного открытия.

При изменении уровня воды в барабане котла и соответствующем перемещении весового сосуда 1 и коромысла 7 меняется открытие игольчатого клапана 21. Так как воздух из трубки 20 непрерывно расходуется через пробковый кран 22, то в зависимости от степени открытия игольчатого клапана 21 меняется давление воздуха в трубке 20, измеряемое указательной U-образной трубкой 24*.

Четырехмесячное наблюдение за работой описанного сниженного указателя уровня воды в барабане показало, что в течение этого времени он работал

точно и безотказно в отличие от других указателей, установленных на этих котлах, а именно: Игема и электрического прибора Сименса, которые очень часто выходили из строя.

Инж. А. Г. Князев

* Вместо пробкового крана 22, случайное изменение открытия которого может исказить показания прибора, надежнее устанавливать дроссельную шайбу.

ОТ РЕДАКЦИИ

Описанная пневмогидравлическая схема передачи показаний уровня воды в барабанах котлов на расстояние в промышленных условиях не получила достаточной проверки и для указанной цели еще не может быть рекомендована. Вместе с тем в настоящее время можно рекомендовать работникам электростанций использовать описанную схему для менее ответственных дистанционных указателей, например, уровней в мазуто-маслохранилищах и т. п.

Обескремнивание воды обожженными доломитами

Наиболее широкое распространение в практике обескремнивания воды получил адсорбционный метод с применением окислов магния.

Поскольку чистые препараты окиси и гидрата окиси магния сравнительно дороги, творческая мысль была направлена на подыскание малододефицитных и дешевых препаратов, содержащих магний. Такими препаратами являются доломиты, месторождения которых весьма широко распространены в СССР.

Ниже кратко сообщаются результаты экспериментальных работ по обескремниванию воды путем примене-

ния обожженных доломитов, выполненных Водной лабораторией Харьковского университета.

Были исследованы долецкие, подмосковные и уральские доломиты. В табл. 1 приведены анализы образцов исследованных доломитов.

Таблица 1
Состав доломитов (в %)

Наименование доломита	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Летучие вещества CO ₂
Теоретический состав	30,43	21,74	—	—	—	47,83
Никитовский . . .	29,76	20,95	0,65	1,20	0,81	46,85
Ямской	30,16	20,83	0,56	0,35	0,43	47,67
Карагайский . . .	28,60	23,26	0,65	0,5	2,02	44,78
Бироконский . . .	30,29	22,35	0,35	0,31	0,66	45,96
Щелковский . . .	30,81	20,90	0,87	—	0,62	46,4
Львовский	28,95	22,18	0,75	0,46	0,53	46,7
Покровский . . .	35,8	14,8	1,80	0,7	2,47	44,28

Таблица 2
Результаты обескремнивания воды применением доломитов

Наименование доломита	Дозировка, мг/л	Остаточное содержание, SiO ₂ , мг/л	Жесткость, °Н
Никитовский	250	1,3	1,12
	150*	0,4	1,35
	100*	0,3	1,5
Ямской	250	1,8	1,3
	150*	1,1	1,46
	100*	0,7	1,55
Карагайский	250	1,2	1,25
	150*	0,5	1,4
	100*	0,3	1,46
Бироконский	250	1,9	1,4
	150*	1,0	1,45
	100*	0,8	1,6
Покровский	250	5,7	3,1
	150*	4,3	3,25
	100*	4,1	3,40
Щелковский	250	1,4	1,50
	150*	0,6	1,59
	100*	0,4	1,68
Львовский	250	0,9	1,20
	150*	0,5	1,35
	100*	0,3	1,42

Примечания:

1. Исходная вода содержит SiO₂ — 44 мг/л; щелочность — 6,9° Н; жесткость — 7,5° Н.
2. Температура реакции 95° С.
3. Время реакции 60 мин.
4. Со звездочкой — дозировка шлама от предыдущего опыта.

В табл. 2 приведены результаты исследования обескремнивания воды с применением ряда образцов доломитов, подвергшихся обжигу по разработанной нами технологии (из обширного экспериментального материала по обескремниванию различных вод даны результаты опытов на воде, содержащей наибольшее количество кремневой кислоты и наименьший сухой остаток, т. е. на воде, наиболее трудно поддающейся обескремниванию). Каждая цифра является средней из результатов четырех параллельных опытов.

Из данных табл. 2 весьма отчетливо видно, что почти все образцы доломита, будучи соответствующим образом обработаны, являются прекрасными препаратами для эффективного обескремнивания воды и ее декарбонизации.

Даже при отсутствии шлама на каждый миллиграмм SiO₂ расходуется до 2,7 мг MgO из общего количества обожженного доломита 7,4 мг на 1 мг SiO₂. Часть доломита в виде свободной окиси кальция взаимодействует с карбонатной жесткостью, а остальное является балластом.

Процесс декарбонизации при применении обожженного доломита идет глубже, чем при известковании. Необходимо также учесть то обстоятельство, что метод осаждения приводит к максимальному удалению агрессивной углекислоты, облегчая тем самым работу деаэраторов.

Таким образом, доломитный метод обескремнивания воды в настоящее время является наиболее реальным и практически легко осуществимым.

При питании котлов высокого давления даже полностью слабо минерализованной воды с остаточным содержанием кремневой кислоты в 0,2—0,3 мг/л SiO₂ не будет достигнут предел концентрации кремневой кислоты в котловой воде — 10 мг/л SiO₂. Режим котловой воды будет ограничиваться предельно допустимым общим солевым составом, но не содержанием кремневой кислоты.

Химин Б. Д. Брянский и доц. А. Т. Давыдов

ОТ РЕДАКЦИИ

Сообщаемые положительные результаты лабораторных опытов обескремнивания воды обожженными доломитами заслуживают внимания, поскольку этот способ удаления кремнекислоты из воды предусмотрен в ряде проектов вновь строящихся электростанций высокого давления.

Передвижной обходной разъединитель для одиночных линий с односторонним питанием

Шунтирование выключателя в закрытом распределительном устройстве 35 кВ для вывода его в ремонт практически трудно осуществимо. Установка обходных перемычек непосредственно в камере выключателя длительна и, кроме того, создает небезопасные условия при производстве ремонтных работ.

При наличии параллельных линий или двустороннего питания потребителя отключение выключателя для ремонта производится в любое время. При одностороннем питании подобные отключения требуют предварительного согласования времени и длительности простоя, однако не вызывают ущерба производству, так как обычно сопряжены с ремонтом оборудования у самого потребителя.

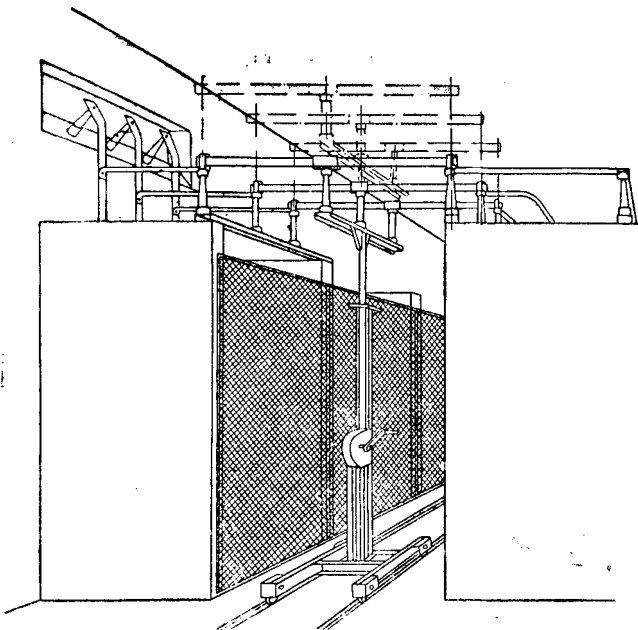
Иное положение с одиночными линиями, питающими особо ответственных потребителей, производственные условия которых не допускают длительного обесточивания. Для таких случаев будет целесообразным использование передвижного обходного разъединителя, предложенного для закрытых распределительных устройств 3—6 кВ и позволяющего в любое время производить отключение линейного выключателя без перерыва работы линии¹.

Для закрытых распределительных устройств 35 кВ в связи с широкими габаритами и расположением шин потребовалось другое конструктивное исполнение обходного передвижного устройства.

В одном из районов электросетей Донбасса энерго был изготовлен разъединитель, который может быть введен в действие без каких-либо работ по его предварительному подключению и включается дежурным персоналом без парадя, как обычное оперативное переключение.

Общий вид передвижного разъединителя, в его рабочем положении, при котором шунтируется выключатель линии, приведен на рисунке, где пунктиром показано отключенное положение разъединителя. Ножи обходного разъединителя укреплены на выдвижной стойке, которая стопорится как в исходном, так и в рабочем положении ножей; при этом нагрузка от веса подвижной системы воспринимается передвижной тележкой, а не отдельно установленными контактными губками. По окончании работы на выключателе обходной разъединитель отключается подъемом ножей вверх, и в этом положении вся тележка перемещается на колесах по уложенным в полу угольникам в конец коридора распределительного устройства.

