

621.3(05)  
345  
366728

1880

№ 1<sup>а</sup>

1880

ИЮЛЬ

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ЖУРНАЛЪ  
ИЗДАВАЕМЫЙ VI ОТДЕЛОМЪ

РУССКАГО ТЕХНИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Санкт-Петербург. Пантелеймоновская, № 2.

въ два раза въ мѣсяцъ, тетрадями, не  
двуихъ печатныхъ листовъ.

## Sommaire.

- к. Техн. Общ.  
членской выставки въ Г. Брюса.  
дуплекс Старнса.
- Автодиоды  
Résumé des procès-verbaux des réunions des membres de la VI  
Commission parlementaire en Angleterre sur l'éclairage électrique, par M. Latchinoff  
Le dynamometre optique de M. Latchinoff  
Pile thermo-electrique de Clamond  
Le travail electro-mécanique.  
Les chemins de fer électriques, par M. Tchikoleff.  
Développement graduel de la Télégraphie. Communication de  
M. Verner.  
Transmission télégraphiques doubles; Duplex Stearns  
Nos télégraphes  
Bibliographie.  
Faits divers.
- Электрическое освещение. Одесского бульвара, Парикской оперы. Типография  
п. М. Бори французского Военного Министра по организации электр. освещения  
аграрной работы въ сельскомъ хозяйстве. Опыты съ телефонами. Распространение  
новыхъ Электротехническое общество въ Берлине.  
Частные объявления

## С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ПОТРЕБИТЕЛЬСТВО ВЪ КОМПАНИИ

1880



# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

1

1940

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

40

10

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1880 Г.

10  
1940

ОКТЯБРЬ

ОРГАН НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТИ И АКАДЕМИИ НАУК СССР

Адрес редакции: Москва, Бол. Калужская, дом 67, 1 этаж, комн. 144, тел. В 2-45-63

Адрес для корреспонденции: Москва, Главный почтамт, почтовый ящик № 648

## РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

Президиум Академии Наук СССР приветствует сотрудников журнала „Электричество“ и его читателей в связи с 60-летием журнала.

Журнал „Электричество“ за свои славные 60 лет сыграл большую роль в пропаганде новейших научных и технических достижений и в постановке перед научно-технической мыслью актуальных задач в области электротехники.

В настоящее время журнал „Электричество“ является объединенным органом Академии Наук СССР, Народного Комиссариата электропромышленности СССР и Народного Комиссариата электростанций СССР и это обязывает журнал ко многому. Сочетание теоретических вопросов с задачами прикладного значения должно являться одной из важнейших областей работы журнала.

Президиум Академии Наук СССР искренне желает журналу „Электричество“, его сотрудникам и читателям дальнейших успехов в деле пропаганды научных и технических достижений для внедрения их в практику социалистического строительства и электрификации нашей великой родины.

Вице-Президент Академии Наук СССР  
акад. **О. Ю. ШМИДТ**

Секретарь Президиума Академии Наук СССР  
инж. **П. А. СВЕТЛОВ**



## *„Коммунизм есть Советская власть плюс электрификация всей страны“.*

*(ЛЕНИН)*

Исполнилось шестьдесят лет со времени создания первого русского электротехнического журнала «Электричество». Этот журнал был создан людьми, окладывавшими первые пути промышленной электротехники и науки об электричестве в России, сыгравшими роль русской электротехнической мысли, которая развивалась в тесном взаимодействии с мировой наукой и техникой.

Широко известны имена Чиколова, Яблочкива, Одыгина, Лачинова, Усагина, Столетова, Попова, Сливо-Добровольского, Хвольсона, Боргмана, Рогна и других, двинувших вперед электротехнику науку об электричестве по самым разнообразным направлениям. Некоторые из этих направлений, разработанных русскими учеными и инженерами, спрелили собою последующее развитие мировой электротехники в области электрического освещения, передачи и распределения электрической энергии переменного тока, радиотелеграфии и т. д. Основатели журнала «Электричество» ставили передним задачу распространения знаний об этой новой и многообещающей силе, какой явилось электричество, а также задачу содействия практическому применению электричества в нашей стране.

Отсталость промышленности в царской России складывала свой отпечаток и на развитие электротехники. Блестящие достижения русских изобретателей в области электротехники не получали поддержки со стороны царского правительства, которое всячески тормозило технический прогресс и было заинтересовано в закреплении полониальной зависимости России от передовых капиталистических стран. Изобретения русских электротехников нередко патентовались и присваивались иностранными фирмами. Такова была, например, судьба изобретения радиотелеграфа, впервые осуществленного в России Поповым.

Незначительные по масштабу предприятия электропромышленности в России и те находились в руках иностранных капиталистов; электрические машины, аппаратура, кабели и другие изделия ввозились, главным образом, из-за границы. Колossalные энергетические ресурсы страны, в частности водоресурсы, оставались неиспользованными. Пробы использования энергии рек Волхова и Днепра, проекты строительства электростанций и линий передач, разрабатывавшиеся передовыми инженерами, не получали реализации.

Большая Октябрьская социалистическая революция и большевистская партия и гениальные вожди и Сталин поставили на службу социализму

могучую силу электричества. Под непосредственным личным руководством Ленина был разработан в 1920 г. знаменитый план ГОЭЛРО, ставший второй программой партии, основой планового социалистического строительства. Лозунг Ленина «Коммунизм есть Советская власть плюс электрификация всей страны» вдохновил и увлек за собой массы рабочих, крестьян и интеллигенции, стал путеводной звездой на пути к коммунизму.

В сталинских пятилетках, поднявших нашу страну на уровень передовой индустриальной державы, сделавших ее вместе с тем страной самого крупного в мире социалистического сельского хозяйства, электрификации принадлежала и принадлежит важнейшая роль. Это нашло свое отражение и в исторических решениях XVIII съезда ВКП(б) по докладу тов. Молотова о третьем пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР.

