

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАНЦИИ

3



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1951

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3

МАРТ
1951

Орган Министерства электростанций СССР

22-Й ГОД ИЗДАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Передовая—За высокую культуру эксплуата- ции, за безаварийную работу электро- станций и сетей	3	Л. Д. Гинзбург-Шик—Электрелебедки с трю- соукладчиками и концевыми выключа- телями	51
А. Г. Попов — Освоение котлов высокого давления	6	О. И. Фидельман — Устройство огнестойких перегородок в кабельных туннелях	53
М. А. Ашмарин, Г. Н. Васильева, И. Я. Зал- кинд и А. И. Красовицкий — Фугеров- ка из огнеупорных масс тонки, работаю- щей на антрацитовом штыбе	10	ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ	
М. И. Имбрицкий — Механизация притирки арматуры	14	А. И. Гушин и А. М. Шабаров — Внедре- ние метода инж. Ковалева на эксплоа- тации тепловой электростанции	54
В. Н. Карпинский — Эксплоатация электро- станций с автоматическим управлением тепловыми процессами	18	В. С. — Из опыта организации наглядной агитации	55
Б. А. Кобяков и Б. Д. Фарбер — Инвентар- ный сборно-разборный бетонный завод	22	Ш. Ц. Голянский — Устранение дефектов сварного ротора турбины	57
Н. С. Воскобойник и В. И. Утропов — О возможности улучшения характери- стик блочности котла ТП-170-1	27	Д. А. Фридшанд — Проверка очередности работы контактов выключателей	59
В. В. Пучковский — Саморазряд в изоля- ционных материалах и конструкциях	36	П. А. Зиновкин и М. С. Плешаков — Новая конструкция подогревателей при очист- ке трансформаторного масла	59
В. Б. Кулаковский — Применение прибора для контроля влажности изоляции транс- форматоров	40	В. М. Кедрин — Повышение прочности уста- новленных изоляторов типа ШТ	60
В. З. Иванов — Эффективный способ повы- шения внутрибаковой изоляции выклю- чателей ВМ-35	44	В. В. Гусев — Ферромагнитные измерители амплитуд токов короткого замыкания	60
М. Д. Горенштейн — Об установке ампер- метров на линиях электропередачи	49	ХРОНИКА	
ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ		Всесоюзное совещание по рассмотрению „Правил устройства электротехнических установок“— А. Л. Фаерман и В. С. Ясе- вич	62
В. З. — Водонепроницаемые расширяющиеся и безусадочные цементы	50	КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
		М. К. Симонов — Рецензия на книгу В. В. Гульденбалька, М. М. Каетанович, Д. В. Рабинович, И. И. Рапутов и М. Н. Шмелева „Сооружение линий электропередачи“	63



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Главный редактор К. Д. Лавренко

**Адрес редакции: Москва, Ветошный пер., ГУМ, III корпус, I эт., пом. 164.
Телефоны: редакции К 5-21-22; главного редактора Б 3-45-87 и комм. К 1-02-80, доб. 3-01.**

ЗА ВЫСОКУЮ КУЛЬТУРУ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ЗА БЕЗАВАРИЙНУЮ РАБОТУ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ!

В результате успешного выполнения послевоенного пятилетнего плана наша страна прочно заняла второе место в мире по производству электроэнергии, далеко опередив все крупнейшие европейские капиталистические страны.

Энергетиками решена также важнейшая задача сталинской пятилетки — восстановление разрушенных электростанций и сетей в районах, подвергавшихся временной оккупации, что дало возможность выработать на них в 1950 г. на 40% больше электроэнергии, чем в 1940 г.

За годы послевоенной пятилетки развитие энергетики в СССР и восстановление электростанций происходили на базе широкого внедрения передовой новой техники.

В результате строительства новых и восстановления разрушенных гидроэлектростанций выработка электроэнергии на них выросла в 1950 г. по сравнению с довоенным 1940 г. в 2,5 раза. Путем внедрения новой техники, особенно котлоагрегатов и турбин высокого давления и высоких температур пара, реконструкции оборудования действующих электростанций, поднятия уровня эксплуатации — удельный расход топлива на выработку электроэнергии в 1950 г. сокращен на 9,2% по сравнению с довоенным 1940 г.

За послевоенный период работники электростанций и сетей, как и весь советский народ, самоотверженно трудились на благо нашей социалистической родины. На энергетических предприятиях выросли замечательные кадры, которые успешно осваивают сложное новейшее энергетическое оборудование. Немало есть электростанций и электросетей, где культура эксплуатации сложнейшего энергетического оборудования и аппаратуры заметно выросла.

Но нельзя успокаиваться на достигнутом. В 1951 г. электростанции должны обеспечить дальнейший значительный рост производства электроэнергии для нашего народного хозяйства. Все работники электростанций и сетей обязаны помнить, что при выполнении этой основной задачи необходимо бесперебойно снабжать электроэнергией промышленность, города и других потребителей. Поэтому важнейшая обязанность наших энергетиков — работать без аварий и брака.

По сравнению с довоенным 1940 г. число аварий на электростанциях и в сетях Министерства уменьшилось в 1950 г. на 35%, но аварийность все еще высока, и снижение числа аварий против довоенного уровня не может нас удовлетворить

и не дает оснований считать, что уже достигнуты ощутительные успехи в этом деле.

В 1950 г. число аварий на электростанциях и в сетях не снизилось против 1949 г. Половина всех аварий произошла по прямой вине эксплуатационного персонала. Это свидетельствует о том, что руководители многих районных энергетических управлений, электростанций и сетей еще не ведут должной борьбы с аварийностью, неполностью вскрывают истинные причины аварий, не принимают своевременно мер по предупреждению аварий и выполнению противоаварийных мероприятий, примиренчески относятся к виновникам аварий и брака в работе. Следовательно, руководящим работникам электростанций и сетей необходимо сделать соответствующий вывод в своей практической работе о необходимости принять дополнительные меры для усиления борьбы с аварийностью и наведения должного порядка в эксплуатации этих предприятий.

Число аварий на электростанциях Министерства в 1950 г. составило 43,7% от всех происшедших аварий, а в высоковольтных и кабельных сетях и на подстанциях — 56,3%.

На электростанциях больше всего произошло и происходит аварий в электрических цехах — 41,1%, в других цехах аварийность составила: в котельных — 27,7%, в турбинных — 24,2%, в гидромеханических — 5% и топливно-транспортных — 2%.

Более 70% от общего числа аварий в энергосистемах произошло в электрических цехах электростанций, в воздушных и кабельных сетях и на подстанциях.

Анализ аварийности показывает, что крайне велика на наших предприятиях, особенно в кабельных сетях, повреждаемость кабелей — 16,5% от общего числа аварий на электростанциях и в сетях составляют аварии, связанные с повреждением кабелей. Недопустимо велика аварийность из-за механического повреждения кабелей — 35,5% от всех аварий с кабелями в городских кабельных сетях произошли по вине городских организаций, производящих земляные работы. Особенно велика аварийность по этой причине в Московской кабельной сети Мосэнерго (директор т. Титов, гл. инженер т. Смирнов). Управлениям энергосистем и кабельных сетей необходимо добиться через городские советы депутатов трудящихся запрещения производства земляных

работ без их ведома и без принятия соответствующих мер предосторожности.

В котельных цехах все еще велика повреждаемость поверхностей нагрева котлоагрегатов. По этой причине произошло 50,8% от всех аварий в котельных цехах электростанций.

Необходимо отметить недопустимо большое количество аварий из-за ошибок персонала, особенно из-за халатного отношения к делу отдельных оперативных работников эксплуатации при производстве переключений в распределительных устройствах высокого напряжения при пуске и остановке оборудования и т. п., вследствие чего по этой причине было 16,8% от всех аварий по Министерству.

Несмотря на широкое внедрение автоматов питания на котлоагрегатах и блокировки разъединителей с выключателями, все еще продолжают иметь место аварии с перепиткой и упуском воды в котлах и отключения разъединителей под нагрузкой. Так, в 1950 г. из-за перепитки и упуска воды в котлах произошло 19 аварий, из-за отключения разъединителей под нагрузкой—37 аварий и вследствие включения разъединителей на неснятые закоротки—20 аварий.

Высокая аварийность из-за ошибок эксплуатационного персонала по указанным причинам характеризует еще низкую производственную дисциплину персонала на некоторых электростанциях и в сетях. Так, например, авария на тэц Мосэнерго (директор т. Басаев и гл. инженер т. Горюнов) вызвала сброс нагрузки, так как водосмотр котла высокого давления т. Данилин при снижении нагрузки на котле не сумел удерживать уровня воды и перепитал котел. Этот водосмотр — молодой работник, был допущен к самостоятельной работе за 5 дней до аварии и на котел поставлен на дежурство впервые. Однако начальник смены, имея в своей смене более опытного водосмотра, поставил его на другую работу и не усилил внимания к работе нового водосмотра. Аварии способствовало ненормальное положение с приборами: из четырех водоуказательных колонок две не работали из-за отсутствия слюды, а на двух других работали только средние стекла, причем слюда была темная и видимость была очень плохая. Автомат питания котла работал неудовлетворительно и неравномерно питал котел, но начальник теплового контроля станции т. Щепакин не привел приборы в порядок. В котельном цехе этой станции грязно, инструкции по автоматике и тепловому контролю отсутствуют.

Или, например, на Краснодарской грэс (директор т. Шило, гл. инженер т. Оржеровский) при выводе в ремонт линии 6 кв было допущено грубейшее нарушение «Правил технической эксплуатации», приведшее к аварии. Дежурный инженер т. Неклюдов с электромонтером т. Гаевским после отключения выключателя должны были отключить разъединитель в распределительном устройстве 6 кв. Бланк переключений был у дежурного инженера, который задержался в распределительном устройстве, подбирая предупредительные плакаты. Электромонтер т. Гаевский, не дождавшись прихода дежурного инженера, ошибочно попытался отключить разъединитель соседнего присоединения. Видя, что бло-

кировка не даёт возможности произвести операцию, он, не разобравшись в причинах этого, сорвал пломбу, произвел деблокировку и отключил разъединитель под нагрузкой.

Проверкой установлено, что на станции блокировка обслуживается неудовлетворительно: из 38 замков 16 не опломбированы. Были случаи и раньше, когда персонал срывал пломбы и производил деблокировку замков, так как приводы разъединителей заедали. Сорванные пломбы вновь своевременно не устанавливались. Случаи срыва пломб в оперативном журнале не записывались. Инженер-инспектор по эксплуатации станции т. Акимов, зная об этих нарушениях, не принял мер по обеспечению нормальной работы оборудования и наказанию нарушителей «Правил технической эксплуатации».

Эти примеры показывают, что нарушения основных положений «Правил технической эксплуатации», к сожалению, еще имеют место, а руководители некоторых предприятий не ведут воспитательной работы с персоналом.

В 1950 г. $\frac{2}{3}$ энергосистем уменьшили число аварий против 1949 г. Однако вследствие неудовлетворительной эксплуатации оборудования, ослабления производственной дисциплины персонала и нарушения «Правил технической эксплуатации» и производственных инструкций около $\frac{1}{3}$ энергосистем увеличили число аварий. Особенно выросла аварийность на электростанциях и в сетях: Ленэнерго (управляющий т. Захаров, гл. инженер т. Герасимов); Саратовэнерго (управляющий т. Дроздов, гл. инженер т. Оберучев); Латвэнерго (управляющий т. Павленко, гл. инженер т. Кетнер); Ростовэнерго (управляющий т. Бабич, гл. инженер т. Смирнов); Севкавказэнерго (управляющий т. Дубинский, гл. инженер т. Уваров); Карагандаэнерго (управляющий т. Ахонин, гл. инженер т. Плеханов); Уфимэнерго (управляющий т. Коковкин, гл. инженер т. Гвоздецкий) и др.

В прошедшем году проведена большая работа по ремонту оборудования электростанций и сетей с значительным улучшением качества его. Успешно проведен стахановский метод скоростного ремонта оборудования, что позволило еще больше повысить число часов его использования. Но на некоторых электростанциях, из-за отсутствия надлежащего контроля за качеством, после ремонта произошло 13,2% аварий от общего количества аварий по Министерству. Так, например, на Безымянской тэц Куйбышевэнерго (директор т. Холопов, гл. инженер т. Вишняков) котел через 19 дней после выхода из капитального ремонта был аварийно остановлен из-за разрыва кипятильной трубы вследствие неправильного наложения торкрета, а на Сызранской тэц Куйбышевэнерго (директор т. Письменный, гл. инженер т. Фуфыгин) при пробном пуске турбины был погнут вал из-за неправильно установленных зазоров в уплотнениях.

Не обеспечивается должное качество ремонта и со стороны персонала треста Союзэнергоремонт (управляющий т. Солонин).

Некоторые руководители электростанций и сетей не всегда вскрывают истинные причины аварий и поэтому своевременно не принимают мер к их предотвращению, что приводит к повторе-

нию аварий. Так, например, на электростанции Главюзэнерго (директор т. Кузнецов) было более 10 случаев аварийной остановки котла, якобы из-за дефектов его конструкции. Однако позднее выяснилось, что истинной причиной этого была неисправность парохладителя вследствие неудовлетворительной его эксплуатации.

Многие электростанции и районы электросетей своей длительной безаварийной работой доказали, что работать без аварий, безусловно, можно. 39 электростанций и 9 районов электросетей свыше года работают без аварий, например, грэс им. Красина (директор т. Рукованов, гл. инженер т. Гусейнов); Угличская гэс Мосэнерго (директор т. Алексанян, гл. инженер т. Глушко); Ярославская грэс (директор т. Виноградов, гл. инженер т. Петров); Киевская тэц № 3 (директор т. Егоров, гл. инженер т. Жижченко) и др.; 2-й район ВЭС Мосэнерго (начальник т. Князевский, гл. инженер т. Вейц); Северный район Кемеровэнерго (начальник т. Ушкалов, гл. инженер т. Иванов) и др. Несомненно, на этих электростанциях и в районах электросетей есть свои трудности и условия работы мало чем отличаются от условий на других предприятиях. Безаварийная работа обеспечивается должным порядком эксплуатации оборудования, правильным и систематическим воспитанием персонала, поддержанием на должной высоте производственной дисциплины и неуклонным выполнением «Правил технической эксплуатации» и производственных инструкций.

Ивановская тэц Ивэнерго (директор т. Чубков, гл. инженер т. Ершов) несколько лет работала без аварий. Однако, как только руководители электростанции ослабили работу с персоналом, понизили требовательность к нему, появились нарушения «Правил технической эксплуатации» и производственных инструкций. В результате во II полугодии 1950 г. на тэц произошло 2 аварии по прямой вине персонала.

Этот пример показывает, что безаварийная работа электростанций и любого района сетей может быть только при постоянной и тщательной работе по воспитанию персонала, обеспечению неуклонного выполнения «Правил технической эксплуатации» и «Правил техники безопасности».

При широком внедрении на электростанциях и в сетях передовой техники необходимо повседневно повышать техническую грамотность персонала. Госэнергоиздат (директор т. Калантаров, гл. редактор т. Смирнов) должен учесть, что выпуск производственно-технической и учебной литературы для мастеров и рабочих крайне недостаточен и особенно мало освещается опыт лучших предприятий и отдельных рабочих-стахановцев.

Для обеспечения безаварийной работы электростанций и сетей и дальнейшего повышения культуры эксплуатации управления энергосистем руководители электростанций и сетей обязаны усилить борьбу с аварийностью, поднять производственную дисциплину, повысить требовательность к инженерно-техническим работникам и к персоналу и обеспечить безусловное выполнение приказов Министерства по борьбе с авариями № 38 от 1949 г. и № 98 от 1950 г.

Необходимо тщательно расследовать каждую происшедшую аварию и брак в работе, выявляя истинные причины и виновников их возникновения и намечать конкретные противоаварийные мероприятия.

В 1951 г. должны быть полностью и в установленные сроки выполнены на предприятиях планы противоаварийных мероприятий и планы по ликвидации отступлений от «Правил технической эксплуатации».

Эксплуатационный персонал для вновь вводимых в эксплуатацию агрегатов на действующих и особенно на вновь пускаемых электростанциях должен быть подобран, обучен и полностью подготовлен за 1—1½ мес. до пуска агрегата (электростанции) в эксплуатацию, а также должны быть заранее составлены инструкции по уходу за оборудованием.

Следует, как закон, соблюдать и контролировать выполнение планов и графиков профилактических ремонтов, осмотров и испытания оборудования. В планах и графиках профилактических ремонтов кроме текущих ремонтов основного и вспомогательного оборудования нужно предусматривать расшлаковку поверхностей нагрева котлов, чистку конденсаторов, испарителей, маслоохладителей, фильтров, изоляторов и испытания вспомогательного оборудования.

При производстве ремонтов турбин необходимо обращать особое внимание и установить строгий контроль за соблюдением зазоров и допусков во всех узлах турбины, запретив отклонения от установленных заводами норм.

За безаварийную работу эксплуатационный персонал на электростанциях и в сетях получает значительные премии. Премияльная система должна являться действенным стимулом к безаварийной работе персонала и в деле укрепления производственной дисциплины.

Но есть немало случаев извращения в этом деле, когда бракоделы и даже аварийщики не лишаются премий и стажа безаварийной работы. Премия должна выплачиваться строго в соответствии с приказами и другими руководящими указаниями Министерства; бракоделы и аварийщики не должны получать премию за безаварийную работу.

Главные и районные управления обязаны широко распространять опыт стахановцев-энергетиков между предприятиями и энергосистемами.

Социалистическое соревнование за безаварийную работу, за высокую культуру эксплуатации предприятий, цехов, смен, участков и отдельных работников электростанций и сетей должно быть поднято на высокий уровень с соответствующим показом лучших работников и передачей их опыта отстающим.

На работников электростанций и сетей возложена почетная и ответственнейшая задача — бесперебойно снабжать электроэнергией наше народное хозяйство. Для этого необходимо навести образцовый порядок в цехах электростанций и в сетях, обеспечить четкое и неуклонное выполнение «Правил технической эксплуатации», повышение производственной дисциплины и ликвидировать аварийность в энергосистемах.



Освоение котлов высокого давления

Инж. А. Г. Попов

Первый котел высокого давления был смонтирован и введен в эксплуатацию на грэс в октябре 1946 г., последующие котлы — в течение 1946 и 1947 гг. и последний котел, изготовленный Таганрогским заводом — ТП-230-1, введен в эксплуатацию в октябре 1948 г.¹

Ниже освещаются отдельные вопросы наладки и эксплуатации этих котлов.

Степень налаженности котлов может быть охарактеризована количеством их остановок за месяц работы. Эти данные приведены в табл. 1, где для сравнения помещены аналогичные величины для котла среднего давления ТП-200, смонтированного в 1948 г.

Таблица 1

Котел	Количество остановок				
	1946 г.	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.
№ 2	—	4,28	1,90	2,70	1,44
№ 3	—	5,62	1,56	1,81	2,15
№ 4	11,45	2,12	1,98	3,17	2,21
№ 5	3,95	3,01	1,92	1,90	0,68
ТП-230-1	—	—	3,94	4,35	3,83
ТП-200	—	—	1,44	0,73	2,55

При составлении табл. 1 взяты все остановки котлов, включая также текущие и капитальные ремонты, и остановки в резерв, а за 1950 г. — данные первого квартала. Из этой таблицы видно, что опыт пуска и первоначальной наладки, приобретенный эксплуатационным персоналом на первых введенных в эксплуатацию котлах № 5 и 4, был в дальнейшем использован, и количество остановок следующих котлов в первые периоды после их пуска постепенно сокращалось.

Сравнение с котлом ТП-200 подчеркивает специфические трудности освоения котлов высокого давления, хотя котел ТП-200 по своей конструкции для персонала грэс был тоже новым. Некоторое увеличение числа остановок в 1949—1950 гг. вызвано повреждениями водяных экономайзеров и арматуры. Значительное количество остановок за последний период свидетельствует о далеко не законченном освоении котлов высокого давления.

По данным табл. 2 можно определить, какие именно узлы агрегатов являются недостаточно

надежными. Эти данные охватывают все повреждения, вызвавшие остановку котлов за период от их пуска и до 1 апреля 1950 г. Для сравнения приведены соответствующие данные по котлу ТП-200.

Таблица 2

Участок повреждения	Котлы						Всего по котлам высокого давления
	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	ТП-230-1	ТП-200	
Экраны	—	—	2	2	1	2	5
Перегреватели . .	—	—	2	6	5	—	13
Водяные экономайзеры	18	8	26	8	7	6	67
Шлакование топки и перегревателя	—	1	1	4	—	—	6
Арматура	—	10	3	8	11	—	32
Вспомогательное оборудование	—	1	—	7	—	—	8
Всего	18	20	34	35	24	8	131

Таким образом, наиболее слабым местом котельных агрегатов высокого давления на грэс являются водяные экономайзеры. Наиболее часто повторяющимся типом повреждений являются свищи в монтажных сварных стыках. Хотя действительные причины этих повреждений в достаточной степени еще не изучены, все же можно предполагать, что появление свищей в сварных стыках объясняется наряду с ослаблением прочности металла из-за некачественной сварки еще и дополнительными нагрузками, возникающими от возможных теплосмен при растопках котлов, при резких изменениях режима питания и при изменениях температуры питательной воды.

Результаты этих дополнительных нагрузок в первую очередь сказываются в наиболее слабых участках, какими являются недостаточно качественно выполненные сварные стыки. Кроме того, аварийный ремонт при появлении таких свищей ограничен коротким сроком, сварочные работы проводятся в условиях высоких температур и наличия остатков воды в экономайзере и завариваемом змеевике, что, разумеется, не гарантирует от повторения повреждения этих же участков в дальнейшем.

Эксплуатационные испытания, проведенные персоналом грэс с измерением температур воды на входе, на выходе и по отдельным змеевикам при растопке и нормальной работе котла, не

¹ Описание первых введенных в эксплуатацию котлов дано в статье т. Кузьмина в сборнике „Монтаж и эксплуатация котлов высокого давления“, Госэнергоиздат, 1949 г.

позволили пока точно установить наличие теплообмен. Результаты одного из таких опытов представлены на рис. 1. Следует отметить, что котел специальной рециркуляционной линии не имеет, так как экономайзер размещен в зоне сравнительно низких температур, не превышающих при растопке 350°C . Зафиксированный выбег температуры змеевика при давлении 45 ат, вероятно, случаен, так как не подтверждается поведением соседних змеевиков и последующими измерениями. Температурные и гидродинамические характеристики работы змеевиков экономайзеров котлов высокого давления требуют изучения.

При некоторых повреждениях экономайзеров вследствие тесного расположения змеевиков и ограниченности срока ремонта не удается осмотреть или вырезать поврежденный участок и, оставляя змеевик в газоходе, приходится делать закоротку. Таким образом, характер некоторых повреждений остается невыясненным.

Значительная часть общего числа повреждений экономайзеров происходит вследствие золотого износа. В результате повреждения расположенной до экономайзера второй (по ходу воздуха) ступени воздухоподогревателя возрос и без того высокий коэффициент избытка воздуха, и скорости газов составляют величину порядка $9 \div 10 \text{ м/сек}$. Местные значения этих скоростей могут быть еще выше.

В капитальный ремонт прошлого года верхние и периферийные ряды змеевиков экономайзеров были защищены от износа манжетами; на внешних калачах также поставлена индивидуальная защита. Это мероприятие повысило надежность и сократило число повреждений, возникающих из-за золотого износа.

Однако следует учитывать, что установка манжет заметно сокращает живое сечение для прохода газов, в некоторой степени увеличивает износ находящихся ниже незащищенных змеевиков и, кроме того, ухудшает коэффициент теплопередачи². Помимо этого будет произведено уплотнение обмуровки и, следовательно, снижение избытка воздуха и скорости газов, что является действенным средством сокращения золотого износа.

Второе место по количеству повреждений, вызвавших остановки котлов, занимают повреждения арматуры. Среди них: расстройство фланцевых соединений, повреждение уплотнительных поверхностей, свищи в корпусе и др. Почти все они объясняются низким качеством изготовления арматуры, особенно первых годов выпуска. Остальных повреждений по количеству существенно меньше.

Аварии с пароперегревателями вызваны несоответствием качества металла условиям работы; повреждения экранов являются результатом отбраковки сварных стыков. Циркуляционных аварий за все время эксплуатации котлов высокого давления не было.

Важной эксплуатационной операцией является растопка котлов высокого давления. Имеющийся опыт показывает, что при достаточной

² При надлежащей установке манжет эти недостатки не должны иметь места. Р е д.

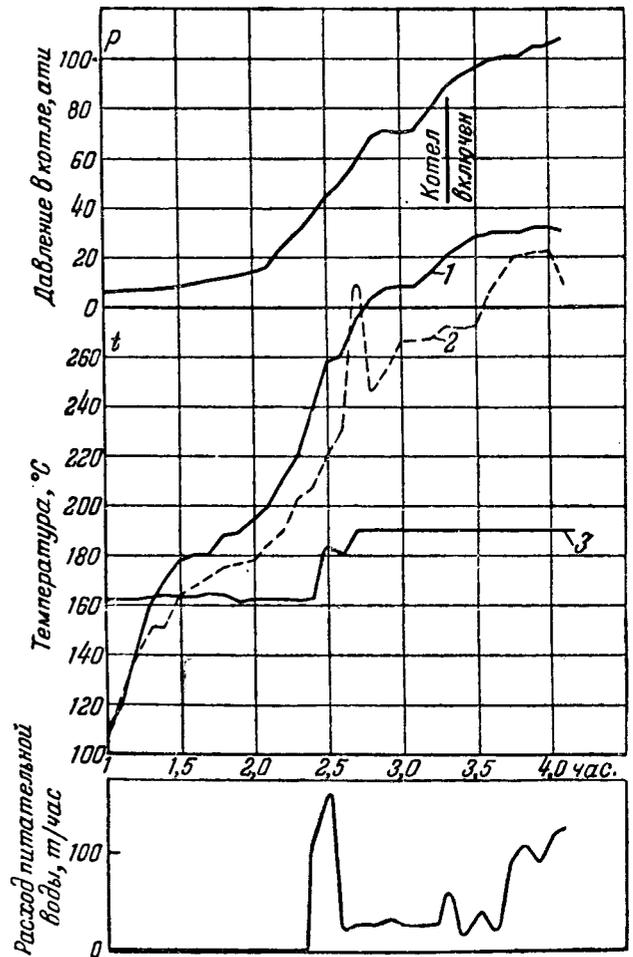


Рис. 1. График растопки котла.
1 — вода в выходном коллекторе экономайзера; 2 — змеевик на выходе;
3 — питательная вода.

пропускной способности продувочных трубопроводов (диаметр не менее 100 мм для котла $200 \div 220 \text{ т/час}$) растопка котла высокого давления с охлаждением перегревателя продувкой в атмосферу особых затруднений не вызывает. В первый период котлы растапливались до полного рабочего давления с продувкой пара через перегреватель в атмосферу.

Режим таких растопок устанавливался специальными испытаниями. В дальнейшем была смонтирована растопочная дроссельно-охлаждающая установка. Котлы теперь растапливаются до давления $37 \div 40 \text{ ат}$ с продувкой перегревателя в атмосферу, а затем продувочный пар используется в блоке среднего давления. Необходимости в использовании охлаждающей части установки не возникало.

Продолжительность растопки котла высокого давления определяется временем, необходимым для безопасного прогрева обмуровки и металлоконструкций котла; выдерживанием соответствия между количеством образующегося в экранной системе пара и количеством тепла газов, подводимого к перегревателю; временем, необходимым для прогрева паропроводов. Первые два фактора взаимосвязаны. Что касается третьего фактора, то он, как правило, решающего значения не имеет.

Во время одного из опытов по измерению температур фланцевого соединения паропровода

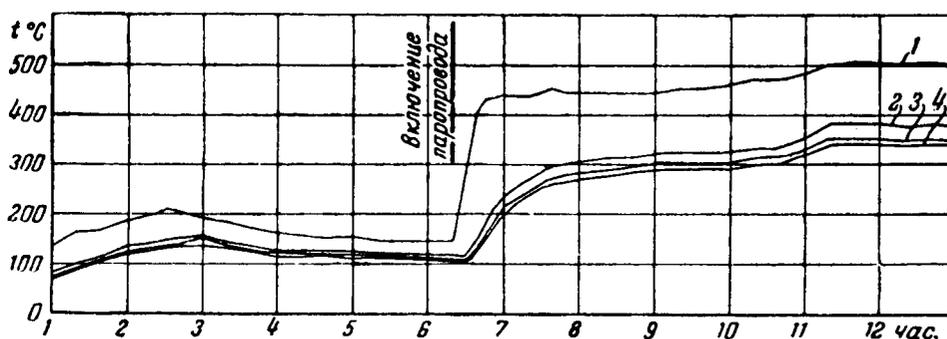


Рис. 2. Изменение температур фланцевого соединения при включении паропровода.

при растопке в результате неправильных действий персонала паропровод к турбине был включен сразу; перед этим он прогревался только за счет незначительного пропуска в запорной задвижке. На рис. 2 показано изменение температур наружной поверхности паропровода 1, наружной поверхности фланца 2, гайки 3 и шпильки 4. Участки, где производилось измерение, не были изолированы. Максимальная разница температур шпильки и фланца не превышает даже при таком прогреве 40°C , причем эта максимальная разница температур возникает не сразу, а несколько позже включения и, как показали опыты, при медленном прогреве эта разница такого же порядка. Подсчет показывает, что возникающие при этом дополнительные напряжения в шпильке не превышают 10 кг/см^2 . Такая дополнительная нагрузка при практически имеющейся температуре металла не является опасной для шпилек. Еще меньше можно беспокоиться за состояние крепежа фланцевых соединений при прогревах паропровода, производимых одновременно с растопкой котла.

При определении времени растопки по условиям приемлемого охлаждения перегревателя получается, что растопка холодного котла за срок менее 4 час. сопровождается недопустимыми повышениями температур перегретого пара. Продолжительность растопки установлена равной 4,5 часа. Разумеется, указанный срок зависит от конструкции котла и в конкретных условиях должен быть установлен опытным путем. Для этого первые растопки должны проводиться достаточно опытным инженером, который смог бы установить максимальную скорость подъема давления при допустимом росте температур. Все параметры работы агрегата и режим охлаждения пароперегревателя для возможности последующего анализа при этом должны фиксироваться.

Сравнивая работу двух типов пароохладителей — смешивающего, помещенного в рассечку между двумя ступенями перегревателя, и поверхностного на стороне насыщенного пара, — можно сделать следующие замечания. Пароохладители смешивающего типа обладают значительно меньшей инерцией, что создает преимущества в эксплуатации. Этими регуляторами можно свободно пользоваться при растопках котлов, так как количество впрыскиваемой воды никакими дополнительными условиями не ограничивается.

Значительная часть солей, вносимых в паровой тракт с водой, повидимому, оседает в пакете из колец пароохладителя, откуда удаляется

при промывках. Так, во время одной промывки отдельно корпуса пароохладителя, продолжавшейся 3 час. 50 мин., анализ средней пробы промывочной воды показал:

Щелочность . . .	$0,32^{\circ}\text{H}$
Жесткость . . .	$0,40^{\circ}\text{H}$
Хлориды	$1,00\text{ мг/л}$
Сульфаты	$9,44\text{ „}$
Кремнекислоты	Нет
Сухой остаток	$20,6\text{ мг/л}$

Заметных отложений в змеевиках второй ступени перегревателя при этом не наблюдается.

Пароохладители поверхностного типа значительно более инерционны, что создает затруднения и при ручной и при автоматической регулировке. При любой схеме включения работа такого пароохладителя влияет на режим питания котла, так как меняется гидродинамическая характеристика питательного тракта. Это усложняет работу и при ручном и при автоматическом регулировании. Таким образом, при условии питания котла чистым конденсатором смешивающие пароохладители, включенные в рассечку пароперегревателя, имеют значительные эксплуатационные преимущества. Выполненное при этом в агрегатах грэс разделение перегревателя на две симметрично расположенные в газоходе ступени целесообразно с точки зрения более равномерного распределения температур пара по змеевикам.

Трудности, возникающие в связи с большим расходом слюды для водоуказательной арматуры, выдвигают необходимость рациональной организации контроля режима питания. Расход слюды особенно велик в первый период эксплуатации. По мере приобретения персоналом навыков по тщательной очистке поверхностей перед установкой слюдяных пластин, равномерной затяжки шпилек при установке расход слюды снижается. Существенное влияние на продолжительность работы слюдяных пластин оказывают пуски и остановки агрегатов.

В 1949 г. расход слюды составил 43 пластинки размером $150 \times 25 \times 0,25\text{ мм}$ на каждые 720 час. работы котла. В первом квартале 1950 г. вследствие меньшего числа остановок котлов расход составил 34 пластинки на каждые 720 час. работы котла.

При наличии вполне надежных указателей уровня, способных заменить водоуказательные колонки, последние можно держать нормально отключенными и использовать только для периодического контроля.

Коэффициент полезного действия брутто котельных агрегатов при сжигании подмосковного угля определяется в конечном счете величиной потери тепла с отходящими газами. Остальные тепловые потери при удовлетворительной организации топочного режима малы и несущественно меняются в эксплуатации.

Частые случаи повреждений водяных экономайзеров котлов высокого давления помимо происходящих при этом загрязнений самих эконо-

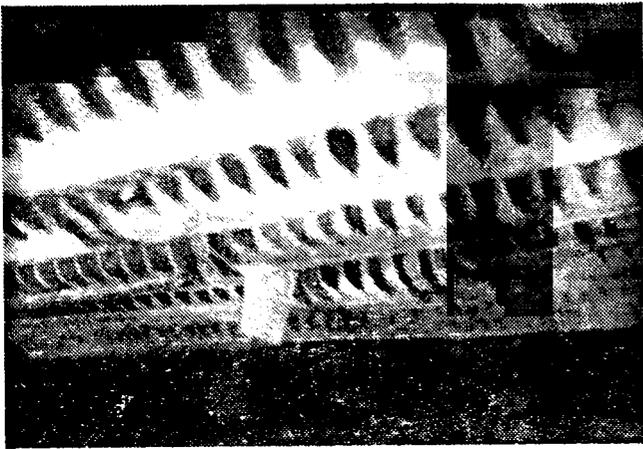


Рис. 3. Повреждения нижней части чугунных секций воздухоподогревателя второй ступени.

майзеров сопровождаются коррозионным разрушением воздухоподогревателей; влажной золой забиваются трубы трубчатых или щели пластинчатых воздухоподогревателей. Присутствие серы в золе топлива и в газах вызывает коррозию. Во время ремонтов поврежденные участки приходится заглушать, сокращая поверхность нагрева. В конечном счете, увеличивается потеря с отходящими газами. Остальные факторы, влияющие на экономичность агрегата, кроме потерь в окружающую среду, определяются конструктивными особенностями, а не спецификой работы на высоком давлении.

Из этих факторов следует отметить значительное разрушение чугунных элементов вторых ступеней воздухоподогревателей. Расположенные непосредственно за перегревателями в агрегатах № 2, 3, 4, 5, они работают фактически при температурах стенки $600 \div 650^\circ\text{C}$ (по данным теплового расчета температура стенки порядка 500°C). Повышенные против расчетных температуры объясняются как снижением, из-за шлакования, тепловосприятости экранных поверхностей, так и недостаточным использованием воздухоподогревателя.

В результате работы при таких температурах чугунные элементы имеют поперечные и продольные трещины и изломы; сам металл почти полностью перерожден. На рис. 3 показана нижняя часть второй ступени воздухоподогревателя с поврежденными элементами; в верхней части разрушения еще больше. Работа с такими разрушениями вызывает значительные потери тепла с отходящими газами и перерасход электрической энергии на тяго-дутьевые устройства. В результате эксплуатационный к. п. д. брутто котельных агрегатов № 2, 3, 4, 5 может быть оценен величиной $82 \div 84\%$ и агрегата ТП-230-1, у которого значительно меньше присосы по газовому тракту и ниже температура отходящих газов, примерно $86 \div 87\%$.

Рабочее давление весьма существенно влияет на потери пара и конденсата. В условиях совместной работы блоков высокого и среднего давления потери блока высокого давления восполняются конденсатом со ступени среднего давления, где недостаток конденсата покрывается химочи-

щенной водой. Поэтому увеличение потерь на блоке высокого давления делает напряженным водный режим котлов среднего давления, повышает непрерывную продувку последних и еще больше увеличивает потери.

Основным источником потерь является неплотная арматура дренажных линий паро- и водопроводов. Значительные потери возникают от неплотностей арматуры на линии продувок перегревателей и в результате расстройств фланцевых соединений питательных магистралей. Этому способствует переменный температурный режим при частых отключениях регенерации.

Ремонт дефектного участка при его отключении, как правило, невозможен, так как качество арматуры не обеспечивает достаточной плотности. Ремонт производится только при полной остановке блока высокого давления. Так как такие остановки редки, то часто приходится работать с увеличенными потерями. Для уменьшения потерь необходимо улучшить качество арматуры и увеличить ее производство для возможности замены неудовлетворительных конструкций первых выпусков.

Станцией сведено до возможного минимума количество дренажных точек по паропроводам и питательным магистральям. Так как котлы питаются чистым конденсатом, то представилось возможным отказаться от периодической продувки нижних точек экранной системы; периодическая продувка производится только при растопках котлов для выравнивания прогрева экранов при давлении $3\text{--}5\text{ ат}$ и по прямому назначению — всех нижних точек во время растопок и остановок котлов при давлении $30\text{--}35\text{ ат}$. Непрерывная продувка включается периодически в зависимости от баланса солей в котловой воде на $5\text{--}10$ мин. один раз в смену.

Развитие поверхности нагрева водяных экономайзеров и воздухоподогревателей установок высокого давления повышает их газовое сопротивление. Увеличение газового сопротивления вызывает увеличение расхода электроэнергии на тягу: даже при хорошей плотности газового тракта агрегата удельный расход электроэнергии на тягу для котлов высокого давления на $18\text{--}20\%$ выше, чем для котлов среднего давления. На расход электроэнергии влияет использование вентиляторов сушильно-мельничных систем.

Каждый котел оборудован двумя сушильно-мельничными системами. По мере наладки их эксплуатационная производительность была увеличена до $40\div 42\text{ т}$ угольной пыли в час. В результате оказалось возможным в котельной держать в резерве две-три системы. При этом вентиляторы ВМ-75/1200 используются на неэкономичном режиме — только для транспортировки пыли в топку, и расход электроэнергии на первичное дутье возрос до $2,5 \div 3,0\text{ квтч/т}$.

Малые зазоры в высоконапорных вентиляторах не позволяют использовать горячий воздух, и, следовательно, помимо перерасхода электроэнергии увеличиваются и тепловые потери котла. Было бы целесообразно в таких случаях к вентиляторам первичного воздуха устанавливать двухскоростные двигатели.



Футеровка из огнеупорных масс топки, работающей на антрацитовом штыбе

Инж. М. А. Ашмарин, инж. Г. Н. Васильева,
канд. техн. наук И. Я. Залкинд и инж. А. И. Красовицкий

В результате накопленного опыта по применению огнеупорных масс для футеровки отдельных участков обмуровки котельных агрегатов определены области применения огнеупорных бетонов, набивных масс, торкретов, обмазок и пр., разработан ряд новых составов масс для различных условий службы и найдены конструктивные решения, позволяющие полнее использовать достоинства огнеупорных масс и в значительной степени преодолеть их недостатки.

Найдено удовлетворительное решение задачи замены огнеупорными массами штучных огнеупоров, работающих в весьма тяжелых условиях, зажигательных поясов, сводов и других открытых частей обмуровки топок, что позволило в настоящее время перейти на обмуровку котлов, целиком выполненную из огнеупорных масс.

Приводимые ниже данные о службе бетонной обмуровки топки, работающей на АШ, дают возможность сопоставить их с данными работы топок на одной и той же станции, но имеющих кирпичную обмуровку.

Конструкция закрытой экранами обмуровки и применяемые массы

Обмуровка огнеупорными массами была выполнена на двух однотипных четырехбарабанных вертикально-водотрубных котлах производительностью 90/110 т/час.

Топка с факельным сжиганием АШ полностью экранирована плавниковыми трубами (диаметром 101 мм с шагом 155,5 мм); ширина плавников 25,4 мм; глубина топки 5 500 мм; ширина 6 700 мм.

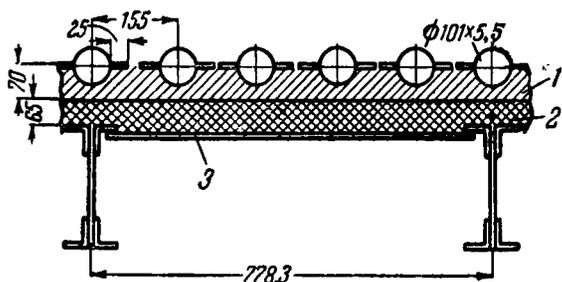


Рис. 1. Конструкция обмуровки.
1—огнеупорный бетон; 2—сжимаемая изоляция; 3—металлическая обшивка.

Тепловое напряжение при $D = 110$ т/час равно $162 \cdot 10^3$ ккал/м³ час.

Плавники и малый шаг труб экранов позволили выполнить обмуровку за трубами без специальной арматуры. Бетон наносился непосредственно на трубы сплошным слоем толщиной 70 мм (рис. 1).