¹ См. «Электрические станции», № 5, 1949 г.



Шунтирование линейного выключателя 35 кВ в закрытом распределительном устройстве при помощи передвижного разъединителя.

Порядок оперативных переключений при пользовании обходным передвижным разъединителем никаких затруднений не вызывает. Освобождается от напряжения система шин, расположенная со стороны линейных выводов. Ножи обходного разъединителя, установленного против линейного ввода на месте жестко фиксированным угольником, опускаются и тем самым на свободную систему шин подается напряжение. Далее собирается схема и включается шинносоединительный выключатель с уставками на защите, аналогичными уставкам защиты на линии.

Убедившись по показаниям амперметра шинносоединительного выключателя в правильности схемы, отключают выключатель, линейные и шинные разъединители, после чего в обычном порядке оформляется допуск к ремонтным работам в камере линейного выключателя.

Первое же практическое применение обходного передвижного разъединителя показало его вполне надежную работу. Стоимость изготовления разъединителя, выполненного силами ремонтных мастерских района, не превысила 3 тыс. руб.

Из описанного следует, что обходной передвижной разъединитель с успехом может быть применен в закрытых распределительных устройствах подстанций 35 кВ, имеющих две системы шин, одна из которых расположена по фронту линейных выводов.

Инж. Т. П. Мусатов

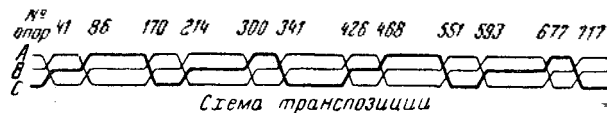
Определение транспозиционных опор линейным искателем повреждений

Искатель линейных повреждений с успехом может быть использован для определения направления перехода провода на транспозиционных опорах. В свою очередь транспозиционные опоры, место которых известно по профилю линии, могут быть использованы для уточнения масштабной шкалы прибора.

Это использование импульсного прибора основано на следующем. Луч на экране прибора дает отклонение в местах, соответствующих изменению параметров линии. Переход провода на транспозиционной опоре из крайнего положения в среднее сопровождается увеличением емкости провода относительно соседних проводов и земли и тем самым воспринимается на экране прибора как неполное замыкание. Переход провода со среднего места на крайнее сопровождается уменьшением емкости и дает отклонение луча в сторону, соответствующую обрыву провода, т. е. в направлении первоначального зондирующего импульса.

Указанное явление нами впервые было обнаружено при контрольном просмотре линии 110 кВ длиной 156 км, имеющей на своем протяжении 12 транспозиционных деревянных опор (6 полных циклов транспозиции). Расположение проводов (медь 120 мм) — горизонтальное; расстояние между ними — 5 м.

При просмотре линии было получено изображение, приведенное на рисунке.



Изображение на экране прибора

Фактическое расположение транспозиционных опор и ход транспозиции фазы С, по которой производился просмотр линии, для наглядности приведен рядом в том же масштабе. Результаты просмотра даны в таблице.

№ транспозиционной опоры	Расстояние по трассе линии от начала до места транспозиции, км	Переход провода фазы С на транспозиционных опорах	Характер отклонения луча прибора (вниз — короткое замыкание, вверх — обрыв)	Расстояние до места отклонения, определенное по шкале прибора, км
41	8,9	С крайнего на среднее	Вниз	10
86	17,9	Со среднего на крайнее	Вверх	19
170	35,0	С крайнего на крайнее	Нет	—
214	43,6	С крайнего на среднее	Вниз	44
300	61,0	Со среднего на крайнее	Вверх	62
341	69,5	С крайнего на крайнее	Нет	—
426	86,9	С крайнего на среднее	Вниз	87
468	95,3	Со среднего на крайнее	Вверх	96
551	112,5	С крайнего на крайнее	Нет	—
593	121,0	С крайнего на среднее	Вниз	122
677	138,3	Со среднего на крайнее	Вверх	139
717	146,9	С крайнего на крайнее	Нет	—
Конец линии	155,5	—	Резкое отклонение вниз. Линия заземлена	156

Аналогичный просмотр другой линии длиной 54 км с тремя полными циклами транспозиции подтвердил полученные результаты.

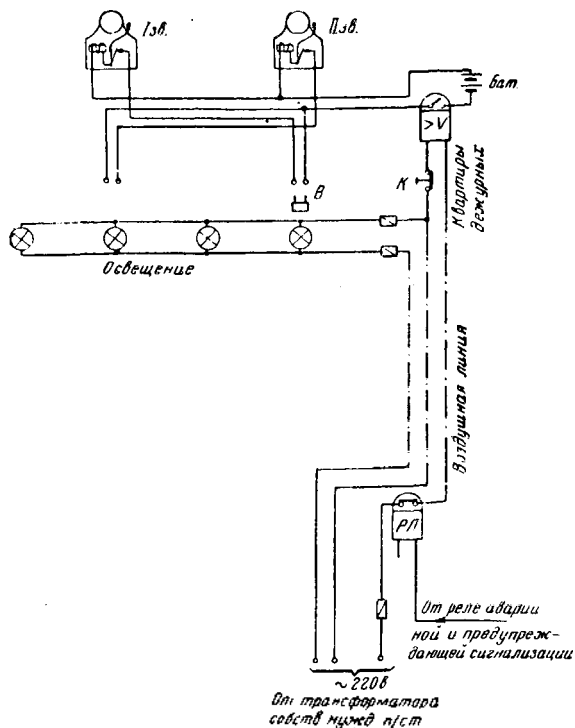
Инж. И. В. Малхасьян

Улучшенная конструкция мачтовой муфты наружной установки 6÷10 кВ

Длительная эксплуатация в Электросети Казнегго мачтовых муфт типа Фирсова показала, что неполадки и аварии с ними происходят в основном из-за следующих конструктивных недостатков:

- наличия контактов внутри муфты;
- недостаточной герметичности муфты (крышки, горловины, крепления изолятора);
- выполнения корпуса муфты из тонкой стали;
- устройства крышки, не допускающего внутреннего осмотра муфт при ревизиях.

Улучшенная конструкция муфты, предложенная ОргрЭС информационным письмом № 31/283, хотя и устраняет перечисленные недостатки, но сложна по устройству, требует большого количества заливочной массы, а конструкция горловины не обеспечивает достаточной жесткости соединения муфты с кабелем во избежание порчи свинцовой оболочки кабеля.



журного. Такая сигнализация является вполне достаточной для вызова дежурного на подстанцию. При необходимости ее можно перевести на работу от постоянного тока.

Инж. В. М. Теплов

Ремонт аккумуляторных батарей стационарного типа

В электроустановках, не имеющих резервных аккумуляторных батарей, нельзя без снижения надежности работы провести ряд обязательных по инструкции мероприятий технического порядка, например: исключаются ежегодные ревизии батарей, отпадают профилактические разряды и переразряды батарей, обязательные по инструкции 1 раз каждые 6 мес. Особо тяжелое положение создается с производством капитальных ремонтов батарей.

Ремонт аккумуляторной батареи без отключения возможен только при условии производства этого ремонта по частям, с минимальным количеством отключенных элементов. Практика показала, что отключить одновременно можно не более 5—6 элементов при напряжении батареи в 120 в или 9—10 элементов при напряжении батареи 220 в.

Ремонт каждой такой группы требует значительного времени, в особенности процесс формирования аккумуляторов. Длительность этого процесса не зависит от количества элементов и определяется исключительно режимом

заряда, т. е. током, температурой электролита, а также рядом других условий. Обычно процесс продолжается от 4 до 5 дней и более.

Ремонт батарей по группам вызывает повторение этого процесса столько раз, сколько групп намечено по ремонту. Таким образом, для нормальной батареи на 120 в в 66 элементов при ремонте по группам из сети возможно вырезать только 5—6 элементов, т. е. весь ремонт распадается на 11 групп, следовательно, процесс формирования будет повторяться также 11 раз. Затраты по времени только на одно формирование выразятся в 45—55 дней.

Еще более важным техническим недостатком ремонта батареи по группам является неполноценное состояние батареи на весь период ремонта. Батарея в это время имеет предельное напряжение, так как резервные элементы находятся в отключенном состоянии.

Изложенное указывает на необходимость изыскания новых, более совершенных путей ремонта батарей.

В качестве первых попыток в этом направлении аккумуляторным цехом Мосэнергоремонт треста Союзэнергопринято мероприятие по внедрению временных аккумуляторных установок. В помещении аккумуляторной батареи (или в ближайшем свободном) устанавливается дополнительная группа аккумуляторов в количестве 15—20 элементов. Эта установка выключается последовательно с действующей батареей, за счет чего в ремонт можно вывести не 5—6 элементов, а 20—25, и вся батарея, таким образом, вместо 11 групп ремонтируется в 4—5 групп. Такое положение позволяет иметь батарею все время полноценной и значительно сократить время на ее формирование, а также и на другие процессы ремонта.