В соответствии с этой ролью электрификации в журнале «Электричество» было выдвинуто на первый план освещение теоретических и практических проблем электротехники сильного тока, в первую очередь электромашиностроения, высоковольтного аппаратуростроения, техники высокого напряжения и электропередач на дальние расстояния. Эти проблемы, а также проблемы кабельной техники, электроизоляции и электроизоляционных материалов должны и впредь занимать центральное место в журнале. Наряду с этим журнал «Электричество» должен освещать новые пути развития электротехники в области передачи электроэнергии постоянным током высокого напряжения, ионно-электронной техники, автоматики и телемеханики.

Обязательной составной частью работы журнала «Электричество» должно стать освещение важнейших технико-экономических вопросов электропромышленности, электростанций и электросетей СССР.

Продолжая лучшую традицию пионеров русской электротехники, необходимо попрежнему все выше поднимать теоретический, научно-технический уровень журнала «Электричество», сочетая эту задачу с выдвижением вопросов, имеющих актуально-практическое значение, как, например, вопросов экономии электроэнергии, электрификации промышленности, транспорта, сельского хозяйства и коммунального хозяйства городов.

Особо важное значение в настоящее время приобретает установление во всех областях электротехники новых правил, норм и стандартов, отвечающих современному состоянию науки и техники.

Об этом свидетельствует тот факт, что наше электрохозяйство в текущем году впервые получило «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», являющиеся законом для электрических станций и сетей всех ведомств. В связи с этим на журнал «Электричество» вместе с другими энергетическими журналами СССР ложится обязанность организации активного участия советских электротехников в пересмотре устаревших, а также во внедрении новых правил, норм и стандартов.

В отличие от дореволюционного периода существования журнала, когда на страницах его наряду с трудами русских авторов печатались в значительном количестве работы иностранных авторов, в журнале «Электричество» после Октября, и в особенности за последние годы, находят отражение по преимуществу оригинальные теоретические и экспериментальные работы инженеров и ученых нашей страны, выросших новых кадров советских электротехников. Нужно еще шире привлекать к активному участию в журнале новые кадры инженеров и ученых многочисленных научно-исследовательских институтов, вузов, заводов и лабораторий всех республик СССР.

Советская электротехника насчитывает немало старых и молодых деятелей, давших стране ценнейшие достижения. Перед журналом «Электричество» выступает важная задача — широко освещать работы новаторов, изобретателей, конструкторов, рационализаторов и стахановцев,двигающих вперед электротехнику, возможности которой далеко еще не раскрыты и не исчерпаны.

Вопросам подготовки электротехнических кадров,

состоянию электротехнического образования в стране журнал «Электричество» должен систематически уделять место на своих страницах, чего журнал в своих пор не делал.

Помещаемые в этом юбилейном номере журнала письма ученых и инженеров правильно обращают внимание редакции на необходимость более широкого развития на страницах журнала смелой научно-технической критики. Эта задача выполняется журналом пока все еще неудовлетворительно, нуждается в серьезном внимании. В этих же письмах выдвигается целый ряд других задач, над которыми нужно немало поработать для того, чтобы значительно улучшить журнал «Электричество».

Мудрая сталинская политика обеспечила социалистическому государству огромные успехи во всех отраслях социалистического строительства. Мудрая сталинская политика обеспечила крупнейшие успехи внешней политики СССР, увенчавшиеся освобождением народов Западной Белоруссии и Западной Украины, Бессарабии и Северной Буковины, победой над финской белогвардейщиной и установлением советской власти в Литве, Латвии и Эстонии.

В сложной обстановке капиталистического ожидания и второй империалистической войны как никогда выросли задачи всемерного укрепления рабочей мощи СССР. Советские электротехникиют, что их успешная работа имеет большое значение для укрепления могущества социалистической родины.

Под боевым знаменем партии Ленина — Стартовому журнал «Электричество» вступает в седьмое десятилетие своей деятельности.

## К шестидесятилетию журнала „Электричество“

*К. К. ПОПОВ и М. И. РАДОВСКИЙ*  
*Ленинград*

Вопросами электричества русские исследователи начали заниматься еще с середины XVIII в. Труды таких ученых, как Ломоносов (1711—1765), Рихман (1711—1753) и Эпинус (1724—1802), относятся к самым выдающимся исследованиям современной им эпохи. Начало XIX в. отмечено замечательными изысканиями Василия Владимировича Петрова (1761—1834), завершившимися открытием электрической дуги. Изданний им в 1803 г. трактат «Изведение о гальвановольтовских опытах» свидетельствует о том, что Петров почти за четверть века до Ома очень близко подошел к тому, чтобы открыть закон, носящий имя немецкого физика.

В 30-х годах XIX в., когда учение об электричестве, обогащенное трудами Эрстеда, Араго, Ампера, Био, Савара, Ома и, особенно, Фарадея, создало объективную возможность осуществить заманчивые мечты ученых XVIII в. найти практическое применение таинственной силе природы, Петербургская Академия Наук предприняла необычайно широкие для того времени исследования. Открытие Фарадеем явления электромагнитного вращения дало возможность длительного превращения электрической энергии в механическую. Во всех концах мира изобретатели упорно принялись

за создание электродвигателя, пользуясь при этом электрохимическим генератором — гальваническими элементами.

Наиболее выдающимися были изыскания Б. С. Якоби (1801—1874). Предложенная им конструкция электродвигателя послужила отправным пунктом в опытах большинства изобретателей, бывавших над этой проблемой. Многолетние исследования Якоби протекали в Петербургской Академии Наук, где была создана специальная «Комиссия для приложения электромагнетизма к движению машин по способу Б. С. Якоби» (1837 г.). Изыскания, произведенные в Академии Наук, имели в машинах результирующие результаты. Именно к этому времени относится открытие гальванопластики, сделанное Б. С. Якоби в период его работ над проектированием электродвигателя. Знаменитые исследования Э. Х. Ленца — одного из членов названной комиссии — относятся к тому же периоду и также заняты с изысканиями в области электромагнетизма. Другой член этой комиссии П. Л. Шиллинг известуется заслуженной славой изобретателя электромагнитного телеграфа.