За бетонной футеровкой расположена термоизоляция, состоящая из матрацев из шлаковаты и слоя стеклянной ваты, которые прижимаются к бетону металлической обшивкой котла. Вследствие высоких теплоизоляционных свойств шлаковаты вся толщина обмуровки не превышала 135 мм (от плавников).

Кроме того, из огнеупорного бетона толщиной ~400 мм выполнены неэкранированные углы топки. Площадь неэкранированной поверхности составляет ~12 м².

Футеровка защищенных экранами стен топок была выполнена из бетонов следующих составов:

	Рецептура 1	Рецептура 2
Глиноземистый цемент	20%	20%
Шамотный порошок	80%	75%
Огнеупорная глина	—	5%

Для футеровки углов топки был применен бетон по рецептуре 2, но с более крупным шамотом (частицы до 15 мм) с той целью, чтобы уменьшить линейные сокращения бетона при высоких температурах.

Гранулометрический состав шамота для бетона по рецептурам 1 и 2 был следующий:

Зерна более 3 мм	16,0%
„ от 1 до 3 мм	27,0%
„ „ 0,2 до 1 мм	20%
„ „ 0,088 до 0,2 мм	13%
„ менее 0,08 мм	24%

Огневые свойства бетона по рецептурам 1 и 2 практически лежали в одинаковых пределах и составляли по данным лабораторных испытаний:

Огнеупорность	1 360° С
Температура деформации при нагрузке 2 кг/см ²	
Начало размягчения	1 100° С
4% деформации	1 200° С
40% „	1 220° С
Полное разрушение	1 260° С

Временное сопротивление сжатию образцов из этих бетонов составляло:

	Рецептура 1	Рецептура 2
В сыром состоянии	162 кг/см ³	35 кг/см ³
После обжига на 200° С	55	13
400° С	38	16
600° С	62	17

Спекаемость при температуре обжига:

	750° С	1 100° С
Пористость	41,2%	22,2%
Объемный вес	1,63 г/см ³	1,83 г/см ³

Зажигательные пояса из огнеупорных масс

Первоначально в топках обоих агрегатов пояса были выполнены из шамотных фасонных кирпичей, которые подвешивались на экранные трубы на приваренных к ним небольших кронштейнах. Пояса были установлены на всех четырех стенах топков на высоте 5 м. Такие пояса работали очень недолго (от 2 до 3 недель), кирпичи оплавились, частично растрескались и пояса разрушились.

Причины разрушения огнеупоров зажигательных поясов заключаются в комплексном воздействии на них высоких температур и расплавленных шлаков топлива, причем последние оказывают на огнеупор химическое и эрозийное воздействие. Чем ниже температура на горячей стороне обмуровки, тем лучше она способствует химическому и истирающему воздействию расплавленных шлаков.

Температура на горячей стороне зажигательного пояса в свою очередь зависит от теплопроводности материала и толщины слоя. Оптимальная толщина пояса будет тем больше, а следовательно, и конструктивно прочнее, чем больше теплопроводность пояса.

В кирпичном зажигательном поясе неизбежные зазоры между кирпичом и трубой обуславливают значительное тепловое сопротивление, в связи с чем устанавливаются высокие температуры на горячей стороне пояса, в результате чего он быстро сплавляется и становится настолько тонким, что разрушается.

В связи с этим было решено испытать торкретные зажигательные пояса и пояса из тонкостенных кирпичей, выполненных по форме трубы, а следовательно, плотно к ней прилегающих.

Шиповые экраны являются более надежной конструкцией, так как обеспечивают удержание слоя огнеупорной массы. Сами же шипы в общей массе повышают теплопроводность слоя. Однако, так как массовая приварка шипов к трубам при выполнении данной работы оказалась затруднительной, то для торкретных поясов была разработана специальная арматура в виде прикладных шипов из проволоки или полосовой стали, изогнутых по трубе, и с приваренными к ним заранее шипами. Более простыми являются шипы, образованные скручиванием двух концов проволоки (рис. 2).

Прикладные шипы прикреплялись к плавникам, плотно охватывая трубу.

На одном из котлов был выполнен участок с приваренными к трубам шипами. Шипы длиной 18 мм и диаметром 15 мм приваривались к тру-

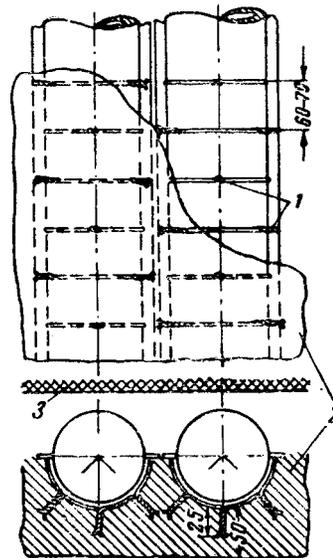


Рис. 2. Конструкция торкретного зажигательного пояса.

1—закрутки из проволоки; 2—торкрет; 3—обмуровка топки.

бе в шахматном порядке на расстоянии 40 мм друг от друга и 25÷30 мм между рядами. При каждой остановке котла шипы доваривались, и площадь участка была доведена до 4 м².

Пояс из тонкостенных скорлуп, посаженных на теплопроводной подмазке, был выполнен дважды — из скорлуп, приготовленных из шамотной массы и приготовленных из хромитовой массы. И в том и в другом случае пояс проработал очень недолго. Термические напряжения в скорлупах оказались настолько большими, что появлялись трещины в них и они обваливались.

На плохую стойкость скорлуп также имела влияние неналаженная работа горелок, вследствие чего пламя лизало фронтную и заднюю стены, где были установлены скорлупы пояса.

В топке с неналаженным режимом горения был устроен торкретный пояс из хромитовой массы на боковых стенах топки, а также на участке с приваренными шипами на фронтной стене (в середине стены). Торкрет готовился из хромитовой руды, измельченной до следующего гранулометрического состава:

Остаток на сите 4 мм	1,2%
3 мм	3,3%
2 мм	7,8%
1 мм	10,6%
0,6 мм	8,5%
0,2 мм	15,9%
0,06 мм	32%
Прошло через сито 0,06 мм	21,6%

Масса для торкретирования была составлена из 90% хромита, 4% глины и 6% жидкого стекла. Торкрет накладывался вручную слоем 40—50 мм.

По лабораторным данным огнеупорность хромита выше 1 700° С, а готовой массы — 1 690° С.

После 3 мес. работы котла хромитовый пояс выгорел, на участке же с приваренными шипами остался сплошной тонкий слой, закрывающий шипы.

Неналаженность работы горелок, влияющая на стойкость зажигательного пояса, сказалась в том, что не удавалось выявить наиболее напряженные участки, соответствующие максимальному износу огнеупора, для которых необходимо было идти на устройство более дорогого, но стойкого закрытия экранных труб. В результате этого наблюдалось различное состояние футеровки одного и того же участка при остановках котла. Однако уже в этих условиях выявилась относительно лучшая стойкость торкретных закрытий и, учитывая их простоту и большую дешевизну, было решено дальнейшую работу проводить с торкретными зажигательными поясами.

На этом же котле после наладки режима работы был вторично установлен торкретный пояс из полученной с Часовярского огнеупорного завода готовой хромитовой массы под маркой ПХМ-6, которая по гранулометрическому составу была близка к предыдущей массе.

На другом котле был сделан торкретный пояс из шамотной массы, состоящей из 80% шамотного порошка, 20% огнеупорной глины и 4% (сверх 100%) жидкого стекла. Глина и шамот брались Кировского месторождения (40% Al_2O_3). Гранулометрический состав шамота:

Частицы размером более 2 мм	33%
1 "	18%
менее 1 "	48%

Кроме того, в виде небольших участков в качестве торкретных масс были опробованы многошамотные высокоглиноземистые материалы.

Стойкость обмуровки в эксплуатации

За 1÷1,5 года работы котлов наибольшим разрушениям подвергалась футеровка зажигательных поясов. В условиях неналаженного режима (от 1 до 4 мес.) работы котлов стойкость торкретных поясов из хромитовой массы для фронтальной и задней стен не превышала 1/2—1 мес., а для боковых стен — 2÷3 мес. Торкрет срабатывался до толщины слоя 5÷10 мм.

После наладки режима работы котла длительность службы торкретных поясов сильно возросла, и четко наметились участки с различной степенью износа огнеупоров. Выявилась вполне устойчивая и длительная работа торкретного зажигательного пояса на боковых стенах и на фронтальной и задней — на расстоянии 1÷1,5 м от углов топки. На этих участках после первых 3÷4 мес. устанавливался слой торкрета толщиной около 20 мм, который не срабатывался в течение почти года.

Во время текущих ремонтов котла возобновлялись только отдельные участки общей площадью до 10 м², главным образом в верхней части зажигательного пояса. На основании этого конструкцию прикладных шипов и принятые составы торкретных масс следует считать для этих участков удовлетворительными.

Торкретный зажигательный пояс в середине фронтальной и задней стен срабатывался по истечении 2 мес., за исключением участка с приваренными шипами, который был в хорошем со-

стоянии, с оставшимся слоем торкрета в 5÷10 мм. При срабатывании слоя торкрета на прикладных шипах они тоже сгорали.

Наличие устойчивого зажигательного пояса на боковых стенах и частично на фронтальной и задней при налаженной работе горелок обеспечило нормальную работу котла.

В связи с перебоями в получении хромитовой руды и приготовлением массы, часть пояса, как уже было сказано, выполнялась из шамотной массы с высоким содержанием глинозема. Существенной разницы в стойкости шамотного и хромитового пояса не наблюдалось.

Однако хромитовая масса приведенного гранулометрического состава является более удобной при наладывании на трубы вследствие лучшей прилипания к ним и лучшего спекания при высоких температурах. Кроме того, исследованиями выяснено, что уже при температурах 700÷750°С хромитовая масса указанных составов приобретает пластическое состояние, т. е. делается способной претерпевать небольшие деформации без разрушения массы. Указанное свойство дает возможность хромитовому слою деформироваться без разрушения, следуя за расширением труб.

В работе котла за описанный период не наблюдалось каких-либо дефектов, связанных с разрушением бетонной обмуровки за экранными трубами. Поэтому осмотр состояния бетона впервые был произведен после одного года работы котла, при остановке его в капитальный ремонт.

Обмуровка одного из описываемых котлов была произведена импортным бетоном «Дюракс», другого котла — бетоном на глиноземистом цементе Пашийского завода приведенного выше состава с шамотным заполнителем Семилукского огнеупорного завода.

При осмотре обмуровки обнаружилось растрескивание импортного бетона на некоторых участках, в связи с чем эти участки были заменены отечественным бетоном на глиноземистом цементе.

На другом котле в бетоне на глиноземистом цементе были замечены только волосяные трещины, находящиеся на расстоянии 200÷300 мм друг от друга. Бетон ремонта не потребовал, и котел продолжает работать до сего времени.

В бетоне обмуровки углов топки, имеющих неэкранированную поверхность, никаких дефектов обнаружено не было. Выломанный из этой части кусок бетона подвергся лабораторным испытаниям, которые показали:

Водопоглощение	24%
Объемный вес	1,6 г/см ³
Пористость	39%
Предел прочности на сжатие	25 кг/см ²

Причиной возникновения обнаруженных в бетоне волосяных трещин, судя по их направлению (в основном — параллельно экранным трубам), следует считать возникновение напряжений между трубами и бетоном при расширении труб¹. Наличие указанных волосяных трещин

¹ Тонкие трещины в огнеупорных бетонах возникают часто, если доза глиноземистого цемента в массе превышает 20%. Р е д.

при данной конструкции обмуровки не вызывало каких-либо осложнений. Образование этих трещин можно избежать применением состава бетонов, допускающих небольшие температурные деформации, либо конструктивными мероприятиями, улучшающими армирование бетона или обеспечивающими свободное расширение труб².

Сопоставление расходов на обмуровку котлов, выполненную из шамотных кирпичей и из бетонов

Расход огнеупорных материалов, стоимость их и затраты рабочей силы на ремонт обмуровки топки двух котлов с кирпичной обмуровкой и двух котлов с бетонной обмуровкой, имеющих одинаковую производительность, составляют:

За 1949 г. За I полугодие 1950 г.

I. Котлы с кирпичной обмуровкой	
Расход огнеупорного кирпича	195 т 80 т
Стоимость материала	121 500 руб. 41 500 руб.
Стоимость работ	179 500 64 200
Общая стоимость	301 000 105 700
II. Котлы с бетонной обмуровкой	
Расход шамотной и хромитовой массы	30,1 т
Стоимость материала	3 200 руб.
Стоимость работ	10 000
Общая стоимость	13 200

При монтаже первоначальные затраты составили:

1) для котлов с кирпичной обмуровкой — шамотного кирпича 180 т, в том числе 40% дорогостоящего фасонного кирпича;

2) для котлов с бетонной обмуровкой — огнеупорных масс 50 т.

Экономия в стоимости материалов для устройства бетонной обмуровки составляет 40% от стоимости материалов для кирпичной обмуровки и по рабочей силе — 60%. Следует также отметить, что работы по бетонной обмуровке не требуют большого количества обмуровщиков высокой квалификации.

² Следует особо подчеркнуть важное значение хорошо налаженного топочного режима для долговечности зажигательного пояса любой конструкции. Р е д.

Выводы

1. Преимуществами обмуровок из огнеупорных масс отечественного производства являются:

а) экономия расхода на ремонт обмуровки наиболее ценных видов шамотного огнеупора (для рассматриваемого котла более 150 т/год);

б) экономия огнеупоров на обмуровку при монтаже котла (более 100 т на 1 котел);

в) простота устройства и ремонта обмуровки.

2. В качестве зажигательного пояса может быть применен шиповой экран, закрытый торкретом, который при сравнительно низких температурных условиях топки может выполняться в виде прикладных шипов, а при высоких температурах в топке — в виде приварных шипов. Испытания торкретных зажигательных поясов с шипами показали их преимущества перед зажигательными поясами из огнеупорных изделий.

3. Бетонная обмуровка полностью может быть выполнена на современном котельном агрегате, работающем на любом топливе и имеющем шаг экранов менее 1,5 д. При «сплошном» экранировании или при наличии плавниковых труб бетонная обмуровка за трубами крепится непосредственно к трубам экранов, а при большом шаге экранов (более 1,5 д) необходимо специальное крепление обмуровки.

4. Дальнейшие работы по внедрению бетонных обмуровок должны вестись в следующих направлениях:

а) проектирование и производственные испытания бетонных обмуровок на котлах других типов и в первую очередь на серийных котлах, выпускаемых отечественной промышленностью;

б) дальнейшее усовершенствование составов огнеупорных бетонов, в основном производимое путем сопоставления отдельных составов масс в одних и тех же условиях на работающих котлах или на специальной опытной установке полупроизводственного типа;

в) изыскание более стойких огнеупорных масс для закрытия экранов с огневой стороны топки и централизованное изготовление разработанных в настоящее время огнеупорных масс (пластичный хром, шамотная масса с повышенным содержанием глинозема);

г) дальнейшее усовершенствование приварки шипов, дающее возможность производить шипование в условиях уже смонтированных топков.



Механизация притирки арматуры

Инж. М. И. Имбрицкий

Ручная притирка уплотнительных поверхностей арматуры является весьма трудоемкой ремонтной операцией, требующей к тому же высокой квалификации исполнителя.

В связи с этим представляет практический интерес механизация процесса притирки уплотнительных поверхностей. Ниже приведены основные требования к подобным механизмам и некоторые приспособления, применяемые на практике.

Основными условиями, обеспечивающими рациональный процесс притирки арматуры, являются:

1) правильно выбранное удельное давление в зависимости от характера обработки: для грубой (предварительной) притирки 1 кг/см^2 , для более тонкой притирки и доводки $0,5 \text{ кг/см}^2$;

2) обязательное применение специальных чугунов притирок правильно выбранной твердости и марки; наилучшим для этой цели является перлитный чугун;

3) правильная подготовка поверхности чугунных притирок (шаржирование) с помощью абразивных материалов в зависимости от рода выполняемой работы (грубая притирка, средняя, тонкая);

4) правильная схема относительного движения притира и обрабатываемой поверхности, чтобы абразивное зерно при движениях притира возможно меньше повторяло свои предыдущие траектории; для этого рабочее движение притира должно быть колебательным: возвратно-поступательным или возвратно-вращательным;

5) устройство направляющих у притира, исключающих возможность образования завалов по краям обрабатываемой поверхности;

6) правильный выбор притирочных материалов в зависимости от марок сталей и характера обработки уплотнительных поверхностей арматуры.

Перед притиркой поверхность должна быть тщательно подготовлена, так как этот вид обработки, чрезвычайно медленно удаляющий металл, экономически выгоден только при минимальных припусках.

Притирку можно считать законченной после того, как на уплотнительных поверхностях появится замкнутое уплотнительное кольцо серо-матового оттенка. Ширина этого кольца должна быть лишь немного меньше ширины притираемого кольца. Чем шире уплотнительное кольцо, тем меньше возможная утечка среды.

Окончательным контролем качества притирки уплотняющих поверхностей арматуры является гидравлическое испытание арматуры.

Для целей притирки поверхностей в разных отраслях промышленности применяются станки для притирки шеек коленчатых валов, колец шарикоподшипников, поршневых пальцев, для притирки плоских поверхностей деталей и др.

Представляет интерес для рассматриваемого вопроса станок для притирки клапанов, серийно выпускаемый заводами Министерства авиационной промышленности (рис. 1).

В станке осуществляются следующие движения: подъем и опускание клапана и периодические повороты его на требуемый угол в ту или другую сторону с необходимой скоростью.

Ряд приспособлений, разработанных Оргрэн, ОКБ Главпромэнергомонтаж, ЦЭМ на электростанциях, разрешают главным образом задачу подготовки поверхности под притирку. Собственно же притирка и доводка, как правило, производятся вручную.

Имелись попытки использовать для целей притирки пневматический привод (рис. 2), но к положительным результатам они не привели. Основной причиной этой неудачи являются высокие скорости притира и отсутствие его возвратно-поступательного движения.

При производстве притирки следует обеспечить скорость рабочего движения от 6 до 30 м/мин ¹. Чем выше требования к чистоте обрабатываемой поверхности, тем ниже должна быть скорость. При правильно выбранной скорости обработанная поверхность должна быть матовой, с мельчайшей сеткой пересекающихся штрихов (представляющих собой следы движения отдельных абразивных зерен).

На некоторых электростанциях для механизации притирки арматуры используются сверлильные станки.

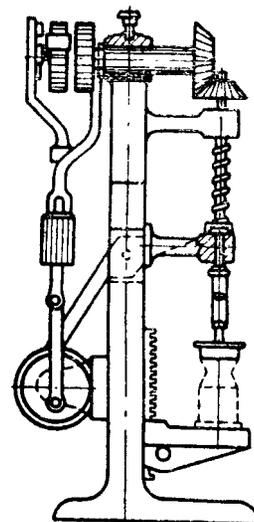


Рис. 1. Станок для притирки клапанов.

¹ А. И. Каширин, Технология машиностроения М. — Л., Машгиз, 1949 г.

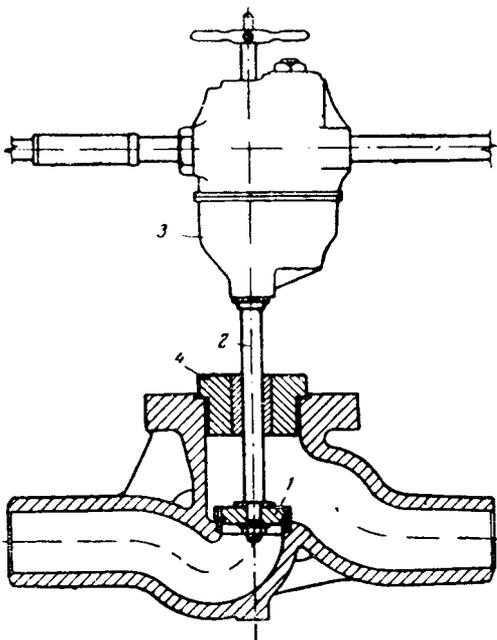


Рис. 2. Приспособление для обработки уплотнительных поверхностей арматуры.
1 — притир; 2 — шпindel; 3 — пневмомашинка; 4 — направляющий диск.

Так, на грэс № 5 Мосэнерго рабочим т. Зайцевым была произведена модернизация сверлильного станка для целей притирки (рис. 3): от электродвигателя 1 движение передается на трансмиссию 2, затем на вал 3, на котором закреплен эксцентриковый привод 6, передающий движение к верхнему валу 4, благодаря чему шпindel станка 5 получает колебательное движение. Приспособление требует доработки в части обеспечения необходимого давления на притир и возможности перемещения притира (или изделия) из одного рабочего положения в другое; тем не менее, оно представляет интерес, так как все же ускоряет работу по притирке; доводка притирки требуется ручная.

Тов. Митрушин (Теплосеть Ленэнерго) предложил простое приспособление для притирки колец задвижек (рис. 4). На нем одновременно притирается от 2 до 14 задвижек, причем участие рабочего сводится к установке задвижек, перемещению их на 90° в процессе притирки и наблюдению за притиркой. Проведенные испытания показали, что грубая притирка 12 задвижек диаметром 100 мм (по 6 задвижек с каждой стороны установки) на мелком наждачном порошке продолжалась 30 мин.

На рис. 5 показана принципиальная схема приспособления. Установка монтируется на фундаментной плите. Задвижки со снятыми крышками крепятся на плите на съемных сменных швеллерах и соединяются между собой накладной планкой с болтами, а крайние задвижки крепятся к плите установки. Шток каждой задвижки соединен с шатуном при помощи свободно надеваемых хомутиков. Притирка происходит равномерно, без толчков, что облегчается двусторонней установкой задвижек с движением штоков в противоположных направлениях.

Приспособление т. Митрушина, как и приспособление т. Зайцева, требует конструктивной

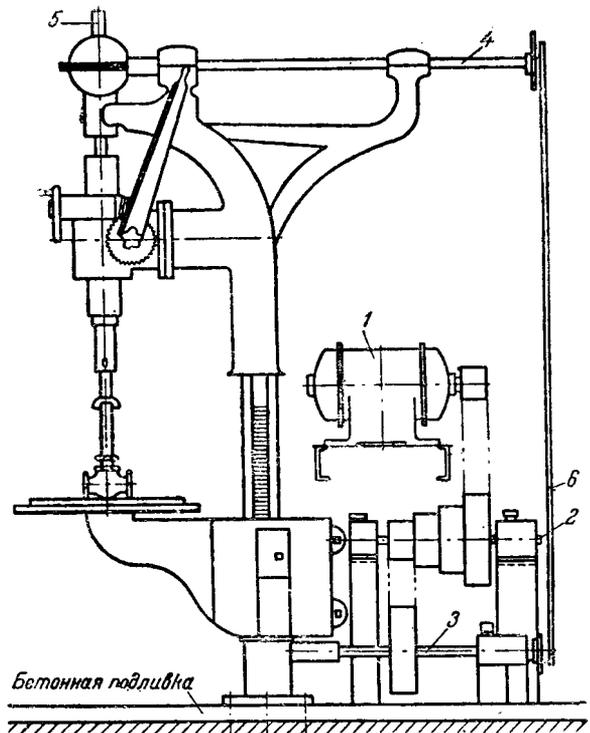


Рис. 3. Модернизация сверлильного станка для притирки арматуры.

доработки, однако его применение и в данном выполнении целесообразно, так как значительно повышает производительность труда.

Ленинградским отделением ОКБ спроектировано приспособление для притирки вручную уплотняющих поверхностей арматуры (рис. 6), представляющее технический интерес для дальнейших разработок этого вопроса. Давление притира в этом приспособлении может регулироваться в зависимости от характера притирки (грубая, тонкая) с помощью специальной пружины 3.

Притир специальной конструкции имеет две рабочие поверхности: 2 — для грубой притирки и 3 — для окончательной притирки (доводки). Эти устройства вполне рациональны и могут быть использованы в описанных приспособлениях тт. Зайцева и Митрушина.

Трест Союзэнергоремонт разработал приспособление для механизации притирки арматуры с помощью вертикально-сверлильного станка (рис. 7). Оно состоит из вертикального валика 11, к которому приварена кулиса 2, получающая качательное движение от кривошипа 7—8, встав-

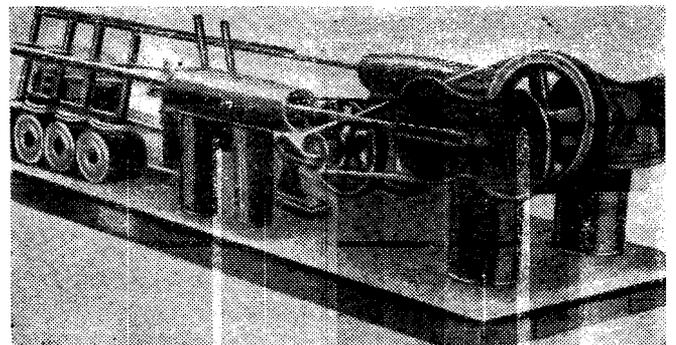


Рис. 4. Приспособление для притирки задвижек.

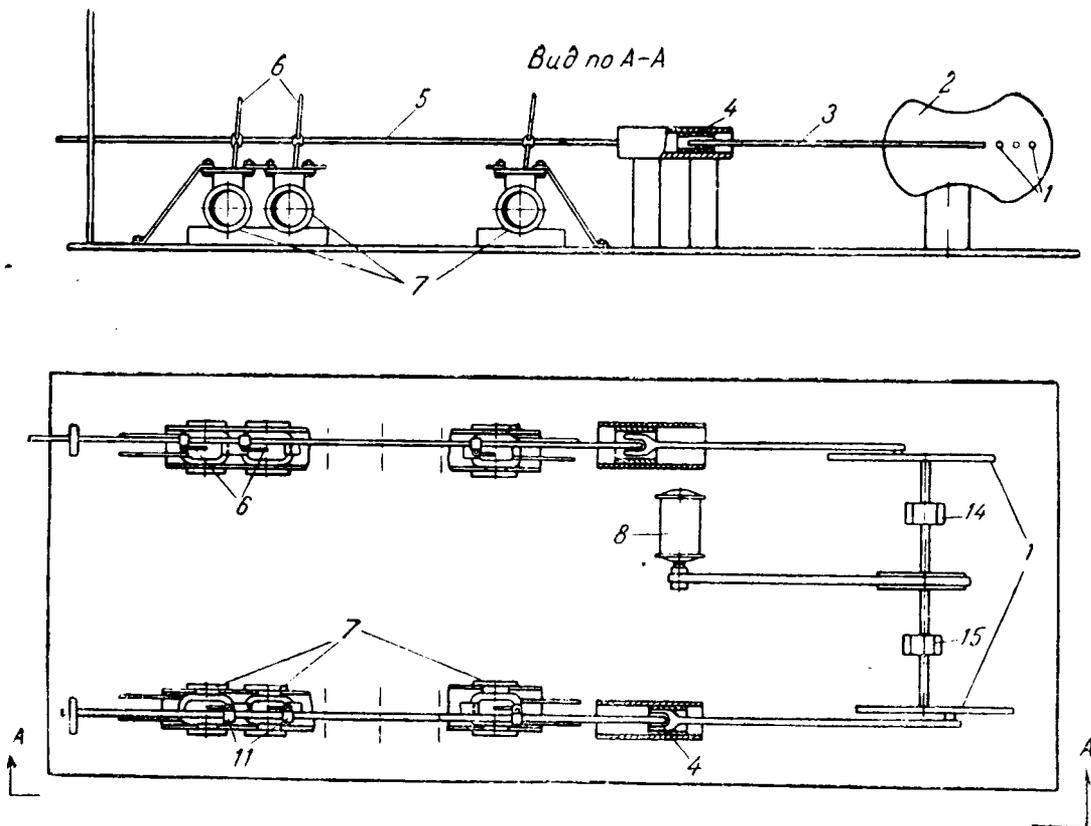


Рис. 5. Принципиальная схема приспособления для притирки колец задвижек.
 1 — эксцентрики; 2 — отверстия для притирки задвижек разных размеров; 3 — шток; 4 — ползун; 5 — шатун;
 6 — штоки задвижек; 7 — притираемые задвижки; 8 — электродвигатель.

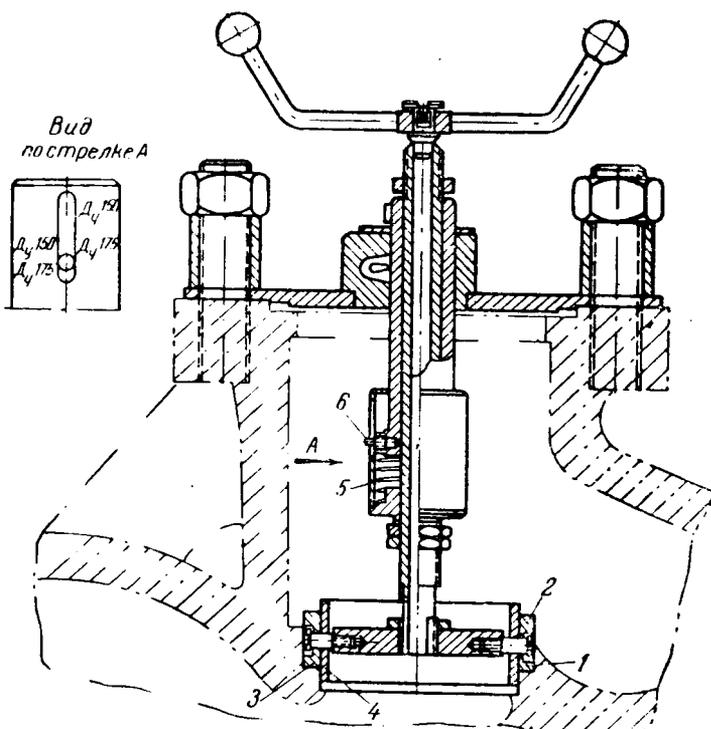


Рис. 6. Приспособление для притирки гнезд и седел
 вентиля и обратного клапана.
 1 — притир; 2 — рабочая поверхность для грубой притирки; 3 — рабочая
 поверхность для окончательной притирки; 4 — направляющая втулка;
 5 — пружина; 6 — указатель.

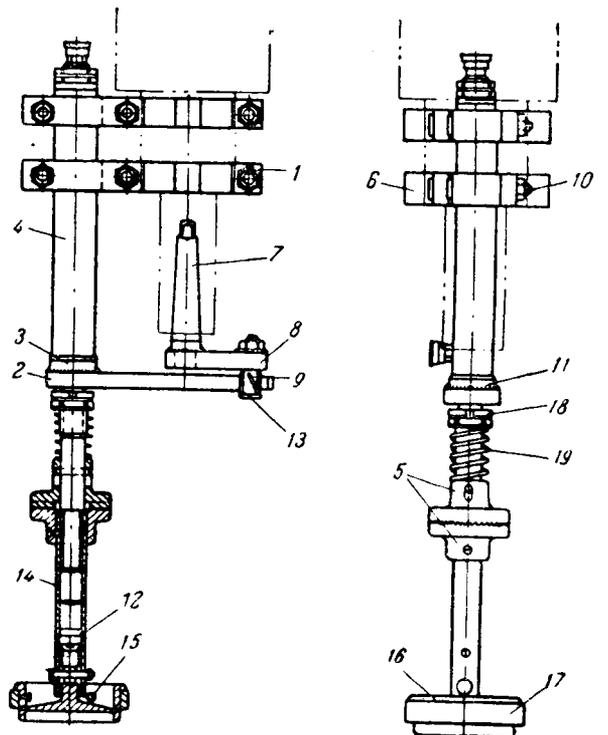


Рис. 7. Конструкция приспособления
 для механизации притирки арматуры.

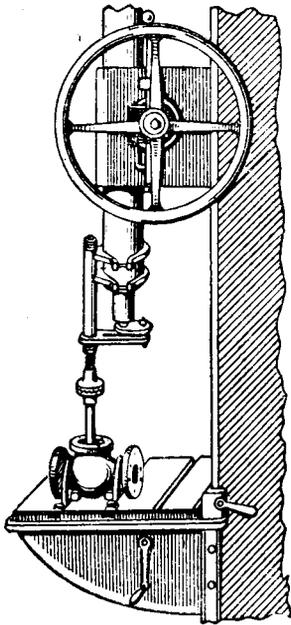


Рис. 8. Установка арматуры и приспособления на станке.

ленного в шпиндель сверлильного станка. Кривошип 8 имеет палец 9, снабженный роликом 13, который перемещается в прорезе кулисы. Валик 11 вращается во втулках 3 трубки 4, укрепляемой при помощи хомутов 6 на пиноли сверлильного станка, имеющей вертикальное перемещение от рукоятки подачи. Нижним концом валик 11 входит в трубу 14, к которой крепится сменная головка 16 с чугунным кольцевым притиром 17. Головка 16 имеет форму чашки с болтами 15 для крепления притира и несколькими радиальными наклонными отверстиями для подачи притирочной смеси к притираемым поверхностям. К трубе 14 головка 16 крепится шарнирно, опираясь на шаровую поверхность упора 12. Валик 11 сцепляется с трубой 14 при помощи зубчатой муфты 5. При чрезмерном нажатии на притир муфта размыкается и притир при качании валика 11 остается на месте. Усилие, передаваемое муфтой, регулируется гайками 18, сжимающими пружину 19, и может быть установлено в зависимости от требований притирки.

Хомуты (кронштейны) 1 приспособления сделаны с расчетом установки их на пиноли любого сверлильного станка, имеющей диаметр от 60 до 100 мм. Конусы 7 кривошипа делаются сменными для разных размеров станков.

Труба 4 может передвигаться в осевом на-

правлении по отношению к хомутам 1 и закрепляется в нужном положении болтом 10, что дает возможность регулировать высоту установки приспособления в зависимости от длины конца шпинделя сверлильного станка, выступающего из пиноли.

Сменные головки 16 и притиры 17 выполняются по размерам имеющейся на электростанции арматуры, причем клапаны арматуры также притираются данным приспособлением, но сам чугунный притир 17 выполняется для этого в виде трубы, выступающей за пределы головки 16 и надеваемой при притирке на направляющий хвост клапана.

При ремонте сильно поврежденных седел арматуры, имеющих раковины глубиной более 1 мм, седло обрабатывается наждачным камнем на том же станке до получения гладкой поверхности, а затем притирается при помощи приспособления. Установка арматуры и приспособления на станке показана на рис. 8.

Испытания приспособления были произведены в июле 1950 г. на сверлильном станке типа 2135 завода им. Ленина. Для испытания был взят изношенный клапан парового вентиля диаметром 76 мм. Притирка производилась чугунным притиром с применением пасты карбид-бора № 40, изготовляемой лабораторией твердых сплавов Орггрэс. Шаровой шарнир на оси притира обеспечивал самоустановку притира и равномерное нажатие на все точки притираемых поверхностей.

При чрезмерном нажатии на рукоятку подачи шпинделя муфта автоматически отключалась и притир оставался на месте, что исключало возможность задира притираемой поверхности.

После обработки в течение 10 мин. (включая и время на регулировку нажатия пружины) уплотнительная поверхность кольца была притерта до рабочего состояния, имевшиеся риски и раковины полностью выведены, и кольцо по всей окружности имело гладкую матовую поверхность.

Приспособление Союзэнергоремонта является значительным шагом в направлении механизации притирки, однако и оно требует улучшений в части регулировки удельного давления, а также конструкции притира. Тем не менее, применение этого приспособления уже сейчас дает значительный эффект и может быть рекомендовано.

Одновременно с внедрением лучших из описанных приспособлений необходимо продолжать работу по конструированию и проверке новых приспособлений, используя накопленный опыт и всемерно привлекая к этим вопросам рационализаторскую мысль работников электростанций.

□ □ □

ВОЛОГОДСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ
УНИВЕРСАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА

Эксплуатация электростанции с автоматическим управлением тепловыми процессами

Инж. В. Н. Карпинский

За годы послевоенной сталинской пятилетки широко внедрена автоматизация процессов на тепловых электростанциях СССР. В связи с успехами, достигнутыми в этой области, представляет интерес опыт четырехлетней эксплуатации электростанции, применившей широкую автоматизацию тепловых процессов.

На трех котлах II очереди паропроизводительностью 52—66 т/час, давлением пара 48 ат с температурой перегрева пара 402° С, с 1945—1946 гг. автоматически регулируются горение, питание, загрузка углем мельниц и на одном котле температура перегретого пара. Автоматика на котлах пневматического действия.

В машинном цехе автоматически регулируются: уровень воды в конденсаторе одной турбины, установка водородного охлаждения генератора, уровень воды в деаэраторе, дроссельно-увлажнительная установка 48/28 ат.

На двух котлах I очереди НЗЛ 60/75 т/час среднего давления силами электростанции за два последних года автоматизирован ряд процессов.

Для этой цели использованы изготовленные в лаборатории теплоизмерительных приборов и мастеровских электростанции приборы и оставшееся оборудование автоматики II очереди. На обоих котлах I очереди установлены трехимпульсные регуляторы питания, автоматизированы регулирование тяги, загрузка шаровых мельниц типа 287/430, подпитка подогревателей отопления станции и поселка, заканчиваются работы по автоматическому регулированию горения.

На рис. 1 приведена схема автоматического регулирования одного котла II очереди; схемы остальных котлов II очереди отличаются от нее отсутствием регуляторов перегрева пара.

На каждом котле установлены две среднеходовые фрикционно-шаровые мельницы. Загрузка мельницы углем регулируется по их сопротивлению и по расходу воздуха через мельницы. Регулятор 5 воздействует на двухскоростной электродвигатель питателя сырого угля мельницы, переключая его с 1500 об/мин на 750 об/мин или полностью останавливая.

Подача топлива и воздуха в топку котлов регулируется в зависимости от изменения давления пара в паровом коллекторе 9.

По проектной схеме автоматики горения общий для котлов главный регулятор 1 воздействует на сервомоторы шиберов вторичного воздуха всех подключенных на автоматическое управление го-

рением котлов при снижении (увеличении) давления пара, увеличивая (уменьшая) давление вторичного воздуха в коробах горелок. Изменение давления вторичного воздуха приводит в действие регуляторы топлива котлов, которые воздействуют на сервомоторы шиберов первичного воздуха и изменяют подачу пыли из мельниц. Расход вторичного воздуха на каждом котле корректируется регулятором пар — воздух.

Регуляторы топлива достаточно чувствительно работают при давлении вторичного воздуха в коробе горелок около 30 мм вод. ст. и изменениях давления на 10—20 мм вод. ст.

Котлы работают на промпродукте мокрого обогащения с резко колеблющейся в течение суток и по сменам влажностью и зольностью топлива.

При поступлении угля с повышенной зольностью и влажностью увеличивается расход первичного воздуха, и до минимума следует сокращать расход вторичного воздуха, оставляя незначительную подачу его для охлаждения жалюзи горелок.

В этих условиях регуляторы топлива работать не могут, в связи с чем схема автоматического регулирования горения была переделана (рис. 2). По этой схеме главный регулятор действует на сервомоторы первичного воздуха всех подключенных на автоматическое регулирование котлов, а регуляторы пар — воздух регулируют поступление вторичного воздуха.

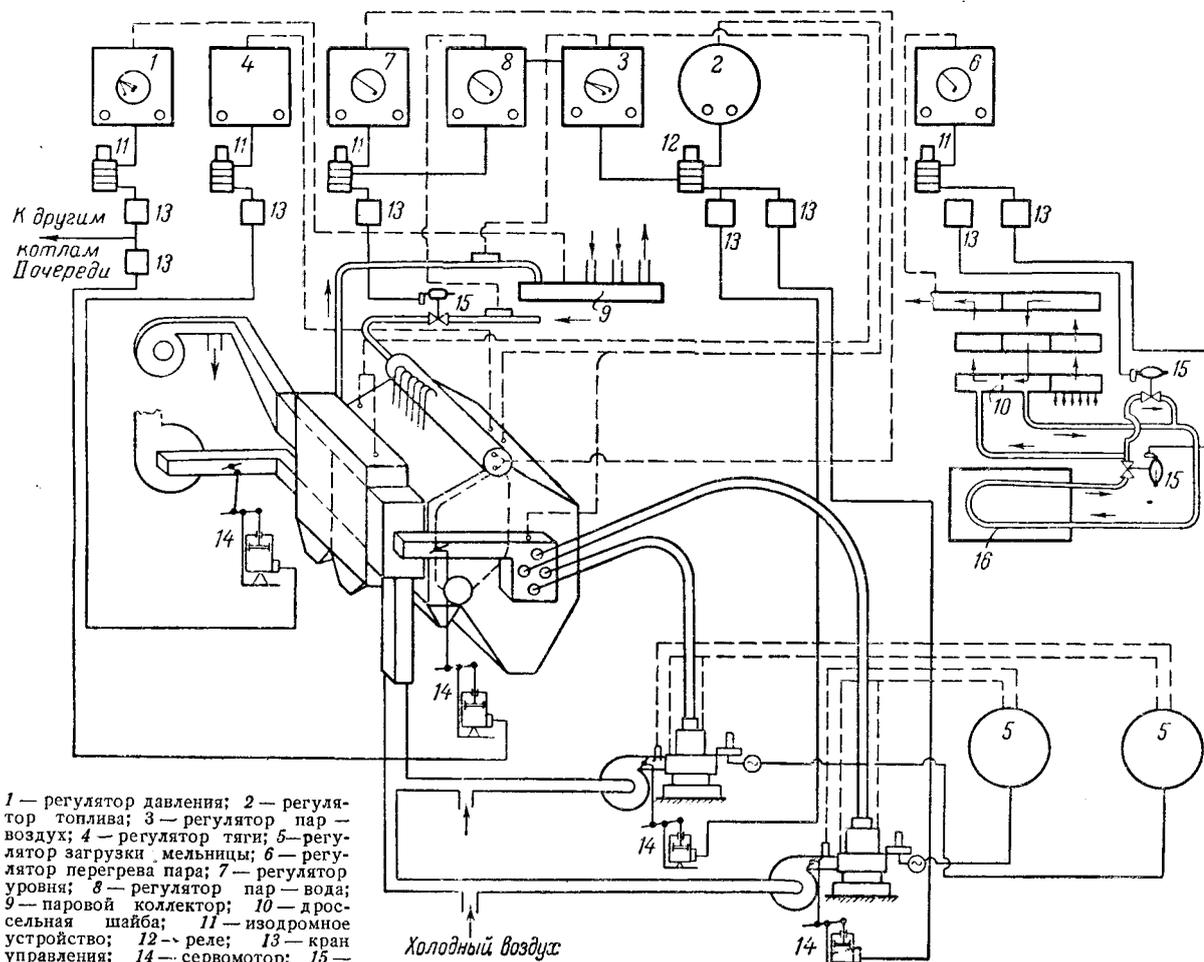
После произведенной переделки работа котлов при автоматическом управлении горения стала значительно надежней; при изменении нагрузки на величину до 50% номинальной производительности котлов не требовалось вмешательства персонала.