Это мероприятие и ряд других организационных мер позволили провести в 1949 г. скоростным методом работы по одному сетевому району, где ремонт пяти батарей при плане в 65 дней фактически выполнен за 40, т. е. на каждой батарее срок ремонта сокращен на 40%.

Несмотря на достигнутые результаты, практику временных установок нельзя отнести к технически совершенным методам, так как сроки ремонтов остаются все же достаточно длительными.

В полной мере разрешение данного вопроса дает устройство передвижной аккумуляторной батареи (предложенное в 1947 г. инж. А. И. Кузнецовым).

В основном идея такого устройства заключается в установке на автомашине стартерного типа аккумуляторов в несколько отдельных групп, которые могут соединяться последовательно или параллельно, в зависимости от требуемого напряжения и емкости. Передвижка оборудуется необходимым зарядным устройством, инструментом и приспособлениями.

Наличие хорошо оборудованной передвижной аккумуляторной батареи позволит согласно подсчетам автора предложения иметь экономию по времени на каждом ремонте в 2—3 раза против имеющихся норм и обеспечивает значительную экономию денежных средств.

Наличие передвижных аккумуляторных батарей позволит также наладить регулярное проведение ревизий и профилактических зарядов действующих аккумуляторных установок. Наконец, такая аккумуляторная установка является серьезным техническим мероприятием, полностью обеспечивающим скоростные методы работы.

Инж. Е. М. Любимова



ХРОНИКА

В Техническом совете при Министре

Технико-экономическое сравнение открытых и закрытых распределительных устройств 110 и 35 кВ при применении новейшего оборудования

До последнего времени распределительные устройства 110 и 35 кВ выполнялись, как правило, открытыми, и только в местностях с сильным загрязнением воздуха сооружались закрытые распределительные устройства.

Сравнительно редкое применение закрытых распределительных устройств объяснялось высокой стоимостью их строительной части, которая при оборудовании баковыми масляными выключателями превышала в 5—6 раз стоимость строительной части открытого распределительного устройства с таким же оборудованием.

Это неблагоприятное для закрытых распределительных устройств соотношение резко изменяется при применении воздушных и малообъемных масляных выключателей — в этом последнем случае стоимость закрытых и открытых распределительных устройств становится практически одинаковой.

Проведенное Теплоэлектропроектом специальное обследование работы распределительных устройств ряда электростанций с точки зрения поведения оборудования, его аварийности вследствие загрязнения изоляции и трудоемкости обслуживания показало, что электрооборудование, установленное на открытых распределительных устройствах 110 и 35 кВ, работает в весьма тяжелых условиях.

Существенным недостатком открытых распределительных устройств является также зависимость их обслуживания от состояния погоды, например, вследствие затруднений при производстве операций с маслом или вскрытием аппаратуры в сырую погоду, опасности производства операций с разъединителями при сильных морозах и пр.

Наряду с многими преимуществами закрытые распределительные устройства имеют и некоторые недостатки, к которым должны быть отнесены: худшая обзорность оборудования, большая трудность локализации аварий, большой объем строительной работ и дополнительные затраты на ремонт здания.

На основании изложенного выше Технический совет при Министре постановил:

1. В тех случаях, когда распределительные устройства 110 кВ проектируются с применением воздушных выключателей, считать целесообразным для всех тепловых электростанций, работающих на пылеугольном топливе или фрезерном торфе, а также на подстанциях, расположенных в районах интенсивного загрязнения воздуха, сооружать распределительные устройства закрытого типа.

2. Выполнять закрытыми распределительные устройства 35-кВ электростанций и пониженных подстанций, работающих в условиях сильно загрязненного воздуха.

В Техническом отделе Министерства

Об изменении конструкции груза в устройствах грузового АПВ для приводов типа КАМ

В ряде энергосистем имели место аварии, вызванные недоключением выключателей приводами КАМ-2 и КАМ-3, которые были снабжены устройством грузового АПВ с грузом, падающим на буфер, установленный на жестко-фиксированном уровне (рис. 1). Причиной аварий оказалось вытягивание троса, на котором подвешен груз, вследствие чего происходило недоключение выключателей при автоматическом повторном включении.

В одном случае недоключение выключателя привело к значительному выгоранию его контактов.

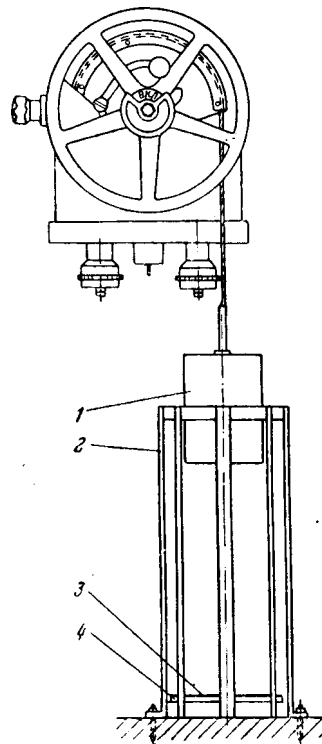


Рис. 1. Привод КАМ с грузом старой конструкции.

1 — груз; 2 — ограждение груза; 3 — металлический лист; 4 — буфер (резина).

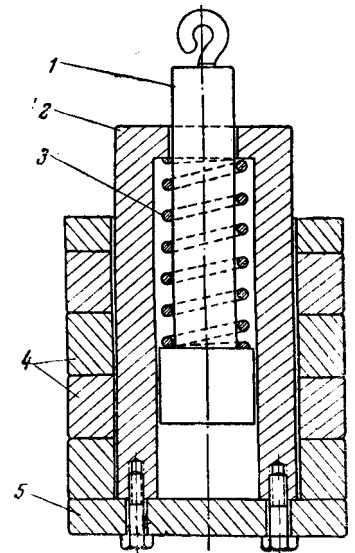


Рис. 2. Груз с встроенным демпфером.

1 — плунжер; 2 — корпус; 3 — пружина; 4 — дополнительные грузы; 5 — основание.

В другом случае имел место отказ привода КАМ-2 в отключении вследствие того, что он находился в недоключенном положении и не мог быть отключен из-за отсутствия в приводе механизма свободного расцепления.

В целях предупреждения подобных аварий Технический отдел Министерства электростанций предлагает (противоаварийный циркуляр № 48 от октября 1949 г.) на всех грузовых АПВ, на которых применен падающий на буфер груз, изменить конструкцию последнего, установив грузы со встроенными пружинными демпферами, как по-

казано на рис. 2. Встроенный демпфер компенсирует удар при включении выключателя падающим грузом, но при этом в своем нижнем положении груз находится на достаточной высоте над полом, вследствие чего возможное удлинение троса из-за вытягивания не влияет на работу привода.

О применении битуминозной массы марки МБ-70 для заливки набельных муфт 3, 6 и 10 кв

Учитывая многолетний опыт Мосэнерго, Технический отдел принял следующее решение (№ 125/Э от 22 октября 1949 г.):

1) допустить применение битуминозной массы МБ-70 для заливки соединительных и концевых муфт (воронки) напряжением 3, 6 и 10 кв;

2) температура разогрева и заливки битуминозной массы МБ-70 должна быть не более 175°С, заливку массы производить в три приема.

В Техническом управлении по строительству и монтажу

Об объеме и содержании проектов организации строительства

Техническим управлением по строительству и монтажу выпущена инструкция по объему и содержанию проектов организации строительства, одобренная Техническим советом при Министре. Эта инструкция обязательна для применения при проектировании и строительстве тепловых электростанций Министерства электростанций СССР.

Проекты организации строительства, разработанные в соответствии с указаниями данной инструкции, должны определять:

а) порядок развертывания строительства и сроки строительства отдельных зданий и сооружений, а также производства отдельных видов работ;

б) необходимые для осуществления строительства кадры рабочих и ИТР, материально-технические ресурсы и временные сооружения;

в) организацию и методы производства основных видов строительного-монтажных работ;

г) организацию строительной площадки.

Разрабатываться проекты организации строительства должны на основе проектных материалов, материалов технических и экономических изысканий и обследований. Принимаемые в них решения должны базироваться на новейших достижениях техники, с учетом реальных условий строительства (наличие производственной базы строительной организации, возможность использования индустриальной базы района, местных строительных материалов и других ресурсов района строительства и пр.).

Проектирование организации строительства должно выполняться с максимальным использованием типовых проектов организации строительства и временных зданий и сооружений.

Инструкцией установлено, что проектные материалы по организации строительства разрабатываются:

а) в проектом задании электростанции — в виде раздела «Основные положения осуществления строительства»;

б) в техническом проекте электростанции — в виде отдельной части «Проект организации строительства»;

в) в процессе осуществления строительства — в виде «Рабочих проектов производства работ» по отдельным объектам и видам работ и по организации строительной площадки.

При наличии утвержденного проектного задания и титула по указанию Министерства разрабатываются также «Соображения по организации первоочередных подготовительных работ».