Работы этих ученых относятся к периоду истории электротехники. Электротехника в со-



M. V. Ломоносов

«Когда в Европу пришло описание первого способа Эдисона, разочарование стало всеобщим: специалистам было очевидно, что Эдисону мало известна история электрического освещения, что избранный им путь принял очевидно ложное направление». Между тем тот же Чиколев, объясняя неудачу лампы накаливания Лодыгина, совершенно правильно отметил, что компания, составившаяся для эксплуатации лампы Лодыгина, вместо оказания помощи изобретателю в работе по усовершенствованию лампы, занялась спекуляцией и этим погубила большое изобретение.

Понадобилась демонстрация ламп Эдисона на Парижской электрической выставке в 1881 г., чтобы лампа накаливания получила полное признание.

С 1882 г. статьи о лампах накаливания и описание их различных конструкций и эксплуатации не сходят со страниц журнала. Параллельно с этим появляются статьи о физиологическом действии и безопасности электрического освещения — существенном вопросе, стоявшем на пути дальнейшего широкого распространения электрического освещения. Журнал не перестает освещать вопросы, касающиеся включения ламп накаливания, технических правил установок, условных знаков для схем освещения. Важно также отметить работы по экспериментальному исследованию электрических источников света и фотометрическим измерениям.

Непрерывное усовершенствование лампы накаливания с угольной нитью привело к разрешению проблемы электрического освещения, и журнал начинает все меньше уделять ему внимания, отмечая только важнейшие усовершенствования электрических источников света, как, например, появление ламп накаливания с металлической нитью, новых более совершенных типов дуговых ламп и ламп, в которых используется свечение газа при электрическом разряде.

Электрическое освещение теперь прочно внед-

ряется в городской быт и находит себе широкое применение, сыграв в истории электротехники исключительно важную роль. Уже в самом начале своего развития оно оказалось мощным фактором, вызвавшим дальнейшее усовершенствование генераторов электрической энергии. Более того, явились после электрохимии, в семидесятых и восьмидесятых годах, почти единственным потребителем электрической энергии, электрическое освещение предъявило к генераторам ряд новых требований.

При начавшейся централизации выработки электрической энергии эти требования, с одной стороны, сводились к диктуемому экономическим обстоятельствами повышению мощности отдельных генераторов, а с другой стороны, вытекали из характера эксплуатации приемников энергии.

Как велико было значение электрического освещения на начальных этапах истории электротехники, видно хотя бы из того, что в лите-

рических машинах назывались машинами для освещения. Однако уже в 80-х годах XIX в. стали появляться огромные возможности, которые открывались перед промышленностью: проникновение электрической энергии в производство.

**Электрические машины.** Требования, предъявляемые источнику механической энергии: быть универсальным в своем применении, допускать малый диапазон мощности и служить индивидуальным приводом, — были блестяще выполнены применением электродвигателя. Эти качества электродвигателя, которых так добивались на протяжении многих десятилетий от паровой машины, были замечены уже пионерами электротехники. Вспомним, что основной трактат Якоби назывался «О применении электромагнетизма к движению машин». Но то, что оказалось невозможным во времена Якоби, стало возможным тогда, когда электромагнитный генератор показал все свои преимущества, и когда принцип обратимости электрической машины получил широкое распространение.

Особенно большое влияние на дальнейшее усовершенствование генераторов, на внедрение электрических двигателей в промышленность и расширение области их применения оказала выясненная возможность распределения электрической энергии и передачи ее на большие расстояния.

Среди всех статей в журнале, освещающих процесс развития электрических машин, заслуживающей быть отмеченной блестящая работа Д. И. Лачинова<sup>7</sup>, одна из первых теоретических работ в области электрических машин постоянного тока. Была помещена в журнале в первый год его существования. В этой работе Д. И. Лачинов делает попытку теоретически разрешить вопрос о коэффициенте полезного действия и врачающем момента электрического двигателя. Здесь же он поднимает вопрос о необходимости теоретических исследований для дальнейшего развития электротехники.

«Мы считаем, что распространение теоретических сведений, между электротехниками, совершенно необходимо, в подтверждение чего позволим привести давнее, но верное сравнение человека, лишеннего теоретических знаний, со слепым, но нужденным подвигаться вперед ощущением».

Д. И. Лачинов в своей статье с большой убедительностью выводит условие отдачи двигателя на максимальной мощности и условие наибольшего коэффициента полезного действия. Эти же теории

<sup>7</sup> № 1, 1880.



Б. С. Якоби

«с альтернативного тока тяжелое обвинение в его непригодности». Несмотря на такую высокую оценку изобретения Усагина и вопреки общей традиции журнала «Электричество», оно было забыто и вернулось на страницы журнала в 1884 г., как заграничное изобретение Голарда и Гибса, демонстрировавших в 1884 г. свои, вполне аналогичные трансформаторы на международной выставке электричества в Турине<sup>12</sup>. В большой корреспонденции об этой выставке дается описание трансформаторов Голарда и Гибса, причем ни слова не говорится об изобретении Усагина. Не упоминается его имя и в последующих статьях о трансформаторах и даже в статье по истории трансформатора, напечатанной в 1889 г.<sup>13</sup>.

Исключительные удобства распределения электрической энергии при помощи трансформаторов сбрасывали внимание ученых-электротехников на исследование и усовершенствование нового изобретения. В журнале «Электричество» это нашло отражение в ряде статей с описанием конструкций трансформаторов, их исследований и теоретических расчетов.