Регуляторы тяги, независимо от нагрузки котлов, поддерживают постоянное разрежение в топках, воздействуя на шиберы тяги.

Регуляторы дроссельной установки 48/28 ат и уровня в конденсаторе второй турбины пневматического действия выполнены по схеме: изодромный регулятор — кран управления — сервомотор.

Монтаж оборудования автоматики производился силами электростанции; работы проводились бригадой из четырех—пяти человек.

Пуск первого смонтированного котла II очереди производился при ручном управлении; окончание монтажа автоматики задержалось примерно на 2 недели. Пуск остальных котлов, дроссельной установки, водородного охлаждения генера-



1 — регулятор давления; 2 — регулятор топлива; 3 — регулятор пар — воздух; 4 — регулятор тяги; 5 — регулятор загрузки мельницы; 6 — регулятор перегрева пара; 7 — регулятор уровня; 8 — регулятор пар — вода; 9 — паровой коллектор; 10 — дрoссельная шайба; 11 — изодромное устройство; 12 — реле; 13 — кран управления; 14 — сервомотор; 15 — мембранный клапан; 16 — парохладитель в нижнем барабане котла.

Рис. 1. Схема автоматического управления котлом II очереди грес.

тора производился при наличии автоматического управления.

Наладка автоматики на первом пущенном котле продолжалась около месяца; такой относительно длительный срок наладки потребовался в связи с необходимостью изучить оборудование. Наладка автоматики на остальных котлах и пневматических регуляторов на другом оборудовании производилась силами электростанции и значительно быстрее.

Работа регуляторов, кранов управления сервомоторов предварительно проверялась и наладывалась перед пуском агрегатов. Регуляторы за-

грузки мельниц и тяги, после незначительной подрегулировки на работающем котле, сразу включались в работу во время первой пробной растопки.

Наладка регуляторов питания также не встречала значительных трудностей. Первое время при работе двух котлов имело место значительное циклическое колебание расхода питательной воды, впоследствии устраненное.

Наладка автоматики горения, потребовавшая переделки проектной схемы, была связана с значительными трудностями.

Автоматизация тепловых процессов позволила значительно сократить обслуживающий персонал котельного и машинного цехов.

Три котла II очереди обслуживаются одним кочегаром; управление и приборы этих котлов сосредоточены на одном тепловом щите.

Котлы с момента пуска работают без водосмотров. При аварийном отключении регуляторов питания в качестве водосмотров должны работать дежурный слесарь котельной и обдувщик, которые прошли соответствующее обучение.

С переводом на автоматическое регулирование питания два котла I очереди обслуживаются одним водосмотром вместо двух. При работе пяти котлов дежурный персонал смены котельной состоит из 13 чел.: дежурного теплотехника, старшего кочегара, водосмотра, дежурного по дымо-сосам, дежурного по вентиляторам, дежурного слесаря, обдувщика, зольщика, трех кочегаров и двух дежурных по мельницам. Благодаря автома-

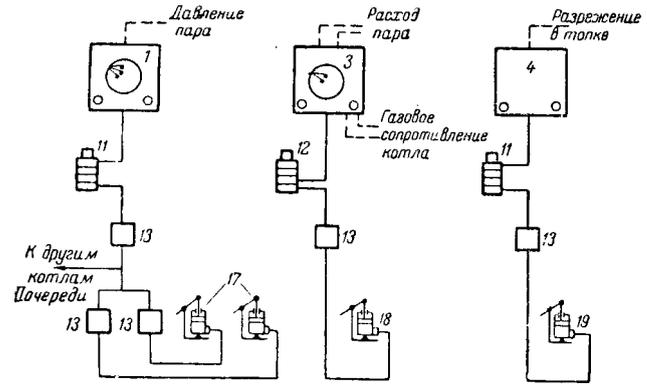


Рис. 2. Однолинейная схема автоматического управления горения после переделки.

1 — 13 — те же, что на рис. 1; 17 — сервомотор шибера первичного воздуха; 18 — сервомотор шибера вторичного воздуха; 19 — сервомотор тяги.

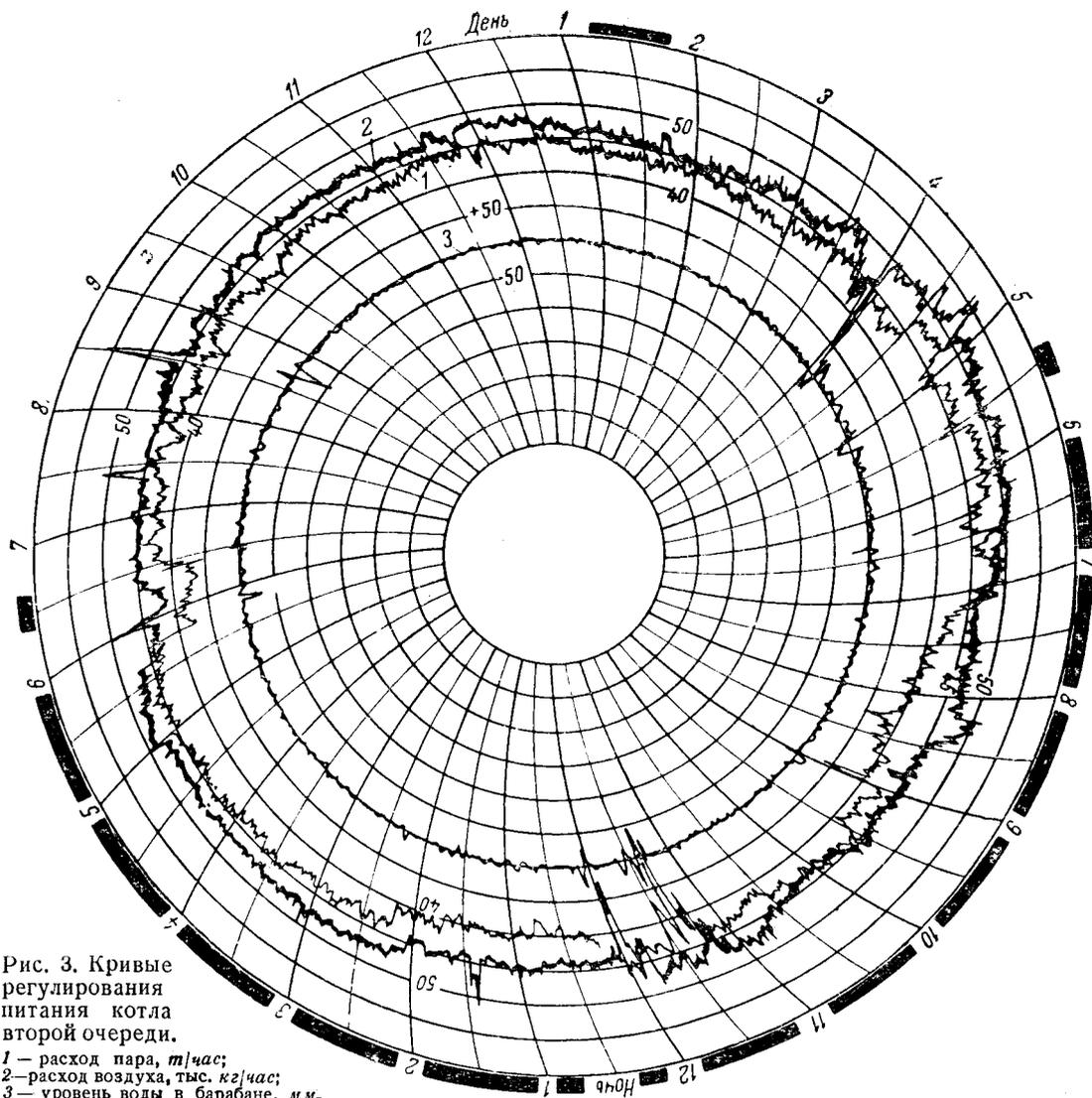


Рис. 3. Кривые регулирования питания котла второй очереди.

1 — расход пара, т/час;
2 — расход воздуха, тыс. кг/час;
3 — уровень воды в барабане, мм.

тическому регулированию и дистанционному управлению дежурный персонал котельного цеха сокращен на 6 чел. в смену.

В машинном цехе установка водородного охлаждения одного генератора, деаэраторы, дроссельно-увлажнительная установка и конденсатные насосы не имеют постоянного обслуживающего персонала. Контроль за работой оборудования осуществляется машинистами турбин по приборам, выведенным к их рабочему месту, и путем периодического обхода начальником смены машинного цеха. Дежурный персонал в этом цехе сокращен на 3 чел. в смену.

Всего штат электростанции сокращен примерно на 30 чел.

Автоматическое регулирование и дистанционное управление при снижении численности дежурного персонала увеличивают надежность эксплуатации оборудования. За четыре года эксплуатации из-за неправильной работы автоматического регулирования аварий не было; было два случая брака в работе; снизилось количество аварий по вине дежурного персонала.

Трехимпульсные регуляторы питания пневматического действия на всех пяти котлах работают надежно.

На щитах котлов расположены рядом регистрирующие приборы паромера, водомера и уровнемера. Кроме того, на котлах II очереди имеется звуковая сигнализация крайних верхнего и нижнего положений уровня воды в барабанах и, наконец, уровень воды в барабанах контролируется кочегаром по двухцветным оптическим сниженным указателям уровня.

При работе котлов II очереди без водосмотров за четыре года эксплуатации был только один случай небольшой перепитки котла, не вызвавший остановки или повреждения турбины. Аварий и браков из-за упуска воды и по другим причинам не было.

Отдельные случаи ненормальной работы (обрыв тарелок двухседельных регулирующих клапанов, попадание окалина от электросварки в окна клапанов, закрытие клапанов от прекращения подачи сжатого воздуха) без существенного нарушения нормальной работы котельных агрегатов ликвидировались дежурным и ремонтным персоналом. Котлы почти все время работают с автоматическим регулированием питания.

Работа регуляторов питания видна из круговой диаграммы рис. 3.

При наличии запаса производительности угле-

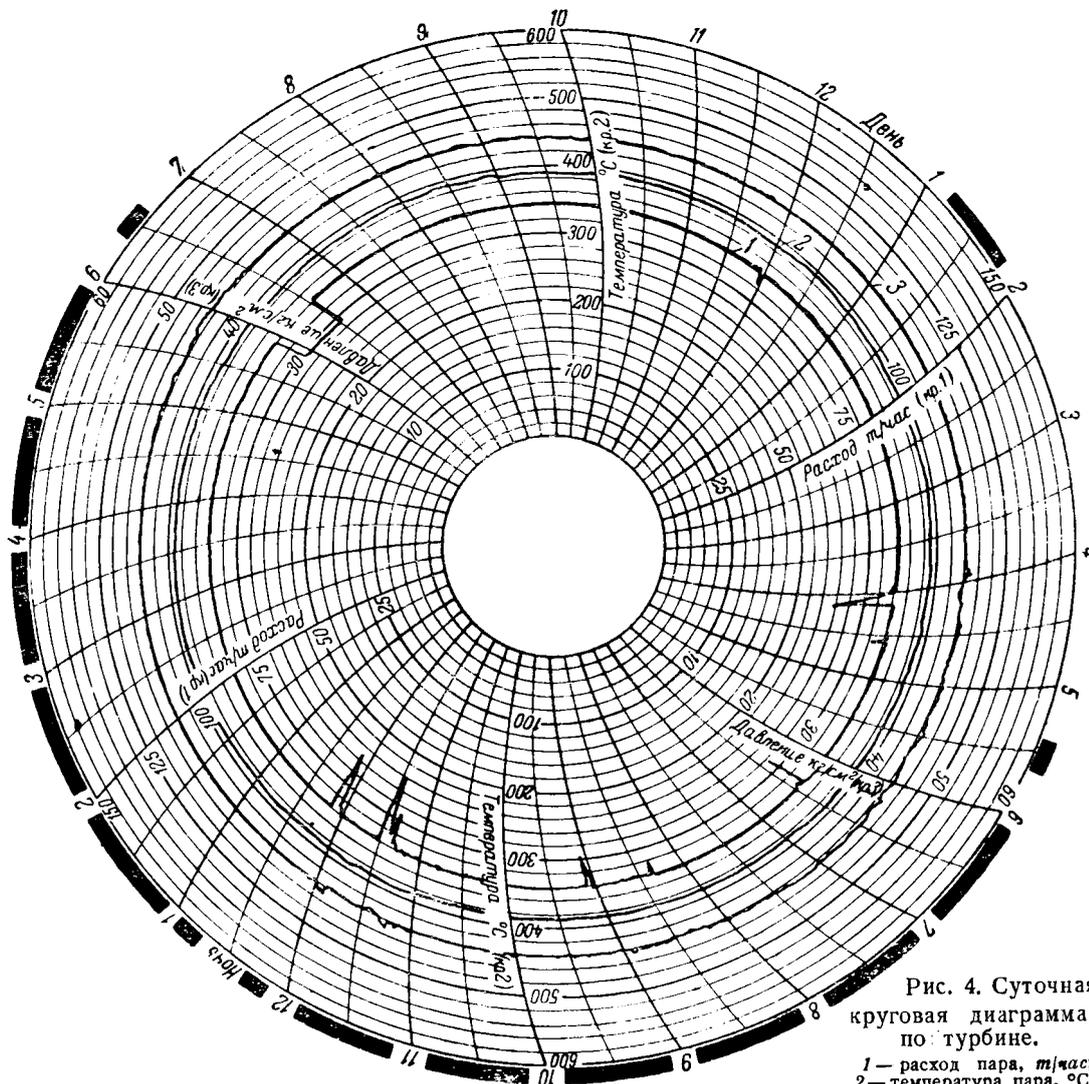


Рис. 4. Суточная круговая диаграмма по турбине.

1 — расход пара, т/час;
2 — температура пара, °С;
3 — давление пара, кг/см.

размольных мельниц котлы надежно работают с автоматическим регулированием горения; содержание CO_2 колеблется в пределах $\pm 0,5\%$. Суточная диаграмма расхода, давления и температуры пара приведена на рис. 4.

Примерно 50% времени котлы работают с ручным дистанционным управлением.

Низкое использование автоматики горения объясняется тем, что котельные агрегаты были рассчитаны на сжигание доменного и коксового газа и угольной пыли в качестве резервного топлива. Из этих соображений мельницы были уставовлены без запаса производительности.

В действительности котлы работают только на угольной пыли и при поступлении угля с повышенной влажностью мельницы не обеспечивают номинальной производительности котлов.

При максимальной нагрузке работа котлов с автоматическим регулированием горения становится ненадежной. Увеличение расхода воздуха через мельницы при снижении давления пара приводит к выхолащиванию мельниц и снижению концентраций угольной пыли; горение в топках прекращается.

Регуляторы тяги работают надежно и находятся в работе почти все время. Они включаются

в работу при растопке котлов и отключаются после их остановки. В работе регулятора перегрева пара, кроме одного случая перегорания электронных ламп, неполадок не было.

В машинном цехе существенных неполадок за все время эксплуатации на автоматизированном оборудовании также не было.

Специальных испытаний для определения увеличения к. п. д. оборудования при автоматическом и ручном управлении не производилось. По эксплуатационным данным работа котлов с автоматическим управлением всех процессов дает повышение к. п. д. приблизительно на 0,7%.

Выводы

1. Автоматизация тепловых процессов дала возможность значительно сократить дежурный персонал без снижения надежности эксплуатации оборудования и повысить экономичность работы электростанции.

2. Оборудование автоматики не требует больших затрат на ремонт и наладку. Штат тепловой лаборатории не был увеличен.

3. Дальнейшая автоматизация оборудования I очереди позволит еще более уменьшить количество дежурного персонала.



Инвентарный сборно-разборный бетонный завод

Инж. Б. А. Кобяков и инж. Б. Д. Фарбер

По заданию Технического управления по строительству и монтажу проектной конторой треста Мосэнергострой разработан в 1950 г. типовой проект инвентарного бетонного завода с комплексной механизацией всех процессов производства. Завод предназначен для обслуживания строительства тепловых электростанций разных мощностей.

Заводы по этому проекту изготавливаются в централизованном порядке, на производственных предприятиях Министерства. Здесь же они укомплектовываются технологическим оборудованием, узлами отопления и водоснабжения, электросиловым и осветительным оборудованием и в полном комплекте, вплоть до деревянных щитов заполнения стен и перекрытий, доставляются на строительные площадки как инвентарь. Соответственно этому конструкции состоят из отдельных крупных блоков, легко собираемых и демонтируемых в условиях стройплощадки.

После доставки на стройплощадку заранее заготовленных и укомплектованных оборудованием блоков из них собирается завод, а когда минует в нем необходимость на данной стройке, он демонтируется и как инвентарь перевозится на другую площадку. Для этого приняты такие габариты всех элементов конструкции, которые допускают их перевозку по железным дорогам.

Описываемый бетонный завод представляет собой сборно-блочную металлическую конструкцию (рис. 1, а) в виде вертикального пространственного каркаса, разделенного по вертикали на пять блоков, из которых три — II, IV и V — транспортируются в целом, сваренном виде, а два — I и III — отдельными элементами.

Каркас ограждения скипового подъемника (рис. 1, б) разделяется на два блока, транспортирующиеся в целом, сваренном виде.

В зависимости от потребной производственной мощности завода определяется необходимое для данной стройки число бетономешалок. Так как в каждой секции завода устанавливается одна бетономешалка емкостью 425 л, то завод на две-три и больше бетономешалок получается набором из двух-трех и более секций.

Однако из этого не следует, что возможность увеличения мощности завода за счет повторения секций не ограничена, так как на эксплуатацию завода влияет обычно ряд моментов, не учитывать которые нельзя. Так, например, для завода с одной бетономешалкой, во-первых, исключает-

ся возможность получения бетона двух марок одновременно, что часто бывает необходимым; во-вторых, в случае выхода из строя одной бетономешалки совершенно прекращается приготовление бетона.

Поэтому бетонный завод с одной бетономешалкой может быть рекомендован только для

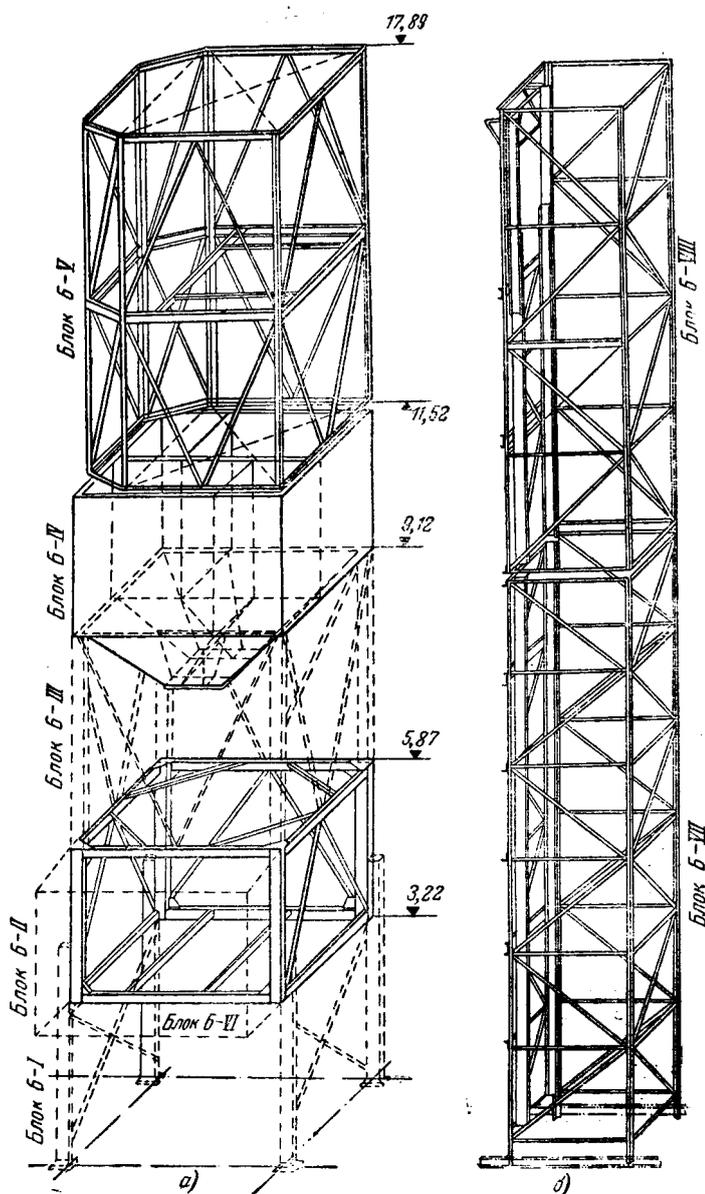


Рис. 1. Сборный металлический каркас бетонного завода.

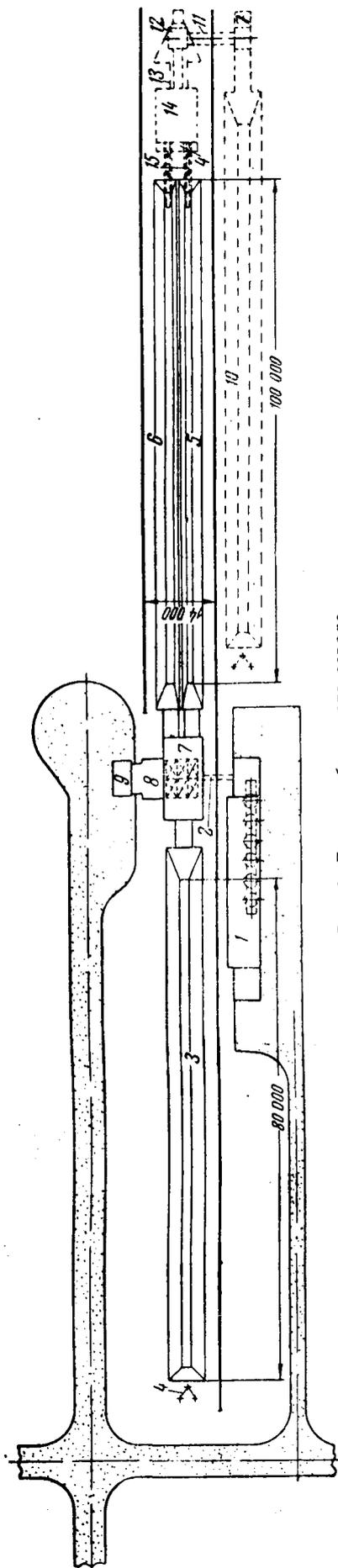


Рис. 2. Генплан бетонного завода.

1—свалочный склад цемента емкостью 600 т; 2—туннель подачи цемента на бетонный завод; 3—скреперный склад песка; 4—упор блока скрепера; 5—скреперный склад мелкого гравия; 6—скреперный склад крупного гравия; 7—помещение бункеров и скреперных лебедок; 8—помещение скиповых подъемников; 9—бетоносмесительное отделение на две бетономешалки по 425 л; 10—скреперный склад необогащенного гравия; 11—туннель подачи гравия; 12—узел пересыпки; 13—эстакада для транспортера; 14—дробильно-сортировочная установка; 15—транспортер на консоли.

объектов с небольшим потоком бетонных работ (до 100 м³ в сутки).

Заводы с количеством бетономешалок больше трех неэкономичны, так как увеличивается себестоимость бетона за счет удельных расходов рабочей силы, электроэнергии и пара. Увеличиваются также капиталовложения и расход металла на единицу производственной мощности завода. Кроме того, с увеличением числа секций завода усложняется подача инертных со склада в приемные устройства бетонного завода, а также выдача готового бетона в транспортные средства.

Таким образом, наиболее рациональным с точки зрения эксплуатации и экономики является бетонный завод на две или три бетономешалки по 425 л, т. е. завод, составленный из двух либо трех секций производительностью соответственно в 240 и 360 м³ бетона в сутки.

При необходимости иметь среднесуточный поток бетона большим целесообразнее переходить на заводы с бетономешалками большей емкости.

Рассматриваемый бетонный завод состоит из увязанных в единый комплекс бетоносмесительной установки, механизированного силосного склада цемента емкостью 600 т и механизированных складов заполнителей. Заполнители должны, как правило, прибывать на стройку в обогащенном виде; в противном случае завод дополняется дробильно-сортировочной установкой (рис. 2).

Генеральный план размещения всех сооружений бетонного завода может решаться в каждом отдельном случае в соответствии со стройгенпланом всей площадки строительства. В общем же случае рекомендуется типовая компоновка генплана, приведенная на рис. 2.

Для сравнения в таблице приведены основные данные заводов с одной, двумя и тремя бетономешалками.

Характеристика	С одной бетономешалкой	С двумя бетономешалками	С тремя бетономешалками
Производительность, средняя при 20 замесах в час, м ³ :			
часовая	6	12	18
суточная	120	240	360
Расход основных металлов:			
щебень разных фракций, м ³ /сутки	114	230	340
песок, м ³ /сутки	54	110	162
цемент, т/сутки	30,0	60,0	90,0
вода, м ³ /сутки	22,0	45,0	65,0
пар для отопления, т пар производственный, т	2,0	4,0	6,0
.	3,5	7,0	10,5
Количество электродвигателей, шт.	3	6	9
Количество механизмов, шт.	5	10	17
Установленная мощность двигателей, квт	15,0	36,6	39,0
Расход металла на конструкцию эстажерки, т	12,0	22,0	33,0

Подача инертных со склада в бункеры завода производится при помощи скипового подъемника б с ковшем емкостью 0,9 м³ (рис. 3).

Поднятый вверх ковш с материалом опрокидывается и высыпает содержимое в приемную

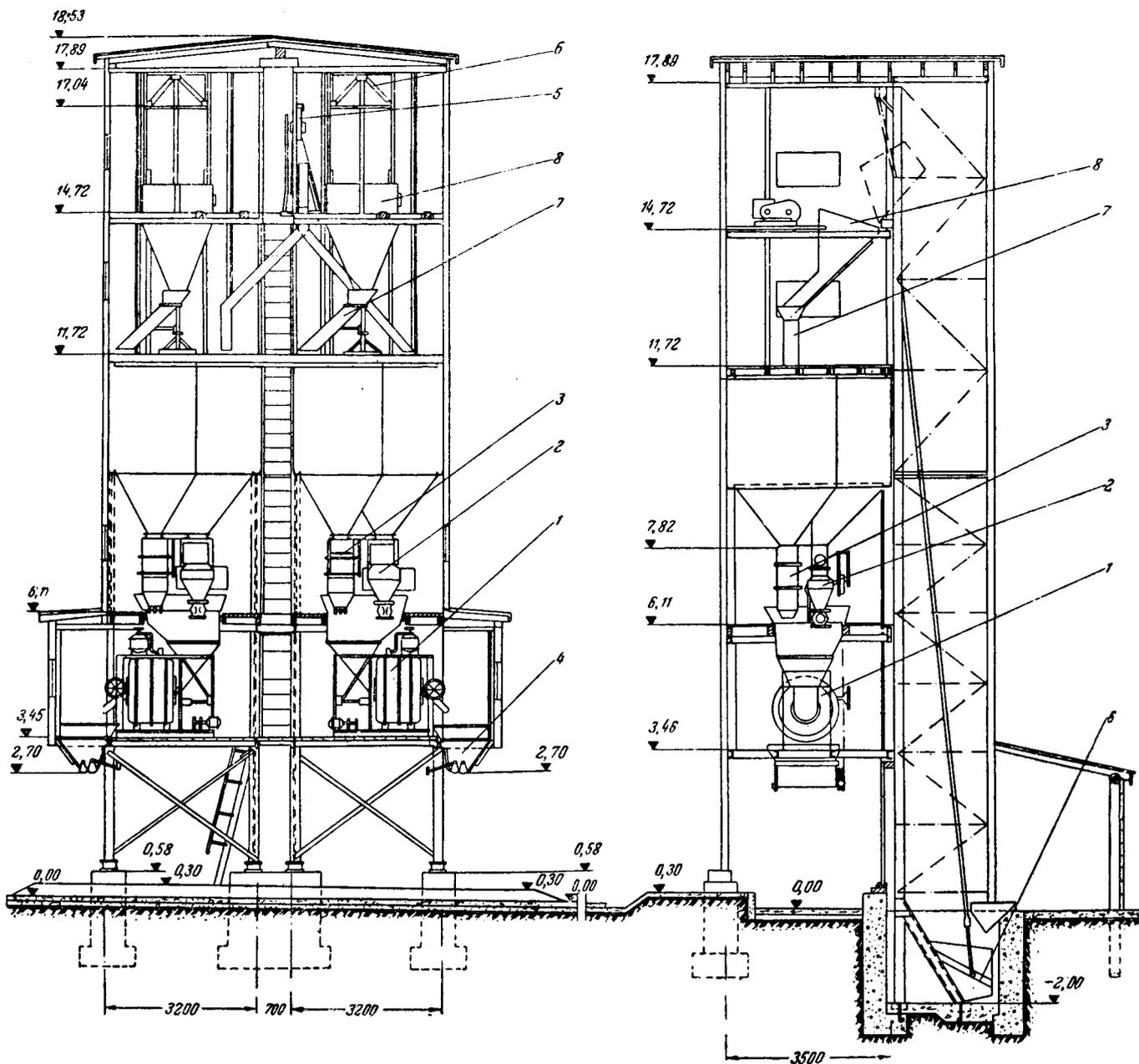


Рис. 3. Бетонный завод на 2 мешалки по 425 л.

воронку 8. Из приемной воронки заполнители поступают в соответствующий отсек бункера при посредстве поворотного рукава 7.

Бункеры имеют четыре отсека с емкостями: для цемента 4,7 м³, для песка 9,2 м³, для крупного щебня 12,6 м³ и для мелкого щебня 6,5 м³.

Бункеры оборудованы трубопроводом для вторичного подогрева заполнителей в зимнее время проходящим паром (первичный обогрев предусматривается вне здания бетоносмесительной установки завода во избежание скопления конденсата в бункерах).

Цемент поступает со склада в приемную воронку вертикального ленточного элеватора 5 при помощи шнека. Элеватором цемент поднимается вверх и рукавом направляется в отсек для цемента. К выходным отверстиям бункеров подвешены дозаторы: три объемных 3 — для заполнителей и один весовой 2 — для цемента. Объемные дозаторы приняты с пределами дозировки 130 ÷

200 л для песка, 170 ÷ 280 л для крупного щебня и 60 ÷ 100 л для мелкого щебня. Весовой дозатор для цемента ВДЦ-120 принят с пределами взвешивания 40 ÷ 120 кг.

Вода подается трубопроводом в баки для воды общей емкостью 2,6 м³. Дозировка воды для замеса осуществляется дозировочным бачком бетономешалки. В зимнее время подогрев воды в баках производится острым паром.

Отдозированные компоненты через сборную воронку поступают в бетономешалку 1, где перемешиваются, и затем смесь выдается в бункер готового бетона 4, емкостью 1,5 м³, а оттуда — на транспорт потребителя. Емкость бункера готового бетона, вмещающая пять замесов, увязана с грузоподъемностью автосамосвалов, равной 4 т.

При двух секциях автомашины загружаются бетоном, проходя под заводом, при трех секциях выдача бетона от средней секции производится сбоку.

Емкость бункеров завода обеспечивает работу бетономешалки в течение 3 час., считая по 20 замесов в час.

Производительность элеватора, подающего цемент, превышает часовую потребность завода, чем вместе с емкостью цементного отсека бункера обеспечивает бесперебойность работы завода.

В проекте предусмотрена блокировка ряда двигателей между собой и поэтажная сигнализация.

Для подъема и спуска скипа приняты реверсивные электродвигатели лебедок, причем запуск их производится из двух мест — из помещения лебедки на отметке 14,72 м и снизу пристройки на отметке 0,3.

Для производственных переговоров между этажами завода проектом предусмотрена электрическая световая сигнализация, выполненная в виде щитков с сигнальными лампами разных цветов, освещающих таблички с надписями. На случай, если световая сигнализация не привлекает внимания обслуживающего персонала, предусмотрен еще гудок. Кроме того, каждый бункер готового бетона имеет сигнальную лампу, свет которой указывает, под какой бункер можно подавать транспортные средства для получения бетона.

Санитарно-техническая часть проекта завода разработана также с учетом изготовления всех деталей и узлов в централизованном порядке с привязкой их к соответствующим блокам секции завода.

Система отопления принята однотрубная, проточная по каждому этажу. В качестве нагревательных приборов применены регистры, собираемые из трехдюймовых труб, которые устанавливаются на полу помещения при помощи подставок.

Вода, расходуемая на технологические нужды, в летних условиях подается непосредственно из водопроводной сети в дозирочные бачки бетономешалок. Для зимнего времени в каждой секции запроектированы баки для воды, в которых она подогревается острым паром до 70° С.

Силосный склад цемента с банками по 100 т запроектирован также сборно-блочной металлической конструкции (рис. 4) с тем, чтобы изготовлять их в централизованном порядке на заводах и доставлять на строительство как инвентарь в готовом виде, комплектно с оборудованием. Диаметр каждой банки выбран равным 3 м, что позволяет транспортировать их в целом виде на железнодорожных платформах.

Склад в зависимости от потребной емкости набирается из одного приемного устройства, одной головной секции, одной хвостовой секции и необходимого количества промежуточных секций. Расход металла на каждую секцию составляет 8—9 т. Рекомендуемые схемы складов состоят из 6, 8 и 10 банок, т. е. рассчитаны на 600, 800 и 1 000 т хранения цемента.

Приемное устройство представляет собой деревянную крытую прирельсовую платформу длиной 36 м. К платформе примыкает приемное корыто со шнеком диаметром 500 мм. Производительность шнека, достигающая 100 т/час, позволяет транспортировать в вагоны цемент из пяти вагонов в течение часа, т. е. обеспечивает необходимый срок разгрузки вагонов. Разгрузка цемента в приемные корыта производится скреперными лопатами или специальными разгрузчиками.

Головная секция силосного склада помимо одной банки емкостью 100 т включает в себя вертикальный ленточный элеватор с нижним и верхним узлами пересыпок.

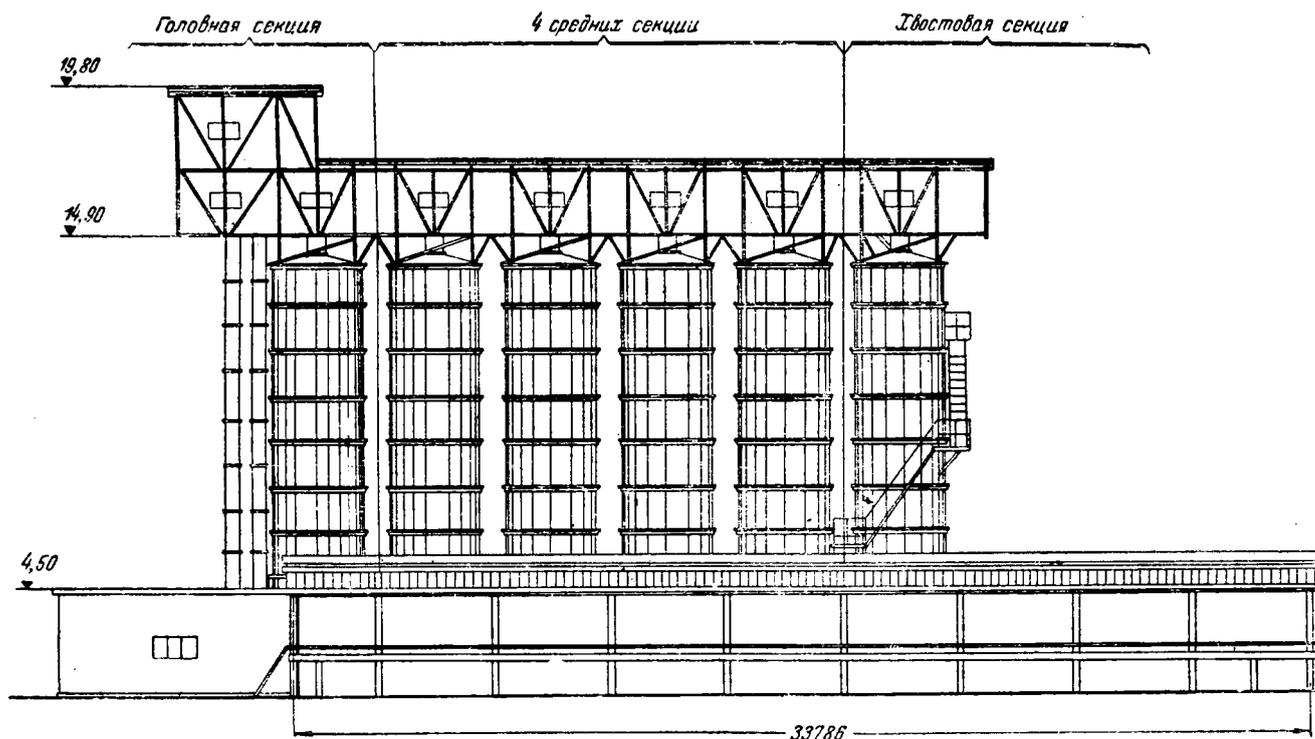


Рис. 4. Фасад цементного силосного склада.

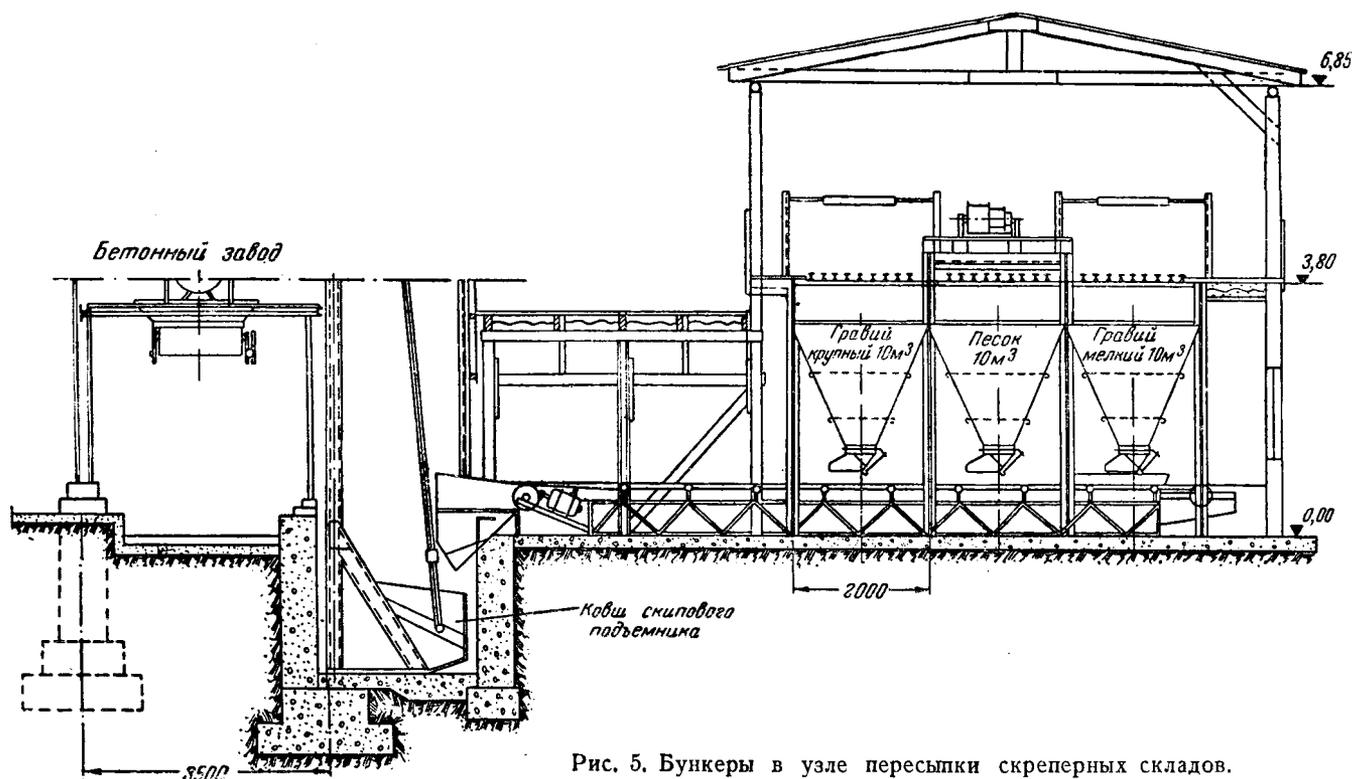


Рис. 5. Бункеры в узле пересыпки скреперных складов.

Над банками в закрытой галлерее монтируется шнек диаметром 500 мм, распределяющий поднятый элеватором цемент по силосам.

Выдача цемента из банок производится посредством нижнего шнека диаметром 300 мм, подвешенного к выходным отверстиям силосов, которые снабжены речными затворами.

Электродвигатели в цепи подающих транспортных механизмов заблокированы между собой, что обеспечивает одновременность запуска и остановки и предупреждает завалы в узлах пересыпок при аварийном отключении одного из механизмов.

Разработанный рабочий проект складов предусматривает получение на строительную площадку обогащенных и рассортированных заполнителей. Проектом предусматривается создание при двух железнодорожных путях трех скреперных корыт для приемки и складирования крупного гравия (или щебня), мелкого гравия (или щебня) и речного песка (рис. 2).

В головном пересыпном узле каждое корыто снабжено одной скреперной лебедкой с ковшем емкостью 0,5 м³ и инвентарными металлическими бункерами емкостью по 10 м³, по числу секций завода (рис. 5). Таким образом, количество приемных бункеров при двухсекционном заводе составляет шесть, при трехсекционном заводе — девять. Каждая секция завода питается через транспортер от своей группы (трех бункеров), благодаря чему достигается полная независи-

мость и раздельность в работе скиповых подъемников завода и бетономешалок.

В перегрузочных бункерах скреперных складов предусматривается первичное оттаивание гравия и песка в зимнее время посредством секций паровых регистров. После наполнения каждого бункера материалом пар включается на 30 — 40 мин. для расплавления льда и повышения средней температуры в материале до плюс 2 — 3° С. Как сказано выше, вторичный догрев до заданных температур производится в бункерах бетонного завода над бетономешалками.

Скреперные корыта, имеющие откосы с уклоном 1/1, покрываются по поверхности слоем тощего бетона или деревянной обшивкой по лагам. В первом варианте днище корыт устраивается бетонным, во втором случае на днище по направлению движения скреперного ковша укладываются на шпалах через 400 мм рельсы, которые продолжают и на наклонном пандусе и на приемных бункерах. Спаренное корыто гравия разделено деревянной стенкой на секции мелкой и крупной фракции.

Следующей необходимой ступенью по пути создания инвентарного сборно-разборного бетонного завода должен быть отказ от канатно-скреперных складов и замена их штабельными складами заполнителей, оборудованными облегченными тракторными и автомобильными погрузчиками, специально приспособленными к работе на гравии, щебне и к работе в зимних условиях.



О возможности улучшения характеристик блочности котла ТП-170-1*

Инж. Н. С. Воскобойник и инж. В. И. Утропов

Котел типа ТП-170-1 производительностью 170 т/час на давление 110 ат и температуру перегрева пара 510°С является последней конструкцией Таганрогского завода, разработанной им в 1948 г. Первый котел этого типа в настоящее время смонтирован на одной монтажной площадке Мосэнергомонтажа.

Монтаж котла производился блочным методом. В блоки собиралось все, что в какой-либо мере поддавалось блочной сборке, не считаясь при этом с предельной грузоподъемностью установленного механизма. Блоки, вес которых превышал предельную грузоподъемность механизма, монтировались дополнительными к механизму полиспастами.

Монтаж котла проводился в котельной без перекрытия. Основным монтажным механизмом при этом служил Г-образный кран грузоподъемностью 25/5 т с вылетом консоли 21,4 м и высотой подъема крюка 38,8 м.

Сборка блоков проводилась на трех площадках: блоки каркаса как наиболее тяжелые и громоздкие собирались на фундаментах котлов в четыре яруса; блоки экранов — вдоль железнодорожного пути, идущего в котельную, и блоки водяного экономайзера и пароперегревателя собирались на площадке цеха металлоконструкций. Подача блоков в котельную производилась по железнодорожному пути, идущему в котельную, на железнодорожных платформах. Всего по котлу было собрано 69 блоков общим весом 617,5 т, в том числе:

по каркасу котла 25 блоков 218,2 т
по поверхности нагрева 22 блока 247,2 т
по воздухоподогревателю 22 блока 152,1 т

При общем весе котла 849,3 т коэффициент блочности составлял всего 73% при количестве блоков 69.

Последние два показателя, как известно, служат характеристикой котла с точки зрения удобства его монтажа.

Хотя по сообщению завода котел им запроектирован с учетом блочной сборки, однако в ходе составления блоков выявилась конструктивная непродуманность некоторых узлов котла, которые и дали низкий коэффициент блочности по котлу в целом.

На котле ТП-170-1 эта характеристика оказалась не только невысокой, но даже хуже характеристики выпущенных ранее котлов, как это видно из данных табл. 1

Таблица 1

Наименование	Тип котла		
	ТКП-3	ТО-3	ТП-170-1
Общий вес котла, т	752	588,5	849,4
Общий вес блоков, т	594	452,9	617,5
Коэффициент блочности, %	79	78,5	73,0
Количество блоков, шт.	30	48	69,0
Средний вес блоков, т	19,8	9,6	9,0

С таким положением мириться нельзя, так как наше котлостроение, занимающее в настоящее время ведущее место в мировом котлостроении, может дать такие конструкции котельных агрегатов, монтаж которых возможно производить в весьма сжатые сроки.

Конструкция котла ТП-170-1, в основном, аналогична конструкциям других котлов высокого давления, выпущенных Таганрогским котельным заводом за последние годы.

Котел устанавливается на железобетонном фундаменте на уровне пола зольного помещения. Колонны К-1 и К-2 по боковой стороне котла связаны между собой двумя фермами ФБ-1 и ФБ-2. Такая же ферма связывает колонны котла К-1 (правую и левую) по фронту котла. Каркас хвостовой части котла связан с каркасом топки посредством ригелей и балки.

Потолочное перекрытие разделено балкой БП-1, установленной на колоннах К-2, на две части: топочную и хвостовую.

Потолок хвостовой части, в свою очередь, разделен продольной балкой БП-6 на две части, в каждой из которых размещены I и II ступени пароперегревателя котла.

Потолок топки с фронта замыкается балкой БП-2, которая связывается посредством боковых балок БП-3 с упомянутой выше балкой БП-1. К балке БП-3 подвешивается малый барабан котла.

На потолке топочной части устанавливается П-образный каркас, к которому приваривается обшивка регулятора перегрева. Отметка настила потолочного перекрытия котла составляет 29 500, а каркаса обшивки регулятора перегрева 31 125.

* Печатается в порядке предложения. Ред.

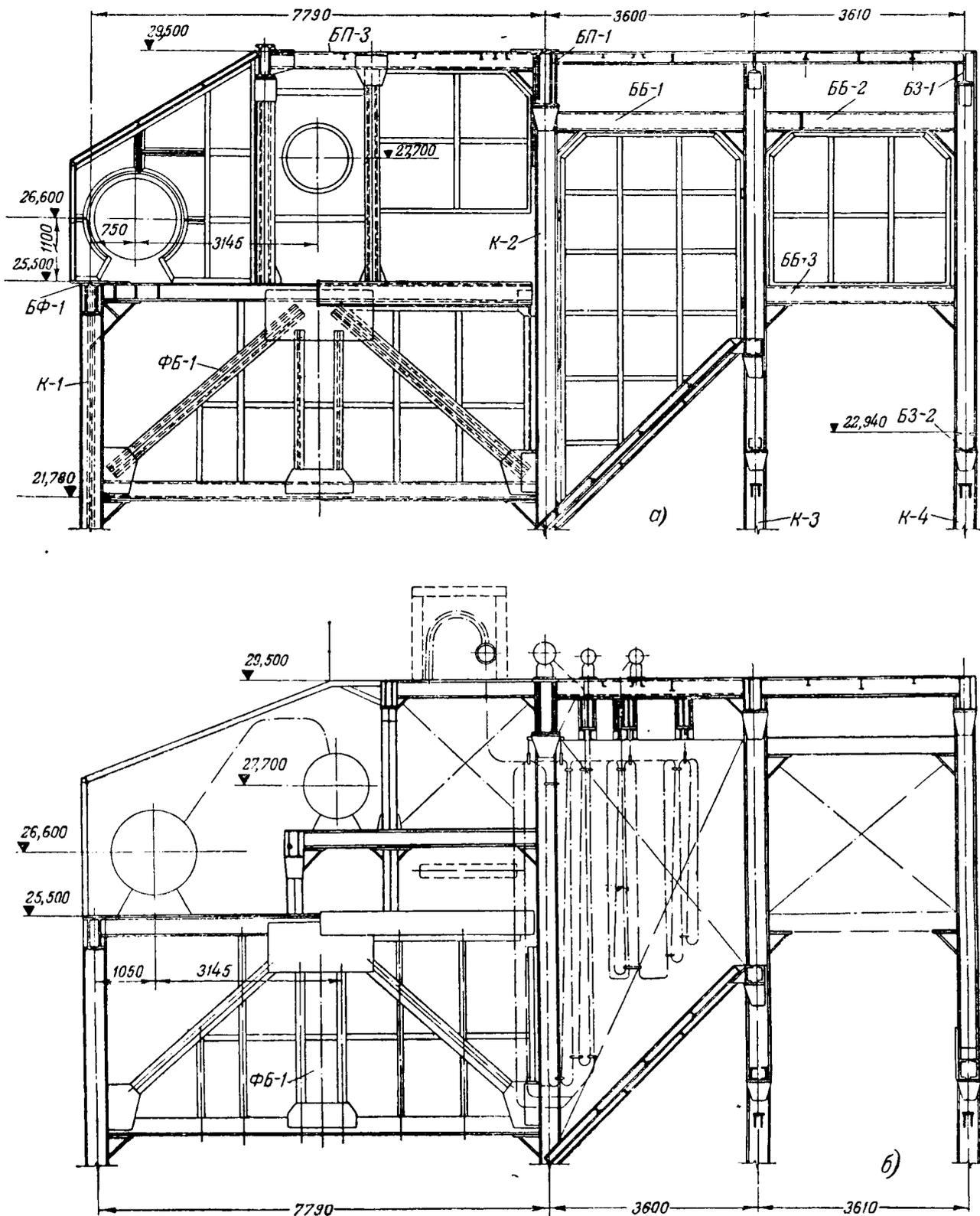


Рис. 1. Верхняя часть каркаса котла в существующей конструкции (а) и предлагаемой конструкции (б).

Обвязка каркаса котла сконструирована в виде отдельных щитов, к которым привариваются обшивочные листы. В хвостовой части котла размещены в рассечку двухступенчатые водяной экономайзер и трубчатый воздухоподогреватель.

Рассмотрение конструкции котла показывает, что при внесении некоторых изменений его блочные характеристики могут быть улучшены без ущерба для технологических качеств.

Предлагаемые конструктивные изменения

Предлагаемые ниже конструктивные изменения узлов котла являлись предметом совместного обсуждения конструкторов и монтажников, принимавших непосредственное участие в монтаже котла ТП-170-1. Основной задачей при этом явилось: улучшение блочных характеристик

котла при унификации конструкции блоков, независимо от такелажных схем монтажа, и установление возможности транспортировки блоков в собранном виде либо полублоками с завода на монтажную площадку.

Конкретно конструктивные изменения котла заключались в следующем:

Каркас котла. При большом весе барабана нередко оказывается целесообразным монтировать его не с помощью основного крана, а электролебедками и специальными приспособлениями, устанавливаемыми на каркасе.

В рассматриваемом котле эти приспособления получились очень громоздкими: наращивались фронтальные колонны, которые связывались монтажными балками с фронтальной балкой котла. На эту конструкцию устанавливалось трое козел, к которым запасовывались полиспасты.

Подъем барабана производился в наклонном положении, причем ось подъема барабана не совпадала с осью его установки, что вызвало ряд сложных операций по заводке барабана на место.

Малый барабан поднимался также в наклонном положении изнутри топки и подвешивался к потолочным балкам БП-3, которые должны были быть установлены до начала его подъема, что также создало некоторые трудности при его монтаже (рис. 1,а).

Трудность подъема обоих барабанов, а особенно большого, усугублялась затратой большого количества металла и времени на сооружение и демонтаж приспособления для подъема их.

Вместе с тем некоторые конструктивные изменения каркаса могут полностью устранить эти

трудности, а именно: изменение потолочного перекрытия фронтальной и хвостовой частей котла, устройство катковых опор для малого барабана (рис. 1,б). Ось установки большого барабана перемещается при этом внутрь топки на 300 мм, но взаимное расположение барабанов по горизонтали и вертикали остается без изменения.

При этом создается возможность путем установки блока потолка хвостовой части котла на ферму ФБ-1 использовать его в качестве приспособления для подъема большого и малого барабанов, для случаев монтажа, когда барабаны поднимаются изнутри топки (рис. 2).

В этом случае (т. е. при использовании блока в качестве приспособления для подъема барабанов) в блок не устанавливаются боковые и задние щиты. После установки обоих барабанов блок дополняется щитами (рис. 3) и устанавливается на свое место по проекту.

Установка блока на каркасе котла осуществляется приваркой его с помощью монтажных накладок либо косынок. Подъем большого барабана производится установкой блока в I положение. После установки большого барабана блок перемещается во II положение для подъема малого барабана (рис. 2).

Для такелажной схемы с мостовым или порталным краном такое конструктивное изменение верхней части боковых стен котла дает то преимущество, что оба барабана устанавливаются свободно сверху, что невозможно осуществить при старой конструкции потолка, так как малый барабан подвешивался к балкам на подвесках, для чего требуется установка заранее балок.

Пароперегреватель. При монтаже пароперегревателя любым краном в закрытой ко-

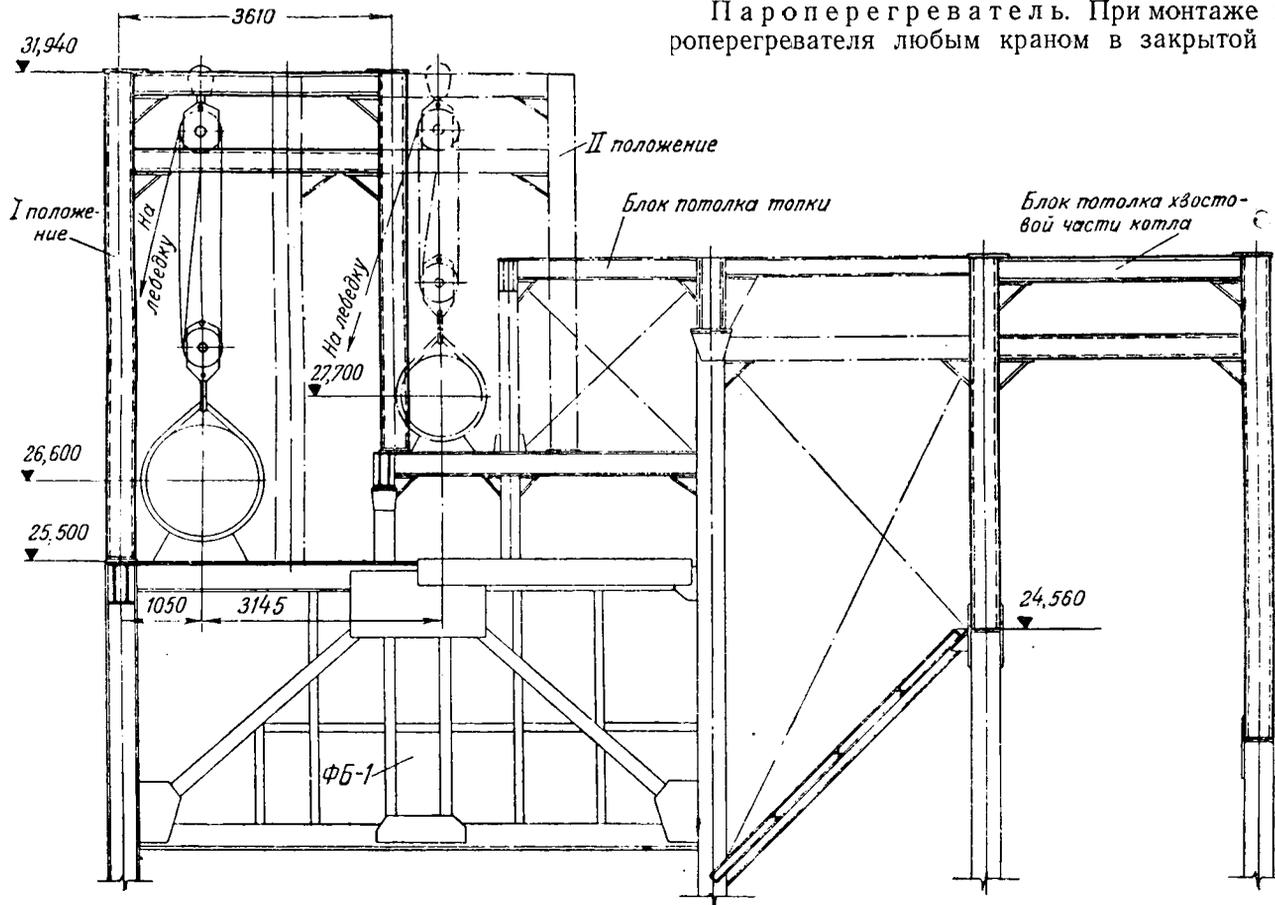


Рис. 2. Такелажная схема подъема барабанов.

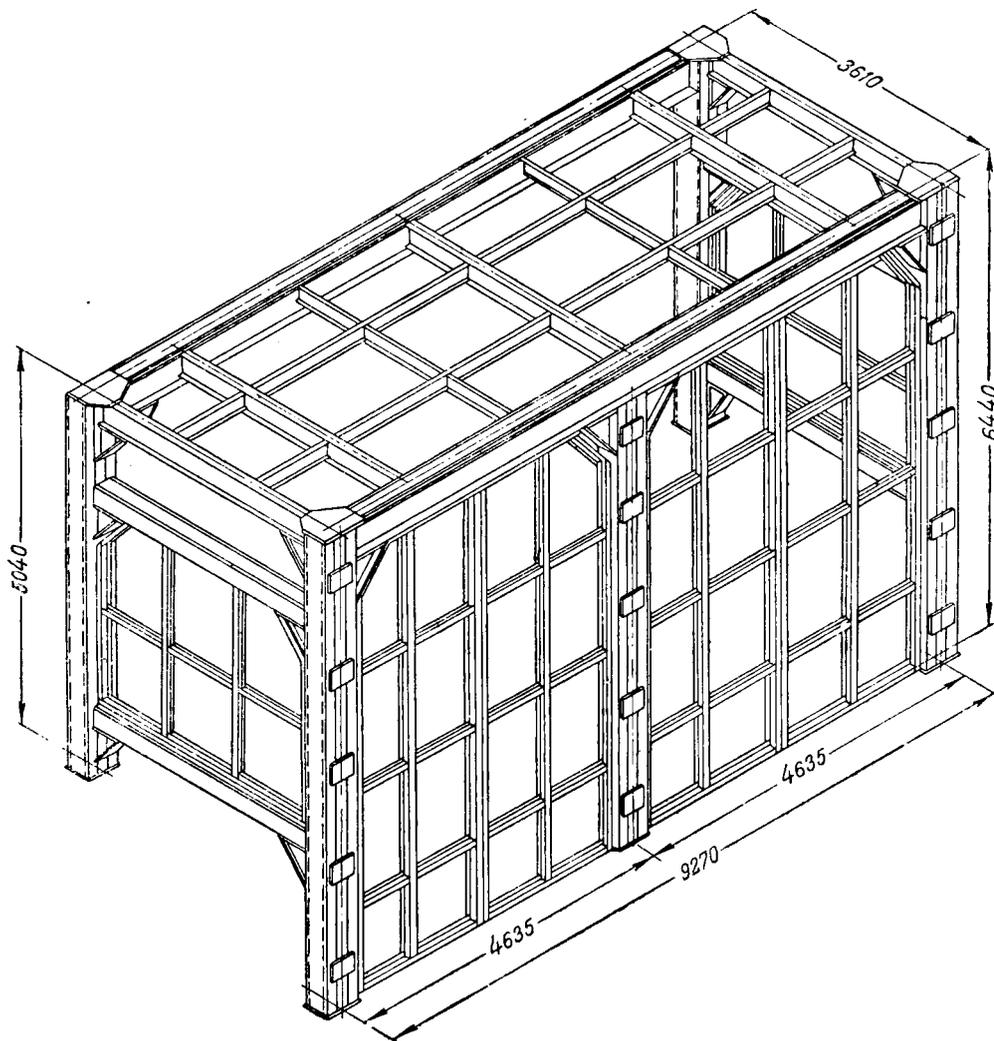


Рис. 3. Общий вид блока потолка хвостовой части.

тельной монтаж его блоками был бы невозможен из-за его большой строительной высоты — 7 000 мм. В этом случае заводку блоков нужно производить сбоку котла между колоннами *К-2* и *К-3*. Для этого необходимо изменить конструкцию потолка в области пароперегревателя (рис. 4).

Балка *БП-6* в области пароперегревателя разделяется на две части из швеллеров, балка *ББ-1* поднимается до уровня потолка котла, т. е. до отметки 29,50. Потолочные балки *БП-7* остаются без изменений, но для связи с балкой *ББ-1*, поднятой до уровня этих балок, устанавливаются короткие ригели. Таким образом, потолок разделен здесь на две части, включающие в себе змеевики и камеры пароперегревателя обеих ступеней, и блоки пароперегревателя собираются и монтируются совместно с балками потолка и подвесного свода с постоянными подвесками.

Заводка блоков при такой конструкции производится сбоку котла либо один за другим, либо с обеих сторон котла, причем во избежание соединения балок в «замок» к балке потолка *БП-1* привариваются дополнительные кронштейны, на которые опускаются блоки при установке их на место. Чтобы обеспечить свободный пронос блоков между колоннами коридора *К-2* и

К-3, змеевики пароперегревателя I ступени несколько сближаются с змеевиками II ступени путем угловой приварки змеевиков к камере.

Таким образом, взамен четырех блоков после изменения конструкции потолка пароперегреватель может быть собран в два блока (рис. 5).

Холодная воронка. Конструкция холодной воронки в запроектированном заводом виде (рис. 6,а) не давала возможности собрать в блоки значительную часть изделий. Кроме того, монтаж отдельных балок *БХ-4*, *БХ-3* для установки стоек *СХ-1* и балок *БХ-1*, на которые ставились наклонные щиты холодной воронки, приходилось выполнять ранее установки блоков фронтных и задних экранов, что чрезвычайно затрудняло монтаж последних.

В измененном варианте (рис. 6,б) балки *БХ-3* и *БХ-4* делаются разрезными. Обе их половины ввариваются одной стороной в поперечные балки, опирающиеся на кронштейны колонн каркаса котла, а другой стороной опираются на стойки типа *СХ-2* и *СХ-3*, устанавливаемыми в пролете 4 м вместо 2 м в существующей холодной воронке.

Щиты холодной воронки *ЩХ-1* остаются без изменений, но в новом варианте они опираются на три фермочки, имеющие поверху две балочки

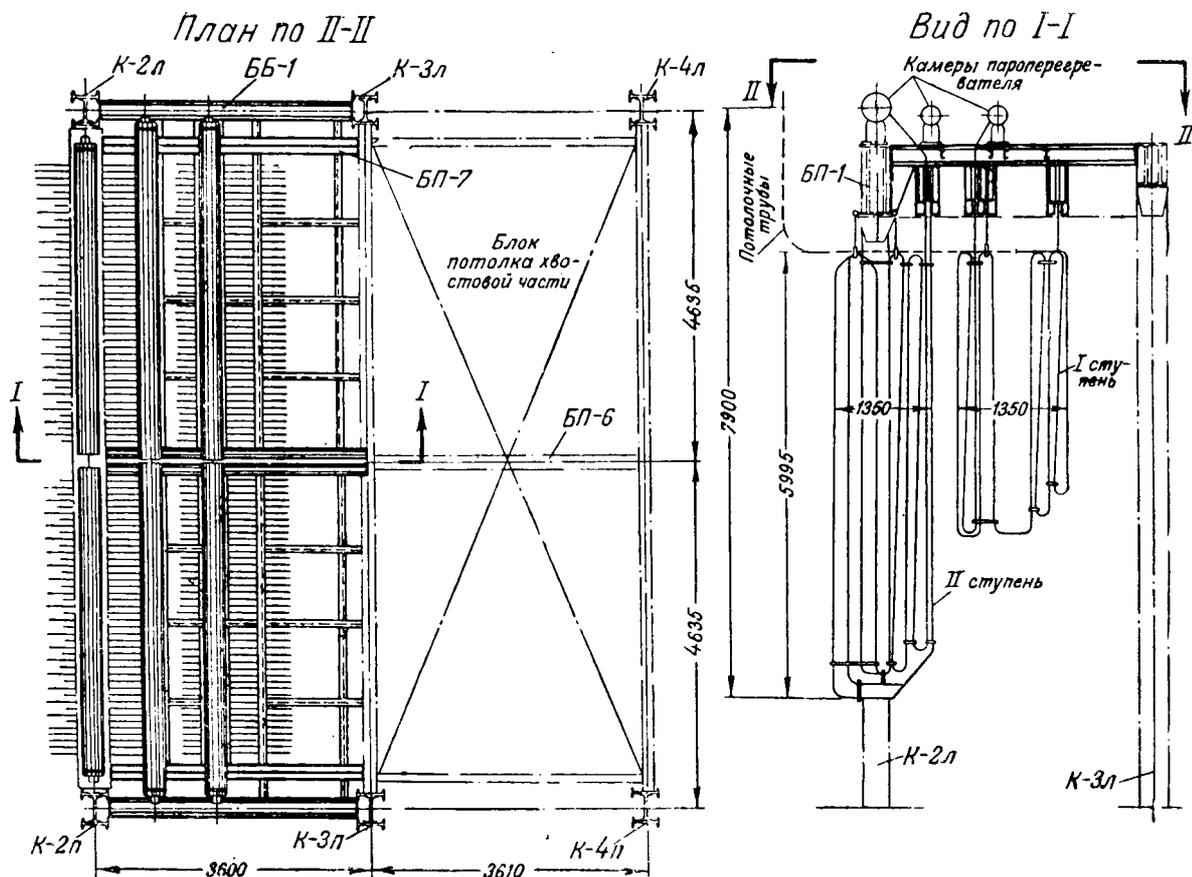


Рис. 4. Изменение потолка котла в области пароперегревателя.

типа БХ-1. Уплотнение щитов холодной воронки с каркасом осуществляется посредством листовой стали. К нижним балкам приваривается рифленая сталь помоста и устанавливаются перила.

Блок холодной воронки в измененном варианте (рис. 7) может быть отправлен с завода на монтажную площадку собранными узлами.

Шлаковый бункер. Шлаковый бункер котла состоит из двух блоков и монтаж его в узком пространстве между стойками составлял некоторые трудности. В измененном варианте (рис. 8) эти два блока объединены в один, который монтируется очень просто.

Воздухоподогреватель. Воздухоподогреватель на котле состоит из 12 трубчатых секций и из 10 блоков перепускных коробов, итого из 22 блоков. Подъем такого большого количества блоков, а также операции по уплотнениям требуют на монтаже значительного времени.

Задача сводится к сокращению количества блоков и упрощению операций по уплотнениям.

Общее количество всех секций можно без труда свести к 8 взамен 12 за счет увеличения ширины секций. Это увеличит незначительно вес секций, но намного сократит затрату времени на их подъем.

Размеры и количество перепускных коробов в предлагаемом варианте воздухоподогревателя остаются без изменений, но для удобства монтажа целесообразно их включение в блоки передней и задней стенок каркаса (рис. 9). Рамы воз-

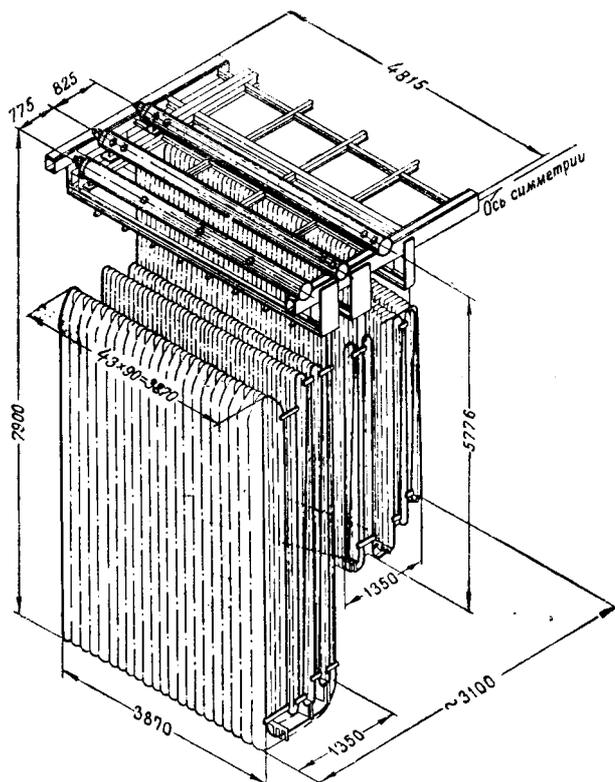


Рис. 5. Общий вид блока пароперегревателя I и II ступени.

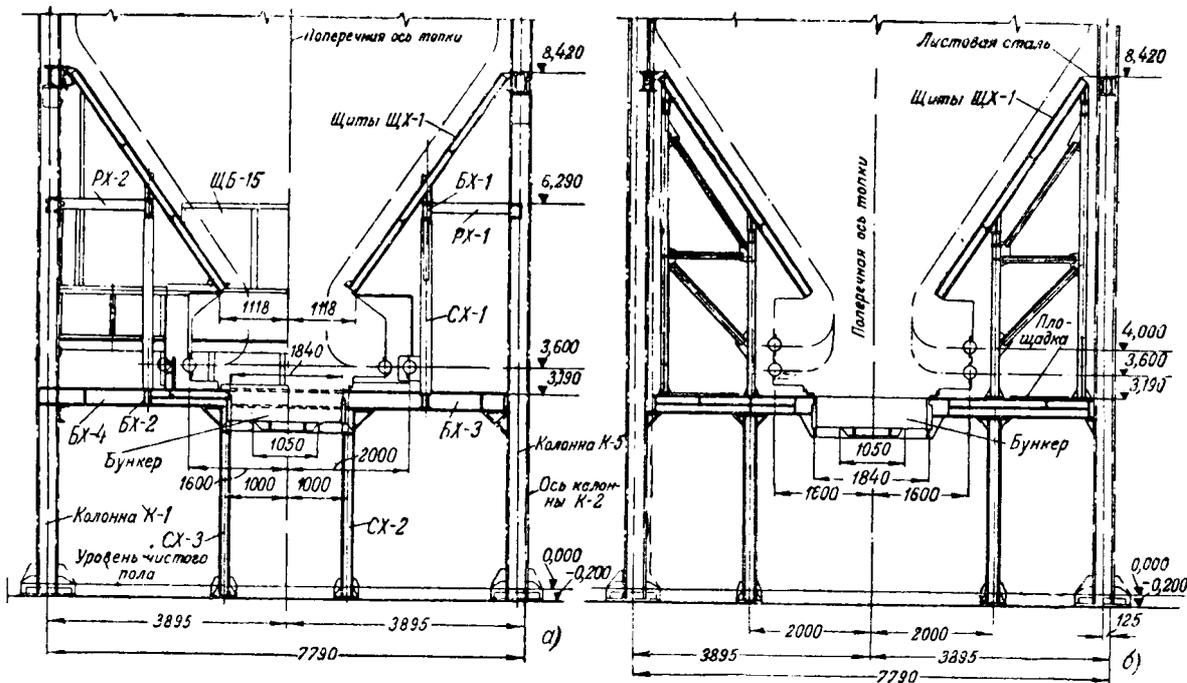


Рис. 6. Холодная воронка котла в существующей конструкции (а) и в предлагаемой конструкции (б).

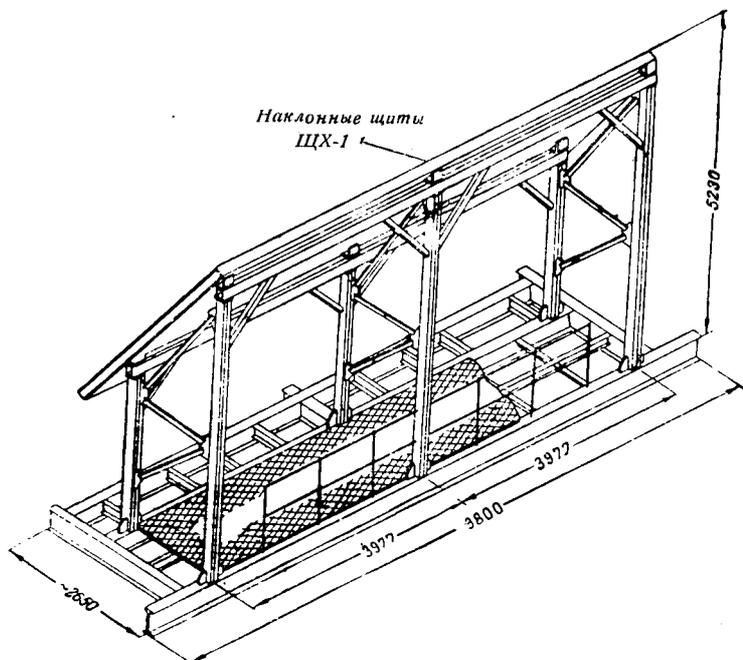


Рис. 7. Блок холодной воронки в предлагаемом варианте.

духоподогревателя при этом монтируются между колоннами каркаса. Для обеспечения термических расширений они привариваются к балкам каркаса по низу; с боков они имеют направляющие полосы, а сверху компенсатор.

Таким образом, взамен 22 блоков воздухоподогревателя имеем всего 8.

Включение перепускных коробов в блоки передней и задней стенок каркаса должно значительно упростить сварочные работы по коробам ввиду того, что их сварка на котле требует устройства подмостей.

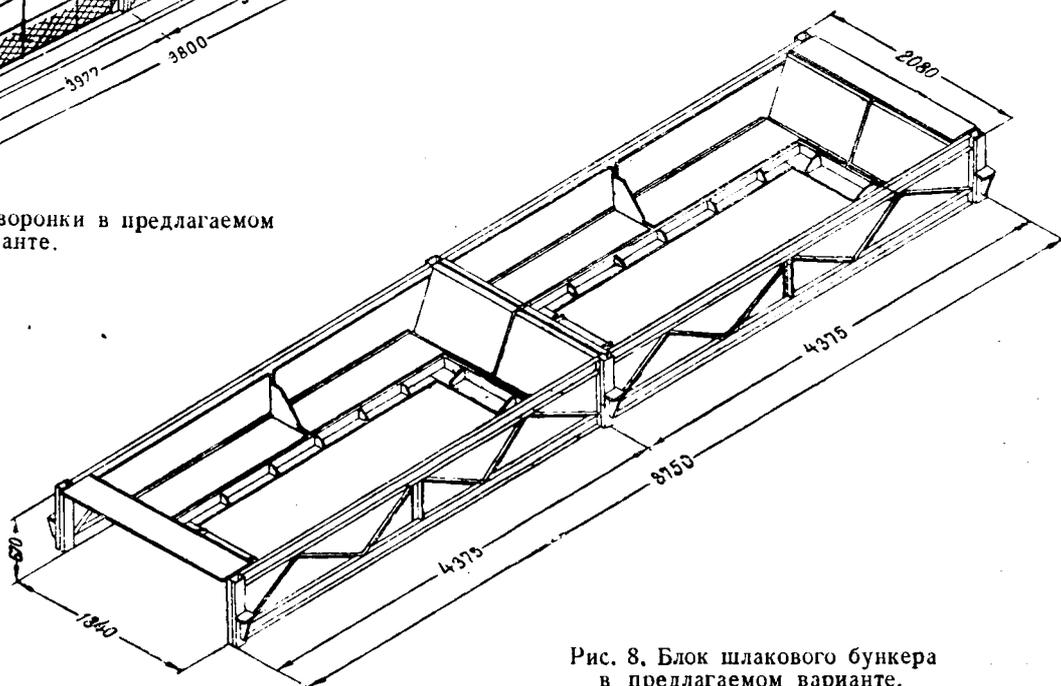


Рис. 8. Блок шлакового бункера в предлагаемом варианте.

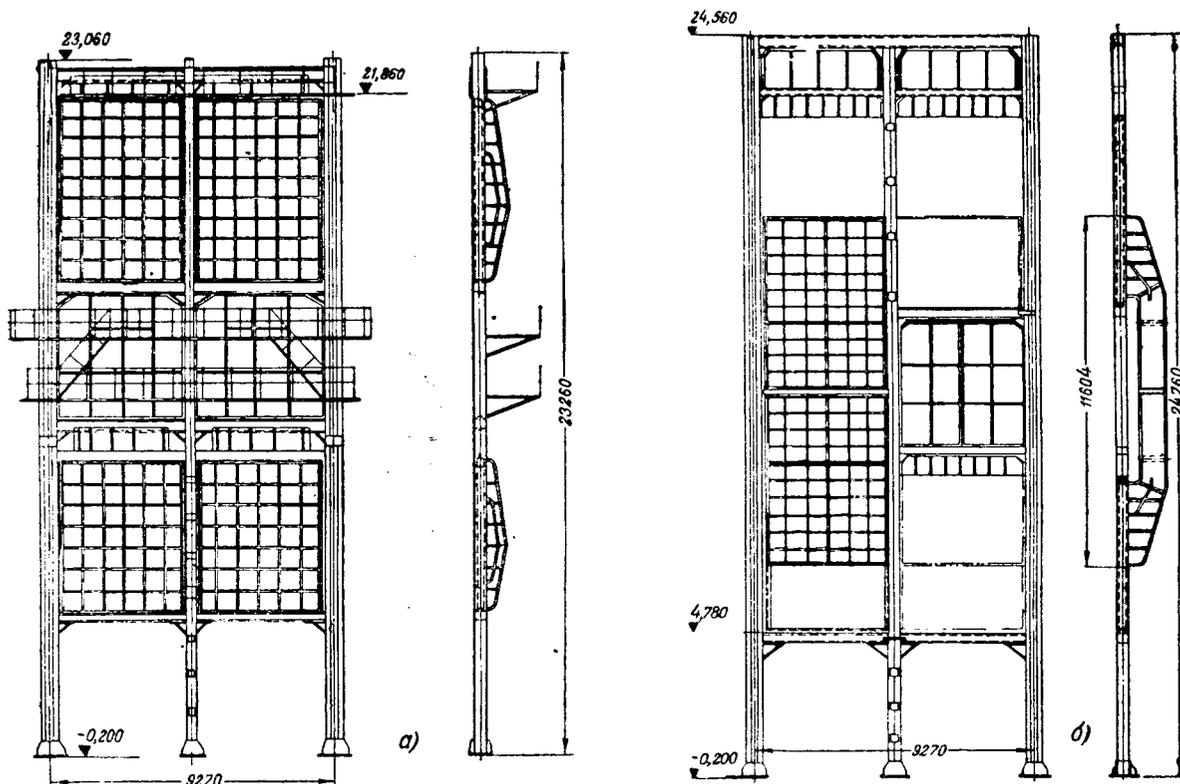


Рис. 9. Блок задней (а) и передней (б) стенок котла хвостовой части.

Включение этих коробов в блоки незначительно увеличивает вес последних, и подъем их совершается по несложным схемам — путем разворота их вокруг своих нижних пят (эти блоки собираются первыми на фундаменте котла).

Экраны. Количество блоков экранов котла остается без изменения, однако средние боковые

экраны можно было бы закончить также верхней камерой, как у больших и малых экранов. При этом увеличиваются сварочные работы на монтаже, но значительно сокращаются работы по паротводящим трубам этих экранов, количество которых сократится с 40 до 15—20 шт.

Нижние камеры средних блоков фронтальных и задних экранов целесообразно расположить так, чтобы они были одна над другой, как это показано на рис. 6,б. Это укорачивает трубы экранов

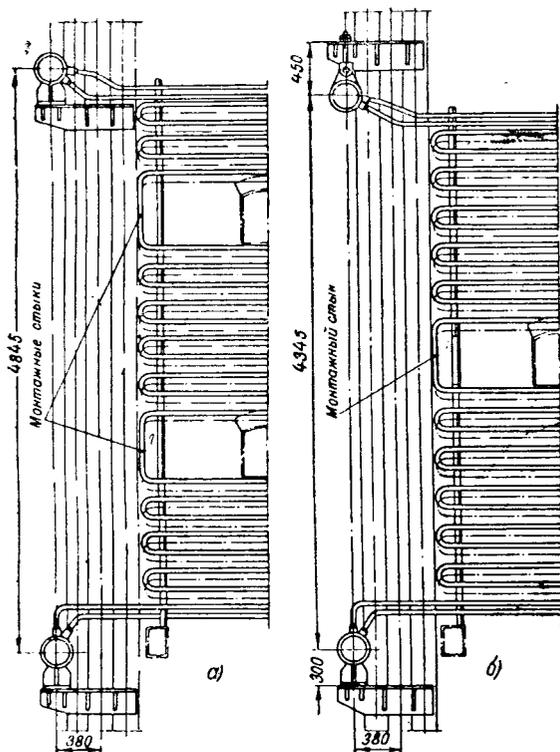


Рис. 10. Нижняя часть водяного экономайзера в существующей конструкции (а) и в предлагаемой конструкции (б).

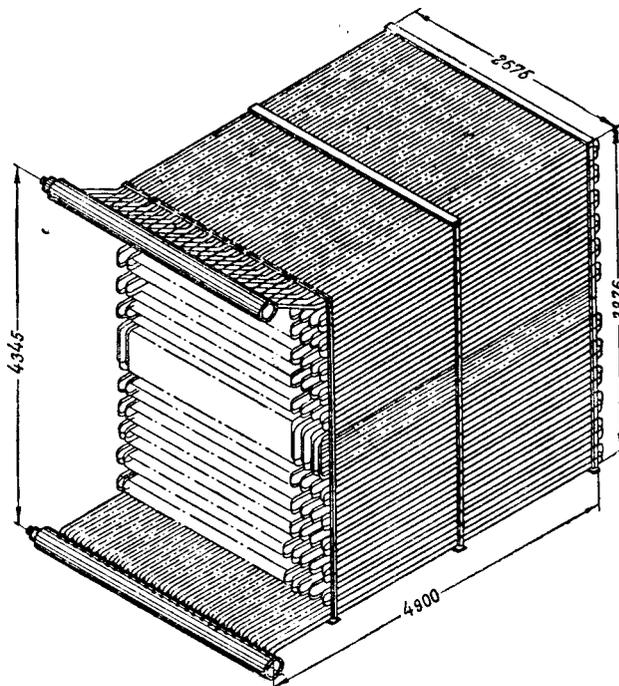


Рис. 11. Блок нижней части водяного экономайзера в предлагаемом варианте.

Таблица 2

Продолжение табл. 2

Наименование блока	Существующая конструкция		Предлагаемая конструкция	
	Количество блоков	Общий вес, т	Количество блоков	Общий вес, т
Задняя стенка хвостовой части	1	31,7	1	37,8
Передняя стенка хвостовой части	1	28,5	1	37,8
Боковые стенки котла	2	69,5	2	75,3
Фронтальная стенка топки	2	11,5	1	11,5
Задняя стенка топки	1	11,3	1	11,3
Потолочное перекрытие топки	1	10,6	1	9,8
Потолочное перекрытие хвостовой части	1	5,2	1	21,6
Шлаковый комод	2	5,1	2	5,1
Шлаковый бункер	2	1,8	1	2,0
Каркас мельничной шахты	3	23,3	3	23,3
Наклонные щиты пароперегревателя	1	3,5	1	3,6
Щиты задней стенки хвостовой части	2	3,7	—	—

Наименование блока	Существующая конструкция		Предлагаемая конструкция	
	Количество блоков	Общий вес, т	Количество блоков	Общий вес, т
Наклонные щиты холодной воронки	2	5,0	2	15,4
Наклонный потолок топки	1	3,3	1	3,3
Боковой щит в районе пароперегревателя	2	1,8	—	—
Обшивка камеры регулятора перегрева	1	2,2	1	2,2
Экраны котла	12	62,6	12	74,6
Водяной экономайзер I и II ступени	4	79,8	4	79,8
Пароперегреватель I и II ступени	4	42,4	2	47,4
Барабаны котла	2	62,4	2	62,4
Секции воздухоподогревателя I и II ступени	12	133,8	8	133,8
Перепускные короба	10	18,3	—	—
	69	617,5	47	657,5

под наклонными щитами холодной воронки и дает возможность беспрепятственно пронести блоки при уже смонтированных наклонных щитах холодной воронки с установленными блоками экранов котла с одной стороны.

Водяной экономайзер. Большим удобством на данном котле в отличие от котлов других типов является то, что камеры обеих ступеней свободно пронесены в пролете между колоннами каркаса хвостовой части. Блоки же по своим габаритам являются транспортабельными и могли бы прибывать на монтажную площадку собранными на заводе, кроме нижней части водяного экономайзера, которая вследствие значительной высоты не подходит под железнодорожный габарит; поэтому она может быть собрана на заводе полублоками до монтажных стыков. По заводской конструкции в нижней части имеются два монтажных стыка (рис. 10, а), которые следует свести к одному, как показано на рис. 10, б.

Блок нижней части в измененном варианте показан на рис. 11.

Важно отметить, что блоки водяного экономайзера, отправляемые с завода в собранном виде, должны иметь жесткую обвязку, которая позволила бы без каких-либо дополнительных перестроповок прямо с железнодорожной платформы устанавливать их на котел.

Само собой разумеется, что эти блоки должны пройти на заводе все виды испытаний (шариковую, гидравлическое испытание и т. д.).

Опоры под камеры устанавливаются на каркасе котла до установки блоков и поэтому пронос камер над ними при отсутствии монтажных зазоров весьма затруднителен. Для устранения этого опоры под верхние камеры обеих ступеней водяного экономайзера следует делать подвесного типа, как это показано на рис. 10, б, чтобы дать возможность свободно пронести блоки и

легко закрепить их на подвесках при установке последних.

Результаты предлагаемых изменений блоков котла ТП-170-1 приведены в табл. 2.

Таким образом, количество блоков сокращается на 32%, а блочность по весу при этом увеличивается за счет вовлечения в блоки дополнительных деталей котла и составляет теперь 78%.

Изменения характеристики блочности приведены в табл. 3. В результате предлагаемых конструктивных изменений по котлу характеристики существенно улучшаются: уменьшилось количество мелких блоков весом до 15 т с 85,5% к общему количеству блоков котла до 55,3% и увеличилось количество блоков весом от 15 до 30 т с 8,7 до 34%.

Уменьшился общий вес мелких блоков весом до 15,0 т с 56,1 до 24,9% к общему весу блоков котла и, наоборот, увеличился общий вес блоков в 15—30 т с 21,3 до 46,5%. Увеличился также и средний вес блоков с 9,0 до 14,0 т.

Поставка узлов блоками

Предлагаемые конструктивные изменения обеспечат возможность доставки на монтажный участок ряда узлов котла собранными на заводе блоками либо полублоками, при условии некоторого изменения технологического процесса изготовления и сборки элементов котла на заводе.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время завод поставляет на монтажные участки в собранном виде лишь секции воздухоподогревателя — 12 шт. общим весом 133,782 т, что вместе с барабанами котла составит 14 блоков общим весом 196,1 т, или ~ 23% к общему весу котла. Все остальное оборудование поставляется «россыпью» и собирается в блоки на монтажном

Узел Вес блока, т	Каркас котла		Поверхность нагрева		Воздухоподогреватель		Всего		Средний вес, т	% к общему	
	Количество	Вес, т	Количество	Вес, т	Количество	Вес, т	Количество	Вес, т		количеству блоков	весу блоков
До 5	14/6	29,3/16,2	4/4	15,3/15,3	10/—	18,3/—	28/10	62,8/31,4	2,2/3,1	41,0/21,3	10,2/4,8
5÷10	5/6	37,3/48,5	10/6	63,2/35,3	—/—	—/—	15/2	100,5/83,8	6,8/7,0	21,5/25,5	16,3/13,0
10÷15	2/2	21,9/22,8	2/2	26,5/24,0	12/—	133,8/—	16/4	182,2/46,8	11,4/11,7	23,0/8,5	29,6/7,1
15÷20	—/—	—/—	2/2	30,3/30,3	—/8	—/133,8	2/3	30,3/164,1	15,2/16,4	2,9/21,3	4,9/25,0
20÷25	—/1	—/21,6	3/5	72,5/199,9	—/—	—/—	3/6	72,5/141,6	24,1/23,5	4,3/12,7	11,8/21,5
25÷30	1/—	28,5/—	—/—	—/—	—/—	—/—	1/—	28,5/—	28,5/—	1,5/—	4,6/—
Свыше 30	3/4	101,2/150,4	1/1	39,4/39,4	—/—	—/—	4/5	140,6/189,8	35,1/37,7	5,8/10,7	22,6/28,6
Всего по блокам узлов	25/19	218,2/259,5	—	247,2/264,2	22/8	152,0/133,8	69/47	617,4/657,5	9,0/14,0	100/100	100/100
Общий вес узла	—	347,0/355,0	22/20	349,5/339,5	—	162,9/144,9	—	849,4/8-9,4	—	—	—
Коэффициент блочного узла		63,0/73,0		71,0/78,0		94,5/93,0		73,0/78,0	—	—	—

Примечание. В числителе — в существующей конструкции, в знаменателе — в предлагаемой конструкции.

Таблица 4

Наименование	Способ отгрузки	Количество	Общий вес, т
Шлаковый бункер	Блок	1	1,95
Шлаковый комод	"	2	5,14
Каркас мельничной шахты	Полублок	6	23,3
Наклонные щиты пароперегревателя	"	2	3,5
Блоки холодной воронки	"	12	15,4
Наклонный потолок топки	"	2	3,32
Обшивка камеры регулятора перегрева	Блок	1	2,20
Экраны котла	Полублок	18	74,6
Водяной экономайзер (нижний)	"	4	79,8
Водяной экономайзер (верхний)	"	2	
Пароперегреватель	Пакет	8	47,42
Бароаны котла	Блок	2	62,418
Секции воздухоподогревателя	"	8	133,78
Перепускные короба	"	10	18,26
Щиты, входящие в блоки стенок каркасов	"		10
		78	493,0 т (58% к общему весу котла)

□ □ □

участке. Это ничем не оправдано. Завод, оснащенный передовой техникой, имеет все технические возможности поставлять свою продукцию готовыми блоками, прошедшими на месте все требуемые испытания.

В табл. 4 приведены данные о блоках, которые при внесении предлагаемых конструктивных изменений могут поставляться на монтажный участок в собранном виде.

Такая отгрузка блоков и полублоков с завода позволяет намного сократить продолжительность монтажа и значительно уменьшить объем монтажных работ.

Выводы

1. Необходимость внедрения блочных методов монтажа все еще не учитывается в должной мере при проектировании котлоагрегатов. Вместе с тем можно без труда значительно улучшить блочные характеристики котла при продуманном его конструировании.

2. Котлоагрегат должен поставляться в объеме не менее 55—60% от его веса в виде готовых блоков, полублоков, либо пакетами, которые потребовали бы минимум трудозатрат для сборки блоков на монтажных участках и установки на место.

Саморазряд в изоляционных материалах и конструкциях

Канд. техн. наук В. В. Пучковский

Среди методов отыскания дефектов, применяемых при профилактическом эксплуатационном контроле изоляции электрических машин и трансформаторов высокого напряжения, особое место занимает исследование нестационарных процессов, связанных с явлением абсорбции. Изучению этих процессов и сопровождающих их явлений уделяется большое внимание, особенно в последние годы. Практические пути использования явления абсорбции для целей профилактики изоляционных конструкций сводятся к снятию собственно зависимости тока абсорбции от времени при заряде; снятию зависимости сопротивления изоляции от времени при заряде с помощью мегомметра; измерению диэлектрических потерь или, наконец, к снятию частотно-емкостных и температурно-емкостных характеристик.

Одной из разновидностей переходных явлений в изоляционных материалах и изолирующих конструкциях является разряд на собственную проводимость после предварительной зарядки от источника с постоянным напряжением, т. е. саморазряд. Опыт применения этого метода, не очень, правда, обширный, показал весьма высокую чувствительность его к увлажнению изоляции высоковольтных машин и трансформаторов¹.

Если, подобно тому, как это делается при анализе других абсорбционных явлений, в основу исследования саморазряда положить структурную неоднородность изоляционного материала, имитируемую схемой замещения Максвелла с неограниченным числом слоев, то изменение напряжения при саморазряде во времени может быть аналитически выражено экспонентным рядом вида:

$$U_t = \sum_{i=1}^{i=n} B_i e^{P_i t},$$

где B_i и P_i являются функциями всех постоянных схемы замещения и лишь в тех случаях, когда поверхностная проводимость пренебрежимо мала, коэффициенты B_i представляют собой начальные напряжения на отдельных слоях схемы, а множители P_i определяются только

емкостью и сопротивлением соответствующего слоя и по величине обратны его постоянной времени. Имея в виду, что поверхностные проводимости обусловлены не только утечкой по внешним конструктивным поверхностям, например, по лобовым частям и выводам, но и по поверхностям структурным, в том числе по поверхностям сопряжения кристаллов слюды, трещинам и неплотностям, следует полагать, что в общем случае этот экспонентный ряд не может быть истолкован как сумма экспонентов отдельных слоев изоляции. Напротив, напряжение на каждом слое будет содержать все экспонентные слагающие, входящие в ряд.

В целях выяснения влияния поверхностной проводимости в реальных условиях были сняты характеристики саморазряда для образцов миканита толщиной 0,81 мм, снабженных обкладками из фольги размерами 80×80 мм. Ширина кромки миканита, выступающей за электроды (размер a), изменялась в пределах от 2 до 20 мм.

Источником напряжения для зарядки образцов служила батарея, имеющая напряжения 131 в. Полученные при этом характеристики саморазряда приведены на рис. 1. Времена спада напряжения при саморазряде от начального значения до 50% в виде зависимости $T_{0,5} = F(a)$ приведены на рис. 2. Аналогичные измерения, выясняющие роль поверхностных проводимостей, были выполнены на отдельном стержне обмотки статора генератора 24 тыс. квт, 10,5 кв, типа Т-2270/98. Полученные для стержня характеристики саморазряда и зависимость времени спада напряжения до 50% от начального для разных длин концевой разделки приведены на рис. 3 и 4. В обоих случаях как для образцов миканита, так и для генераторного стержня влияние поверхностной проводимости видно весьма отчетливо, что подтверждает ее роль в общей закономерности саморазряда: чем меньше поверхностное сопротивление по сравнению с объемным, тем быстрее протекает саморазряд.

Одной из причин резкой неоднородности в изоляции электрических машин является наличие воздушных включений. Несмотря на меньшую, чем у материалов, входящих в состав изоляции, диэлектрическую постоянную, такие включения обладают большим временем саморазряда благодаря исчезающе малой объемной проводимости.

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

Роль проводимостей по неравнопотенциальным поверхностям раздела твердой и газообразной сред при саморазряде в воздушных включениях является, видимо, решающей.

Измерения напряжения саморазряда на непрессованных и непроклеенных образцах, где воздушные включения неизбежны, были выполнены для двух изоляционных композиций: а) слюда и электрокартон; б) слюда и желтая лакоткань (на шелковой основе).

Изменение относительного объема воздушных включений в образцах достигалось разной степенью их внешнего сжатия с помощью груза. Образцы, снабженные такими же электродами, как и указанные выше, подвергались сжатию грузом в 20 и 500 г, что соответствовало удельным давлениям в 0,312 и 7,8 г/см². Характеристики саморазряда, полученные после зарядки

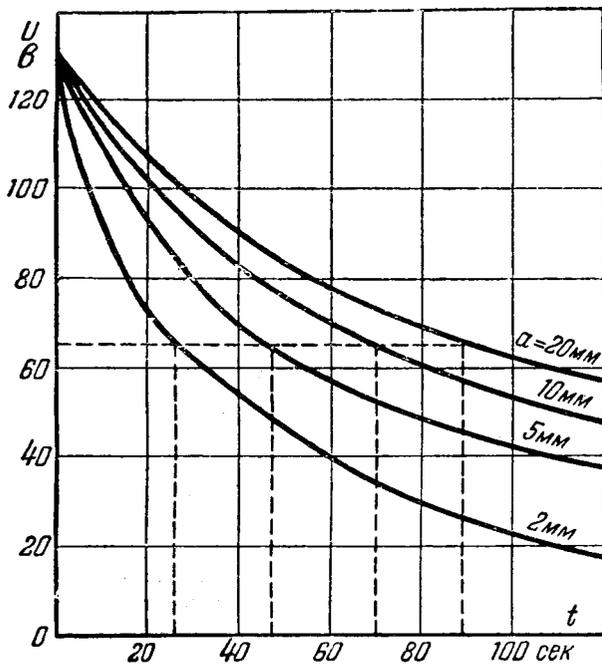


Рис. 1. Влияние поверхностной проводимости на характеристики саморазряда миканита.

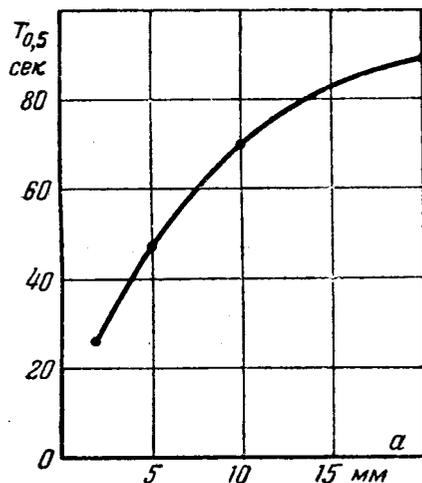


Рис. 2. Зависимость $T_{0,5} = F(\alpha)$ для миканита.

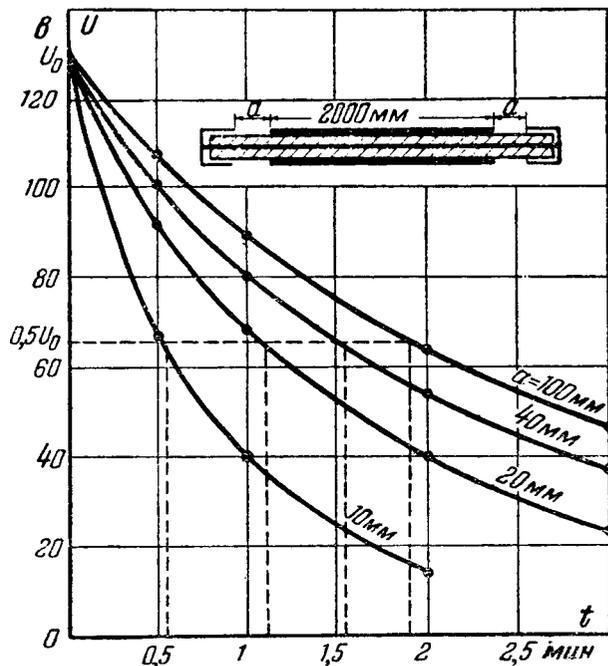


Рис. 3. Влияние поверхностной проводимости на характеристики саморазряда стержня обмотки генератора.

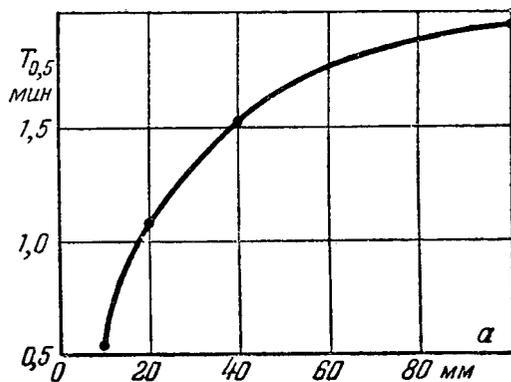


Рис. 4. Зависимость $T_{0,5} = F(\alpha)$ для стержня обмотки генератора.

от той же батареи, приведены на рис. 5. Для обоих образцов увеличение степени сжатия, т. е. уменьшение относительного объема воздушных включений, приводило к увеличению скорости саморазряда. Такой характер изменения характеристик саморазряда — уменьшение времени спада напряжения, — несмотря на возможное возрастание емкости воздушных включений при сжатии, указывает на значительное увеличение поверхностных проводимостей по границам между твердой изоляцией и воздухом.

Для всех изоляционных материалов по мере увеличения температуры возрастает проводимость в связи с повышением подвижности ионов. Увеличение проводимости как для отдельного изоляционного материала, так и для изоляционной конструкции в целом приводит к увеличению скорости саморазряда при возрастании температуры, несмотря на имеющее обычно место некоторое увеличение емкости.

Измерения напряжения саморазряда при различных температурах были выполнены для

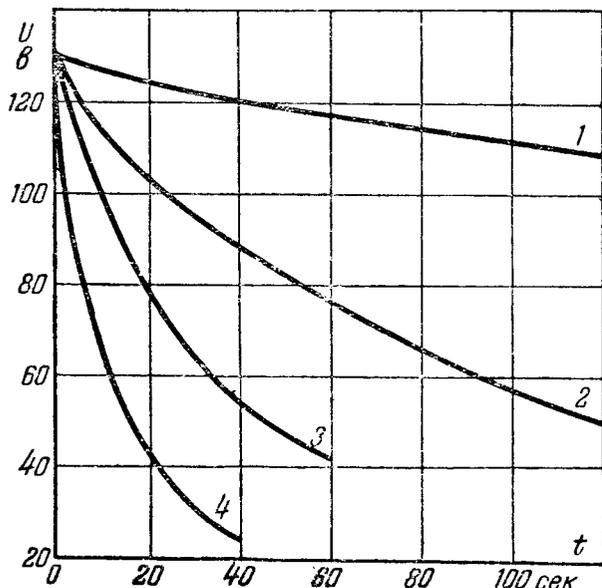


Рис. 5. Влияние воздушных включений на характеристики саморазряда.
1—прессшпан и слюда (груз 20 г); 2—прессшпан и слюда (груз 500 г); 3—лакоткань и слюда (груз 20 г); 4—лакоткань и слюда (груз 500 г).

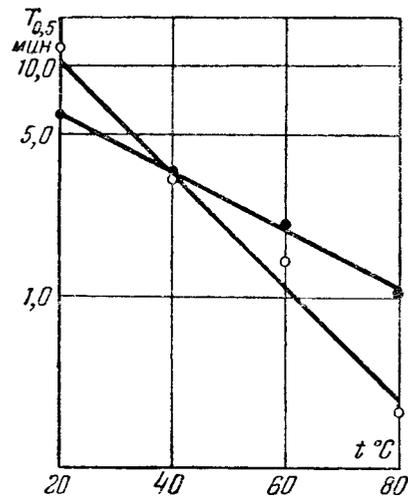


Рис. 6. Зависимость $T_{0,5} = \varphi(t^\circ)$.
○—для миканита; ●—для микаленты.

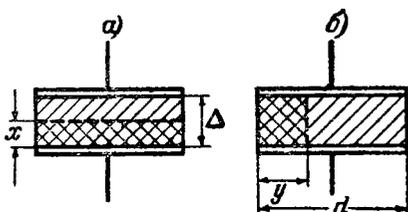


Рис. 8. Схемы увлажнения образцов миканита.
а—продольное увлажнение; б—поперечное увлажнение.

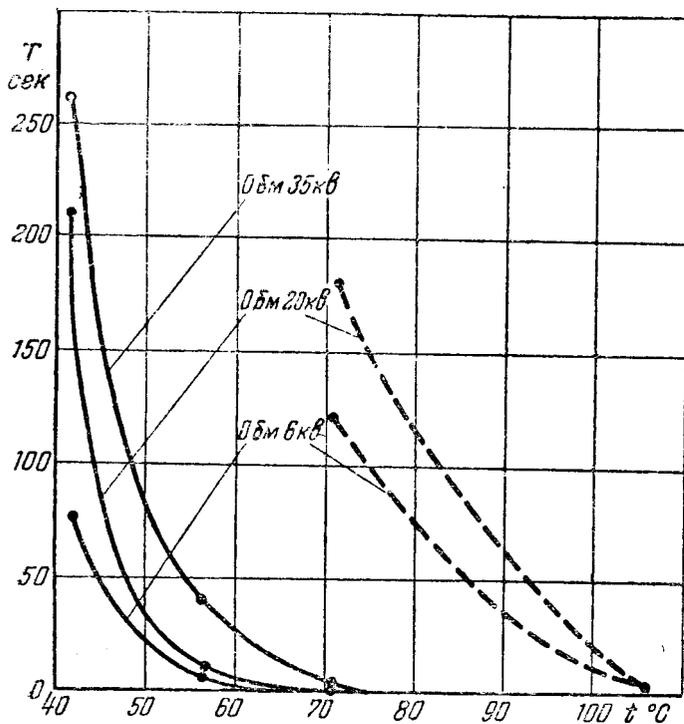


Рис. 7. Зависимость времени саморазряда от температуры для изоляции трансформатора.
Сплошная линия—время спада до 85%; пунктирная—время спада до 50%.

образцов из миканита и микаленты, снабженных электродами из фольги указанных выше размеров, причем источником напряжения, как и в предыдущих измерениях, служила батарея. Для обоих образцов зависимости времени спада напряжения при саморазряде от начального его значения до 50% от температуры приведены на кривых рис. 6. Аналогичные измерения времени саморазряда были выполнены также для изоляции трансформатора 50 тыс. ква, 35/20,6 кв в пе-

риод его остывания после сушки². Результаты измерения для всех обмоток приведены на кривых рис. 7.

Результаты измерений зависимости времени саморазряда от температуры указывают на наличие практически линейной связи между логарифмом времени саморазряда и температурой для миканита и микаленты, т. е. увеличение скорости саморазряда для этих материалов определяется почти исключительно температурной зависимостью проводимости. Для изоляции трансформатора также характерен резкий спад времени саморазряда, однако закономерность этой связи ввиду малого числа измерений подлежит уточнению.

Одним из факторов, определяющих электрические характеристики изоляционных материалов и конструкций, является увлажнение, к которому, как уже было указано выше, саморазряд оказывается весьма чувствительным. Измерение напряжения саморазряда при увлажнении было выполнено для образцов миканита при двух схемах увлажнения, представленных на рис. 8. В одном случае с помощью набора образцов имитировалось продольное увлажнение вдоль линий поля (рис. 8,а), в другом — поперечное увлажнение (рис. 8,б). В схемы группировались одинаковые и однородные образцы, снабженные электродами из фольги. Часть образцов была предварительно подвергнута прямому увлажнению путем погружения в воду на

² При сушке и измерениях масло в баке трансформатора отсутствовало.

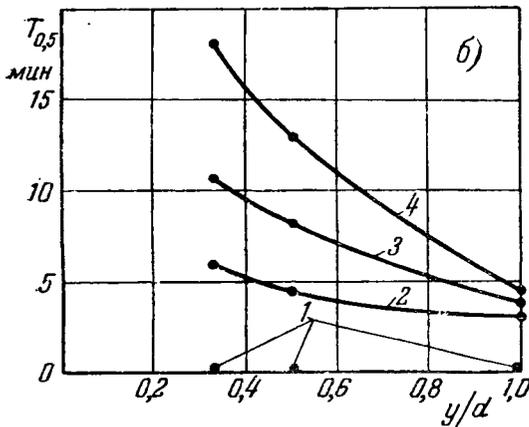
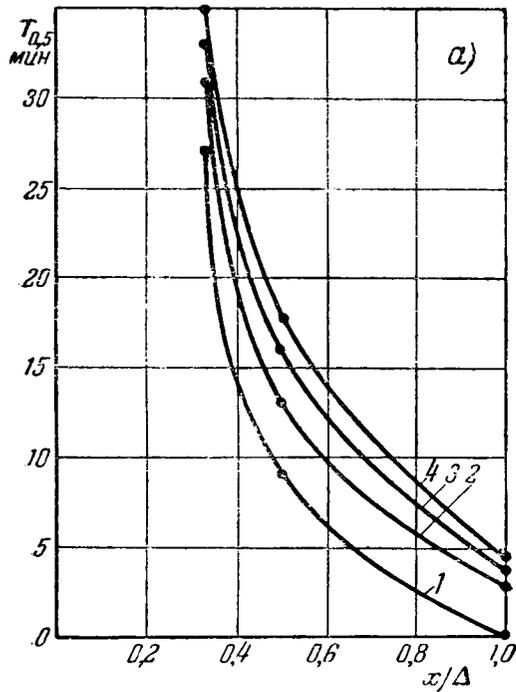


Рис. 9. Влияние увлажнения на время саморазряда.

а—миканит по схеме рис. 8, а; б—миканит по схеме рис. 8, б.

8 час. и последующей воздушной сушке в помещении при 18—20° С. Измерения были выполнены:

через 20 час. после извлечения из воды (кривая 1)					
• 44	•	•	•	•	(• 2)
• 68	•	•	•	•	(• 3)
• 92	•	•	•	•	(• 4)

Результаты измерений в виде зависимостей времени спада напряжения при саморазряде от относительного объема увлажнения приведены на рис. 9, а для схемы «продольного» и на рис. 9, б — для схемы «поперечного» увлажнения.

Как видно из кривых, частичное увлажнение резко снижает время саморазряда; одинаковое объемное увлажнение более заметно при поперечном его распространении, когда увлажненная часть шунтирует сухую и, обладая малой собственной постоянной времени саморазряда, служит для последней как бы разрядным сопротивлением. При продольном увлажнении, несмотря на малую собственную постоянную времени увлажненного слоя, скорость спада напряжения возрастает в меньшей степени, так как доля напряжения, приходящаяся на эти части, вследствие их большой проводимости относительно очень мала. Примером высокой чувствительности саморазряда к увлажнению изоляции трансформаторов могут служить следующие результаты, полученные при сушке трансформатора 45 тыс. кВа, 35/6 кВ*.

1. Сопротивление изоляции при 60 сек., измеренное мегомметром 2500 в, возросло в результате сушки с 300 до 1800 мгом — для обмотки 35 кВ и со 150 до 1000 мгом — для обмотки 6 кВ. Кратность изменения сопротивления лежит в пределах от 6,0 до 6,67.

2. Отношение сопротивления изоляции при 60 сек. к сопротивлению при 15 сек. соответственно изменилось от 1,0 до 1,35 — для обмотки 35 кВ и от 1,0 до 1,7 — для обмотки 6 кВ.

3. Время спада напряжения при саморазряде до 85% начального значения изменилось соответственно от 1,0 до 126,0 сек. — для обмотки 35 кВ и от 1,0 до 251,0 сек. — для обмотки 6 кВ.

Таким образом, из приведенных показателей увлажнения наиболее отчетливые результаты получаются по времени спада напряжения при саморазряде.

Выводы

1. Поверхностные проводимости в изоляции оказывают существенное влияние на скорость саморазряда; увеличение их приводит к убыстрению спада напряжения.

2. Наличие воздушных включений в изоляции вызывает уменьшение скорости саморазряда.

3. Температурная зависимость времени спада напряжения для образцов миканита и микаленты практически совпадает с температурной зависимостью проводимости.

4. Время спада напряжения может служить надежным указателем увлажнения изоляции как машин, так и трансформаторов. Чувствительность саморазряда к увлажнению выше, чем у других методов контроля влажности.

* При сушке и измерениях масло в баке трансформатора отсутствовало.



Применение прибора для контроля влажности изоляции трансформаторов

Инж. В. Б. Кулаковский

В 1945 г. Технический отдел МЭС поручил ЦНИЭЛ провести подробное исследование метода контроля влажности изоляции по зависимости емкости ее от температуры, предложенного Московским трансформаторным заводом им. В. В. Куйбышева¹.

В ходе этой работы, основные результаты которой опубликовывались ранее², были выявлены физические соотношения, на которых базируется этот метод, и установлена возможность контроля влажности изоляции по зависимости емкости ее от частоты при какой-либо одной температуре (метод емкость—частота). В дальнейшем метод этот был разработан более детально и сконструирован основанный на нем прибор для контроля влажности изоляции трансформаторов (ПКВ).

Метод емкость—частота основан на том, что емкость изоляции, обладающей резко выраженными абсорбционными свойствами, зависит от частоты, на которой производятся измерения. Чем более увлажнена изоляция, тем резче выражены у нее абсорбционные свойства, благодаря чему емкость увлажненной изоляции в большей степени зависит от частоты, чем у сухой.

Отношение емкостей, измеренных при двух различных частотах, характеризует степень увлажнения изоляции. Исследования показали, что зависимость емкости от частоты выражена сильнее, если измерения производятся не при синусоидальной, а при прямоугольной форме кривой напряжения на емкости.

Такая форма получается при измерениях по схеме заряд—разряд, поэтому в упомянутом выше приборе для контроля влажности изоляции была использована именно эта схема измерения. Опытным путем было установлено, что для суждения о влажности волокнистой изоляции при температуре 15—20° С достаточно знать отношение емкостей, измеренных по схеме заряд—разряд при частотах 2 и 50 пер/сек $\left(\frac{C_2}{C_{50}}\right)$.

На рис. 1 приведена зависимость величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ от влажности для электрокартона (при 20° С).

¹ В. Б. Гельперин, Новый метод определения степени влажности изоляции, «Электрические станции», № 6, 1945 г.

² Л. Г. Мамиконян, Контроль влажности изоляции электрических машин и трансформаторов по изменению емкости их обмоток, «Электрические станции», № 4, 1947 г.

Прибор для контроля влажности по методу емкость—частота

С помощью разработанного в ЦНИЭЛ прибора ПКВ емкость испытуемой изоляции измеряется при частотах 2 и 50 пер/сек.

Измерение емкости производится по схеме заряда и разряда: измеряемая емкость C_x периодически заряжается от источника постоянного тока и разряжается на гальванометр (рис. 2).

Среднее значение тока разряда, протекающего через прибор, пропорционально зарядному напряжению, частоте переключений (числу циклов заряд—разряд в секунду) и измеряемой емкости, поэтому, зная ток разряда, легко определить измеряемую емкость.

Ток разряда может измеряться либо по методу непосредственного отсчета (с помощью микроамперметра), либо по нулевому методу. В последнем случае измеряемая емкость разряжается на нульгальванометр, через который одновременно протекает постоянный компенсирующий ток известной величины, по направлению обратный зарядному.

Нульгальванометр не дает отклонений тогда, когда компенсирующий ток равен среднему значению разрядного тока.

Принципиальная схема прибора, работающего по нулевому методу (ПКВ-1), изображена на рис. 3.

Изготовленные в ЦНИЭЛ приборы ПКВ-1 имеют следующие данные: пределы измерений 1 000 ÷ 15 000 мккф и 10 000 ÷ 150 000 мккф; напряжение заряда 350 в; питание — сеть переменного тока 220 в; вес ~ 12 кг.

Прибор несложен в производстве и может быть изготовлен в небольших мастерских по ремонту измерительных приборов или радиоаппаратуры.

Контроль увлажнения изоляции трансформаторов

Измерения по методу емкость—частота желательно проводить совместно с другими изоляционными измерениями (измерения $\tan \delta$, токов утечки), особенно на трансформаторах большой мощности или ответственных.

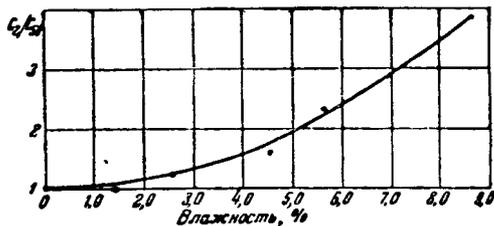


Рис. 1. Зависимость отношения $\frac{C_2}{C_{50}}$ от влажности для прессшпана при температуре 20°C.

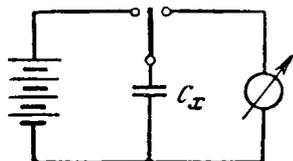


Рис. 2. Схема для измерения емкости по методу заряд-разряд.

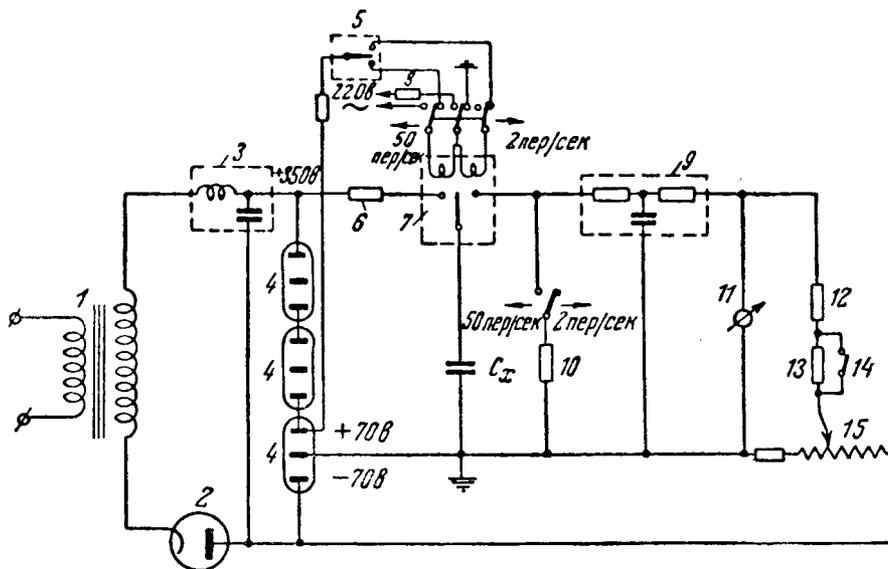


Рис. 3. Схема прибора для измерения емкости на частотах 2 и 50 пер/сек.

1 — трансформатор питания; 2 — кеотрон; 3 — фильтр питания; 4 — газоразрядные стабилизаторы и делители напряжения; 5 — механический переключатель; 6 — ограничивающее сопротивление; 7 — поляризованное реле; 8 — добавочное сопротивление; 9 — фильтр гальванометра; 10 — шунт; 11 — гальванометр; 12 и 13 — сопротивления в цепи компенсации; 14 — переключатель пределов; 15 — градуированный потенциометр.

Во всех случаях измерению емкости должно предшествовать измерение сопротивления изоляции.

Прибор ПКВ дает возможность измерять емкость каждой обмотки по отношению к корпусу при заземленных и при изолированных остальных обмотках (для небольших трансформаторов — только при заземленных).

Междуобмоточные емкости мерить не рекомендуется, так как, во-первых, корпус прибора при таких измерениях оказывается под напряжением по отношению к земле, во-вторых, возможны значительные погрешности, обусловленные утечками отдельных цепей прибора на питающую сеть и землю.

Оценка влажности, как уже указывалось, производится по величине отношения емкостей $\frac{C_2}{C_{50}}$.

Как показали опыты, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ у трансформаторов, прошедших сушку, не превосходит при 15—20° С значений 1,2—1,3. У трансформаторов с сильно увлажненной изоляцией величина эта может достигать значений 2—3.

Так, например, у одного трансформатора 12 000 ква, несколько лет стоявшего без масла, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ у обмотки 6 кв при температуре 25° С имела значение 2,02. После сушки трансформатора, заливки маслом и охлаждения до 20° С величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ той же обмотки оказалась равной 1,25.

На другом трансформаторе 5 600 ква, 35/6 кв, проходившем сушку после сборки на Московском трансформаторном заводе, были получены данные, приведенные в таблице.

На рис. 4 приведена диаграмма, показывающая снижение величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ в результате сушки у 16 трансформаторов с различной степенью увлажненности обмоток, проходивших сушку на

Обмотка	До сушки, $t = 12,5^\circ \text{C}$		После сушки, $t = 12^\circ \text{C}$	
	$\text{tg } \delta, \%$	$\frac{C_2}{C_{50}}$	$\text{tg } \delta, \%$	$\frac{C_2}{C_{50}}$
35 кв	10	1,42	0,8	1,05
6 кв	16	1,71	1,5	1,05

Московском трансформаторном заводе. Как видно из рис. 4, во всех случаях величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ после сушки значительно снижается и ни в одном случае не превосходит значения 1,2.

Как показало обобщение результатов измерений, проведенных как ЦНИЭЛ, так и некоторыми энергосистемами, для трансформаторов с неувлажненной изоляцией могут быть указаны в качестве ориентировочных следующие предельные значения величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ (при температуре 15—25° С):

Трансформаторы мощностью до 1 000 ква	1,30
Трансформаторы мощностью от 1 000 до 10 000 ква	1,25
Трансформаторы мощностью свыше 10 000 ква или напряжением 110 кв и выше всех мощностей	1,20

Следует отметить, что приведенные значения $\frac{C_2}{C_{50}}$ получены на основании замеров на новых трансформаторах или прошедших сушку. У трансформаторов, находящихся в эксплуатации, наблюдаются более высокие значения $\frac{C_2}{C_{50}}$, поэтому пользоваться приведенными цифрами для оценки влажности изоляции таких трансформаторов не рекомендуется.

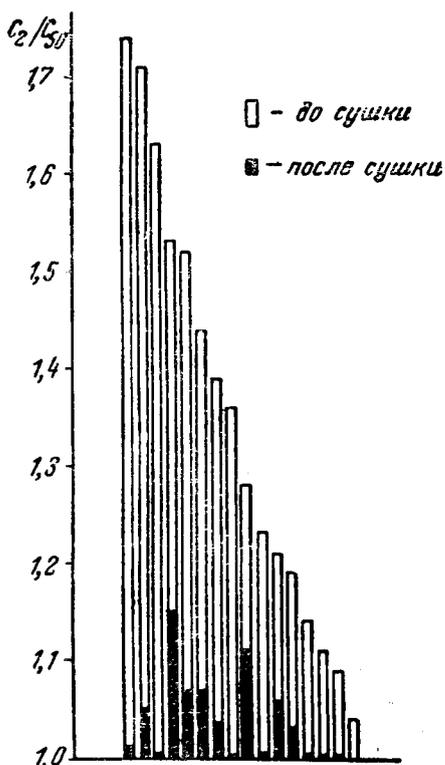


Рис. 4. Максимальные значения $\frac{C_2}{C_{50}}$ у 16 различных трансформаторов до сушки и пропитки маслом и после сушки и заливки.

Метод емкость—частота применяется для контроля влажности трансформаторов в ряде энергосистем МЭС³.

Влияние различных факторов на результаты измерений

Влияние температуры

При повышении температуры абсорбционные процессы ускоряются, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ увеличивается. Так, например, у нового трансформатора ТДТГ 31000/110, измерения на котором производились сразу после заводских испытаний, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ при 21°С имела значения 1,08; 1,04; 1,05 (для обмоток высшего напряжения, среднего напряжения и низшего напряжения соответственно); при прогреве до 61°С они повысились до 1,47; 1,35 и 1,48.

Наблюдаются случаи, когда у трансформаторов, прошедших сушку после ремонта, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ при 70—80°С имеет значения порядка 1,8—2,0. Зависимость величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ от температуры выражена тем резче, чем более увлажнена изоляция, поэтому указать какой-либо общий

³ См. „Электрические станции“, № 8, 1950 г. В. Н. Звездкин; Опыт применения прибора для контроля влажности обмоток трансформаторов в Ленэнерго; В. Я. Монин и А. И. Сапожников, Применение прибора для контроля влажности обмоток трансформаторов в Молотовэнерго.

вид зависимости этой величины от температуры не представляется возможным.

При прогреве трансформатора в начальный период его сушки величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ может достигать значений 4—5, затем, по мере выхода влаги из изоляции, величина эта снижается и к концу сушки изменения ее прекращаются (если температура остается постоянной). Однако наличие отдельных увлажненных деталей не влияет на величину $\frac{C_2}{C_{50}}$ и, как показали опыты, величина эта достигает своего установившегося значения раньше, чем величина сопротивления изоляции.

Поэтому метод емкость—частота может быть применен лишь как дополнительный метод контроля сушки; момент окончания сушки более надежно определяется с помощью мегомметра.

При понижении температуры величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ во всех случаях уменьшается. При низких температурах величина эта может даже при увлажненной изоляции оказаться близкой к единице. Об этом свидетельствуют, например, результаты измерений, проведенных на трансформаторе 1 000 кВа, 6 000/380 в, несколько лет стоявшем без масла. На обмотке высокого напряжения этого трансформатора были получены следующие данные:

- при 20°С . . . $\frac{C_2}{C_{50}} = 1,89$; $\text{tg } \delta = 14\%$
- „ 12,5°С . . . $\frac{C_2}{C_{50}} = 1,57$; $\text{tg } \delta = 8\%$
- „ 5°С . . . $\frac{C_2}{C_{50}} = 1,14$; $\text{tg } \delta = 5\%$

Таким образом, при понижении температуры чувствительность метода емкость—частота сильно снижается, в результате чего, как показал ряд измерений, при температурах порядка 5°С или ниже изменения емкости в диапазоне частот 2 ÷ 50 пер/сек могут оказаться сравнимыми с погрешностью измерений.

Поэтому установить предельные значения $\frac{C_2}{C_{50}}$ для таких температур весьма затруднительно. В этих случаях для проведения измерений следует нагреть трансформатор до 15 ÷ 20°С. Исключение составляет случай, когда при температурах ниже 10°С величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ превосходят предельные значения, указанные для 20°С; в этом случае изоляцию трансформатора следует считать безусловно увлажненной и нагрева не требуется.

Влияние масла

Диэлектрическая проницаемость натурального трансформаторного масла при температурах, достаточно далеких от точки застывания, практически не зависит от частоты.

Примеси, старение, увлажнение и другие причины, снижающие качество масла, весьма мало влияют на диэлектрическую проницаемость последнего. Из этого следует, что качество масла, которым залит трансформатор, практически не влияет на емкость обмоток его и, следовательно,

не может влиять на величину $\frac{C_2}{C_{50}}$. Однако при пропитке трансформатора маслом величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ для обмоток его несколько возрастает. Это объясняется тем, что масло, заполняя воздушные прослойки, увеличивает емкость между отдельными слоями твердой изоляции, а также между внешними слоями ее и заземленными частями, благодаря чему изменение емкости твердой изоляции в большей степени влияет на общую емкость обмотки на землю. Как показали измерения, явление это особенно заметно при первой пропитке изоляции маслом.

При заливке трансформаторов, изоляция которых была пропитана маслом ранее, величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ меняется, как правило, лишь незначительно. В частности, у трансформатора ТДГ 20000/110 значения величины $\frac{C_2}{C_{50}}$, замеренные при 20° С, перед заливкой маслом составляли на разных обмотках 1,03; 1,05 и 1,02, после заливки эти величины повысились до 1,07, 1,05 и 1,05 (при температуре 21° С). Иные зависимости наблюдаются у трансформаторов, залитых синтетическими маслами. У масел этих, имеющих сравнительно высокую температуру застывания (порядка —20° С), повышенной tg δ и большей частью отличимых по зеленоватому флуоресцентному свечению (вместо голубого), наблюдается значительная зависимость диэлектрической проницаемости от частоты.

Вследствие этого трансформаторы, залитые такими маслами, имеют повышенные tg δ и величину $\frac{C_2}{C_{50}}$. Контроль влажности изоляции таких трансформаторов затруднен.

Влияние сопротивления изоляции

Величина сопротивления изоляции не влияет на емкость и на истинное значение величины $\frac{C_2}{C_{50}}$. Однако понижение сопротивления изоляции до значений ниже 10 ÷ 15 мгом может заметно увеличить погрешность прибора ПКВ.

Эта погрешность в измерениях емкости, вызываемая саморазрядом за время срабатывания поляризованного реле, зависит не только от величины сопротивления изоляции, но и от емкости измеряемого объекта: чем меньше емкость и ниже сопротивление изоляции, тем погрешность больше.

□ □ □

Влияние внешних электрических полей на показания прибора

Напряжения, индуктированные переменными полями в токоведущих частях измеряемого объекта и в соединительных проводах, могут заметно влиять на показания прибора, поскольку поляризованное реле, действуя при работе на 50 пер/сек как бы в качестве механического выпрямителя, выпрямляет индуктированные токи.

Влияние переменных полей зависит от фазы их по отношению к напряжению сети. Для устранения влияния переменных полей достаточно поменять местами концы питающей сети и взять среднее значение $\frac{C_2}{C_{50}}$ из показаний, полученных до и после переключения концов.

Выводы

1. Метод емкость—частота достаточно четко выявляет увлажнение изоляции класса А, в частности изоляции трансформаторов. Его достоинством по сравнению с методом емкость—температура является возможность не нагревать трансформатор до 70 ÷ 80° С.

2. Прибор для контроля влажности по методу емкость—частота (ПКВ) может быть с успехом применен для решения вопроса о сушке трансформаторов. Применять его для контроля сушки не следует, так как в этом случае сопротивление изоляции является более чувствительным показателем, чем емкость.

3. Показания прибора ПКВ и вычисляемая по ним величина $\frac{C_2}{C_{50}}$ в значительной степени зависят от температуры испытуемой изоляции. Прибор дает наиболее надежные показания в диапазоне температур 15 ÷ 25° С. При температурах ниже 10° С не всегда удается выявить увлажнение изоляции; при температурах выше 30° С предельно допустимые значения величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ пока не установлены.

4. Метод емкость—частота должен, как правило, применяться в сочетании с другими методами изоляционных измерений.

5. С целью накопления опыта по применению прибора ПКВ и уточнения предельно допустимых значений величины $\frac{C_2}{C_{50}}$ следует производить дальнейшее обобщение и анализ данных измерений, произведенных с помощью этого прибора.

Эффективный способ повышения внутрибаковой изоляции выключателей ВМ-35*

Инж. В. З. Иванов

Статья инж. Гедима свидетельствует о том, что в некоторых, даже крупных, энергосистемах еще есть отдельные работники, недостаточно знающие выключатели типа ВМ-35. Тем не менее, они рекомендуют, а возможно и проводят, такую их «модернизацию», которая неизбежно приведет к авариям.

История технической эволюции выключателей ВМ-35 весьма поучительна и ее полезно вспомнить, чтобы не повторять погрешностей, которыми были наделены ранние конструкции выключателя.

В 1928 г. завод «Электроаппарат» выпустил первый масляный выключатель на 35 кВ с простым двойным разрывом, присвоив ему предельную отключаемую мощность 100 тыс. кВА при 35 кВ и название ВМ-25.

В связи с бурным ростом электрификации нашей страны эта мощность вскоре оказалась недостаточной. Поэтому с 1934 г. завод стал устанавливать на токоведущих стержнях вводов выключателей ВМ-25 дугогасители, представляющие собой продольно-щелевые камеры масляного дутья, или, как их чаще называют, деионные решетки.

Усиленному таким образом выключателю завод присвоил название ВМ-25Д, а выключателям, у которых усилено было также и днище баков, — название ВМ-35.

Такому же усилению подверглись силами энергосистем выключатели, находившиеся в эксплуатации.

Установка дугогасителя в тот же овальный бак, что и у выключателя ВМ-25, сократила масляный промежуток между дугогасителем и стенкой бака примерно до 60 мм. Поэтому для повышения пробивной прочности этого промежутка на дугогаситель были поставлены два барьера из электрокартона толщиной 1,5—1,8 мм каждый.

Металлический экран между барьерами вначале отсутствовал, т. е. имело место такое же положение, к которому рекомендует вернуться инж. П. И. Гедима.

Однако вскоре выяснилось, что применение барьеров не обеспечивает достаточной электрической прочности.

Уже летом 1935 г. в одной из крупных энергосистем, в сети 30 кВ с изолированной нейтралью, произошло 9 аварий с 12 дугогасителями ВМ-25Д и ВМ-35.

Все аварии были однотипны и аналогичны описанным инж. П. И. Гедима — пробой промежутка на бак.

Авариям предшествовало однофазное заземление.

Произведенный заводом подробный анализ этих аварий позволил воспроизвести их в лабо-

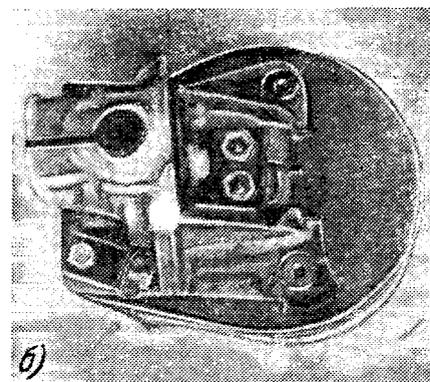
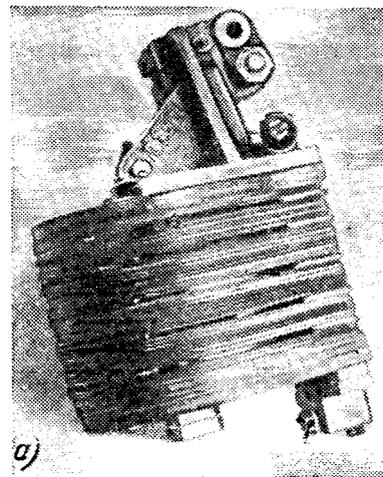


Рис. 1. Дугогасители (неэкранированные барьеры сняты) после перекрытия.

а — перекрытие с 1-й и 2-й стальных пластин (видны обгоревшие электрокартонные прокладки, смежные с этими пластинами); б — перекрытие с башмака дугогасителя по поверхности накладки (виден оплавленный дугой башмак дугогасителя).

* По поводу статьи П. И. Гедима, Электрическая прочность внутрибаковой изоляции выключателей ВМ-35, «Электрические станции», № 5, 1930 г.

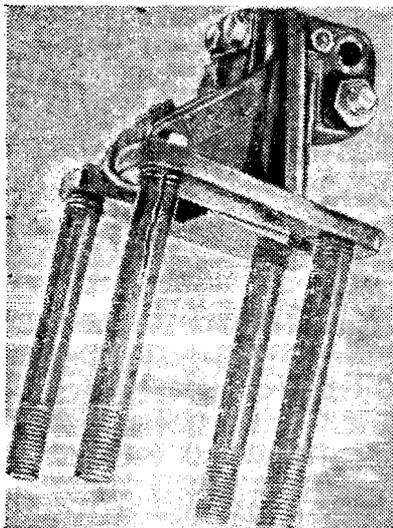
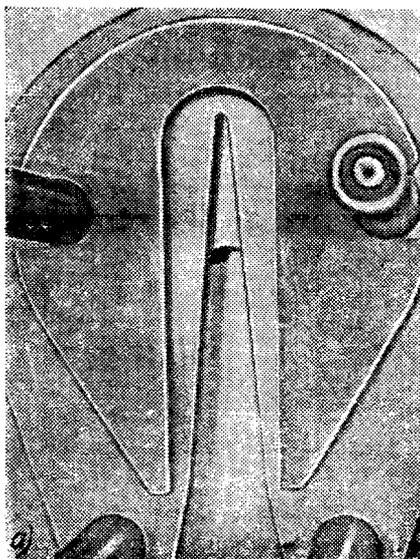


Рис. 2. Башмак и стяжные текстолитовые штильки дугогасителя (барьеры неэкранированные) после перекрытия на бак со 2-й и 3-й стальных пластин. На поверхности передней штильки видна глубокая обугленная проводящая борозда от тока утечки с башмака до 3-й стальной пластины дугогасителя.



раторных условиях, установить причины и физику явлений, предшествовавших авариям, найти и внедрить простой способ их устранения.

Было установлено, что перекрытие с дугогасителя на бак происходило либо с одной из трех верхних стальных пластин дугогасителя (рис. 1, а), либо, в единичных случаях, с латунного башмака дугогасителя по поверхности фанерной накладки (рис. 1, б).

Осмотр деталей поврежденных дугогасителей позволил установить, что перекрытию предшествует появление обугленной проводящей борозды либо на поверхности одной из текстолитовых, или самшитовых, стяжных шпилек дугогасителя от башмака до той стальной пластины, с которой произошло перекрытие на бак (рис. 2, а), либо на поверхности электрокартонной прокладки с включенного ножа траверсы подвижных контактов до стальной пластины, с которой произошло перекрытие (рис. 3).

Можно считать, что с момента, когда постепенно развивающаяся обугленная проводящая борозда достигает стальной пластины, потенциал последней повышается до потенциала включенного ножа или башмака, т. е. до потенциала линии.

С этого момента при известных условиях (увлажнение, загрязнение) появляется и постепенно развивается по направлению к баку новая обугленная борозда (II на рис. 3, б) по поверхности электрокартонной прокладки, смежной со стальной пластиной, получившей повышенный потенциал.

Постепенно удлиняясь по направлению к баку, эта борозда прожигает поверхность электрокартонной прокладки до края, что равносильно сокращению на 18 мм и без того предельно малого промежутка между дугогасителем и баком выключателя. При наличии такой проводящей бо-

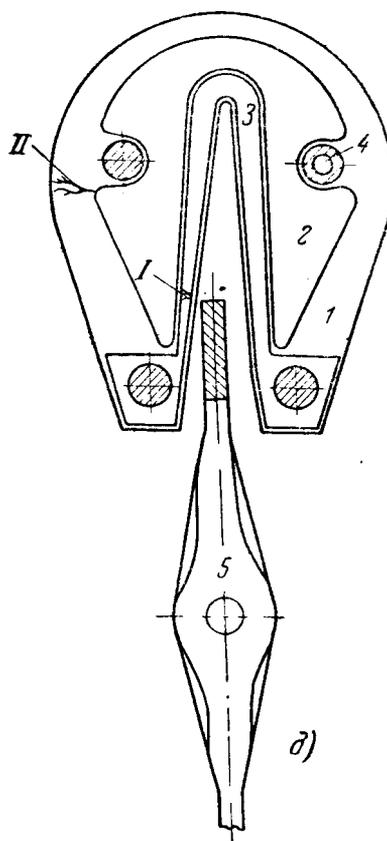


Рис. 3. Электрокартонная прокладка и первая стальная пластина дугогасителя, еще не бывшего в эксплуатации, после испытания изоляции повышенным напряжением (во время испытания в баке выключателя наблюдалось потрескивание от частичных разрядов и короны под маслом). а—вид электрокартонной прокладки и 1-й стальной пластины дугогасителя (на поверхности электрокартонной пластины видны следы обугленной проводящей борозды с ножа траверсы подвижных контактов на 1-ю стальную пластину дугогасителя); б—разрез дугогасителя с указанием пути перекрытия с ножа траверсы по электрокартонной прокладке, смежной с 1-й стальной пластиной дугогасителя. 1—электрокартонная прокладка; 2—стальная пластина; 3—фибровая прокладка; 4—текстолитовые стяжные шпильки; 5—нож траверсы подвижного контакта включен (разрез по плоскости 1-й сверху пластины дугогасителя); I—проводящая обугленная борозда по поверхности пластины 1 и 3 с ножа 5 на пластину 2; II—проводящая обугленная борозда по поверхности пластины 1 с пластины 2 по направлению к баку выключателя.

розды малейшее перенапряжение в линии и вызывает пробой промежутка на бак. Величина пробивного напряжения резко снижается при увлажненных барьерах и масле.

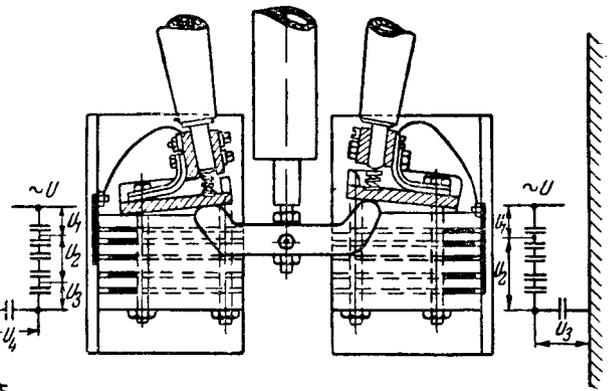
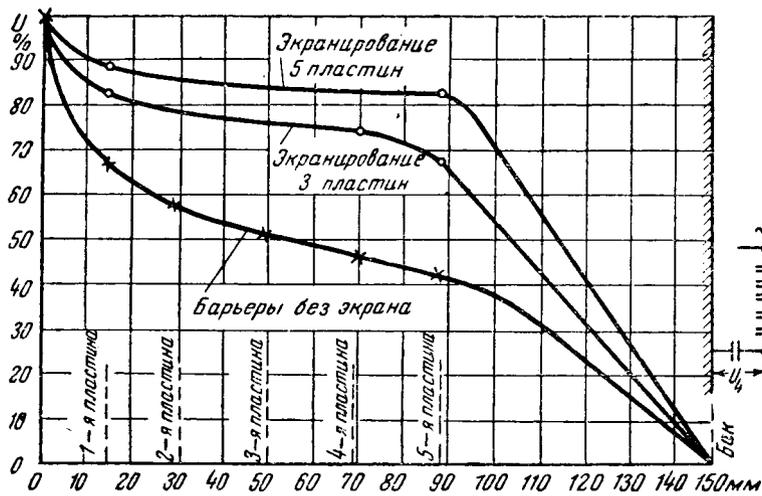


Рис. 4. Кривые распределения напряжения по элементам дугогасителя на фазе выключателя ВМ-35 (разрез фазы показан с правой стороны рисунка). Правый полюс имеет барьер, экранирующий пять стальных пластин; левый — барьер, экранирующий только три стальные пластины.

Очевидно, что появление и развитие проводящих обугленных борозд на указанных поверхностях было вызвано наличием слишком больших градиентов между башмаком (или ножом траверзы) и соответствующей стальной пластиной дугогасителя. Правильность такого предположения была доказана экспериментально.

Конструкция дугогасителя такова, что его можно рассматривать, как плоский многослойный пластинчатый конденсатор, у которого башмак дугогасителя, 5 стальных пластин и заземленный бак являются обкладками, а расположенные между ними электрокартонные и фибровые прокладки и трансформаторное масло — диэлектриком.

Эквивалентная схема этого конденсатора приведена на рис. 4.

Естественно, что приложенное к башмаку дугогасителя напряжение распределится между элементами его обратно пропорционально их емкостям.

Результаты экспериментального определения, распределения напряжения по элементам дугогасителя, произведенного при включенном положении ножа, приведено в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что на первый участок, имеющий расстояние между обкладками всего 1,5 см, ложится треть приложенного напряжения.

Таким образом, даже при рабочем напряжении к поверхности стяжной шпильки дугогасителя на этом участке длительно приложен рабочий градиент в 6,85 кв/см, в 1,7 раза превышающий испытательный пятиминутный градиент для органических диэлектриков (4 кв/см).

Это являлось основной причиной появления и развития на поверхности шпильки или пластины проводящих обугленных борозд и в конечном счете перекрытия на бак.

В результате длительного экспериментирования автор настоящей статьи предложил весьма простой метод выравнивания напряжения по элементам дугогасителя при помощи металлического экрана, помещенного между двумя существующими электрокартонными барьерами дугогасителя.

Таблица 1

Элемент дугогасителя	Расстояние, см	Падение напряжения, %	Градиент, кв/см, при	
			рабочем напряжении 30 кв	испытательном напряжении 70 кв
Башмак — 1-я стальная пластина	1,5	34,3	6,85	16
1-я стальная пластина — 2-я стальная пластина	1,6	7,7	1,44	3,4
2-я стальная пластина — 3-я стальная пластина	1,9	7,0	1,10	2,6
3-я стальная пластина — 4-я стальная пластина	1,9	4,4	0,70	1,6
4-я стальная пластина — 5-я стальная пластина	1,9	4,6	0,73	1,7
5-й стальная пластина — бак	6,0	42,0	2,1	4,9
Всего	14,8	100%		

При помощи медного проводника, присоединенного одним концом к металлическому экрану, другим — к стопорной шпильке башмака дугогасителя (рис. 5), экрану задавался потенциал башмака.

Из рис. 4, на котором приведены полученные экспериментальным путем кривые распределения напряжения по элементам дугогасителя при экранировании всех пяти или только верхних трех стальных пластин дугогасителя, видно, что металлические экраны в два — три раза разгружают первый элемент дугогасителя за счет повышения градиента на масляной промежутке до неопасных для него значений.

Завод остановился на варианте экранирования трех верхних стальных пластин дугогасителя.

Многочисленные заводские испытания показали, что изоляция выключателей ВМ-35 с неэкранированными и экранированными барьерами на дугогасителе имеет значительные запасы, что видно из табл. 2.

Данные таблицы, а также кривые, приведенные на рис. 3 статьи инж. П. И. Гедима, показывают, что применение барьеров повышает пробив-

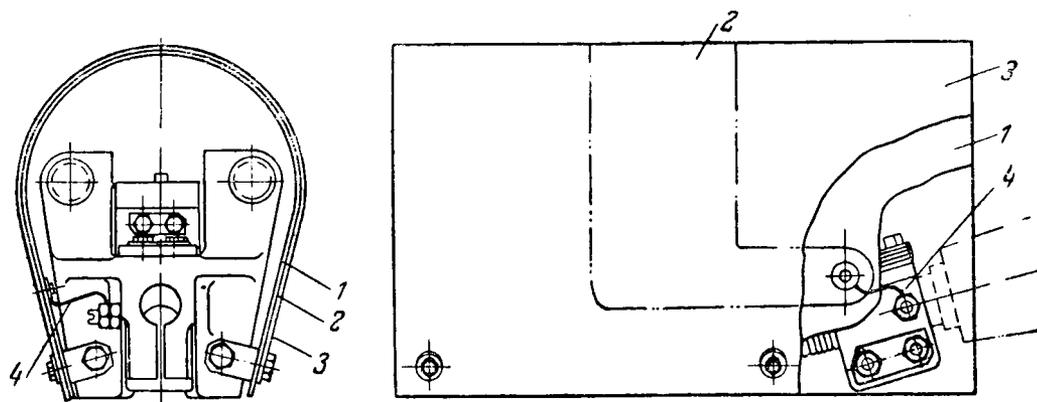


Рис. 5. Установка дугогасителя с экранированным барьером. Указано правильное подсоединение медного проводника под гайку стопорной шпильки башмака дугогасителя и к металлическому экрану.

1 — внутренний электрокартонный барьер; 2 — металлический экран (станиоловый или шопированный); 3 — наружный барьер — гетинаксовый, а до 1941 г. электрокартонный; 4 — медный проводник от стопорной шпильки башмака к экрану 2.

Таблица 2

	Неэкранированные барьеры	Экранированные барьеры
Сухоразрядное напряжение при 50 пер/сек, приведенное к нормальной влажности, $kв_{эфф}$	120—135	130—144
Мокроразрядное напряжение при 50 пер/сек, $kв_{эфф}$	Не определялось	90—129
Минимальное импульсное разрядное напряжение при полной волне, $kв_{макс}$	То же	230—270
Импульсное разрядное напряжение при волне 2—3 мксек, $kв_{макс}$	То же	265—305
Состояние элементов дугогасителя после испытания:		
а) стяжные шпильки	Повреждены ожогами	Не повреждены
б) электрокартонные прокладки	То же	То же

ную прочность внутрибаковой изоляции выключателя ВМ-35 до значений, превышающих $140 kв_{эфф}$, т. е. дает более чем двухкратный запас по сравнению с требуемым «Руководящими указаниями по защите от перенапряжений» запасом в $3,5 U_{ф}$.

Металлические экраны между барьерами дугогасителя предупреждают появление и развитие токопроводящих обугленных борозд на поверхностях стяжных шпилек и электрокартонных прокладок дугогасителя.

Инж. П. И. Гедима, повидимому, не осматривал элементы дугогасителя после проведенных им испытаний, иначе он увидел бы, что при неэкранированных барьерах шпильки и электрокартонные прокладки имели следы ожогов (табл. 2), а при экранированных ожоги отсутствовали и пробивная прочность внутрибаковой изоляции резко повышалась.

При неправильной установке дугогасителей и их барьеров электрическая прочность выключателя ВМ-35Д сильно снижается.

В разосланной заводом инструкции № М-126 по установке металлических экранов между барьерами рекомендуется:

1) проверить правильность установки соединительных брусков фанерной обшивки бака; они

должны устанавливаться на 80 мм отступя от малой оси эллипса бака;

2) перед установкой дугогасителя и барьеров с экраном пропитать их отдельно в горячем сухом трансформаторном масле $55—65^{\circ}C$ не менее 6 час. и до установки хранить в сухом масле;

3) первым к дугогасителю поставить экранированный барьер и поверх него установить неэкранированный; медный проводник от экрана пропустить сквозь отверстие в первом барьере и поджать под стопорную шпильку башмака дугогасителя при помощи второй гайки (рис. 5).

Опыты, проведенные Высоковольтной лабораторией Мосэнерго совместно с представителем завода, показали, что во всех случаях, когда медный проводник подведен от экрана к башмаку дугогасителя поверх внутреннего барьера, т. е. не так, как указано в инструкции № М-126, прочность внутрибаковой изоляции понижается примерно на 20%: до 78 $kв$ при непроваренных в масле барьерах и до 96 $kв$ после проварки барьеров в масле.

При правильном же выводе проводника сквозь отверстие во внутреннем барьере барьерное действие восстанавливается и, пробивная прочность масляного промежутка повышается до 116—118 $kв$.

Сильно снижает электрическую прочность внутрибаковой изоляции выключателей ВМ-35 и другая ошибка, допускаемая при установке барьеров.

Нормально центры верхней пары отверстий в барьерах должны отстоять на 110 мм от верхнего края, а нижний — на 20 мм от нижнего края барьера. В одном из дугогасителей, у которых перекрытие произошло с башмака (рис. 1, б), центры отверстий в барьерах были смещены на 30 мм вверх. Поэтому после установки на дугогаситель барьеры опустились вниз на 30 мм и барьерное их действие относительно башмака было сведено к нулю.

Кстати, на рис. 1 статьи инж. П. И. Гедима поврежденный барьер тоже имеет неправильное расположение отверстий, служащих для крепления к дугогасителю.

Увлажнение и загрязнение барьеров и трансформаторного масла в баках выключателей ВМ-35 являются второй основной причиной резкого сни-

жения внутрибаковой пробивной прочности выключателей ВМ-35 с экранированными барьерами.

Недопустимость применения увлажненных барьеров подтверждена не только заводскими испытаниями, но и кривыми рис. 3 статьи инж. П. И. Гедима, показывающими, что вне зависимости от наличия или отсутствия металлического экрана между электрокартонными барьерами пробивное напряжение промежутка дугогаситель — бак при увлажненных барьерах резко снижается.

Наконец, к снижению электрической прочности приводит малейший перекос при установке баков, вызывающий сокращение электрических расстояний от стенок бака до находящихся под напряжением деталей выключателя.

Чтобы сделать внутрибаковую прочность выключателей ВМ-35 менее зависимой от указанных факторов завод, по предложению автора настоящей статьи, с начала 1941 г. внедрил два мероприятия. Во-первых, заменил наружный электрокартонный барьер дугогасителя более влагостойким и электрически более прочным из гетинакса толщиной 1 мм. Во-вторых, стал приваривать стенки бака к стальному ободу жесткости с наружной, а не с внутренней его стороны. Это на 6 мм, т. е. на 15%, увеличило масляный промежуток с дугогасителя на бак. В результате:

фактическое разрядное напряжение выключателя при промышленной частоте 50 пер/сек повысилось до 140—158 кв_{эфф}, т. е. на 27—42% превысило требование ГОСТ 1516-45;

фактическое импульсное минимальное напряжение повысилось до 290 кв_{макс} (+) и 390 кв_{макс} (—), т. е. на 56% превысило требования проекта ведомственной нормали;

запас пробивной прочности внутрибаковой изоляции по отношению к заводскому испытательному напряжению (95 кв_{эфф}) возрос до 50%.

Выводы

1. Применение металлического экрана между барьерами дугогасителя ВМ-35 обязательно.

Предложенный инж. П. И. Гедима отказ от него неизбежно приведет к повторению аварий, имевших место в 1935 г.

2. Снижение внутрибаковой пробивной прочности этих выключателей является следствием:

а) несоблюдения и нарушения заводских монтажно-эксплуатационных инструкций;

б) загрязнения и увлажнения барьеров дугогасителя и трансформаторного масла;

в) неправильной установки бака и барьеров на дугогасителе;

г) неправильного вывода проводника экрана поверх внутреннего барьера, а не сквозь него.

3. Выключатели ВМ-35 и ВМ-25Д с экранированными барьерами при правильно, без перекосов, установленных баках при незагрязненном и сухом трансформаторном масле имеют достаточные запасы электрической прочности внутрибаковой изоляции.

4. Замена наружного электрокартонного барьера экранированного дугогасителя барьером из гетинакса толщиной 1 мм еще более повышает пробивную прочность внутрибакового промежутка и делает ее менее зависимой от степени увлажненности трансформаторного масла в баке выключателя.

5. Еще большие запасы внутрибаковой пробивной прочности имеют выключатели ВМ-35 с баками, стенки которых приварены снаружи стального овального обода жесткости.

ОТ РЕДАКЦИИ

Редакция согласна с т. Ивановым, что для предупреждения пробоя или перекрытия стержней шпилек нужно устанавливать экраны на дугогасителях выключателей ВМ-35.

Однако необходимо отметить, что ежегодно происходят несколько аварий выключателей ВМ-35, вызываемые перекрытием с дугогасителя на бак. Перекрытие происходит не только с 5-й пластинки дугогасителя, но и с башмака.

Выключатель ВМ-35 имеет ряд крупных недостатков, которые Министерству электропромышленности давно следовало бы устранить. Это подтверждается приведенным т. Ивановым перечнем причин аварий.

Редакция обращается к работникам энергосистем и Министерства электропромышленности с просьбой высказать на страницах журнала свое мнение о выключателях ВМ-35.



Об установке амперметров на линиях электропередачи¹

Инж. М. Д. Горенштейн

Действующими правилами четко не регламентируется минимум измерительных приборов, которые необходимо устанавливать на различных присоединениях. В «Правилах технической эксплуатации» приведен перечень приборов измерения только для генераторов.

Для линий электропередачи и для других присоединений различные проектные организации из-за отсутствия четких директивных указаний по-разному решают этот вопрос, принимая иногда количество измерительных приборов меньшим, чем это необходимо для эксплуатации.

Во многих энергосистемах на линиях электропередачи 35 кВ амперметр устанавливается только в одной фазе. Такое решение является неудовлетворительным, так как при обрыве фазы без заземления, в которой нет амперметра, оперативный персонал по показаниям приборов не имеет возможности быстро определить характер аварии, что приводит либо к затяжке ее ликвидации, либо к дальнейшему развитию аварии в системе.

В этом отношении показательны две аварии, имевшие место в энергосистеме Министерства электростанций.

1. На радиальной линии 35 кВ, питающей ряд понизительных подстанций 35/6 кВ, внезапно произошел сброс нагрузки. На шинах 6 кВ подстанций было замечено снижение линейных напряжений до 3 кВ.

Контроль изоляции в системе 35 кВ замыкания на землю не отметил. На приемных подстанциях зарегистрирована небольшая асимметрия фазовых напряжений, составивших 24, 22 и 21 кВ. На генераторе 3000 кВт отмечалась асимметрия тока в статоре более 30% и машина была аварийно отключена. Из показаний приборов диспетчер не смог точно установить характера повреждения и вынужден был затратить дополнительное время, дожидаясь результатов осмотров и сообщений оперативного персонала подстанций. Только после этого он мог дать распоряжение об отключении поврежденной линии и включении резервных связей.

При осмотре линии было обнаружено перегорание соединителя в одной фазе в петле на анкерной опоре в головном участке линии. При наличии амперметров в каждой фазе линии 35 кВ характер повреждения был бы установлен немедленно, и время ликвидации аварии, а сле-

довательно, и аварийный недоотпуск энергии были бы значительно сокращены.

2. В той же энергосистеме две основных параллельных линии 35 кВ от электростанции до распределительной подстанции в часы максимума загружались до предела нагрузки по нагреву. На питающем конце амперметры были установлены во всех трех фазах каждой линии. При прохождении максимума на питающей станции было замечено удвоение тока одной фазы линии № 1 и уменьшение тока до нуля на той же фазе линии № 2.

Это позволило немедленно принять меры к разгрузке и отключению поврежденной линии, что предотвратило массовое подгорание соединителей на оставшейся в работе линии и возможное развитие аварии при повреждении соединителя этой линии, с полным прекращением питания ответственных потребителей. Персонал подстанций на приемном конце линии никаких ненормальных явлений не заметил, так как на этой подстанции амперметры имелись только в одной фазе (неповрежденной) на каждой линии. При обходе поврежденной линии был обнаружен обгоревший провод у соединителя в петле анкерной опоры. При последующей ревизии соединителей оставшейся в работе линии № 1 были выявлены следы значительного нагрева соединителей.

Выводы

1. В «Правилах устройства электроустановок» необходимо разработать раздел «Измерения».

2. На радиальных и транзитных линиях напряжением 35 кВ и выше необходимо на питающем конце устанавливать амперметры во всех трех фазах.

3. Дополнительную установку амперметров необходимо выполнить в первую очередь на сильно нагруженных параллельных линиях.

4. Установка трех амперметров на линиях 6 и 10 кВ должна выполняться, исходя из конкретных условий схемы и степени ответственности линии.

5. В установках 35 кВ и выше монтаж дополнительных амперметров не вызовет сколько-нибудь существенного удорожания, так как в подавляющем большинстве случаев трансформаторы тока имеются во всех трех фазах масляных выключателей. Габариты и компоновка типовых панелей управления Теплоэлектропроекта позволяют установить дополнительные приборы без увеличения количества панелей на щите.

¹ Печатается в порядке обсуждения, Ред.



ОБМЕН СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫМ ОПЫТОМ

Водонепроницаемые расширяющиеся и безусадочные цементы¹

Группой советских ученых (во главе с проф. В. В. Михайловым) изобретены новые виды цементов, отличающихся от всех известных до настоящего времени тем, что они водонепроницаемы и при твердении не только не дают усадки, т. е. уменьшения в объеме, но даже расширяются, т. е. увеличиваются в объеме.

Наличие таких цементов позволяет решать по-новому ряд строительных задач и, прежде всего, отказаться от применения таких дорогих гидроизоляционных материалов, как свинец и битумно-клеячные материалы.

Особые свойства водонепроницаемых расширяющегося и безусадочного цементов делают их незаменимыми материалами в тех случаях, где требуется быстрота твердения, создание надежной связи между отдельными элементами сооружений, а также придание им водонепроницаемости при защите от грунтовых и других вод.

Водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ) является быстросхватывающимся и быстро твердеющим гидравлическим веществом, получаемым путем тщательного смешения в определенной дозировке глиноземистого цемента, высокопрочного гипса, либо строительного гипса I и II сорта и молотого высокоосновного гидроалюмината кальция. Этот цемент при схватывании и твердении вследствие образования сульфоалюмината кальция обнаруживает объемное расширение и самоуплотнение, благодаря чему достигается водонепроницаемость.

Водонепроницаемый расширяющийся цемент предназначен для омоноличивания сборных и поврежденных железобетонных конструкций; устройства торкретной гидроизоляции при отсутствии в процессе возведения сооружения гидростатического давления воды; создания гидроизоляционного слоя на напорных железобетонных трубах в процессе их производства, заделки трещин и их гидроизоляции; заделки анкерных болтов, а также для заполнения пространства между станинами машин и фундаментами и гидроизоляции швов между тубингами; отделки туннелей и стволов шахт.

Водонепроницаемый безусадочный цемент является быстросхватывающимся и быстротвердеющим гидравлическим вяжущим веществом, получаемым путем тщательного смешения глиноземистого цемента марки не ниже 400, строительного полуводного гипса I и II сорта с кальциевой известью-пушонкой, взятых в определенных соотношениях. Он предназначен для устройства гидроизолирующей торкретной оболочки бетонных и железобетонных подземных сооружений, фильтрующих воду или строящихся и эксплуатируемых в условиях повышенной влажности (туннелей, фундаментов и т. п.), заложённых в устойчивых (непросадочных) грунтах.

Применение водонепроницаемого безусадочного цемента в сооружениях, хотя бы временно находящихся в условиях недостаточной влажности, запрещается.

Оба эти цемента могут применяться при устройстве гидроизоляционных покрытий в сооружениях, осадки которых прекратились и в которых исключена возможность появления трещин после нанесения торкретного слоя.

Торкретная гидроизоляция из водонепроницаемых цементов может наноситься как со стороны гидростатического напора, так и с противоположной стороны, но предпочтнее следует отдать устройству гидроизоляции со стороны напора.

При создании конструкций и сооружений из отдельных сборных железобетонных элементов приходится производить заливку стыков и примыкания отдельных частей сооружения между собою. На обычных цементах вследствие усадки бетонов появляются трещины, поэтому монолитность сооружений не обеспечивается. Расширяющийся цемент в силу своих особых свойств плотно заполняет сопряжения конструкций, надежно с ними срашивается, что придает сооружению монолитность.

Метод омоноличивания железобетона был успешно применен для быстрого и капитального восстановления разрушенных зданий.

Для зачеканки швов тубингов до середины 1948 г. на строительстве Московского метрополитена применялся свинец. Расширяющийся цемент в швах оказался значительно лучше свинца и обеспечил полную их водонепроницаемость. Работа с применением такого цемента оказалась проще и дешевле. На Сталиногорском гипсовом руднике шахта глубиной 130 м в трудных геологических условиях (плывуны) закреплена расширяющимся цементом и этим была достигнута водонепроницаемость ствола шахты. Связь машин с фундаментами достигается путем подливки под машины цементного раствора. Вследствие усадки обычных цементных растворов связь между станиной машины и фундаментом нарушается, что влечет за собой быстрый износ, а в некоторых случаях даже выход машины из строя. При использовании расширяющегося цемента обеспечивается надежное заполнение пространства под станиной машины и связь ее с фундаментом.

При строительстве подземных и подводных сооружений приходится прибегать к оклеечной гидроизоляции, поддерживаемой железобетонной оболочкой — «рубашкой». В этом случае применялись трудоемкие и дорогие работы: осушение поверхностей по доклейку изоляции, оклеечные работы, работы по устройству железобетонной оболочки с установкой арматуры и опалубки и бетонированием ее. Применение в этом случае расширяющегося или безусадочного цементов решительно упростит и удешевит работы.

Расширяющийся цемент применен для торкретирования по облицовке туннеля метрополитена в Москве. Торкретный слой толщиной 3,5 см наносился из расширяющегося цемента с песком. Немедленно после нанесения слоя просачивание воды через стенку прекращалось, и стенка становилась сухой.

Чтобы избежать сырости в подвальных помещениях, достаточно при строительстве осуществить гидроизоляцию расширяющимся цементом. Слой гидроизоляции гарантирует сухой режим внутри помещения. Подобный способ успешно применен в эксплуатируемых зданиях для осушения мокрых или затопляемых подвальных помещений.

Слой расширяющегося цемента толщиной в 12—13 мм, покрывающий наружную поверхность железобетонных труб, вполне достаточен для устранения фильтрации воды. Быстрое нарастание прочности этого цемента позволяет через 10 мин. снять трубы со станка и через сутки применить их в строительстве.

Создание наружного торкретного слоя из водонепроницаемого расширяющегося цемента на наружной поверхности железобетонных труб позволит при строительстве

¹ По материалам «Сборника руководящих материалов и консультаций по строительству», № 10, 1950 г.

водопроводов решить проблему замены стальных труб железобетонными.

Центральным научно-исследовательским институтом промышленных сооружений (ЦНИПС) Минтяжстроя разработаны временные технические условия на водонепроницаемые безусадочный и расширяющийся цементы (ТУ-66-50 и ТУ-69-50) и на методы их физических и механических испытаний (ТУ-68-50 и ТУ-70-50), а также временная инструкция на производство гидроизоляционных работ способом торкретирования с применением указанных цементов (И-146-50).

В. З.

Электрелебедки с тросоукладчиками и концевыми выключателями

Электрелебедки, применяемые при монтаже оборудования, имеют гладкие барабаны (без ручьев), что вызывает необходимость намотки троса значительной длины (до 300 м) при применении многониточных полиспадов. Трос укладывается на барабан в несколько слоев, причем должно обеспечиваться прилегание отдельных рядов троса друг к другу.

Величина усилия, необходимого для направления троса

са при его навивке на барабан лебедки, как известно, зависит от натяжения троса и расстояния от ближайшего к лебедке направляющего трос блока до барабана L и от длины барабана l . Правилами Котлонадзора по устройству и освидетельствованию кранов установлено соотношение:

$$L \geq 20 l.$$

Однако, при монтаже теплосилового оборудования в готовом здании габариты последнего очень часто не дают возможности выдержать это соотношение, вследствие чего усилие, необходимое для направления троса на барабан лебедки, возрастает. Для правильной укладки троса на барабан один или два рабочих (в зависимости от величины натяжения троса) направляют трос ломиками.

С целью механизации укладки троса на барабан электрелебедки А. Т. Лобачевым (трест «Центроэнергомонтаж») была разработана конструкция тросоукладчика для электрелебедок грузоподъемностью 3 и 5 т. На рис. 1, представлен тросоукладчик электрелебедки грузоподъемностью 5 т.

На вал барабана свободно насажена звездочка 1, своим выступом входящая в вырез во втулке барабана лебедки и вращающаяся с одинаковой скоростью, что и барабан. Вращение от звездочки 1 передается при помощи цепи Галля 2 звездочке 3 и винту 4. Последний имеет правую и левую ленточную резьбу. На концах винта 4 правая ленточная резьба переходит в левую резьбу. На

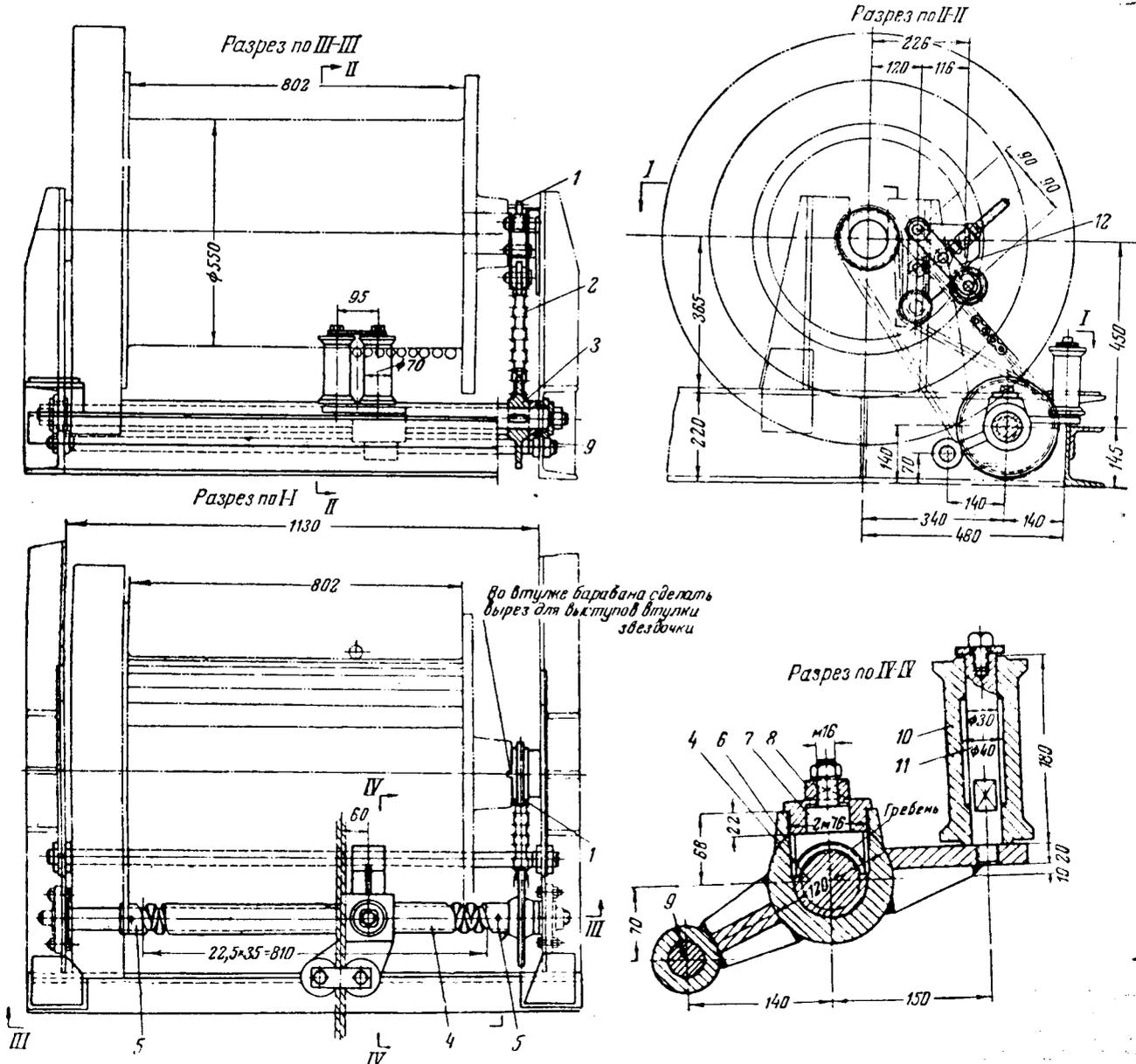


Рис. 1. Тросоукладчик электрелебедки грузоподъемностью 5 т.

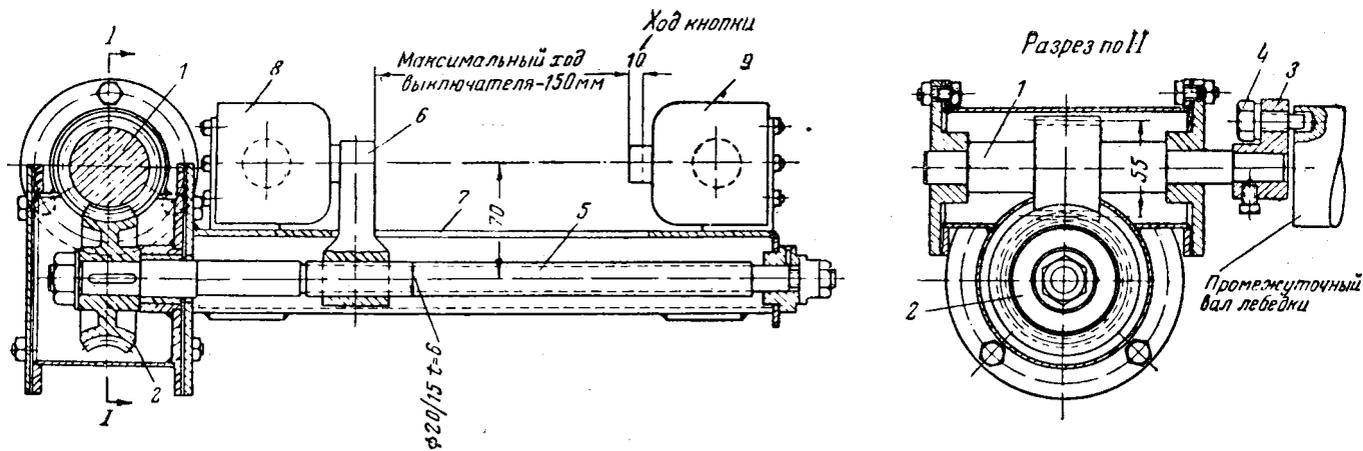


Рис. 2. Устройство шпиндельного концевых выключателя для электролебедки грузоподъемностью 3 т.

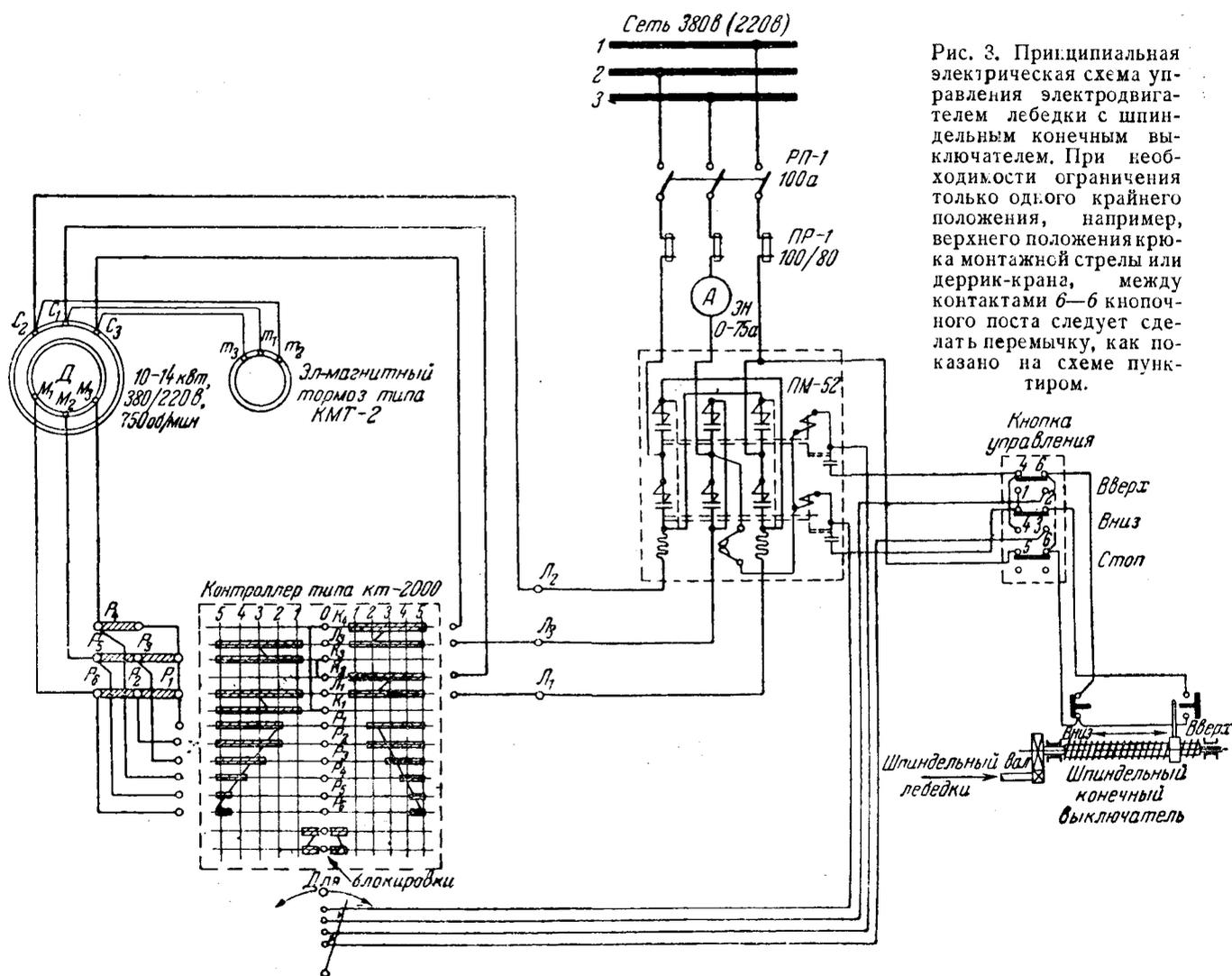


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем лебедки с шпиндельным концевым выключателем. При необходимости ограничения только одного крайнего положения, например, верхнего положения крюка монтажной стрелы или деррик-крана, между контактами 6—6 кнопочного поста следует сделать переключку, как показано на схеме пунктиром.

концах винта, не имеющих резьбы, штифтами укреплены втулки 5.

Винт 4 обнимает поводок 6, сверху которого расположен ползунок 7; гребень ползунка, имеющий винтообразную форму, перемещается в качестве гайки по резьбе винта 4, при вращении последнего.

Ползунок 6 укреплен гайкой 8. Одним своим плечом поводок 6 скользит по направляющему валу 9, а на другом его плече расположены две катушки 10, укрепленные на осях 11; эти катушки направляют проходящий между ними трос.

Для натяжения цепи Галля предусмотрен натяжной ролик 12.

Скорость передвижения ползунка 7 и поводка 6 вдоль винта 4 (а следовательно, вдоль барабана лебедки) рассчитана так, чтобы за один оборот барабана поводок переместился на один диаметр троса. Этим обеспечивается укладка рядов троса вплотную друг к другу.

Когда заканчивается намотка тросом одного слоя барабана, поводок 6 подходит к своему крайнему положению, и гребешок ползунка 7 переходит из ручья правой резьбы в ручей левой резьбы винта 4. В результате этого поводок 6 начинает двигаться в обратном направлении и укладывать второй слой троса.

Для намотки троса различных диаметров применяются сменные звездочки 3 с различным числом зубьев.

Испытания электролебедок с тросоукладчиком под нагрузкой показали их надежную работу.

Оборудование электролебедок тросоукладчиками освобождает одного рабочего на каждой лебедке и увеличивает срок службы троса.

Оборудование монтажных электролебедок тросоукладчиками позволило разрешить вопрос с оборудованием концевыми выключателями электролебедок грузоподъемных механизмов, применяемых в монтажной практике (деревянные, Г-образные краны, монтажные стрелы и т. п.).

Как известно, до настоящего времени установка концевых выключателей на полиспадах наклона стрелы дerrickа и монтажных стрел представляет настолько большие трудности, что большинство этих механизмов не могли быть оборудованы концевыми выключателями, чем нарушались правила Котлонадзора и понижалась безопасность производства работ.

Устройство шпиндельного концевого выключателя для электролебедки грузоподъемностью 3 т показано на рис. 2. В торце промежуточного вала лебедки устанавливается червячный редуктор, состоящий из червяка 1 и червячной шестерни 2 с передаточным числом 1:30. Вращение от промежуточного вала лебедки передается червяку редуктора помощью поводка 3 и болта 4, который входит в углубление в торце промежуточного вала. Червячное колесо 2 насажено на конец шпиндельного вала 5, имеющего ленточную резьбу на большей части своей длины. По резьбе шпиндельного вала перемещается выключатель 6.

На листе 7 установлены два кнопочных поста, из которых один пост 8 установлен на постоянном месте, а другой 9 может укрепляться болтами в прорези листа 7, на разных расстояниях от поста 8.

При крайнем правом положении кнопочного поста 9 расстояние между кнопками постов равно 150 мм. Передаточное число между промежуточным валом лебедки и шпиндельным валом и шаг резьбы шпиндельного вала рассчитаны таким образом, что за время полного заполнения тросом барабана лебедки выключатель 6 переместится из левого крайнего положения в крайнее правое и нажмет на кнопку поста 9; в результате этого цепь разомкнется и питание током электродвигателя лебедки прекратится.

На рис. 3 представлена принципиальная электрическая схема управления электродвигателем лебедки с шпиндельным конечным выключателем.

Установка кнопочного поста 9 (рис. 2) на необходимом месте производится следующим образом. Выключатель 6 устанавливается в крайнем левом положении. Винчивают болт 4, благодаря чему шпиндельный выключатель отсоединяется от промежуточного вала лебедки. Затем укрепляют конец троса на барабане лебедки и навивают трос на барабан до тех пор, пока крюк грузового полиспаста стрелы не окажется в крайнем нижнем положении. После этого соединяют привод шпиндельного выключателя с промежуточным валом лебедки винчиванием болта 4. Включают двигатель лебедки и поднимают крюк грузового полиспаста в его верхнее положение. При верхнем положении крюка устанавливают и закрепляют болтами кнопочный пост 9 в таком положении, при котором выключатель 6 нажимает на кнопку поста 9.

На лебедке, обслуживающей полиспаст наклона стрелы, кнопочный пост 9 устанавливается аналогичным образом.

Инж. Л. Д. Гинебург-Шик

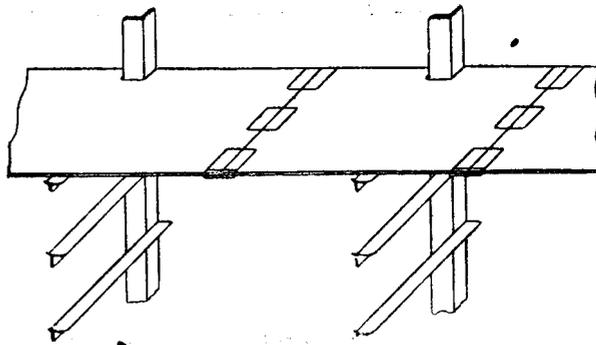


Рис. 1.

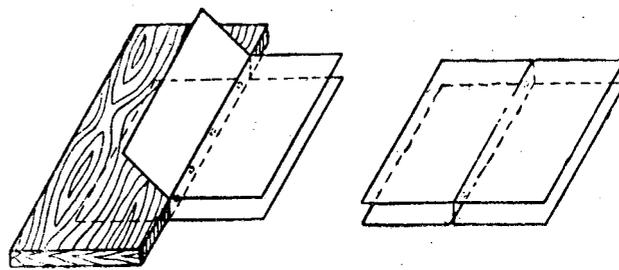


Рис. 2.

способе крепления огнестойких пластин к металлическим конструкциям, поддерживающим кабели, а главное в креплении пластин между собой, во всех случаях требующих применения большого количества дорогостоящих метизов.

Во время электромонтажа строившейся тэц огнестойкие перегородки, отделявшие кабели 6 кв от прочих кабелей на общих кабельных конструкциях, но расположенных на разных полках, в кабельных туннелях, были выполнены и закреплены по предложению автора следующим образом (рис. 1).

В качестве материала для полок был использован имеющийся в наличии листовой асбошифер толщиной 6—8 мм. В такой же мере для этой цели могли быть использованы кровельный листовой этернит, асбоцементные плиты и др.

Пластины необходимой ширины были поперезаны на электрической маятниковой пиле. Для жесткой укладки металлической кабельной конструкции на полку в пластине делалась вырезка, как показано на рис. 1.

Для соединения отдельных пластин между собой был изготовлен из листовой кровельной стали толщиной 0,6—0,7 мм зажим-замок (рис. 2).

Нарезанные полоски попарно сваривались по средней линии точечным сварочным аппаратом в 3—4 точках. После сварки полосок зажиму придают необходимую форму на простой деревянной оправке. Для изготовления зажимов могут быть использованы любые обрезки кровельного металла.

Длина зажима 80 мм. В зависимости от ширины огнестойкой пластины (длины полки кабельной конструкции) для соединения соседних пластин между собой необходимо 2—3 зажима-замка.

Простота и жесткость соединения отдельных отрезков пластин для огнестойких перегородок позволяет располагать эти соединения в любом месте пролета между кабельными конструкциями. Поэтому нет необходимости располагать эти соединения только на полках кабельных конструкций и для изготовления перегородок можно использовать материал любой длины.

Укладка огнестойких пластин при предлагаемом способе несложна, их соединение не требует больших физических усилий, что позволяет без особых затруднений произвести укладку огнестойких перегородок в кабельных туннелях действующих электротехнических установок, не нарушая и не прерывая эксплуатацию.

Инж. О. И. Фидельман

Устройство огнестойких перегородок в кабельных туннелях

В целях локализации огня при возникновении пожаров в кабельных туннелях и каналах электротехнических установок введено обязательное устройство огнестойких перегородок, отделяющих кабели напряжением выше 1 000 в от кабелей более низкого напряжения и контрольных кабелей, уложенных на общих металлических конструкциях¹.

Трудности выполнения указанного мероприятия состоят в выборе материала для полок и особенно в спо-

¹ См. «Правила устройств электротехнических установок» Министрства электростанций, Госэнергоиздат, 1949 г., стр. 135—136.



ОБМЕН ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ОПЫТОМ

Внедрение метода инж. Ковалева на эксплуатации тепловой электростанции

Новым выражением творческой активности масс является переход к передовым стахановским методам труда больших групп людей, коллективов цехов, предприятий. Применение системы инж. Ковалева по отбору, изучению и распространению высокопроизводительных методов труда рабочих-стахановцев показало высокую производственную эффективность этой системы.

Рассмотрев детально возможности, коллектив работников пришел к выводу, что метод инж. Ковалева может быть применен и на эксплуатации тепловой электростанции.

Сравнивая показатели отдельных кочеваров, можно видеть, что на одних и тех же котельных агрегатах при одинаковых условиях кочевары достигают различных результатов по отдельным составляющим экономии топлива, хотя в целом экономия топлива за месяц у них может быть и одинакова. Так, за август 1950 г. кочевары котлов тт. Михалев, Волков и Пошовкин сэкономили за месяц каждый по 4,3 т условного топлива. Составляющие же этой экономии различны (табл. 1).

Таблица 1

Кочевары	Величина отклонения CO ₂ , %	Горючие в шлаках, %	Балл по химической неполноте горения	Число смен
Михалев	0,25	1,53	3	25
Волков	0,19	1,85	4	25
Пошовкин	0,21	1,43	9	25
Норма	0,7	2,0	10	

Другие кочевары этой же группы котлов сэкономили по 3,4 т условного топлива. При этом отдельные показатели их работы были также неодинаковы.

Из табл. 1 видно, что лучший показатель по величине отклонения CO₂ имеет кочевар т. Волков, но у него хуже показатели по горючим и по химической неполноте горения. У кочевара т. Пошовкина наилучший показатель по горючим в шлаках, но несколько хуже показатель по величине отклонения CO₂ и неудовлетворителен показатель по химической неполноте горения. Кочевар же т. Михалев имеет наилучший показатель по химической неполноте горения, хуже по горючим в шлаках и значительно худший по величине отклонения CO₂.

Если бы каждый из этих кочеваров имел наилучшие из достигнутых ими же показателей по всем составляющим, т. е. величину отклонения по CO₂ — 0,19%, горючие в шлаках — 1,43% и балл по химической неполноте горения за месяц — 3, то экономия условного топлива для каждого из них за этот период составила бы 5,08 т вместо 4,3 т.

С целью изучения приемов работы отдельных кочеваров эксплуатационным отделом электростанции были проведены наблюдения за их работой. Этими наблюдениями

установлено, что приемы и методы ведения топочного режима у кочеваров не одинаковы.

Резкая разница в приемах ведения режима работы топков и котла была выявлена у кочеваров тт. Кузнецова и Данильцева при работе их на одном и том же агрегате. Кочевар т. Данильцев для регулирования режима работы топков широко и в первую очередь использует такие средства, как изменение подачи топлива (скорости решеток, скорости питателей фрезерного торфа) изменение тяги, изменение распределения воздуха по зонам, регулирование добавочного воздуха и др.; в то же время т. Данильцев очень редко прибегает к шуровке слоя, используя ее лишь в тех случаях, когда все другие методы поддержания нормального режима оказываются недостаточно эффективными.

За 4 часа наблюдения т. Данильцев расшуровал слой всего лишь один раз, а за такое же время т. Кузнецов расшуровал слой 40 раз. Вместе с тем т. Кузнецов почти совершенно не использовал такие средства, как регулировка зонами, регулировка добавочным воздухом, регулирование режима изменением тяги. В табл. 2 приводятся цифровые данные по основным операциям и основные технико-экономические показатели.

Из приведенных в табл. 2 цифр ясно, что кочевар т. Данильцев, используя более совершенные приемы в ведении топочного режима, с наименьшей затратой физического труда достигает более высоких показателей, чем кочевар т. Кузнецов.

Ряд аналогичных наблюдений был организован за работой кочеваров на котельных агрегатах большей производительности при сжигании кускового торфа.

Произведенный анализ работы позволил вскрыть неправильные приемы в ведении топочного режима отдельными кочеварами и установить, таким образом, причины ухудшенных технико-экономических показателей их работы.

Результаты наблюдений после предварительной обработки были обсуждены со всеми кочеварами цеха. При этом были разобраны как неправильные, так и наиболее совершенные приемы ведения топочного режима, дающие наивысшие технико-экономические показатели.

Спустя некоторое время были вторично произведены наблюдения за кочеварами, которые ранее вели топочный режим не вполне правильно. Результаты показали улучшение работы кочеваров. В частности т. Кузнецов после того, как ему было указано на неправильные приемы работы, достиг более высоких технико-экономических показателей с меньшей затратой физического труда (см. табл. 2, 2-е наблюдение 10/X 1950 г.).

По материалам изучения приемов работы лучших кочеваров инженерами эксплуатационного отдела и котельного цеха была составлена инструкция по ведению наиболее совершенного режима работы топков и агрегата в целом.

Распространение передовых приемов проводилось путем детальной проработки со всеми кочеварами инструкции (на сменно-встречных 20-минутных совещаниях, а также путем организации стахановских школ) по освоению наиболее совершенных приемов, обеспечивающих наивысшие технико-экономические показатели работы котлоагрегатов.

Первым освоил совершенные приемы работы в ведении топочного режима лучший кочевар цеха т. Данильцев, который и был выделен инструктором стахановских школ для передачи этих приемов другим кочеварам непосредственно на рабочем месте.

Таблица 2

Операции и показатели	Тов. Кузнецов (1-е наблюдение) 6/IX 1950 г.	Тов. Данильцев 7/IX 1950 г.	Тов. Кузнецов (2-е наблюдение) 10/IX 1950 г.
Продолжительность наблюдений, час	4	4	4
Расшуровка слоя, случаев	40	1	3
Изменение подачи фрезерного торфа, случаев	19	11	15
Изменение скоростей решеток, случаев	13	27	28
Изменение величины тяги, случаев	2	17	33
Перераспределение воздуха по зонам, случаев	1	6	36
Регулировка добавочным воздухом, случаев	1	8	8
Паропроизводительность, т/час	36,2	37,7	35,0
Давление пара, атм	18,0	13,0	18,0
СО ₂ за котлом, %	13,6	14,1	14,0
Температура уходящих газов, °С	152	154	151
Горючие в шлаках, %	0,89	0,73	0,77
Балл по химической неполноте горения	0	0	0
Экономия условного топлива за 4 часа наблюдения, кг	55	134	120

С кочеварами были проведены также теоретические занятия по вопросам повышения технико-экономических показателей на основе обобщенного опыта работы лучших кочеваров.

Перед оказанием непосредственной помощи в настройке топчного режима тому или иному кочевару, т. Данильцев изучал приемы его работы, выяснял причины, снижающие технико-экономические показатели при эксплуатации котлоагрегата, а затем уже давал свои советы и делал замечания или перестраивал режим топчного процесса в присутствии кочевара, добиваясь более экономичной работы агрегата.

Инженерно-технические работники — консультанты стахановской школы — давали разъяснения по вопросам ведения топчного процесса на рабочих местах и анализировали технико-экономические показатели работы каждого кочевара.

Помощь в освоении более совершенных приемов работы ежедневно оказывалась двум-трем кочеварам.

В процессе обучения уже в октябре 1950 г. более 75% кочеваров улучшили технико-экономические показатели работы обслуживаемых ими котлоагрегатов.

Среднесменная экономия топлива на одного кочевара в октябре, по сравнению с сентябрем, возросла на 169 кг. Улучшение технико-экономических показателей работы котлоагрегатов было достигнуто и в ноябре.

Если за сентябрь 1950 г. экономия условного топлива, достигнутая за счет перевыполнения первичных показателей кочеваров, составляет 281,5 т, то за октябрь 1950 г. она увеличилась до 361,8 т, а за ноябрь за счет перевыполнения этих же показателей было сэкономлено 383,1 т.

Внедрение передовых приемов работы повысило зарплату кочеваров за счет премиальных сумм за перевыполнение первичных технико-экономических показателей. Месячная премия за перевыполнение этих показателей в среднем на одного кочевара составила:

Сентябрь	158 руб.
Октябрь	212 руб.
Ноябрь	240 руб.

Внедрение лучших приемов закрепляется соответствующими изменениями в режимных картах работы каждого котлоагрегата.

Первый опыт внедрения метода инж. Ковалева на эксплуатации котлоагрегатов оказался плодотворным.

Не ограничиваясь достигнутыми результатами, изучая и распространяя передовой опыт новаторов производства,

работники эксплуатации котельного цеха и эксплуатационного отдела ставят перед собой задачу изучения приемов работы кочеваров котлоагрегатов с шахтными мельницами, особенностей каждого котлоагрегата, а также дальнейшее изучение приемов работы кочеваров, работающих на агрегатах со слоевыми топками, в связи с переходом на другой вид топлива.

Передовые приемы в работе предостоят сделать достоянием всех кочеваров.

Инж. А. И. Гушин и инж. А. М. Шабаров

ОТ РЕДАКЦИИ

Проведенные инженерно-техническими работниками электростанции мероприятия по внедрению метода инж. Ковалева являются только началом той большой работы, которую следует провести для обобщения и внедрения лучших приемов работы на эксплуатации тепловой электростанции. Некоторые результаты в данной области имеют и другие станции.

Редакция обращается к читателям с просьбой освещать в журнале свой опыт применения метода инж. Ковалева.

Из опыта организации наглядной агитации

Массовая наглядная агитация имеет большое значение в деле мобилизации масс на выполнение поставленных задач.

Ивэнерго в 1949—1950 гг. издан ряд плакатов и листовок, пропагандирующих и разъясняющих основные задачи энергетиков, приказы Министра (рис. 1). Был издан плакат в несколько красок с незаполненной серединой, тиражом 2500 экз. (рис. 2). В такой плакат можно вписать или впечатать любой текст. Предприятия Ивэнерго широко использовали его для распространения обязательств по социалистическому соревнованию, показателей работы в целом предприятия, цехов, смен и наилучших индивидуальных показателей передовых рабочих.

Задачу доведения до каждого работника предприятия приказов Министра по вопросам безаварийной работы решили выпускать плаката, излагающего основные положения приказов Министра № 38 и 143. Такой плакат находится сейчас на каждом рабочем месте на электростанциях, электроподстанциях в электрических и в тепловых сетях.

В плакатах часто используются цитаты из газеты «Правда» и журнала «Электрические станции». Так, в плакате по безаварийной работе напечатана цитата из передовой статьи журнала № 2 за 1949 г.

Выпущены 3 плаката для эксплуатационников, ремонтников и строителей, излагающие условия социалистического соревнования за присвоение звания «Смен и бригад высокой культуры эксплуатации и отличного качества» и порядок подведения итогов соревнования.

Ежемесячно подводятся итоги внутрисистемного социалистического соревнования. Решение выносится управлением Ивэнерго совместно с Облпрофсоветом, где выделяются для зачисления на «Доску почета» лучшее предприятие системы, производственная служба Ивэнерго, а также лучшие работники — рабочие, мастера, техники, инженеры.

Ежемесячно выпускаются бюллетени по итогам соревнования предприятий, в которых помимо решений Ивэнерго и Облпрофсовета печатается материал, излагающий основные недостатки в работе и задачи отдельных предприятий.

Из других мероприятий следует отметить внедрение «лицевых счетов стахановцев-энергетиков по экономии топлива и электроэнергии», выпущенных в виде небольших книжечек, куда ежемесячно заносятся достигнутые показатели, нарастающий итог и вносятся показатели наилучших стахановцев цеха. Такие лицевые счета имеют все эксплуатационные работники.

Брошюра дежурного электротехника Ивановской тэц И. И. Голикова «Мой опыт безаварийной работы», выпущенная Ивэнерго, получила хорошие отзывы; на нее имеются запросы от ряда энергетиков.

В этом году Ивэнерго выпускает плакаты: для строителей — по экономии стройматериалов и удешевлению строи-



Рис. 1.

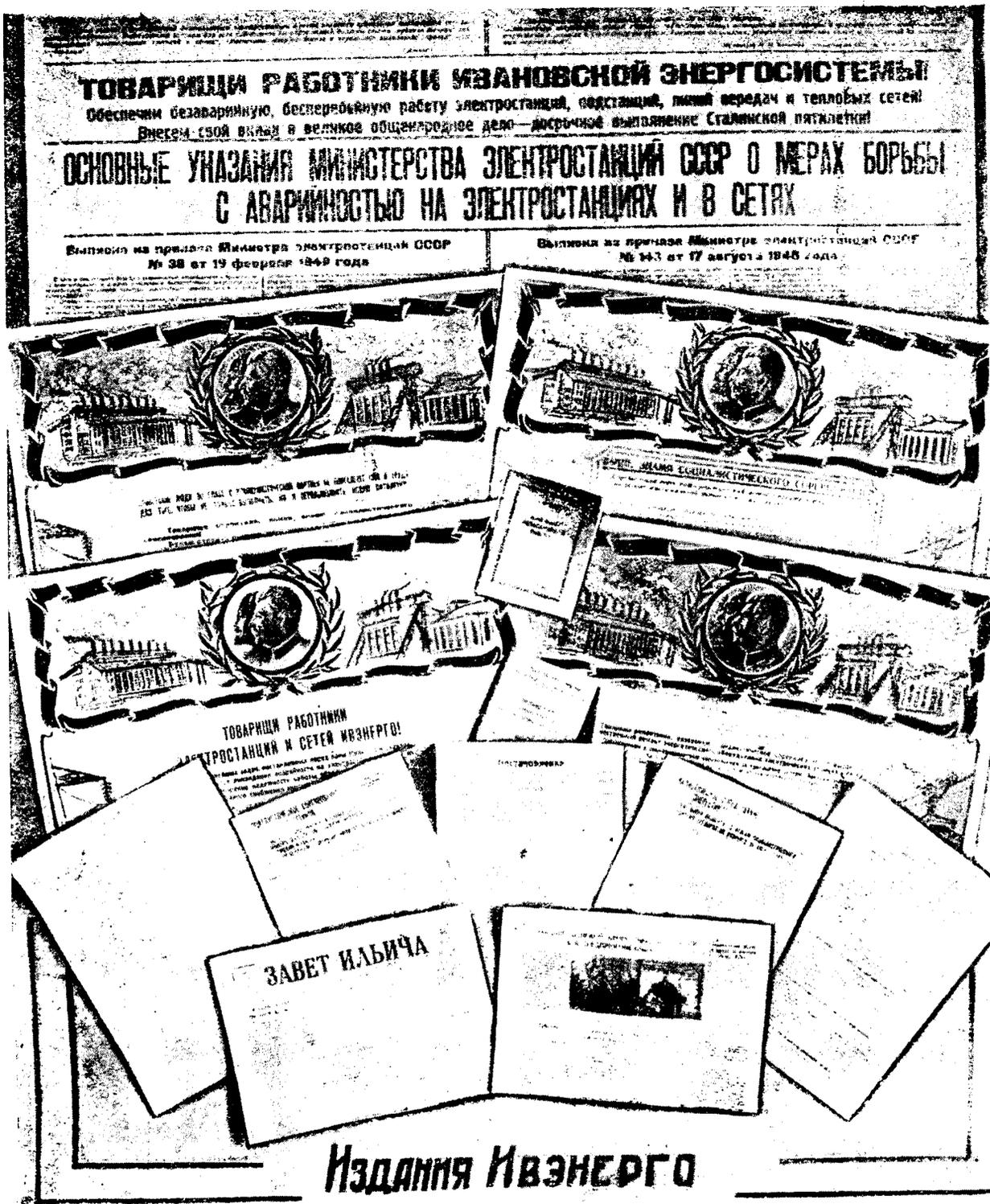


Рис. 2.

тельства; для эксплуатационников — по внедрению новой техники, скоростному ремонту оборудования.

Опыт Изэнерго используют Ленинградская, Горьковская, Новосибирская энергосистемы, где выпущены плакаты с приказами Министра по безаварийной работе, а также выпускаются бюллетени.

Очень желательно, чтобы другие энергосистемы поделились своим опытом наглядной агитации на страницах журнала «Электрические станции».

В. С.

ОТ РЕДАКЦИИ

Учитывая важное значение наглядной агитации в организации социалистического соревнования по улучшению

показателей работы, редакция журнала рекомендует руководителям предприятий использовать опыт Изэнерго и просит читателей поделиться на страницах журнала своим опытом

Устранение дефектов сварного ротора турбины

На станции установлена конденсационная турбина фирмы Броун-Бовери 35 тыс. квт, 3 000 об/мин, с параметрами свежего пара 71 ата, 485°С. Ротор низкого давления (рис. 1) состоит из семи частей, сваренных по окружности электросваркой. Средняя часть (5-я) ротора

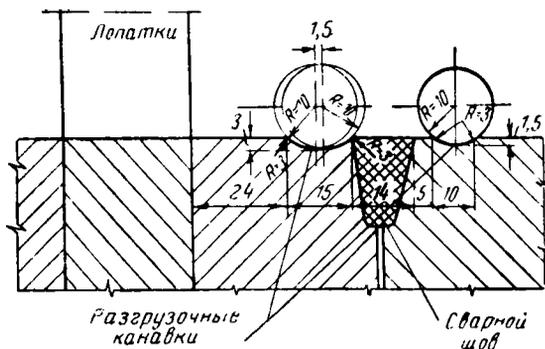
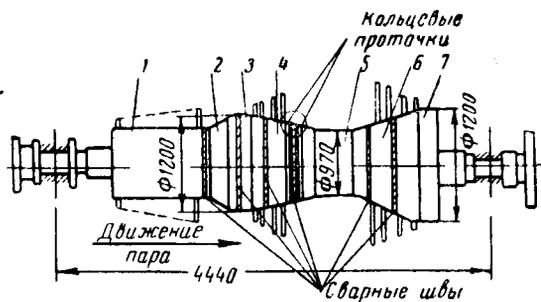


Рис. 1. Сварной ротор низкого давления турбины.

представляет собой полый цилиндр диаметром 970 мм с толщиной стенки 35 мм. Длина ротора между осями подшипников 4440 мм. Сварной шов, которым полый цилиндр связан с передней частью ротора, лежит в зоне максимального прогиба от собственного веса.

Химический состав материала ротора характеризуется следующими данными (в %):

Углерод	0,26	Молибден	0,12
Марганец	0,50	Хром	0,05
Кремний	0,29	Сера	0,023
Никель	2,21	Фосфор	0,015

Механические свойства его:

Предел текучести	40 кг/мм ²
Предел прочности	65 кг/мм ²
Удлинение	18%

По механическим свойствам и структуре можно заключить, что температура отпуска при термической обработке этих дисков не превосходила 600—620°С.

Сварка ротора произведена аустенитными электродами, наплавленный металл которых имеет следующий химический состав (в %):

Углерод	0,09	Вольфрам	0,2
Хром	16,42	Ванадий	Следы
Никель	8,72	Титан	0,03
Молибден	0,1		

В процессе ремонта турбины около сварного шва, соединяющего переднюю часть ротора с полым цилиндром, были обнаружены трещины. Едва различимые невооруженным глазом, они довольно хорошо были видны через лупу с кратностью увеличения 7, особенно после зачистки и протравливания 10%-ным раствором азотной кислоты.

Попытка «вывести» одну из этих трещин карборундовым камнем помощью бормашинки не дала положительного результата. После удаления шлифовкой небольшого слоя металла трещина не исчезла, распространяясь вглубь.

Впредь до окончательного исследования причин появления трещин турбина была пущена в эксплуатацию, причем производились систематические измерения вибрации турбины 3 раза в сутки.

При работе турбины ненормальностей не наблюдалось.

Через 1817 час. работы после обнаружения трещин турбина была остановлена для осмотра и принятия мер по предотвращению дальнейшего развития трещин. Всего было зафиксировано 5 трещин длиной от 9 до 24 мм.

Для установления глубины распространения трещины они были вышлифованы на глубину нескольких милли-

метров. После протравливания было установлено, что длина трещины на глубине уменьшалась.

Характерной особенностью трещин являлось их прерывистое расположение, параллельно сварному шву, на расстоянии от него 5—10 мм.

Замедленная скорость развития трещин, их форма и расположение позволили предположить, что они имеют усталостный характер и, очевидно, вызваны суммарным воздействием переменных напряжений, возникающих при вращении ротора, и остаточных напряжений, возникающих от сварки. Последнее соображение подтвердилось исследованием ЦНИИТМАШ сварных соединений сталей аустенитового класса.

Эти исследования установили, что в упомянутых сварных соединениях могут возникать значительные остаточные напряжения, которые устраняются отпуском при температуре не ниже 800—850°С. Повидимому, завод-изготовитель не учел этого обстоятельства, отпуск был произведен при более низкой температуре (порядка 650°С) и не обеспечил устранения остаточных напряжений.

Для предотвращения развития или нового образования трещин было предложено выбрать карборундовыми кругами металл в районе обнаруженных трещин до полного исчезновения их и проточить две кольцевые разгрузочные канавки по обеим сторонам дефектного сварного шва таким образом, чтобы ширина канавки вписывала все трещины, расположенные по ту или другую сторону шва.

Из опыта ЦНИИТМАШ было установлено, что устройство таких кольцевых канавок снижает концентрацию напряжений на 60—70%, что в значительной степени превосходит увеличение напряжений вследствие уменьшения толщины, связанного с проточкой канавок. В итоге достигается значительное снижение действующих напряжений. Помимо этого разгрузочные канавки регенерируют поверхность, так как с их образованием удаляется слой металла, склонный к образованию усталостных трещин.

Предложение было принято к осуществлению.

Конструктивные размеры разгрузочных канавок показаны на рис. 1. Проточка канавок производилась на месте непосредственно в подшипниках турбины. Наибольшая глубина трещин оказалась равной 18 мм.

После проведения описанных работ турбина была пущена и через 4000 час. остановлена для контрольной проверки состояния сварных швов. За этот период вал обработал 720×10^6 циклов.

Все сварные швы ротора были заполированы и протравлены 5%-ным раствором персульфатамония и затем 10%-ным раствором азотной кислоты. Тщательным осмотром через 16 час. после протравки на шве с разгрузочными канавками трещин обнаружено не было, в то время как на аналогичном шве, соединяющем полый цилиндр с задней частью ротора, обнаружена новая трещина длиной 8 мм, глубиной 2,0—2,5 мм, схожая по своему характеру с ранее обнаруженными.

Было решено использовать опыт ЦНИИТМАШ по увеличению конструкционной прочности валов путем накатки поверхности вала роликом. Эта операция повышает общую циклическую прочность вала на 25—30%.

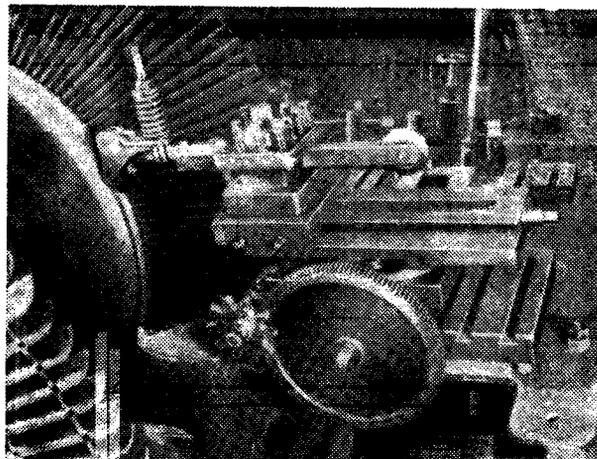


Рис. 2. Приспособление для накатки поверхности сварных швов ротора.

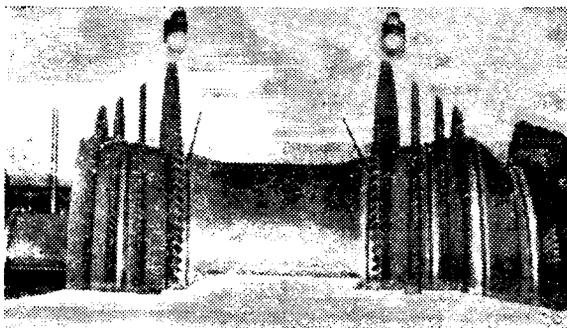


Рис. 3. Ротор со сварными швами после накатки.

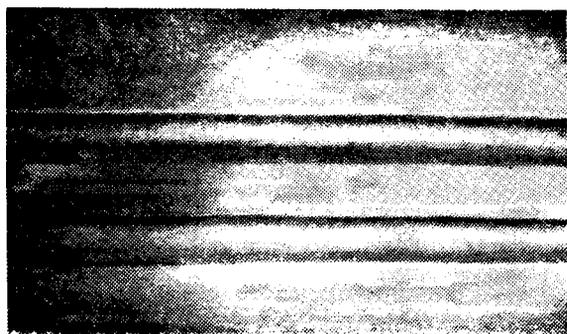


Рис. 4. Электросварной шов на роторе после накатки.

Специально поставленными опытами ЦНИИТМАШ установил оптимальный режим накатки для сварного ротора. По условиям этого режима требовалось создать скорость на поверхности вала порядка 10 м/мин, что обеспечивалось вращением ротора на валоповороте. Кроме того, необходимо было производить равномерную подачу накатного ролика вдоль вала. Скорость подачи должна была составить 0,2 мм/мин.

Очевидно, что равномерность подачи должна была быть обеспечена автоматическим устройством, работающим в зависимости от скорости вращения ротора.

Задача была разрешена устройством на продольном винте суппорта шестеренчатой передачи со звездочкой (рис. 2). Звездочка поворачивалась на один зуб при каждом обороте ротора и через пару шестерен поворачивала винт суппорта на $\frac{1}{30}$ оборота, что при шаге винта 6 мм давало требующуюся продольную подачу в 0,2 мм. Этим приспособлением в 1949 г. была произведена накатка всех сварных швов ротора (рис. 3 и 4).

Помимо этого была произведена раззенковка радиальных отверстий в роторе, служащих для отвода влаги, с целью уменьшения концентраций напряжений в местах их расположения.

Осмотром ротора в 1950 г. после 7 272 час. работы турбины новых трещин не было обнаружено. Таким образом, проведенные мероприятия по упрочнению сварных швов ротора себя полностью оправдали.

Инж. Ш. Ц. Голянский

Проверка очередности работы контактов выключателей

Для малообъемных выключателей типа МГГ и им подобных, рабочие контакты которых находятся в воздухе, вне гасящей среды, весьма важно соблюдение определенного промежутка времени между работой главных и гасительных контактов. Неправильная очередность работы, как правило, приводит к повреждению выключателя. При монтаже регулировка контактов таких выключателей производится по заводским или фирменным чертежам. Специальная проверка очередности работы контактов выключателя не производится.

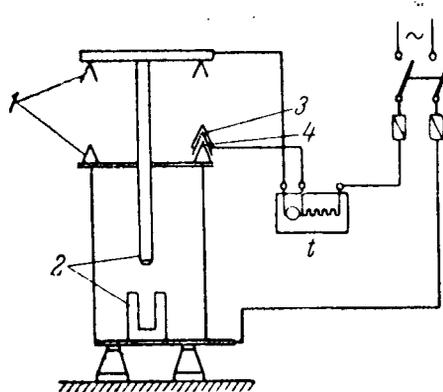


Схема электрического периодомера.

1 — рабочие контакты; 2 — гасительные контакты; 3 — фольга; 4 — изоляция.

Ряд аварий с выключателями указывает на необходимость производить такую проверку не только после монтажа, но и периодически при ревизии оборудования.

Ниже предлагается способ проверки очередности работы контактов при помощи электрического периодомера (см. рисунок). На один из неподвижных рабочих контактов накладывается тонкий слой изоляции (кабельная бумага, лакоткань, калька), поверх которой укрепляется медная или латунная фольга.

Периодомер включается таким образом, что при включении выключателя запуск его происходит от гасительного контакта, остановка — от рабочего контакта, а при отключении происходит обратное: пускается рабочим контактом, останавливается — гасительным. Для правильно отрегулированных контактов выключателей типа МГГ при отключении выключателя рабочие контакты должны размыкаться раньше гасительных на 0,02 сек. При включении выключателя время опережения гасительного контакта меньше — 0,015 сек. (за счет большей конечной скорости движения контактов в последнем случае).

Такую проверку целесообразно производить для каждого бака выключателя по крайней мере один раз в год.

Инж. Д. А. Фридшанд

ОТ РЕДАКЦИИ

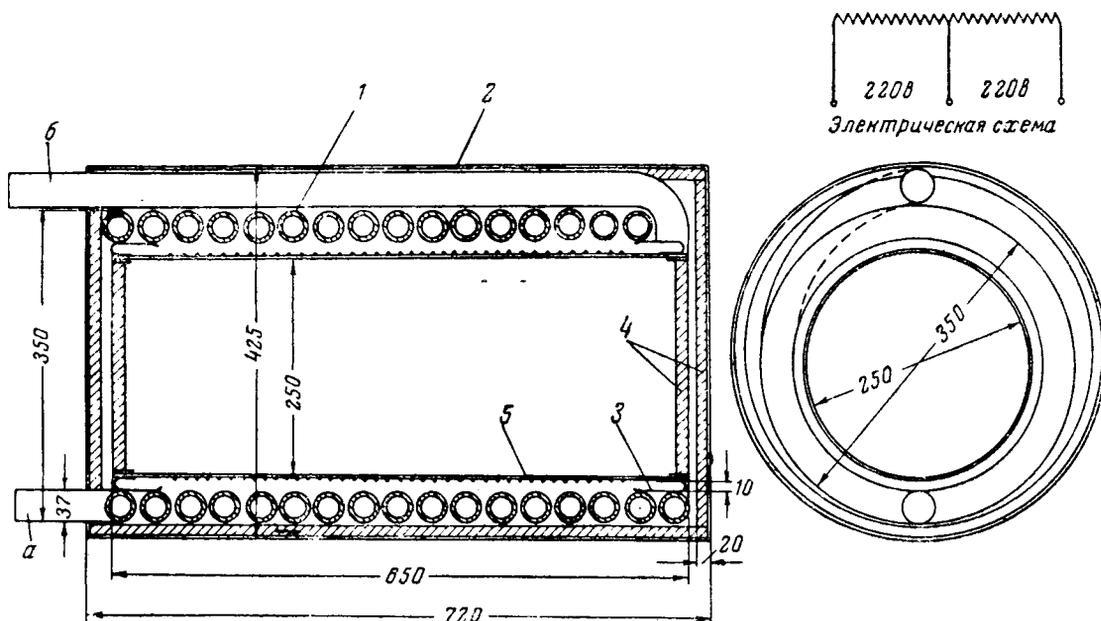
Проверка очередности контактов изложенным методом допустима только при помощи точного периодомера, имеющего разброс не более $\pm 0,005$ сек. Для воздушных выключателей, отечественных и иностранных, этот метод применим.

Новая конструкция подогревателей при очистке трансформаторного масла

В высоковольтной сети Мосэнерго авторами был предложен и изготовлен подогреватель следующей конструкции (см. рисунок). Из стальной трубы диаметром 37 мм изготавливается змеевик 1, имеющий 16 ÷ 18 витков. Общая длина трубы 16 ÷ 18 м. Витки змеевика укладываются плотно друг к другу; зазор между ними допускается не более 5 мм.

Во внутреннюю часть змеевика помещается электропечь 2, состоящая из стальной трубы и проволоки высокого сопротивления (фехраль) диаметром 2,5 мм. Спираль разделена на две катушки по 220 витков. Длина проволоки в каждой катушке по 23 м. Труба для электропечи изготавливается из тонкой стали толщиной не более 1 мм. Диаметр электропечи выбирается таким, чтобы приблизить нагревательную спираль к змеевику (маслопроводу) на минимальное расстояние (до 10 мм).

Соприкосновение масла с электропечью совершенно исключается. Случайное прикосновение масла к электропечи невозможно, так как змеевик аппарата изготовлен из цельнотянутой трубы и находится от нагревательной спирали на расстоянии 10 мм.



Труба электропечи с обеих сторон закрывается крышками с теплоизоляцией 4. Между трубой и змеевиком положены удерживающие планки 3. Общая мощность электропечи 17 квт. Поверхность электропечи позволяет увеличить мощность до 30 квт и производить регулировку мощности в нужных пределах.

Установка помещается в основной внешний кожух 2, состоящий из стальной трубы диаметром, большим внешнего диаметра змеевика на 50 ÷ 60 мм. На внутреннюю часть основного кожуха, а также на обе его крышки накладывается тепловая изоляция толщиной 15 ÷ 20 мм. Концы змеевика а и б направлены в одну сторону с той целью, чтобы с противоположного конца змеевика можно было без затруднения производить осмотр электропечи и выемку ее в случае ремонта. С этой же стороны производится устройство выводов электропечи.

Конструкция подогревателя может быть выполнена как круглой формы, так и прямоугольной в зависимости от заводских условий.

Проведенные испытания такого подогревателя показали хорошие его качества. Потери мощности при подогреве незначительны.

Инж. П. А. Зиновкин и инж. М. С. Плешаков

Повышение прочности установленных изоляторов типа ШТ

Изоляторы типа ШТ-30, ШТ-35 (выпуска до 1949 г.) подвержены характерным для них отрывам армированной головки от тела изолятора. Наблюдения за работой этих изоляторов показали, что такое повреждение бывает у изоляторов, установленных на открытых распределительных устройствах. Отрывы головок происходят как у изоляторов, поддерживающих шины, так и у изоляторов разъединителей. В последнем случае отрываются головки независимо от того, какое место занимает изолятор в колонке изоляторов и какое место занимает колонка в конструкции разъединителя.

Указанные поломки являются бичом эксплуатации, так как вызывают необходимость сложных и частых испытаний и представляют опасность для персонала при поломках изоляторов при операциях с разъединителями. Никакие профилактические испытания, как показала практика, не в состоянии предупредить о предстоящей поломке изолятора. Установка воротников или скоб, рекомендуемых Техническим управлением МЭС (сборник директивных материалов Технического отдела МЭС СССР изд. 1950 г., стр. 140), является временной мерой и снижает электрическую прочность изоляторов.

Одной из причин поломки изоляторов является неправильная армировка их головки. Повидимому, другие причины не имеют решающего значения в массовой поломке изоляторов ШТ и являются случайными.

Дефектом армировки изоляторов ШТ выпуска до 1949 г. является цемент, расположенный в зазоре между торцом чугунной головки и фарфором изолятора. У изоляторов позднейшего выпуска этот цемент при армировке заводом стал удаляться, и отрыв головок таких изоляторов неизвестен.

Ввиду того что в эксплуатации имеется значительное число изоляторов старых выпусков, причем замена их новыми запрещена, возникла необходимость устранить эту причину поломки изоляторов. Удаление цемента из зазора между чугунной шапкой и фарфором практически можно выполнить только путем расточки этого зазора на токарном станке вместе с чугуном шапки.

Такое мероприятие было проведено в 1949 г. на всех изоляторах распределительных устройств 110-кв сетевого района. Как показали профилактические осмотры и испытания в 1950 г. у изоляторов с проточенными головками отрыва их не наблюдалось. Двухкратная проверка штангой не выявила дефектных изоляторов. Поэлементное испытание (50 кв на элемент) каждого изолятора весной 1950 г. не привело к повреждению ни одного изолятора. До проточки изоляторов при испытаниях повышенным напряжением у редкого разъединителя не браковались один, два, а иногда и более изоляторов.

Проточка головок, несмотря на громоздкость работы, является, повидимому, единственной мерой заставить изоляторы ШТ старых выпусков надежно работать.

В одной энергосистеме борются с отрывом головок путем закрашивания армировки масляной краской. Такое мероприятие, как временное, надо всячески рекомендовать, так как краска не позволяет воде проникать в щель между фарфором и цементом, где она, замерзая, отрывает головку. Понятно, что такая закраска не дает гарантий в сохранении целостности головки изолятора.

Инж. В. М. Кедрин

Ферромагнитные измерители амплитуд токов короткого замыкания

В некоторых случаях может встретиться необходимость в измерении амплитудных значений токов. Для этой цели можно применять простые и дешевые автоматические измерительные устройства — ферромагнитные регистраторы, предложенные автором¹.

Схема включения регистраторов (рис. 1) заключается в следующем. Устройство присоединяется во вторичную цепь трансформаторов тока и состоит из сухих выпрямителей 1 и соленоидов 2 и 3. Внутрь соленоидов поме-

¹ Авторское свидетельство № 57324 за 1940 г.

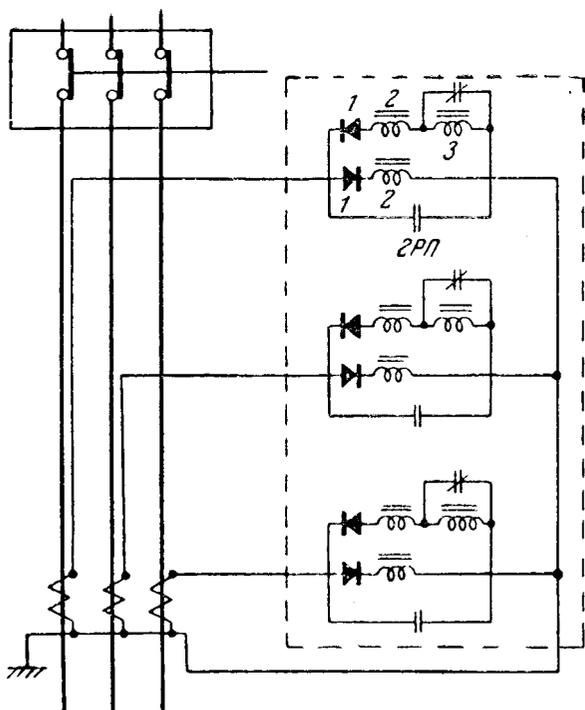


Рис. 1.

щаются сердечники из ферромагнитного материала с значительной коэрцитивной силой. Соленоиды обтекаются выпрямленным током, и помещенные в них сердечники намагничиваются полуволнами тока различной полярности. Измерив при помощи баллистического гальванометра или магнитометра остаточную индукцию, можно, пользуясь градуировочной кривой, определить амплитуды токов короткого замыкания положительного и отрицательного знаков. Для иллюстрации на рис. 2 приведена градуировочная кривая лабораторного образца устройства, изготовленного в ХЭТИ.

Устройство измеряет амплитуду тока короткого замыкания для $t = 0,01$ сек. (рис. 3). Измерения дают представление о полярности этой амплитуды, а также о виде короткого замыкания (одно-, двух- или трехфазное). Амплитуду установившегося тока короткого замыкания i_{∞} можно измерить при помощи сердечника соленоида 3, который включается через промежуток времени, равный собственному времени реле. После измерений ударного и установившегося токов вся схема шунтируется реле 2P1, чтобы избежать повторной регистрации токов.

Следует отметить, что не всякий автоматический осциллограф может зафиксировать амплитуду ударного тока короткого замыкания и в этом отношении ферромагнитный регистратор имеет преимущество перед осциллографом.

Ферромагнитный регистратор можно использовать для целей измерения пусковых токов электрических машин, соленоидов включения, автоматических выключателей высокого напряжения, максимальных токов потребительских кабелей и т. д.

Эксплуатация этого устройства в сетях весьма проста и сводится к замене дежурным персоналом подстанций сердечников после короткого замыкания новыми. Вынутые и уложенные в футляр пронумерованные сердечники отправляются в лабораторию для определения по ним величины сверхтока. После измерений сердечники размагничиваются переменным током.

Сердечники (стержни) могут быть выполнены из стали (например СТ-55, ЕВА и др.) или из стальных опилок, запрессованных в прессмассу. В качестве сердечников могут быть использованы и ферромагниты, которые упот-

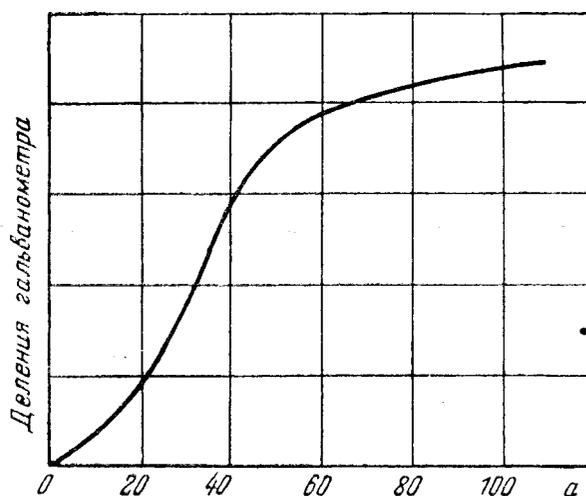


Рис. 2.

ребляются для регистрации токов молнии. Характеристика этих последних приведена на рис. 2.

В качестве сухих выпрямителей можно использовать селеновые столбики ВС-4. Градуировочные кривые лучше снимать на постоянном токе, так как точность измерений при этом оказывается выше.

Институтом электротехники Академии наук УССР после исследований, проведенных канд. техн. наук Е. В. Хрущевой, был изготовлен промышленный образец ферромагнитного регистратора токов короткого замыкания и испытан². Точность измерения оказалась в среднем 5%.

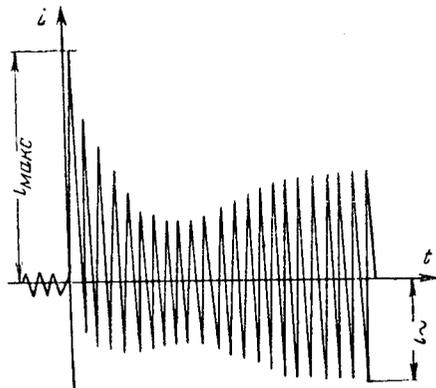


Рис. 3.

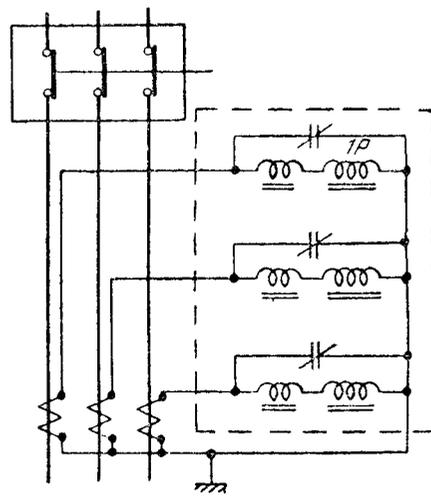


Рис. 4.

Измерение регистратором тока сравнивалось с токами, определенными из осциллограмм.

Вместо баллистического гальванометра для измерения степени намагниченности стержней применялся компенсационный магнитометр проф. А. Д. Нестеренко, оказавшийся весьма удобным для измерений.

Для измерений только тех токов короткого замыкания, которые наблюдаются в момент отключения короткого замыкания, можно обойтись без твердых выпрямителей. Схема включения регистраторов для этих целей приведена на рис. 4. Включение регистраторов производится быстродействующим реле, а отключение — выключателем высокого напряжения в момент прохождения тока через нулевое значение. Поэтому регистратор измеряет амплитуду тока короткого замыкания в момент предшествующий разрыву цепи выключателем высокого напряжения. Обмотка катушки быстродействующего реле IP присоединяется параллельно обмотке катушки отключения высоковольтного выключателя. Для расширения предела измерений на каждую фазу включаются по два соленоида с стерженьками разных диаметров.

Канд. техн. наук В. В. Гусев

² Информационные материалы «Ферромагнитный регистратор» Института электротехники Академии наук УССР, Киев, 1950 г.

Всесоюзное совещание по рассмотрению „Правил устройства электротехнических установок“

В декабре 1950 г. в Москве состоялось созданное Всесоюзным научным инженерно-техническим обществом энергетиков совещание, посвященное рассмотрению первого выпуска «Правил устройства электротехнических установок» (23 раздела). В работе совещания приняло участие более 400 работников энергосистем, промышленных предприятий, проектно-монтажных организаций, а также научно-исследовательских и учебных институтов, входящих в 28 различных министерств.

На совещании был зачитан доклад «Исторический обзор развития электротехнических Правил в СССР» по рукописи почетного председателя ВНИТОЭ, лауреата Сталинской премии, члена-корреспондента Академии наук СССР, проф. М. А. Шателена, в котором было описано развитие «Правил» с момента их появления.

Лауреат Сталинской премии, канд. техн. наук И. А. Сыромятников в своем докладе сообщил о том, как была организована разработка «Правил». Инж. В. С. Ясевич информировал совещание о деятельности Оргкомитета по вовлечению широких масс инженерно-технической общественности в дело рассмотрения «Правил». Инж. М. К. Харчев доложил об итогах рассмотрения секцией электроснабжения ВНИТОЭ двух разделов «Правил»: «Указание по проектированию электрических систем» и «Электроснабжение промышленных предприятий». Докладчиком были выдвинуты на обсуждение совещания следующие основные вопросы:

а) о придании разделам «Правил» характера «Правил по устройству», а не руководящих указаний по проектированию, а также об объединении двух разделов в один раздел;

б) о распространении требования о соответствии сечений значениями экономической плотности тока на все проводники тока;

в) об уточнении вопросов регулирования напряжения, отклонения частоты, резервирования и т. п.

Профессор П. Г. Грудинский сделал доклад по разделу «Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1000 в». Докладчик дал систематизированный обзор и анализ многочисленных предложений, высказанных в дискуссии по данному разделу.

Инж. О. Г. Вексельман в докладе «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1000 в» дал краткий исторический обзор развития данного раздела «Правил» и их преимущество по сравнению с зарубежными. Далее г. Вексельман перечислил изменения, которые секция ВНИТОЭ рекомендует внести в настоящий раздел «Правил».

Инж. М. М. Зархин в докладе «Кабельные линии» сообщил мнение секции, касающееся вопроса прокладки кабелей как в земле, так и в специальных кабельных сооружениях. В докладе также был затронут вопрос о необходимости определения мер борьбы с блуждающими токами.

Инж. Я. М. Большам сделал доклад по следующим разделам «Правил»: «Электромашинные залы», «Электродвигатели», «Электрооборудование взрыво- и пожароопасных помещений». Докладчик остановился главным образом на необходимости распространения действия «Временных правил изготовления взрывозащищенных электрических машин и низковольтных электрических аппаратов, предназначенных для работы во взрывоопасных помещениях» на соответствующее оборудование для открытых установок нефтяной и химической промышленности, а также переработки МЭП совместно с другими заинтересованными организациями указанных «Правил», поскольку они устарели и не отвечают современным требованиям сооружения и эксплуатации данных установок. Инж. Большам также отметил ограниченность номенклатуры оборудования и аппаратуры, изготавливаемых МЭП для установок во взрывоопасных помещениях.

Канд. техн. наук Л. П. Подольский сделал доклад по разделам «Заземления в электрических установках напря-

жением до и свыше 1000 в», в котором осветил основные положения, принятые при разработке новых «Правил», и их отличительные особенности по сравнению с ранее действовавшими, а именно: отказ от ряда невыполнимых или трудно выполнимых требований, замена их практическими решениями, полученными на основе многолетнего опыта эксплуатации и др.

Инж. А. А. Ермилов сделал доклад по разделам «Распределительные устройства напряжением до 1000 в», «Проводки цепей управления и измерения», «Аккумуляторные батареи», «Статические конденсаторы». Он отметил полноту и конкретность новых «Правил» по сравнению с ранее действовавшими и выдвинул на обсуждение совещания ряд вопросов, в том числе: о необходимости решения вопроса, в каких случаях проводники и аппараты требуют проверки по токам короткого замыкания; необходимость разграничения требований для расстояний от токоведущих до заземленных частей в зависимости от рабочих напряжений в пределах до 1000 в, а также от рода изолирующих материалов и от окружающей среды; допустимость объединения в одном контрольном кабеле цепей постоянного и переменного тока, а также цепей трансформаторов тока и напряжения и т. д.

Инж. Д. Б. Мондрус в докладе «Электропечные установки» указал на безусловную необходимость такого раздела в «Правилах», учитывая большое развитие в промышленности установок электронагрева. В докладе были приведены соображения и рекомендации по переработке данного раздела.

Доктор техн. наук И. А. Будзко в докладе по разделу «Сельские электроустановки» указал, что создание новых «Правил» отвечает условиям развития электрификации сельского хозяйства в нашей стране. Докладчик, выдвинул на обсуждение совещания следующие вопросы: необходимость защиты внутренних проводов домов от проникновения грозных перенапряжений; целесообразность с точки зрения технико-экономических соображений защиты животных от поражений электрическим током; шагового напряжения и т. д.

Инж. Г. М. Кнорринг в докладе «Осветительные установки» в основном одобрил материалы «Правил» в части разделов, связанных со светотехническими установками и изделиями для них, отметив, что существующая редакция раздела «Осветительные установки» содержит излишне жесткие требования к конструкции светильников, устанавливаемых на небольшой высоте, а также в помещениях с неблагоприятными условиями среды. В частности, эти требования сильно затрудняют использование люминесцентных ламп для локализованного и местного освещения.

Инж. П. Ф. Соловьев в докладе по разделу «Проводки» отметил полноту новых «Правил» по сравнению с ранее действовавшими и сделал анализ полученных замечаний. Значительной частью поступивших предложений рекомендуется расширение объема «Правил» за счет насыщения их монтажными указаниями. Среди других вопросов, вынесенных на обсуждение, наиболее важными являются: необходимость применения в наружных проводках изолированных проводов и метод оценки качества проводов.

После докладов развернулись прения, в которых выступило 77 чел. Наиболее оживленные из них были по докладу проф. П. Г. Грудинского и инж. О. Г. Вексельман. Было высказано много ценных замечаний, которые нашли отражение* в решениях Совещания.

Совещание своим решением одобрило первый выпуск «Правил устройства электротехнических установок» (23 раздела) и постановило просить Министерство электростанций внести принятые изменения и дополнения при очередном переиздании «Правил»; рекомендации наиболее существенных, с точки зрения удешевления и улучшения электроустановок, утвердить специальным решением в кратчайший срок.

Совещание признало целесообразность продолжения и в дальнейшем совместной творческой работы МЭС и ВНИТОЭ по общественному просмотру и постоянному усовершенствованию «Правил».

Инж. А. Л. Фаерман
и инж. В. С. Ясевич

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. В. Гульденбалк, М. М. Каетанович, Д. В. Рабинович, И. И. Рапутов и М. Н. Шмелев, Сооружение линий электропередачи, М.—Л., Госэнергоиздат, 1950 г. 528 стр., 5 500 экз.

Рецензируемая книга, рассматривающая вопросы организации строительства и методы сооружения и монтажа линий электропередачи, предназначена для инженерно-технических работников, прорабов и мастеров, работающих на строительстве линий.

Первые две части книги содержат общие сведения и описание элементов проекта линий. В третьей—шестой частях даются сведения и указания по организации строительства, транспорта материалов и оборудования, индустриализации и механизации работ и организации подготовительных работ. Седьмая часть посвящена сооружению фундаментов; в восьмой—десятой частях рассматриваются вопросы изготовления и монтажа деревянных и металлических опор; в одиннадцатой части описываются методы и порядок монтажа проводов и тросов; в двенадцатой части даются указания по вспомогательным сооружениям, необходимым при постройке линий передачи и по сдаче линий в эксплуатацию. В приложениях к книге даны справочные сведения и таблицы по материалу, инструменту по проводам и тросам, применяемым на линиях.

Как можно видеть, авторы попытались всесторонне осветить вопросы сооружения линий электропередачи. Книга должна была помочь строителям линий подготовиться к выполнению грандиозных задач широкого развертывания сооружения линий, добиться решительного сокращения сроков строительства. Как известно, главными средствами для этого являются рациональная организация линейных работ при максимальной механизации трудоемких процессов, индустриализация и поточность строительных и монтажных работ.

К сожалению, именно эта сторона строительства освещена в книге далеко недостаточно, а иногда и неверно. Повидимому, сами авторы сознают этот недостаток своего труда и в предисловии как бы заранее оправдываются перед читателем. Они пишут: «Практически новые методы на сетевом строительстве стали внедряться в 1947—1948 гг. и хотя первые же результаты оказались успешными, все же имеющийся опыт незначителен и многие вопросы еще не нашли своего окончательного разрешения. Это не дало возможности изложить их в систематизированном виде в настоящей книге».

Все, кто в какой-то мере соприкасается со строительством линий электропередачи, знают, что за годы советской власти строители линий электропередачи добились больших успехов в деле индустриализации и механизации строительства. Известно, что в настоящее время автомашины и тракторы полностью вытеснили гужевой транспорт со строящихся линий электропередачи.

Авторы не изучили и не обобщили этого опыта. Они предпочли, как и в своей первой книге, вышедшей 10 лет назад, сосредоточить внимание на организации гужевого транспорта, на нормах и формулах подсчета потребности лошадей, их рациона, на излишне подробное описание орудий ручного труда для земляных работ. О современных механизмах — экскаваторах, бульдозерах, специальных буровых машинах и т. п. — в книге упомянуто лишь вскользь.

На строительстве линий электропередачи основной машиной является трактор. Он используется как на вывозке тяжелого груза, так и на механизации ряда процессов: установке опор, раскатке и натяжке проводов и т. п. Осо-

бенно эффективным является трактор С-80. На нем смонтирован ряд механизмов: бульдозер, кусторез, буровая машина и пр. Однако трактору уделено очень мало внимания в книге, а сказанное о бульдозере и кусторезе является неточным. М. М. Каетанович пишет: «Перед работой кустореза или бульдозера производится очистка трассы от средней толщины (15—20 см) деревьев и пней, затем пускается кусторез или бульдозер и производится срезка кустарника и мелкого леса (до 10—15 см)».

Что это за механизация, ради которой сначала надо вручную выполнить самую тяжелую работу, срубить и убрать деревья и пни толщиной 15 см и выше? Работа двух очень ценных механизмов охарактеризована неточно. Кусторез, согласно паспорту, свободно срезает дерево толщиной до 30 см, а на практике доказано, что им можно срезать и деревья в 40 см (опыт работы треста «Уралэлектротрестстрой»), вместе с тем кусторез совершенно не может срезать мелкий кустарник вследствие того, что его конусные отвалы (ножи) приходится во время работы держать выше поверхности земли на 10—15 см, поэтому кустарник лишь пригибается к земле. Зато бульдозер может прекрасно произвести общую зачистку трассы от мелколесья и кустарника. Таким образом, при совместном использовании этих двух механизмов — кустореза и бульдозера — не потребуются никакой предварительной расчистки трассы вручную, а если к ним придают электропилы для раскряжовки и трелевочные тракторы для уборки леса, то можно почти полностью отказаться от ручного труда.

В другом случае (стр. 114) М. М. Каетанович предлагает для засыпки котлованов применять экскаваторы, но с обязательным разравниванием и трамбованием грунта вручную. Если учесть, что трамбовать грунт полагается через 10 см, то при рекомендуемой организации работы механизмов экскаватор будет больше простаивать чем работать и использование механизмов будет недопустимо низким.

Одним из самых трудоемких процессов при сооружении линий электропередачи являются земляные работы. Авторы не дают в своей книге никаких конкретных указаний о применении механизмов для этих работ. Однако хорошо известно, что выпускаемые с 1947 г. Ленинградским и Усть-Катавским заводами экскаваторы с объемом ковша 0,25 м³ прекрасно могут быть использованы для рытья котлованов под опоры всех типов, а М. М. Каетанович в разделе книги, посвященном механизации работ (стр. 135, табл. 53), предлагает рыть котлованы под опоры не чем другим, как бульдозером с применением ручного труда.

Нормы производительности механизмов приняты неточно. Так, например, для бетономешалки с объемом барабана 100 л принята производительность 15 м³ в смену; при этом для сооружения линии 220 кв длиной 200 км на приготовление 600 м³ бетона требуется три таких бетономешалки на 135 дней. На самом деле средняя производительность этих бетономешалок не превышает 10—11 м³, а с учетом времени, потребного на передвижку от одного пикета к другому и на ремонт, коэффициент использования бетономешалок в линейных условиях можно принять не более 0,6 и при этом потребуется не три таких бетономешалки, а семь.

Вопросам индустриализации строительных и монтажных работ авторы посвятили одну страницу, в то время как лошадям и лопатам отведено десять.

Совершенно недостаточное описание механизмов и механизации трудоемких работ, практическое отсутствие указаний ускорения темпов строительства линий на базе индустриализации и поточности строительно-монтажных работ являются основными недостатками рецензируемой книги. Наличие этих недостатков не может быть ничем оправдано.

Авторы книги ориентируют строителей и монтажников на старые, давно оставленные позади нормы производительности труда; например М. М. Каетанович считает большим достижением установку 5—6 опор на один трактор в день и монтаж 1—2 км линии; в действительности же лучшие бригады уже добились установки 15—20 опор и монтажа 5—6 км в день. Не освещены в книге и вопросы экономики строительства линий электропередачи.

В книге имеется много и более мелких недостатков и промахов. Укажем на некоторые из них.

Инж. М. Н. Шмелев в разделе, посвященном изготовлению металлических опор, утверждает, что «основным материалом для изготовления металлических опор является конструкционная углеродистая сталь СТ-3 «нормальная». При этом он ссылается на ГОСТ 535-45. В действительности для опор линий электропередачи конструкционных сталей не требуется: опоры изготовляются из металла общего назначения марок ОС или СТ.

М. Н. Шмелев рекомендует применение натурального растительного масла для окраски металлоконструкций. Автор не учел, например, десятилетний опыт Домодедовского завода по окраске металлоконструкций и не рекомендует наилучшие рецепты для составления красок без применения натуральной олифы и даже оксоли. Он ограничился замечанием: «Из заменителей масляной краски можно указать на асфальтовые лаки, употребляемые с наполнителями и без наполнителей. Вследствие недостаточности опыта эксплуатации этих покрытий дать рецепты лаков в настоящее время затруднительно».

Книга не представляет собой цельного, согласованного труда. Каждый из авторов писал свою часть самостоятельно, не считаясь с тем, что пишут соавторы; поэтому имеется много повторений и противоречий. Так, например, М. М. Каетанович указывает (стр. 125), что устройство заземления производится до начала сборки опор, а В. В. Гульденбалк считает (стр. 87), что эту работу следует выполнять после монтажа проводов.

В книге имеется много опечаток, ошибок и негочных выражений. Так, например, следует считать неудачным указание на стр. 211 в разделе «Обработка бетона»: «Для

предохранения бетонных массивов под поверхностью земли от выветривания, поверхность бетона затирается цементным раствором (зажелезнение)». Не следует явления под поверхностью земли называть «выветриванием» и применять несоответствующий упомянутой работе термин «зажелезнение».

Досадны такие «незамеченные» опечатки, как, например: «барабанов с приводом» вместо «с проводом» (стр. 81); «Мостков на болтах» вместо «на болотах» (стр. 88); «походное горно» переименовано в «проходное горло» (стр. 406). М. М. Каетанович на стр. 110 предлагает инертные материалы не обогатить, а обогородить». И. И. Рапутов на стр. 408 пишет: «Можно развозить провод и на трех- и пятитонных грузовых машинах, если это разрешает дорога».

Провод можно возить на машинах грузоподъемностью в 2,5 и 4 т, которые являются в настоящее время основными массовыми автомашинами (ГАЗ-51 и ЗИС-150), пятитонные же бортовые машины в настоящее время не выпускаются.

На стр. 409 И. И. Рапутов поучает читателей: «План развозки можно считать удовлетворительным, если... отношение числа замонтированных соединителей к числу раскатанных барабанов меньше единицы».

Это практически неосуществимо, особенно на линии 110 кв даже в том случае, если на каждом барабане будет не более одного конца (а это не всегда бывает), если на линии не будет никаких переходов, где необходимо разрезать провод и если во всей партии провода не будет обнаружено после раскатки ни одного поврежденного или дефектного места, которые необходимо удалить. Даже при этих идеальных условиях нельзя израсходовать меньше одного соединителя на каждый барабан, т. е. число соединителей будет всегда больше числа раскатанных барабанов.

Книга «пострадала» и от того, что Госэнергоиздат недопустимо затянул ее издание — рукопись была сдана в 1947 г.

Подводя итоги, следует признать, что авторы книги не обобщили огромных успехов достигнутых в деле строительства линий электропередачи в послевоенной Сталинской пятилетке.

Авторам следует учесть указанные ошибки; при надлежащем внимании и труде авторскому коллективу книги вполне по силам составить руководство, отвечающее современным требованиям. Такое руководство (справочник) остро необходимо строителям линий электропередачи.

М. К. Симонов

□ □ □

ПОПРАВКА

В № 2 «Электрические станции» за 1951 г. на стр. 58 в решении № 48/Э «О внесении изменений в Сборник директивных материалов Технического отдела МЭС» последний абзац следует читать:

«Кроме того, указанные кабели должны испытываться дополнительно при текущих ремонтах мегомметром. В этих случаях пучки кабелей испытываются в целом (без отсоединения каждого кабеля)».

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, и другие пояснения к формулам.

3. Статьи иллюстрировать фотографиями и чертежами, однако число их должно быть минимально необходимым. Чертежи выполнять тушью или карандашом, надписи и обозначения писать четко. Снимки направлять четкие и контрастные размером не менее 9×12 см, в двух экземплярах.

В тексте статьи обязательно делать ссылки на рисунки, причем обозначения в тексте должны строго соответствовать обозначениям на рисунках.

Каждый чертеж или фотография должны иметь порядковый номер, соответствующий его номеру в тексте, и подпись.

Чертежи и фото в тексте не вклеивать, а прилагать их отдельно, составив на них опись.

4. В табличном материале точно обозначать единицы измерения. Наименования давать полностью, не сокращая слов. Не давать слишком громоздких таблиц.

5. Иностранные единицы измерения обязательно переводить в принятые у нас в Союзе меры длины, веса и др.

6. Официальные материалы должны быть заверены соответствующими организациями. Материал научно-исследовательских организаций и заводов должен иметь визу руководства.

7. В конце рукописи указывать полностью имя, отчество и фамилию автора, домашний адрес, занимаемую должность, год рождения, номер и место выдачи паспорта.

8. Материал для журнала направлять по адресу: Москва, Ветошный пер., здание ГУМ, III корпус, I этаж, помещ. 164, редакции журнала «Электрические станции».

Цена 8 руб.