«Основные положения осуществления строительства» имеют целью установить основные мероприятия, необходимые для выполнения строительства

и пуска электростанций в установленные сроки, и прежде всего: краткую характеристику района и площадки строительства; характеристику имеющихся в районе строительства путей сообщения, энергосетей, сетей и устройств водоснабжения, предприятий строительной индустрии, местных строительных материалов; соображения о возможности использования их для нужд строительства; способы удовлетворения потребности в основных строительных материалах, изделиях и плоуфабрикатах, а также ориентировочный состав и объем временных производственных сооружений, складов и временного жилищного и культурно-бытового строительства.

«Проект организации строительства», разрабатываемый как отдельная часть технического проекта электростанции, имеет целью установить: порядок развертывания строительства; сроки начала и окончания каждого основного объекта и групп второстепенных объектов; организацию строительной площадки; методы производства и механизации основных строительных и монтажных работ, а также потребность в рабочей силе и материально-технических ресурсах и способы ее удовлетворения.

«Проект организации строительства» разрабатывается в составе следующих разделов: а) «Общие вопросы организации строительства»; б) «Организация строительных работ»; в) «Организация монтажа тепломеханического оборудования»; г) «Организация монтажа электротехнического оборудования».

«Проекты производства работ» являются руководящим материалом для непосредственной организации и производства строительного-монтажных работ и разрабатываются в процессе осуществления строительства электростанций. Решения, принимаемые в «Проектах производства работ», разрабатываются на основании утвержденного Министерством «Проекта организации строительства» и должны обеспечивать выполнение строительства каждого объекта или проведения соответствующих работ в установленные сроки.

«Проекты производства работ» разрабатываются: а) по отдельным объектам постоянного строительства; б) по отдельным видам общеплощадочных и специальных работ; в) по отдельным узлам стройгенплана и должны быть закончены не позже чем за 3 мес. до начала строительства соответствующих работ.

«Проекты производства работ по отдельным объектам» электростанции разрабатываются только по основным объектам строительства (главный корпус, шит управления, распределительные устройства, здания и сооружения топливоподачи, технического водоснабжения и гидрозолоудаления, химводоочистка).

«Проекты производства работ по видам работ» составляются на строительные общеплощадочные работы (планировка площадки, дороги рельсовые и безрельсовые, сети пожарно-хозяйственного водопровода, фекальной и ливневой канализации и т. п.) и на тепло-электромонтажные работы.

По отдельным узлам стройгенплана в стадии разработки «Проекта производства работ» выполняется уточнение и доработка стройгенплана площадки строительства на основании рабочих проектов производства работ по отдельным объектам.

«Соображения по организации первоочередных подготовительных работ» имеют целью установить и обосновать перечень и объем первоочередных подготовительных работ; потребность в механизмах, оборудовании, транспортных средствах, материалах и рабочей силе, необходимых для выполнения первоочередных подготовительных работ; количество материалов, подлежащих заготовке в период проведения первоочередных подготовительных работ и необходимых для дальнейшего развертывания строительства, и ведомость временных подсобно-производственных зданий и сооружений, а также жилых, административных и культурно-бытовых зданий и сооружений, подлежащих строительству в составе первоочередных подготовительных работ.

По каждому из приведенных разделов «Проекта организации строительства» в «Инструкции» установлен состав и объем разрабатываемых материалов и формы, в которых эти материалы должны быть приведены. Кроме того, «Инструкцией» установлен следующий порядок составления и утверждения проектной документации по организации строительства:

«Основные положения осуществления строительства», входящие в состав проектного задания электростанции,

разрабатываются организацией, составляющей проектное задание, и утверждаются совместно с последним.

«Проект организации строительства» разрабатывается организацией, составляющей технический проект, согласовывается с главными строительными и монтажными управлениями и утверждается совместно с техническим проектом электростанции.

«Проекты производства работ» по отдельным объектам строительства, а также по отдельным узлам стройгенплана разрабатываются строительной организацией, согласовываются с подрядными монтажными организациями

и утверждаются руководством строительного монтажного треста.

«Проекты производства тепломонтажных и электро-монтажных работ» разрабатываются монтирующими суб-подрядными организациями, согласовываются с генподрядной строительной организацией и утверждаются руководством монтирующей организации.

«Соображения по организации подготовительных работ» составляются проектной организацией, в обязательном порядке согласовываются со строящей организацией и утверждаются инстанцией, утверждающей технический проект электростанции.

Безопасный режим периодических продувок соленых отсеков барабанов котлов

Технический отдел рассмотрел и утвердил циркуляр о периодической продувке соленых отсеков котлов, разработанный ОргрЭС.

В настоящее время на электростанциях Министерства электростанций работает свыше 100 котлов со ступенчатым испарением. На некоторых из них имели место случаи разрывов экранных труб, выделенных в соленые отсеки. Эти разрывы были вызваны снижением уровня в соленых отсеках (до пределов, при которых обрывается питание экранов), которое произошло вследствие длительных (выше допустимого времени) продувок по нижним точкам или по прямому ходу линии непрерывной продувки, имевшему чрезмерное сечение.

С целью предупреждения такого рода неполадок для каждого конкретного случая должен быть выработан режим периодических продувок соленых отсеков как по нижним точкам, так и по прямому ходу непрерывной продувки.

В разработанных ОргрЭС условиях безопасного проведения периодических продувок соленых отсеков рассматривается в качестве примера секционный котел ЛМЗ 150/120 т/час, 34 ат, с относительной мощностью соленого отсека по 7,5% на одну сторону. Для этого котла расчеты показывают следующее.

Расчетный расход воды по перепускной трубе к соленому отсеку $V_{\text{общ}} = 0,0105 \text{ м}^3/\text{сек}$; расход на периодическую продувку $V_{\text{пер.п}} = 0,0155 \text{ м}^3/\text{сек}$; общий расход воды по перепускной трубе при длительной периодической продувке $V_{\text{общ}} + V_{\text{пер.п}} = 0,0105 + 0,0155 = 0,026 \text{ м}^3/\text{сек}$, т. е. более чем в 2 раза превышает нормальный расход.

Обычно поддерживаемая разность уровней между отсеками при постоянном режиме для рассматриваемого случая составляет 30 мм и является результатом сложного взаимодействия напора в перепускной трубе и циркуляционных потоков. При этом обычно истинный перепад давления в трубе значительно больше этой разности. При увеличении же расхода в 2 раза вследствие открытия нижней продувочной точки перепад давления в трубе возрастает в 4 раза и достигнет значительной величины¹. Таким образом, при открытии продувки на длительное время в соленом отсеке устанавливается уровень, не обеспечивающий надежности циркуляции, для которой требуется, чтобы над спускными трубами имелся слой воды не менее 300 мм.

Отсюда следует, что периодические продувки соленых отсеков должны быть строго ограничены по времени. Допустимую длительность продувки можно установить, считая, что количество воды, которое выпускается из водяного объема во время периодической продувки, должно покрываться за счет допустимого с точки зрения циркуляции кратковременного падения уровня в соленом отсеке и за счет некоторого увеличения дебета воды через перепускную трубу соленого отсека, которое произойдет благодаря этому падению уровня.

Подсчет показывает, что в рассматриваемом случае общий располагаемый расход воды на периодическую продувку при произведении ее в течение 1 мин. составит $\sim 565 \text{ кг/мин}$. Таким образом, продувка в течение 1 мин. допустима только в том случае, если минутная пропускная

способность линий продувки не превышает указанной выше величины. В противном случае периодические продувки следует производить еще более кратковременными.

Разумеется, что это допустимое время оставления продувочных линий в полностью открытом состоянии зависит от их диаметра и сопротивления. Так, для линий различных диаметров, имеющих общую длину прямых участков $l = 10 \text{ м}$, с числом поворотов в $90^\circ n = 5$, при начальном давлении 35 ат, давлении в коллекторах, куда вводится продувочная вода, 4 ат, пропускная способность будет следующей:

Диаметр линии, мм	Расход воды, кг/мин
20	150
24	225
32	425
50	1 150

Опасность длительного полного открытия непрерывной продувки, как правило, много меньше, чем нижней точки, так как сопротивление правильно выполненной линии обычно ограничивает расход воды величиной, не превышающей 200—250 кг/мин.

На каждом конкретном котле следует, с одной стороны, экспериментально проверить реальные снижения уровня, получающиеся в соленых отсеках при открывании продувок, и на основании этого устанавливать допустимые длительности продувок. С другой стороны, необходимо принимать следующие меры ограничения реальных пусков уровня: проведения периодических продувок при непрерывном наблюдении за стеклом соленого отсека, запрещение коррекционных спусков воды из соленого отсека (производить их из чистого отсека), а также ограничение мгновенной пропускной способности продувочных линий желательнее до 400—500 кг/мин по нижним точкам и до 150—200 кг/мин по линии непрерывной продувки.

Следует особо рассмотреть период растопки котла. При растопке котла для удаления шлама и разогрева нижних коллекторов необходимо также продувать и соленый отсек. В этом случае продувку соленого отсека разрешается производить при паровом разогреве без ограничения числа и степени открытия вентилей продувочных точек, а после перехода на огневой разогрев — с ограничением числа одновременно работающих на соленом отсеке продувочных точек с последующим переходом на одну точку (при наличии нескольких точек открывать их по очереди). Для каждого котла следует установить предельное давление, по достижении которого расход воды окажется настолько большим, что станет необходимым ограничение продувки соленого отсека и по времени.

Выводы

Для предупреждения аварий с поверхностями нагрева соленых отсеков, возникающих вследствие снижения уровня, рекомендуется для каждого конкретного котла:

1) устанавливать наименьший уровень в барабане (в зоне соленого отсека), при котором можно производить периодическую продувку (обычно уровень на оси барабана);

2) устанавливать путем непосредственного наблюдения по водомерному стеклу допустимую по снижению

¹ В рассматриваемом случае ОргрЭС оценивает величину перепада давления в перепускной трубе в 600 мм вод. ст.

уровня в соленом отсеке длительность оставления продувочных вентилях полностью открытыми;

3) устанавливать наименьший уровень в соленом отсеке, при котором периодическую продувку следует прекращать (обычно 200—250 мм ниже оси барабана);

4) до уточнения (наблюдением) допустимой длительности продувки запретить оставление нижних продувочных точек соленых отсеков полностью открытыми более 1 мин. при диаметре продувочных линий $\frac{3}{4}$ " для соленых отсеков, не оборудованных водоуказательными стеклами, установить допустимую длительность открытия продувки полным сечением 0,5 мин *;

5) периодическую продувку соленых отсеков, оборудованных водоуказательными стеклами, проводить обязательно с предупреждением водосмотра и при его непрерывном наблюдении за стеклом во время продувки;

6) врьедь до окончательного установления безопасной длительности продувок запретить лицу (кожегару), ведущему периодическую продувку соленого отсека, а также лицу (водосмотру), наблюдающему в тот момент за уровнем в соленом отсеке, отходить от продувочной точки и соответственно от водоуказательной колонки до полного окончания операции;

7) запретить использование во время работы котла нижних точек соленых отсеков для выпуска излишней воды из котла (ликвидация перепитки), а также усиленной коррекционной продувки в случае появления бросков

* Если продолжительность периодической продувки через точку должна быть более 0,5 мин., то ее следует производить в 2 приема не более 0,5 мин. каждый, с восстановлением уровня перед второй продувкой.

(резких ухудшений качества пара); в этих случаях следует ликвидировать неполадку открытием нижних точек чистого отсека, что к тому же гораздо эффективнее;

8) продувку соленого отсека во время расстройки вести не более, чем по одной нижней точке, т. е. при наличии нескольких продувочных точек в соленом отсеке открывать их поочередно; при включении котла под нагрузку переходить на работу с непрерывной продувкой и кратковременным открытием нижних точек, придерживаясь при этом указаний пп. 1—7;

9) на основе непосредственного измерения выходов продувочной воды принять меры по искусственному ограничению пропускной способности продувочных линий соленых отсеков, для чего нужно:

а) ограничить возможный расход воды через линии непрерывной продувки действительно необходимым, с последующей организацией измерений этих расходов по тарировочным бакам или по заполнению расширителей; предварительно рекомендуется ставить на этих линиях, недалеко от выхода из барабана котла ограничительную шайбу диаметром 15 мм;

б) при большой пропускной способности линии непрерывной продувки устанавливать водозабор в соленом отсеке барабана с самоотключением при чрезмерном снижении уровня, для чего горизонтальная верхняя кромка воронки должна лежать лишь на 50 мм ниже принятого наименьшего допустимого уровня (см. п. 2);

10) держать в исправном состоянии водоуказательные стекла соленых отсеков, а там, где таковые отсутствуют, установить их в период капитальных ремонтов котлов в 1950 г.

Петр Сергеевич Жданов

Советская энергетика и советская высшая техническая школа понесли тяжелую утрату. 30 декабря 1949 г. скончался в полном расцвете своего таланта крупный ученый, лауреат Сталинской премии, доктор технических наук, заведующий кафедрой Московского энергетического института им. В. М. Молотова, профессор Петр Сергеевич Жданов.

П. С. Жданов родился в 1903 г. в Москве. С 1927 г. в течение 15 лет Петр Сергеевич вел научную работу во Всесоюзном электротехническом институте — сначала в качестве техника, затем инженера, старшего научного сотрудника и профессора. С 1941 по 1945 г. П. С. Жданов работал начальником сектора Научно-исследовательского института НКЭП, руководя ответственными экспериментальными работами оборонного значения.

Наряду с научно-исследовательской работой протекала и педагогическая работа Петра Сергеевича, которую он начал в 1933 г. в МЭИ, будучи сначала ассистентом, затем, с 1935 г., доцентом и с 1941 г. профессором.

Петр Сергеевич являлся одним из создателей современного учения об электрических системах. Книга по теории устойчивости электрических систем, написанная им совместно с С. А. Лебедевым еще в 1933 г., была первой не только в советской, но и в мировой литературе.

В последнее время П. С. Жданов много внимания уделял проблеме передачи электроэнергии сверхвысоким напряжением, руководя научно-исследовательскими работами по этому вопросу и являясь неизменно экспертом и докладчиком по нему в ученых советах научных институтов и в правительственных органах. Под руководством Петра Сергеевича разрабатывался ряд разделов первого проекта (1939 г.) такой передачи и при его консультации шла разработка проектов аналогичных передач в последующем.

Кроме работы в МЭИ, П. С. Жданов вел большую научно-техническую и общественную работу. Он являлся заместителем председателя экспертной комиссии Министерства высшего образования, членом Технического совета при Министре электростанций, членом ученого совета Энергетического института Академии наук СССР, членом ученого совета ЦНИЭЛ МЭС, был делегатом СССР на международной конференции по электрическим системам. Кроме того, Петр Сергеевич являлся консультантом Госплана СССР, членом правительственной комиссии по приемке Московского метрополитена, комиссии в ЦК ВКП(б) по энергосистемам, а также ряда других комиссий.

Петр Сергеевич вел большую общественную работу, будучи членом правления ВНИТО энергетике, а с 1917 г. являлся депутатом Первомайского районного совета г. Москвы.

Глубокая эрудиция П. С. Жданова во всех вопросах, касающихся электротехники и особенно области электрических систем, создала ему огромный авторитет и широкую известность в кругах электротехников нашего Союза, — от практических работников энергосистем до сотрудников высших научных учреждений страны.

Личные качества Петра Сергеевича — его исключительная скромность, принципиальность и объективность и та свойственная ему тщательность, с которой он подходил к любому вопросу, были общезвестны. Много раз при его участии решались спорные злободневные научно-технические и научно-общественные вопросы.

Советские энергетика сохраняют память о Петре Сергеевиче Жданове, как о чутком и отзывчивом товарище, общественном деятеле, воспитателе молодежи, крупном научном работнике, одном из создателей современного учения об электрических системах.

Группа товарищей



ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Работа котлов высокого давления Бенсона на германских электростанциях

У первых котлов Бенсона через короткое время после начала их эксплуатации возникали неполадки в элементах радиационной части, которые в одних случаях выражались в виде выгиба труб, в других — в виде разрывов параллельно включенных элементов. Было установлено, что поток воды в этих трубах был неустойчив.

Количество неполадок уменьшилось после увеличения минимальной нагрузки, перехода на растопку котла под рабочим давлением и увеличения продолжительности пуска с 30 до 45 мин.

На некоторых станциях хорошие результаты были получены путем установки дроссельных шайб в подводящие опускные трубы повреждаемых элементов с целью получения более устойчивой гидравлической характеристики труб. Поперечное сечение труб дросселировалось до 84%, дополнительная потеря давления составляла при этом около 2—4 ат. На ряде других станций аварии были ликвидированы путем повышения скорости, что достигалось последовательным включением элементов, которые до этого работали параллельно. Последнее повысило гидравлическое сопротивление котла с 25 до 40 ат.

В последних котлах Бенсона неустойчивость надежно устраняется путем последовательного включения поврежденных элементов при условии, если расход воды при пуске котла составляет не менее 30%, а минимальная нагрузка котла, по возможности, не менее 40% от максимально длительной нагрузки.

Благодаря хорошим схемам подвода и отвода пара к коллекторам повреждений перегревателей труб не происходит (средние скорости пара в перегревателях 16 м/сек).

У первых котлов Бенсона, переходная зона которых располагалась частично в топочном пространстве, разрывы труб возникали так часто, что работа котла становилась практически невозможной. Переносом переходной зоны в область низких температур дымовых газов и регулярной промывкой разрывы труб были ликвидированы.

Регулирование температуры перегретого пара в первых установках котлов Бенсона представляло большие затруднения.

Некоторое улучшение внесло применение «вспомогательной (шунтовой) поверхности нагрева», выполняемой в виде петли из трубы диаметром 10/16 мм. Опыт показал, что шунт невозможно расположить в потоке дымовых газов так, чтобы воспринимаемое им тепло было точно пропорционально теплу, воспринимаемому всей поверхностью нагрева котла. Поэтому от применения шунта в качестве импульса для регулирования на последних котлах отказались. Однако, в эксплуатации им все же пользуются для ориентировочного определения правильности соотношения между количествами воды и топлива.

Вопрос регулирования перегрева был разрешен путем применения впрыска конденсата, регулирование подачи которого производится в зависимости от изменения температуры перегретого пара.

К регулированию предъявляется требование поддерживать постоянную температуру пара в установившемся состоянии с точностью 3—5°С, а при колебаниях паропроизводительности — с точностью 10—15°С.

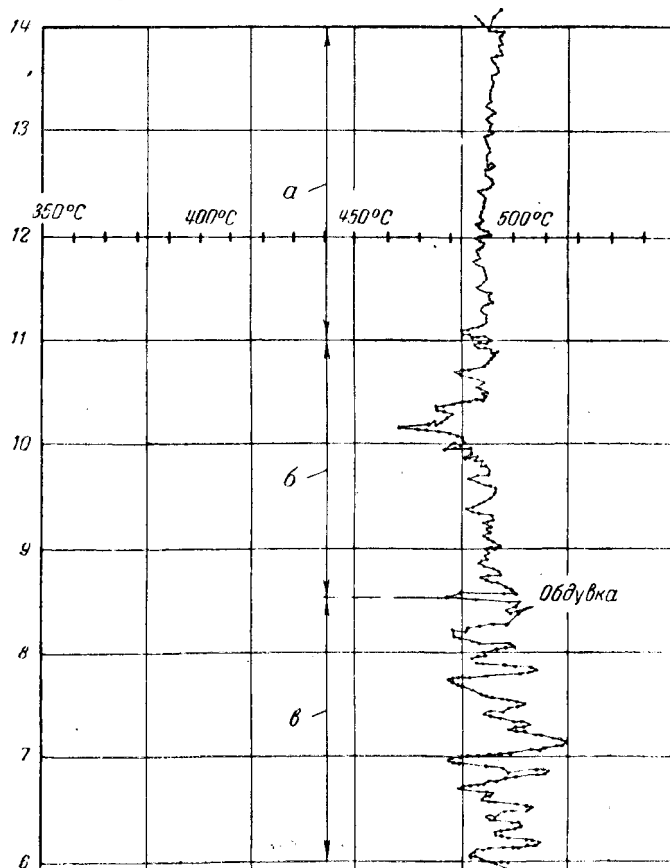
При регулировании впрыском конденсата эта задача успешно разрешается. На рисунке приведены сравнитель-

ные диаграммы колебаний температур перегретого пара при различных способах ее регулирования: от руки, с помощью импульса от шунтовой поверхности и путем впрыска, действующего от импульса за перегревателем. Диаграмма наглядно показывает преимущество последнего способа регулирования.

Стационарные котлы Бенсона оборудовались почти исключительно автоматикой Сименс и Гальске. Достигнуть эксплуатационно надежной работы автоматического регулирования котла полностью еще не удалось.

Котлы Бенсона являются более чувствительными в отношении коррозии, чем котлы других типов.

Участками, подверженными коррозии на электростанции Биттерфельд, являются: переходная зона непосредственно перед сепаратором, особенно на изгибах труб, и прямые участки труб перегревателя непосредственно после сепаратора. Последнее указывает, в частности, на неудовлетворительную работу сепаратора. Влага, попадающая внезапно на первые участки труб перегревателя, производит резкое охлаждение его труб. Это приводит к отскакиванию защитной пленки труб, обнажению металла и последующей их коррозии. Характер коррозии перегревателя аналогичен тому, который имеет место на последних участках переходной зоны. Повреждения начали обнаружи-



Температуры перегретого пара при различных способах регулирования.

а — от импульса за перегревателем; б — с помощью импульса от шунта; в — от руки.

ваться через 30 тыс. час. работы и участиться после 40 тыс. час.

Количество неполадок из-за коррозии у котлов Бенсона, находящихся в эксплуатации до 40 тыс. час., достигает до 60 на котел. Часто отложения имели окраску красной ржавчины или краснокоричневый цвет. Повреждениям подвергались также последние элементы радиационной зоны.

Материалы о повреждениях указывают на то, что склонность к коррозии особенно сильна в тех местах, где вода отделяется от нагреваемой стенки (за изгибами труб и за местами сварки труб), но она возникает также и в других местах.

Интенсивность коррозии в отдельных пучках труб неодинаковая. Были случаи, когда отдельные трубы в радиационной части сильно корродированы, в то время как в соседних трубах того же пучка и на той же высоте толки коррозии не было обнаружено.

Продукты коррозии содержали: $75,4 \div 99,7\%$ Fe_2O_3 ; $18,1-24,6\%$ Fe_2O_3 ; $0,3-23,7\%$ FeO ; если считать $Fe_2O_4 + Fe_2O_3 + FeO = 100\%$. Кроме того, почти всегда в продуктах коррозии обнаруживалось содержание окиси меди. Несмотря на подробное исследование возможных причин неполадок вопрос о мерах для надежного устранения коррозии в котлах Бенсона разрешить не удалось.

Вероятными причинами возникновения коррозии считают:

1. Высокую температуру стенок труб, приводящую к диссоциации воды с последующим окислением стали кислородом. Факторами, способствующими диссоциации, являются: расслоение потока и отложение в трубах солей или соединений кислорода с железом.

2. Отскакивание защитного слоя от внутренней стенки трубы, состоявшего из соединений кислорода с железом, при внезапных изменениях температуры. В таких случаях стенка трубы теряет свой защитный слой и чистая сталь, сильно подверженная коррозии, приходит в соприкосновение с водой или со смесью пара и воды.

3. Содержание в воде O_2 и CO_2 . Кислород может отлагаться на стенках труб из питательной воды или из соединений меди.

Для ослабления коррозии и достижения более продолжительной службы труб без повреждений рекомендуются следующие мероприятия:

а. Недопущение догорания в переходной зоне.

б. Кислотная промывка труб для удаления слишком толстого слоя окислов, затрудняющих охлаждение труб. Слои окислов являются естественной защитой от коррозии; поэтому в эксплуатации рекомендуется установить оптимальный срок, после которого целесообразно производить кислотную промывку. Предполагается, что такие промывки надо делать через 8—10 тыс. рабочих часов. Образование окислов происходит не только под влиянием окисей железа. Согласно имеющимся анализам большую роль в этом играют также медь и ее окись, попадающие в конденсат от воздействия аммиака на латунные трубы конденсаторов (см. ниже). Считается вероятным, что в большинстве случаев будет достаточно кислотной промывки, так как медь встречается в виде окиси или закиси, которые легко растворяются в кислотах. В отдельных случаях допускается травление аммиаком. Для удаления из котла шлама, образующегося при кислотной промывке, необходима последующая промывка всей системы труб водой.

в. Регулярная промывка котла для удаления отложений солей.

г. Выделение меди, растворенной в питательной воде, посредством поглощения связанного с ней кислорода гидразином (N_2H_4).

д. Возможно меньшее содержание солей в питательной воде. Считается совершенно нецелесообразным прибавлять соли к питательной воде в целях повышения значения pH (фосфатирование) или удаление остатков кислорода (сульфитирование); указанные соли лишь увеличивают соленосодержание воды и занос турбин солями.

е. Полная дегазация питательной воды. Так как следы кислорода нормальным исследованием установить трудно, рекомендуется проба Лаверкузена, при которой чисто обработанные стальные полосы или цилиндры помещаются в воду, исследуемую на содержание следов кислорода, с последующими наблюдениями за изменением их внешнего вида.

Данные электростанций о содержании соли в перегретом паре котлов Бенсона различны. На электростанции

Лейпциг Норд содержание солей в паре составляло 2,0—максимально 4,0 мг/л, на электростанции в Карнале — 1,4 мг/л, на электростанции Родназета (котел с сепаратором) — 3,5 мг/л.

На электростанции Ватешштедт, имеющей 6 барабанных котлов и 6 котлов Бенсона, турбины, питаемые паром из барабанных котлов, отложений солей не имеют; турбины же, питаемые паром из котлов Бенсона, сильно заносятся солями.

Самое продолжительное время, достигнутое в настоящее время между промывками, составляет 3 тыс. рабочих часов. Несмотря на это, никаких повреждений у котла в переходной его части или в других местах из-за сильного отложения солей не наблюдалось.

Нормально пуск котла занимает около 20—45 мин. На электростанции в Тифштате, где котлы по условиям режима приходится ежедневно пускать в ход после десятичасовой остановки, пуск занимал только 5—7 мин. Последнее, по сообщению станции, возможно потому, что температура питательной воды составляет 160—170° С. Количество питательной воды при пуске составляет не меньше $\frac{1}{3}$ максимально длительной нагрузки котла; толка форсируется при этом соответственно 50% максимальной нагрузки котла, т. е. сильнее, чем это соответствует количеству подаваемой питательной воды. С увеличением давления постепенно увеличивается открытиепускного клапана, чтобы в процессе растопки приблизительно выдерживать нормальное рабочее давление. Так называемый «пуск в ход без давления», при котором пусковой клапан с самого начала полностью открывают, считается неправильным, так как приводит к возникновению неустойчивости потока.

Во время пуска следят за тем, чтобы количество воды оставалось приблизительно постоянным и не уменьшалось при возрастании давления, а также за температурой в конце радиационной части, в конце переходной части и за перегревателем. Она должна достигнуть температуры насыщенного пара приблизительно в одно и то же время. Если в этот момент температура в конце радиационной части слишком высока, то огонь в топке уменьшают. При правильном пуске, с этого момента температура за перегревателем медленно поднимается; в конце же переходной части должен получаться даже незначительный перегрев. Воду во время растопки направляют в градирню. Обор воды особыми устройствами считается нецелесообразным.

Согласно статистическим данным производство котлов Бенсона в Германии непрерывно сокращается.

Инж. Н. М. Владимиров

Реконструкция топливного тракта на основе моделирования

Задержка угля и образование сводов в топливных рукавах зависят непосредственно от содержания влаги, степени спрессованности топлива и коэффициента равномерности. По данным опытов, «полностью спрессованный» уголь (полученный для эксперимента вибрационным путем до полного прекращения изменения его объема) имеет угол естественного откоса 90° уже при 3,6% влажности. Таким образом, при этой и более высокой влажности спрессованный уголь будет задерживаться в бункерах и суживающихся рукавах. При влажности свыше 13% спрессованный уголь имеет тенденцию к выпиранию стенок, т. е. угол естественного откоса в данном случае превышает 90°. При содержании влаги более 3% предпочтительно иметь угол наклона рукавов топливного тракта 75° и более.

Преимущества рукавов круглого сечения по сравнению с рукавами прямоугольного сечения являются признанными. Вместе с тем были поставлены опыты для определения эффективности применения угольных рукавов в виде расширяющихся труб. Труба длиной 2,75 м с постоянным внутренним диаметром 75 мм и труба той же длины, но расширяющаяся, с диаметрами 75 и 110 мм по концам, были установлены под углом 60°, заполнялись углем до верха и уголь удалялся снизу при помощи вращающегося диска. В цилиндрической трубе застревание имело место при 7% влажности, в то время как в расширяющейся трубе застревание не наблюдалось вплоть до верхнего предела влажности, имевшего место в опытах (16%).

В процессе опытов было установлено, что даже небольшие препятствия на поверхности трубы оказывают большое влияние на движение топлива. Отсюда следует, что небольшой выступ во фланцевом соединении может служить причиной задержки топлива.

Экспериментом установлено, что вертикальная нагрузка от веса угля на нижнюю часть рукава приблизительно равна весу столба угля высотой, равной диаметру рукава. Для опытов была использована вертикальная труба длиной 915 мм и диаметром 75 мм. Полученные кривые дают довольно равномерное увеличение нагрузки при увеличении столба угля до высоты, равной диаметру, после чего кривые располагаются весьма полого, показывая небольшое увеличение нагрузки при дальнейшем увеличении столба угля. По мере увеличения влагосодержания каждая последующая кривая дает меньшие значения нагрузок. Минимальные значения достигаются при 8% влажности, после чего они начинают расти. При относительно сухом угле около 80% веса воспринимается статическим трением стенок. Уголь, заключенный в рукаве, оказывает давление на боковые стенки, пока угол наклона стенок к горизонтали больше, чем угол естественного откоса угля.

Проведенные аналогичные эксперименты с расширяющимися трубами показывают, что в то время как нагрузка на нижнюю часть больше, чем для цилиндра, значительная часть нагрузки еще воспринимается трением стенок, и общий характер кривых остается тем же.

Улучшение конфигурации топливного тракта проводится в следующих направлениях:

1. Устранение внезапных сужений и резких изменений направления движения.
2. Применение минимальных углов при сходящихся линиях потока.
3. Применение максимально возможных углов наклона к горизонту по всему тракту.
4. Обеспечение минимального сужения в воронках.
5. Предпочтительное использование круглых поперечных сечений по сравнению с квадратными и прямоугольными.

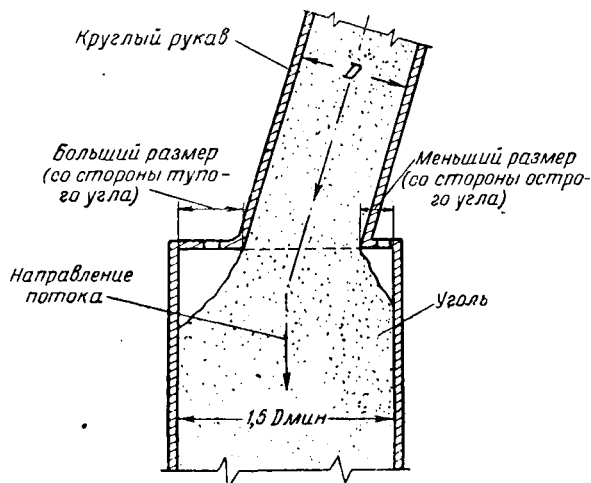


Рис. 1.

Внезапное изменение направления потока может быть осуществлено при помощи конструктивного приема, изображенного на рис. 1 и заключающегося в резком разрыве непрерывности проходного сечения. Эта конструкция позволяет углю, выходящему из рукава или воронки, рассыпаться во все стороны, что уменьшает явление прессыования угля.

На рис. 2 показан угольный тракт от бункеров до мельниц станции Riverside (США) после того, как он был переделан в соответствии с экспериментальными данными, полученными в результате моделирования. Этот тракт находится в эксплуатации около двух лет. При этом оказалось, что некоторые явления, замеченные еще при моделировании, но не вызывавшие больших опасений, начали сильно отражаться на эксплуатации тракта. Например, в воронке ниже уровня пола котельной на отметке 9,6 м

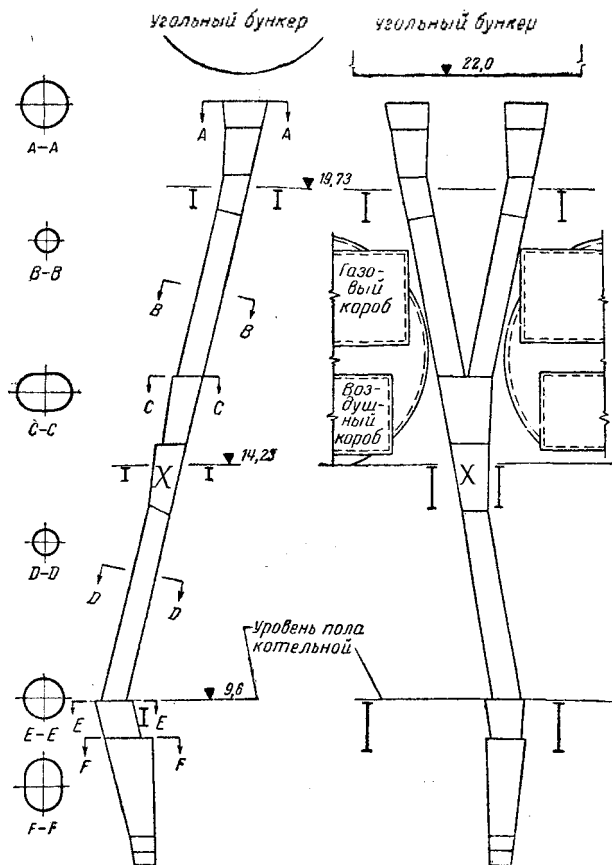


Рис. 2.

на модели уголь имел тенденцию осыпаться несколько быстрее вдоль вертикальной стенки, чем вдоль наклонной. В стационарной установке эта тенденция усилилась и вызвала быстрое сыпание угля вдоль вертикальной стенки, с последующим обвалом массы угля с противоположной стороны воронки. Этот обвал иногда вызывал прессыование угля с забиванием выхода к питателю мельницы.

Критической точкой тракта, где застревание при увеличении влажности происходит в первую очередь, является суживающийся рукав, отмеченный буквой X. Так как это место находится не на уровне пола котельной, то между моментом застревания топлива и моментом устранения задержки проходит некоторое время. Благодаря плавной конфигурации тракта и отсутствию мертвых точек после устранения задержки уголь начинал двигаться с значительной скоростью и иногда имело место прессыование перед питателем или переполнение мельницы.

Для изображенной на рис. 2 экспериментальной установки суживающиеся рукава тракта были выполнены покрытыми нержавеющей сталью толщиной 20% от толщины стенки, а цилиндрические рукава были изготовлены из углеродистой стали. Применение нержавеющей стали имело целью уменьшить износ от коррозии и эрозии в местах, где происходит прессыование угля. После двух лет эксплуатации эти рукава имеют незначительный износ, между тем как трубы из углеродистой стали показали быстрый износ от коррозии и эрозии в тех местах, где имели место относительно высокие скорости угля. (Eng. a. Boiler Hause Review, VI, 1948).

Обраб. инж. В. Ф. Шулецов

ОТ РЕДАКЦИИ

Советские энергетики справились с затруднениями в топливном тракте, указанными в реферируемой статье, более дешевыми и простыми средствами, отнюдь не прибегая к применению нержавеющей стали.



О тематике журнала „Электрические станции“ на 1950 г.

Текущий 1950 г. является завершающим годом послевоенной сталинской пятилетки. От энергетиков потребуются напряжения всех сил, особая слаженность в работе, чтобы выполнить и перевыполнить план 1950 г. и создать необходимые условия для намечаемого в дальнейшем еще более быстрого развития энергетического хозяйства страны.

Это предъявляет к нашему журналу повышенные требования и в первую очередь необходимость более широкого освещения общих вопросов энергетического хозяйства и особенно в области экономики и организации производства.

Освещение вопросов снижения себестоимости энергии, снижения стоимости строительства, увеличения сверхплановых накоплений и оборачиваемости оборотных средств, вопросов организации труда, широкого внедрения прогрессивных норм и уменьшения удельной численности персонала, а также вопросов подготовки инженерно-технического персонала, опыта работы новаторов в области энергетики должно получить большее отражение в журнале, чем это было в прошлые годы.

Повышение культуры эксплуатации на основе опыта лучших электростанций и сетей, улучшение технико-экономических показателей работы тепловых и электрических установок, борьба с потерями во всех звеньях энергетического хозяйства, повышение надежности энергоснабжения являются решающими условиями успешного развития электрификации нашей страны. Журнал ставит себе цель не только дать общее освещение этих вопросов, но и связать с ними конкретное содержание помещаемых статей в области эксплуатации.

На страницах журнала будут освещаться основные задачи скоростного ремонта оборудования станций и сетей и работу центральных ремонтных заводов и мастерских.

Редакция будет расширять организованный в последние годы раздел проектирования, строительства и монтажа электростанций. Наиболее важными вопросами здесь являются: организация и практика скоростного строительства, механизация строительных и монтажных работ, рациональная их технология.

Значительное место в журнале будут занимать вопросы эксплуатации станций и сетей. Здесь большое внимание должно быть уделено противоаварийным мероприятиям, а также мероприятиям по рационализации и борьбе с травматизмом.

Основное место будет уделено вопросам развития и внедрения новой техники. В тепловой части будет продолжаться освещение работ по применению высоких параметров пара и улучшению эксплуатации всех видов оборудования высокого давления, механизации топливных складов, совершенствованию систем топливоприготовления, улучшению сжигания местных топлив, работы топок с жидким шлакоудалением, повышению экономичности тяго-дутьевых устройств, внедрению механизированного золоудаления, золоулавливания, а также очистке дымовых газов от окислов серы.

В отношении турбинных установок редакция сосредоточит внимание на вопросах надежной эксплуатации различных систем турбин высокого давления и повышения их экономичности, в частности повышения надежности работы лопаточного аппарата, на правильном ведении режимов регенерации и охлаждения.

Большое место в журнале займут материалы по автоматизации тепловых процессов; автоматическое регулирование работы основного оборудования и механизмов собственных нужд, дистанционное управление регулируемыми и запорными органами, опыт наладки тепловой автоматики, задачи и опыт комплексной автоматизации котельных цехов электростанций.

Будут освещаться также результаты применения новых методов водоподготовки, ведение водного режима котлов

высокого давления, опыт работы Н-катионитовых установок, опыт химической обработки циркуляционной воды, борьбы с коррозией металла. Редакция ставит себе задачу — развить пропаганду наиболее передовых и эффективных решений в этой области.

Найдут отражение также вопросы теплофикации, в частности, опыт эксплуатации тепловых сетей, особенно — тепловой изоляции.

В электрической части редакция попрежнему будет уделять большое внимание системным вопросам. Сюда входят вопросы рационального развития систем, режимы их в нормальных и аварийных условиях, в особенности мероприятия по повышению статической и динамической устойчивости, борьба с потерями электрической энергии и повышению коэффициента мощности во всех элементах системы, вопросы автоматизации систем и внедрения в них телеуправления, совершенствования всех видов связи, а также проблема уровня изоляции электрических систем и защита их от перенапряжений.

Редакция предполагает продолжить обсуждение рациональной конструкции распределительных устройств и выбор для них схем электрических соединений. Внимание читателя будет привлекаться к применению новых типов оборудования, особенностям его эксплуатации, опыту эксплуатации генераторов, трансформаторов и выключателей. Одной из ведущих тем останутся профилактические испытания изоляции оборудования, машин и стационарных кабелей.

Редакция считает нужным привлечь материал по наиболее острым вопросам в области: развития и эксплуатации электрических сетей как кабельных, так и воздушных, регулирования напряжений, новых схем коммутации, новых видов эксплуатационных работ, в частности, развития ремонта на неотключенных линиях, пофазного ремонта и т. д.

В области релейной защиты и автоматики будут освещены вопросы обмена опытом эксплуатации, усовершенствования схем, автоматического повторного включения, высокочастотной защиты, новые решения с минимальным количеством реле, решения по бесконтактным схемам, по улучшению защиты при замыканиях на землю и аналогичные вопросы.

Наряду с тепловыми станциями будут освещаться вопросы эксплуатации гидростанций, опыт эксплуатации гидроэнергетического оборудования, вопросы использования гидроэнергии в системе и опыт автоматизации гидростанций.

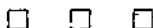
Редакция приложит все усилия, чтобы сделать еще более полными, содержательными и полезными разделы журнала, посвященные обмену строительным, монтажным и эксплуатационным опытом.

В отделе хроники будут даваться информации о важнейших решениях Министерства, освещаться содержание противоаварийных и эксплуатационных циркуляров, типовых инструкций и руководящих указаний, а также результаты работ научно-исследовательских и наладочных организаций Министерства. Здесь же будут помещаться сообщения о технических совещаниях и конференциях по важнейшим вопросам.

Редакция предполагает широко освещать заграничный опыт в области энергетики с критической его оценкой и помещать библиографию и критику советских книг и журналов.

Редакционная коллегия журнала обращается с просьбой к читателям принять активное участие в работе журнала, сосредоточив свое внимание на указанных выше вопросах с тем, чтобы помочь журналу мобилизовать энергетиков на выполнение задач, поставленных Партией и Правительством в деле строительства и эксплуатации электростанций и сетей.

Редакция



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*. В виде 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 photographиями 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. Фото направлять в двух экземплярах.

В тексте статьи обязательно делать ссылки на рисунки, причем обозначения в тексте должны строго соответствовать обозначениям на рисунках.

Каждый чертеж или photographия должны иметь порядковый номер, соответствующий его номеру в тексте, и подпись.

Чертежи и фото в текст 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, I этаж, помещ. 164, редакция журнала «Электрические станции».

Цена 8 руб.

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СОЮЗА ССР
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

Москва, Шлюзовая набережная, 10

НА
1950
ГОД

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА
1950
ГОД

НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЖУРНАЛЫ:

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

Орган Академии наук СССР, МЭС СССР и МЭП СССР
Основан в 1880 г. 12 номеров в год

Подписная цена: на год 96 руб.
на 6 мес. 48 „
на 3 „ 24 „

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН НА ИНЖЕНЕРОВ И НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ, ВЕДУЩИХ РАБОТУ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

„ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ“

Орган МЭС СССР
Год издания 21-й 12 номеров в год
Подписная цена на год 96 руб.
на 6 мес. 48 „

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН НА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ПРОЕКТНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ МИНИСТЕРСТВА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, А ТАКЖЕ НА ЭНЕРГЕТИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ДРУГИХ МИНИСТЕРСТВ

„ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО“

Пропагандистский и экономический журнал МЭС СССР

Год издания 19-й 12 номеров в год
Подписная цена на год 48 руб.

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН НА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЕРСОНАЛ, РАБОТАЮЩИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬСТВАХ, В ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТИТУТАХ, И НА СТУДЕНТОВ ВТУЗОВ

„ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА“

Орган Госинспекция по промэнергетике и энергонадзору при МЭС СССР

Год издания 7-й 12 номеров в год
Подписная цена: на год 48 руб.
на 6 мес. 24 „
на 3 „ 12 „

ЖУРНАЛ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ И ТЕХНИКОВ, РАБОТАЮЩИХ В ОТДЕЛАХ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА, ГЛАВНОГО МЕХАНИКА, В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХАХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

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

„ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ“

Орган МЭС СССР
Год издания 27-й 12 номеров в год
Подписная цена: на год 48 руб.
на 6 мес. 24 „

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН НА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

„ЗА ЭКОНОМИЮ ТОПЛИВА“

Орган Государственной инспекция Госснаба СССР
Год издания 7-й 12 номеров в год
Подписная цена: на год 96 руб.
на 6 мес. 48 „

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН НА РУКОВОДЯЩИХ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЕМ, ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ И НАЛАДКОЙ ТЕПЛОСИЛОВОГО ХОЗЯЙСТВА ВСЕХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