Ни один из электротехнических аппаратов до сих пор в своем развитии не достигал так быстро относительного совершенства, как трансформатор. Уже в 1888 г. по измерениям Гопкинсона коэффициент полезного действия трансформаторов достигал 96,2%<sup>14</sup>.

Такое быстрое усовершенствование трансформатора вместе с преимуществами, которое давало его применение при распределении электрической энергии, создали все условия для широкого распространения переменного тока. Как сообщается в большой обзорной лекции Айртона, напечатанной в журнале «Электричество» об электрической передаче энергии, к 1888 г. в Лондоне имелось «20 000 ламп накаливания, зажигаемых током из

Гросвенерской Галлереи в Бонд-Стрите при помощи трансформаторов переменного тока, которые преобразуют 2000 вольт, поддерживаемых в узлах главных проводников, в 100 вольт в здании. Там же мы находим указание, что к этому же времени в Америке освещение переменным током производилось в 68 городах.

Как новое значение трансформатора для промышленных целей, журнал отмечает предложение Е. Томсоном способ электрической сварки металлов.

**Передача электрической энергии.** Обнаружив в самом начале развития электротехники возможность осуществить передачу электрической энергии на расстояние, возможность простого деления для целей снабжения отдельных потребителей централизованной выработке электрической энергии — обусловили исключительный прогресс области техники, выдвинув в конце XIX в. производства распределения и передачи электрической энергии на одно из первых мест.

Первые опыты передачи электрической энергии для технических целей относятся еще к 1835 г. В этом году Фонтен на всемирной выставке в Вене, пользуясь динамомашиной и двигателем Грамма, осуществил передачу электрической энергии на расстоянии в один километр для привода центробежного насоса. За этим первым опытом последовали другие. Но во всех случаях, кроме первого, передача энергии происходила на большие расстояния. Все же эти опыты показывали возможность использовать электрическую энергию за пределы от места ее производства, и перед минувшим столетием электротехниками уже вырисовывалась картина грандиозных возможностей, связанных с передачей электрической энергии на большие расстояния.

Однако низкий коэффициент полезного действия передачи, ненадежность результатов первых опытов, отсутствие теоретических исследований в области заставили сомневаться еще очень мало в возможной рациональности распределения и передачи электрической энергии для получения практической работы.

Журнал «Электричество» по этому вопросу в первом же номере выявил вполне определенную точку зрения. Эта точка зрения выражена в упомянутой выше обширной теоретической статье «Электрическая механическая работа», написанной Д. И. Лачиновым<sup>7</sup>.

«С первого взгляда, — писал Д. И. Лачинов, — такой результат не представляется особенно видным, но при ближайшем рассмотрении электрическая передача оказывается, во многих случаях, весьма удобной и экономной и ей предстоит видимому играть весьма важную роль в промышленности, в особенности на больших фабриках и железнодорожных дорогах, для движения поездов... Но превосходство электрического способа передачи перед обычными, является в полном блеске при передаче силы водяных двигателей на большие расстояния».

В этой статье Д. И. Лачинов теоретически доказывает возможность целесообразного использования электрической энергии для питания двигателей и первый доказывает независимость коэффициента полезного действия двигателя от сопротивления проводов цепи.

Это же положение было выведено Деппом и опубликовано в журнале «Электричество»<sup>9</sup>.

<sup>12</sup> № 13, 1884.

<sup>13</sup> № 19, 1889.

<sup>14</sup> № 17—18, 1888.

Помещая эту теоретическую работу Депре, редакция предполагает ей в статье о дальнейшей программе журнала следующее замечание, подчеркивающее отношение редакции к вопросу передачи электрической энергии: «Редакция «Электричества» обязана была поместить ее, потому что вопрос о передаче работы и о распределении электрической энергии в настоящую минуту есть может быть самый живой вопрос в учении об электричестве»<sup>15</sup>.

Приняв такую точку зрения, редакция в дальнейшем подробно освещает все новое, появляющееся в этой области.

В 1882 г. Марсель Депре на Международной Электрической выставке в Мюнхене осуществляет первую передачу электрической энергии уже на расстояние 60 километров.

Известно, с каким пристальным вниманием следили за этими знаменитыми опытами Депре по «передаче силы» на расстояние Маркс и Энгельс, гениально предсказавшие огромное революционное значение применения электричества в промышленности.

О замечательных опытах Депре в Мюнхене корреспондент журнала «Электричество» пишет<sup>16</sup>:

«Great attraction Мюнхенской выставки составлял опыт передачи работы, осуществленный г. Марсель Депре, который с помощью двух машин Грамма типа А, с обмоткой его системы, достиг возможности передавать в здание выставки силу в пол-лошади от Мисбаха до Мюнхена на расстоянии 60 километров и по простой четырехмиллиметровой телеграфной проволоке, поддерживаемой деревянными столбами и без всякой специальной изоляции. Ввиду смелости этого опыта, осуществленного при условиях расстояния, не идущих в сравнение со всем тем, что сделано было до сих пор, решено было из предосторожности не пользоваться землей, как обратным проводником, вследствие чего расстояние, пробегаемое действительно электричеством, достигало 120 километров».

«Передающая машина делала 2000 оборотов в минуту, а приемная 1200. Из этого следует, что полезное действие, т. е. отношение работы, полученной в Мюнхене, к работе, потребленной в Мисбахе, равняется 60 процентам, какой цифры едва достигали при самых благоприятных условиях партизаны передачи силы на большое расстояние с помощью превосходных проводников...»

«...Опыт этот служит победоносным ответом всем противникам г. Депре и вполне подтверждает формулированный им закон, что полезное действие не зависит от расстояния».

К этой фразе редакция журнала «Электричество» сделала следующее примечание: «Закон этот был формулирован почти теми же словами в 1880 г. г. Лачиновым».

Опыты М. Депре на Мюнхенской выставке вызвали среди электротехников оживленную дискуссию. Несмотря на очевидность полученных результатов, находилось еще много скептиков, сомневавшихся в соответствии действительности полученных при опытах результатов, а потому не веривших в экономичность передачи электрической энергии.

Для доказательства правильности своих выводов настоящий энтузиаст своей идеи Депре предпринимает в присутствии авторитетных свидетелей но-



Э. Х. Ленц

вый опыт передачи электрической энергии на Северной железной дороге в Париже. Этому опыту «Электричество» посвящает редакционную передовую статью в № 12 за 1883 г., сочувственно приводя заключение экспертной комиссии:

«Вследствие этого она (комиссия) предлагает Академии поздравить г. Депре с достигнутыми им результатами в решении столь интересной задачи, какова электрическая передача энергии, и поощрить его продолжать работы, не переставая посвящать свою изобретательность наилучше установленным принципам электрической науки».

Почти одновременно с этим Депре предпринимает новые опыты по передаче электрической энергии между Визелем и Греноблем на расстояние 14 километров. Здесь ему удается осуществить передачу мощности в семь лошадиных сил при коэффициенте полезного действия 62%.

Вслед за этим в 1885 г. Депре осуществляет передачу электрической энергии между Крейлем и Парижем на расстоянии 51 километр. Новостью в этой установке было применение сконструированных Депре специальных машин с напряжением в 6000 вольт.

Интерес к опытам Депре был так велик, что еще за полгода до окончания этой установки в журнале «Электричество» уже приводится описание ее предполагаемого устройства<sup>17</sup>. Это описание заканчивается словами: «По грандиозности своей и громадности напряжения, опыт будет действительно небывалый».

Хотя опыты передачи энергии между Крейлем и Парижем и подтвердили возможность такой передачи, однако они не оправдали полностью возложенных на них надежд. Коэффициент полезного действия этой установки не превосходил во время опытов 45%. Но эта неудача Депре уже не могла повлиять на расширение дальнейших опытов передачи электрической энергии. В конце 1886 г. Броун

<sup>15</sup> № 1, 1882.

<sup>16</sup> № 18—19, 1882.

<sup>17</sup> № 5—6, 1885.



П. Н. Яблочкин

осуществляет передачу электрической энергии в Швейцарии с коэффициентом полезного действия в 79,9%.

Описание установки Броуна и подробные результаты исследования ее работы приводятся журналом «Электричество» в 1887 г.<sup>18</sup>. Установка Броуна «предназначалась для передачи двигающей силы воды около 50 лошадиных сил от Кригштеттена на расстояние 8 километров на завод г. Мюллер-Кайбера в Золотурне» и была первой установкой промышленного типа. Передача производилась при напряжении 2500 вольт. Для получения такого напряжения, как это было сделано впервые Фонтеном в его лабораторных исследованиях передачи электрической энергии<sup>19</sup> в 1886 г., Броун соединил последовательно два генератора.

В журнале «Электричество», кроме указанной статьи, исследованию работы этой установки посвящена еще большая статья Вебера за 1888 г.<sup>20</sup>. Успешные опыты Броуна вполне подтвердили возможность экономической передачи электрической энергии, и с этого времени этот вопрос переходит в стадию осуществления установок для промышленных целей.

Отсталость промышленности в России, ее незаинтересованность при дешевой рабочей силе в новых источниках энергии не позволяли осуществить на практике хотя бы опытные установки для передачи электрической энергии. Все же русская техническая мысль и в этот период не ограничивается только пассивным наблюдением за развитием этой области электротехники. В журнале «Электричество» можно найти ряд теоретических статей русских ученых на эту тему. В частности, кроме упомянутой работы Д. И. Лачинова, отметим еще в качестве примера большие статьи по передаче энергии С. Егорова<sup>21</sup> и Я. Вайнберга<sup>22</sup>.

В дальнейшем на основе опытов Депре и Броуна Тюри, применяя последовательное соединение генераторов, осуществляет в Генуе свою первую ряда подобных установок.

К этому времени трансформатор сделался уже достаточно совершенным прибором. Исключительная простота преобразования напряжения и удобства распределения электрической энергии при помощи трансформаторов открыли широкий путь развитию передач электрической энергии переменным током.

Описание первой опытной установки для передачи электрической энергии переменным током, осуществленной Голардом и Гибсом на Международной выставке в Турине в 1888 г. между Турином и Лангро (41 километр), дается журналом «Электричество» в 1884<sup>23</sup> и 1885<sup>24</sup> гг. В корреспонденции с выставки эта установка оценивается как «самое интересное на выставке».

Отсутствие удобных для технических целей двигателей переменного тока заставило Голарда Гибса «снабдить всякий вторичный генератор (трансформатор) маленьким прибором, который, глоща всяма маленькую работу, позволяет в прямлять переменные токи».

С этого времени переменный ток начинает сильно конкурировать с током постоянным. В 1888 г. в Париже строится первая во Франции передача энергии переменным током.

Для удовлетворения нужд расширяющегося потребления электрической энергии первоначально генераторные установки превращаются в «электрические заводы», в центральные электрические станции.

К 1890 г. число статей об электрических станциях настолько возрастает, что с этого года редакция в систематическом оглавлении журнала завод специальный отдел.

**Переменный ток.** Применение переменного тока потребовало разрешения ряда теоретических вопросов. Кроме того, стремление использовать энергию переменного тока для механической работы послало на очередь создание простого и удобного в эксплуатации двигателя переменного тока.

Если в период до изобретения трансформатора в журнале «Электричество» попадались отдельные весьма редкие статьи по теории и технике переменного тока, то после изобретения трансформатора этим вопросам уделяется много места.

Так, в 1887 г. печатается «Заметка Гопкинса о теории машин с переменным током»<sup>25</sup>, в 1888 году статья «Об условиях наибольшей работы источников электричества переменной электровозбудительной силы по Каппу»<sup>26</sup>, в 1889 г. в четырех номерах большая статья Пику «Теория динамоэлектрических машин»<sup>27</sup>, в которой после теории машин постоянного тока излагаются начала теории переменных токов и теория генераторов переменного тока и т. д.

Уделяя много внимания использованию переменных токов, журнал «Электричество», однако, недостаточно реагировал на открытие в 1888 г. Ферромагнитным вращающегося магнитного поля. Почти был обойден молчанием в журнале и первый этап раз-

<sup>18</sup> № 5—6, 1887.

<sup>19</sup> № 18—20, 1886.

<sup>20</sup> № 3, 1888.

<sup>21</sup> № 11—12, 1884.

<sup>22</sup> № 12, 1888.

<sup>23</sup> № 13, 1884.

<sup>24</sup> № 2—3, 1885.

<sup>25</sup> № 16, 1887.

<sup>26</sup> № 12, 1888.

<sup>27</sup> № 4, 1889.



A. С. Попов



А. Г. Столетов

жора электромагнитные волны около 3 миллиметров длиной и, открыв двойное преломление электромагнитных волн в кристаллической сере, экспериментально доказал этим полное подобие электромагнитных и световых волн.

**Радиотехника.** В том же 1895 г. А. С. Попов (1859—1905), занимаясь воспроизведением опытов Герца и исследованием электромагнитных колебаний, изобрел «прибор для обнаружения и регистрации электрических колебаний в атмосфере» и разрешил этим задачу приема электромагнитных колебаний. Описание этого изобретения появилось в журнале «Электричество» в 1896 г.<sup>43</sup>.

Это изобретение привело А. С. Попова к созданию телеграфной связи без проводов и явилось таким образом фундаментом новой области электротехники — радиотехники.

В 1897 г. в журнале печатаются две статьи по беспроводочной связи. При этом редакция, помещая доклад Присса «Передача сигналов на расстояние без проводников<sup>44</sup>», отстаивая приоритет А. С. Попова, в примечании к этому докладу пишет:

«Позволим себе напомнить нашим читателям, что № 13—14 «Электричество» за прошлый 1896 год описан прибор А. С. Попова, «для обнаружения и регистрации электрических колебаний атмосфере», как он был назван изобретателем. Еле Маркони представляет почти точную копию этого прибора г. Попова, а потому мы не можем отгласиться, что «г. Маркони изобрел новое реле т. д.», и приводим это, не желая только нарушить целость этой статьи, взятой нами из «Industrie Électrique».

В дальнейшем журнал продолжает следить за развитием беспроводочной связи, приводя изложение обзорного доклада А. С. Попова «Телеграфирование без проводов»<sup>45</sup>, прочитанного им в соеди-

ненном заседании Электротехнического съезда и VI отдела Р. Т. О.

**Всероссийские электротехнические съезды и дальнейшее развитие электротехники.** К концу XIX в. наука об электричестве достигла больших успехов. Вместе с этим электротехника заняла выдающееся место среди прикладных знаний.

Возросшее к этому времени в России использование электрической энергии настоятельно требовало создания унифицированных правил и норм для электротехнических установок. Возникла насущная необходимость в обмене опытом и в широком обсуждении назревших вопросов. Первое указание на необходимость и своевременность созыва Всероссийского Электротехнического Съезда было сделано Е. К. Лебединским в статье «Обзор успехов науки об электричестве и электротехники в 1898 году», помещенной в № 1 журнала «Электричество» за 1899 г., где он пишет: «У нас, поскольку самостоительна наша электротехника, еще более разъединения между учеными электриками и электротехниками, вопреки необходимости самого тесного общения. Думаем, что было бы большим благом для дела, если бы устроился в России серьезный съезд электротехников в широком смысле этого слова, со включением научных вопросов, имеющих отношение к технике»<sup>46</sup>.

В апреле того же года И. К. Войвод подал в VI отдел Р. Т. О. и в Электромеханическое общество заявление о необходимости созыва съезда электротехников. Это заявление встретило сочувствие среди членов обоих Обществ, которые и вынесли решение о созыве съезда на 27 декабря 1899 г. в Петербурге. На этом первом Всероссийском Электротехническом Съезде было прочитано 95 докладов по всем отделам электротехники. Это был настоящий праздник русской электротехники. В работах Съезда приняли участие А. С. Попов,

№ 13—14, 1896.

№ 13—14, 1897.

№ 15—16, 1900.

№ 1, 1899.



М. О. Доливо-Добровольский

М. О. Доливо-Добровольский, И. И. Боргман, Н. Е. Егоров и др.

Значение и роль первого и последующих съездов в деле развития русской электротехники заслуживают специального обзора. Мы укажем здесь, что, помимо рассмотрения большого числа технических вопросов, первый съезд проделал большую работу в области установления правил и норм для электротехнических установок, обсудил вопрос об электротехническом образовании в России и вынес решение о необходимости освобождения русской электротехники от ввоза электротехнического оборудования из-за границы, который составлял 75%<sup>47</sup>.

Однако попытки первого съезда и последующих повлиять на законодательство царской России не привели к каким-либо положительным результатам. До Великой Октябрьской социалистической революции в России фактически не было своей электротехнической промышленности; она была создана только при Советской власти.

Работами первого съезда были подведены итоги первого периода развития русской электротехники и намечены пути ее дальнейшего развития.

«Электричество» широко предоставило свои страницы для публикации докладов первого, а затем и последующих съездов.

Исключительная зависимость русской промышленности от иностранного капитала, стремившегося превратить Россию в полуколониальную страну, сковывало деятельность русских ученых и ограничивало электротехническую промышленность. Известный русский изобретатель А. Н. Лодыгин в 1906 г. мог получить только место заведующего трамвайной подстанцией в Петербурге и, отчаявшись после ряда попыток найти более подходящее применение своему таланту, уехал в Америку; вы-

дающийся русский изобретатель, положивший основание технике трехфазного тока, М. О. Доливо-Добровольский был исключен из Рижского Политехнического института за активное участие в студенческом движении и вынужден был переехать границу, где и создал свои изобретения; талантливый конструктор А. И. Полещко в 1897 г. разорвал всяющую связь с электротехникой, не имея возможности использовать свои дарования, и походит на работу в банк во Владикавказе; один пионеров русской электротехники, начавший работать вместе с Яблочковым, постоянный сотрудник журнала «Электричество» Ч. К. Скржинский в 1912 г. по причине материальных лишений кончил жизнь самоубийством. Такова неприглядная достоверность старой России.

Журнал «Электричество» уделяет много внимания описанию электрических станций, отмечая новое в этой области. Так, в 1900 г. приводят описания новых электрических станций в Вене<sup>48</sup> и Туле<sup>49</sup>; в 1901 г.—станций Кронштадтского<sup>50</sup>, Ялтинского<sup>51</sup> портов и гидроэлектротехнической станции в Лавола, построенной для снабжения электрической энергией города Выборга и т. д.

Для проектирования новых электрических станций, а также для целесообразной эксплоатации существующих возникла необходимость в статистических сведениях о работе уже существующих электрических станций. Для получения этих сведений Пятый Всероссийский Электротехнический съезд в начале 1909 г. разослав всем заведующим электрическими станциями в России подробные описательные листы, а для разработки и дальнейшего сопоставления статистических сведений образовал специальный секретариат по центральным электрическим станциям. Хотя ответы на вопросные листы пришли очень медленно, журнал «Электричество» с 1910 г. начинает регулярно печатать статистические сведения о русских электрических станциях.

Результаты обработки первых поступивших сведений приводятся в журнале «Электричество» в 1911 г. в статье: «Некоторые выводы из статистики русских центральных электрических станций».

В конце XIX и начале XX вв. в журнале «Электричество» появляется ряд статей по вопросу о строительстве районных электрических станций тепловых, так и гидроэлектрических. Однако, смотря на оригинальность и большое значение хозяйства страны ряда проектов строительства электрических станций, в условиях помещичьей капиталистической России эти проекты остаются неосуществленными.

Так, вопрос о снабжении Петербурга электрической энергией от гидростанций впервые был поставлен в 1894 г. В. Ф. Добротворским в докладе перед Техническому Обществу. Этот доклад напечатан в журнале «Электричество» в 1896 г. с заглавием «Снабжение г. С. Петербурга электрической энергией, переданной от водопадов «Нарежного» и «Йматры»<sup>52</sup>. Этот же доклад, но расширенный проектом использования порогов реки Волги, В. Ф. Добротворский повторяет на Первом Всероссийском Электротехническом Съезде в 1900 г.

<sup>48</sup> № 17, 1900.

<sup>49</sup> № 22—24, 1900.

<sup>50</sup> № 17—18, 1901.

<sup>51</sup> № 6, 1901.

<sup>52</sup> № 20, 1911.

<sup>53</sup> № 4, 1896,

<sup>54</sup> № 1—2, 1900.

<sup>47</sup> № 15—16, 1900.

1903 г. журнал «Электричество» печатает статью С. Игнатовского «Пример расчета передачи силы водопада Иматра в Петербурге»<sup>55</sup>. Вопрос об использовании гидроэнергии поднимается и на Всероссийском Электротехническом Съезде 1908 г.

В 1913 г. Русское Техническое Общество решило VIII Всероссийскому Электротехническому Съезду организовать агитационную выставку «белый и се-й уголь», чтобы на ней сгруппировать и осветить вопросы, связанные с задачами широкого и возможного рационального использования водных сил торфяных болот России». Эта выставка из-за не состоялась, но в журнале «Электричество» 1913 г. была напечатана статья «К вопросу о устройстве выставки «белый и серый уголь»<sup>56</sup>, которой приводится проект частичной электрификации России и, в частности, снова поднимается вопрос об использовании энергии рек Днепра и Волги. Этот же вопрос опять возникает в 1916 г.<sup>57</sup>. В 1917 г. издается временное положение об использовании водных сил<sup>58</sup>. Этим и заканчивается вопрос о использовании огромных гидроэнергетических ресурсов, которое в царской России не могло получить и не получило своего осуществления. Первая районная гидроэлектрическая станция была построена на р. Волхове после Октября во исполнение плана электрификации и была сдана в эксплуатацию в 1926 г.

В России до Октябрьской революции значительных линий электропередачи не было. Однако передача электрической энергии, эта мало тогда еще исследованная область электротехники, представляла широкое поле для различных теоретических исследований. Объем возможных исследований увеличивался еще благодаря тому, что с повышением напряжений линий электропередач и увеличением передаваемой мощности приобретала большую остроту проблема защиты линий слабого тока, возникшая уже в девятисотых годах прошлого столетия.

Вследствие этого в журнале «Электричество» является ряд теоретических статей по различным вопросам техники высокого напряжения. Среди них следует отметить работы Р. Марковича<sup>59</sup>, А. Голова<sup>60</sup>, Г. Эпштейна<sup>61</sup>, К. Бунина<sup>62</sup>, А. Чернышев<sup>63</sup> и ряда других.

В одинаковой мере в журнале «Электричество» подробно освещаются все новые достижения в электромашиностроении.

К началу XIX в. электродвигатели нашли уже широкое применение во всех видах производства и воевали прочное положение благодаря своим преимуществам. В связи с широким оборудованием заводов и фабрик электродвигателями озник вопрос о наиболее целесообразном и экономическом осуществлении привода. Вместе с этим диктуется вопрос не только о дальнейшем усовершенствовании электродвигателей, но и о создании специальных их типов, отвечающих требованиям, определяемым характером их эксплуатации.

№ 12, 1903.

№ 14, 1913.

№ 19—20, 1916.

№ 9—10, 1917.

№ 20, 1913.

№ 11, 1914.

№ 13—14, № 4, № 5, 1915, № 19—20, 1916.

№ 7—8, 1917.

№ 15, 1910; № 9, 1911, № 15, 1915.



N. T. Славянов

Такое внедрение электродвигателей в промышленность находит отражение в журнале «Электричество» как в статьях по расчету и устройству привода, так и в описании новых конструкций двигателей.

Особенно много места за время с 1900 г. журнал уделяет вопросам электрической тяги. Удобство пользования городскими электрическими железными дорогами, дешевизна их эксплуатации и легкость сооружения способствовали возникновению новых линий. Ко времени Первого Всероссийского Электротехнического Съезда десять русских городов имели трамвай.

На Первом Всероссийском Электротехническом Съезде подымается вопрос о применении для тяги переменного тока<sup>64</sup>, на Втором Съезде заслушивается доклад: «Движение по безрельсовым дорогам электрических омнибусов, берущих ток от воздушных проводов»<sup>65</sup>; на Третьем Съезде делаются доклады о применении электрической тяги на Сибирской ж. д.<sup>66</sup> и об электрической тяге на железных дорогах Кавказа<sup>67</sup>. Ограничивааясь этими примерами, отметим еще теоретические статьи «Сравнительная пригодность одно- и трехфазного тока для электрической тяги»<sup>68</sup>, «Аналитический расчет трамвайной тяги»<sup>69</sup>, «Обратная отдача энергии в сеть при однофазной тяге»<sup>70</sup>, «Графический расчет трамвайной тяги»<sup>71</sup> и т. д.

Стремясь постоянно держать читателей в курсе всех современных открытий, журнал «Электри-

64 № 1—2, 1900.

65 № 8, 1902.

66 № 7, 1904.

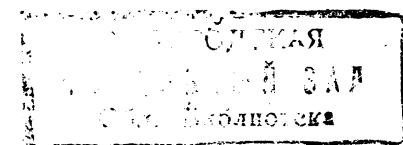
67 № 7, 1904.

68 № 18, 1910.

69 № 2, 1915.

70 № 1, 1914.

71 № 2, 1914.





*V. K. Лебединский*

чество» в 1901 г., а затем в 1902 г. помещает небольшие заметки о новой ртутной электрической лампе для освещения Р. Юитта. В 1903 г.<sup>72</sup> в журнале снова появляется заметка об этой лампе, но с добавлением: «Однако одно из самых интересных свойств лампы Юитта — это только что ставшая известной возможность применения ее в качестве выпрямителя многофазного переменного тока». Дальше приводится схема включения для получения постоянного тока. Эта скромная заметка начинает ряд статей о дальнейшем усовершенствовании и применении нового типа выпрямителей. В 1911 г. делается доклад о ртутных выпрямителях на Шестом Всероссийском Электротехническом Съезде<sup>73</sup>, в 1915 г. в журнале<sup>74</sup> появляется описание первого мощного металлического выпрямителя для питания электрических железных дорог, а в 1917 г.<sup>75</sup>, описание первых в Европе выпрямительных установок для питания трамвайной сети.

Журнал «Электричество», охватывая в этот период главным образом вопросы техники сильных токов, помещал, однако, статьи и по технике связи, особенно подробно освещая достижения в области радиотехники. Изобретение дугового генератора, осуществление направленной передачи, удвоение частоты, новый способ ударного возбуждения колебаний, теория колебательных цепей и другие вопросы подробно рассматриваются в журнале. Из всех изобретений в области связи за это время выделяется замечательное изобретение Б. Розинга — «Электрический телескоп» — прибор для приема изображений.

Изобретенный Б. Розингом способ приема изображений при помощи брауновской трубки явился основой, на которой уже в наши дни развивалось

далее усовершенствование электронных приборов для приема изображений.

Сообщение о своем изобретении Б. Розинг 26 ноября 1910 г. на заседании VI Отдела Технического Общества в докладе, который был опубликован журналом «Электричество» в декабрьском номере за тот же год. В 1911 г. Розинг статью «Система электрической телескопии на применении пульсирующих и переключающихся токов»<sup>76</sup>.

В 1916 г. журнал помещает его же статью «О дальнейшем развитии электрического телескопа, работающего при помощи катодных лучей, в фотоэлектрическом реле»<sup>77</sup>.

Как и в первый период своего существования «Электричество» постоянно помещает на страницах обзорные статьи о последних достижениях в области физики. Так, за этот промежуток времени в соответствии с развитием физикиются статьи: «Радиоактивные явления»<sup>78</sup>, «Молекулярные воззрения на проводимость газов»<sup>79</sup> и «Электроны»<sup>80</sup>, «Принцип относительности и менной физике»<sup>81</sup>, «Электронная теория межмолекулярной проводимости»<sup>82</sup>, «Супрапроводники»<sup>83</sup> и других.

Издаваемый VI Отделом Русского Технического Общества журнал с марта месяца 1908 г. ся органом Всероссийских Электротехнических Съездов, а с октября месяца того же года органом Московского Общества Электротехники. С 1914 г. журнал становится, кроме того, органом Московского Электротехнического Комитета народной Электротехнической Комиссии (МЭК).

**План ГОЭЛРО и электрификация СССР** Великой Октябрьской социалистической революции. В. И. Ленин положил в основу экономического развития советской страны план электрификации инициативе В. И. Ленина был создан специальный орган — Государственная комиссия по электрификации России (ГОЭЛРО), которой была порученаработка общего плана электрификации страны.

К работе над планом ГОЭЛРО были привлечены крупнейшие научно-технические силы страны, которые блестяще справились с порученной им задачей.

В отчетном докладе Совнаркома VIII Всесоюзному съезду Советов (22 декабря 1920 г.) В. И. