

ЭЭ Лектрические станции

10



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

1954

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

10

ОКТАБРЬ

1954

Орган Министерства электростанций СССР

25-й ГОД ИЗДАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Передовая—За дальнейшее наращивание темпов и снижение стоимости строительства	3
Г. Д. Дзюба и Б. Н. Ухин — Эксплуатация секционных котлов ЛМЗ-200 с выносными циклонами	7
В. А. Локшин — Тепловая работа ширмовых пароперегревателей высокого давления	11
З. И. Меерсон — Рабочая емкость поглощения товарного Н-сульфоугля	16
Ф. Г. Логунов — Монтаж электрофильтров крупными блоками	21
А. И. Гринберг, А. Ф. Кузькоков и В. Н. Скоморохов — Компоновка электротехнических устройств в главном корпусе электростанции малой и средней мощности	25
В. М. Берловский, В. В. Гиршберг и В. В. Ходнев — Автоматическое управление и защита синхронных компрессоров	29
Г. М. Каялов — Распределительные устройства 6—10 кв для подстанций в двухэтажной компоновке	32
Е. А. Каминский — Согласование параметров последовательно включенных аппаратов	36
Т. П. Мусатов — О размещении линейных и монтажных пунктов на линиях электропередачи	39

ДИСКУССИЯ

Об испытании изоляции бетонных реакторов

Г. Б. Израелит и М. Г. Лойцянская	41
М. В. Хомяков	45
М. А. Баркан	46
А. П. Карамзин	46
Г. И. Лысаковский	47
М. Н. Володин	47

ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Г. А. Лазарев — Применение асбоцемента для стыков чугунных водопроводных труб	48
Б. Н. Каспарян — Применение инвентарной металлической опалубки для сооружения железобетонных емкостей	48
М. С. Гольберг — О соединении и оконцевании кабелей и проводов с алюминиевыми жилами	50

ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

Б. Н. Козлов — Уменьшение пыления на тракте топливоподачи	51
В. И. Гладушко — Химически стойкие покрытия	51
А. И. Антонов и В. Н. Карпинский — Загорание деревянных пробок в трубках конденсатора турбины	52
В. Н. Копытов, Л. М. Малов и А. Г. Шевченко — Ремонт контактных колец генераторов	52
В. Е. Яночкин — Испытание изоляции обмоток синхронных генераторов	53
К. Н. Осколков — Прибор для проверки исправности указателей высокого напряжения	54
В. И. Гарбер — Эксплуатация чувствительной токовой защиты от замыканий на землю линий подстанций торфодобычи	55

ОТКЛИКИ И ПИСЬМА

Х. А. Рыбак — На статью инж. И. Д. Лопушняка „Защита от замыканий на землю генератора с глухозаземленной нейтралью“	56
Л. А. Чернова — На статью А. А. Кот, С. А. Коновалова и И. Н. Розенгауз „О производительности соленых отсеков котлов со ступенчатым испарением“	56

ХРОНИКА

В Техническом управлении Министерства	
О сварке труб водяных экономайзеров котлов высокого давления при монтаже и ремонте	57
Об эксплуатации солемеров на котлах среднего и высокого давления	59
Совещание по новой технике и организации тепломонтажных работ	59

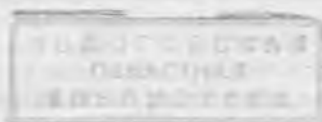
ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

В. Б. Пакшвер — Электростанция с параметрами пара 165 ата, 593° С	61
---	----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Б. И. Батов и В. И. Ганштак — Рецензия на книгу М. Н. Ласкина „Хозяйственный расчет на тепловых электрических станциях“	63
Новые книги по энергетике	64

□ □ □



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. М. Бондарев, П. Н. Владимиров, П. Г. Грудинский, К. Д. Лавренко, С. И. Молоканов,
С. Г. Мхитарян, А. М. Некрасов, Б. М. Соколов, И. А. Сыромятников, С. Ц. Фаерман, Д. Г. Чижов
Главный редактор Д. Г. Чижов

Адрес редакции: Москва, Б. Чернаский, д. 2.

Телефоны: редакции К 5-21-22, главного редактора К 4-44-10 и н.с.м. К 0-32-80, доб. 2-07

Прием в редакции: от 12 до 16 час.

по понедельникам и пятницам от 14 до 18 час.

членами коллегии: по пятницам от 18 до 20 час.

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

ЗА ДАЛЬНЕЙШЕЕ НАРАЩИВАНИЕ ТЕМПОВ И СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

В директивах XIX съезда Коммунистической партии Советского Союза по пятилетнему плану указано, что энергетическая мощность электростанций должна быть удвоена, а энергетическая мощность гидроэлектростанций утроена.

Советские энергетики с большим воодушевлением осуществляют это задание и из года в год увеличивают размах строительства электростанций и линий электропередачи.

Выполненный в 1953 г. объем строительномонтажных работ по Министерству электростанций возрос против 1950 г. более чем в 2 раза. За 3,5 года текущей пятилетки в энергетическом строительстве произведено около 450 млн. м³ земляных работ, уложено около 10 млн. м³ бетона, смонтировано более 800 тыс. т металлоконструкций, 550 тыс. т сборных железобетонных конструкций.

Выполнение таких объемов работ в короткие сроки стало возможным благодаря значительному оснащению строек новейшими типами высокопроизводительных машин и применению новых методов организации строительных и монтажных работ. В результате уровень комплексной механизации земляных работ в 1954 г. достиг 92,2% против 67,5% в 1951 г., приготовления бетона — соответственно 90% против 65,5%, укладки бетона — 89% против 64,2%, добычи камня — 86% против 30%, добычи песка — 86,5% против 72,4%.

В целом по Министерству электростанций в 1954 г. ежедневно выполняется более 1 млн. м³ земляных работ и укладывается более 20 тыс. м³ бетона. На Каховской гЭС суточная норма укладки бетона достигла 4 тыс. м³, а на Куйбышевской гЭС — 9—13 тыс. м³.

Постоянное стремление строителей-энергетиков повышать уровень механизации работ, улучшать организацию производства и труда рабочих, а также внедрять индустриальные методы дало возможность значительно повысить производительность труда и, следовательно, снизить количество рабочих при выполнении отдельных строительномонтажных работ. Так, если в 1950 г. для выполнения строительномонтажных работ стоимостью 1 млн. руб. требовалось число рабочих в количестве 67 чел., в том числе на основном производстве 38, то в 1953 г. эта численность снижена соответственно до 44 и 24 чел.

Наряду с имеющимися достижениями ряд строительных организаций Министерства электростанций все еще неудовлетворительно выполняет важнейшее постановление Совета Мини-

стров о снижении стоимости строительства и не выполняет заданий по плановым накоплениям.

В 1954 г. строительные организации Министерства должны были снизить стоимость строительномонтажных работ на 2,8%, фактически же за первое полугодие это задание не выполнено, так как снижение составило только 0,6%.

Особо неудовлетворительно работают и допускают большое удорожание подрядные организации, у которых в первом полугодии 1954 г. удорожание против плановой стоимости составило 6,2%, по работам же, выполняемым хозяйственным способом, — 4%; при этом наибольшее удорожание — 6,7% — имело место на чисто строительных работах. В целом по Министерству удорожание за первое полугодие 1954 г. составило 5%.

Каковы же причины столь высокой стоимости строительства и какие пути к ее снижению?

Общеизвестно, что растянутость сроков строительства, как правило, ведет к резкому увеличению себестоимости. Однако это часто недоучитывается при планировании капиталовложений, в результате чего последние распыляются по многим объектам, финансирование которых растягивается на многие годы. Такое ненормальное положение особенно часто имеет место в отношении расширяемых электростанций.

Деятельность строек, которым планируются ежегодно небольшие объемы работ, приносит значительные убытки. Например, общее удорожание строительномонтажных работ в сметных ценах за период строительства Южно-Кузбасской гЭС с 1945 по 1953 г. составило 21,0%. Значительная доля этого удорожания падает на превышение накладных и особенно административно-хозяйственных расходов.

Наряду с этим растянутость сроков строительства приводит к значительному омертвлению капиталовложений в виде незавершенного производства строящихся объектов, что приводит в свою очередь к задержке и неиспользованию накапливаемых стройками средств транспорта, механизмов, подсобных предприятий, инженерного и административно-хозяйственного персонала.

В целях ликвидации растянутости сроков строительства и недостатков в организации производства на строительстве гЭС № 18 Мосэнерго впервые в практике строительства тепловых электростанций применен принцип непрерывного потока как для подземного хозяйства, так и для монтажа металлоконструкций и других общестроительных работ надземной части здания и технологического оборудования.

Непрерывность потока работ по подземному хозяйству обеспечивается сплошной выемкой грунта по всему котловану и одновременным поточным строительством всех железобетонных конструкций этого хозяйства с максимальным применением сборных бетонных и железобетонных элементов.

Монтаж металлоконструкций главного корпуса производился крупными блоками. Проводилось глубокое, продуманное совмещение разных видов строительных и монтажных работ с использованием одних и тех же основных грузоподъемных средств. Например, одновременно с монтажом металлоконструкций устанавливались краны, баки, насосы и другое оборудование и производилось заполнение стен и перекрытий. В результате применения новых методов выполнения строительных и монтажных работ на грэс № 18 Мосэнерго всего за 2,5 года было введено 10 котлов и 8 турбогенераторов на полную проектную их мощность.

Новые методы строительства и монтажа, примененные на этой грэс, широко внедрены и на многих строительствах мощных тепловых электростанций Донбасса, Урала и Сибири.

На строительствах тепловых электростанций Урала новые методы организации работ позволили еще больше сократить продолжительность строительства главных корпусов электростанций и обеспечить ввод новой мощности в короткие сроки. Так, на строительстве Южно-Уральской грэс за 2 года было введено шесть крупных паровых турбин. Только применение мостовых кранов для монтажа котельного оборудования взамен Г-образных кранов и стрел позволило снизить трудозатраты на монтаж котла на 30%, а также уменьшить сроки монтажа и себестоимость строительного-монтажных работ.

Монтажные организации Министерства электростанций, борясь за дальнейшее сокращение сроков строительства и внедрение более индустриальных и совершенных методов монтажа, создали новую конструкцию первого блочного котла, состоящего из крупных блоков, изготовляемых на заводах и поставляемых на площадку строительства в собранном виде. В 1953 г. такой котел был смонтирован на Калининской тэц за 24 вместо требующихся 75 рабочих дней. Трудозатраты на монтаж этого котла снизились в 2,5 раза.

Сокращение сроков строительства электростанций и ввода новых энергетических мощностей не только обеспечивает увеличение выпуска промышленной продукции, но значительно снижает и себестоимость строительства.

Несмотря на очевидность того, что сокращение сроков и снижение стоимости строительства должны осуществляться главным образом за счет широкого применения новых методов организации производства, поточности и максимального совмещения строительных и монтажных работ, механизации трудоемких процессов, внедрения новых конструкций блочного оборудования и элементов зданий, а также новых видов эффективных материалов, многие руководители строительства и проектных организаций проявляют

большую косность в решении этих важнейших задач.

Разрабатываемые проектными организациями проекты производства работ на многих строительствах не стали основным руководящим и организующим документом в осуществлении строительных и монтажных работ. Это объясняется, с одной стороны, тем, что проектные организации часто решают вопросы оторванно от практической жизни и условий строительства на местах, с другой стороны, тем, что руководители строек, изменяя утвержденные, хорошо продуманные проекты организации площадки и методы производства работ, допускают ошибки, вызывающие, как правило, удорожание работ. Так, на строительствах некоторых новых электростанций в Донбассе склады заполнителей организованы так, что последние прежде чем попасть со склада в бункер бетоносмесительной установки перерабатываются множеством промежуточных, совершенно излишних механизмов, что значительно удорожает стоимость товарного бетона.

Игнорирование правильного применения заблаговременно разработанных проектов производства работ, технологических правил и карт приводит к тому, что многие организации при наличии крупных современных механизмов и других технологических средств выполняют строительные и монтажные работы отсталыми методами, медленными темпами и с большим удорожанием.

В целях оказания технической помощи строительным организациям по заданию Министерства разработаны на все основные сооружения тепловых электростанций технологические правила и карты, а также типовые схемы комплексной механизации строительных работ.

Задача строительных организаций состоит в том, чтобы широко внедрить их на практике, что даст возможность улучшить организацию работ и снизить стоимость строительства.

Наряду с сокращением сроков строительства и улучшением организации производства работ большое влияние на себестоимость строительства имеет правильное решение организации эксплуатации подсобных предприятий строительства.

Строительные организации Министерства электростанций не имеют в достаточной мере крупных централизованных, хорошо механизированных и способных обеспечить все нужды строек подсобных предприятий. Каждое строительство вынуждено создавать свою строительную базу, кирпичные и шлакоблочные заводы, мастерские сборного железобетона и металлоконструкций, столярные мастерские, карьеры камня, щебня, гравия и песка и другие подсобные предприятия по производству строительных деталей и добыче и производству строительных материалов.

В практике энергетического строительства в общей стоимости выполненных строительного-монтажных работ материалы составляют 52%. Около 70% этих материалов строительства получают от собственных подсобных предприятий, находящихся на балансе строительных организаций.

От использования продукции собственных предприятий строительства ежегодно несут боль-

шие убытки. На таких подсобных предприятиях фактическая стоимость продукции превышает плановую в среднем по Министерству на 5—6%, в том числе по кирпичу на 95%, извести — на 85%, добыче песка — на 25%, камня — на 15%, переработке леса — на 20%.

Добиться рентабельной работы подсобных предприятий представляет большие трудности, так как эти предприятия довольно мелкие и не имеют постоянной номенклатуры выпускаемых изделий.

На подсобные предприятия отвлекается более 45% всего количества рабочих, занятых в основном строительстве; при этом использование их крайне низкое — среднегодовая выработка составляет только 70% по сравнению с рабочими, занятыми на основных работах. Это объясняется недостаточной механизацией подсобных предприятий — около 66% рабочих заняты на ручных работах.

Мощность подсобных предприятий, предназначенных для удовлетворения нужд только одного строительства, рассчитывается на максимальный пик потребности строительства, длительность которого обычно не более года; в остальное время подсобные предприятия строительства используются, как правило, не на полную мощность.

Затраты по эксплуатации таких недогруженных подсобных предприятий, не оправдываемые их работой, являются прямым удорожанием строительного-монтажных работ.

Настало время отказаться от такой системы и взамен мелких подсобных построечных предприятий строить районные, механизированные, большой мощности предприятия промышленного значения, способные обеспечить своей продукцией ряд строителей, расположенных в прилегающих к ним районах.

Создание таких крупных подсобных предприятий не только улучшит их использование и снизит стоимость вырабатываемой ими продукции, а следовательно, и себестоимость строительного-монтажных работ, но и позволит значительно сократить средства на их сооружение.

Необходимо отметить, что отсутствие крупных подсобных предприятий у строительных организаций уже сейчас стало тормозом внедрения промышленных методов строительства.

В соответствии с постановлением правительства строительные организации Министерства электростанций обязаны были развернуть строительство 112 подсобных предприятий районного значения с вводом их в работу в 1953 г. и резко увеличить выпуск основных видов продукции для удовлетворения нужд строительства. Фактически же построено только 20 и находится в стадии строительства 50.

В результате неудовлетворительного хода строительства районных подсобных предприятий заданный уровень выпуска продукции на этих предприятиях к концу 1953 г. выполнен по металлоконструкциям только на 24,4%, кирпичу — на 41%, сборному железобетону — на 31,3% и старым изделиям — на 36,2%.

Строительным организациям необходимо принять решительные меры по ускорению строитель-

ства крупных районных баз и заводов, способных полностью обеспечить нужды строительства.

За последние годы строительные и проектные организации разработали и осуществили ряд новых конструкций, обеспечивающих внедрение промышленных методов строительства объектов электростанций, что дает возможность сократить не только сроки, но и стоимость строительства.

Теплоэлектропроектом разработаны типовые сборно-разборные временные сооружения, изготовляемые в заводских условиях и поставляемые строительству в готовом виде. Применение таких сооружений дает возможность резко сократить продолжительность подготовительного периода вновь организуемого строительства. Наряду с этим стоимость 1 м³ такого сооружения с учетом 5-кратного оборачивания значительно ниже стационарных временных зданий. На сборку сборно-разборных типовых временных сооружений требуется трудозатрат на 40—50% меньше, чем для стационарных. Опыт применения сборно-разборных сооружений на одной из строящихся электростанций показал положительные результаты.

Задача главных строительного-монтажных управлений — организовать централизованное изготовление сборно-разборных временных сооружений на заводах и в 1955 г. полностью обеспечить ими потребность всех вновь начинаемых строительства.

В последних проектах основные объекты тепловых электростанций, в частности главные корпуса, подземные железобетонные и бетонные конструкции (каналы, туннели, мелкие фундаменты), запроектированы в виде сборных элементов, а полы — в виде крупнопанельных плит.

Такие конструкции изготовляются на заводах или полигонах строительства и применение их обеспечивает внедрение промышленных методов сооружения подземного хозяйства, приближая строительные процессы к монтажным.

Однако необходимо отметить, что вследствие косности проектных организаций многие строящиеся тепловые электростанции применяют сборный железобетон только для кровельных перекрытий. Даже в типовых проектах главных корпусов новых электростанций сборный железобетон в подземном хозяйстве и в надземных сооружениях внедрен в недостаточной мере, в то время как имеется полная возможность заменить монолитный бетон сборным во всех перекрытиях бункерной и деаэрационной этажерок, подземных каналов, туннелей и фундаментов.

Имеется также техническая возможность заменить применяемые ныне металлические каркасы главных корпусов электростанций сборным железобетоном. Для накопления опыта в этом направлении в настоящее время запроектирована и сооружается тепловая электростанция в сборном железобетоне.

Некоторые крупные железобетонные конструкции подземного хозяйства (фундаменты под турбогенераторы, котлы, мельницы, крупные насосы и колонны зданий) не представляется возможным и целесообразным выполнить из сборного железобетона. Однако при выполнении этих конструкций также должны быть максимально при-

менены уже проверенные на опыте индустриальные способы бетонных работ. В частности, необходимо широко применять жесткие арматурные каркасы фундаментов, изготавливаемые в заводских условиях, а также инвентарную унифицированную опалубку.

В настоящее время уже разработана и испытана инвентарная щитовая металлическая опалубка для фундаментов турбин типа ВК-100-2. Щиты этой опалубки могут быть использованы и для фундаментов турбин мощностью 50 тыс. квт, подземных железобетонных конструкций, разгрузочного сарая и др.

Инвентарная металлическая опалубка в сравнении с деревянной сокращает трудозатраты на свою установку на 50% и при 10-кратном применении дает снижение стоимости опалубочных работ на 15%.

Если учесть, что в целом на транспорте и укладке бетона более 60% занятых рабочих выполняют работу вручную, то широкое внедрение сборного железобетона, жестких арматурных каркасов и инвентарной металлической и деревянной опалубки даст возможность повысить уровень механизации работ, производительность труда и снизить себестоимость строительства.

Каменные, штукатурные и малярные работы продолжают оставаться маломеханизированными: 96,5% рабочих, занятых на этих работах, выполняют их вручную, причем на указанных работах занято более 10% рабочих от общего количества занятых на строительстве.

Для ликвидации ручного труда и внедрения индустриальных и максимально механизированных методов каменных, штукатурных и малярных работ трестом «Мосэнергострой» разработана новая конструкция заполнителей стен в виде крупных офактуренных шлакобетонных блоков. Опыт применения таких заполнителей при сооружении многих двух- и пятиэтажных домов, а также при заполнении стен тепловой электростанции оказался положительным.

Наряду с крупными шлакоблочными заполнителями стен разработаны крупные железобетонные панели, которые и применяются в настоящее время на одной из строящихся электростанций Урала.

Широкое внедрение крупных шлакоблоков и железобетонных панелей даст возможность выполнять работы по заполнению стен в короткие сроки, с высоким уровнем механизации и с минимальным количеством рабочих, а также снизить стоимость строительства. На сооружении пятиэтажного дома в г. Люберцах из крупных шлакоблоков для стен и коробчатых настилов перекрытий все работы выполнялись механизированным путем, в результате чего было занято, включая и крановщиков, только 11 рабочих.

Общие трудозатраты на сооружение дома из шлакоблоков были на 25% ниже, чем для такого

же дома из кирпича. Среднедневная выработка на одного рабочего составила 344 руб. Стоимость 1 м² шлакоблочной стены на 25% ниже стоимости 1 м² стены в 2,5 кирпича.

Несмотря на очевидные преимущества крупноблочного и крупнопанельного строительства, строительные организации медленно внедряют эти конструкции и передовые методы строительства.

Строительные организации Министерства за последние годы накопили большой парк строительных машин, однако использование этих машин продолжает оставаться неудовлетворительным. По одноковшовым экскаваторам за первое полугодие 1954 г. годовая норма выработки выполнена: по Главэнергогострою на 36,5%, Главэнергогострою на 35%, Главэлектросетьстрою на 29,4%. Плохо используются многоковшовые экскаваторы, по которым годовая норма за первое полугодие по Главэнергогострою выполнена на 5% и Главюжэнергогострою на 3,8%. Неудовлетворительно также используются скреперы, бульдозеры и земснаряды.

Из-за неудовлетворительного использования землеройных машин за первое полугодие свыше 3 млн. м³ земляных работ выполнено вручную, на которых было занято более 60% от всех рабочих на земляных работах; при этом фактическая норма выполненных земляных работ на одного рабочего в день составила около 2 м³.

Заданный уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ не выполняется и за первое полугодие 1954 г. составляет: по погрузке и разгрузке камня, песка и гравия 78,2% при плане 82%; леса, металла и металлоконструкций 56% при плане 72%; цемента 22% при плане 30%.

Низкий уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ отвлекает на эти работы более 4% от всех рабочих, занятых в строительстве, из которых 90% выполняют работу вручную. Наряду с этим большой парк различных кранов, авто- и тракторопогрузчиков, транспортеров и других погрузочно-разгрузочных машин используется крайне неудовлетворительно.

Плохое использование строительных механизмов вызвано в основном отсутствием у ряда строителей заранее продуманных проектов и схем механизации работ и использования механизмов. Все это привело к тому, что в целом в строительстве из общего числа занятых рабочих 73% выполняют работы вручную.

Задача строительных организаций состоит в том, чтобы обеспечить все объекты строительства мероприятиями по правильной организации работ с максимальной механизацией и изъятием излишних механизмов и транспортных средств на строительстве.

Выполнение всех указанных важнейших мероприятий позволит сократить сроки и снизить себестоимость строительства.



Эксплуатация секционных котлов ЛМЗ-200 с выносными циклонами

Инж. Г. Д. Дзюба и инж. Б. Н. Ухин

При эксплуатации однобарабанных секционных котлов ЛМЗ-200 на ряде электростанций пришлось столкнуться с невозможностью получения пара нормального качества (сульфатный остаток $\leq 0,3$ мг/кг) при нагрузках выше 170 т/час даже при питательной воде с незначительным содержанием (≤ 10 мг/кг). Работа котлов этого типа на регулировочном режиме еще более осложняла получение пара нормального качества и при меньших нагрузках.

С целью повышения допустимой по качеству пара нагрузки секционных котлов на одной из уральских тэц в течение ряда лет опробовались различные внутрибарабанные устройства: швеллеровая сепарация с внутрибарабанными циклонами во второй ступени испарения, встречные жалюзи с отбойно-поворотными щитками во второй ступени испарения, батарейные щиты, наконец, швеллеровая сепарация с отбойными щитами. Однако эксплуатация котлов с указанными сепарационными устройствами не дала возможности получить пар нормального качества при номинальных нагрузках, в силу чего нагрузки секционных котлов тэц были ограничены до 165—175 т/час. При работе этих котлов с более высокими нагрузками или на регулировочном режиме солемеры фиксировали резкое ухудшение качества пара, а сульфатный остаток конденсата пара, определяемый методом концентрирования, был выше допустимого.

Подобное положение объясняется, повидимому, тем обстоятельством, что ни одна из опробованных схем сепарации не исключала основных конструктивных недостатков этих котлов — высокого напряжения парового объема барабана малого диаметра и узкого сосредоточенного пучка труб, отводящих пар от барабана к сухопарнику (табл. 1).

Таблица 1

Тип котла (все на давление 33—36 атм и производительность 200 т/час)	Внутренний диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Паровой объем барабана, считая от оси, м ³	Среднее объемное паронапряжение барабана, м ³ /часм ³
ЛМЗ-200	1294	11 000	7,25	1 650
ТКП-3	1510	11 500	10,3	1 160
ТП-9	1510	11 500	10,3	1 160
ПК-9	1504	11 800	10,5	1 140

Как видно из таблицы, среднее (отнесенное ко всему объему) напряжение парового объема у котла ЛМЗ почти в 1,5 раза больше, чем у ряда котлов других типов такой же мощности. Это усугублялось еще тем, что из-за узкого располо-

жения пароводящего пучка труб из барабана в сухопарник (4 100 мм при длине цилиндрической части барабана 11 000 мм), на подходе пара к недостаточно развитому пароприемному по-

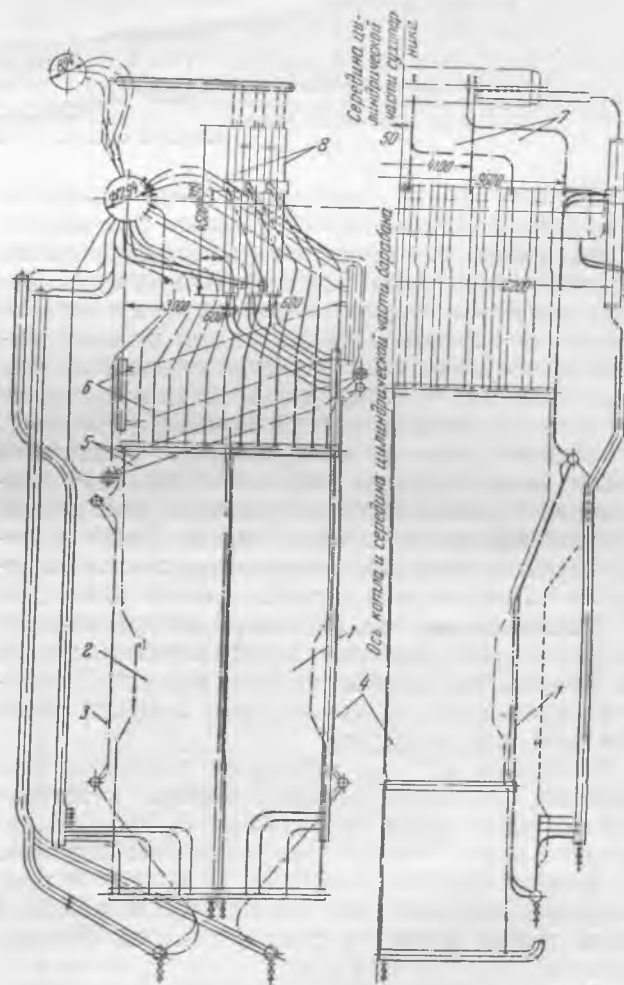


Рис. 1. Схема циркуляционных контуров котла ЛМЗ-200.

1 — задние секции боковых экранов, образующие соленый отсек; 2 — передние секции боковых экранов, входящие в первую ступень испарения; 3 — фронтальный экран; 4 — задний экран; 5 — фестон; 6 — котельный пучок; 7 — пучок пароводящих труб; 8 — выносные циклоны.

толку создаются высокие скорости паровых потоков.

Для повышения допустимой по качеству пара производительности в 1953 г. была произведена реконструкция¹ двух секционных котлов тэц (рис. 1).

¹ По предложению и проекту Оргрэс (инж. В. Н. Ноев и инж. В. Ф. Батенко).

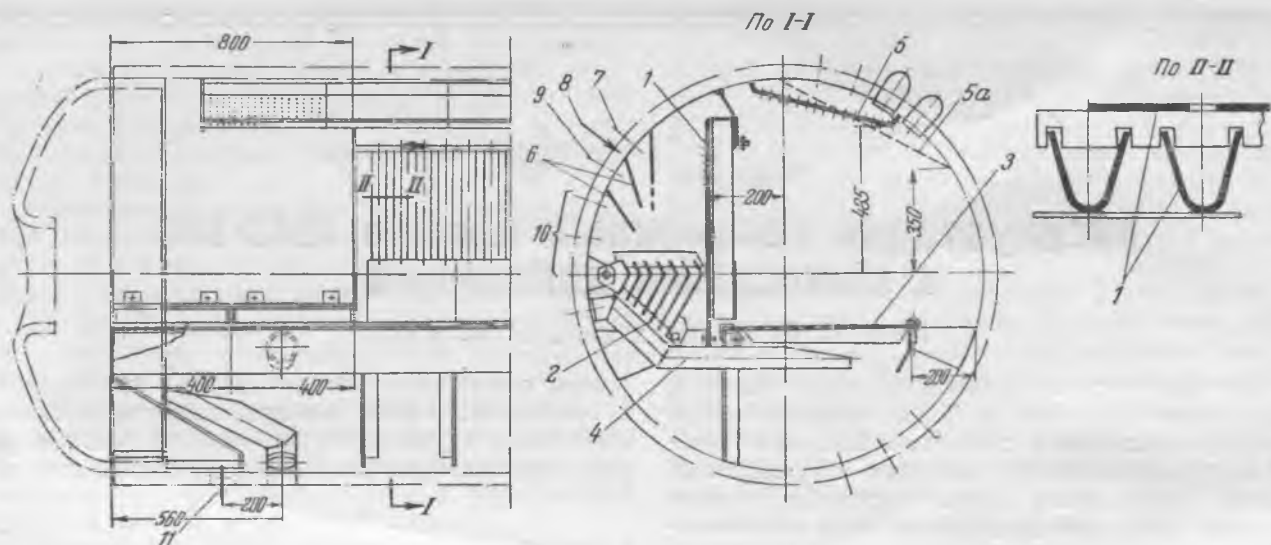


Рис. 2. Внутрибарабанные устройства.

1 — дроссельная стенка; 2 — жалюзи; 3 — дырчатый щит; 4 — насадки на вводы фронтального экрана; 5 — пароприемный потолок; 5а — положение пароприемного потолка до реконструкции; 6 — отбойные щитки; 7 — трубы отвода пароводяной смеси от фестона; 8 — трубы подвода питательной воды; 9 — трубы отвода пароводяной смеси от заднего экрана; 10 — трубы отвода пароводяной смеси от секций; 11 — питание выносных отсеков.

Задние панели боковых экранов выделены в выносные отсеки, пар от которых отведен непосредственно в сухопарник, чем разгружается паровой объем барабана и уменьшается в два раза нагрузка торцов барабана пароводяной смесью от экранов. Пароотводящий пучок от барабана к сухопарнику разведен по длине барабана 9 600 мм, т. е. почти в 2,5 раза большей по сравнению с прежней длиной разводки (4 100 мм).

Выдача пара в сепарационный активный объем произведена по всей длине барабана равномерным низкоскоростным потоком (рис. 2) при помощи вертикальной дроссельной стенки и погруженных в воду дырчатых щитов, а также дырчатого пароприемного потолка длиной 10 400 мм.

Увеличена высота активного сепарационного объема за счет поднятия пароприемного потолка на 135 мм, что было достигнуто разводкой паротводящих труб на уровне двух верхних рядов (нижний ряд заглушен).

В первую ступень испарения включены весь барабан, фронтальной и задней экраны, кипяtilьные трубы секций и гранулятора и, наконец, передние панели левого и правого боковых экранов.

Вторая ступень испарения выполнена в виде выносных циклонов (по три циклона с правой и левой сторон котла) и задних панелей боковых экранов.

Питательная вода из экономайзера поступает в барабан за дроссельную стенку на углубленные в воду жалюзи. Из барабана она направляется на питание труб секций, фронтального и заднего экранов, гранулятора и передних панелей боковых экранов. Пароводяная смесь из заднего экрана, кипяtilьных труб секций и гранулятора поступает в барабан, проходит три ряда отбойных щитков и дроссельную стенку, после чего попадает в паровой объем барабана. Пароводяная смесь из фронтального экрана выводится под погруженные в воду дырчатые щиты, а от передних панелей боковых экранов для лучшего распределения — под двойные дырчатые щиты, расположенные в торцах барабана. Выделившийся

ся при этом пар, пройдя дырчатый утепленный лист, также поступает в паровой объем барабана, смешивается с паром, полученным в остальных элементах первой ступени испарения котла, и через дырчатый потолок длиной 10 400 мм поступает в сухопарник.

Продувочная вода первой ступени испарения с обоих торцов барабана поступает на питание вторых ступеней испарения — в два последних циклона, считая от фронта котла. Из циклонов вода через питательный стояк направляется в нижний коллектор задней полупанели бокового экрана. Образующаяся пароводяная смесь направляется в улитки циклонов, где за счет центробежной силы из смеси сепарируется влага.

Все три циклона каждой из боковых сторон котла сообщаются между собой по воде и по пару; непрерывная продувка осуществляется из передних циклонов. Пар из каждого циклона по двум трубам собирается в общий коллектор (левой и правой сторон) и отводится, минуя барабан, шестью трубами с каждой стороны в сухопарник, где смешивается с паром из барабана.

Все работы по изготовлению и монтажу выносных циклонов, переделке трубной системы и замене сепарационных устройств были выполнены во время капитального ремонта котлов силами тэц в продолжение 21 суток.

Для выяснения эффективности реконструкции котлов были произведены теплехимические испытания при различных концентрациях солей в котловой воде, различных нагрузках, а также при специально создаваемых режимах с наборами и сбросами паровой нагрузки до 30—50 т/мин и при работе котла с уровнем воды до +140 мм от оси барабана.

В продолжение всех испытаний осуществлялся контроль качества насыщенного пара методом концентрирования по пяти точкам — из барабана и выносных циклонов. С этой целью были установлены три трубчатых зонда в крайних и средних трубах, отводящих пар от барабана к сухопарнику, и два щелевых зонда в сборных коллек-

Результаты испытаний первого реконструированного котла

Опыт	Режим работы котла			Уровни воды в барабане от оси, мм	Солеосодержание котловой воды первой ступени, мг/л	Солеосодержание продувочной воды (максимально), мг/л		Сульфатные остатки, определенные методом концентрирования, мг/кг					Солемер насыщенного пара с дегазацией, мг/кг	
	Нагрузка, т/час	Солеосодержание питательной воды, мг/л	Характер нагрузки			левая сторона	правая сторона	барабан			циклоны		левый	правый
								левая сторона	середина	правая сторона	левый	правый		
1	120—150	10	Без резких колебаний	±60	30—180	3 700	2 250	0,12	0,10	0,09	0,15	0,10	1,75—1,9	1,75—1,9
2	180—210	13,2	То же	±60	60—120	4 900	5 100	0,05	0,11	0,06	0,20	0,20	1,6	1,8
3	180—210	14,2	" "	±80 ±140	45—60	4 030	4 060	0,04	1,09	0,13	0,25	0,08	1,45—1,70	1,85—2,0
4	185—210	9,8	" "	±80 ±100	90—120	5 100	4 900	0,21	0,32	0,17	—	0,12	1,4	1,5
5	120—220	12	Наборы и сбросы нагрузки до 60 т/мин	±60	60—150	3 750	3 150	0,06	0,07	0,09	0,13	0,24	1,8—2,1	1,7—2,1
6	150—200	10,2	Регулировочный режим с автоматикой	±60	120	6 000	5 620	0,12	0,17	—	—	0,17	1,45—1,60	1,70—1,80

торах насыщенного пара от трех левых и трех правых выносных циклонов.

Качество смешанного пара из барабана и циклонов регистрировалось солемерами Мостофина, подключенными ко 2-й и 7-й или 4-й и 7-й паротводящим трубам от сухопарника в пароперегреватель, и контролировалось дополнительно из-под дегазера по лабораторному солемеру.

Котловая вода первой ступени испарения отбиралась на анализ из середины барабана при помощи водозаборной трубки, погруженной в воду на 175 мм ниже оси барабана, а также в местах отвода котловой воды первой ступени на питание второй ступени испарения — в торцах барабана. Котловая вода второй ступени испарения отбиралась на анализ из линии непрерывной продувки котла.

Из табл. 2, характеризующей испытание первого из реконструированных котлов, видно, что качество насыщенного пара (по сульфатным остаткам), выдаваемого барабаном, при нагрузках котла до 220 т/час и уровне воды, не превышающем +60 мм, остается ниже норм вне зависимости от солеосодержания продувочной воды. При обычной кратности солеосодержаний между отсеками 30—50 солеосодержание котловой воды чистого отсека не превышало 180 мг/л.

Солеосодержание пара выносных циклонов находится ниже норм (<0,3 мг/кг) при концентрациях солей в котловой воде циклонов до 6 000 мг/кг.

Из графика рис. 3 и табл. 2 (опыт 5) видно, что подъем нагрузки до 220 т/час с последующими резкими сбросами и наборами ее со скоростью до 60 т/мин существенно не отражаются на показаниях солемера Мостофина и не увеличивают сульфатные остатки конденсата пара.

Надежность работы новых внутрибарабанных устройств в тяжелых, почти аварийных, случаях наглядно иллюстрируется графиком рис. 4, на котором зафиксированы два случая погашения котла при нагрузке 120 т/час с последующим за-

жиганием его только через 5—10 мин. Почти мгновенный набор нагрузки до 160 и до 140 т/час вызвал в обоих случаях резкое набухание уровня с повышением его до 150—180 мм выше оси. Даже при таком режиме работы «бросок» по солемеру Мостофина получился относительно небольшой: в первом случае (8 мая) на 0,5 мг/кг и во втором (11 мая) на 0,3 мг/кг.

Работа котла с высокими уровнями в барабане — до +140 мм выше оси, при нагрузке до 210 т/час (табл. 2, опыт 3) — привела к увеличению сульфатного остатка в паре по средней точке барабана до 1 мг/кг, но по большинству точек контроля оставалась в пределах норм.

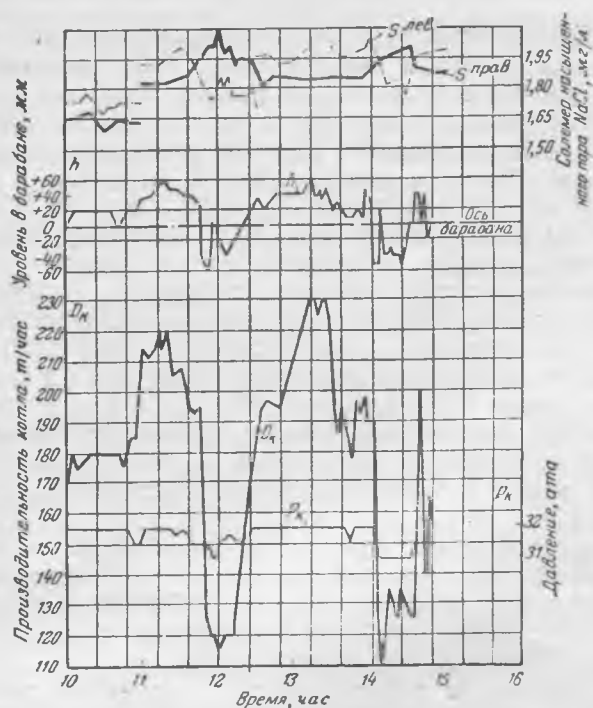


Рис. 3. Изменения давления, нагрузки, уровня и солеосодержания пара при испытании первого реконструированного котла.

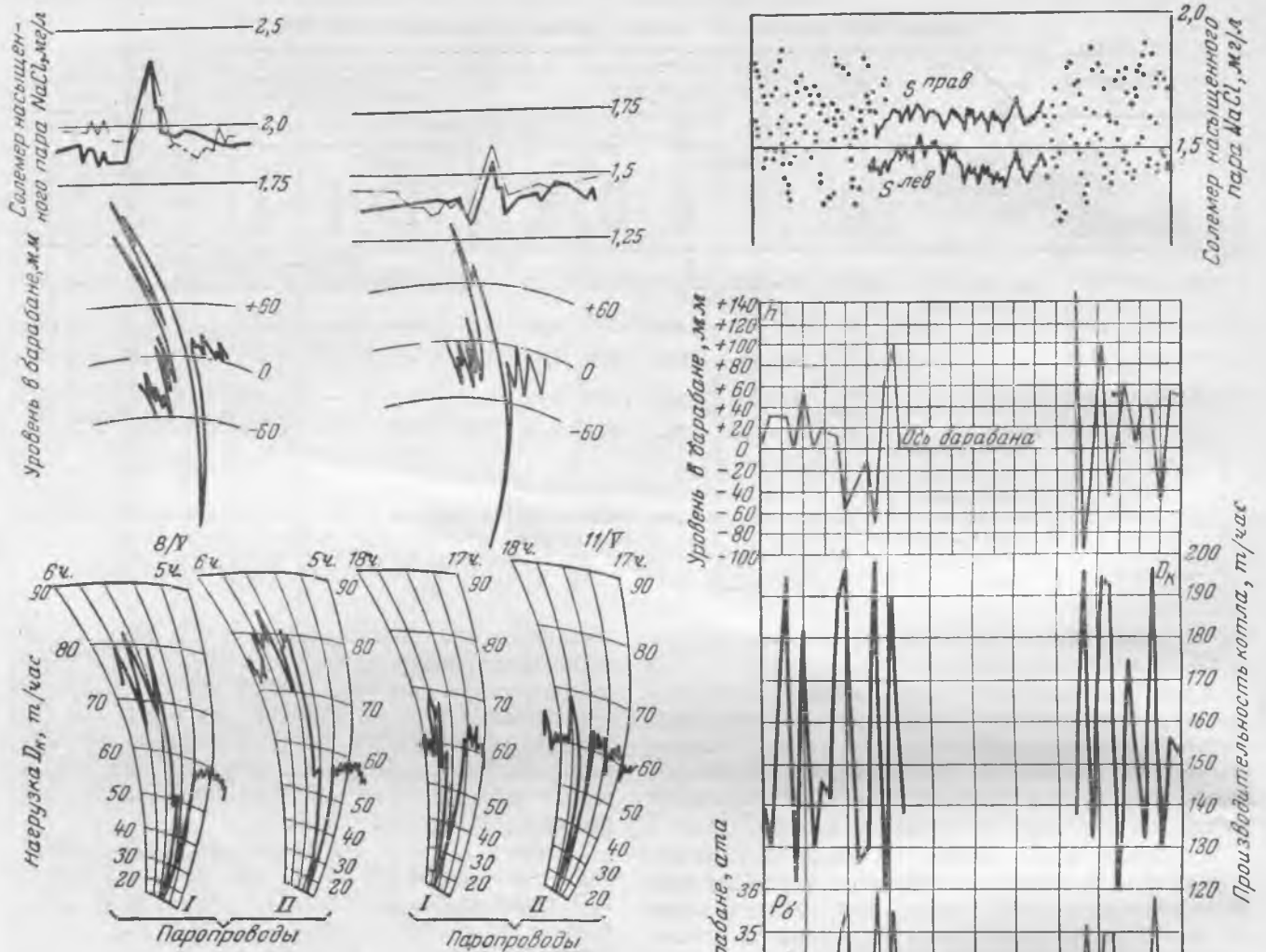


Рис. 4. Графики нагрузки, уровней и соледержания пара при двух случаях потухания первого котла.

Данные испытаний реконструированного котла на максимальных нагрузках, а также проверка его работы с резкими наборами и сбросами нагрузок позволили перевести его на регулировочный режим в пределах $120 \div 200$ т/час, т. е. практически без ограничения паровой нагрузки.

После четырехмесячной работы котла на указанном режиме была проведена индивидуальная промывка трубок пароперегревателя горячим конденсатом, которая показала совершенно незначительную загрязненность трубок водорастворимыми отложениями. Максимальная щелочность в промывных водах достигала $0,8$ мг-экв/л и максимальное соледержание $81,0$ мг/л, т. е. меньше, чем при индивидуальных промывках трубок пароперегревателя этого котла до реконструкции, при работе его на более низких постоянных нагрузках.

Второй котел до реконструкции работал с нагрузкой, ограниченной по условиям получения пара нормального качества до 165 т/час, к тому же этот котел был более чувствителен к изменениям нагрузок, чем первый котел.

Результаты тепломеханических испытаний второго реконструированного котла, проводившиеся в таком же объеме и с такой же схемой контроля водного режима и качества насыщенного пара, как и по первому котлу, показали, что каче-

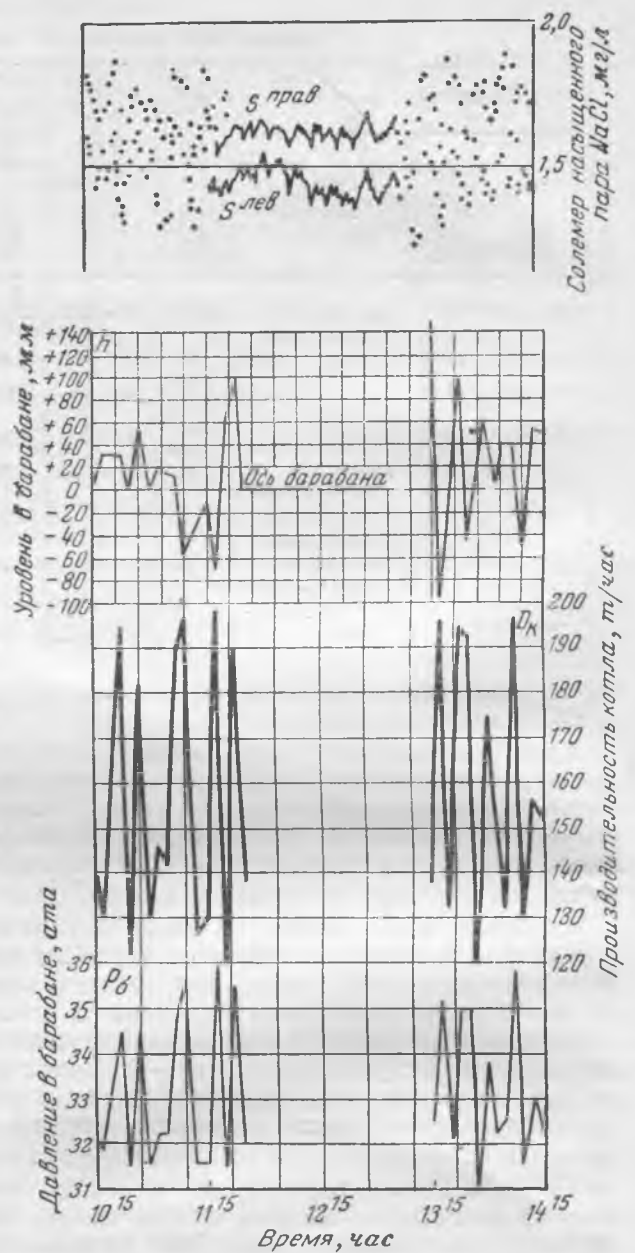


Рис. 5. Изменения давления, нагрузки, уровня и соледержания при испытаниях второго котла после реконструкции.

ство насыщенного пара из барабана и циклонов лежит в пределах норм — сульфатный остаток $\leq 0,3$ мг/кг во всем диапазоне нагрузок — вплоть до 200 т/час при различных режимах работы котла.

С целью определения критического соледержания котловой воды в выносных отсеках, т. е. соледержания, при котором начинается интенсивное загрязнение пара уносимыми каплями котловой воды, был проведен опыт с повышением концентрации солей в котловой воде выносных циклонов почти до 16000 мг/л. Даже при таком высоком соледержании котловой воды второй ступени испарения качество насыщенного пара из выносных циклонов было ниже норм «Правил технической эксплуатации» — сульфатный остаток достигал $0,20-0,21$ мг/кг. Соледержание котловой воды чистого отсека достигало при этом максимум 416 мг/л, а соледер-

жание в паре из барабана — 0,09—0,07 мг/л (сульфатный остаток).

Невысокое солесодержание котловой воды чистого отсека, незначительно зависящее от изменения количества удаляемой воды с продувкой, а следовательно, и концентрации солей в ней, является характерной чертой внутрикотловых схем двухступенчатого испарения с выносными циклонами, практически не имеющими переборка. Чистоту пара выносных отсеков в этом опыте казалось бы можно объяснить и малой производительностью котла — до 150 т/час, а следовательно, и циклонов, однако, как показывают другие опыты, при солесодержании котловой воды в выносных циклонах до 12 800 мг/л и нагрузке котла до 200 т/час солесодержание пара выносных циклонов при этом не превышало норм «Правил технической эксплуатации» — сульфатный остаток до 0,3 мг/кг*.

Как видно из графика рис. 5, второй котел,

* Показания солемеров с дегазацией во время испытания реконструированных котлов были по абсолютным значениям довольно различны вследствие неодинакового эффекта дегазации пара в дегазерах солемеров и различных содержаний аммиака в паре — 1,5 ÷ 3,5 мг/л.

□ □ □

Тепловая работа ширмовых пароперегревателей высокого давления

Канд. техн. наук В. А. Локшин

Применение комбинированных радиационно-конвективных пароперегревателей при высоком и сверхвысоком давлениях, как известно, не только позволяет уменьшить расход металла, в частности легированной стали, но и улучшает условия регулирования перегрева.

Поскольку температурные характеристики радиационных и конвективных пароперегревателей противоположны, комбинированные перегреватели можно снабжать сравнительно недорогими малогабаритными устройствами для подрегулировки температуры перегрева пара.

В настоящее время имеется ряд компоновок радиационных пароперегревателей¹. Известное применение в качестве радиационных получили ширмовые пароперегреватели, располагаемые в верхней зоне топочной камеры. В ряде конструкций используются также ширмовые пароперегреватели, отделенные от топки фестомом.

Ниже освещаются некоторые результаты исследования работы двух котлов высокого давления, имеющих ширмовые пароперегреватели.

Ширмовый пароперегреватель

Котельные агрегаты имеют номинальную паропроизводительность 180 т/час при рабочем давлении в барабане 80 ата и температуре перегре-

как и первый, работает удовлетворительно при резких сбросах и наборах нагрузок (до 45 т/мин).

Качество пара, определяемое методом центрирования, было нормальным, что позволило в дальнейшем также перевести и этот котел на регулировочный режим работы с нагрузкой 120—200 т/час.

Выводы

1. Реконструкция сепарационных устройств секционных котлов и оборудование их выносными отсеками второй ступени испарения позволили повысить качество пара, выдаваемого котлами, до норм «Правил технической эксплуатации» при увеличении их паропроизводительности до номинальной или даже выше ее на 10—15%.

2. В условиях тэц реконструкция дала возможность повысить паропроизводительность котельной на 60 т/час пара.

3. Работа котлов с высокоэффективными выносными отсеками позволила сократить продувку в 3—4 раза, с доведением ее до 0,5—0,7%.

4. Котлы после произведенных переделок устойчиво работают свыше года без каких-либо ограничений на регулировочном режиме с нагрузкой 120—200 т/час.

того пара 500°С. Пыль донецкого тощего угля сжигается в полностью экранированной топочной камере с восьмью щелевыми горелками, расположенными в два яруса по углам топки с направлением осей горелок по диагоналям камеры.

Непосредственно над трехрядным фестомом, являющимся продолжением труб фронтального экрана, расположена ширмовая ступень пароперегревателя. Далее по ходу газов размещена вторая по ходу воды ступень водяного экономайзера, а затем — в опускной шахте сверху — конвективная часть пароперегревателя.

Общий вид ширмового пароперегревателя представлен на рис. 1. Пар из сухопарника поступает во входной коллектор ширмовой ступени по 54 подвесным трубам диаметром 51 × 4 мм. Ниже опорных развилок подвесные трубы переходят на диаметр 70 × 4 мм. Эта ступень пароперегревателя выполнена в виде девяти ширм по девять горизонтально расположенных полностью дренируемых змеевиков в каждой из труб диаметром 44,5 × 4 мм, выполненных из хромованадиевой стали. Шаг между ширмами $S_1 = 840$ мм, шаг между трубами $S_2 = 75,0$ мм. Поверхность нагрева ширмовой ступени 627 м².

Пар после ширмового перегревателя, где он движется прямококом по отношению к газовому потоку, поступает во впрыскивающий парохладитель² и далее в противоточную конвективную ступень перегревателя.

¹ Л. Б. Кр о л ь, Работа пароперегревателей котельных агрегатов высокого давления на электростанциях СССР, Сборник ВТИ «Пар высокого давления в энергетике», Госэнергоиздат, 1950.

² И. Б. Варавицкий, Л. Б. Кр о л ь и В. А. Л о к ш и н, «Электрические станции», 1953, № 8.

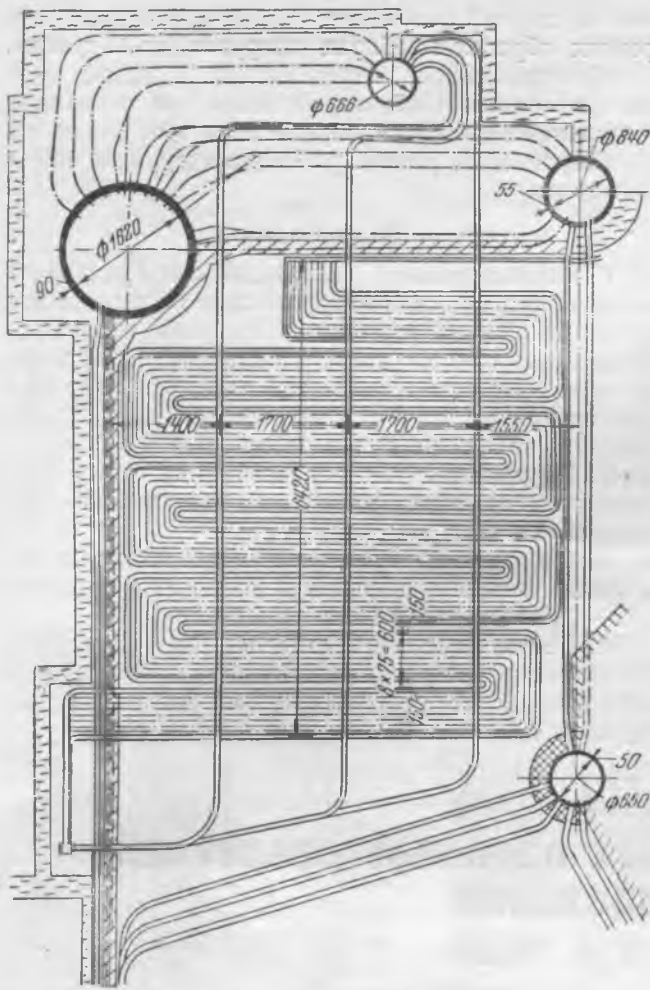


Рис. 1. Ширмовый пароперегреватель.

Основные тепловые характеристики пароперегревателя

При испытаниях³ суммарная тепловая работа пароперегревателя определялась по паровой стороне.

Изменения температуры перегрева в зависимости от нагрузки при постоянном значении избытка воздуха для ширмового пароперегревателя одного из котлов представлены на рис. 2 (сплошные линии). Из кривых следует, что ширмовый пароперегреватель обладает возрастающей температурной характеристикой. Это опровергает встречавшееся мнение о том, что ширмовый пароперегреватель имеет характеристику, убывающую с ростом нагрузки. Для ширмового пароперегревателя, расположенного за фестоном, фактическая температура перегрева пара при изменении нагрузки от $0,75D_k$ до $1,25D_k$ увеличивается на $\sim 22^\circ\text{C}$. Из этих же кривых видно, что средняя температура пара на выходе из пароперегревателя, даже при номинальной нагрузке и нормальном коэффициенте избытка воздуха ($\alpha = 1,25$), достигает 430°C и превышает

³ В экспериментальной части принимали участие мл. научный сотрудник Н. Е. Ярославский, инженеры В. С. Биль и А. Я. Антонов, ст. техники Т. М. Иняшкина и Ю. П. Матюхин.

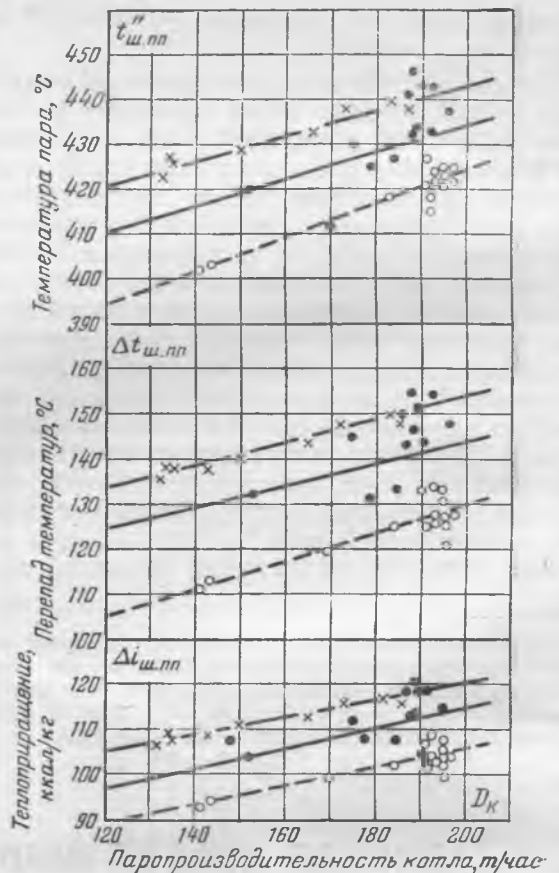


Рис. 2. Основные тепловые характеристики ширмового пароперегревателя первого котла (сплошные линии) и характеристики его при двухступенчатом сжигании (пунктирные линии) при $t_{п.в} = 140 \div 145^\circ\text{C}$.

● — $\alpha_{ш.п.п} = 1,25$; × — $\alpha_{ш.п.п} = 1,45$;
○ — $\alpha_{ш.п.п} = 1,37$

эту величину при некотором повышении избытка воздуха. Фактический перепад температуры пара в ширмовом пароперегревателе составляет 140°C при номинальной нагрузке котла и $\alpha = 1,25$, что соответствует тепловому перепаду, равному 110 ккал/кг . Разбег экспериментальных точек на рис. 2 связан главным образом с влиянием режима промежуточного охлаждения, не всегда хорошо увязываемого с тепловой работой обеих ступеней пароперегревателя. Изменения расхода воды на впрыск $D_{впр}$ при ручном регулировании перегрева влияли на расход пара через ширмовую ступень и тем самым на температуру пара при выходе из этого пароперегревателя.

Поэтому более правильное и полное представление о тепловой работе ширмовой ступени пароперегревателя могут дать условные характеристики, т. е. зависимости, пересчитанные в предположении отсутствия промежуточного охлаждения пара.

Количество пара, проходящего через ширмовую ступень, $D_{ш.п.п}$ связано с паропроизводительностью потока D_k следующим равенством:

$$D_{ш.п.п} = D_k (1 - \mu_{впр}) \text{ кг/час,}$$

где $\mu_{впр} = \frac{D_{впр}}{D_k}$.

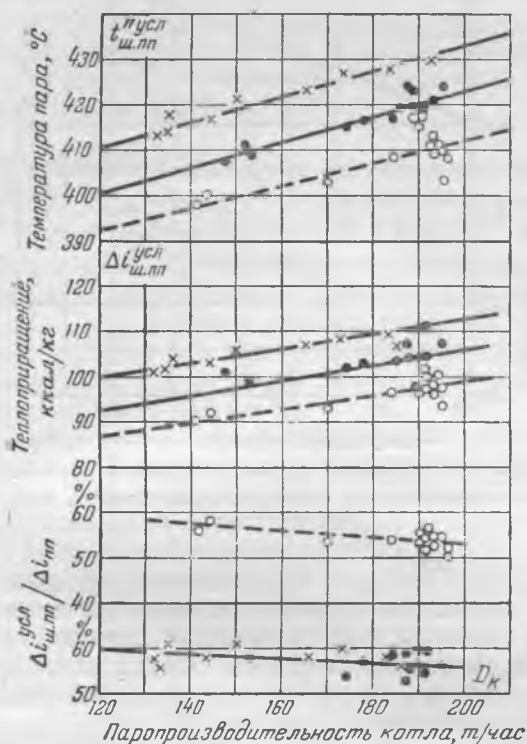


Рис. 3. Условные тепловые характеристики ширмового пароперегревателя первого котла (сплошные линии) и характеристики его при двухступенчатом сжигании (пунктирные линии).

Условная температура пара на выходе из этой ступени $t_{ш.п.н}^{усл}$ связана с действительной температурой пара $t_{ш.п.н}''$ выражением

$$t_{ш.п.н}^{усл} = t_{ш.п.н}'' - \mu \Delta t_{ш.п.н} \text{ } ^\circ\text{C},$$

где $\Delta t_{ш.п.н}$ — действительный перепад температур пара в пароперегревателе, $^\circ\text{C}$.

При переходе к условным характеристикам (рис. 3 — сплошные линии) упомянутый выше разбег опытных точек в основном ликвидируется. Условная температура перегрева в I ступени в среднем оказывается меньше видимой на $\sim 10^\circ\text{C}$; соответственно уменьшается и условное приращение температуры и теплосодержания пара. При номинальной нагрузке котла ($t_{н.г} = 140^\circ\text{C}$ и $a_{ш.п.н} = 1,25$) условное приращение теплосодержания пара составляет 102 ккал/кг . На том же рис. 3 показано, что ширмовая ступень фактически получает в среднем 57% тепла от общего теплоприращения пара в пароперегревателе. С увеличением нагрузки относительная доля тепла, воспринимаемая ширмовой ступенью, несколько падает.

На исследованных котлах высокого давления были впервые организованы диагональное расположение горелок, а также подвод третичного воздуха через сопла, установленные на 1,5—2,0 м выше верхнего яруса горелок. Видимые и условные тепловые характеристики ширмового пароперегревателя котла при наличии двухступенчатого сжигания показаны соответственно пунктиром на рис. 2 и 3.

Можно видеть, что и при этом топочном режиме температурные характеристики пароперегревателя не только остаются «конвективными», но и приближенно сохраняют свой наклон к горизонту.

Графики показывают, что температура пара за ширмовым пароперегревателем снизилась после перехода к двухступенчатому сжиганию на $\sim 19^\circ\text{C}$ по фактическим значениям температур пара (рис. 2) или на $\sim 16^\circ\text{C}$ при условном пересчете на 100%-ный расход пара через эту секцию пароперегревателя. Условное теплоприращение пара снижается на $\sim 10 \text{ ккал/кг}$. Переход на новую схему сжигания топлива привел к понижению тепловосприятия ширмового пароперегревателя на $\sim 10\%$ (при номинальной нагрузке).

Из рис. 3 также видно, что при двухступенчатом сжигании доля тепла от общего тепловосприятия пароперегревателя, воспринимаемая ширмовой ступенью, составляет в среднем 54 вместо 57% при обычной организации топочного процесса.

Испытания ширмового пароперегревателя второго котла также показали, что после организации подачи третичного воздуха температура пара за ширмовым пароперегревателем понизилась примерно на 20°C .

Указанное влияние новой схемы сжигания топлива связано с более низким расположением факела и понижением температуры газов на выходе из топочной камеры.

Опытами установлено, что при переходе к новому способу сжигания температура газов в конце топки понижается на $\sim 100^\circ\text{C}$, а перед ширмовым пароперегревателем — на $\sim 60^\circ\text{C}$.

Влияние некоторых режимных факторов на тепловые характеристики ширмового пароперегревателя

Как видно из рис. 2 и 3, при увеличении коэффициента избытка воздуха на $\Delta a = 0,1$ температура перегретого пара за ширмами в первом котле возрастает на $\sim 5^\circ\text{C}$. Изменение избытка воздуха не влияет на угол наклона основных температурных характеристик. Такое же влияние избытка воздуха на температурный перепад в ширмовом пароперегревателе было установлено и при испытаниях второго котла (рис. 4).

Влияние температуры питательной воды на тепловую работу ширмового пароперегревателя видно на рис. 4,б; повышение температуры питательной воды на 10°C при $D = 190 + 200 \text{ т/час}$ снижает конечную температуру пара после ширмового пароперегревателя на $\sim 3^\circ\text{C}$.

На величину тепловосприятия ширмового пароперегревателя в значительной степени влияет шлакование экранов и фестона. Постепенное увеличение зашлакованности топочных экранов и особенно фестона приводит к росту температур газов в районе ширмового пароперегревателя и к повышению его тепловосприятия. Так, в начальный период эксплуатации второго котла были случаи сильного шлакования фестона. В это время температура пара за ширмовым пароперегревателем достигала 525°C (при номинальной нагрузке). Условия работы ширмового пароперегре-

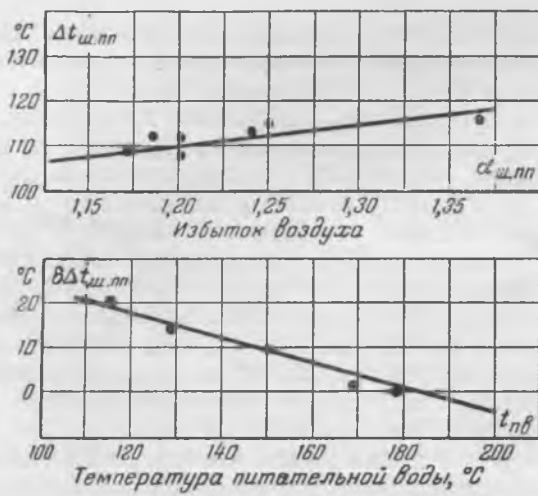


Рис. 4. Влияние коэффициента избытка воздуха и температуры питательной воды на тепловую работу ширмового пароперегревателя.

вателя особенно ухудшаются при неравномерном шлаковании фестона. Следует отметить, что влияние на тепловосприятие ширмового пароперегревателя подобного шлакованию было отмечено и при наличии шамотного пояса (высотой 5 м), установленного по всему периметру топочной камеры. В этом случае при паропроизводительности порядка 175 т/час средняя температура пара за ширмовой ступенью достигала 450, а в отдельных случаях и 500° С.

Все приведенные выше основные температурные характеристики пароперегревателя получены при нормальной работе топки с включением всех горелок нижнего и нескольких горелок верхнего яруса. Наоборот, при включении в постоянную работу верхнего яруса горелок и подрегулировке режима нижними горелками заметно увеличиваются температура газов и тепловая работа ширмового пароперегревателя.

Условия эксплуатации ширмового пароперегревателя заметно утяжеляются в случае совпадения нескольких отрицательно действующих режимных факторов. На рис. 5 приведены результаты опытов при работе топки по схеме двухступенчатого сжигания с включенными всеми верхними и отдельными нижними горелками при высоких избытках воздуха ($\alpha=1,6$) и частичном шлаковании фестона. В этих условиях тепловая работа ширмового пароперегревателя становится чрезмерно большой. Характер основной зависимости температуры пара от нагрузки очень мало меняется, но абсолютные значения температур заметно возрастают.

В этих условиях средняя температура пара за ширмовым пароперегревателем достигает 450° С ($D_k = 180$ т/час), что выше нормальной (показано пунктиром) на ~ 50° С. Это означает увеличение тепловосприятия ширмового пароперегревателя более чем на 25%. Чрезмерное увеличение температуры пара за I ступенью нежелательно, поскольку это утяжеляет условия работы металла труб и регулирование перегрева пара. Однако подобное увеличение тепловой работы ширмового пароперегревателя продолжается лишь по мере увеличения степени шлакованности экрана

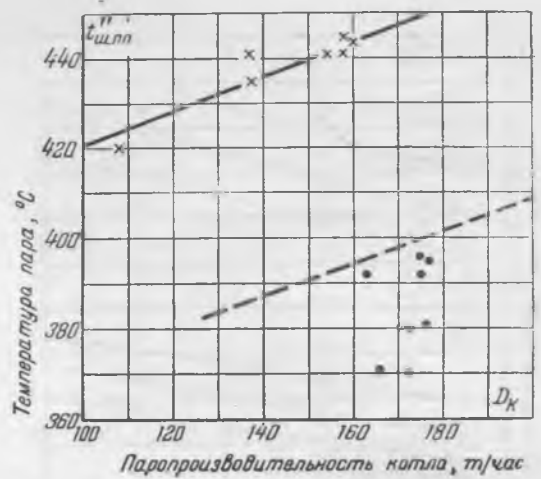


Рис. 5. Тепловая работа ширмового пароперегревателя при ненормальном режиме его эксплуатации.

и фестона. Наоборот, эффективность тепловой работы ширмового пароперегревателя начинает заметно снижаться, когда процесс шлакования начинает распространяться на нижние участки его змеевиков, что видно по расположению опытных точек (зачерненных) на рис. 5.

Тепловой расчет ширмовых пароперегревателей

Для сравнения с полученными опытными материалами был выполнен ряд тепловых расчетов. Исходные данные к расчету были приняты по результатам балансовых испытаний исследуемых котлов. В основу сопоставления положены расчеты ширмового пароперегревателя при $D = 200$ т/час, $T_{ш.п.п.} = 1100^\circ\text{C}$, $\alpha_{ш.п.п.} = 1,2$ и $t_{пв} = 170^\circ\text{C}$. Расчеты произведены как по обычной методике теплового расчета конвективных пароперегревателей⁴, так и по специальной методике, разработанной В. Н. Тимофеевым (ВТИ) для ширмовых пароперегревателей. Результаты расчетов по последней методике совпадают с фактическим тепловосприятием ширмовой ступени лишь при принятии весьма малого значения коэффициента загрязнения $\epsilon = 0,001$, что не соответствует наблюдаемому характеру золосного заноса труб.

Результаты теплового расчета при рассмотрении этого пароперегревателя как обычного конвективного пучка с коридорным расположением труб при поперечном их омывании газовым потоком хорошо согласуются с фактическим значением при принятии $\epsilon = 0,008$. По нормам же теплового расчета при $W_{газ} = 5,6$ м/сек и трубах диаметром 44,5 мм нужно было бы принять $\epsilon = 0,013$.

Тепловой расчет перегревателя, проведенный по этому способу при $D = 120$ т/час ($W_{газ} \approx 3$ м/сек), показал совпадение расчетного и фактического значений коэффициентов теплопередачи лишь при допущении, что $\epsilon = 0,015$ (вместо 0,013 по нормам расчета).

⁴ Нормы теплового расчета котельного агрегата, ВТИ, Госэнергоиздат, 1952.

Таким образом, по данным настоящих испытаний скорость газового потока заметно влияет на коэффициент загрязнения труб. С увеличением скорости газов от 3 до 5,6 м/сек значение α уменьшается с 0,015 до 0,008.

Тепловая работа ширмового пароперегревателя, размещаемого в верхней части топки

Полученные экспериментальные данные по тепловым характеристикам ширмового пароперегревателя, расположенного за фестоном, дают возможность указать вид этих характеристик для подобного же пароперегревателя при отсутствии фестоны перед ширмами.

На основе опытного материала были выполнены сравнительные тепловые расчеты для ширмового пароперегревателя рассматриваемой компоновки и размеров в предположении его размещения в конце топки (не отделенного от топки фестоном).

Результаты расчетов проведены в табл. 1. I вариант расчетов относится к расположению ширмового пароперегревателя в зоне температур,

регретатели, показали, что для предотвращения шлакования ширм требуется поддержание примерно тех же температур в конце топки, что и при наличии фестоны. Следовательно, для нормальной работы ширмового пароперегревателя его нужно размещать в зоне температур газов, не допускающих его шлакования; при этом его температурная характеристика будет конвективной.

Тепловые перекосы

Приемлемое распределение температур пара между отдельными змеевиками ширмового пароперегревателя было достигнуто благодаря общей наладке топочного процесса и недопущению шлакования фестоны и ширм. До окончания наладки топочного режима при произвольном включении пылеугольных горелок разверка температур пара даже в пределах половины ширмовой части пароперегревателя достигала $\sim 65^\circ\text{C}$ (рис. 6). Эта разверка температур, как видно из графика, мало зависит от нагрузки. Дальнейшие же испытания показали, что разверка температур пара на выходе из змеевиков ширмового пароперегревателя

Таблица 1

Показатель	I вариант			II вариант		
	100	150	200	100	150	200
Паропроизводительность $D_k, \text{ т/час}$	100	150	200	100	150	200
Коэффициент избытка воздуха $\alpha_{ш.п.п}$		1,25			1,25	
Температура газов перед пароперегревателем $T_{ш.п.п}^\circ \text{C}$	910	1 080	1 180	1 010	1 184	1 295
Удельное теплоприращение пара $\Delta i_{ш.п.п}, \text{ ккал/кг}$	112	117	121	135	136	137
Относительный рост теплоприращения $\frac{\delta \Delta i}{\Delta D}, \frac{\text{ккал/кг}}{\text{т/час}}$		0,09			0,02	

исключающей возможность его шлакования. В этом случае в качестве температур газового потока перед пароперегревателем приняты величины, соответствующие бесшлаковочному режиму работы фестоны на данных котлах при больших нагрузках. При II варианте расчетов предположено, что ширмовый пароперегреватель размещен глубже в топочной камере и работает в более высокой температурной зоне. Следует напомнить, что по испытаниям ширмовых перегревателей, расположенных за фестоном, относительный рост теплоприращения пара составлял $0,18 \frac{\text{ккал/час}}{\text{т/час}}$

Таким образом, расчеты показали, что при отсутствии фестоны наклон температурной характеристики ширмового пароперегревателя становится заметно более пологим⁵. При работе ширмового пароперегревателя (без фестоны) в зоне вполне надежных по условиям шлакования газовых температур его температурная характеристика будет слабо конвективной. Лишь при размещении пароперегревателя в зоне более высоких температур газов на выходе из топки можно ожидать, что его характеристика будет почти стабильной. Однако наблюдения за работой котлов высокого давления, имеющих подобные ширмовые паропе-

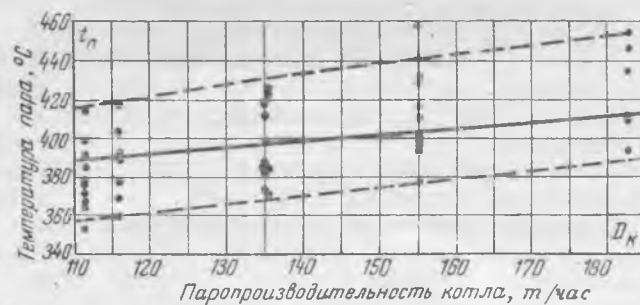


Рис. 6. Разверка температур пара по змеевикам правой половины ширмового пароперегревателя второго котла.

в основном зависит только от комбинации включенных в работу пылеугольных горелок и воздушного режима топки.

После проведения общей наладки процесса горения при отсутствии шлакования топочных поверхностей нагрева разверку температур пара на выходе из отдельных змеевиков каждой ступени ширмового пароперегревателя удалось снизить до $\pm 10^\circ\text{C}$. Этому заметно помогла осуществленная на данных котлах схема двухступенчатого сжигания топлива. Однако периодически и при этой схеме разность средних температур пара по сторонам ширмового пароперегревателя оставалась довольно большой и зависимой только от комбинации работающих горелок, что видно из приведенных в табл. 2 данных.

⁵ Для надежности этих выводов они должны быть получены не только расчетным, но и экспериментальным путем. Ред.

Количество горелок, включенных в нижнем ряду	4	4	4	4
Количество горелок, включенных в верхнем ряду	1	2 (расположенные диагонально)	2 (расположенные на одной боковой стороне)	3
Температурный перекоп по сторонам ширмового пароперегревателя, °С	20	5	45	27

Выводы

1. Ширмовые пароперегреватели, расположенные за фестомом, имеют чисто конвективную характеристику. Ширмовые пароперегреватели, расположенные в конце топки при отсутствии фестона перед ним, и работающего в зоне температур газов, обеспечивающей отсутствие его шлакования, также согласно расчетам, имеют пологую конвективную характеристику.

2. Установлено заметное влияние двухступенчатого метода сжигания топлива на тепловую работу ширмового пароперегревателя. При $D = 200 \text{ м/час}$, $a = 1,2$ и $t_{н.в} = 170^\circ\text{С}$ тепловосприятость ширмового пароперегревателя характеризуется следующими показателями:

до подвода третичного воздуха

$$\frac{Q}{H} = 31,8 \cdot 10^3 \text{ ккал/м}^2 \text{ час};$$

$$\Delta i_{ш.п.п} = 100 \text{ ккал/кг};$$

после подвода третичного воздуха

$$\frac{Q}{H} = 28,6 \cdot 10^3 \text{ ккал/м}^2 \text{ час};$$

$$\Delta i_{ш.п.п} = 90 \text{ ккал/кг}.$$

Тепловосприятость при переходе к двухступенчатому сжиганию уменьшается на $\sim 10\%$.

3. В зависимости от эксплуатационных условий тепловая работа ширмового пароперегревателя изменяется в широких пределах. Средняя температура пара за ширмовым пароперегревателем при

различных режимных условиях, даже при номинальной нагрузке и двухступенчатом сжигании, может лежать в пределах $370\text{—}450^\circ\text{С}$.

Наиболее сильное влияние на тепловую работу ширмового пароперегревателя оказывает процесс шлакования экранов, фестона и собственно пароперегревателя.

4. Влияние ряда эксплуатационных факторов на температурную характеристику ширмового пароперегревателя можно приближенно оценить следующим образом:

Переменный фактор	Пределы изменения	Изменение температуры пара
Паропроизводительность котла $\Delta D, \text{ м/час}$	± 10	$\pm 2,5$
Коэффициент избытка воздуха Δa	$\pm 0,1$	± 5
Температура питательной воды $\Delta t_{н.в}, ^\circ\text{С}$	± 10	∓ 3
Температура газов перед пароперегревателем $\Delta T_{ш.п.п}^*, ^\circ\text{С}$	± 10	± 3

5. Тепловой расчет ширмовых пароперегревателей может быть произведен по обычной методике для конвективных поверхностей нагрева с учетом прямого излучения из топки, особенностей его компоновки и опытных значений коэффициентов загрязнения.

6. В отношении температурных перекопов ширмовая компоновка не имеет существенных отличий от обычных компоновок пароперегревателя.

□ □ □

Рабочая емкость поглощения товарного Н-сульфоугля

Инж. З. И. Меерсон

До сих пор рабочая емкость поглощения товарных сульфоуглей считается более низкой, чем рабочая емкость поглощения ряда синтезированных ионообменных смол. Так, в инструкции Технического управления МЭС¹ при расчетах умягчения реальных вод ее величина оценивается

в $300\text{—}350 \text{ г-эке/м}^3$. При этом считается, что после регенерации истощенного сорбента экономически приемлемыми количествами регенерирующего реагента в нем всегда остается какое-то количество накипеобразующих катионов.

Позднее канд. техн. наук Н. П. Лапотышкина рабочую емкость поглощения товарного сульфоугля определила несколько большей величиной: для условий Н — Na-катионирования при жестко-

¹ Инструкция по эксплуатации катионитовых фильтров на электростанциях, Госэнергоиздат, 1949, стр. 80.

сти исходной воды 1—2 мг-экв/л емкость поглощения может быть принята равной ~ 450 г-экв/м³.

А. А. Кастальский и В. А. Клячко² рекомендуют при расчетах катионитовых фильтров принимать емкость поглощения сульфогля 530—570 г-экв/м³.

Все эти авторы не сообщают, подтверждены ли эти величины экспериментально в лабораторных или промышленных условиях.

Широкому использованию товарного сульфогля в различных отраслях промышленности в некоторых случаях препятствует недостаточная емкость поглощения.

В настоящее время синтезированы катиониты с более высокой емкостью поглощения, однако все они значительно дороже сульфогля.

Поэтому естественны стремления добиться тем или другим путем увеличения емкости поглощения товарного сульфогля, являющегося наиболее дешевым из всех известных ныне синтетических катионитов.

Наблюдение за работой товарного сульфогля показало, что полученный с завода свежий сорбент в течение первого рабочего цикла дает емкость поглощения 1 500—1 800 г-экв/м³, тогда как в последующих циклах (через 1—2 цикла) она снижается до 300—450 г-экв/м³ и на этом уровне остается весь период эксплуатации сорбента. Это дает возможность считать, что емкость поглощения товарного сульфогля значительно превышает достигнутую в практических условиях и что общепринятый метод его регенерации не позволяет вытеснить из катионита все задержанные им накипеобразующие катионы. Следовательно, значительная часть катионита остается неотрегенированной и не участвует в процессе обмена катионов.

При критическом рассмотрении установившегося по традиции метода регенерации обнаруживаются его недостатки.

Регенерация сорбента осуществляется в настоящее время, как известно, введением в фильтр сразу такого количества реагента, которое необходимо для вытеснения всех поглощенных накипеобразующих катионов.

Для достижения необходимой полноты удаления катионов приходится вводить некоторый избыток реагентов. Он превышает теоретически необходимое количество при Na-катионировании в 3 раза, а при H-катионировании в 1,5—2,0 раза. Однако и в этом случае не достигается глубокая регенерация катионита, так как при рациональных избытках реагентов через некоторое время в токе регенерационного раствора, фильтруемого через слой истощенного поглотителя, накапливается большое количество катионов кальция и магния, тормозящих реакцию катионного обмена. Одновременно с их отмывкой удаляется и раствор регенерирующего реагента. Для более глубокого вытеснения накипеобразующих катионов нужны весьма высокие избытки регенерирующих

реагентов, что не осуществимо на практике по экономическим соображениям.

Положение меняется, если то же количество регенерирующего реагента вводить не сразу, а отдельными порциями, каждый раз отмывая катионит от выделившихся продуктов реакции (ступенчатая регенерация).

В этом случае частично отрегенированный сорбент вновь обрабатывается регенерирующим реагентом, однако свободным от двухвалентных катионов, тормозящих процесс катионного обмена. Это позволяет получить более глубокую регенерацию катионита без увеличения удельных расходов регенерирующего вещества.

Последовательная регенерация истощенного катионита отдельными порциями реагента, взятыми со значительной недостачей против теоретически необходимых количеств, должна была по нашему мнению улучшить использование регенерирующего реагента и повести в целом к уменьшению удельных его расходов.

Кроме того, ступенчатый ввод реагента, значительно увеличивая время его контакта с сорбентом, также должен улучшать условия регенерации катионита.

Работа по определению оптимального режима регенерации катионита была начата автором в октябре 1952 г. и проверяется непрерывно до настоящего времени на H-катионитовых фильтрах.

H — Na-катионированию подвергается известкованная, предварительно осветленная вода, имеющая щелочную реакцию (pH = 9,5 — 10). Исходной водой служит вода Волги.

Известкование применяется с целью частичного обескремнивания воды и улучшения процесса коагулирования.

В качестве реагентов-осадителей используются негашеная известь с содержанием 7—18% окиси магния и сернокислое закисное железо.

В настоящее время отстойники тэц переоборудуются в осветлители, после чего обескремнивание будет осуществляться каустическим магнитом.

Осветленная вода характеризуется следующими данными:

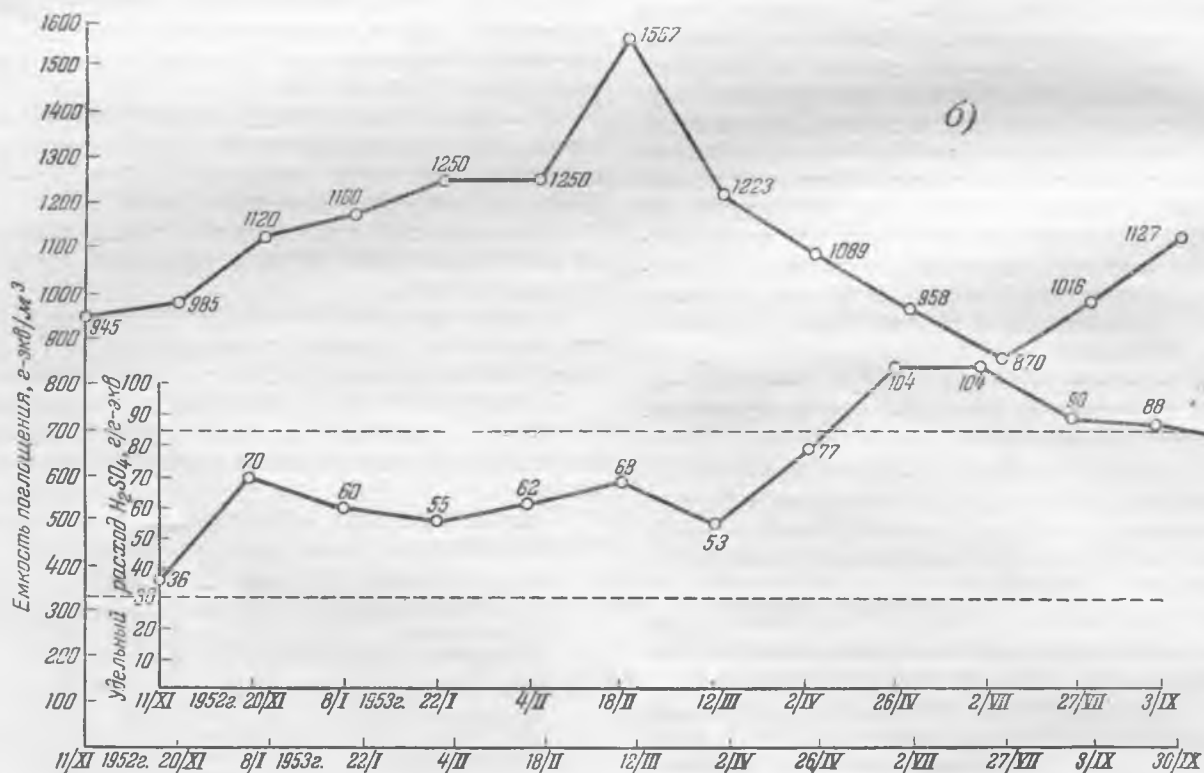
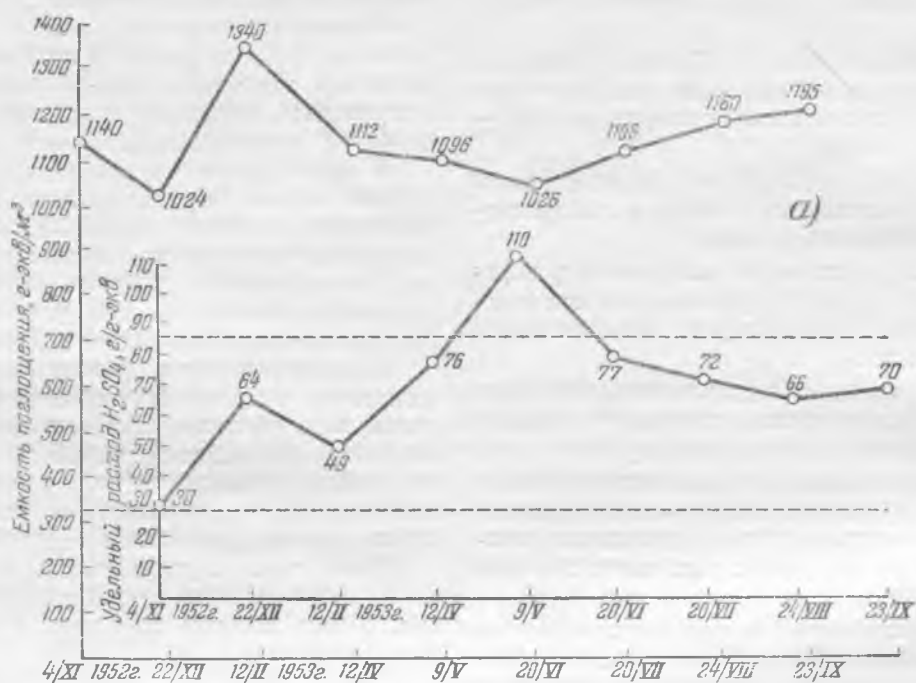
Сухой остаток	100 — 110 мг/л
Жесткость общая	1,4 — 1,5 мг-экв/л
Щелочность	1,0 — 1,1 мг-экв/л
Жесткость постоянная 0,3 — 0,5 мг-экв/л	
SO ₄ ²⁻ Cl ⁻	0,2 — 0,3 мг-экв/л
SiO ₂	3 — 4 мг/л
pH	9,5 — 10
Температура	40 — 45° С

Качество известкованной воды держится относительно постоянным.

В результате длительных (годовых) экспериментов на тэц разработан и принят следующий метод регенерации.

После обычного взрыхления при скорости фильтрования 8 м/час вводится первая порция регенерирующего раствора серной кислоты с концентрацией ~ 1,2% (~ 240 г-экв/л). Это количество равно 25% кислоты, необходимой для полного удаления поглощенных за предыдущий рабочий цикл двухвалентных катионов, при норме расхода кислоты ~ 75 г/г-эка.

² А. А. Кастальский и В. А. Клячко, Фильтры водоподготовительных установок, Госэнергоиздат, 1953.



После ввода кислоты производится отмывка осветленной водой со скоростью 10—11 м/час.

Отмывка продолжается 35—45 мин.

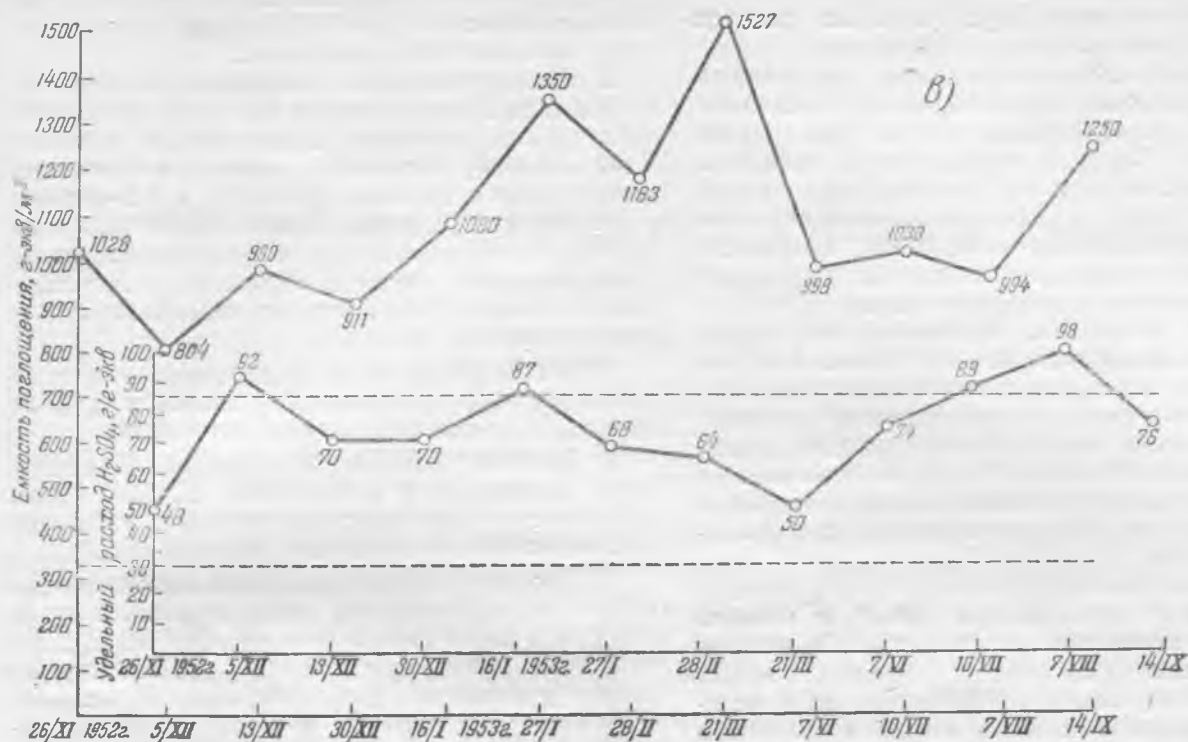
За это время жесткость отмывной воды становится приблизительно равной жесткости осветленной воды.

Затем вводится вторая порция регенерирующего раствора кислоты с концентрацией около 200—210 г-экв/м³ с последующей отмывкой фильтра осветленной водой. При отмывке катионита после ввода первой и второй порций кисло-

ты отмывные воды не имеют кислой реакции, что свидетельствует о полном использовании кислоты.

Концентрация третьей порции кислоты при вводе ее также не должна превышать 200—210 г-экв/м³. Снижение регенерирующего раствора кислоты в первых трех порциях вызывается тем, что при более высокой концентрации раствора создается опасность выделения гипса, приводящего к полному забиванию щелей дренажных колпачков и прекращению отмывки.

Если все же гипсование происходит, то оно



Графики годичной работы трех промышленных Н-катионитовых фильтров. Пунктиром показаны нормы емкости поглощения и удельного расхода H_2SO_4 .

а — фильтр № 1 (средняя емкость поглощения 1133 г-экв/м³; средний удельный расход H_2SO_4 74 г/г-экв); б — фильтр № 2 (средняя емкость поглощения 1120 г-экв/м³; средний удельный расход H_2SO_4 72 г/г-экв); в — фильтр № 3 (средняя емкость поглощения 1095 г-экв/м³; средний удельный расход H_2SO_4 76 г/г-экв).

быстро устраняется подачей воды в фильтр из промывочного бака и отмывкой сульфогля в течение 8—10 мин. снизу вверх.

При отмывке сорбента осветленной водой после ввода третьей порции раствора кислоты промывная вода первые 15—20 мин. имеет кислую реакцию, что свидетельствует о перемещении процесса катионного обмена в нижние слои.

Появляющаяся кислотность отмывной воды служит признаком приближения конца регенерации. Эту воду сбрасывают в дренаж до удаления основного количества солей жесткости (проба 3%-ным раствором Na_2CO_3), а затем собирают в баки для взрыхления и приготовления регенерирующего раствора; четвертая порция раствора кислоты применяется крепостью 230—250 г-экв/м³.

Перед вводом четвертой (последней) порции раствора кислоты сульфоголь повторно взрыхляют. Эта операция не является обязательной, однако практика показала, что она несколько улучшает общий эффект регенерации.

Вводом четвертой порции кислоты и последующей отмывкой регенерация заканчивается.

При очень большой емкости поглощения сорбента потребное количество кислоты приходится делить на пять порций, однако, как правило, достаточно четырех порций.

Регенерация по такому методу продолжается 7—8 час., практически занимая целую смену, в то время как обычно она длится ~2,5 часа. Расход отмывной воды на Н-катионитовый фильтр диаметром $d = 2,0$ м с 6 м³ сульфогля составляет:

на 1-ю отмывку . . .	~ 24 м³ (длительность отмывки 45 мин.)
„ 2-ю „ . . .	~ 24 м³ (то же)
„ 3-ю „ . . .	~ 32 м³ (длительность отмывки 60 мин.)
„ 4-ю „ . . .	~ 56 м³ (длительность отмывки 120 мин.)

Общий расход воды на регенерацию одного фильтра составляет 140—150 м³. Расход воды для приготовления раствора кислоты и на взрыхление здесь не учитывается, так как для этого используются отмывные воды после ввода третьей и четвертой порций кислоты.

Таким образом, при регенерации расходуется 23—25 м³ воды на 1 м³ сульфогля, что в 3—4 раза превышает расход воды, рекомендуемый большинством инструкций. Большой расход воды на регенерацию сорбента является недостатком ступенчатой регенерации, удорожающим ее по сравнению с обычной. Однако высокая емкость поглощения позволяет спокойно эксплуатировать фильтр в течение нескольких суток практически без всякого обслуживания, кроме незначительного изменения производительности. При жесткости поступающей на Н-катионитовые фильтры осветленной воды ~1,3 мг-экв/л и достигаемой емкости поглощения сульфогля ~1000 г-экв/м³ продолжительность рабочего цикла (при скорости фильтрования 10 м/час) составляет около 7 суток.

Результат годичной работы трех промышленных Н-катионитовых фильтров диаметром 2 м с высотой загрузки 1,9—2,0 м приведен на рисунке.

Из него видно, что средняя емкость поглощения сульфогля по всем трем фильтрам составляет ~ 1115 г-экв/м³ при удельном расходе 100%-ной серной кислоты ~ 75 г/г-экв.

Для отраслей промышленности, где высокая емкость поглощения сорбента имеет решающее значение, рекомендуемый метод регенерации представляет большую практическую ценность. Следует иметь в виду, что сульфоголь в настоящее время является пока единственным отечественным катионитовым материалом, производящимся в промышленном масштабе, на основе распространенного и дешевого сырья.

Из всех известных сорбентов, полученных научно-исследовательскими институтами и другими организациями, занимающимися синтезом ионнообменных смол, ни один катионит не может конкурировать с сульфоглем вследствие значительной разницы в стоимости их изготовления.

По ряду местных условий экспериментальную работу не удалось распространить на Na-катионитовые фильтры.

Сделанные единичные опыты по ступенчатой регенерации Na-катионитовых фильтров пока не дали положительных результатов. Отсутствие положительных результатов, видимо, может объясняться не только случайностью, но и меньшей подвижностью катиона натрия в сравнении с катионом водорода, что не позволяет достигнуть глубокой регенерации при установленных удельных расходах соли. Однако утверждать это без детальной проверки преждевременно.

Таким образом:

1. Емкость поглощения товарного сульфогля при использовании его для H-катионирования известкованной воды составляет 1 500—

1 800 г-экв/м³ и в 4—5 раз превышает эксплуатационную емкость поглощения, получаемую при установившемся в практике методе регенерации этого катионитового материала.

2. Экспериментально доказано, что емкость поглощения H-сульфогля в промышленных условиях может устойчиво держаться в пределах 1 100 г-экв/м³, превышая емкость поглощения, достигаемую в обычных условиях, в 2,5—3 раза.

3. Высокая емкость поглощения товарного сорбента достигается при «ступенчатом» вводе раствора серной кислоты в фильтры с промежуточной отмывкой сорбента от выделившихся накипеобразующих катионов.

При этом удельный расход серной кислоты не превышает нормального и составляет в среднем за год 75 г/г-экв поглощенной жесткости.

4. Высокая емкость поглощения H-сульфогля, дешевизна и налаженное промышленное производство его ставят этот катионит выше любого известного в настоящее время катионита.

5. Так как с внедрением пара высоких параметров обескремнивание воды становится неизбежным и часто достигается ее обработкой в отстойниках (или осветлителях) магнийсодержащими реагентами (каустическим магнезитом, обожженным доломитом и т. п.), то это сопровождается получением осветленной воды с повышенной щелочностью (1,1—1,4 мг-экв/л при $pH = 9,5—10$).

Наиболее целесообразно снижать эту щелочность параллельным H—Na-катионированием.

Использование разработанного метода «ступенчатой» регенерации в этом случае будет представлять практический интерес.

ОТ РЕДАКЦИИ

Емкость поглощения одного и того же катионита не является постоянной величиной. Она зависит от качества исходной воды, поступающей в фильтр: pH, солености, концентрации сульфатного и хлоридного ионов и т. д., а также от природы обмениваемых катионов (т. е. от использования катионита в качестве H- или Na-катионита). Поэтому нельзя считать ошибкой, когда отдельными исследователями приводятся разные, существенно отличающиеся друг от друга значения емкости одного и того же катионита. Важно, чтобы при этом оговаривались условия, при которых получены соответствующие значения емкости катионита.

Высокая емкость сульфогля, полученная автором при H-катионировании известкованной воды по сравнению с величинами, достигаемыми на большинстве катионитовых установок, где производится H-катионирование предварительно осветленной, но не известкованной воды, обуславливается не столько ступенчатой регенерацией, сколько высоким значением pH (т. е. щелочной реакцией известкованной воды), при котором включается в «работу» обменный катион водорода функциональных групп катионита (обычно фенольных и частично карбоксильных групп), не участвующих в реакциях обмена при более низких pH исходной воды.

Применение ступенчатой регенерации, безусловно, представляет известный практический интерес, поскольку оно позволяет создать более благоприятные условия для регенерации истощенного катионита. Однако при использовании ступенчатой регенерации должны учитываться и ее недостатки, связанные с существенным увеличением расхода воды на отмывку катионита и с «омертвлением» части катионитовых фильтров вследствие большой длительности процесса регенерации. Применение ступенчатой регенерации представляет практический интерес в том случае, когда это сопровождается таким увеличением емкости катионита или сокращением расхода регенерирующих веществ, которое полностью компенсирует недостатки этого метода регенерации.



Монтаж электрофильтров крупными блоками

Инж. Ф. Г. Логунов

ОТ РЕДАКЦИИ

Переход на крупноблочный метод монтажа электрофильтров имеет очень большое значение для сокращения сроков ввода в эксплуатацию современных мощных котлоагрегатов. Помещая в порядке предложения статью инж. Логунова по этому актуальному вопросу, редакция надеется, что это будет способствовать быстрому нахождению правильных решений для внедрения блочного метода монтажа электрофильтров.

В общем комплексе работ по монтажу котельного агрегата монтаж электрофильтра занимает очень важное место. Общий вес оборудования электрофильтра, устанавливаемого для крупного современного котельного агрегата, достигает 200 т, а количество деталей — нескольких тысяч.

На сборку такого количества деталей в стесненных условиях зоны монтажа и с соблюдением технологической последовательности затрачивается много труда квалифицированных рабочих и требуется значительное количество времени.

До последнего времени монтаж электрофильтров производился только россыпью и должного внимания этой работе не уделялось. Объясняется это тем, что задержки монтажа золоуловителей очень часто не считались препятствием к пуску законченного в остальной своей части котельного агрегата.

Основным препятствием к организации блочного монтажа электрофильтров в настоящее время является непродуманность конструкции электрофильтров с точки зрения технологии их монтажа. В современных условиях, когда монтаж крупных котельных агрегатов осуществляется за 2—3 мес., монтаж электрофильтров должен выполняться только скоростным, блочным методом, с организацией заблаговременного укрупнения деталей и со сборкой монтажных блоков на специальной площадке.

Изучение весовых характеристик отдельных элементов электрофильтров и его конструктивных особенностей показывает, что организация

монтажа как вертикальных, так и горизонтальных электрофильтров блоками вполне возможна при очень высоком коэффициенте блочности.

Некоторые данные по электрофильтрам, наиболее часто устанавливаемым на электростанциях, приведены в табл. 1.

Ниже рассматривается возможность блочного монтажа электрофильтров ДВП-4-20 и ДГП-28 со следующими характеристиками:

	ДВП-4-20	ДГП-28
Рамы осадительных элементов	72	52
Рамы коронирующих элементов	68	48
Размер рам осадительных электродов	7 900×4 000 мм 4 245×2 580 мм	
Тип осадительных электродов	Пластинчатый	Карманный
Общий вес электрофильтра	196,45 т	91,53 т
Вес корпуса	86,17 "	31,96 "
Вес рамы осадительного электрода	1,23 "	0,67 "
Вес рамы коронирующего электрода	131 кг	36 кг
Общий вес осадительных электродов	84,57 т	35,04 т
Общий вес коронирующих электродов	8,9 "	1,7 "

Изучая конструктивные особенности и весовые данные отдельных элементов электрофильтров ДВП-4-20 и ДГП-28 (конструкция электрофильтра ДВП-4-20 показана на рис. 1), можно наметить примерную разбивку их на блоки (табл. 2).

На рис. 2—6 показаны эскизы части блоков, составленные по рабочим чертежам электрофильтров.

На склад строительства электрофильтры прибывают: корпуса в виде щитов, состоящих из отдельных участков стен корпуса и бункеров, имеющих транспортабельные размеры; приводы механизмов встряхивания в собранном виде, а все остальное оборудование — в виде большого количества мелких деталей.

С точки зрения блочности наиболее громоздкой и трудной является вертикальная часть корпуса. Учитывая большие размеры корпуса по высоте вертикального электрофильтра, может быть организована сборка в блок щитов одной передней продольной стены (со стороны котельной) и

Таблица 1

Тип электрофильтра	Количество секций	Габаритные размеры, м			Вес, т	
		Длина	Ширина	Высота	общий	корпуса
Вертикальные:						
ДВП-3 ^а	4	11,65	4,44	16,35	114	57
ДВП-43	4	16,75	3,4	13,9	119	59
ДВП-4-20	4	17,0	6,38	18,08	196,45	86
Горизонтальные:						
ДГП-12,5	1	17,7	3,77	8,0	59	26,7
ДГП-28	2	11,13	8,6	9,07	91,5	32
ДГП-45	2	11,0	8,1	12,2	125	36,7

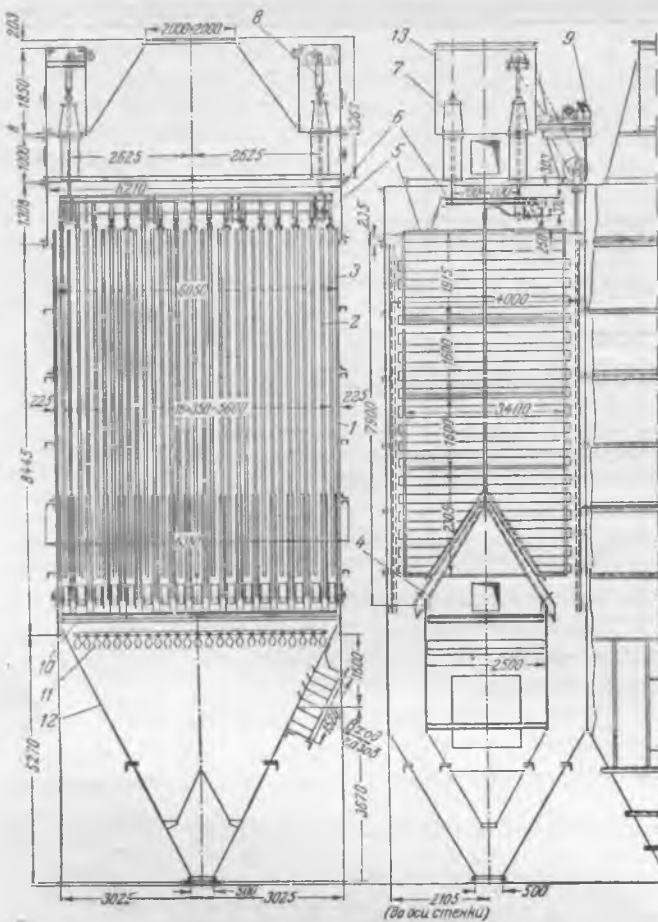


Рис. 1. Конструкция электрофильтра ДВП-4-20.

1 — корпус электрофильтра; 2 — средний осадительный электрод; 3 — крайний осадительный электрод; 4 — желоба под осадительные электроды; 5 — рама коронирующих электродов; 6 — рама подвеса коронирующих электродов; 7 — проходной изолятор; 8 — изолятор встряхивания коронирующих электродов (шатун); 9 — привод механизмов встряхивания; 10 — нижняя распределительная решетка; 11 — распределитель газа; 12 — бункер для удаления золы; 13 — изоляторная коробка.

пяти поперечных стен. Для электрофильтра ДВП-4-20 вес такого блока составит около 35 т вместе с дополнительными креплениями, а габаритные размеры будут равны 16,9 × 6,1 × 9,8 м. В зависимости от принятых грузоподъемных средств этот блок может быть разбит на две части и более.

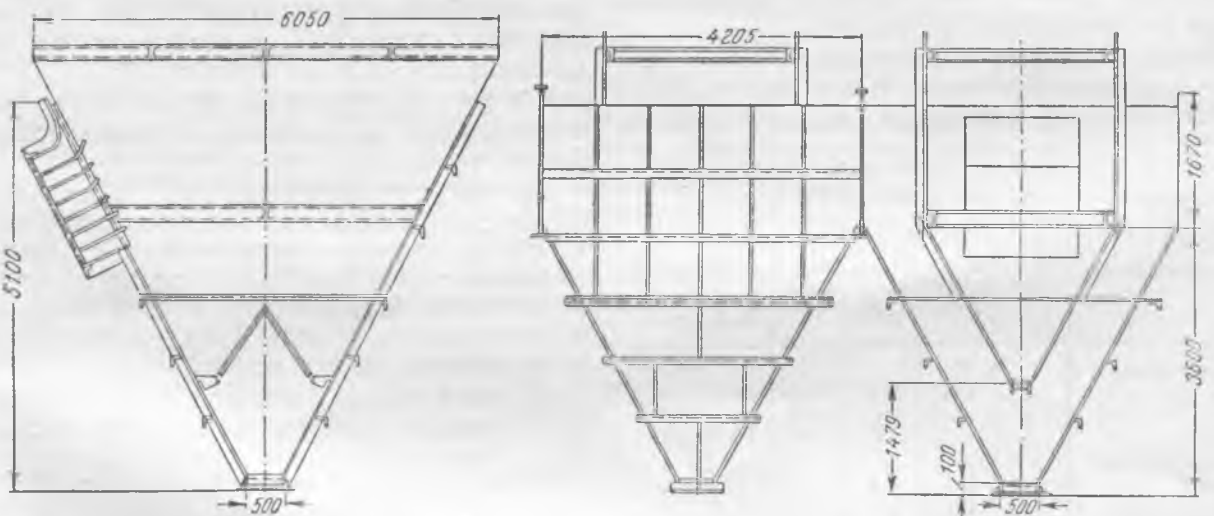


Рис. 2. Блок бункеров электрофильтра ДВП-4-20.

Вологодская областная универсальная научная библиотека

Наименование	Количество блоков	Вес блока, т	Общий вес, т		Габаритные размеры, м
			блоков	электрофильтра	
Вертикальный электрофильтр					
Бункеры	2	11,93	23,86	—	8,5×6,1×5,7
Вертикальная часть корпуса	6	2,5—19	44,00	—	8,5×6,1×9,8
Верхняя часть корпуса (конфузоры, приводы, изоляторные коробки)	4	5,49	21,96	—	6,1×4,2×3,1
Блоки электродов	4	23,85	95,40	—	8,4×5,6×4,0
Всего	16	11,5	185,22	196,45	
Горизонтальный электрофильтр					
Бункеры	1	14,99	14,99	—	9,2×8,4×2,6
Вертикальная часть корпуса	7	0,76—3,79	14,94	—	9,2×4,4×0,4
Потолочная часть корпуса	6	0,67—1,4	5,48	—	4,1×1,4×1,5
Блоки электродов	4	12,8	51,2	—	4,1×3,0×4,4
Всего	18	4,75	86,61	91,53	

Основные преимущества блока заключаются в том, что заводка блоков электродов в корпус может осуществляться сзади (со стороны железнодорожного пути). По мере установки блоков электродов производится установка блоков щитов задней продольной стены корпуса.

Такое решение исключает необходимость подъема блоков электродов выше стен корпуса и позволяет применить железнодорожные краны для их установки.

Наибольшие трудности представляет сборка в блоки рам осадительных и коронирующих электродов, на монтаж которых тратится наибольшее количество времени. На рис. 5 показан эскиз блока электродов одной секции вертикального электрофильтра.

Блоки собираются в вертикальном положении на специальном каркасе. Для подъема блока используется рама 1, к которой подвешиваются на крючках 2 рамы осадительных электродов. Рамы коронирующих электродов подвешены к осадительным электродам на двух планках 4. Такая схема сборки блока позволяет за один подъем за-

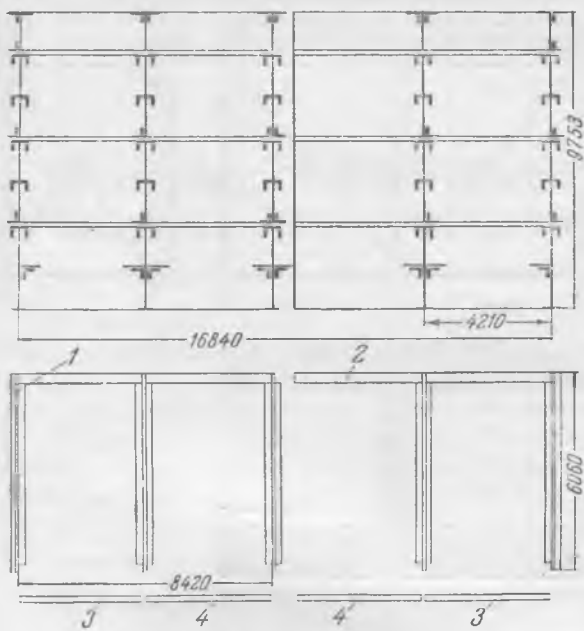


Рис. 3. Блоки вертикальной части корпуса электрофильтра ДВП-4-20.

1 — блок № 1 весом 19,3 т; 2 — блок № 2 весом 14,4 т;
3 — блок № 3 весом 25,5 т; 4 — блок № 4 весом 25,4 т.

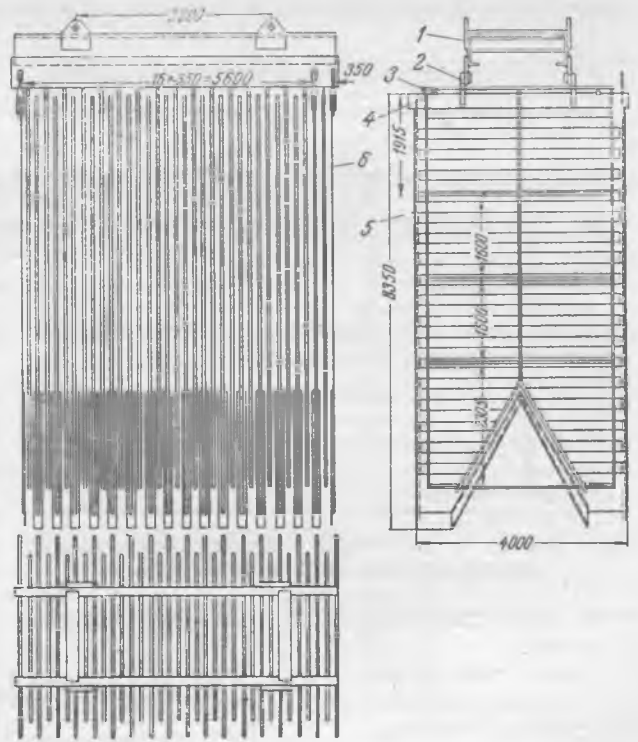


Рис. 5. Блок электродов электрофильтра ДВП-4-20.

1 — рама; 2 — крюк; 3 — рама коронирующих электродов;
4 — планка; 5 — средние осадительные электроды; 6 — крайние осадительные электроды.

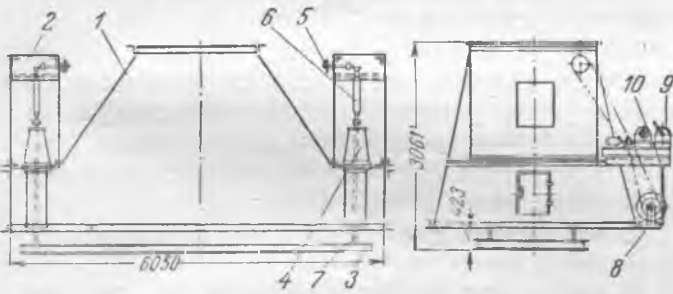


Рис. 4. Блок верхней части корпуса электрофильтра ДВП-4-20 вместе с приводом и изоляторными коробками.

1 — конфузор; 2 — изоляторная коробка; 3 — рама подвеса коронирующих электродов; 4 — проходной изолятор; 5 — вал с кривошипом для встряхивания коронирующих электродов;
6 — изолятор встряхивания коронирующих электродов;
7 — система подвеса и встряхивания коронирующих электродов;
8 — головка встряхивающей штанги осадительной головки;
9 — привод механизма встряхивания; 10 — опора под привод.

вести в корпус сбоку и установить на опорные балки комплект осадительных и коронирующих электродов одной секции электрофильтра.

Необходимо отметить, что и этот блок может быть без особых затруднений разбит на несколько более легких частей.

Разбивка на блоки горизонтального электрофильтра менее благоприятна. Общее количество блоков получается значительным при малом весе большинства блоков.

Осадительные электроды горизонтального электрофильтра собираются в блоки на своих опорных балках (рис. 6), которые на время монтажа превращены в жесткую раму путем уста-

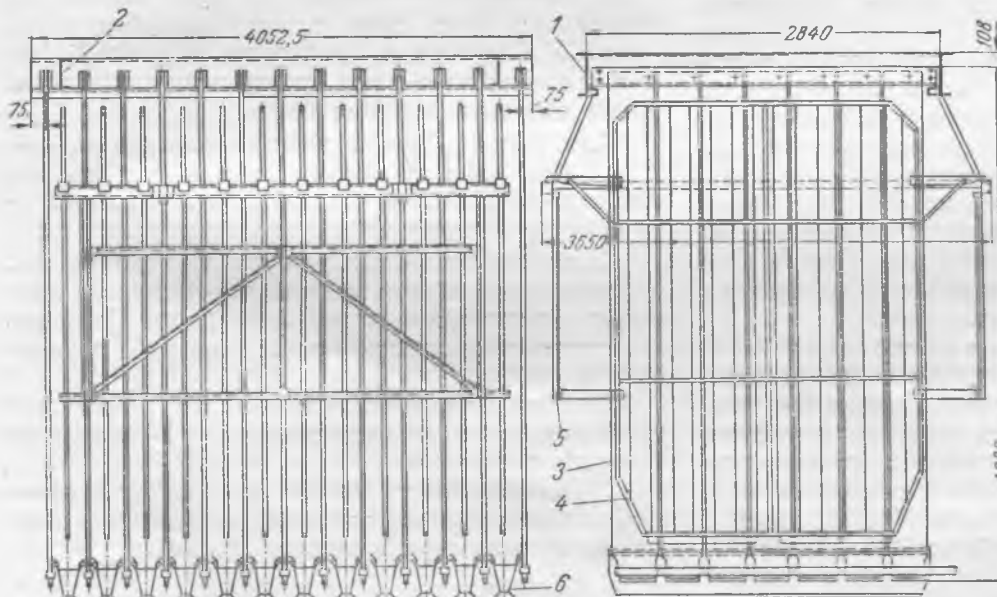


Рис. 6. Блок электродов электрофильтра ДГП-28.

1 — балка подвеса осадительных электродов; 2 — балка временной связи; 3 — рама осадительных электродов; 4 — рама коронирующих электродов; 5 — рама подвеса коронирующих электродов; 6 — промежуточные бункеры.

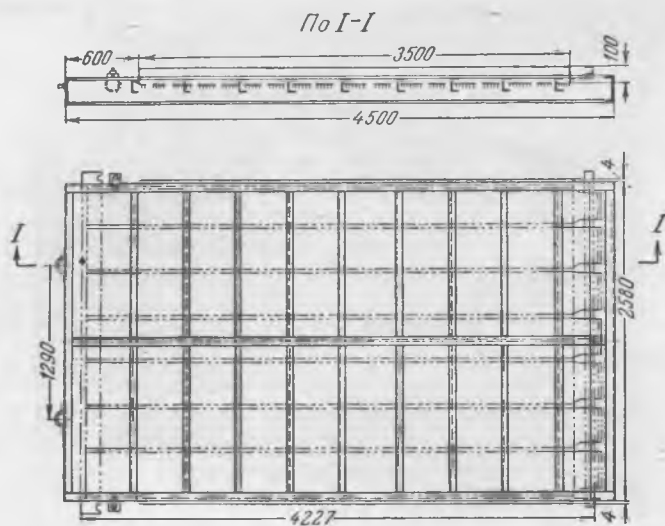


Рис. 7. Кондуктор для сборки и подъема осадительных электродов электрофильтра ДП-28.

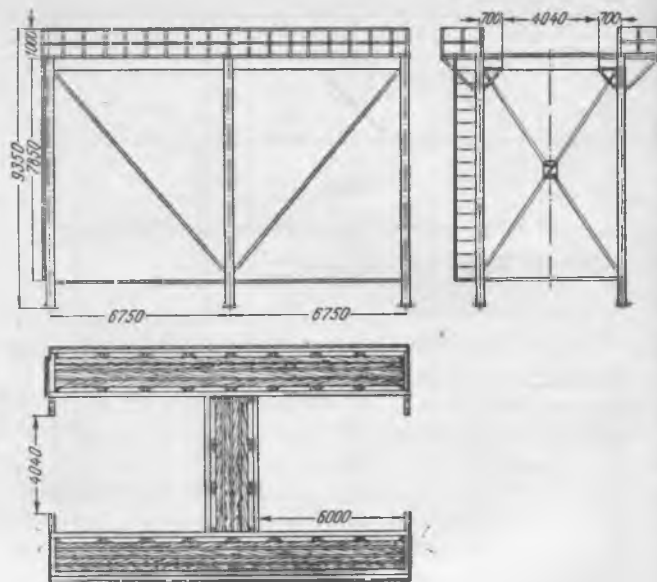


Рис. 8. Каркас для сборки блоков электродов.

новки двух дополнительных швеллеров временной связи.

Кроме электродов в этот блок включаются рамы подвеса коронирующих электродов и промежуточные бункеры.

Учитывая значительные размеры части блоков, перемещение которых на большое расстояние представляет некоторые трудности, площадку для их сборки следует размещать по возможности ближе к месту установки электрофильтров.

Все оборудование сборочной площадки должно допускать быструю переброску его кранами на новую стоянку для подготовки блоков электрофильтров следующих котлов.

Следует отметить, что только блоки электродов не допускают перемещения на большие расстояния без специального каркаса. Все остальные блоки могут быть собраны на сборочной площадке котлов и перевезены к месту установки на железнодорожных платформах. Это указывает на то, что при отсутствии места для сборочной площадки необходимых размеров все контрольные, укрупнительные и частью сборочные операции могут быть выполнены в любом другом приспособленном месте и лишь сборка электродов должна производиться вблизи места установки.

Наиболее трудоемкой работой при монтаже электрофильтров является сборка рам осадительных электродов. Для упрощения и ускорения процесса сборки рам может быть использован кондуктор, примерная конструкция которого показана на рис. 7. Этот кондуктор используется также для подъема собранных рам и установки их в блок. После установки рамы электрода в блок кондуктор снимается и возвращается на стеллаж для сборки следующей рамы.

При сборке в блок рамы осадительных электродов вертикального электрофильтра устанавливаются на вспомогательной каркасной конструкции (рис. 8). Рамы коронирующих электродов временно подвешиваются между рамами осадительных электродов. Для подъема блока электродов применяется вспомогательная рама 1 (рис. 5). Перед подъемом блока эта рама укла-

дывается на блок сверху, как показано на рис. 5. Каждая рама электродов двумя крючками 2 подвешивается к вспомогательной раме 1. После установки блока электродов в корпусе вспомогательная рама с крючками отцепляется и возвращается за следующим блоком.

Всего на сборку и монтаж блоков электрофильтров (случай, когда сборка производится вблизи места установки) требуются следующие вспомогательные устройства:

2 кондуктора для сборки рам осадительных электродов весом по 0,5—0,6 т;

2 кондуктора для сборки рам коронирующих электродов весом по 0,5—0,6 т;

1 каркас для сборки электродов в блок (на два блока) весом 7—10 т;

1 рама для подъема и установки блока на место весом 0,5 т.

Таким же способом производится сборка рам осадительных и коронирующих электродов горизонтальных электрофильтров.

В отличие от вертикальных электрофильтров сборка в блок рам электродов начинается (рис. 6) с установки на каркасе опорных балок и соединения их в раму временными связями на время сборки и подъема блока.

При сборке блоков электрофильтров приходится поднимать на высоту до 8 м большое количество элементов и деталей небольшого веса — от 0,15 до 3 т.

Следовательно, основным грузоподъемным механизмом при сборке блоков на сборочной площадке могут применяться автокраны. Особенно следует рекомендовать краны типа К-51 с удлиненной стрелой.

Монтаж блоков электрофильтров может осуществляться железнодорожными, Г-образными кранами и стрелами.

Грузоподъемность кранов выбирается в зависимости от размеров электрофильтра и веса блока электродов одной секции.

Компоновка электротехнических устройств в главном корпусе электростанции малой и средней мощности¹

Инж. А. И. Гринберг, инж. А. Ф. Кузькоков и инж. В. Н. Скоморохов

В настоящее время проектными организациями прорабатываются типовые компоновки главного корпуса и электротехнических помещений электростанций малой и средней мощности.

К сожалению, эти проекты не получили широкого освещения и общественного технического обслуживания на страницах периодической печати.

мысленных предприятий в части размещения электротехнических устройств надо считать:

1. Сосредоточение всех основных электротехнических устройств в одном отсеке. При проектировании выяснилось, что это обеспечивает минимальные затраты на кабельные коммуникации, повышение надежности работы и удобства эксплуатации, сокращение численности вахтенного

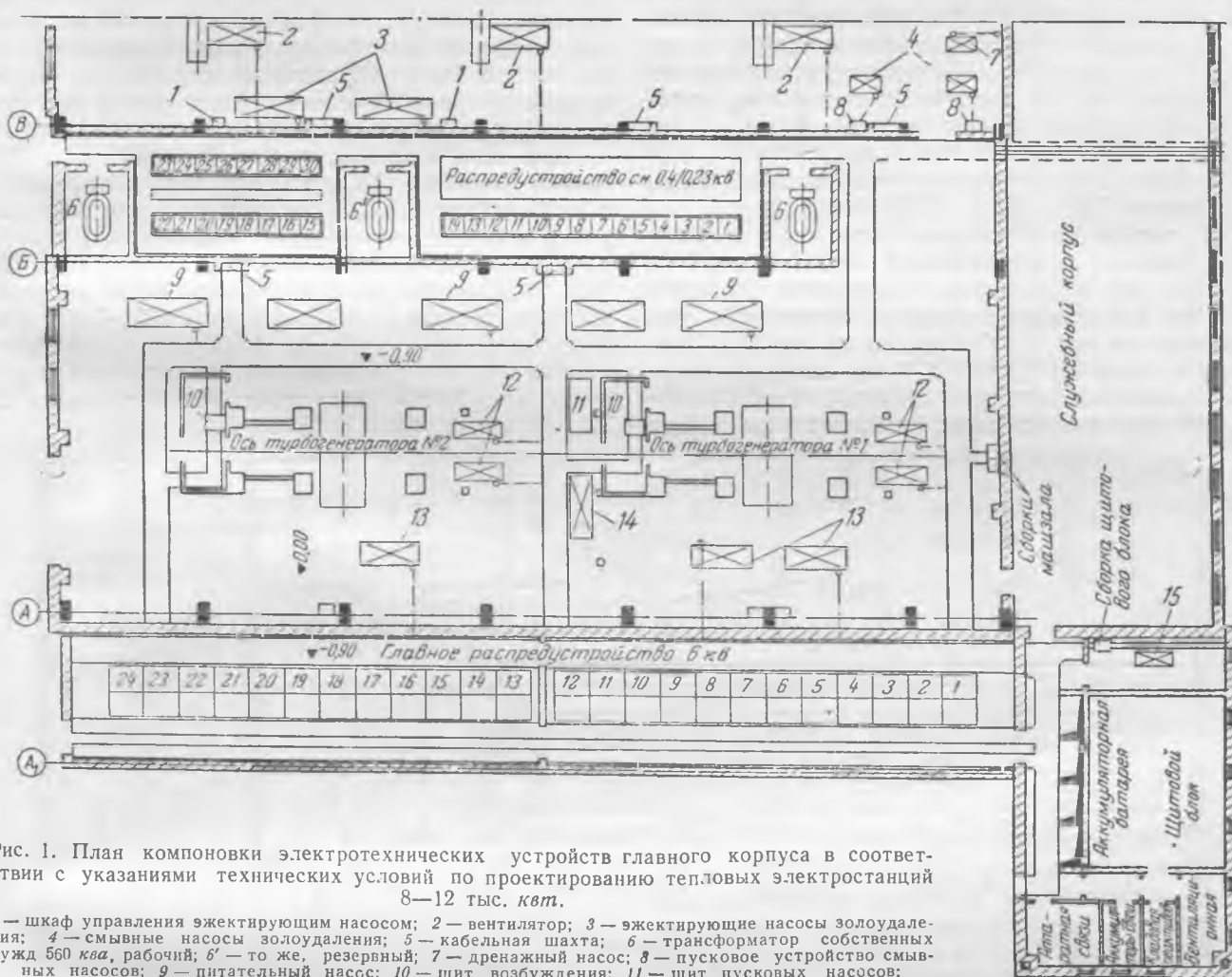


Рис. 1. План компоновки электротехнических устройств главного корпуса в соответствии с указаниями технических условий по проектированию тепловых электростанций 8—12 тыс. квт.

1 — шкаф управления эжектирующим насосом; 2 — вентилятор; 3 — эжектирующие насосы золоудаления; 4 — смывные насосы золоудаления; 5 — кабельная шахта; 6 — трансформатор собственных нужд 560 квт, рабочий; 6' — то же, резервный; 7 — дренажный насос; 8 — пусковое устройство смывных насосов; 9 — питательный насос; 10 — щит возбуждения; 11 — щит пусковых насосов; 12 — конденсатный насос; 13 — циркуляционный насос; 14 — резервный возбудитель; 15 — двигатель-генератор подзаряда.

Авторы данной статьи считают целесообразным осветить некоторые вопросы, наметившиеся при разработке новых компоновок электротехнических устройств в главном корпусе для электростанций малой и средней мощности.

Основными исходными положениями при проектировании тепловых электростанций про-

персонала и обеспечение автоматизации технологических процессов при минимальных расходах кабелей.

2. Отказ от сооружения специального щитового блока, в котором размещаются панели щита управления, релейной защиты и щита постоянного тока, аккумуляторная батарея и зарядные двигатель-генераторы. Щит управления и релейной защиты размещается непосредственно

¹ Печатается в порядке обсуждения. Ред.

в распределительном устройстве генераторного напряжения; релейная защита для данного типа электростанций переводится на питание от источника оперативного переменного тока.

3. Создание ячейки устройства генераторного напряжения сборно-каркасного типа, по своим размерам идентичной комплектным ячейкам заводов электротехнической промышленности. Фасад ячейки должен обеспечить возможность размещения на нем аппаратуры управления, сигнализации и защиты. В качестве привода для выключателя целесообразно использовать пружинно-моторный привод Рижского завода Латвэнерго.

4. В качестве источника аварийного электроосвещения при изолированной работе электростанции следует предусмотреть аварийный турбогенератор малой мощности или двигатель-генератор с двигателем внутреннего сгорания. Запуск их в аварийном режиме должен осуществляться автоматически и в минимально-короткое время.

5. Освоение и выпуск заводами электротехнической промышленности аппаратуры низкого напряжения, как то: воздушных автоматов, малоамперных автоматов, контакторов и пр. с отключающей способностью, достаточной для включения трансформаторов собственных нужд мощностью $560 \div 750 \div 1000$ кВА.

В технических условиях при проектировании типовых электростанций мощностью $8 + 12$ тыс. кВт обусловлена компоновка главного корпуса и электротехнических помещений, как показано на рис. 1. Как видно из рисунка, распределительное устройство 6 кВ, скомплектованное из отдельно свободно стоящих ячеек сборно-каркасного типа или ячеек шкафного типа завода

«Электроцит» и Запорожского трансформаторного завода, примыкает непосредственно к фасаду машинного зала вдоль наружной стены.

Распределительное устройство собственных нужд 0,4/0,23 кВ расположено между машинным залом и котельной, в створе деаэрационного отделения на отметке 0,00. В этом же месте размещаются и трансформаторы собственных нужд.

Главный щит управления, аккумуляторная и зарядные агрегаты размещаются в двухэтажном щитовом блоке, примыкающем одной стеной к устройству 6 кВ, а другой — к служебному корпусу.

При данной компоновке требуется сооружение значительного количества кабельных каналов и блоков между главным щитом управления и распределительными устройствами 6 и 0,4 кВ.

В целях значительного сокращения площади строительных помещений, длины кабельных связей, а также создания более благоприятных эксплуатационных условий и простоты обслуживания технологическим оборудованием целесообразно панели щита управления компоновать непосредственно в распределительном устройстве генераторного напряжения.

При этом варианте ячейки 6—10 кВ располагаются в створе деаэрационной этажерки вместе с устройством 0,4/0,23 кВ, как это показано на рис. 2.

Возможность такой компоновки получена за счет уменьшения шага и глубины ячеек сборно-каркасного типа с 1500 мм до 1100—1000 мм и глубины их с 2200 до 1700 мм с расчетом максимального приближения их к габаритам ячеек шкафного типа завода «Электроцит» и Запорожского трансформаторного завода.

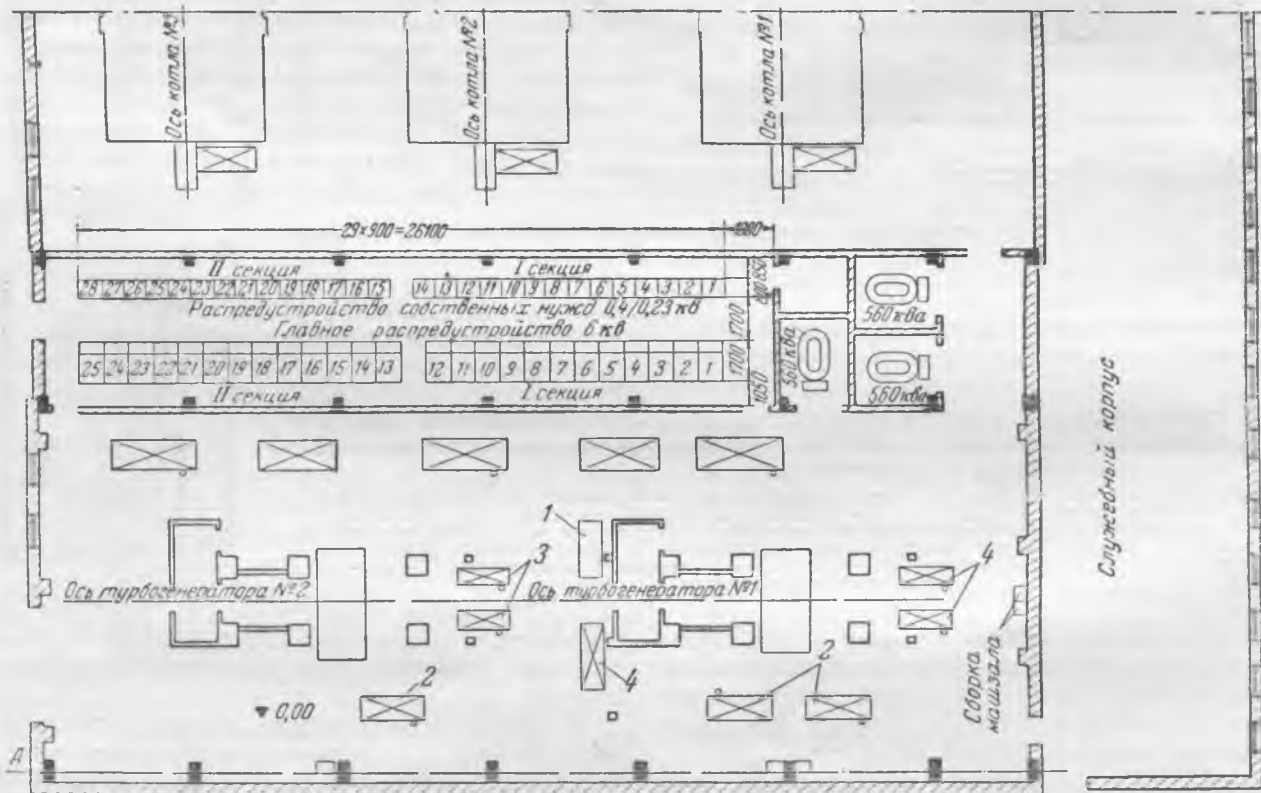


Рис. 2. Предлагаемый план компоновки электротехнических устройств главного корпуса электростанций в одном помещении.

1 — щит питательных насосов; 2 — циркуляционный насос; 3 — конденсатный насос; 4 — резервный возбудитель.

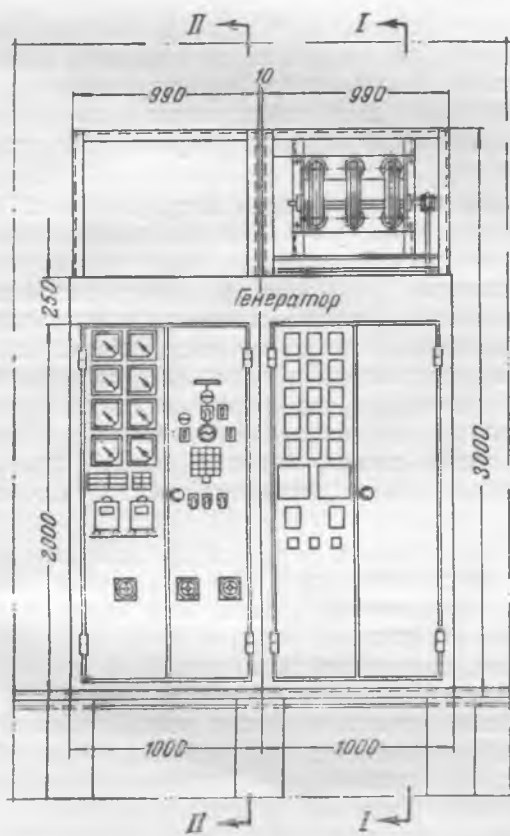
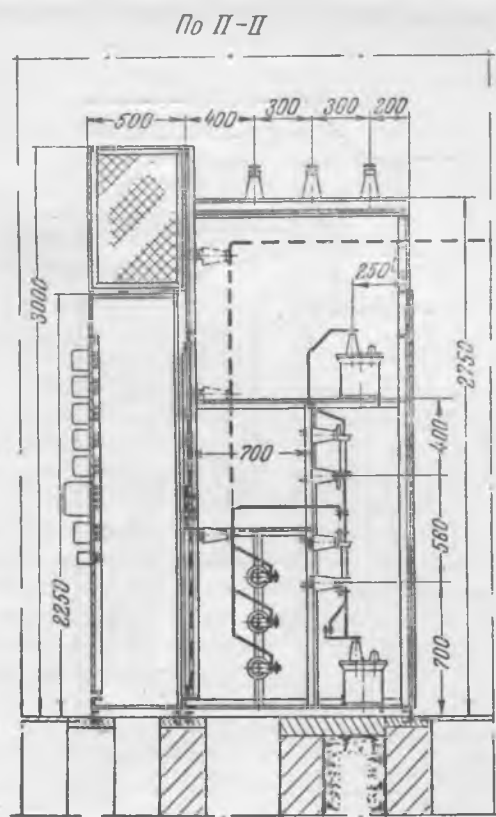
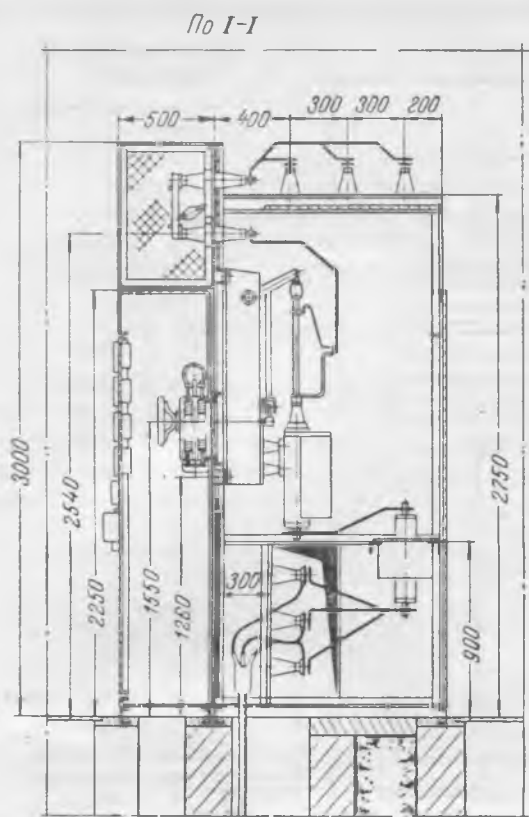


Схема соединений

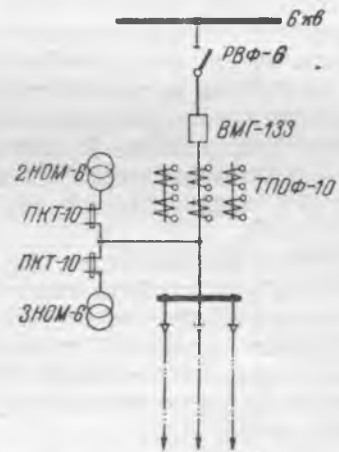


Рис. 3. Ячейки генератора с выключателем ВМГ-133 и приводом УПП-51.

Описываемые ниже ячейки уменьшенных размеров сборно-каркасного типа рассчитаны на размещение аппаратуры отечественного произ-

водства. На приставных свободно стоящих панелях к ним расположены контрольно-измерительные приборы и релейная защита. Применение приставных панелей фасада защищает измерительные приборы и реле от резких толчков и вибраций, возникающих при включениях и отключениях выключателей.

На рис. 3 и 4 показаны панели-ячейки генератора и отходящей линии 6 кв. Для генераторной ячейки предусматриваются варианты кабельного или шинного ввода. В основу конструкции ячейки было принято размещение привода против оси средних двух фаз (баков) выключателя ВМГ-133. Такое сочленение привода с выключателем было осуществлено на одной из киевских электростанций и за 6 лет эксплуатации вполне себя оправдало.

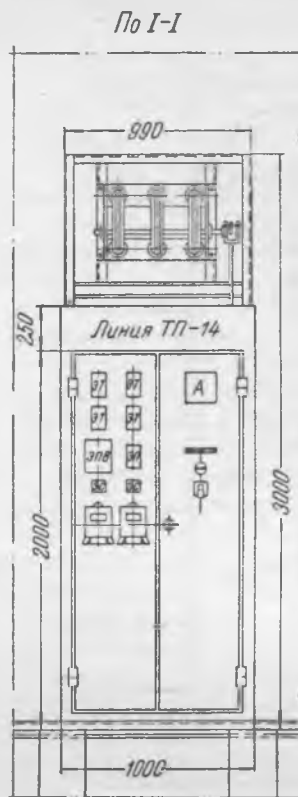
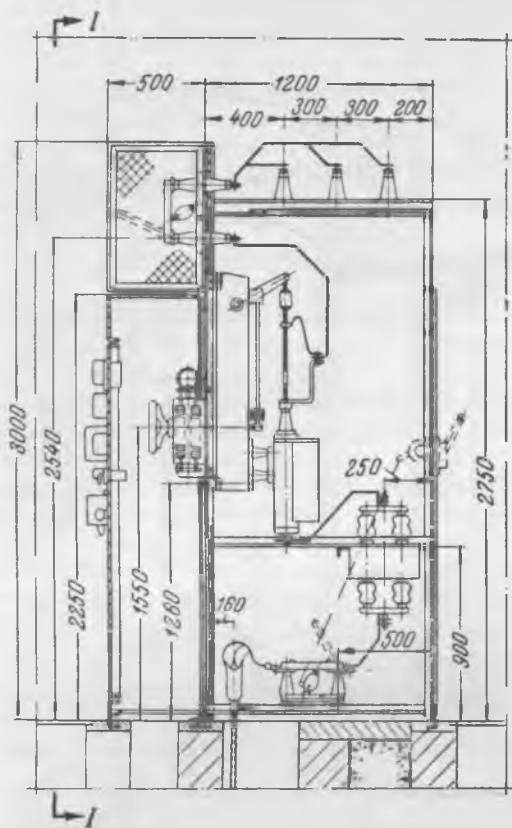


Схема соединений

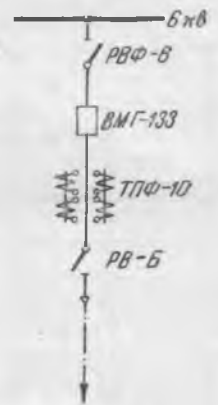


Рис. 4. Ячейка отходящей линии с выключателем ВМГ-133 и приводом УПТ-51.

Панель щита механически не связана с каркасом ячейки, состоит из двустворчатых дверей, где на одной половине устанавливается аппаратура релейной защиты, а на другой — аппаратура управления, измерения и сигнализации. Рейки и ящики с зажимами и предохранители устанавливаются на боковинах панели. В местах перехода коммутационной проводки от дверей на боковину панели проводка осуществляется гибким проводом.

Ширина панели соответствует ширине ячейки и составляет 1 000 мм, глубина панели — 500 мм. Габариты панели-ячейки соответствуют размерам комплектных ячеек и вполне взаимозаменяемы с каркасными ячейками без каких-либо изменений в строительной части помещения.

Выводы

1. Вариант размещения электротехнических устройств в одном помещении для электростанций малой и средней мощности является наиболее выгодным как в техническом, так и в экономическом отношении.

При этом общая длина контрольных кабелей уменьшается, в несколько раз сокращается протяженность кабельных каналов, блоков и упрощается обслуживание.

2. С переносом щита управления и распре-

лительного устройства генераторного напряжения в деаэрационное отделение уменьшается площадь помещений, раскрывается фронтальная стена машинного зала для естественного освещения и улучшается архитектурная сторона всего главного корпуса.

3. Отказ от применения аккумуляторной батареи и зарядных устройств на электростанциях малой и средней мощности имеет целью экономию цветных металлов в электротехническом оборудовании, а также снижение эксплуатационных расходов, что достигается осуществлением защиты генераторов и остального оборудования электростанций на переменном оперативном токе. В настоящее время авторами закончена разработка такой схемы, которая после окончания экспериментальных испытаний будет опубликована.

4. При наличии регуляторов напряжения на генераторах, автоматического включения резерва на трансформаторах собственных нужд и автоматического повторного включения на линиях 6—10 кВ, автоматических устройств для целого ряда технологического оборудования и при размещении электротехнических устройств в центре нагрузки условия эксплуатации настолько облегчаются, что численность вахтенного персонала может быть доведена до минимума.



Автоматическое управление и защита синхронных компенсаторов

Инж. В. М. Берловский, инж. В. В. Гиршберг и инж. В. В. Ходнев

В Центральном конструкторском бюро треста «Электропривод» разработано типовое комплектное устройство для автоматического управления, защиты и контроля работы синхронных компенсаторов 3,5—30 тыс. квв*.

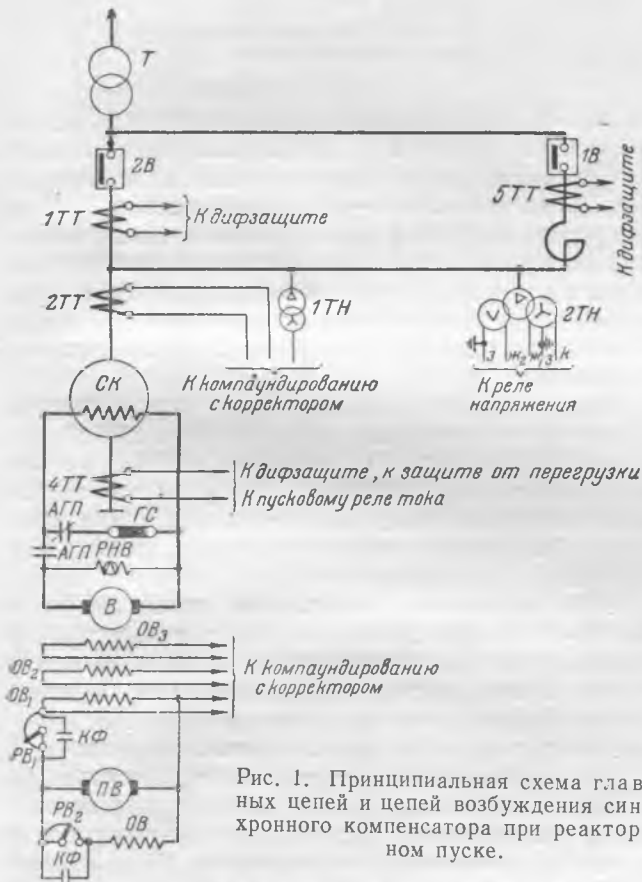


Рис. 1. Принципиальная схема главных цепей и цепей возбуждения синхронного компенсатора при реакторном пуске.

Система автоматического управления

В разработанных устройствах предусмотрен прямой пуск синхронных компенсаторов от полного напряжения сети, а также пуск от пониженного напряжения через реактор в тех случаях, когда по значениям параметров сети прямой пуск недопустим (рис. 1 и 2). Момент сопротивления на валу синхронного компенсатора невелик, поэтому как при прямом, так и при реакторном пуске возбуждатель приключается непосредственно к зажимам ротора синхронного компенсатора.

* При разработке устройства были использованы материалы «Теплоэлектропроекта» и ЦНИЭЛ.

Управление синхронными компенсаторами с водородным охлаждением в данной статье не рассматривается.

Такая схема пуска экспериментально проверена ЦКБ «Электропривод» и ЦНИЭЛ на ряде установок.

Автомат гашения поля используется только для защиты синхронного компенсатора от повреждений и переключает обмотку ротора на гасительное сопротивление лишь при действии электрических защит, останавливающих синхронный компенсатор. При нормальной остановке якорь возбуждателя остается приключенным к ротору компенсатора.

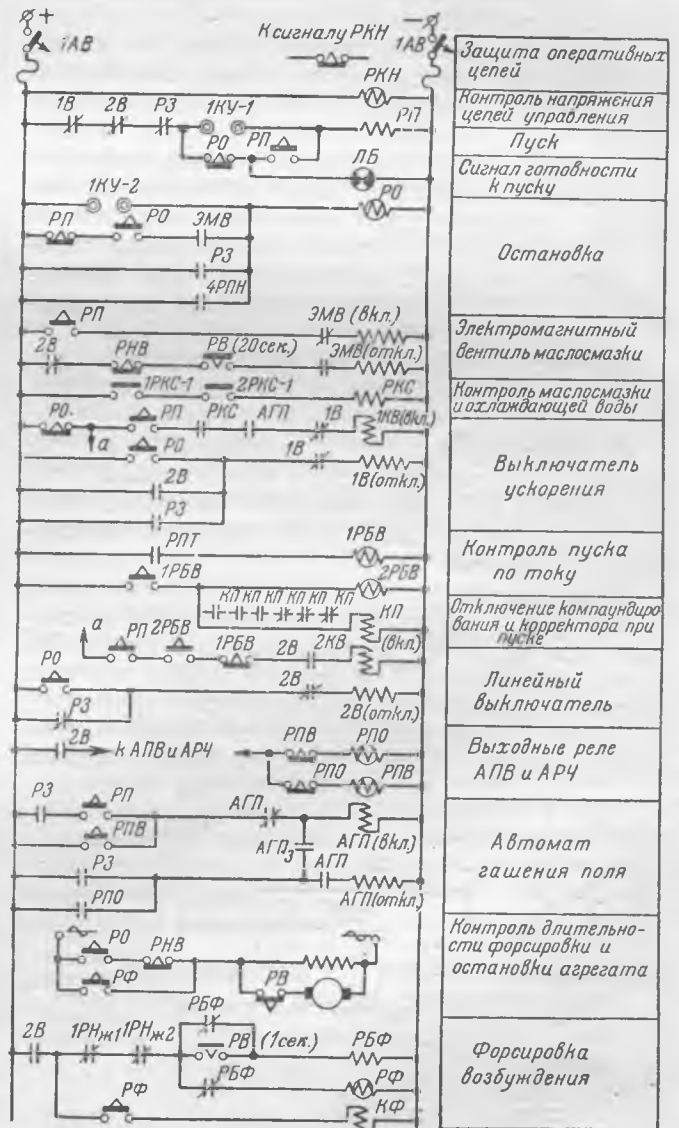


Рис. 2. Принципиальная схема цепей управления синхронного компенсатора при реакторном пуске.



Рис. 3. Диаграммы последовательности операций при пуске и остановке синхронного компенсатора.

Управление автоматом гашения поля может производиться также при автоматическом повторном включении (АПВ) и схемой автоматической разгрузки по частоте (АРЧ).

Пуск синхронного компенсатора, а также остановка его производится одним командным импульсом, включающим реле пуска или соответственно реле остановки. Этот импульс может быть подан непосредственно с комплектного устройства синхронного компенсатора, дистанционно с главного щита управления или телемеханически с диспетчерского пункта (цепи телеуправления на рис. 2 не показаны). При необходимости пуск компенсатора возможен до завершения его остановки.

На рис. 3 показана последовательность операций при пуске и остановке синхронного компенсатора.

Включение выключателя, шунтирующего реактор (при реакторном пуске), осуществляется токовым реле РПТ при спадании пускового тока статора до величины, соответствующей подсинхронной скорости.

Импульсы на включение и отключение механизмов смазки и охлаждения синхронного компенсатора подаются контактами реле пуска РП и реле остановки РО. Контроль работы системы смазки и охлаждения производится струйными, поплавковыми и температурными реле. Схема электропривода насоса маслосмазки приведена

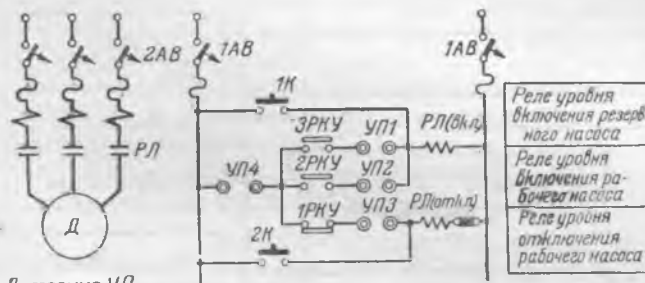


Диаграмма УП

УП	Работ.	Откл.	Част.
1	—	—	×
2	×	—	—
3	×	—	—
4	×	—	×

Рис. 4. Принципиальная схема электропривода насоса маслосмазки.

на рис. 4. Для включения двигателя маслосмазки применены реле РЛ с магнитным залипанием. Кагушки этих реле — включающая и отключающая (ссаживающая) — обтекаются током только в периоды включения и отключения. Во включенном состоянии якорь реле остается притянутым за счет остаточного магнетизма. Для управления задвижками технического водоснабжения принята обычная реверсивная схема, которая здесь не приводится.

Остановка синхронного компенсатора контролируется по спаданию напряжения возбудителя (реле РНВ на рис. 1), сидящего на валу ротора синхронного компенсатора. Кроме того, дается дополнительная выдержка времени до 20 мин. (реле РВ), после чего производится отключение смазки.

При снижении напряжения питающей сети на 10—15% производится релейная форсировка возбуждения компенсатора до потолочного значения. Длительность форсировки (до 1 мин.) контролируется тем же реле времени РВ, которое контролирует и длительность остановки.

Автоматическое регулирование возбуждения синхронного компенсатора предусмотрено при помощи нормальной системы компаундирования с электромагнитным корректором. Однако при необходимости может быть применена и другая система автоматического регулирования (на время пуска система компаундирования и коррекции отключается — контактор КП).

Схемы рис. 1 и 2 даны для реакторного пуска. При прямом пуске выключатель 1В отсутствует и соответствующие аппараты и цепи в схеме не используются.

Защита и автоматический контроль работы синхронного компенсатора

Защита синхронного компенсатора выполнена в соответствии с «Правилами устройства электротехнических установок» с уточнениями по техническим условиям и указаниям Технического управления Министерства. Принципиальная схема защиты приведена на рис. 5.

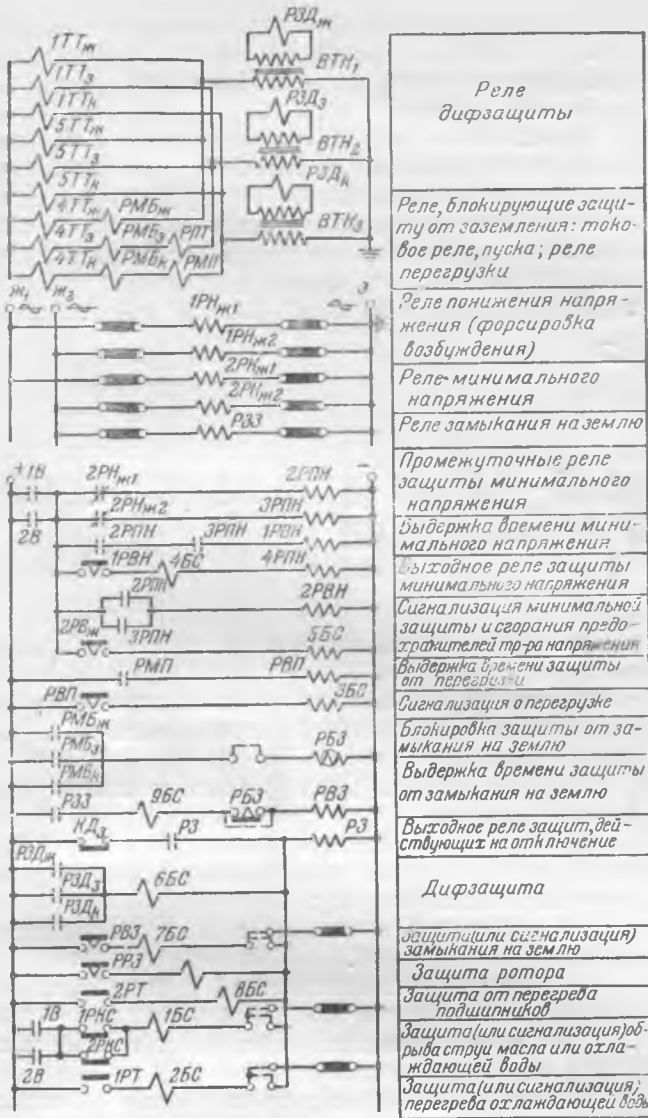


Рис. 5. Принципиальная схема цепей защиты синхронного компенсатора.

Отключение синхронного компенсатора происходит при действии дифференциальной защиты, защиты ротора от замыканий на землю и температурного реле подшипников.

Защита компенсатора от замыканий на землю, защита от обрыва струи масла и охлаждающей воды, а также защита от перегрева охлаждающей воды могут действовать либо на отключение компенсатора, либо на предупредительный сигнал.

Защита минимального напряжения действует на отключение синхронного компенсатора с выдержкой времени до 10 сек. без блокировки выходного реле защиты.

Предупредительный сигнал дается при перегрузке синхронного компенсатора, при исчезновении напряжения контрольных цепей, при обрыве цепей включения и отключения выключателей и автомата гашения поля, при сгорании предохранителей трансформаторов напряжения минимальной защиты, при недопустимом снижении уровня масла в баке маслосмазки.

Защита от замыканий на землю выполняется с независимой выдержкой времени и с возмож-

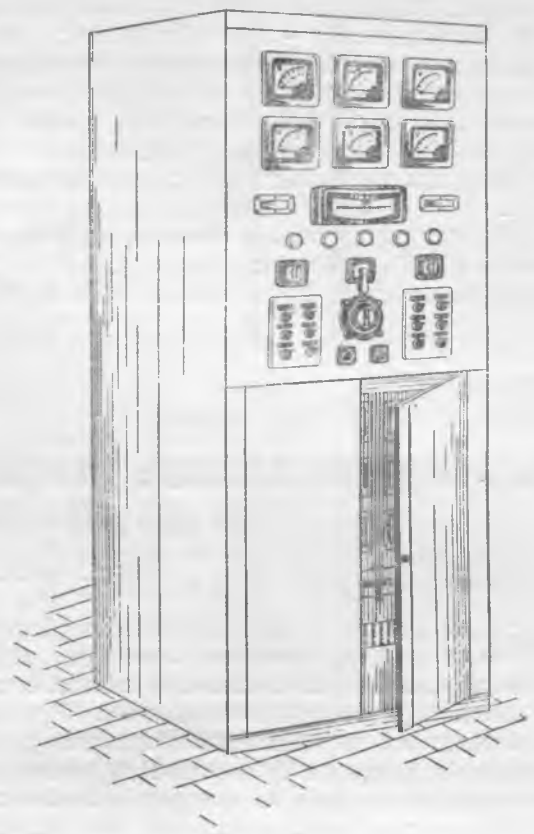


Рис. 6. Комплектное устройство автоматического управления и защиты синхронного компенсатора.

ностью блокировки от токов небаланса при коротких замыканиях. Схема рис. 1 приведена для случая работы синхронного компенсатора в блоке с трансформатором. Соответственно этому реле замыкания на землю на рис. 5 изображено вольтметровым. При работе компенсатора на сборные шины реле замыкания на землю выполняется токовым с питанием от трансформатора токов нулевой последовательности.

Сигнал перегрузки дается с независимой выдержкой времени. С незначительной выдержкой времени действует также защита ротора от замыканий на землю.

Наличие в схеме струйных и температурных реле, осуществляющих автоматический контроль исправности работы системы смазки и охлаждения синхронного компенсатора, наличие реле, контролирующих исправность изоляции, а также применение в схеме автоматического регулирования и форсировки возбуждения синхронного компенсатора позволяют вести эксплуатацию без постоянного дежурного персонала, осуществляющего непрерывное наблюдение за работой машины.

Исполнение и конструкция комплектного устройства

В разработанном комплектном устройстве (типа КУ28АС) автоматического управления и защиты синхронного компенсатора предусмотрена возможность осуществления следующих схем. По способу пуска — прямой и реакторный. По способу подсоединения компенсатора к сети — под-

соединение через повышающий трансформатор (блок — компенсатор — трансформатор); подключение к сборным шинам голым токопроводом или кабелем. По способу возбуждения — с возбуждателем и подвозбудителем на одном валу с ротором компенсатора; с возбуждателем с самовозбуждением на одном валу с ротором компенсатора.

Для всех синхронных компенсаторов мощностью от 3,5 до 30 тыс. *кВА* и любой из указанных выше схем применяется одно и то же

комплектное устройство управления и защиты (рис. 6). Переход от одной схемы к другой осуществляется путем перестановки перемычек на зажимных рейках.

Комплектное устройство размещается на трех панелях, заключенных в стальные шкафы бескаркасной конструкции. Аппаратура управления двигателями насоса маслосмазки и задвижкой технического водоснабжения размещается на отдельных блоках, встраиваемых в стальные ящики, которые крепятся на стене вблизи двигателя.



Распределительное устройство 6—10 *кВ* для подстанций в двухэтажной компоновке¹

Канд. техн. наук. Г. М. Каялов

Все конструкции распределительных устройств 6—10 *кВ* с реактированными линиями, утвержденные до настоящего времени в качестве типовых, имеют трехэтажную компоновку. При высоких показателях в отношении надежности этой компоновке присущи некоторые существенные недостатки, основными из которых являются:

1. Неудобство обслуживания оборудования, расположенного (для каждой отдельной линии) в трех этажах. Персоналу при выполнении отдельных операций требуется длительное и утомительное хождение по коридорам и лестницам трех этажей (приводы разъединителей одной линии расположены на двух разных этажах — первом и втором, а сами разъединители — на первом и третьем).

2. Нерациональность размещения тяжелого оборудования (масляных выключателей и приводов к ним) во втором этаже.

3. В ряде случаев (например, в местах подземной угледобычи) районные подстанции имеют, помимо реактированных, также ряд нереактированных линий. В других случаях необходимость установки реакторов может возникнуть лишь в относительно далеком будущем либо вообще не может быть выяснена заранее. Поэтому вынужденное применение трехэтажной компоновки как типовой дало ряд примеров постройки достаточно обширных зданий распределительных устройств 6—10 *кВ*, в которых первые этажи (около 45% строительного объема) долгие годы пустуют либо вообще оказываются излишними, вследствие чего первоначальные затраты не используются.

4. Высокие затраты строительных материалов и труда на сооружение здания распределительного устройства.

Предлагаемая двухэтажная конструкция распределительного устройства заводских и районных подстанций (рис. 1 и 2) свободна от указанных недостатков трехэтажной компоновки, не уступает ей по надежности, более удобна в эксплуатации и более экономична. Предельная

мощность короткого замыкания на шинах принята 300 тыс. *кВА**

В основу разработки двухэтажного распределительного устройства были положены следующие принципы.

1. Расположение выключателей и шин в различных этажах.

2. Обеспечение осмотра реакторов и выключателей изнутри здания распределительного устройства без выхода наружу.

3. Размещение реакторов в специальной пристройке к зданию РУ.

4. Размещение выключателей большой отключающей способности (в данном случае — тип МГГ-10 с отключающей способностью 300 тыс. *кВА*) в изолированных ячейках.

5. Максимальная индустриализация монтажа путем применения сборных элементов распределительного устройства.

6. Максимальное упрощение строительной части за счет уменьшения ширины перекрытий, величины статических и динамических нагрузок на них, уменьшения удельного строительного объема здания, приходящегося на одну ячейку.

Следует отметить, что положение по п. 4 осуществимо и при трехэтажной компоновке, однако за счет размещения выключателей как во втором, так и в первом этажах, что отнюдь не способствует улучшению условий эксплуатации.

Размещение сборных шин на втором этаже здания принято тождественным с типовой конструкцией Теплоэлектропроекта, причем взаимное расположение шин может быть как в наклонной плоскости, так и в вертикальной; в последнем случае соответственно несколько увеличивается лишь высота второго этажа.

Расположение шин принято однорядным, а выключателей — двухрядным; при этом ячейки выключателей (ВМГ-133) реактированных линий

* В конструкции использован принцип размещения реакторов в пристройке, предложенный ранее автором совместно с А. Е. Ивановым и Г. М. Явич; однако вся конструкция в целом существенно отличается от ранее опубликованных тремя авторами решений (см. «Электрические станции», 1949, № 2; 1950, № 1).

¹ Печатается в порядке обсуждения. Ред.

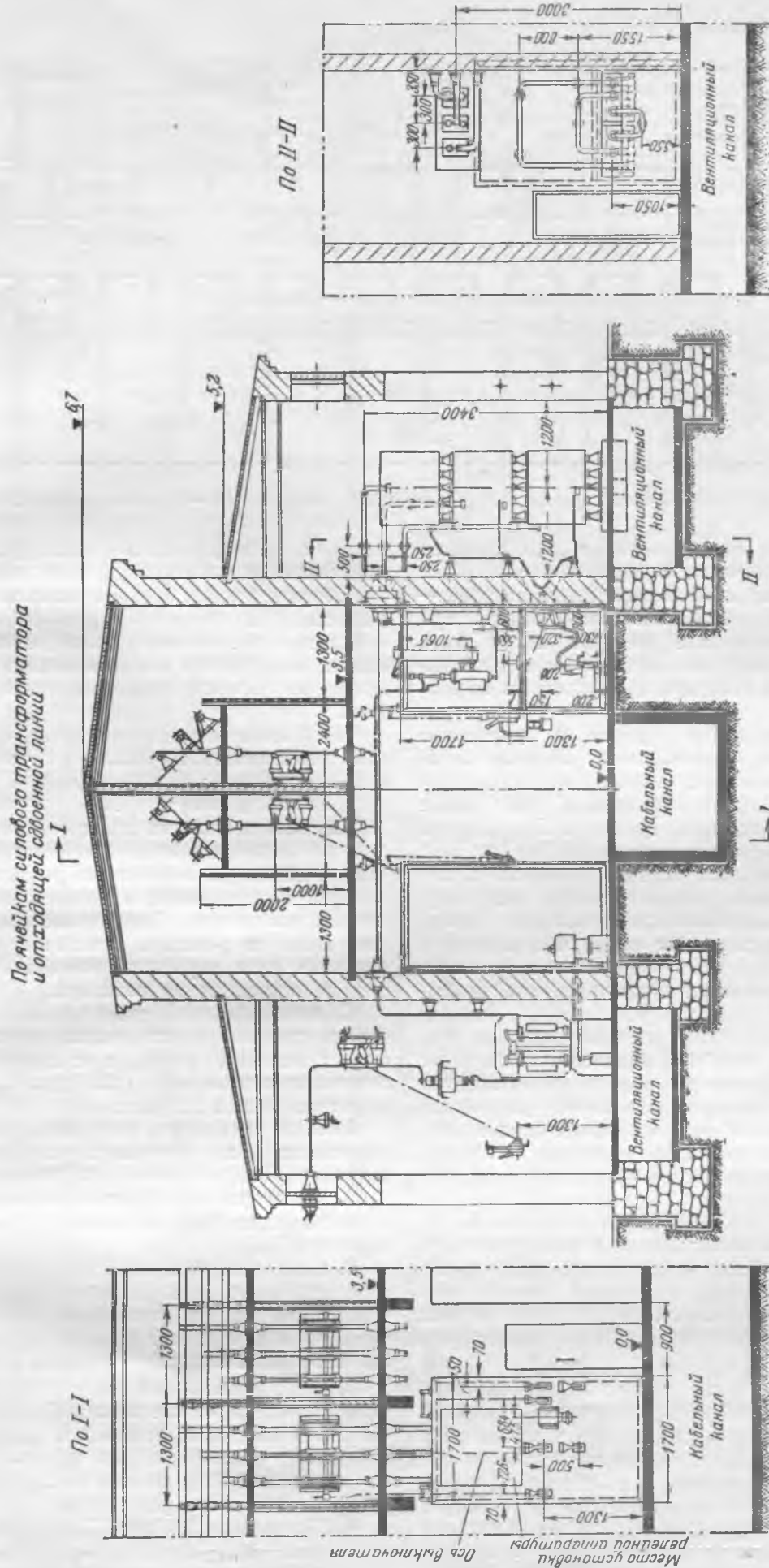


Рис. 1. Основной вариант двухэтажного распределительного устройства 6—10 кВ (разрез по ячейкам силового трансформатора и отходящей двоясной линии).

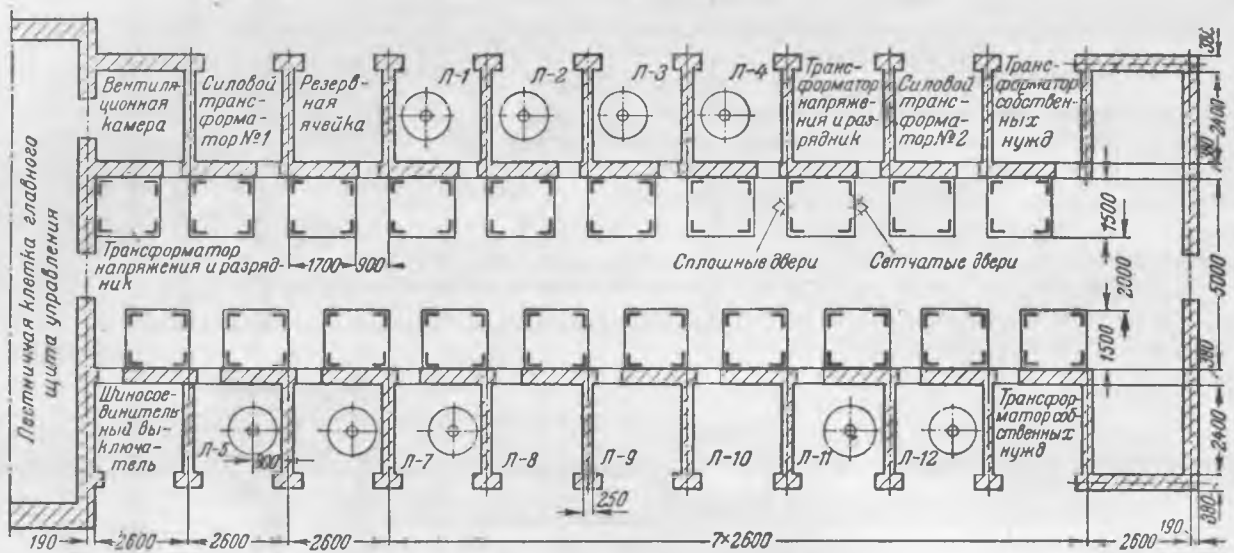


Рис. 2. План основного варианта распределительного устройства 6—10 кв на отметке пола.

приняты сборной конструкции, с размещением в них же разъединителей. Применение сборных ячеек для относительно малых выключателей — ВМГ-133 — совершенно естественно, однако при трехэтажной компоновке они не могут быть использованы ввиду выноса линейных разъединителей в первый этаж при выключателях во втором этаже.

Кабельные разделки (вместе с линейными разъединителями) размещены в сборных ячейках первого этажа, что вполне допустимо при мощностях короткого замыкания не выше 200 тыс. *кв*а, отвечающих принятой для сборных шин мощности короткого замыкания 300 тыс. *кв*а.

Это подтверждается богатым положительным опытом применения сборных ячеек, например, в машинных залах мощных прокатных цехов, кроме того, использование столь прогрессивной конструкции по существу предполагает размещение кабельной разделки в пределах ячейки выключателя.

Коридоры управления и обслуживания выключателей типа ВМГ-133 совмещены. Такое же совмещение принято в известном последнем «зальном» типе распределительного устройства ТЭП даже для более мощных выключателей типа МГГ-229, где оно могло бы вызывать не лишние именно в этом случае оснований возражения.

Выключатели МГГ-10 не реактированных линий (рис. 1) устанавливаются в изолированных строительных ячейках (типа ячеек реакторов); как уже указывалось, в типовой конструкции ТЭП такое решение осуществимо лишь за счет размещения выключателей в разных этажах (как во втором, так и в первом).

В силу однорядного расположения сборных шин и двухрядного — выключателей сборные ячейки первого этажа размещены в шахматном порядке (рис. 2); этим обеспечены удобство обслуживания сборных ячеек и доступ из коридора управления в ячейки реактора для их осмотра.

Принятая конструкция имеет три коридора (один — управления и обслуживания в первом этаже и два контрольных — во втором этаже)

вместо семи в трехэтажной конструкции ТЭП для подстанций с реактированными линиями.

Сборные ячейки первого этажа могут быть выполнены (без изменения принятой компоновки и габаритов) различным образом; в частности, возможна конструкция с выключателем, выкатываемым на тележке, вместе с трансформаторами тока.

На фасаде этих ячеек расположены приводы всех разъединителей линий (шинных, линейных и заземляющих); в конструкции ТЭП подобная централизация отсутствует.

Верхняя и нижняя половины ячейки, в которых установлены соответственно выключатель и два линейных разъединителя, разделены горизонтальной перегородкой, в которой нет даже проходных изоляторов. Выполнение ошиновки сборных ячеек и реактора исключает возможность перехода дуги короткого замыкания за реактором на ошиновку до реактора.

С одной боковой стороны каждой сборной ячейки сделаны двустворчатые дверцы с панелями из листовой стали, а с другой стороны — с сетчатыми панелями (для удобства осмотра); с фасада ячейка закрыта.

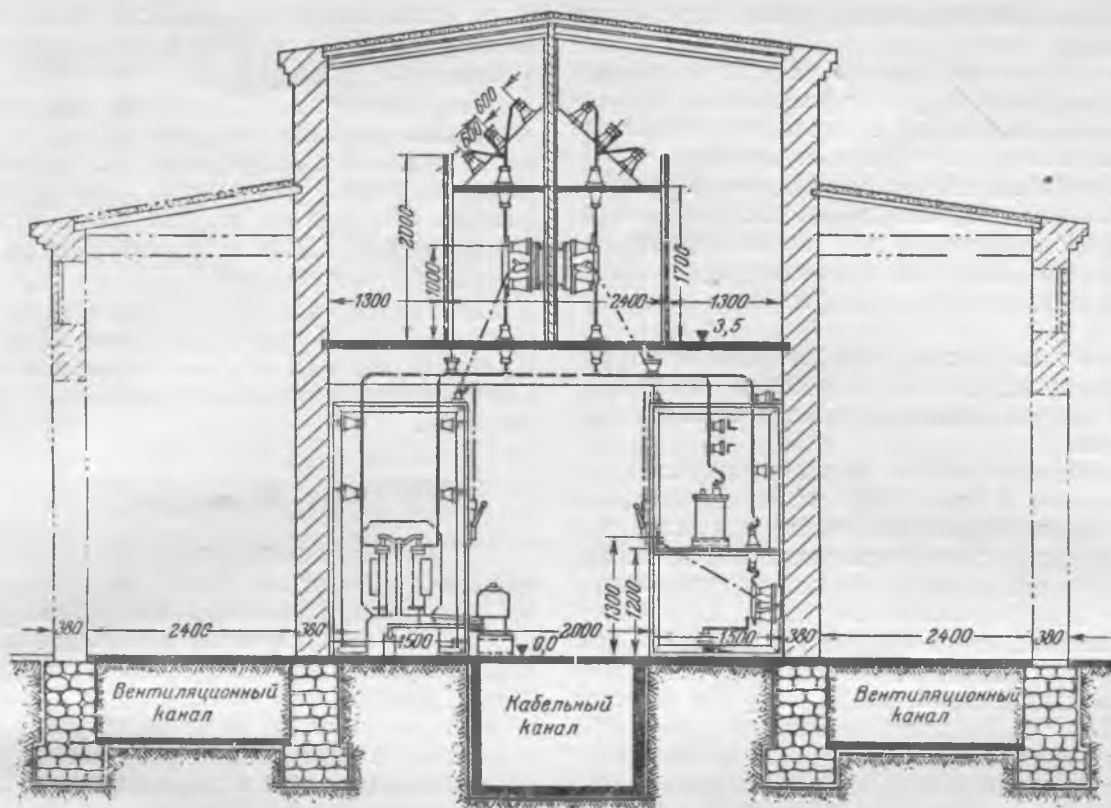
Особого внимания заслуживают следующие возможности, заложенные в разработанной конструкции распределительного устройства:

1. Конструкция вполне применима и в тех случаях, когда часть отходящих линий не реактирована.

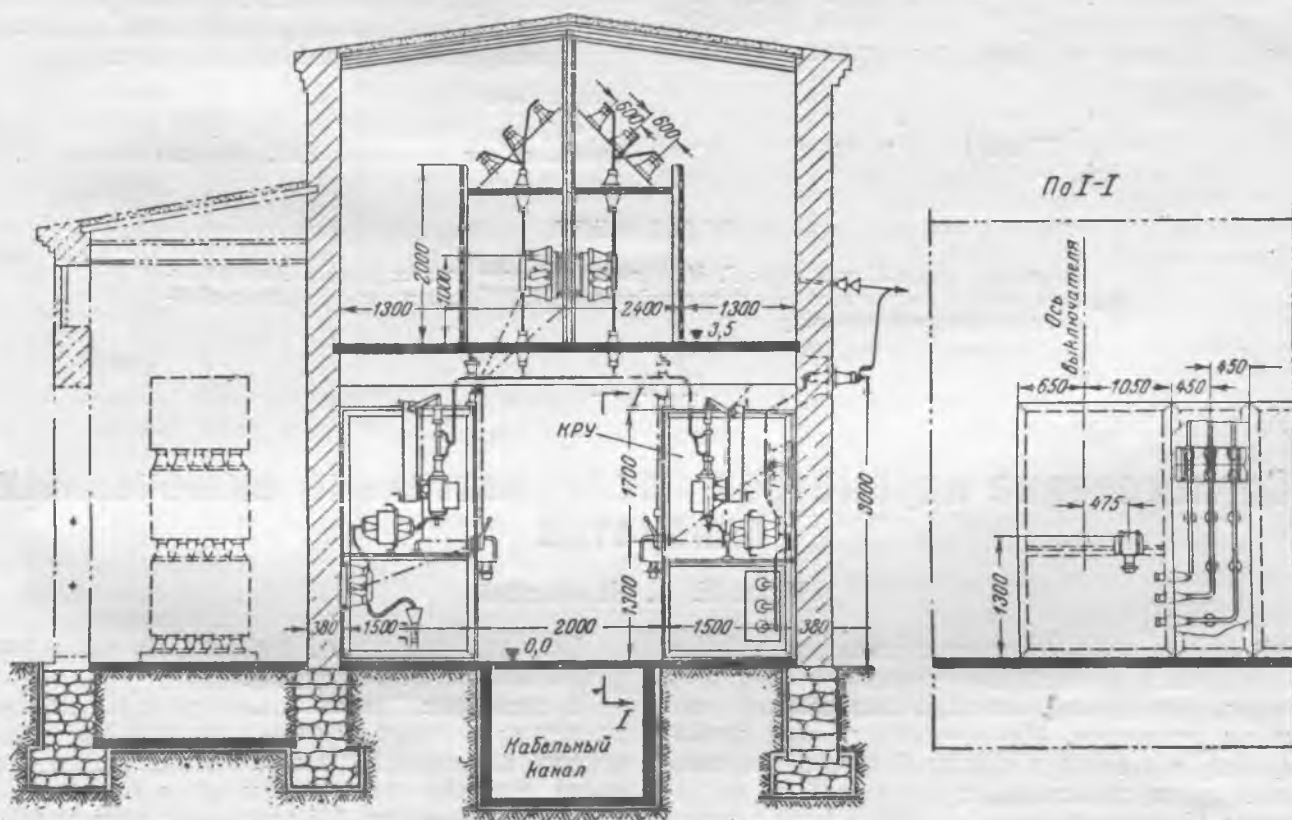
2. Для отходящих воздушных линий электропередачи могут быть сделаны выводы непосредственно из здания распределительного устройства, используя принятое шахматное расположение сборных ячеек первого этажа (рис. 3).

3. Ячейки реакторов могут сооружаться и во вторую очередь, если это потребует, чем исключается, в частности, возможное при трехэтажной компоновке положение, при котором оказываются излишними 45% объема выстроенного здания распределительного устройства.

4. Показанная на рис. 1 конструкция вполне применима и в том случае, когда установка реактора вообще не требуется. Как известно, для



а)



б)

Рис. 3. Вариант распределительного устройства 6—10 кВ при установке реакторов в будущем.
 а — разрез по ячейкам шиносоединительного выключателя, трансформатора напряжения и разрядников; б — разрез по ячейкам кабельной и воздушной отходящих линий.

этого случая Теплоэлектропроектом разработана одноэтажная конструкция, в которой для ответственного распределительного устройства с двойной системой шин допущено размещение реакторов в одном помещении с масляными выключателями. Этот отказ от одного из основных требований надежности нельзя не признать вынужденным решением, обусловленным непригодностью трехэтажной компоновки для случая неактивированных линий. Напротив, принятая двухэтажная компоновка, естественно, охватывает и этот случай.

Строительная часть разработанной конструкции распределительного устройства предельно проста и требует минимума расхода строительных материалов.

Максимальная длина балок перекрытия составляет всего 5 м; к тому же выключатели и приводы к ним перенесены на первый этаж, что еще более разгружает перекрытие этого этажа.

Двухэтажное здание в отличие от трехэтажного может быть выполнено не только из кирпича, но и из местных строительных материалов. Сама конструкция здания существенно упрощена против трехэтажной компоновки, хотя бы за счет исключения подвешенного кабельного коридора в первом этаже, который имеется в типовой конструкции Теплоэлектропроекта. Все здание может быть выполнено сборной конструкцией.

Всестороннее улучшение конструкции здания даст экономию строительных материалов и рабочей силы. Удельный объем здания на одну ячейку составляет $6,7 \times 5 \times 1,3 + 5,2 \times 2,4 \times 2,6 = 43,6 + 32,5 = 76,1 \text{ м}^3$ против 115 м^3 для трехфазной компоновки ТЭП. Экономия в строительных материалах и стоимости здания будет не менее

$$100 \left(1 - \frac{76,1}{115} \right) = 33,8 \%,$$

т. е. более одной трети². Если часть линий не реагирует, то экономия дополнительно увеличивается.

Необходимо подчеркнуть, что эта весьма значительная экономия получена наряду с повышением удобства эксплуатации, без снижения надежности или уменьшения габаритов ячеек (ячейка реактора по ширине даже больше, чем в конструкции ТЭП), исключительно за счет рациональной компоновки.

Для варианта основной конструкции без реакторов (рис. 3) удельный объем на одну ячейку составляет $43,6 \text{ м}^3$, что очень немного, если учесть эксплуатационные показатели этой конструкции.

Выводы

1. Для распределительных устройств подстанций при мощностях короткого замыкания до 300 тыс. *кВА* предлагаемая конструкция устраняет ряд конструктивных и эксплуатационных дефектов, присущих соответствующей действующей типовой трехэтажной конструкции Теплоэлектропроекта, ни в какой мере не уступает ей в надежности, а превосходит ее как в удобстве обслуживания, так и в экономичности (экономия в первоначальных затратах на строительную часть составляет не менее 30%).

2. Эта же конструкция может быть применена в исполнении без пристроенных ячеек реакторов в случае неактивированных отходящих линий (рис. 3). Этот вариант значительно превосходит по своей надежности соответствующую одноэтажную конструкцию Теплоэлектропроекта.

² При расположении сборных шин в вертикальной плоскости, как это делает ТЭП, экономия составит 30,4%.

ОТ РЕДАКЦИИ

Описываемый канд. техн. наук Г. М. Каяловым проект рассматривался Электротехнической секцией Ростовского областного отделения ВНИТОЭ, которая в основном одобрила предложенную компоновку.



Согласование параметров последовательно включенных аппаратов

Инж. Е. А. Каминский

В схемах управления, сигнализации, защиты, автоматики и телемеханики нередко в одну и ту же цепь последовательно включают катушки различных аппаратов. Их параметры — ток срабатывания, длительно допустимый ток, сопротивление и время срабатывания должны быть согласованы. Недооценка этого вопроса в ряде случаев приводит к серьезным ошибкам, в результате которых существенно ухудшаются условия работы аппаратов, а иногда возможны и отказы в работе.

Вопросы эти удобно рассмотреть на схемах включения сигнальных реле.

В схеме рис. 1,а сигнальное реле *СР* включено между контактами реле защиты *РЗ* и отключающей катушкой *КО* выключателя, после отключения которого цепь размыкается блок-контактом *В*. В схеме рис. 1,б сигнальное реле включено между контактом реле *У* и катушкой промежуточного реле с самоудерживанием *ПР*. Цепь остается замкнутой до деблокировки ее кнопкой *К*.

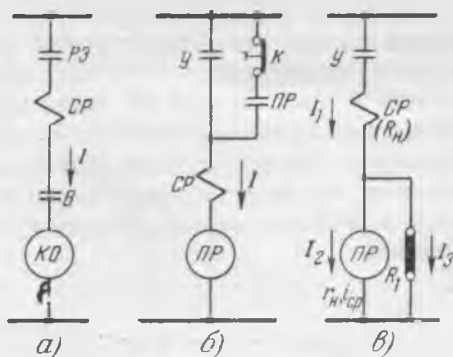


Рис. 1.

При расчетах таких схем (см. таблицу) учитывают колебания напряжения оперативного тока на $\pm 15\%$. Параметры одного, основного, из последовательно включаемых аппаратов (например, отключающей катушки выключателя) считают заданными. При согласовании сопротивлений и токов должны быть обеспечены следующие три условия.

1. Сопротивление сигнального реле не должно нарушать работу основного аппарата (примеры 1 и 2 таблицы).

2. Ток, проходящий через сигнальное реле, должен быть достаточным для его срабатывания (примеры 3 и 4 таблицы).

3. Ток, проходящий через катушку сигнального реле, не должен превышать длительно допустимого тока. Проверку по третьему условию производят только для случаев длительного прохождения тока через сигнальное реле (пример 5 таблицы).

В настоящее время в устройствах автоматики часто используют слаботочную аппаратуру, обладающую большой чувствительностью и высоким сопротивлением катушек. Выбрать сигнальные реле тока для этих условий бывает затруднительно, так как в ряде случаев ток срабатывания сигнального реле $I_{ср}$ меньше номинального тока основного аппарата I_n .

Например, если реле ПР в схеме рис. 1,б выбрано типа КДР-1 и при $r_n = 9000 \text{ ом}$, $U_n = 110 \text{ в}$, имеет $I_n = 0,0123 \text{ а}$, то выбрать сигнальное реле из серии ЭС/91 вообще нельзя, так как самое чувствительное реле этой серии имеет $I_{ср} = 0,016 \text{ а}$, что значительно больше I_n . Поэтому приходится воспользоваться схемой рис. 1,в, где ток, проходящий через катушку сигнального реле, искусственно увеличивается включением

Примеры расчетов

Пример	Тип (серия) аппарата	Основной аппарат (КО или ПР)				Сигнальное реле				Результаты вычислений	Выводы
		Номинальное напряжение $U_n, \text{ в}$	Номинальный ток $I_n, \text{ а}$	Ток срабатывания $I_{ср}, \text{ а}$	Номинальное сопротивление $r_n, \text{ ом}$	Тип	Ток срабатывания $I_{ср}, \text{ а}$	Длительно допустимый ток $I_{дл}, \text{ а}$	Номинальное сопротивление $R_n, \text{ ом}$		
1	Отключающая катушка выключателя	110	5	3,22	22	ЭС91/14	2,2	5,4	0,08	$I = 4,98 \text{ а} > i_{ср}$	1-е условие удовлетворяется
2	То же	110	5	3,22	22	ЭС91/7	0,12	0,28	35	$I = 1,92 \text{ а} < i_{ср}$	1-е условие не удовлетворяется
3	ЭП-100	110	0,051	0,0358	2 150	ЭС21/0,025	0,025	0,06	320	$I = 0,037 \text{ а} > I_{ср}$	2-е условие удовлетворяется
4	ЭП-100	110	0,051	0,0358	2 150	ЭС21/0,05	0,05	0,125	75	$I = 0,04 \text{ а} < I_{ср}$	2-е условие не удовлетворяется
5	РЭ-100	110	0,172	0,043	640	ЭС21/0,05	0,05	0,125	75	$I = 0,175 \text{ а} > I_{дл}$	3-е условие не удовлетворяется
6	КДР-1	110	0,0123	0,0042	9 000	ЭС91/3	0,016	0,4	1 350	$R_1 = 9000 \text{ ом};$ $I_1 = 0,016 \text{ а} = i_{ср};$ $I_2 = 0,007 \text{ а} >$ $> 0,0042 \text{ а}$	Сигнальное реле и реле ПР работают
7	ЭП-100	110	0,051	0,0358	2 150	ЭС21/0,025	0,025	0,06	320	$i_{ср} = 0,0358 \text{ а} >$ $> I_{ср} = 0,025 \text{ а}$	Сигнальное реле работает
8	РЭ-100	110	0,172	0,043	640	ЭС21/0,1	0,1	0,25	19	$i_{ср} = 0,043 \text{ а} <$ $< I_{ср} = 0,1 \text{ а}$	Сигнальное реле не работает
9	РЭ-100	110	0,172	0,043	640	ЭС21/0,1	0,1	0,25	19	При $R_2 = 1 280 \text{ ом}$, после срабатывания реле ПР будет $I_3 = 0,14 \text{ а} > I_{ср}$	Сигнальное реле работает

вспомогательного сопротивления R_1 (пример 6 таблицы).

Однако этой схемой можно пользоваться, если во-первых, ток

$$I_1 = \frac{0,85 U_n}{R_n + \frac{r_n \cdot R_1}{r_n + R_1}} \geq I_{cp},$$

откуда

$$R_1 \leq \frac{0,85 U_n r_n - I_{cp} r_n R_n}{I_{cp} R_n + I_{cp} r_n - 0,85 U_n},$$

и, во-вторых,

$$I_2 = \frac{0,85 U_n R_1}{\left(R_n + \frac{r_n R_1}{r_n + R_1}\right)(r_n + R_1)} \geq i_{cp}.$$

В ряде случаев требуется согласование времен срабатывания последовательно включенных аппаратов. Например, в схеме рис. 2,а реле ПР должно срабатывать при замыкании контактов двух реле: x и y , причем работа каждого из этих реле должна быть зафиксирована отдельным сигнальным реле СР1 и СР2. В этой схеме катушка сигнального реле закорачивается контактом реле ПР при его срабатывании. Если за промежуток времени между замыканием цепи и срабатыванием реле ПР якорь сигнального реле не успеет притянуться, то оно уже не сработает.

Кривая рис. 2,б показывает характер нарастания тока в цепи. Точка А соответствует сра-

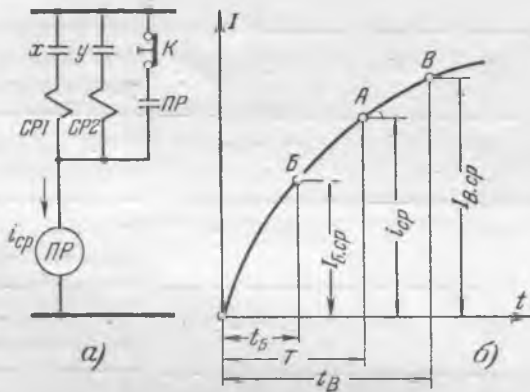


Рис. 2.

батыванию основного реле ПР за время T . Если время срабатывания сигнального реле $t_B < T$ (точка B на кривой), то оно успеет сработать; если время срабатывания сигнального реле $t_B > T$ (точка B на кривой), то оно не успеет сработать. Таким образом, схема рис. 2,а является параметрической и требует согласования времен, что в данном случае представляет значительные трудности.

Дело в том, что при последовательном соединении время срабатывания нескольких электромагнитов не может быть определено заранее, так как основным фактором здесь является

скорость нарастания тока, которая определяется параметрами всей цепи. Это значит, что одно и то же реле может иметь то или иное время срабатывания в зависимости от того, с чем последовательно включена его катушка.

Согласование времен может быть заменено согласованием токов, так как большим токам срабатывания соответствуют большие времена срабатывания.

Если

$$I_{Б.ср} < i_{ср} < I_{В.ср},$$

то соответственно

$$t_B < T < t_B.$$

Это дает возможность вместо согласования неизвестных времен срабатывания согласовывать известные или во всяком случае легко определяемые токи срабатывания (для реле с демпфером или с тяжелым якорем имеется ввиду ток трогания, примеры 7 и 8 таблицы).

Стремление избавиться от необходимости согласования $i_{ср}$ и $I_{ср}$ приводит к вариантам схем, приведенных на рис. 3. Сущность работы схемы, приведенной на рис. 3,а, поясняется кривыми рис. 3,б, и состоит в том, что ток, проходящий через сигнальное реле и равный $I = I_1 + I_2$, нарастает до величины $I_{ср}$ в точке Γ за время t_r , которое меньше времени T , необходимого для срабатывания реле ПР. Поэтому сигнальное реле успевает сработать.

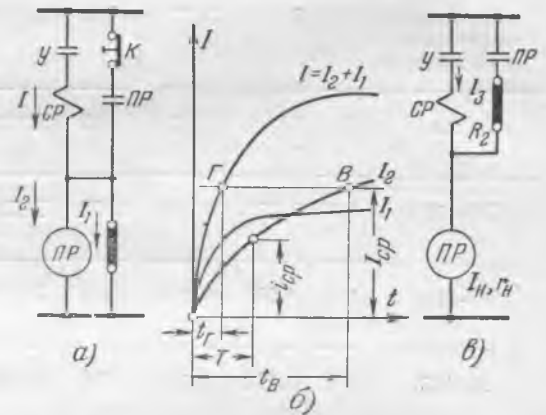


Рис. 3.

В схеме 3,в, уже после срабатывания реле ПР, на выводах катушки сигнального реле сохраняется некоторое напряжение, благодаря которому через катушку сигнального реле проходит ток, обеспечивающий его срабатывание. При выборе величины сопротивления R_2 нужно иметь в виду, что проходящий через него ток должен быть достаточным для удерживания якоря реле ПР. Так как для реле управления ток отпадения якоря обычно не превышает $0,15 I_n$, то R_2 может в 4—4,5 раза превышать r_n . Практически для срабатывания сигнального реле вполне достаточно брать R_2 равным $(2+2,5) r_n$ (пример 9 таблицы).

Выводы

1. При выборе аппаратов, включаемых последовательно, необходимо согласовывать их параметры.

2. Согласование неизвестных времен срабатывания может быть заменено согласованием известных токов срабатывания.

3. В случае затруднения при выборе пара-

метров аппаратов в схемы вводятся дополнительные элементы (в рассмотренных примерах сопротивления). Необходимость в них и их параметры определяются в результате расчетов.

4. Приведенные здесь соображения иллюстрированы на примерах включения сигнальных реле тока, но они справедливы и для других случаев последовательного включения нескольких аппаратов.



О размещении линейных и монтерских пунктов на линиях электропередачи¹

Инж. Т. П. Мусатов

Для обслуживания протяженной линии электропередачи вдоль ее трассы сооружаются линейные и монтерские пункты, причем при выборе расстояний между ними проектные организации руководствуются положениями, принятыми еще в начальный период развития высоковольтных сетей.

В свое время радиус зоны обслуживания линейного пункта принимался равным 10 км (как норма) и поэтому расстояние между двумя пунктами составляло в среднем 20 км. Это положение автоматически без критического рассмотрения было включено в действующие «Правила устройства электротехнических установок», где в § 151 раздела «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1000 в (механическая часть)» указано, что «Расстояние между линейными пунктами рекомендуется 10—25 км в зависимости от характера и особенностей трассы линии электропередачи».

Следовательно, при прохождении трассы линейной электропередачи по равнинной местности предельное расстояние между линейными пунктами не должно превышать 25 км, что и принимается проектными организациями при проектировании новых линий.

Опыт эксплуатации высоковольтных линий электропередачи показывает, что наименее загруженным работой является персонал линейных пунктов, на которых обычно находится 1—2 линейных монтера, в то время как рабочее время персонала монтерских пунктов, в частности тех, которые расположены в конечных точках трассы линии, более полно используется на текущих и капитальных ремонтах, так как наряду с основной линией электропередачи приходится обслуживать и другие линии и даже другого напряжения, отходящие от подстанции или электростанции, к которым примыкает основная линия.

Более полное использование рабочего времени персоналом линейных пунктов может быть достигнуто за счет увеличения зоны обслуживания.

Расстояние между линейными пунктами 10—25 км принималось из-за отсутствия в то

время каких-либо других способов выявления повреждений на линиях электропередачи, кроме осмотра всей трассы электромонтерами. При этом ввиду ограниченных возможностей в автотранспорте основным средством передвижения линейных ремонтных бригад являлся конный транспорт.

В настоящее время в результате применения импульсных измерителей (приборы ИЛ) методы определения места повреждения на линиях электропередачи существенно изменились.

Как известно, прибор ИЛ дает возможность за короткий срок и с весьма высокой точностью определить место повреждения на линии электропередачи и, не ожидая результатов обхода ее, направить ремонтную бригаду для устранения повреждения.

Практика подтвердила высокую надежность работы импульсных измерителей линий и показала, что наряду с определением явных повреждений прибор в отдельных случаях дает возможность выявить скрытые дефекты, могущие вызвать в дальнейшем отключение линии (например, дефектный соединитель).

Автору известен только один случай, когда импульсным измерителем линий не было определено место повреждения, происшедшее при следующих обстоятельствах.

На линии 110 кВ из-за возгорания деревянной траверзы от нее оторвалась подвесная гирлянда с проводом, однако провод при этом непосредственно земли не касался.

Из-за близкого расположения провода к земле линия не держала рабочего напряжения, в то время как двусторонняя проверка линии прибором ИЛ не подтверждала наличие на ней какого-либо повреждения.

Однако и в таком редком случае подобный «отказ» импульсного измерителя в определении места повреждения вполне устраним путем предварительной зарисовки характеристических кривых исправных линий².

² См., например, А. А. Ос е р к о, Определение места повреждения на линиях электропередачи при помощи импульсных измерителей линии, «Рабочий энергетик», 1951, № 7.

¹ Печатается в порядке обсуждения. Р е д.

Таким образом, можно утверждать, что наличие импульсных измерителей линий в конечных точках высоковольтной линии на подстанции или электростанции обеспечивает полную возможность выявления любого повреждения линии, которое может быть причиной ее аварийного отключения.

Следовательно, благодаря импульсному измерителю линий отпадает надобность в аварийном обходе электропередачи линейным электромонтером и вообще нет необходимости исходить из каких-либо минимальных сроков для осмотров линии при расстановке линейных и монтерских пунктов.

В результате внедрения новой техники роль обходчиков сводится только к профилактическим осмотрам линий электропередачи, сроки которых регламентированы § 891 «Правил технической эксплуатации».

Что же касается § 892 этих «Правил», требующего в отдельных случаях производства внеочередных осмотров, то здесь не ограничивается длительность таких обходов, что совершенно справедливо.

Таким образом, поскольку импульсный измеритель линий исключает необходимость аварийного обхода линии, зона обслуживания линейного обходчика может быть значительно расширена до предела, определяемого уже только его рабочим временем. Следовательно, исходя из средних условий проходимости для разного времени года, радиус зоны обслуживания для обходчика в случае, например, равнинной местности может быть принят в 20—25 км, а расстояние между линейными пунктами — в 40—50 км.

Такое двукратное увеличение расстояния между линейными пунктами сокращает капитальные затраты на их сооружение, уменьшает численность персонала и создает условия к более полному использованию рабочего времени персонала линейных пунктов.

Что же касается монтерских пунктов, то расстояния между ними, указанные в упомянутом выше § 151 ПУЭУ, даны с весьма широким диапазоном (40—100 км) и поэтому их следует рассматривать как ориентирующие на то, чтобы монтерский пункт, как правило, располагать в конечных точках линий электропередачи.

Только при размещении монтерского пункта не на трассе линии, а по ее концам, т. е. при подстанции (переключательном пункте) или электростанции, можно создать для персонала монтерских пунктов такую зону обслуживания, при которой обеспечивается полное использование рабочего времени этого персонала.

В заключение отметим, что импульсные измерители линии, разработанные Центральной научно-исследовательской электrolабораторией (ЦНИЭЛ) МЭС, выпущены в весьма ограниченном количестве. Для полного обеспечения электросетей этими приборами, необходимыми для культурной, высокопроизводительной эксплуатации линий электропередачи, требуется срочное возобновление их выпуска.

Выводы

1. При проектировании новых протяженных линий электропередачи следует предусматривать оснащение их импульсными измерителями линий и в этом случае расстояние между линейными пунктами на равнинной местности принимать в 40—50 км.

2. При наличии импульсных измерителей линий в конечных точках эксплуатируемых линий пересмотреть существующую на них дислокацию линейных и монтерских пунктов в сторону увеличения примерно вдвое длины участков, обслуживаемых линейными пунктами.

3. Необходимо добиться возобновления выпуска промышленностью импульсных измерителей линий в количестве, достаточном для полного обеспечения ими электросетей и повысительных подстанций электростанций.

□ □ □

ДИСКУССИЯ

Об испытании изоляции бетонных реакторов

Инж. Г. Б. Израелит и инж. М. Г. Лойцянская

Бетонные реакторы, установленные в энергосистеме, ежегодно подвергаются профилактическим испытаниям в соответствии с директивными указаниями Технического управления МЭС.

В результате проведенных измерений были накоплены опытные данные по величинам сопротивления изоляции бетонных реакторов; эти величины лежат в широком пределе: от 0,05 до 10 000 мгом.

До настоящего времени еще нет единых обоснованных норм для оценки состояния бетонных реакторов по величинам сопротивления изоляции.

Согласно директивным материалам Технического управления МЭС браковка реакторов производится на основании сравнения измеряемых величин сопротивления изоляции с данными предыдущих испытаний. Однако, поскольку абсолютное значение сопротивления изоляции не учитывается, может оказаться, что реакторы с низким сопротивлением изоляции, мало изменившие значения сопротивления, останутся в эксплуатации и наоборот. Приведенные в литературе допустимые значения сопротивления изоляции для бетон-

мально допустимой величины сопротивления изоляции бетона.

За период с 1950 по 1952 г. в энергосистеме было измерено по общепринятой методике 457 лакированных бетонных реакторов 6 кв, из которых 285 имели неизолированный токоведущий провод и 172 — изолированный. По результатам измерений отдельно для каждой группы реакторов были построены статистические кривые (рис. 1), которые показывают, что если за минимально допустимое сопротивление изоляции принять значение, равное 3 мгом, как это рекомендует проф. П. Г. Грудинский, то пришлось бы забраковать 64% от всех установленных реакторов с неизолированным проводом и 22% с изолированным проводом. Однако опыт эксплуатации показал, что реакторы, имеющие низкое сопротивление изоляции, выдерживали короткие замыкания на кабелях 6 кв, где они установлены. В табл. 1 приведены в качестве примера два таких случая.

Таблица 1

Тип реактора	Рабочее напряжение, кВ	Дата	Место короткого замыкания от подстанции, м	Нагрузка кабеля, а	Время отключения защиты, сек.	Сопротивление изоляции фаз реакторов, мгом		
						A	B	C
РБ-6,6-200-25	6	VIII—1952 г.	1 400	60	1,96	1,0	1,0	0,5
Завод „Севкабель“ 400 а, 1,38 мгн . .	6	IX—1952 г.	40	200	2,1	0,7	2,2	2,2

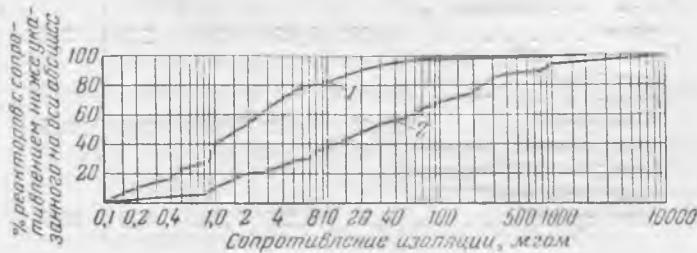


Рис. 1. Статические кривые сопротивления изоляции реакторов.

1 — реакторы с неизолированным проводом; 2 — реакторы с изолированным проводом.

ных стоек реакторов неодинаковы. Некоторые авторы рекомендуют браковать реакторы, если сопротивление изоляции бетона ниже 3 или 6 мгом*.

Такая неясность в вопросе браковки бетонных реакторов при производстве профилактических испытаний, а также наличие большого числа реакторов с низким сопротивлением изоляции вызывают необходимость в определении мини-

Долголетняя безаварийная работа бетонных реакторов не дает основания к выводу из эксплуатации такого большого числа реакторов, тем более, что это практически неосуществимо и экономически нецелесообразно.

Ввиду того, что в эксплуатации большинство реакторов с изолированным проводом имеет высокие значения сопротивления изоляции, опыты проводились на реакторе с неизолированным токоведущим проводом.

Результаты опытов

Опыты проводились на специально изготовленном бетонном реакторе типа РБ-6,6-200-2,5, часть стоек которого была пропитана лаком.

* „Электротехнический справочник“ под общей редакцией М. В. Хомякова, Госэнергоиздат, 1950, стр. 212; П. Г. Грудинский, Техническая эксплуатация электрических станций и подстанций, Госэнергоиздат, 1950.

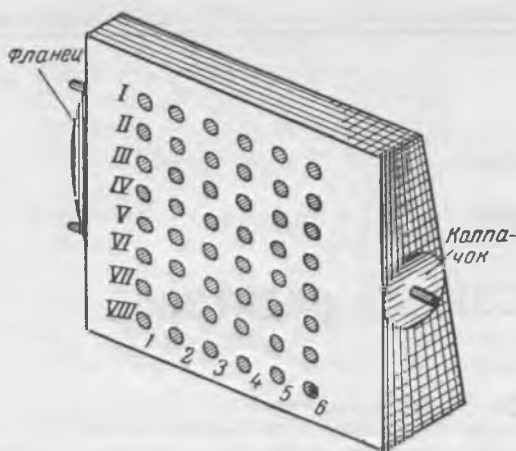


Рис. 2. Конкретная стойка реактора и обозначения электродов по вертикальным и горизонтальным рядам.

Необходимо отметить, что значения сопротивления изоляции на обычно контролируемых участках бетона, т. е. между фланцами или колпачками изоляторов и токоведущим проводом, не отражают действительного состояния рабочих участков бетона, заключенных между витками токоведущего провода. Для возможности определения электрических характеристик каждого из рабочих участков в отдельности, обычно шунтируемых в реакторе очень малым сопротивлением витков токоведущего провода, последний разрезался и опытный реактор разделялся на стойки.

При производстве испытаний концы токоведущего провода служили электродами.

Металлические электроды на торцах стоек соответствовали по форме и размеру фланцам и колпачкам опорных изоляторов, на которых обычно устанавливаются реакторы.

Принятые обозначения электродов по вертикальным и горизонтальным рядам стойки показаны на рис. 2.

Сопротивления изоляции участков бетонной стойки измерялись мегомметром 2 500 в, при этом определялось сопротивление изоляции каждого рабочего участка во всех вертикальных рядах, а также всех металлических соединенных электродов горизонтальных и вертикальных рядов относительно фланца и колпачка в отдельности. По результатам измерений лакированных и нелакированных стоек при различных степенях их увлажненности построены кривые, приведенные на рис. 3.

При сильно увлажненных стойках величины сопротивлений изоляции между каждой парой электродов соседних вертикальных рядов получились одинаковыми и на рис. 3 совпавшие кривые для всех восьми рядов изображены толстыми линиями.

Из анализа кривых рис. 3 следует:

1. Величины сопротивлений изоляции между фланцами или колпачками и металлически соединенными электродами горизонтальных и вертикальных рядов получаются всегда ниже, чем минимальное из всех значений сопротивлений изоляции рабочих участков (минимальные значения сопротивлений изоляции на рабочих участках для каждой степени увлажненности на кривых обозначены точками, увеличенного размера).

2. По отдельным вертикальным рядам величины сопротивлений изоляции неодинаковы; они мало отличаются для сильно увлажненных или сухих стоек и довольно сильно отличаются для промежуточных состояний увлажненности.

3. Характер изменения величин сопротивлений изоляции рабочих участков примерно одинаков, а именно, в каждом ряду минимальные значения сопротивления изоляции имеют участки, ближайшие к фланцу или колпачку.

Полученные кривые сопротивлений изоляции на рабочих участках и значения сопротивлений изоляции между фланцами или колпачками и соединенными вместе электродами позволяют произвести сопоставление между рабочими и обычно контролируемыми участками бетонных стоек. Соотношение между этими величинами может быть выражено переводными коэффициентами

$$k_{\phi} = \frac{R_m}{R_{\phi}}; \quad k_{\kappa} = \frac{R_m}{R_{\kappa}},$$

где R_m — минимальное сопротивление изоляции рабочих участков и R_{ϕ} , R_{κ} — сопротивления изоляции между фланцем или колпачком и соединенными металлически электродами всех вертикальных и горизонтальных рядов.

В табл. 2 приведены значения переводных коэффициентов k_{ϕ} и k_{κ} , полученные в результате опытов, проведенных с лакированной и нелакированной бетонными стойками в разных состояниях увлажненности.

Таблица 2

Состояние бетонной стойки	Сопротивление изоляции, мгом			$\frac{R_m}{R_{\phi}} = k_{\phi}$	$\frac{R_m}{R_{\kappa}} = k_{\kappa}$
	R_m	R_{ϕ}	R_{κ}		
Лакированная стойка реактора					
После увлажнения в душе	0,002	0,001	0,001	2,0	2,0
После первой сушки (при 70—80° С — двое суток и при 20° С — двое суток)	0,01	0,003	0,004	3,3	2,5
После второй сушки (при 70—80° С — четверо суток и при 20° С — одни сутки)	1,5	0,250	0,140	6,0	10,7
Нелакированная стойка реактора					
После увлажнения в душе	0,005	0,002	0,002	2,5	2,5
После первой сушки (при 22° С — трое суток)	0,01	0,003	0,005	3,3	2,0
После второй сушки (при 22° С — пять суток и при 70—80° С — одни сутки)	0,045	0,012	0,022	3,7	2,0
В состоянии доставки	900	310	250	2,9	3,6

Как показал анализ аварий с нелакированными реакторами, имевших место в некоторых энергосистемах, в реакторах происходили перекрытия между отдельными рядами токоведущего провода по увлажненному бетону.

При постановке опытов по определению электрической прочности бетона, соответствующей эксплуатационным условиям, исходили из выво-

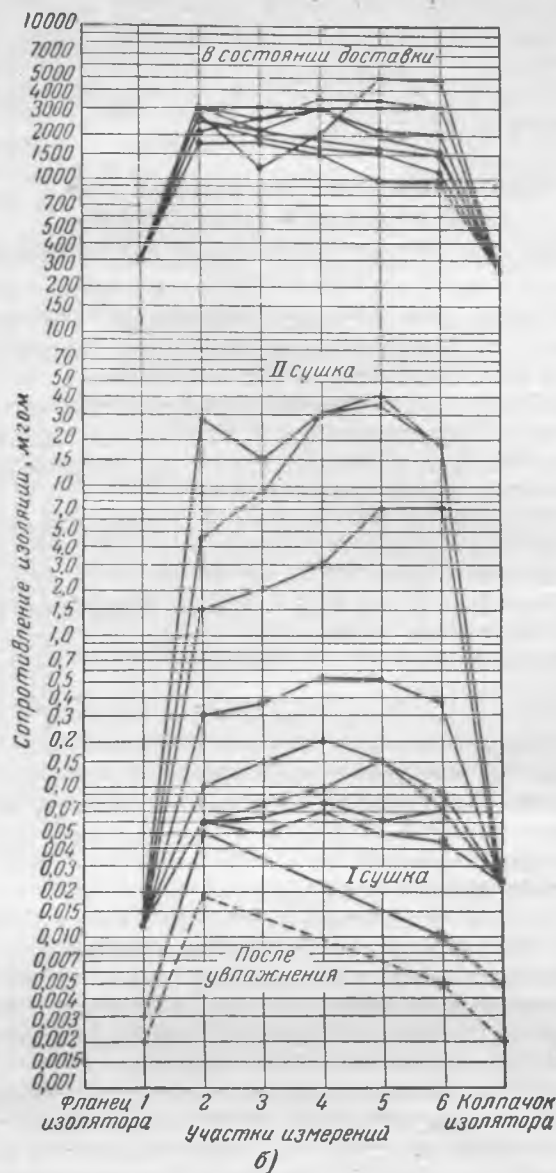
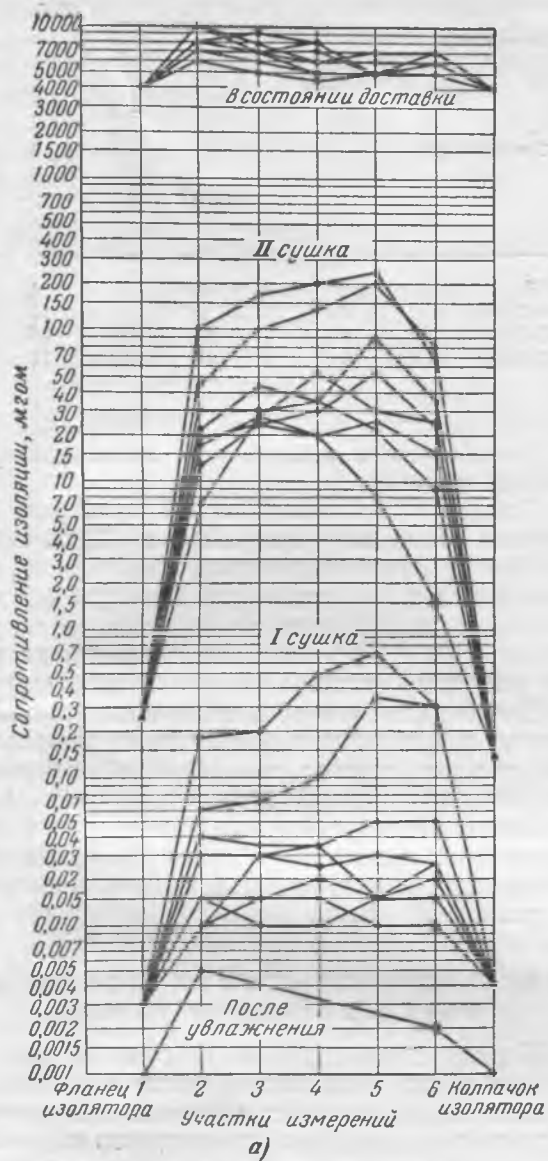


Рис. 3. Распределение сопротивлений изоляции по бетонным стойкам реактора.

а — лакированная стойка; б — нелакированная стойка. По вертикалям отложены величины сопротивлений изоляции: над цифрой 1 — между фланцем изолятора и всеми электродами, соединенными между собой; над цифрой 2 — между электродами 1-го и 2-го рядов; над цифрой 3 — между электродами 2-го и 3-го рядов; над цифрой 4 — между электродами 3-го и 4-го рядов; над цифрой 5 — между электродами 4-го и 5-го рядов; над цифрой 6 — между электродами 5-го и 6-го рядов; над выражением „колпачок изолятора“ — между колпачком изолятора и всеми электродами, соединенными между собой.

дов анализа переходных процессов, возникающих в случае коротких замыканий. Такие процессы, имеющие место в эксплуатации, достаточно хорошо можно воспроизвести при испытании напряжением промышленной частоты. При этом приложении напряжения к реактору можно производить либо толчком, либо путем быстрого повышения его до разряда или до пробоя бетона.

Проведенные сравнительные испытания бетонных стоек как при включении напряжения толчком, так и при быстром его повышении дали близкие друг к другу результаты. Поэтому все дальнейшие опыты по определению электрической прочности рабочих участков бетона производились путем быстрого повышения напряжения (в течение 10—15 сек.). Такое испытание проводилось для рабочих участков, имеющих различные величины сопротивления изоляции, на двух

лакированных и одной нелакированной стойках. Полученные значения разрядных напряжений для разных сопротивлений изоляции бетона приведены на рис. 4. Огибающая кривая, построенная

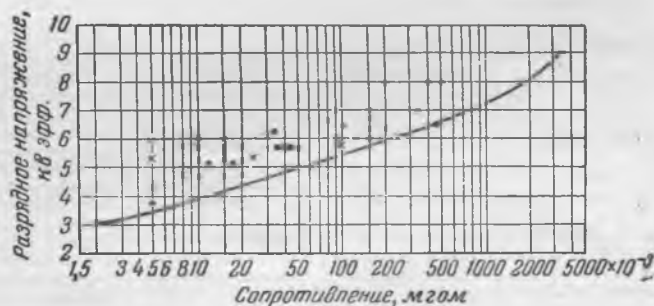


Рис. 4. Разрядные напряжения между витками при различном увлажнении бетона.
● — лакированные стойки; × — нелакированные стойки.

по минимальным значениям разрядных напряжений, дает возможность определить максимально допустимые напряжения на любом участке бетонной стойки в зависимости от сопротивления изоляции этого участка.

Определение минимально допустимого значения сопротивления изоляции бетонных реакторов

В результате анализа установлено, что при коротких замыканиях на зажимах реактора возможно появление следующих напряжений:

1. Напряжения промышленной частоты, которое не может превзойти значения напряжения источника. При этом распределение напряжения по реактору будет равномерным.

2. В сетях с незаземленной нейтралью при дуговых замыканиях на землю может возникнуть напряжение, равное 120% от напряжения источника, что составляет $(3,5 \div 4) U_{\phi}$ с частотой от сотен до тысячи герц.

При этом верхний предел возможного напряжения в сети 6 кв будет равен $1,2 \times 4 \times \frac{6,6}{\sqrt{3}} = 18,3 \text{ кв}$.

Так как это напряжение может существовать сравнительно долго, то оно приблизится по характеру своего воздействия к напряжению промышленной частоты.

Электрическая прочность бетонных реакторов между любыми соседними витками должна быть выше величин возможных напряжений, появляющихся между этими витками, при этом установлено, что импульсную прочность реакторов можно считать вполне достаточной, вне зависимости от степени увлажнения бетонных реакторов.

Величина максимального напряжения между соседними витками была получена, исходя из приложенного ко всему реактору расчетного напряжения, равного 18,3 кв, при равномерном распределении напряжения по обмотке реактора.

Из рассмотрения наиболее распространенных схем обмоток реакторов (рис. 5) видно, что максимальное напряжение между витками получается для схем рис. 5, б, в и г. Величины напряжений, получаемые для каждой из схем, приведены в табл. 3.

Определенное расчетным путем максимальное напряжение, равное 4 950 в (табл. 3), является тем предельным напряжением, которое должен выдерживать рабочий участок бетона. Разрядное напряжение рабочего участка должно быть все-

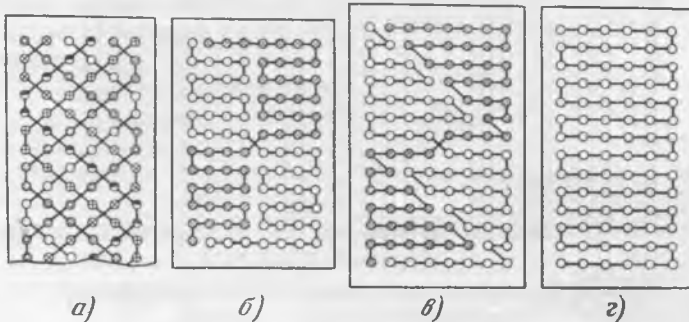


Рис. 5. Схемы обмоток реакторов.

Тип реактора	Схема по рис. 5	Число параллельных ветвей	Число витков в одной параллельной ветви	Напряжение на один виток, в	Максимальное число витков между соседними электродами	Максимальное напряжение рабочих участков, в
ОР-55	а	6	24	762	1	762
РБ-6-600-6	б	2	48	381	13	4 950
РБ-6-600-8	в	2	56	327	15	4 900
РБ-6-300-3	г	1	84	217	11	2 400

да больше этой расчетной величины для того, чтобы обеспечить достаточный запас электрической прочности.

Приняв запас электрической прочности 20%, получим величину напряжения $1,2 \times 4 950 = 5 900 \text{ в}$. Этому напряжению соответствует по кривой рис. 4 сопротивление изоляции 0,2 мгом, которое и принимается за минимально допустимую величину сопротивления изоляции на рабочих участках бетона.

Для определения минимально допустимой величины сопротивления изоляции на контролируемом участке принят минимальный переводной коэффициент, равный 2 (согласно табл. 2).

Таким образом, минимально допустимая величина сопротивления изоляции при профилактических испытаниях бетонных реакторов получается равной 0,1 мгом.

Результаты опытов по определению влагостойкости бетона

Наряду с проведением опытов на бетонных стойках также проводились опыты на специально изготовленных бетонных образцах для изучения вопроса о влиянии целостности лакового покрова на влагостойкость бетона. Для сравнения влагостойкости опыты проводились на трех образцах: лакированном, лакированном с частично поврежденной поверхностью и нелакированном.

Опытные образцы длительно выдерживались в эксикаторе при 100% относительной влажности. Контроль за увлажнением бетона периодически

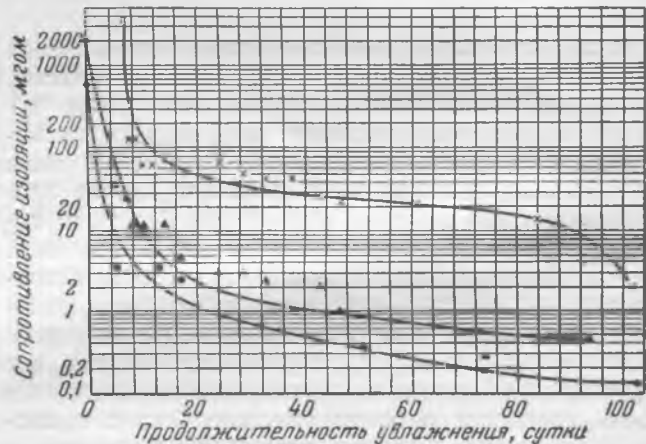


Рис. 6. Зависимость сопротивления изоляции бетонных стоек от продолжительности увлажнения. X — лакированная стойка; ▲ — лакированная стойка, но с поврежденной поверхностью; ● — нелакированная стойка.

осуществлялся измерением сопротивления изоляции мегомметром 2500 в. Кривые результатов измерений, приведенные на рис. 6, показывают, что даже частичное повреждение лакового покрова бетонных образцов сильно снижает их влагостойкость и приближает ее к влагостойкости нелакированных образцов.

Выводы

1. Величина минимально допустимого значения сопротивления изоляции бетонных реакторов может быть принята равной 0,1 мгом.

Инж. М. В. Хомяков — Мосэнерго

Из статьи Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской следует, что профилактические испытания изоляции бетонных реакторов в одной энергосистеме в течение многих лет производились без отбраковки изоляции, так как действующая в этой системе инструкция не содержит норм для оценки ее состояния; в результате изоляция у многих из реакторов находится в неудовлетворительном состоянии.

Для научного обоснования возможности оставления в эксплуатации реакторов с неудовлетворительной изоляцией без сушки и подлакировки, по видимому, и была поставлена описанная авторами статьи работа.

В другой энергосистеме в 1934 г. произошло несколько крупных аварий из-за неудовлетворительного состояния изоляции витков бетонных реакторов. Проведенные исследования на образцах, вырезанных из реакторов, потерпевших аварии, показали, что сопротивление изоляции между витками очень низкое. После подсушки и лакировки сопротивление изоляции значительно возросло.

Сравнивая данные, полученные в первой системе на искусственных образцах, с данными, полученными в свое время на реальных реакторах, потерпевших аварии, можно сделать вывод, что сопротивление изоляции между витками для сырых образцов по данным авторов много выше, чем было получено в другой системе, а для высушенных и лакированных образцов, наоборот, много ниже.

Выводы авторов о причинах перекрытия между витками бетонных реакторов основываются на предположении, что перекрытие связано с величиной напряжения, когда начинается непропорциональный рост тока в изоляции между витками.

По нашему мнению, перекрытия между витками связаны с ионизационными процессами в порах бетона как полупроводника, усиливающими

2. Значительный запас электрической прочности бетонных реакторов при принятой величине минимально допустимого сопротивления изоляции позволяет увеличить срок между профилактическими испытаниями. Целесообразно производить испытания изоляции бетонных реакторов одновременно с испытанием изоляции всего оборудования ячейки.

3. В условиях эксплуатации бетонных реакторов следует вести тщательное наблюдение за состоянием лакового покрова, так как даже частичное повреждение его резко снижает влагостойкость.

ся при наличии влаги и в особенности при нагревании самого реактора при прохождении тока короткого замыкания.

Эти соображения, не учитывавшиеся в работе авторов, могут существенно изменить все полученные результаты.

Во время приведения в порядок изоляции бетонных реакторов нами было установлено, что после высушивания и лакировки бетонных колонок сопротивление изоляции между головками изоляторов и медью реакторов в горячем состоянии составляет около 6 мгом.

После остывания сопротивление изоляции возрастало до 200 мгом и более.

Поэтому в действующих инструкциях было принято, что сопротивление изоляции должно быть не ниже 6 мгом в холодном состоянии или чтобы не снижалось более чем вдвое по сравнению с предыдущими измерениями, иначе такие реакторы признаются отсыревшими и производится их подсушка и лакировка.

В последующие годы эксплуатации по приведенным выше нормам отбраковывались единицы бетонных реакторов. Так, например, в 1947 г. был забракован один реактор из 499 испытанных, а в 1952 г. — четыре из 176 испытанных, или 2,3%.

В течение 20 лет после того, как была проведена работа по приведению в порядок изоляции бетонных колонок реакторов, с ними не было ни одной аварии. После этого прекратились также споры между инженерами о «резонансных» перенапряжениях и бетонный реактор стали считать надежным элементом схемы.

Считая твердо установленный факт — полную возможность поддержания нормы сопротивления изоляции в 6 мгом, — следует признать выводы, сделанные в статье Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской, неправильными, направленными на снижение надежности работы оборудования.

Вопрос о нормативах для браковки бетонных реакторов по измеренным сопротивлениям изоляции бетонных стоек является актуальным для заключения о годности реакторов к дальнейшей эксплуатации.

Опыт эксплуатации бетонных реакторов в Горэнерго и значительный разброс величин сопротивления изоляции, полученных при измерениях, подтверждают необходимость установления единых норм браковки реакторов по этим показателям.

Правильным является заключение авторов о том, что безаварийная работа бетонных реакторов с низкими значениями сопротивления изоляции (менее 3 мгом) не дает основания к выводу этих реакторов из эксплуатации. Однако величина сопротивления изоляции 0,1 мгом, рекомендуемая авторами в качестве норматива для заключения о годности реакторов к эксплуатации, является явно заниженной, так как условия эксплуатации позволяют достичь и сохранить в течение длительного периода сопротивления изоляции значительно большие.

Так, например, из большого количества фаз бетонных реакторов, установленных в энергосистеме, по измерениям 1953 г. значений сопротивлений изоляции, меньших 4 мгом, не обнаружено.

Методика проведения опытов с увлажнением бетонных стоек и последующей их сушкой, а также сравнение измерений на рабочих участках бетона (между отдельными витками) и обычно контролируемых участках (между фланцами или колпачками изоляторов и токоведущим проводом) являются правильными; однако полученные результаты и, в частности, определенные таким пу-

тем переводные коэффициенты k_{ϕ} и k_{κ} не могут считаться приемлемыми для всех реакторов ввиду недостаточного количества взятых подопытных образцов.

Далее, принятый при расчете минимально допустимого значения сопротивления изоляции запас электрической прочности для рабочего участка бетона реактора (20%) является недостаточным и должен быть значительно увеличен (до ~ 100%), так как поверхность бетона на реакторе в большей части распределительных устройств часто бывает запылена или загрязнена, что резко снижает электрическую прочность между витками.

Ввиду этого и минимально допустимые значения сопротивления изоляции бетонного реактора должны быть приняты значительно большими, во всяком случае не ниже 1 мгом.

Подобные значения сопротивления изоляции могут быть сравнительно легко достигнуты в условиях эксплуатации после одной сушки даже на нелакированных бетонных реакторах.

Поддержание величины сопротивления изоляции на уровне не ниже 1 мгом после сушки можно обеспечить последующей лакировкой кистями поверхности бетона асфальтовым лаком.

Что касается предлагаемого авторами сокращения срока между испытаниями, обычно производимыми при каждом текущем ремонте (раз в 6 мес.), то с этим можно вполне согласиться, увеличив этот срок до 1 года; при этом желательно проверку сопротивления изоляции бетона для реакторов, установленных в неотапливаемых помещениях, производить весной или осенью, в период наибольшей влажности воздуха.

Инж. А. П. Карамзин — Свердловэнерго

Статья Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской представляет значительный интерес для эксплуатации, так как в ней приводятся данные, обобщающие эксплуатационный опыт, а также результаты экспериментальных работ и даются практические рекомендации.

В статье убедительно показана необоснованность требований о необходимости сушки реакторов с целью повышения сопротивления изоляции их до нескольких мгом. Однако и с предлагаемой авторами нормой согласиться нельзя. Принятый ими запас электрической прочности в 20% ничем не обоснован и вряд ли его можно считать достаточным.

За время с момента последнего измерения сопротивления до последующего (т. е. через 3 года, как это рекомендуют авторы статьи) может произойти снижение изоляции ниже 0,1 мгом и аварийный выход реактора из строя.

Как следует из данных табл. 1, реакторы без

повреждений выдержали сквозное короткое замыкание при сопротивлении изоляции стоек 0,5—0,7 мгом. Таким образом, рекомендации авторов о допустимости сопротивления 0,1 мгом практическими примерами не подтверждены.

Представляется целесообразным проводить измерения сопротивления не только при испытаниях изоляции ячеек, но и в периоды между ними, например при текущих ремонтах, что не вызывает затруднений, так как трудозатраты на измерения незначительны.

Как известно, в реакторах при сквозных токах короткого замыкания бетон испытывает значительные механические усилия, что приводит к частичному повреждению, растрескиванию пленок покрова, а иногда и к выкрашиванию бетона. Поэтому после коротких замыканий необходимо проводить осмотры реакторов и обнаруженные повреждения лакового покрова устранять при первом отключении.

За последние годы в энергосистемах и других организациях проведен ряд работ, направленных на упрощение эксплуатации изоляции электрооборудования и изыскание возможностей к наиболее экономичному его использованию.

Статья Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской представляет собой описание результатов одной из таких полезных работ.

В этой статье убедительно доказывается возможность облегчения отбраковочных норм для изоляции бетонных реакторов.

Авторы правильно сделали, сопоставив результаты расчетов и проведенных ими экспериментальных работ с данными эксплуатации; это делает их выводы и предложения убедительными.

Инж. М. Н. Володин — Челябэнерго

Статья Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской «К вопросу изоляции бетонных реакторов» правильно решает вопрос о величине сопротивления изоляции бетона. Разрушение бетона из-за разогрева токами, протекающими по его сечению при предлагаемой величине сопротивления в 0,1 мгом, исключено.

Количество выделенного тепла будет в пределах 120—150 кал, температура бетона при этом поднимется не выше 40°С.

Величину сопротивления изоляции бетона рекомендуем принять не ниже 0,1 мгом.

ОТ РЕДАКЦИИ

Статья Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской перед опубликованием была направлена на отзыв нескольким авторитетным специалистам по профилактическим испытаниям изоляции, так как практические выводы из проведенной авторами работы вызвали у редакции сомнения.

Посылая статью, редакция просила в отзывах на нее осветить опыт эксплуатации реакторов, особенно в части наблюдаемых сопротивлений бетонных стоек и отношения к нормированию минимальных значений этих сопротивлений.

К сожалению, в большинстве отзывов (А. П. Карамзина, Н. В. Володина, Г. И. Лысаковского) имеется лишь общая оценка методики или предложений автора, не подкрепленная ссылками на опыт эксплуатации. Только М. В. Хомяков и М. А. Баркан приводят ценные сведения о результатах измерений сопротивлений бетонных стоек очень большого числа реакторов. Эти сведения не подтверждают утверждений Г. Б. Израелита и М. Г. Лойцянской о трудностях, связанных с обеспечением сопротивления стоек порядка $1 \div 3$ мгом. Предположения М. В. Хомякова о том, что наблюдаемые в Ленэнерго низкие значения сопротивления стоек явились следствием недостаточного в свое время внимания к этому вопросу, не лишены оснований.

Утверждения М. В. Хомякова, М. А. Баркана и А. П. Карамзина о недостаточности принятого авторами запаса электрической прочности стоек в 20% и о нецелесообразности принятия заниженных норм изоляции за счет повышения частоты испытаний заслуживают внимания.

В целом публикуемый материал заставляет признать обоснованной постановку вопроса об установлении минимальных значений для сопротивления бетонных стоек. Однако редакция считает, что до решения этого вопроса целесообразно продолжить его обсуждение, и обращается к читателям, имеющим материал об эксплуатации реакторов, в особенности о наблюдаемых значениях сопротивлений стоек, с просьбой высказать свое мнение по поставленному вопросу.



ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Применение асбоцемента для стыков чугунных водопроводных труб¹

До 1932 г. при строительстве новых сетей, магистралей и водоводов Московского водопровода применялись исключительно чугунные раструбные трубы с уплотнением стыков смоляными канатами и зачеканкой свинцом. Стальные трубы применялись только на переходах через реки и на ответственных пересечениях.

Между тем вопрос изыскания нового полноценного способа заделки стыков чугунных труб взамен дорогостоящей заделки стыков свинцом выдвигался еще в 1930 г. В результате проведенных в этом направлении лабораторных испытаний был установлен новый способ заделки стыков — цементом. Применение этого способа на устройстве водопроводных линий началось с 1931 г., но при этом как мера предосторожности были установлены следующие ограничения:

- сухие естественные грунты, преимущественно пески;
- заделка четырех последовательных стыков цементом, а каждого пятого стыка — свинцом;
- работы по заделке стыков цементом должны производиться только при положительных температурах.

В 1932—1933 гг. указанные ограничения были несколько смягчены и заделка стыков труб цементом стала допускаться и при укладке их в водоносных грунтах, а свинцовые стыки стали применяться по счету уже не пятыми, а восьмыми и даже десятими.

В дальнейшем в период 1934—1936 гг. применение цемента для заделки стыков несколько уменьшилось в связи с тем, что при гидравлических испытаниях вновь сооруженных водопроводных магистралей были обнаружены дефекты в стыках труб, образовавшиеся, как было установлено, из-за применения цемента низких марок и неправильного с ним обращения.

В результате дальнейших исканий в этой области в 1937 г. строители Московского водопровода в опытным порядке стали применять для заделки стыков новый заменитель свинца — асбоцемент, а с 1939 г. применение асбоцемента стало уже обязательным и все ранее существовавшие ограничения по его использованию были отменены.

Проведенные в течение 1931—1952 гг. наблюдения за поведением труб в эксплуатации позволили выявить данные о повреждаемости стыков чугунных труб (см. таблицу).

Среднее число случаев повреждаемости стыков чугунных водопроводных труб в год на 100 км длины

Группы трубопроводов	Эксплуатационный возраст труб, годы						
	1	2	3	4	5	6	7 и более
Магистрали диаметром 300—900 мм:							
на свинце	48	134	288	278	185	207	67
на асбоцементе . . .	3	11	20	25	11	21	15
Разводящие сети диаметром 100—300 мм:							
на свинце	35	125	243	214	167	128	20
на асбоцементе . . .	1	9	12	26	8	12	5

¹ По материалу статьи инж. Жогова, Преимущества асбоцементных стыков чугунных водопроводных труб, „Городское хозяйство Москвы“, 1953, № 10.

Из этих данных видно, что повреждаемость свинцовых стыков значительно выше повреждаемости стыков, заделанных асбоцементом.

Основными причинами расстройств стыковых соединений чугунных раструбных труб является осадка грунта в основании труб, образующаяся вследствие допускаемых в процессе строительства дефектов в работе, как, например: неровность основания под трубы, что наблюдается при отрывке траншей или котлованов экскаваторами; заглубление против проектной отметки подошвы траншей с последующей подсыпкой и недостаточным уплотнением подсыпанного грунта; нарушение подготовленных оснований дождевыми и талыми весенними водами; укладка труб на промерзшее основание и т. д.

Осадка грунта под трубами, и особенно в глинистых грунтах, может длиться десятки лет, вызывая при этом усиления в стыках, приводящие, как правило, к их расстройству.

Асбоцементные стыки в силу своей жесткости способны сопротивляться осадке значительно больше, чем свинцовые, вследствие чего повреждаемость асбоцементных стыков значительно меньше по сравнению со свинцовыми стыками.

Помимо указанного, применение асбоцемента в стыковых соединениях чугунных раструбных труб позволяет экономить значительное количество дорогостоящего свинца и снизить стоимость строительства как магистральных напорных водоводов, так и разводящих сетей.

Инж. Г. А. Лазарев

Применение инвентарной металлической опалубки для сооружения железобетонных емкостей

Применение инвентарной металлической опалубки при строительстве железобетонных сооружений значительно сокращает затраты рабочей силы на изготовление и сборку опалубки и сводит до минимума расход леса. Этот эффект особенно значителен при сооружении ряда однотипных объектов.

В ходе работ по строительству одной из электростанций понадобилось организовать работы по сооружению ряда цилиндрических емкостей внешним диаметром 13 м и высотой 5,3 м. Для выполнения этой работы была использована инвентарная металлическая переставная опалубка в комбинации с шахтоподъемником, применявшаяся вначале при сооружении железобетонной дымовой трубы. Использование этих приспособлений освободило строительство от расхода леса на сооружение емкостей за исключением опалубки перекрытий, причем для последней не понадобились поддерживающие снизу стойки.

Использование указанной опалубки не потребовало внесения особых изменений в имевшуюся конструкцию за исключением небольшого увеличения диаметра наружного несущего кольца в соответствии с диаметром сооружаемых емкостей.

Основные части переставной металлической инвентарной опалубки следующие.

Панели (или щиты) внешней и внутренней опалубки, изготовленные из листовой стали толщиной 2 мм, размерами внешние 850 × 2700 мм и внутренние — 550 × 1200 мм. Количество панелей подбирается в зависимости от периметра сооружения. Наружные панели

связываются между собой болтами через угольники, поставленные по продольным сторонам, и висят на роликовых подвесках. Внутренние панели, как видно из приведенных размеров, вдвое короче наружных и ставятся последовательно двумя поясами для удобства бетонирования.

Механизм радиального перемещения опалубки (при цилиндрических формах резервуара не требуется).

Несущие кольца, согнутые из швеллеров и имеющие обычно диаметры наружный 12,8 и внутренний 9,2 м. Эти кольца соединены в радиальном направлении между собой полосой стали 10×60 мм. Ввиду большого диаметра несущие кольца состоят из отдельных секций, собираемых на месте работы.

При сооружении резервуаров диаметром более 12,6 м наружные кольца следует изготовить соответственно большего диаметра.

Рабочая площадка, устраиваемая по брусьям 140×200 мм, уложенным на несущих кольцах. В центре рабочей площадки делается проем для шахтоподъемника. К брусьям рабочей площадки с обеих сторон подвешиваются подвески для лесов.

Несущие кольца вместе с рабочей площадкой подвешиваются при помощи талей $1 + 1,5$ т к шахтоподъемнику. Количество талей принимается для наружного кольца 12 и для внутреннего 8.

Шахтоподъемник, собираемый на опорной раме из швеллеров, имеет в нижней части 16 стоек из труб, которые образуют квадрат из девяти шахт с общим сечением

$3,5 \times 3,5$ м. Подъемник наращивается отдельными трубами диаметром 3" усиленного типа, вставляемыми в стаканы на концах предыдущих труб. Наращивание подъемника происходит по мере возведения труб, а при сооружении резервуара подъемник может быть собран и за 1 раз.

Для подъема материалов подъемник снабжается кабиной — бункером, направляющими блоками и лебедками.

Такая конструкция шахтоподъемника, предназначенная для сооружения железобетонных дымовых труб, при сооружении резервуаров необязательна и может быть значительно упрощена и сокращена по размерам.

Работы по сооружению железобетонных емкостей проходят в следующем порядке.

Сооружается днище резервуара в обычном порядке.

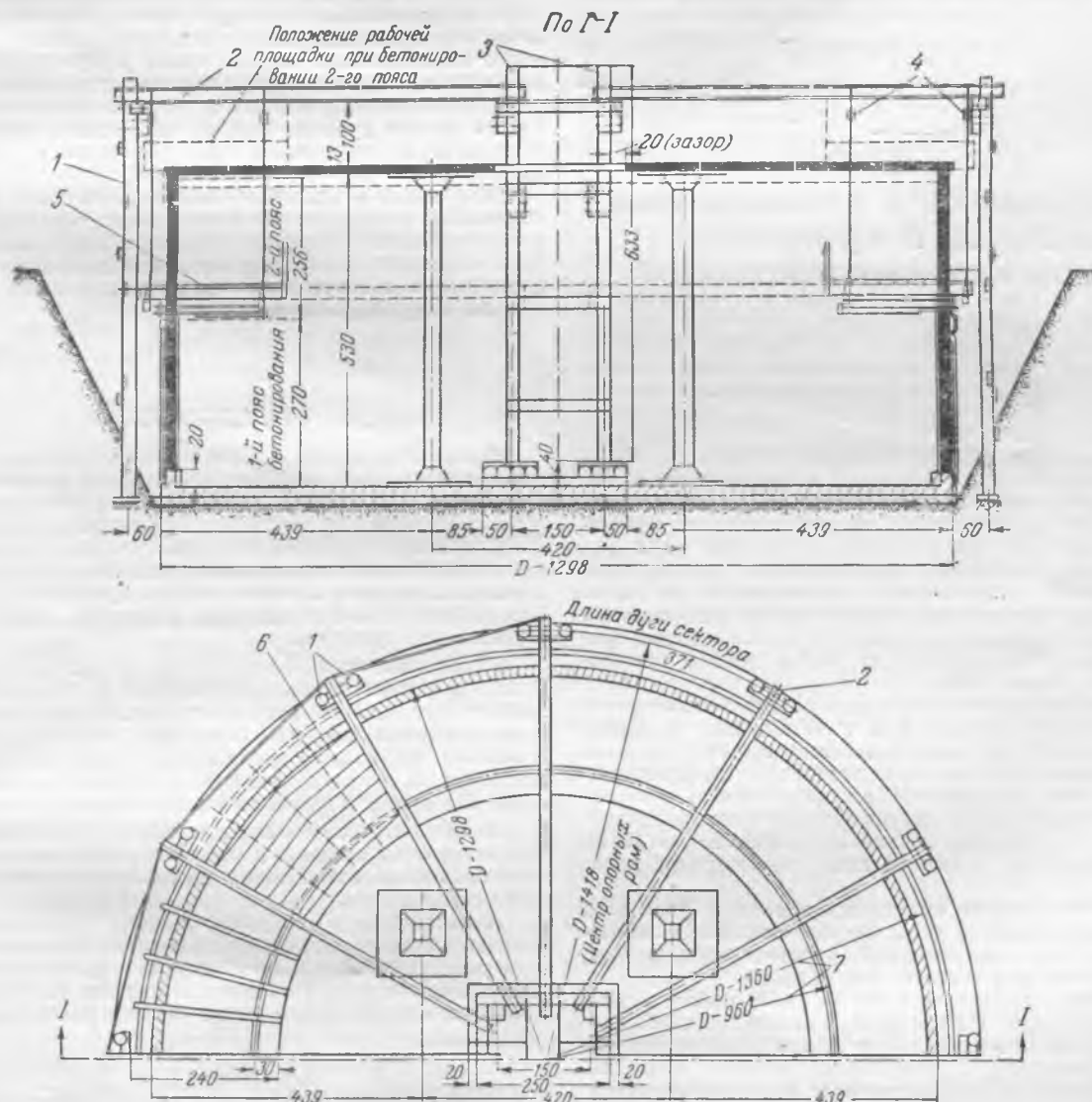
Собирается шахтоподъемник на высоту 15—18 м.

Собираются несущие кольца, опалубка и рабочая площадка и одновременно с этим арматура стен. Внутренние панели опалубки вначале собираются только на высоту 1,25 м, т. е. один ряд.

При помощи транспортера (или в бадьях краном) на рабочую площадку подается бетон, который развозится тачками по периметру и укладывается в стены.

При сооружении резервуаров шахтоподъемник не использовался для подачи бетона ввиду небольшой высоты подачи.

По бетонировании первого пояса высотой 1,25 м немедленно собирается второй ряд внутренних панелей, и бетонирование продолжается.



Инвентарная металлическая переставная опалубка, приспособленная для сооружения емкостей (размеры в сантиметрах).

1 — рамы опорных балок (12 бревен), раскрепленные досками; 2 — двутавровые балки № 24; 3 — шахта опорных балок из брусьев; 4 — тали для подъема рабочей площадки; 5 — рабочие пояса; 6 — настил рабочей площадки; 7 — несущие кольца.

Через два—три дня по окончании бетонировки опалубка разбирается, поднимается и вновь собирается в том же порядке.

Используя приведенной конструкции инвентарной металлической переставной опалубки, четыре железобетонных резервуара емкостью по 500—600 м³ были сооружены в течение 40 дней при односменной работе, т. е. за 10 дней выпускался один резервуар без затрат леса на опалубку стен.

Применение описанной опалубки обеспечило экономию на один резервуар емкостью 500 м³: рабочей силы 80 чел.-дней и леса 20 м³ в круглом исчислении.

Учитывая, что не на каждой стройке может быть свободная металлическая опалубка для дымовых труб, чтобы применить ее и для сооружения железобетонных резервуаров или емкостей, целесообразно каждому строительному тресту для этих целей иметь подобную инвентарную опалубку.

При этом, конечно, необходимо перепроектировать описанную здесь опалубку применительно к резервуарам, опустив специфические детали, необходимые лишь для сооружения дымовых труб. Это упростит конструкцию опалубки и в особенности шахтоподъемника, который, как это уже указывалось, в данном случае не обязателен.

На рисунке приведен проект использования инвентарной металлической переставной опалубки без применения шахтоподъемника с упрощенной шахтой, располагаемой в центре резервуара, и рамными стойками по его периметру. На стойки и на шахту радиально уложены двутавровые металлические балки, к которым подвешены несущие кольца опалубки и рабочая площадка. К этим балкам также подвешивается опалубка перекрытия резервуара.

Инж. Б. Н. Каспарян

О соединении и оконцевании кабелей и проводов с алюминиевыми жилами

Отдельными электромонтажными, энергоснабжающими организациями и предприятиями при монтаже кабелей и изолированных проводов с алюминиевыми жилами успешно внедрена газосварка (автогенно-кислородная) при помощи специально изготовленных одним из заводов Главкислорода для этой цели газосварочных бензино-кислородных аппаратов (конструкции ВНИИАВТОГЕН).

Бензино-кислородные установки в том виде, в каком они были выпущены заводом, имели ряд существенных недостатков, в значительной мере снижавших их практическую ценность. К ним может быть отнесено главным образом отсутствие набора однопламенных горелок, которые отдельными организациями изготовлялись на месте. Помимо этого, бензино-кислородные горелки, как показала практика, весьма капризны в работе; много времени тратится на разжигание и чистку их. Набор деталей установки далеко не совершенен.

В изданных Техническим управлением Министерства электростанций — Орггрэс в 1952 г. «Указаниях по соединению и оконцеванию изолированных проводов и кабелей с алюминиевыми жилами» дана технология электросварки однопроволочных проводов сечением до 10 мм² и в основном бензино-кислородной сварки алюминиевых многопроволочных жил проводов и кабелей сечением от 16 до 400 мм² при помощи указанной выше газосварочной аппаратуры.

В этих «Указаниях» совершенно правильно (для того времени) было отмечено (стр. 4), что «соединение многопроволочных жил электросваркой начинает применяться, но ее технология еще недостаточно освоена».

В течение последних двух лет большую работу в этой области проделали организации Главэлектромонтажа — проектно-экспериментальные бюро треста «Севзалэлектромонтаж» (Ленинград) и Центрэлэлектромонтаж (Москва). Вслед за ними Южэлэлектромонтаж и Уралэлэлектромонтаж

также начали внедрять электросварку многопроволочных жил. Навык электросварщиков этих трестов позволяет в настоящее время производить надежное оконцевание алюминиевых многопроволочных жил всех сечений дугой переменного тока¹.

Ленинградское проектно-экспериментальное отделение Тяжпромэлектростроения (Главэлектромонтаж) в последнее время проводит успешные испытания по бездуговой (контактной) электросварке многопроволочных жил; этот метод, по всей вероятности, будет внедрен уже в ближайшем будущем.

Не понятно, почему в 1954 г. Главэлектромонтажем широко распространяется книга «Соединение и оконцевание проводов и кабелей с алюминиевыми жилами» (инструктивные указания), значительная часть которой посвящена газосварке, предназначенная, как указано редакцией, для инженеров и техников-электромонтажников строительных организаций. Основное внимание уделяется в этой книге технологии ацетилено-кислородной и бензино-кислородной сварке, а также подробному описанию газовой аппаратуры.

Электросварка переменным током, как показала практика ее применения для оконцевания алюминиевых многопроволочных жил, не менее надежна, чем газосварка. Более того, электросварка значительно упрощает производство сварочных работ, не требует многообразных принадлежностей, материалов (баллонов кислорода, ацетилена и пр.) и специального допуска к работам по сварке, перевозке и хранению сжатых газов.

Широкое распространение этих «Инструктивных указаний» по применению газосварки для оконцевания и соединения изолированных многопроволочных кабелей и проводов с алюминиевыми жилами может дезориентировать как монтажные, так и эксплуатационные организации.

Необходимо форсировать издание «Инструктивных указаний» как по дуговой, так и бездуговой (контактной) электросварке переменным током проводов и кабелей с алюминиевыми жилами всех сечений.

Тем самым в практике электромонтажных работ по соединению и оконцеванию алюминиевых жил прекратится распространение устаревших методов пайки и так называемого «сквозного литья», дорогостоящих и значительно менее надежных в эксплуатации — механически менее прочных и менее коррозиестойчивых.

Инж. М. С. Гольберг

ОТ РЕДАКЦИИ

Провода и кабели с алюминиевыми жилами, а также алюминиевые шины получают все большее распространение в нашей стране. Однако Министерство электротехнической промышленности, организовав выпуск таких проводов, кабелей и шин, не позаботилось своевременно разрешить вопросы соединения и оконцевания проводов и кабелей с алюминиевыми жилами, а также вопросы присоединения проводов, кабелей и шин к машинам, аппаратам, приборам и к установочной арматуре.

Кроме того, этим Министерством до сих пор не организовано централизованное производство и комплектная поставка с алюминиевыми проводами и кабелями флюсов, припоев, свинцовых труб, кабельных муфт, соединителей, накопечников, кабельных рулонов и роликов, прошипарочной массы и т. п., а также производство аппаратов и приспособлений для сварки и опрессовки алюминиевых жил и шин.

В недостаточном объеме проводятся работы по изменению контактных зажимов в машинах, аппаратах и приборах для обеспечения возможности присоединения к ним алюминиевых жил и шин.

Министерство электротехнической промышленности должно ускорить решение указанных выше вопросов, учтя опыт ряда проектных, монтажных и эксплуатационных организаций, и тем самым обеспечить широкое внедрение алюминиевых кабелей и шин во все отрасли нашего хозяйства.

¹ П. И. Гуревич, Электросварка шин и кабелей переменным током, «Электрические станции», 1954, № 8.



ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

Уменьшение пыления на тракте топливоподачи

На топливоподаче производительностью 200 т/час одной электростанции выполнен комплекс мероприятий для снижения пыления в местах пересыпки кускового и фрезерного торфа на транспортерах и предотвращения скопления пыли на конструкциях, стенах и выступах.

Было произведено уплотнение рукавов, через которые топливо пересыпается с наклонных на горизонтальные транспортеры с устройством для внутреннего осмотра лючков на винтовых запорах. Обычные короба в месте пересыпки с боковыми уплотнениями из резиновой ленты были заменены герметическими цельнометаллическими лотками.

На всех выступающих частях помещения, балках, подоконниках и т. п. осуществлены легкой штукатуркой скосы с углом наклона к горизонту 55—60°, стены помещения бункерной галереи облицованы по всей высоте белыми кафельными плитками.

Для увлажнения пыли применена подача насыщенного пара и распыленной форсунками воды. Опыт показал, что подача пара для борьбы с пылью в теплое время года мало эффективна.

Цельнометаллические герметические лотки длиной 9 м (рис. 1) смонтированы на транспортерах в местах пересыпки топлива. Лотки, изготовленные из стали толщиной 6 мм, имеют съемное дно, собранное из четырех секций,

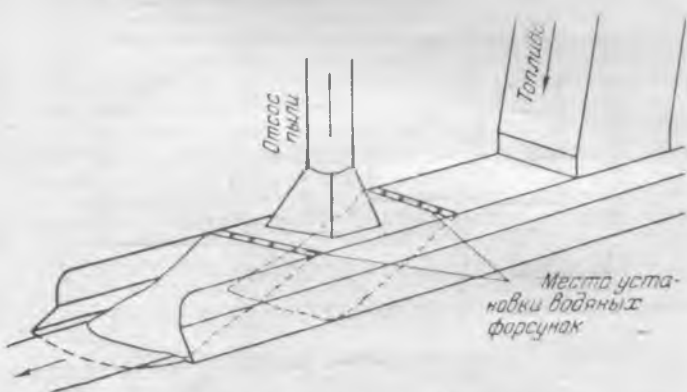


Рис. 1. Герметический лоток.

крепящихся на болтах к боковым наклонным стенкам лотка. Съемное дно предусмотрено для замены его по секциям на случай истирания стали транспортерной лентой. Выходное отверстие лотка, а также вход перед местом присоединения диффузора для отсоса пыли закрыты фартуками из брезента.

В верхней крышке лотка рядом с пересыпным рукавом в шахматном порядке смонтированы 13 форсунок для подачи воды.

Аспирационная установка (рис. 2) состоит из вентилятора 1 типа «Сирокко» производительностью 3 460 м³/час при напоре 152 мм вод. ст., соединенного с герметическим лотком, циклона 2 с затвором-мигалкой, мокрого фильтра 3 типа «Скруббер», бака-отстойника 4 с сеткой и шнека 5.

Крупные частицы пыли, отделенные в циклоне, поступают через затвор-мигалку в шнек, транспортирующий собранную пыль в бункер одного из котлов.

Более мелкая пыль улавливается в мокром фильтре, смывается с его стенок тремя рядами водяных форсунок 6 и собирается в баке-отстойнике. Из бака смоченная пыль периодически удаляется, а осветленная вода через

мелкую сетку идет на слив; незначительный остаток пыли выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу мокрого фильтра.

Определенный весовым методом к. п. д. составил: всей установки — 0,873; циклона — 0,797; мокрого фильтра — 0,354.

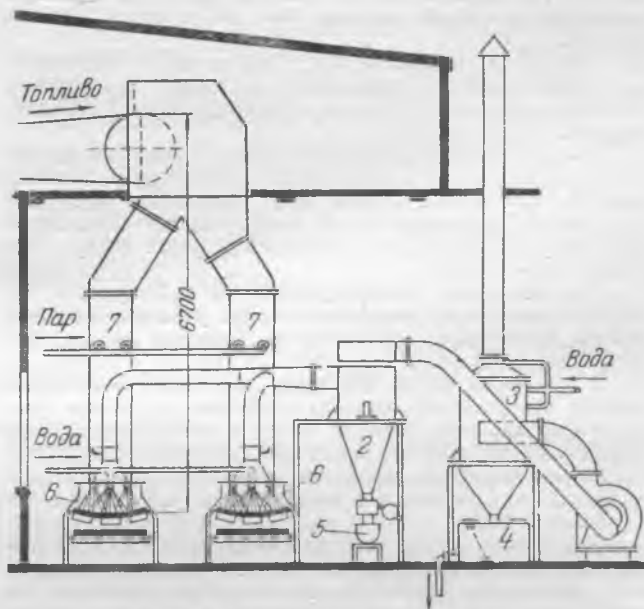


Рис. 2. Аспирационная установка.

При увлажнении пыли насыщенным паром для подачи пара служат патрубки 7.

Данные измерения запыленности воздуха у выходного отверстия лотка одного из транспортеров при использовании различных видов обеспыливания и разной концентрации пыли в лотке приведены в таблице.

Способ обеспыливания	Концентрация пыли, мг/м ³			
	1	2	3	4
Без средств обеспыливания	3 423	2 305	2 050	120
Обеспыливание водой	2 685	969	1 840	—
Аспирация	604	76	177	30
Аспирация и обеспыливание водой	—	—	55,6	—

Использование того или иного способа обеспыливания или всех видов вместе определяется обслуживающим персоналом в зависимости от влажности транспортируемого топлива и степени пыления.

Инж. Б. Н. Козлов

Химически стойкие покрытия

Для защиты аппаратуры от действия различных агрессивных агентов химический цех одной электростанции широко применяет полиизобутилен — продукт полимеризации изобутилена при —100° С. Композиции на основе полиизобутилена содержат в качестве наполнителей сажу и графит (ПСГ). Рулонный материал легко сваривается при нагревании до 200° С и склеивается клеем № 8 (или же,

при его отсутствии, клеем № 61-СГ и 61-Б), формируется при температуре +180°С, +200°С.

В отличие от фаяолита и винилпласта полиизобутилен обладает высокой морозостойкостью, водостойкостью, химической стойкостью к кислотам, щелочам, солям; применяется для температур от —55°С до +100°С. Листовой полиизобутилен обладает следующими физико-химическими свойствами:

Удельный вес	1,32 — 1,43 г/см ³
Предел прочности при растяжении	50 кг/см ²
Относительное удлинение	500 %
Остаточное удлинение	160 %
Твердость по Шору	67

Нанесение покрытий полиизобутилена при помощи клея чрезвычайно просто и не требует особой квалификации ремонтного персонала.

С сентября 1953 г. и по настоящее время удовлетворительно работают обложенные полиизобутиленом баки для растворения коагулянта (серноокислого алюминия), бак для разбавления серной кислоты, шайбовые дозаторы коагулянта и серной кислоты, бак для крепкой соляной кислоты.

Подготовка металлической поверхности к нанесению полиизобутиленового защитного покрытия заключается в тщательной очистке металла от масел, краски, ржавчины, окислы.

При нанесении полиизобутиленового покрытия на новые аппараты на тэц применяется пескоструйный метод очистки поверхности. Лучше всего применять выпускаемые нашей промышленностью однокамерные пескоструйные аппараты ЛПА-1, для которых требуется воздух давлением 3,5—4 кг/см².

При нанесении полиизобутилена на действующий аппарат, а также при ремонте отдельных участков покрытия очистка поверхностей производится стальной щеткой, напильником, наждачной бумагой.

В последнее время цех чаще применяет химическую очистку поверхностей: сначала 10%-ным раствором тринатрийфосфата для удаления масел, а затем разбавленной серной или же соляной кислотой для удаления ржавчины. После кислотной обработки производится тщательная промывка металла водой с последующим удалением с поверхности влаги.

Очищенную металлическую поверхность трижды покрывают равномерным слоем клея № 8, давая каждому слою просохнуть. Через 1½—2 часа после нанесения последнего слоя клея, поверхность готова к наклейке листов.

Раскромочные листы полиизобутилена отгибают от талька и пыли водой, просушивают и покрывают один раз ровным слоем клея № 8. После появления на смазанной поверхности листов тянущихся за пальцем нитей клея, лист может накладываться на подготовленную поверхность. Приклеенный лист обжимается при помощи специального ролика или же постукиванием деревянным молотком.

Стыки листов не свариваются, а склеиваются внапуск клеем № 8.

Все операции по нанесению полиизобутиленовых покрытий выполняют двое рабочих пятого разряда.

При температуре среды свыше 50°С наблюдается сползание защитного полиизобутиленового слоя вниз. Для защиты от сползания следует футеровать аппарат поверх защитного слоя.

Из имеющихся в распоряжении химического цеха антикоррозийных неметаллических материалов — фаяолита, винилпласта и полиизобутилена — наибольшее применение нашел последний. Этот материал хорошо работает в широком интервале температур, он обладает химической стойкостью во всех реагентах, применяющихся в химических цехах электростанций.

Инж. В. И. Гладушко

Загорание деревянных пробок в трубках конденсатора турбины

В конденсаторах одной из турбин типа ВК-100-2 около 400 поврежденных трубок было заглушено деревянными пробками, изготовленными из бука.

Конструкция конденсаторов разрешает поочередное отключение их половин в ремонт без остановки турбины.

При одном из отключений внутренних половин конденсаторов и отыскания свечей мест присосов произошло загорание 15 деревянных пробок в заглушенных трубках вследствие засасывания в древесину пламени свечи.

При горении пробок и пламени снаружи видно не было и персонал, производивший работы, не заметил их загорания. От выгорания древесины в центре пробок образовались сквозные отверстия диаметром от 10 до 18 мм, на турбине стал падать вакуум и она была полностью разгружена.

Выгоревшие пробки были по сильным присосам быстро обнаружены и заменены новыми.

Редкий случай загорания деревянных пробок от пламени свечи после длительного пребывания их в воде произошел по следующей причине. После отключения половин конденсаторов работы по отысканию неплотностей при помощи свечи были начаты примерно через час. За это время деревянные пробки, имевшие наиболее пористую древесину, засасываемым воздухом были высушены настолько, что от пламени свечи загорелись.

Единичные случаи загорания деревянных пробок в конденсаторах этих турбин в аналогичных условиях были и раньше, но им не было придано необходимого значения.

Для повышения надежности и устранения присосов охлаждающей воды через поры неудачно подобранной древесины деревянные пробки были заменены стальными.

Инж. А. И. Антонов и инж. В. Н. Карпинский

Ремонт контактных колец генераторов

На одной электростанции Главэнерго установлен генератор 35 тыс. квт фирмы АЕГ. Ротор этого генератора имеет особенность, состоящую в том, что со стороны привода контактное кольцо изготовлено из части полумуфты, откованной заодно с валом ротора генератора (рис. 1).

Контактное кольцо выполнено из легированной стали, имеющей в своем химическом составе: хрома — 1,6%, ни-

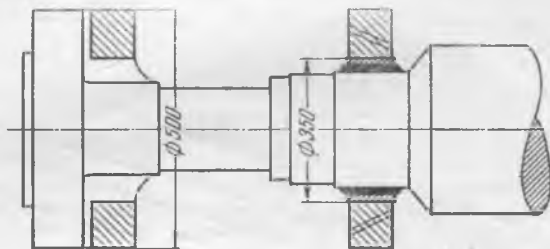


Рис. 1.

келя — 1,8%, молибдена — 0,2%; прочность этой стали по данным лабораторных испытаний составляет: временное сопротивление 65—75 кг/мм², предел текучести 45 кг/мм² и относительное удлинение 15%.

В процессе эксплуатации контактные кольца под влиянием трения щеток изнашивались до минимума (на 25 мм), при котором дальнейшая работа этого генератора стала невозможной.

Так как полумуфта, откованная заодно с валом ротора генератора, имеет диаметр 500 мм и посадочное место контактных колец — диаметр 350 мм, то замена их представляет очень сложную техническую задачу, решение которой связано с реконструкцией этого узла ротора в заводских условиях. Отсутствие запасного ротора генератора и большой износ контактных колец на существующем могли привести к длительному простоя генератора большой мощности.

Авторами был разработан и предложен способ ремонта контактных колец при помощи наплавки сработавшей поверхности газосваркой с последующей термической и механической обработками.

При выборе метода наплавки и проведении работ учитывалось, что наплавленный металл должен отвечать требованиям необходимой прочности и, кроме того, в нем не должно быть пор и рыхлости, он должен легко полироваться, так как рабочая поверхность контактных колец во избежание искрения должна иметь высокий класс чистоты.

ты. Результаты проведенной работы показали, что данный метод обеспечивает выполнение таких требований.

Наплавка образца была произведена присадочной проволокой марки 15ХМ, имеющей: углерода 0,16%, хрома 0,8—1,1%, марганца 0,4—0,7%, кремния 0,17—0,37%, молибдена 0,4—0,6%, серы 0,04%, фосфора 0,04%.

При помощи проковки удалось достигнуть плотный, хорошо обрабатывающийся и легко полирующийся наплавленный слой металла.

При наплавке большое внимание уделялось качеству газа, так как присутствие в ацетилене различного рода примесей в значительной степени снижает температуру сварочного пламени и приводит к низкому качеству наплавленного металла. Поэтому при подготовке к наплавке ацетиленовый генератор был снабжен герметической очистительной установкой и был установлен контроль чистоты вырабатываемого ацетилена на протяжении всего процесса наплавки.

Наплавка контактных колец по существу является многослойной газовой сваркой. Из существующих двух методов газовой сварки «в размазку» и «в ванночку», при наплавке контактных колец был применен метод «в ванночку», так как этот метод дает возможность получить большую вязкость наплавленного металла и в значительной степени сокращает продолжительность процесса наплавки.

Наплавка производилась правым способом сварки, так как при этом способе пламя горелки надежно защищает расплавленный металл от окружающего воздуха, что уменьшает возможность образования окислов, которые в значительной мере ухудшают качество наплавленного металла. Кроме того, пламя горелки все время отжигает уже наплавленный участок, что улучшает структурное строение металла.

Перед наплавкой износившаяся поверхность контактного кольца грубо обдиралась резцом, после чего кольцо снималось со своего места.

На шейке вала ротора генератора был установлен кожух из листовой стали, состоящий из двух половинок с уплотнением по боковым разъемам паранитовыми прокладками. Торцы кожуха были заделаны резиновыми кольцами с отверстиями для штуцеров, к которым при помощи резиновой трубки подводилась проточная холодная вода. Монтаж такого кожуха необходим для предупреждения излишнего нагрева шейки вала при производстве наплавки контактных колец.

На кожух было установлено подлежащее наплавке контактное кольцо с таким расчетом, чтобы оно совершенно свободно передвигалось вдоль оси вала.

Наплавляемая поверхность контактного кольца по ширине была разделена на две равные части. Первый шов наплавлялся по линии, разделяющей ширину кольца пополам, второй шов — с правой стороны первого, а третий — с левой стороны первого (рис. 2); в такой последовательности наносился первый слой наплавки по всей ширине кольца.

По торцу контактное кольцо разделено на равные сегменты (рис. 3), число которых соответствовало числу наплавляемых слоев.

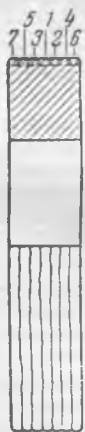


Рис. 2.

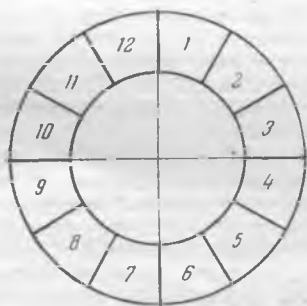


Рис. 3.

Кольцо было обварено строго по периметру окружности; начало наплавления первого слоя металла производилось в первом сегменте, конец наплавки был закон-

чен также в первом сегменте. Нанесение второго слоя начиналось и заканчивалось во втором сегменте и т. д. Такая последовательность начала и окончания нанесения наплавленного металла на поверхность контактного кольца исключает большое искажение окружности его посадочного места, что является очень важным, так как обточка посадочного места в этом случае представляет очень сложную операцию.

После нанесения первого слоя он был нагрет до 650—700° С, кольцо передвинуто с охлаждаемого кожуха на свободную часть вала и проковано легкими ударами молотка (весом не более 500 г), в целях уплотнения наплавленного металла, а также для удаления окалины.

Для снятия остаточных сварочных напряжений наплавленный слой металла после проковки вторично был нагрет до 650—700° С и выдержан при этой температуре в течение 3—4 час.

Перед нанесением второго слоя первый зачищался до металлического блеска.

По завершении процесса наплавки до необходимой толщины контактное кольцо для улучшения структуры наплавленного металла, а также для уничтожения усачных напряжений, возникающих в процессе сварки вследствие неравномерного остывания металла, было подвергнуто термообработке путем нагревания его до 650—700° С и последующего медленного охлаждения. При охлаждении кольцо было тщательно укрыто асбестовым полотном. Этой операцией заканчивался процесс наплавки. Посадка контактного кольца на его рабочее место производилась обычным способом, после чего выполнялась механическая обработка наплавленного металла.

Инж. В. Н. Копытов, инж. Л. М. Малов
и инж. А. Г. Шевченко

Испытание изоляции обмоток синхронных генераторов

В ноябре 1953 г. на одной гидроэлектростанции при вводе в эксплуатацию двух генераторов мощностью по 4 200 квд каждый, напряжением 6,3 кв, $\cos \varphi = 0,8$ иностранной фирмы были проведены испытания электрической прочности обмоток без сушки согласно эксплуатационному циркуляру № Э-8/53 от июля 1953 г.

Статоры генераторов были доставлены на монтажную площадку двумя половинами, роторы — в собранном виде.

Обмотки статоров (стержневые с опрессованной гильзовой изоляцией) испытывались напряжением 50 гц, равным $0,75 (2U_n + 1000)$, т. е. 10,2 кв в течение 1 мин. Обмотки роторов — напряжением 1 кв — в течение 1 мин.

Результаты измерений сопротивления изоляции обмоток статора генератора № 1 до и после испытания приведены в табл. 1 (измерение сопротивления изоляции обмоток производилось мегомметром 2 500 в для статора и 1 000 в — для ротора).

Таблица 1

Результаты испытаний изоляции обмоток генератора № 1 при температуре 10° С

Наименование	Фаза (по отношению к корпусу и двум другим заземленным фазам)	Сопротивление изоляции до испытания, мгом		Коэффициент абсорбции $k = \frac{R_{60}}{R_{15}}$	Сопротивление изоляции после испытания, мгом		Коэффициент абсорбции $k = \frac{R_{60}}{R_{15}}$
		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.	
Обмотка статора	A	130	180	1,38	110	170	1,54
	B	100	145	1,45	98	140	1,43
	C	120	170	1,41	120	170	1,41
Обмотка ротора		10			10		

При испытании обмотки статора генератора № 2 все три фазы были пробиты (табл. 2).

Результаты испытаний изоляции обмоток генератора № 2 при температуре 10° С

Наименование	Фаза (по отношению к корпусу и двум другим заземленным фазам)	Сопротивление изоляции до испытания, мгом		Коэффициент абсорбции $k = \frac{R_{60}}{R_{15}}$	Сопротивление изоляции после испытания, мгом		Напряжение, при котором произошел пробой обмотки, кв
		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.	
Обмотка статора	A	42	47	1,12	2,0	10	
	B	48	57	1,18	0,3	8	
	C	41	50	1,22	0,015	10,2	

После определения мест повреждения и вырезки поврежденных секций статор этого генератора снова был подвергнут испытанию.

Результаты измерения сопротивления изоляции его обмоток до и после испытания после исключения поврежденных секций приведены в табл. 3.

Увеличение абсолютного значения сопротивления изоляции обмоток, а также коэффициента абсорбции после исключения поврежденных секций (см. табл. 2 и 3) указывают на устранение местного дефекта обмотки.

Таблица 3

Результаты испытаний изоляции обмоток генератора № 2 после исключения поврежденных секций трех фаз при температуре 10° С

Наименование	Фаза (по отношению к корпусу и двум другим заземленным фазам)	Сопротивление изоляции до испытания, мгом		Коэффициент абсорбции $k = \frac{R_{60}}{R_{15}}$	Сопротивление изоляции после испытания, мгом		Коэффициент абсорбции $k = \frac{R_{60}}{R_{15}}$
		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.		отсчет при 15 сек.	отсчет при 60 сек.	
Обмотка статора	A	85	140	1,65	120	170	1,41
	B	100	180	1,8	120	190	1,58
	C	90	150	1,66	100	160	1,6
Обмотка ротора		0,5			0,5		

Следует отметить, что монтирующие и эксплуатирующие организации необоснованно возражают против проведения испытаний изоляции обмоток генератора до сушки.

Так, на одной гидростанции при вводе в эксплуатацию агрегата мощностью 6 тыс. квт, 6,3 кв иностранной фирмы производилась сушка генератора постоянным током в течение пяти суток. Однако, несмотря на это, руководство энергосистемы настаивало на том, чтобы испытание производилось после сушки методом короткого замыкания.

Выводы

1. Испытание изоляции обмоток генератора без сушки дает возможность выявить дефектные места обмотки.
2. Включение генераторов без сушки сокращает время ввода их в работу.

Инж. В. Е. Яночкин

Прибор для проверки исправности указателей высокого напряжения

В условиях эксплуатации электрических устройств при подготовке рабочего места требуется предварительная проверка отсутствия высокого напряжения на отключенном оборудовании, подлежащем ремонту.

Эта проверка производится при помощи указателей высокого напряжения УВН (трубка ВЭО). Согласно «Правилам безопасности при эксплуатации электрических устройств станций и подстанций» (ч. I, гл. II, § 47) перед проверкой отсутствия напряжения сам указатель высокого напряжения должен быть испытан, что производится приближением его к частям, расположенным поблизости и заведомо находящимся под напряжением.

Однако не всегда могут оказаться поблизости части, находящиеся под напряжением; это имеет место, например, на подстанциях с одним питающим вводом, на трассе кабелей, в условиях туннеля метрополитена и т. д.

Автором совместно с техником Б. А. Вепринцевым была предложена и осуществлена конструкция прибора, позволяющего проверять исправность УВН всех имеющихся типов и не требующего источника питания переменного тока (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Прибор и указатель напряжения.

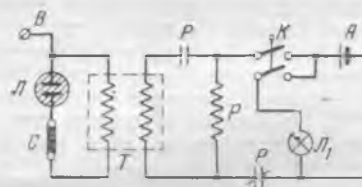


Рис. 2. Принципиальная схема прибора.

Основными частями прибора являются (см. схему рис. 2): трансформатор Т, первичная обмотка которого имеет 50 витков, провод ПЭЛ диаметром 0,45 мм, вторичная обмотка — 20 000 витков, провод ПЭ диаметром 0,1 мм; телефонное реле Р типа 100 с одним нормально открытым и одним нормально закрытым контактами, обмотка 800 витков, провод ПЭЛ диаметром 0,45 мм; неоновая лампа Л типа МН-5; добавочное сопротивление С типа Каминского, 3 мгом; телефонный ключ К с двумя нормально открытыми контактами; элемент А типа НКН-10, 2,5 в; лампочка Л₁ для карманного фонаря 2,5 в; выводной зажим В от вторичной обмотки трансформатора Т.

Все перечисленные части прибора монтируются согласно схеме в ящике размером 170×150×120 мм из фанеры толщиной 10 мм или из текстолита толщиной 5 мм. Прибор снабжен ручкой для удобства переноски. Вес прибора около 2,5 кг. На внутренней стороне крышки ящика помещены схема и краткие указания о порядке пользования.

Этот порядок следующий: крючком проверяемого УВН касаются выводного зажима В, нажимают ключ К, при этом загорается лампа Л и начинает светиться лампа УВН (если последний исправен); если лампа Л не загоралась, — следует сменить элемент А. Периодически, не реже раза в 6 мес., следует проводить подзарядку элемента А.

После изготовления прибора он прошел экспертизу в Научно-исследовательском институте охраны труда и по заключению последнего пользование им совершенно безопасно. Работники эксплуатации одного энергетического хозяйства успешно применяют данный прибор с июня 1950 г.

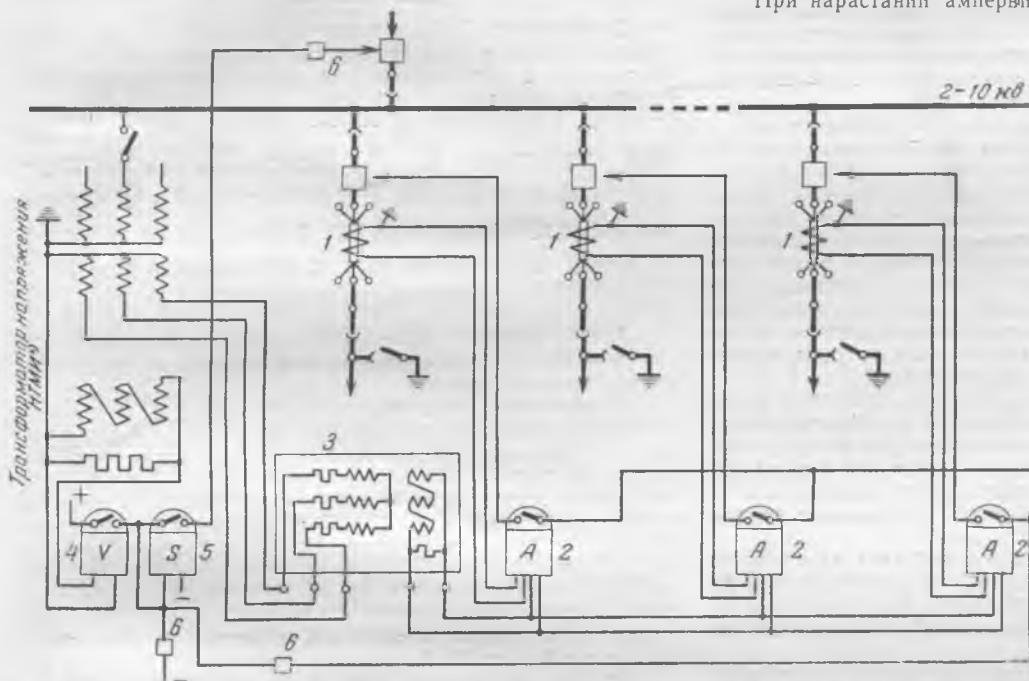
Инж. К. Н. Осолков

Эксплуатация чувствительной токовой защиты от замыканий на землю линий подстанций торфодобычи

В 1950 г. при пуске мощной подстанции на торфопредприятии была поставлена задача осуществить избирательную защиту линий от замыканий на землю взамен общей защиты с реле напряжения нулевой последовательности, необходимой по условиям техники безопасности, но не селективной. Для этого была использована чувствительная токовая защита с трансформатором тока нулевой последовательности и магнитным реле, разработанная ЦНИЭЛ*.

Изготовленные ЦНИЭЛ первые опытные комплекты этой защиты имели ток трогания $0,7 - 1 \text{ а}$ и собственное время действия порядка 1 сек.

С целью необходимого для действия защиты увеличения общего тока замыкания на землю, который определялся емкостью сети и составлял $0,35 \text{ а}$, на шинах подстанции были установлены статические конденсаторы по $0,5 \text{ мкф}$ на каждую фазу. После этого ток замыкания на землю возрос до $1,3 \text{ а}$.



Принципиальная схема защиты распределительных линий торфоподстанций от замыканий на землю.

1 — кабельные неразъемные трансформаторы типа КНТ-36; 2 — магнитное токовое реле типа МТР-77; 3 — магнитный утритель частоты типа УМ-37; 4 — реле напряжения нулевой последовательности; 5 — реле времени; 6 — сигнальное реле.

Для установки неразъемного кабельного трансформатора тока на выводах линий, выполненных шинами, были смонтированы кабельные вставки из кабеля марки ГТШ-3 \times 50 мм². Длина вставки 1 м, длина неразделанной части — 0,35 м.

За три года эксплуатации десяти реле, изготовленных ЦНИЭЛ, было зарегистрировано 30 случаев замыкания на землю. В 26 случаях защита работала и правильно отключала только поврежденную линию и лишь в четырех случаях из-за недостаточной ее чувствительности действовала резервная защита, отключавшая трансформатор, питавший все 10 линий. Эксплуатация в течение трех лет токовой избирательной защиты за счет сокращения простоев основных механизмов дала экономию торфопредприятию в 373,5 тыс. руб.

В 1953 г. на другой секции этой подстанции были установлены новые комплекты чувствительной токовой за-

* И. Н. Попов, Чувствительные магнитные (бесконтактные) реле защиты: Я. С. Гельфанд, Избирательная защита линий торфоразработок от замыканий на землю — Сборник трудов ЦНИЭЛ; Я. С. Гельфанд, Новая защита линий торфоподстанций от замыканий на землю, «Торфяная промышленность», 1953. № 2.

щиты (см. рисунок) с трансформаторами тока нулевой последовательности и магнитными реле завода «Энергоприбор», которая имеет большую чувствительность и меньшее собственное время действия. За неимением статических конденсаторов на этой секции подстанции создавался активный ток замыкания на землю $0,4 \text{ а}$ за счет увеличения вторичной нагрузки трансформаторов напряжения контроля изоляции. Ко вторичным обмоткам этих трансформаторов, включенным в разомкнутый треугольник, подсоединено нагрузочное активное сопротивление 40 ом .

Кабельные неразъемные трансформаторы 1 типа КНТ-36 — с сердечником из мо-пермаллоевой ленты шириной 40 мм, свернутой спиралью в кольцо. Обмотка выполнена равномерно распределенной в виде двух секций Мо-пермаллой работает с большей индукцией чем сталь при малых намагничивающих ампервитках, что позволяет повысить отдаваемую мощность.

Чувствительное магнитное токовое реле 2 типа МТР-77 благодаря применению в нем магнитного усилителя имеет малое потребление при трогании. Магнитный усилитель представляет собой дроссельную катушку с сердечником из мо-пермаллоя, подмагничиваемую выпрямленным током. В цепи выхода усилителя включено реле типа ЭП-1, действующее на отключающую катушку выключателя.

При нарастании ампервитков постоянного тока управления происходит уменьшение магнитной проницаемости и, следовательно, снижение сопротивления дросселя и возрастание выходного тока. Для увеличения крутизны характеристики $I_{вых} = f(I_{упр})$ в реле выполнена сильная положительная обратная связь, которая обеспечивает релейную характеристику усилителя.

Для уменьшения времени действия защиты до $0,15 - 0,20 \text{ сек}$. применено питание магнитного реле напряжением с частотой 150 гц .

Источником вспомогательного питания реле МТР-77, служит магнитный утритель частоты 3 типа УМ-37 общий на восемь реле; в этом утрителе три трансформатора работают при индукциях насыщения и соединены по вторичным обмоткам в разомкнутый треугольник. На выходе утрителя получается напряжение третьей гармонической.

При номинальных условиях коэффициент усиления реле МТР-77 составляет 700.

Потребление реле при трогании $0,3 \times 10^{-3} \text{ ватт}$, что соответствует при работе с кабельным трансформатором типа КНТ-36 первичному току трогания $0,3 \text{ а}$.

В период торфосезона 1953 г. по этой подстанции зарегистрировано всего 24 случая замыкания на землю, из них в 22 случаях действовала чувствительная токовая защита с трансформаторами тока нулевой последовательности и магнитными реле и только в двух случаях действовала резервная защита с реле напряжения нулевой последовательности 4 и реле времени 5. Отказ токовой защиты в двух случаях был вызван тем, что часть комплектов защиты, установленной на секции, где ток замыкания составляет $0,4 \text{ а}$, имела ток трогания порядка $0,38 - 0,35 \text{ а}$ и работала при данном токе замыкания ($0,4 \text{ а}$) на землю с малым коэффициентом чувствительности. После установки комплектов защиты с током трогания $0,25 - 0,3 \text{ а}$ отказы в действии не повторялись.

Эксплуатация токовой избирательной защиты от замыканий на землю линий, питающих торфопредприятия, показала ее высокую эффективность и простоту как выполнения, так и эксплуатации.

Инж. В. И. Гарбер

ОТКЛИКИ И ПИСЬМА

На статью инж. И. Д. Лопушняка „Защита от замыканий на землю генератора с глухозаземленной нейтралью“

В статье И. Д. Лопушняка¹ приведена схема дифференциальной токовой защиты нулевой последовательности от замыканий на землю генератора напряжением 400 в с глухозаземленной нейтралью.

Необходимо отметить, что описанная схема защиты обладает серьезными недостатками, которые нужно иметь в виду в случаях выполнения подобной защиты на других электростанциях, а также учесть для проведения срочной реконструкции защиты на той электростанции, где она выполнена.

Недостатки этой схемы сводятся к следующему:

1. Принятая схема блокировки защиты при сквозных междуфазовых коротких замыканиях ненадежна. В этих случаях для исключения ложного действия защиты необходимо, чтобы сумма времени срабатывания токового реле максимальной защиты генератора и времени срабатывания промежуточного реле блокировки была меньше суммы времени срабатывания токового реле защиты от замыканий на землю генератора и времени срабатывания выходного промежуточного реле. Учитывая, что указанные времена срабатывания реле составляют всего сотые доли секунды, принятую блокировку следует признать ненадежной.

Кроме того, следует учесть, что токи небаланса могут протекать через токовое реле защиты от однофазных замыканий на землю, еще спустя некоторое время после отключения междуфазового короткого замыкания, или после затухания броска намагничивающего тока, вызванного включением силового трансформатора, что также снижает надежность предложенной схемы блокировки.

2. Если защищаемый генератор работает параллельно с другими генераторами или связан с энергосистемой, то указанная блокировка может сработать при замыкании на землю в зоне действия дифференциальной защиты и вызвать ее отказ.

3. Непонятна причина применения такого чувствительного токового реле в схеме дифференциальной токовой защиты нулевой последовательности. При глухом заземлении нейтрали генератора замыкание на землю в любом месте его обмотки вызовет протекание больших токов в токовом реле дифференциальной защиты нулевой последовательности, так как при уменьшении числа витков от нейтрали до места повреждения реактивные сопротивления обмотки генератора будут уменьшаться в большей степени, чем э. д. с., вызывающая протекание тока нулевой последовательности.

Для устранения отмеченных недостатков более целесообразно защиту от замыканий на землю генератора с глухозаземленной нейтралью осуществлять при помощи дифференциальной токовой защиты нулевой последовательности с применением в качестве токового реле типа ЭТ-561 с ВТН-561. При этом ток трогания защиты следует принять равным 120—140% номинального тока генератора, исключив блокировку защиты при сквозных междуфазовых коротких замыканиях. Чувствительность указанной защиты будет вполне достаточна для защиты генератора с глухозаземленной нейтралью. Наличие часыщающихся трансформаторов тока обеспечит надежную отстройку защиты от токов небаланса, вызываемых апериодической составляющей сквозного тока короткого замыкания или броском намагничивающего тока силовых трансформаторов.

Применение для указанной схемы защиты пускового органа напряжения нулевой последовательности и стремление выполнить защиту чувствительной является нецелесооб-

разным, учитывая значительную величину сквозных токов однополюсного короткого замыкания.

При пересмотре «Правил устройства электротехнических установок» вып. 2, 1950 г. следует обсудить вопрос об отмене § 51 этих «Правил» и для защиты от однофазных коротких замыканий в обмотке статора генератора мощностью менее 1 250 ква с наглухозаземленной нейтралью использовать продольную дифференциальную защиту (предназначенную для защиты от многофазных замыканий).

Инж. Х. А. Рыбак

ОТ РЕДАКЦИИ

Замечания т. Рыбака вносят правильные и очень серьезные поправки в предложение т. Лопушняка, которые следует внести в уже выполненное устройство и учесть при проектировании новых установок.

На статью А. А. Кот, С. А. Коновалова и И. Н. Розенгауз „О производительности соленых отсеков котлов со ступенчатым испарением“

Авторы статьи правильно ставят вопрос о необходимости увеличения производительности отсеков в котлах со ступенчатым испарением.

Опыт эксплуатации котлов со ступенчатым испарением в системе Мосэнерго показал, что увеличение соленосодержания питательной воды без изменения процента продувки котлов возможно только при увеличении производительности соленого отсека. При этом кратность испарения возрастает, например, на котле ЛМЗ 200-230 при одном и том же соленосодержании питательной воды увеличение производительности соленого отсека с 15% (при двухступенчатом испарении) до 21% (при трехступенчатом испарении) позволило снизить продувку котла с 2—6% до 1,5—2,5%. Кратность испарения между чистым и солеными отсеками на этом котле возросла с 3—4 до 5—6.

Однако, несмотря на увеличение паропроизводительности соленого отсека до 21%, процент продувки котла возрастает в зависимости от соленосодержания питательной воды и составляет:

При соленосодержании питательной воды	50 мг/л	. . . 1% (кратность испарения 8)
При соленосодержании питательной воды	50—80 мг/л	. . . 2% („ „ 6)
При соленосодержании питательной воды	100—120 мг/л	. . . 3% („ „ 4,5)

Следовательно, при увеличении соленосодержания питательной воды в 2—2,5 раза продувка котла возрастает в 3 раза.

На другой станции увеличение производительности соленого отсека с 11% (при двухступенчатом испарении) до 15% (при трехступенчатом испарении) на котле ТО-2-200 позволило снизить продувку с 7—8 до 1—3% и повысить кратность испарения с 2—5 до 8—12.

Следует отметить, что указанный режим продувки был возможен при соленосодержании питательной воды до 80 мг/л. При повышении соленосодержания до 120—150 мг/л продувка этих котлов возрастает до 7—8%.

Таким образом, разрешение вопроса увеличения производительности соленых отсеков котлов является актуальным и своевременным не только для котлов ТП-230, приводимых авторами статьи, но и для котлов ТО-3-200 и ЛМЗ.

Мосэнерго считает также целесообразным организацию размыва пены в котлах высокого давления как дополнения к соответствующей паропроизводительности соленого отсека котла.

Начальник Химслужбы Мосэнерго Л. А. Чернова

¹ „Электрические станции“, 1954, № 3.

ХРОНИКА

В Техническом управлении Министерства

О сварке труб водяных экономайзеров котлов высокого давления при монтаже и ремонте

На многих вводимых в эксплуатацию котлах высокого давления имели место аварии экономайзеров из-за образования свищей в сварных швах труб. В ряде случаев в начальный период эксплуатации длительность непрерывной работы котла по этой причине ограничивается несколькими днями.

При гидравлических испытаниях дефекты в сварке труб не обнаруживаются, а выявляются только в процессе эксплуатации.

Исследования, выполненные научными институтами и Инспекцией котлонадзора, подтвердили, что в подавляющем большинстве случаев образование свищей в сварных стыках труб связано с недостаточно высоким качеством сварки.

Для предупреждения подобного рода аварий водяных экономайзеров Техническим управлением и быв. Производственно-техническим управлением по строительству и монтажу в феврале 1952 г. был выпущен противоаварийный циркуляр № 2/Г.

В соответствии с накопленным опытом газовой сварки в настоящее время предусмотрены некоторые изменения технологии работ, рекомендованной ранее.

Техническое управление и Управление капитального строительства предлагают (противоаварийный циркуляр № 8/Г от 1953 г.) всем руководителям электростанций, строительных, монтажных и проектно-конструкторских организаций при проведении газовой сварки стыков труб водяных экономайзеров котлов высокого давления обеспечить неуклонное выполнение следующих указаний и норм времени и расценок.

Указания по выполнению газовой сварки стыков труб водяных экономайзеров котлов высокого давления

Условия работы водяных экономайзеров котлов высокого давления предъявляют повышенные требования к сварным швам в отношении их прочности, плотности и однородности структуры наплавленного металла.

Исследования показали, что свищи в сварных швах в большинстве случаев берут начало в замке шва, в местах прихваток, в плоскости перехода шва к основному металлу и в вершине шва при наличии непровара.

При исследовании поврежденных сварных стыков были обнаружены следующие недостатки:

а) неудовлетворительная подготовка кромок концов труб, дефекты сборки и сварки труб;

б) образование в зоне сварки крупнозернистой структуры с участками пережженного металла, а также наличие микротрещин;

в) загрязнение наплавленного металла окислами, шлаками и примесями (фосфором, серой) более допустимых пределов, а также образование в наплавленном металле пустот и газовых пузырей;

г) наличие трещин в замке шва, в местах прихваток и в плоскости сплавления;

д) подрезы и прожоги основного металла трубы;

е) непровар в вершине шва.

Швы при лабораторных испытаниях показали пониженные механические свойства.

Швы, сваренные проволокой из углеродистой стали, при исследованиях показали совершенно неудовлетвори-

тельную стойкость в кислой агрессивной среде. В зоне сварки обнаружен металл крупнозернистой структуры с большим количеством раковин и пор, который оказывается нестойким против коррозии.

Многие дефекты возникли из-за: неудобного расположения сварного стыка для сварки; наложения шва «вслепую»; выполнения работ без применения приспособлений для центровки стыкуемых концов труб; смещения осей и несовпадения торцов труб при наличии разностенности, овальности и отклонений по диаметру соединяемых труб.

Инспекторская проверка Котлонадзором сварных швов экономайзеров на ряде котлов посредством просвечивания швов гамма-лучами показала наличие большого количества скрытых дефектов.

Этими проверками установлено, что монтажный и ремонтный персонал не всегда производит межоперационный контроль за сварочными работами и не принимает мер к своевременному исправлению допущенных дефектов при сборке и сварке труб.

Ниже отмечаются основные недостатки в организации сварочных работ и в технологии сварки:

а) разделка концов труб под сварку выполняется без проверки шаблоном размеров стыкуемых труб; требуемые углы скоса фасок не выдерживаются; кромки срезаются на «кус» без притупления; торцы обрезаются перпендикулярно оси трубы; зачистка до металлического блеска наружных и внутренних поверхностей концов труб не производится;

б) разностенность и расхождения по внутреннему диаметру труб не устраняются; приспособления для центровки и закрепления труб не применяются, вследствие чего при сварке имеет место смещение осей и торцов стыкуемых труб;

в) выполнение сварочных работ без предварительной проверки присадочной проволоки; применение неочищенного ацетилена; производство сварочных работ в местах, не защищенных от атмосферных влияний; резкие колебания соотношений состава газа — ацетилена и кислорода — в зоне сварки; выполнение прихваток труб в монтажных стыках неквалифицированными сварщиками;

г) выполнение сварочных работ в неудобных и труднодоступных местах, а также применение газовых горелок несоответствующего размера — более мощных по силе пламени.

Кроме отмеченных технологических нарушений сварочных работ, в некоторых случаях дефекты в сварных швах труб вызваны конструктивными особенностями экономайзеров:

а) монтажные сварные стыки труб водяного экономайзера располагаются в местах, труднодоступных для производства сварочных работ;

б) неудобное для сварки расположение штуцеров коллектора экономайзера.

Опыты показали, что основные механические характеристики стыкового сварного соединения (предел прочности, угол загиба) при сварке вручную квалифицированными сварщиками зависят в большей степени от качества наплавленного металла (присадочной проволоки) и правильной технологии сварки.

Исследованиями установлено, что для получения качественного сварного соединения труб водяных экономайзеров следует применять сварочную проволоку из легированного металла с малым содержанием фосфора и серы.

Материалы, идущие на изготовление и ремонт поверхностей нагрева экономайзеров котлов высокого давления, должны удовлетворять требованиям действующих правил Котлонадзора; также должны быть выполнены требования этих правил в отношении квалификации сварщиков, технологического процесса и контроля сварных соединений.

Ниже приводятся основные требования к выбору металла труб, присадочной проволоки, технологии газовой

сварки и конструированию экономайзеров котлов высокого давления:

1. Змеевики водяных экономайзеров котлов высокого давления должны быть изготовлены из труб качественной углеродистой стали марки 20 по МПТУ 2579-50 МЧМ.

Трубы поставляются по указанному техническим условиям с обязательным проведением:

- а) химического анализа по каждой плавке;
- б) механических испытаний на разрыв и сплющивание при 20° С;
- в) определения макро- и микроструктуры.

2. Перед сваркой стыков змеевиков водяного экономайзера должна производиться калибровка концов труб по внутреннему диаметру.

3. Фаски под сварной шов должны быть чисто обработаны, угол скоса кромок должен составлять 35—40°, приутупление кромок должно составлять 1 мм; срезающие кромок на «ус» не допускается; торцы труб следует обрезать перпендикулярно оси трубы. Правильность обработки концов труб под сварку должна проверяться шаблоном. Концы труб с наружной и внутренней поверхностей должны быть зачищены до металлического блеска. Концы труб стыкуются с зазором 1 мм.

4. Сварка экономайзерных труб должна поручаться квалифицированным сварщикам, умеющим производить проварку вершины шва без применения подкладочных колец.

5. Сварщики должны пройти специальные испытания по теории и практике газосварочных работ. В объеме практических испытаний должна входить сварка горизонтальных и вертикальных неповоротных стыковых швов на трубах из стали марки 20, применяемых для водяных экономайзеров.

Испытания сварщиков по месту работы производятся в соответствии с действующими правилами Котлонадзора и правилами испытания электросварщиков и газосварщиков для допущения их к ответственным сварочным работам, утвержденными МЭС 3/Х 1949 г.

6. При выполнении сварочных работ должны быть созданы максимальные удобства для сварщика: рабочее место сварщика должно быть защищено от атмосферных осадков и сквозняков; температура на рабочем месте должна поддерживаться выше нуля.

7. В условиях выполнения сварочных работ с перерывами (в неудобных местах) следует применять левую сварку вследствие меньшей опасности прожога трубы и наплавленного металла. Сварку надо производить присадочной проволокой диаметром 3 мм и горелкой с наконечником № 2.

8. Собранные в приспособлениях для центровки трубы прихватываются короткими швами в двух-трех местах. Прихватка труб должна выполняться тем же сварщиком, который будет производить сварку; слой наплавленного металла в месте прихватки не должен превышать по высоте $\frac{2}{3}$ толщины стенки трубы; длина прихватки должна быть 10 мм.

9. Сварка стыков производится в следующей последовательности. Сначала производится пролудка стыка, т. е. сплавление кромок труб у корня шва без применения присадочного материала. Это обеспечивает полный провар корня шва и уменьшает протекания металла внутрь трубы. Толщина слоя пролудки должна быть 2—3 мм, длина участка пролудки не должна превышать 20 мм.

Вслед за пролудкой накладывается на этом участке нормальный шов с образованием усиления до 2 мм и плавным переходом к основному металлу.

Следует обращать особое внимание на полное проплавление прихваток при образовании первого пролудочного слоя.

10. После окончания сварки стыка производится равномерный нагрев стыка до светловишневого цвета с последующим охлаждением на спокойном воздухе.

11. Все сварные швы подлежат клеймению или иному методу обозначения, позволяющему установить фамилию сварщика, выполнившего эти швы.

12. Сварка тонкостенных труб экономайзера производится проволокой марки Св. VIII (15М) согласно ГОСТ 2246-51 с содержанием:

углерода	< 0,15%
марганца	0,40 ± 0,70%
кремния	< 0,30%
хрома	< 0,20%
никеля	< 0,30%
молибдена	0,45 ± 0,60%

Содержание серы, а также фосфора не более 0,04% каждого.

13. Поверхность присадочной проволоки должна быть очищена от окислов, грязи и ржавчины до металлического блеска.

14. Ацетилен для сварки стыков труб водяных экономайзеров должен быть получен из чистого карбида кальция, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 1460-46 в отношении содержания фосфористого водорода (не более 0,06%) и сернистых соединений (не более 0,1% в пересчете на сероводород).

15. Микроструктура наплавленного металла шва должна удовлетворять нормам на содержание неметаллических включений согласно ГОСТ 1778-42 по балльной оценке металла: оксидов — балл 3—4, сульфидов — балл 3—4 (при увеличении в 100 раз).

16. Допускаемое содержание серы и фосфора в металле шва устанавливается не более 0,05% каждого.

17. Механические свойства сварного соединения должны удовлетворять следующим требованиям: а) предел прочности образцов, испытанных на разрыв, должен быть не ниже 38 кг/мм² и б) угол загиба не ниже 100°.

18. При выполнении сварочных работ должен быть организован межоперационный систематический контроль посредством внешнего осмотра, которому подлежат все элементы сборки и места сварки монтажных стыков.

19. Контроль за правильным выполнением сварки и качеством сборки стыков должен проводиться квалифицированным и опытным контролером с применением простейших оптических средств и мерительного инструмента.

Наружному осмотру подвергаются все монтажные сварные стыки для установления качества формирования шва, равномерности наплавки, отсутствия внешних пор, подрезов, которые не допускаются.

Отсутствие внутренней пористости и шлаковых включений устанавливается металлографическими исследованиями разреза сварного шва на контрольных образцах.

20. Для проверки качества сварных швов посредством механических и металлографических исследований вырезают контрольные образцы из сварных труб экономайзера в количестве 2% в соответствии с действующими правилами Котлонадзора.

21. При реконструкции экономайзеров необходимо руководствоваться следующим:

а) Конструктивное размещение трубной системы поверхностей нагрева водяного экономайзера, коллекторов, монтажных и заводских стыков должно быть удобным для выполнения сварочных работ на месте монтажа, а также для осмотра и ремонта.

Отдельные секции должны располагаться с промежутками между секциями по высоте не менее 600 мм при общей высоте секции 1 000—1 300 мм.

б) Конструкция дистанционных гребенок, подвесок и креплений труб и расположение змеевиков в секциях должны допускать быстрое устранение повреждений от местного золотого износа или дефектов сварки на трубах змеевиков, а также вырезку дефектных труб с заменой отдельных участков трубной системы.

в) Монтажные сварные стыки змеевиков должны размещаться на горизонтальных участках и допускать наложение кругового сварного шва на трубу без перерыва в работе. Расстояние между трубами в месте сварки необходимо выдерживать не менее 150 мм.

г) Монтажные сварные стыки в целях удобства осмотра и их ремонта располагать вне газоходов.

д) Сварные соединения концов змеевиков со штуцерами коллекторов экономайзеров следует располагать на горизонтальных участках или с отклонением ± 45° от горизонтали; расстояние между штуцерами в месте сварки — не менее 150 мм.

Нормы времени и расценки на газовую сварку труб (из стали марки 20) водяных экономайзеров котлов высокого давления без применения подкладочного кольца

Сварщики обязаны: проверить размеры стыкуемых концов труб по шаблону, нет ли разностенности и неравномерности их, выдерживание углов скоса фасок (35—40°), приутупление кромок (1,0 мм для труб диаметром 32—38 мм), перпендикулярность торцов труб их оси; проверить, не срезаны ли кромки на «ус» и зачищены ли до металлического блеска наружные и внутренние поверхности кон-

цов труб; участвовать в установке приспособления на концы труб для центровки крепления и снятия его после окончания сварки и охлаждения стыка; участвовать в центровке концов труб с зазором 1 мм; установить редуктор; зажечь и отрегулировать пламя; прихватить собранные трубы в трех местах коротким швом; пролудить стык участками длиной до 20 мм и толщиной слоя $2 \div 3$ мм с последующим наложением нормального шва и образованием усиления до 2 мм; произвести равномерный нагрев стыка до светловишневого цвета; участвовать в проведении межоперационного контроля качества сборки и сварки монтажных стыков в процессе выполнения сварочных работ и своевременно устранять допущенные дефекты, как то: загрязнение наплавленного металла окислами, шлаками и примесями, образование в наплавленном металле пустот и газовых пузырей, трещин в замке шва, в местах прихваток и в плоскости сплавления, пор, а также надразов и прожогов металла труб и непровара в плоскостях сплавления; заклеить сваренный шов.

При работах по сварке труб с толщиной стенок до 4,5 мм соблюдаются следующие нормы и расценки на один монтажный стык.

При диаметре труб 38 мм 0,4 чел.-час — 1 р. 33 к.
44 „ 0,5 „ „ — 1 р. 66 к.

Примечание. При работах, производимых: а) в стесненных условиях, затрудняющих свободное движение рук, а также в неудобном положении (на корточках, на коленях), к нормам времени и расценкам применять коэффициент 1,1; б) лежа — к нормам времени и расценкам применять коэффициент 1,25; в) в закрытых помещениях при температуре на рабочем месте от +35 до +45°С к нормам времени и расценкам применять коэффициент 1,15, а при температуре более +45°С коэффициент устанавливается администрацией по согласованию с профсоюзной организацией, но не свыше 2,5; г) в закрытых помещениях при наличии в них вредных газов, пара и дыма к нормам времени и расценкам применять коэффициент 1,15; д) в респираторах — к нормам времени и расценкам применять коэффициент 1,25.

С изданием настоящего циркуляра противоаварийный циркуляр № 2/Т от февраля 1952 г. отменяется.

Об эксплуатации солемеров на котлах среднего и высокого давления

Рассмотрев с представителями энергосистем, научно-исследовательских и наладочных организаций и завода «Энергоприбор» вопросы эксплуатации солемеров на котлах среднего и высокого давления, а также вопросы эксплуатацию кислородомеров, Техническое управление отмечает, что в течение 6 лет конструкция солемеров типа РС-25 и кислородомеров типа РК-20 не модернизировалась и существенных улучшений в нее не вносилось. Изготовление солемеров из углеродистой стали вместо нержавеющей и применение в качестве регистратора милливольтметра типа СГ значительно снижает точность показаний солемеров. До настоящего времени не освоено выпуск необходимых для нормальной эксплуатации электростанций солемеров котловой воды и лабораторных солемеров.

На основании изложенного Техническое управление внесло следующее решение (№ 51/Т от 14 июня 1954 г.):

1. Считать целесообразным выпуск солемеров с дегазацией и обогащением пробы на насыщенный и перегретый пар для котлов высокого и сверхвысокого давления. Привлечь для разработки чертежей этих приборов ЦКТИ, БПК и МЭИ.

2. В текущем году провести испытание для определения возможности применения устройств для обогащения пробы пара в котлах среднего давления.

3. Проработать вопрос о создании и укомплектовании солемеров устройствами для обогащения проб на действующих объектах среднего и высокого давления.

4. Считать необходимым организовать серийный выпуск: а) солемеров котловой воды; б) лабораторных солемеров; в) солемеров для конденсата турбин; г) соленаккумуляторов для анализа средней пробы.

5. Поручить ВТИ изготовить 2—3 образца разработанных дифсолемеров и испытать их в промышленных условиях на электростанциях. ВТИ проработать вопрос о расширении области их использования.

6. Считать необходимым перейти на изготовление солемеров типа РС-25: а) из нержавеющей стали с включением в поставку трубопроводки, также из нержавеющей стали; б) с электронными потенциометрами в качестве регистраторов (вместо милливольтметров типа СГ), предусмотрев сигнализацию предельных положений.

7. Организовать испытание выпускаемых кислородомеров типа РК (модернизированной конструкции) в системе Ленэнерго. Руководство испытанием возложить на Орггрэс.

8. Считать необходимым обязать завод «Энергоприбор»: а) в двухнедельный срок по требованию заказчика высылать плечевые элементы кислородомеров; б) провести работу по обеспечению взаимозаменяемости плеч кислородомеров; в) увеличить выпуск запасных частей к солемерам и кислородомерам и пересмотреть комплект поставляемых запасных частей с учетом запросов энергосистем.

9. Считать необходимым организовать на заводе «Энергоприбор» лабораторию для испытания выпускаемых и вновь разрабатываемых солемеров и кислородомеров с оборудованием ее необходимыми стендами.

Совещание по новой технике и организации тепломонтажных работ

В апреле 1954 г. в Киеве состоялось совещание монтажных организаций Министерства электростанций по новой технике и организации тепломонтажных работ, в котором участвовало около 200 чел. из 36 монтажных и проектных организаций.

На совещании было заслушано 27 докладов и сообщений. Основными докладами были: «Задачи монтажных организаций по наращиванию новых мощностей и в области новой техники» (Главпромэнергоонтаж), «Типовые проекты организации работ» (Теплоэлектропроект и Конструкторское бюро Главпромэнергоонтаж); «Опыт монтажа оборудования электростанций в Донбассе» (Донбассэнергоонтаж); «Опыт монтажа оборудования сверхвысоких параметров» (Мосэнергоонтаж); «Механизация монтажных работ» (Центроэнергоонтаж); «Первый блочный котел и проектирование блочных котлов» (Главпромэнергоонтаж, Конструкторское бюро и Севэнергоонтаж); «Новые работы Института электросварки имени Патона в области механизации сварки применительно к условиям монтажа»; «Типовые технологические карты на монтаж котлов и турбин высокого давления» (Конструкторское бюро, Центроэнергоонтаж и Ленпромэнергоонтаж); «Новые типы обмуровок паровых котлов» (Орггрэс и Центроэнергоонтаж); «Блочная поставка и монтаж паротурбинных установок» (Конструкторское бюро); «Блочная поставка и монтаж трубопроводов» (Сибэнергоонтаж).

Совещание отметило как положительные результаты работы монтажных организаций:

освоение монтажа оборудования на сверхвысокие параметры, первые агрегаты которых были пущены в 1953 г., и успешное проведение работ по сварке труб поверхностей нагрева и паропроводов из специальных сталей;

проектирование, изготовление и монтаж первого блочного котла производительностью 90 т/час, смонтированного в 3 раза быстрее котлов обычной конструкции, при сокращении трудозатрат в 2,5 раза;

широкое применение мостовых кранов для монтажа котлов производительностью 170 и 230 т/час; в настоящее время в котельных работах более 50 кранов;

использование козловых кранов на сборочных площадках для складирования оборудования и сборки блоков; применение полуавтоматов ПШ-5 для сварки коробов пылегазозоводов и способом открытой дуги для сварки обшивки котлов.

Одновременно совещание отметило ряд существенных недостатков в работе монтажных организаций и, в частности: недостаточное использование механизмов и слабое внедрение малой механизации; выполнение значительного объема работ вручную из-за небеспеченности достаточно совершенными средствами механизации работ; затяжки в разработке и изготовлении новых монтажных механизмов, неудовлетворительное применение механизированного инструмента.

Для дальнейшего улучшения организации монтажных работ и внедрения новой техники в технологии монтажа совещание наметило следующие основные положения, кото-

рыми необходимо руководствоваться при разработке вопросов монтажа оборудования:

В области блочного монтажа оборудования — принципы блочного изготовления и монтажа должны быть распространены на все виды оборудования, монтируемого на электростанциях, и в первую очередь на котлы, турбины, вспомогательное оборудование и трубопроводы.

Разработка новых типов энергетического оборудования, отвечающего требованиям блочного монтажа, должна вестись в тесном содружестве конструкторов МЭС и заводоизготовителей с обязательным участием опытных монтажников.

Проектирование трубопроводов необходимо производить, ориентируясь на блочную поставку их заводами-изготовителями. Следует отказаться от монтажных припусков на трубах и предусмотреть в спецификациях дополнительные участки труб для обеспечения в отдельных случаях необходимых вставок и изготовления образцов для испытания сварщиков.

При проектировании серийных и новых блочных котлов следует отказаться от соединения труб с барабанами и коллекторами при помощи вальцовки и перевести их на сварку.

В области механизации работ следует считать, что вопрос о выборе грузоподъемности мостового крана для монтажа крупных котлов производительностью 170—230 т/час требует дополнительной технико-экономической проработки.

Как показала практика, использование одного 30-т крана для монтажа крупных котлов усложняет подъем барабана и тяжелых блоков каркаса и приводит к затяжке монтажных работ.

Одновременное использование для совместной работы двух мостовых кранов грузоподъемностью 30 и 20 т связано с затруднениями, вызванными различной характеристикой обоих кранов. В связи с этим следует проработать вопрос об использовании двух кранов одинаковой характеристики или одного мостового крана грузоподъемностью 50/10 и определить условия их применения для разных компоновок котельных.

При проектировании новых электростанций с котлами 35 т/час и выше, как показала проектная проработка, целесообразно также предусматривать установку в котельной электрических мостовых кранов. Грузоподъемность кранов должна быть выбрана с учетом блочной поставки этих котлов заводами-изготовителями.

Для обеспечения крупноблочного монтажа мультициклонов, сепараторов, пылевых циклонов, находящихся вне здания главного корпуса, необходимо разработать новые такелажные механизмы.

В качестве основного механизма для блочного монтажа электрофильтров рекомендуется башенный кран.

Для обслуживания складов оборудования и сборочных площадок следует в дальнейшем оснащать их козловыми кранами грузоподъемностью 20 т. Одновременно необходимо пересмотреть пролеты этих кранов в сторону увеличения до 26—32 м для полного использования площади площадок и складов.

Дополнительно к козловым кранам применять железнодорожные дизельные краны грузоподъемностью не выше 25 т. Для механизации сборочных работ по поверхности нагрева котлов и трубопроводов могут служить башенные краны грузоподъемностью 1—3 т.

В целях обеспечения систематического внедрения комплексной механизации разработать проекты комплексной механизации основных монтажных работ применительно к типовым проектам электростанций; провести в текущем году на ряде крупных площадок работы по внедрению комплексной механизации, обеспечив их надлежащим оборудованием и приспособлениями.

В области сварочных работ необходимо расширить область применения полуавтоматов ПШ-5 при изготовлении и монтаже котельно-вспомогательного оборудования, циркуляционных водоводов и отдельных фасонных деталей трубопроводов, широко применять сварку обшивки котлов и коробов пылегазовоздуховодов полуавтоматическим методом открытой дугой, что также дает возможность применять тонколистовой металл.

Для обеспечения широкого внедрения полуавтоматической сварки пересмотреть лопуски по подготовке изделий под сварку в сторону их ужесточения, перевести заготовительные операции с ручной газовой резки на механизированную.

Пересмотреть нормалы по сварным соединениям стыков трубопроводов высокого давления с коническими подкладными кольцами, которые не удовлетворяют требованиям качества, и одновременно приступить к разработке конструкции разъемных инвентарных подкладных колец.

Закончить в 1954 г. работу по исследованию возможности отказа от термообработки сварных стыков трубопроводов, выполненных электродуговой сваркой.

Отмечена необходимость проведения исследовательских работ в области разработки эталонов для контроля качества сварных соединений гамма-лучами и металлографическими методами.

Считая, что сварка электрошлаковым способом является прогрессивным методом, который с успехом может быть применен при монтаже трубопроводов высокого давления, совещание отметило необходимость изготовить в 1954 г. первый опытный образец автомата для сварки толстостенных труб.

В области производства монтажных работ отмечено, что монтажные организации недостаточно используют резервы в повышении производительности труда и сокращения сроков, заложенные в поточном методе производства монтажных работ. В дальнейшем при разработке проектов организации работ для крупных электростанций, при вводе в течение года трех агрегатов и больше следует предусматривать поточный метод монтажа основного оборудования. Опыт проводимого в текущем году поточного монтажа оборудования на двух крупных электростанциях должен быть тщательно систематизирован и изучен для распространения и использования в других монтажных организациях.

Отмечено необходимым продолжить работы по созданию инвентарных передвижных сооружений, в том числе монтажного поезда и передвижных мастерских для монтажа тепломеханического оборудования, позволяющих снизить затраты по строительству электростанций.

Совещание отметило своевременность разработки вопросов замены обмуровки паровых котлов облегченной бетонной и блочной обмуровкой (совместные работы Оргрэнс и Подольского котельного завода по котлу ПК-19, Конструкторского бюро Главпромэнергомонтажа, Центрэнергомонтажа и др.). Однако до сих пор еще не найдены удовлетворительные конструктивные решения обмуровки котлов, обеспечивающие быстрое и качественное их выполнение. Необходимо в дальнейшем продолжить конструкторские и научно-исследовательские изыскания в области обмуровки котлов, дающие возможность проведения этих работ промышленными методами и при полной механизации процесса обмуровки.

Отмечая совершенно недостаточное количество монтажных инструкций и руководящих указаний по вопросам монтажа оборудования, а также устарелость многих имеющихся руководящих материалов, совещание потребовало ускорить работы по составлению технических правил монтажа оборудования электростанций, технических условий, инструкций и типовых технологических карт на монтаж котлов и турбин.

Совещание одобрило направление в области упорядочения технологического процесса монтажа котельных и паротурбинных установок и разработки типовых технологических карт на оборудование высокого давления.

Для своевременной проверки работ, выполненных по научно-технической и монтажной тематике, и сокращения сроков внедрения их следует создать производственно-экспериментальную базу, оснатив ее лабораториями по сварке, обмуровке, испытанию металлов, механизации работ, а также необходимой производственной мастерской для изготовления и испытания образцов нового монтажного оборудования.

Совещание обратилось ко всем монтажникам Министерства электростанций с призывом улучшить организацию производства монтажных работ, более широко внедрять новые механизмы и виды работ, обеспечивающие повышение производительности труда, ускорение сроков монтажа и улучшение качества смонтированного оборудования, широко развернуть социалистическое соревнование между монтажными организациями за быстрейший ввод новых энергетических мощностей для обеспечения дальнейшего роста благосостояния нашего народа и нашей любимой Родины.

Д. В.



ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВО ЗА РУБЕЖОМ

Электростанция с параметрами пара 165 ата, 593° С

ОТ РЕДАКЦИИ

Советская энергетика, успешно освоившая параметры пара до 100 ата, 500° С, в настоящее время переходит к промышленному освоению следующей ступени — применению пара 170 ата, 550° С с промежуточным перегревом до 520—530° С. Этому в определенной степени способствовали значительные экспериментальные работы советских научно-исследовательских институтов в области создания и проверки условий работы агрегатов на еще более высокие параметры пара.

Переход на сверхвысокие параметры является, таким образом, уже подготовленным и в ближайшие годы пар этих параметров будет широко применен в советском энергохозяйстве для мощных тепловых электростанций. В связи с этим представляет интерес ознакомить читателей с первыми американскими установками на примерно те же параметры, пускаемыми в настоящее время в эксплуатацию.

Следует отметить, что ряд вопросов, прежде всего в области материалов для паропроводов и основного оборудования, еще не решен американскими специалистами с достаточной уверенностью. Так, применение аустенитовых сталей для высоких температур до ~ 600° С, удорожающее сооружение установок и их эксплуатацию, рассматривается как вынужденное решение, и ведутся поиски сталей ферритного класса, удовлетворяющих требованиям прочности для этих температур.

Описываемая американская электростанция Керни отличается рядом особенностей, проверка которых в эксплуатации покажет правильность выбора некоторых элементов, примененных впервые и представляющих интерес и для советских проектировщиков.

Установка на сверхвысокие параметры пара на электростанции Керни (штат Нью-Джерси, США) сооружается как вторая очередь существующей электростанции мощностью 334 тыс. кВт, пущенной в работу в 1925—1926 гг., но не связанная с ней ни конструктивно, ни по пару, воде или электроэнергии на генераторном напряжении. Особенностью компоновки является расположение пылеприготовительного отделения в виде двухрядного помещения перпендикулярно длинной оси котельной между хвостовыми частями двух котельных агрегатов. В пылеприготовительном отделении установлено восемь среднеходных мельниц, питаемых каждая из отдельного бункера емкостью 50 т. Каждый ряд мельниц обслуживает один котельный агрегат производительностью 430 т/час.

Котельные агрегаты с принудительной многократной циркуляцией выполнены со сдвоенными топочными камерами и двухсветным экраном между ними. Горелки в количестве 32 на котел расположены во всех углах каждой камеры в два ряда. Топочная камера имеет сплошное экранирование из труб диаметром 38 и 41 мм, между которыми приварены стальные полосы, образующие герметичную камеру. Экраны монтировались стенками шириной по 7—15 м. Топка с жидким шлакоудалением рассчитана на нормальную эксплуатацию под наддувом, но для аварийных режимов предусмотрены дымососы. Циркуляция воды осуществляется тремя насосами, создающими при совместной работе напор 28 м для преодоления сопротивления циркуляционного контура. Нормально работают два насоса, в аварийных случаях котел может работать и на одном насосе с производительностью 60% при потерях в контуре около 5,5 м вод. ст. Насосы подвешены непосредственно к опускным трубам, а напорные их линии присоединены к нижним барабанам котлов, в которых размещены шайбы для регулирования распределения воды между отдельными секциями.

Сепарационные устройства в верхнем барабане состоят из циклонов, последовательно с которыми включены шитковые сепараторы и сетки для отделения мелких брызг.

Котельный агрегат, как обычно на американских электростанциях, подвешен к конструкции здания котельной.

В наклонном соединительном газоходе между топочной камерой и хвостовой поверхностью нагрева размещены подвесной первичный пароперегреватель (горячая часть) и вторичный перегреватель. В опускном стояке размещены горизонтальный первичный перегреватель (холодная часть), водяной экономайзер и два регенеративных воздухоподогревателя. За ними, вне здания котельной, расположены в два этажа комбинированные электрофильтры и батарейные циклоны. Каждый котельный агрегат оборудован двумя дымососами, подающими газы с уровня земли в дымовую трубу, установленную на крыше котельной и имеющую отметку выпуска газов 120 м над уровнем земли. Дутьевые вентиляторы размещены за котлами на полу котельной.

Котлы для регулирования перегрева оборудованы рециркуляционными дымососами, забирающими газы за экономайзером и подающими их в топку. Кроме того, регулирование перегрева первичного и вторичного пара осуществляется также изменением наклона горелок и дополнительно впрыском.

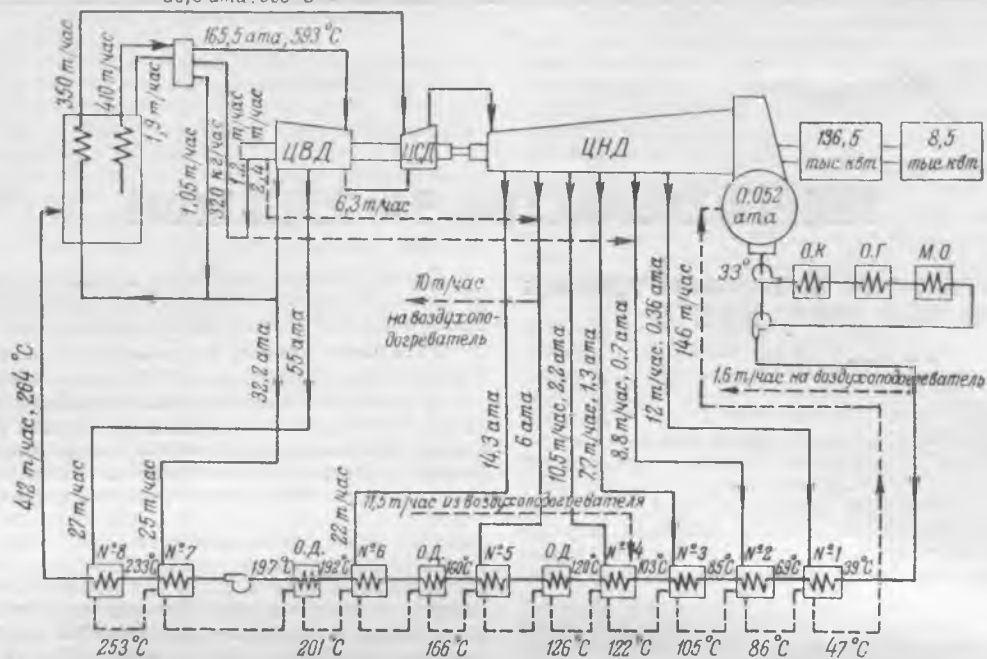
В машинном зале установлено два агрегата по 145 тыс. кВт на начальные параметры пара 165,5 ата, 593° С с промежуточным перегревом до 565° С при 32 ата (расчетный режим) на 3 600 об/мин, соединенные с главным генератором 136,5 тыс. кВт и генератором собственных нужд 8,5 тыс. кВт. Возбуждение осуществляется от отдельных возбуждателей по 400 кВт. Конечное давление в конденсаторе равно 0,052 ата.

Каждый турбоагрегат представляет одновальную конструкцию с тремя последовательными цилиндрами, соединенными жесткими муфтами. В цилиндре высокого давления, кроме восьми ступеней, в которых пар расширяется до давления вторичного перегрева, размещены также три ступени расширения после вторичного перегрева, что позволило разместить в одном корпусе все элементы, подверженные высоким температурам пара. Впуск пара высокого давления и пара после вторичного перегрева размещен в средней части цилиндра, представляющей единственный элемент, выполненный из аустенитовой стали. Клапанная коробка высокого давления соединена шестью трубами с цилиндром. Цилиндр выполнен с двойным корпусом, причем внутренний корпус изготовлен в средней своей части из аустенитовой стали (поковка), и к нему на «ласточкиных хвостах» закреплены литые элементы из ферритной стали. Внешний корпус — литой из двух половин. Перед частью среднего давления помещены отсечные клапаны. Эта часть непосредственно соединена с одним из трех потоков низкого давления, остальные два потока размещены в сварном корпусе низкого давления, опирающемся своими подшипниками на ферму. Упорный подшипник помещается перед частью среднего давления. Из аустенитовой стали, кроме внутреннего корпуса высокого давления, изготовлены также быстрозапорный клапан, клапанная коробка и соединительные паропроводы, сопловая коробка высокого давления и диафрагма второй ступени.

Каждая турбина приводит двухполюсный генератор, рассчитанный на работу с $\cos \varphi = 0,85$ при 20 кв и развивающий 137,5 тыс. кВт при давлении в системе водородного охлаждения 3,1 ата. Общая длина агрегата 31,5 м, вес турбины 330 т, генератора 270 т, вспомогательного генератора 60 т.

По обе стороны агрегата, вдоль его оси, расположены два конденсатора, служащие также для деаэрации питательной воды.

Подогрев питательной воды осуществляется последовательно в охладителе конденсата конденсатора ОК, охлади-



телях генератора *ОГ*, маслоохладителях *МО*, подогревателе на давление 0,4 ата, совмещенном с охладителем дренажей *ОД*, далее в подогревателях 0,7, 1,3 и 2,1 ата, охладителе дренажей, подогревателе на отборе 6 ата, питающем также предварительный нагрев воздуха для котельного агрегата, охладителе дренажей, подогревателе на отборе 14,3 ата и охладителе дренажей высокого давления. После этого питательная вода при температуре 202°С поступает в питательные насосы высокого давления и последовательно прокачивается через подогреватели на отборах 32 и 55 ата. Все дренажи пропускаются каскадом через нижележащие подогреватели и охладители и направляются в конденсатор при температуре 46°С. Таким образом, каждый агрегат имеет восемь нерегулируемых отборов пара; кроме того, используется пар из уплотнений, направляемый в отборы 6 и 0,7 ата (см. рисунок).

Конечная температура питательной воды по расчету при полной нагрузке составляет 264°С. Высокие начальные параметры пара и развитая схема регенеративного подогрева питательной воды, а также малые внутростанционные потери и пониженный расход энергии на собственные нужды вследствие сжигания высококачественных углей и применения схемы наддува в топках позволили определить расчетную величину удельного расхода тепла на один полезно отпущенный киловатт равным 2250 ккал/кВтч, что соответствует к. п. д. электростанции 38%.

Собственные нужды электростанции обслуживаются генераторами на валу основных турбоагрегатов. Все приводы механизмов электрические, включая два электродвигателя по 3000 л. с. для привода питательных насосов каждого котельного агрегата. Резервный (пятый) насос также имеет электрический привод.

Каждый питательный насос с соответствующим ему конденсатным насосом питается от одной сборки. При выпадении питания автоматически включается резервный питательный насос.

Управление электростанцией осуществляется со щита, расположенного в закрытом помещении в центре здания, между котельными и турбинными агрегатами.

Серьезным вопросом при изготовлении оборудования был выбор материалов. Кроме турбинного агрегата, аустенитовая сталь применена также для горячих витков перегревателя и для паропроводов, выполненных кованными, сверленными и точеными. Для них применена сталь с содержанием углерода не выше 0,08%, марганца 2%, кремния 1% при 17—19% хрома и 9—12% никеля. Стабилизация стали осуществлена присадкой ниобия в количестве, превышающем содержание углерода в 10 раз. Паропровод вторичного пара выполнен сварным с продольным швом из стали с 2,25% хрома и 1% молибдена. Сварка паропроводов свежего и вторичного пара выполнена с применением атмосферы инертного газа и вольфрамовыми электродами для первого слоя, с последующим нанесением слоев из материала, близкого к материалу трубы, без вставных колец.

Канд. техн. наук В. Б. Пакшвер

Литература

1. Engineer, 1954, 16/IV, т. 197, № 5125, стр. 559; 22/IV, т. 197, № 5126, стр. 597.
2. Trans. of the ASME, 1954, II, т. 76, № 2, стр. 261.



КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

М. Н. Ласкин, *Хозяйственный расчет на тепловых электрических станциях*, Госэнергоиздат, 1953, 103 стр.

В решениях XIX съезда КПСС указано, что для выполнения задач пятого пятилетнего плана необходимо, среди других условий, мобилизовать внутрихозяйственные источники для дальнейшего роста социалистического накопления, неуклонно проводить на всех больших и малых участках хозяйственного строительства режим экономии.

Важнейшим средством проведения в жизнь режима экономии является хозяйственный расчет, представляющий собой метод планового руководства работой предприятий.

Социалистическое народное хозяйство накопило богатый и разносторонний опыт осуществления хозяйственного расчета. Обобщение и распространение этого опыта имеет большое значение для успешного выполнения пятилетнего плана.

Следует отметить, что изучение и обобщение практики проведения хозяйственного расчета в энергетической промышленности почти не нашло своего отражения в литературе. Издательство «Госэнергоиздат» выпускает недопустимо мало литературы по экономике энергетических предприятий, в том числе и по вопросам хозяйственного расчета.

В связи с этим надо признать отрядным выход в свет книги М. Н. Ласкина, посвященной организации хозяйственного расчета на тепловых электрических станциях.

Рецензируемая книга представляет собой практическое пособие по организации хозяйственного расчета на тепловых электростанциях, рассчитанное на хозяйственников и инженерно-технических работников электростанций.

Кратко остановившись на значении хозяйственного расчета, автор дает характеристику производственной структуры тепловой электростанции и, указывая на технологические и организационные особенности энергетического производства, излагает организацию хозяйственного расчета в условиях энергопроизводства.

В книге описывается методика нормирования расходов материальных и денежных средств, излагаются организация и проведение хозяйственного расчета на предприятии, в цехе, смене и бригаде. Автор приводит значительное количество форм документации, необходимой при организации хозрасчета.

Значительное место в книге уделено методике оперативного ежесуточного учета и анализа себестоимости продукции с приведением большого количества форм аналитических таблиц. Надо согласиться с автором, что распространение опыта оперативного контроля за затратами явилось бы эффективным средством в борьбе за снижение себестоимости энергии.

Несмотря на все эти положительные стороны, книга все же имеет ряд недостатков.

Как указывает автор, книга рассчитана на широкий круг хозяйственников и инженерно-технических работников предприятий. Она должна повышать экономические знания работников промышленности и это обязывало автора кратко изложить основные теоретические положения, определяющие содержание хозяйственного расчета и его значение в социалистическом народном хозяйстве. К сожалению, в книге этого нет.

Автор не раскрыл сущности хозяйственного расчета, не показал, что является важнейшими чертами хозяйственного расчета. При изложении организации хозяйственного расчета не показаны решающие преимущества социалистического производства перед капиталистическим. Это обстоятельство снижает идейно-теоретический уровень книги. Некоторые правильные положения, определяющие содержание хозяйственного расчета, не раскрыты. Например, на стр. 12 автор приводит правильное положение, что основным методом хозрасчета является контроль рублем, но это положение только декларируется и читателю неясно, каким обра-

зом осуществляется контроль рублем при проведении хозяйственного расчета.

Недостаточное внимание к выяснению содержания хозяйственного расчета, его природы и особенностей приводит автора к существенным ошибкам. Например, нельзя согласиться с ним, что между дирекцией и цехами существуют хозрасчетные взаимоотношения, выражающиеся в выдаче цехам плановых заданий. При этом автор далее указывает, что план-задание цеху имеет силу директивы. Получается, что директивы и выражают хозрасчетные взаимоотношения. Это неверно.

Автор не выясняет в книге взаимосвязи и особенности отдельных форм внутризаводского хозрасчета и хозрасчета электростанции в целом, и в результате допускает ошибку.

Если хозяйственный расчет цехов, участков выступает как одна из форм планового руководства работой отдельных звеньев предприятия, то хозрасчет рабочих бригад и отдельных рабочих в виде лицевых счетов экономии выступает как одна из форм социалистического соревнования. Это определяет существенные различия в методах организации и проведения хозяйственного расчета в различных звеньях электростанции.

Следует отметить, что глава седьмая, посвященная внутрицеховому хозрасчету (стр. 93—99), занимает всего две страницы текста и весьма поверхностно излагает эти вопросы.

В книге не получил должного развития и такой важный элемент хозяйственного расчета, как принцип материальной заинтересованности.

Известно, что образование фонда директора неразрывно сочетается с проведением хозяйственного расчета. Однако в энергетике порядок образования фонда директора нарушает принципы хозяйственного расчета. Как известно, фонд директора может быть образован при условии выполнения плана по выпуску товарной продукции (для электростанции — это отпуск электроэнергии с шин) и выполнения плана по себестоимости. Расчет фонда директора производится по результатам выполнения годового плана. Однако электростанция, работающая в энергосистеме, может не выполнить плана по отпуску с шин и по себестоимости по причине, от нее не зависящей, ввиду того, что сумма суточных диспетчерских заданий может не совпасть (и часто не совпадает) с заданным годовым планом, причем такое несовпадение по нагрузке вызывает неизбежное отклонение от плана и по качественным показателям — удельные расходы топлива, расход электроэнергии на собственные нужды — и, следовательно, и по себестоимости.

Давно уже назрела необходимость пересмотреть порядок образования фонда директора для электростанций (а кстати, и для электросетей). Этот важный вопрос автором обойден ссылкой на существующие инструкции, тогда как именно в подобной книге следовало бы, критически разобрав недостатки существующего порядка образования фонда директора, выступить со своими предложениями. Читатель вправе ожидать в книге толкового разъяснения, как же быть с организацией хозрасчета, когда годовой план по выработке порой значительно расходится с суммарными суточными заданиями диспетчера. Это положение особенно важно для торфяных электростанций, где удельный вес затрат на топливо доходит до 70—80% себестоимости, а также для пиковых станций, где особенно велико колебание нагрузки.

Рассматривая организацию внутризаводского хозрасчета, автор разбирает вопрос о корректировке плана для цехов. Он справедливо говорит о том, что здесь должны быть приняты во внимание не зависящие от цеха причины (стр. 82), следствием которых явилось отклонение фактических показателей от плана. Но допустим, что подобная корректировка сделана. По результатам цехового хозрасчета цехи должны получить премию. И тут возникает вопрос, из каких источников премировать? Ведь, если не кор-

ректируется план по электростанции в целом, то в случае его невыполнения электростанция не будет иметь фонда директора, хотя и по независящим причинам (например, расхождение суммы суточных заданий диспетчера и годового задания по нагрузке), следовательно, и не будет и источников стимулирования по результатам хозрасчета. Именно этот вопрос автором и не разрешен.

Другим серьезным недостатком книги является то, что автор, претендуя на обобщение передового опыта, фактически на него ссылается очень мало, не показывает этого опыта на примере конкретных предприятий.

Слабо показана в книге организационно-массовая работа с персоналом электростанций, которая неразрывно связана со всей организацией хозрасчета, особенно в начальной стадии внедрения внутризаводского хозяйства.

В книге имеется ряд неверных положений и неточностей. Например, во многих местах книги рекомендуется ориентироваться на опытно-статистические нормы, тогда как именно такие «нормы» не соответствуют основным требованиям социалистического планирования. Автор пользуется рядом понятий, не давая определения их содержа-

ния, например, нормы и нормативы (стр. 12). На стр. 10 автор пишет: «и далее трансформируется в сеть». Общеизвестно, что под трансформацией мы понимаем превращение, преобразование, но не отдачу в сеть. Точно так же следует признать неудачными выражения вроде «норм, заложенных в плане» (стр. 12), «за отпущенный потребителям товар» (стр. 23). Автор неправильно утверждает, что отдел снабжения электростанции обязан контролировать цехи в части расхода материала и запасных частей (стр. 26). Для этого отдел снабжения не располагает необходимым персоналом. Этому отделу поручается лишь выдача материалов и запасных частей в соответствии с лимитной картой, как это и отмечает автор в начале того же абзаца. На стр. 88 автор пишет «фактический отпуск электроэнергии», а размерность дает в *мекал* и др.

Несмотря на эти недостатки, книга является полезным практическим пособием по организации хозяйственного расчета и поможет работникам тепловых электростанций в их борьбе за снижение себестоимости производства энергии.

Инж. Б. И. Батов
и канд. эконом. наук В. И. Ганштак

□ □ □

НОВЫЕ КНИГИ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ

Розанов Г. М., Некоторые вопросы расчета механической части воздушных линий, М.—Л., Госэнергоиздат, 1954, 224 стр. с черт., ц. 10 р. 45 к.

Рассматриваются специальные случаи работы проводов воздушных линий, определения и формулы эксплуатационного коэффициента запаса прочности проводов, расчет их при разных высотах подвеса, вопросы переходов линий через большие судоходные реки и другие объекты и работы проводов при неравномерных нагрузках гололедом. Кроме того, приведены основные положения расчета проводов на открытых подстанциях, деревянных и металлических опор и фундаментов, а также вопросы изысканий трассы линий и расстановки опор по трассе. Книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов электроэнергетических факультетов вузов, а также может быть полезна для инженеров и техников, работающих в области проектирования электрических сетей.

Руководящие указания по защите от перенапряжений электротехнических установок переменного тока 3—220 кВ (утв. 8/VI 1953 г.), М.—Л., Госэнергоиздат, 1954, 96 стр. с черт., ц. 3 р. 25 к.

Данные указания содержат следующие разделы: I. Перенапряжения и защита от перенапряжений; II. Зоны защиты молниеводов; III. Заземлители для отвода токов молнии; IV. Разрядники и защитные промежутки; V. Защита линий электропередачи от атмосферных перенапряжений; VI. Защита электрических станций и распределительных устройств от прямых ударов молнии и распределительных устройств от волн, набегающих с линии; VII. Защита вращающихся машин.

Топочные устройства, Сборник статей, Под общ. ред. А. А. Канаева, М.—Л., Машгиз. (Ленингр. отделение), 1954, 256 стр. с илл., ц. 9 р. 40 к.

В сборнике помещены статьи, освещающие результаты ряда научно-исследовательских работ в области топочной техники, проведенных ЦКТИ имени И. И. Ползунова в течение последних нескольких лет. В этих статьях подведены итоги теоретических, проектно-конструкторских, наладочных и экспериментальных работ по созданию и освоению в промышленных условиях: индивидуальных разомкнутых схем пылеприготовления для сжигания высоковлажных бурых углей, циклонных топок с максимальным шлакоулавливанием. Две статьи посвящены анализу и обобщению накопленных институтом материалов по рациональному сжиганию антрацитового штыба и полученным новым данным по работе шахтных мельниц на бурых углях и фрезерном торфе. В последних статьях приведены результаты теоретических и лабораторных работ по изучению самовоспламенения различных натуральных топлив и исследованию горения пыли каменного угля и кокса под давлением. Книга предназначается для специалистов-теплотехников, работающих в научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро котлостроительных заводов и в проектных организациях, а также для эксплуатационного персонала электростанций.

Библиограф М. А. Мостовая

□ □ □

ПОПРАВКА

В № 7 журнала «Электрические станции» за 1954 г., в содержании и на стр. 55 фамилию первого автора статьи «Ангренский бурый уголь» следует читать: Г. Б. Иванов.

Вниманию авторов

При подготовке статей для журнала «Электрические станции» авторам необходимо выполнять следующие требования:

1. Объем статей не должен превышать 10—15 страниц текста, *напечатанного на машинке на одной стороне листа через два интервала (обязательно первый экземпляр)*. 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, а также давать и другие пояснения к формулам.

3. Статьи иллюстрировать фотографиями и чертежами, однако число их должно быть минимально необходимым. Чертежи выполнять тушью или карандашом, надписи и обозначения писать четко. Снимки направлять четкие и контрастные размером не менее 9×12 см, в двух экземплярах.

В тексте статьи обязательно делать ссылки на рисунки, причем обозначения в тексте должны строго соответствовать обозначениям на рисунках.

Каждый чертеж или фотография должны иметь порядковый номер, соответствующий его номеру в тексте, и подрисуночную подпись.

Чертежи и фото в текст не вклеивать, а прилагать 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 Советском Союзе меры длины, веса и др.

6. Рукопись в конце должна иметь подпись автора, полностью имя, отчество и фамилию, домашний адрес, место работы, должность и год рождения.

7. Материал для журнала направлять по адресу: Москва, К-12, Б. Черкасский пер., д. 2, редакция журнала «Электрические станции».



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

ОТКРЫТА ПОДПИСКА

на 1955 год

НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЖУРНАЛЫ

„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

Орган Академии наук СССР, Министерства электростанций СССР и Министерства электротехнической промышленности СССР.

Основан в 1880 г. 12 номеров в год

Подписная цена на год 96 руб.,
на 6 мес 48 руб., на 3 мес 24 руб.

Журнал рассчитан на широкие круги инженеров и научных работников и направлен на оказание им действенной помощи в разработке и решении важнейших практических и теоретических задач, возникающих в работе по электрификации всех отраслей народного хозяйства Советского Союза.

„Электрические станции“

Орган Министерства электростанций СССР

Год издания 26-й 12 номеров в год

Подписная цена на год 96 руб.,
на 6 мес 48 руб.

Журнал рассчитан на инженерно-технических работников электростанций и сетей, проектных и строительных организаций Министерства электростанций, а также на энергетиков предприятий других министерств и ведомств.

„ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА“

Орган Министерства электростанций СССР, Министерства тяжелого машиностроения СССР и Академии наук СССР

Год издания 2-й 12 номеров в год

Подписная цена на год 96 руб.,
на 6 мес 48 руб.

Журнал рассчитан на широкие круги инженерно-технических и научных работников теплоэнергетики, а также на студентов старших курсов теплоэнергетических специальностей высших учебных заведений.

„Гидротехническое строительство“

Производственно-технический и экономический журнал Министерства электростанций СССР

Год издания 24-й 8 номеров в год

Подписная цена на год 32 руб.,
на 6 мес 16 руб.

Журнал рассчитан на инженерно-технический персонал, работающий на строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций и гидротехнических сооружений, в проектно-изыскательских организациях, научно-исследовательских институтах, и на студентов вузов.

„Торфяная промышленность“

Орган Министерства электростанций СССР

Год издания 32-й 8 номеров в год

Подписная цена на год 32 руб.,
на 6 мес 16 руб.

Журнал рассчитан на руководящих работников, инженеров, техников, мастеров и бригадиров торфопредприятий, строительстве торфопредприятий, заводов торфяного машиностроения, преподавателей, научных сотрудников, студентов торфяных институтов и техникумов.

„ЭНЕРГЕТИК“

Ежемесячный массовый производственно-технический журнал Министерства электростанций СССР

Год издания 4-й 12 номеров в год

Подписная цена на год 24 руб.,
на 6 мес 12 руб.

Журнал рассчитан на широкие круги энергетиков: ночегаров, машинистов, механиков, электромонтеров, мастеров и техников, работающих на электростанциях, электрических и тепловых сетях, а также на энергетиков, работающих в отделах главного энергетика и главного механика промышленных предприятий.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ: ГОРОДСКИМИ И РАЙОННЫМИ ОТДЕЛАМИ СОЮЗПЕЧАТИ, ВО ВСЕХ КОНТОРАХ, ОТДЕЛЕНИЯХ И АГЕНТСТВАХ СВЯЗИ И ОБЩЕСТВЕННЫМИ УПОЛНОМОЧЕННЫМИ ПО ПОДПИСКЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, В ОРГАНИЗАЦИЯХ, УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ И УЧРЕЖДЕНИЯХ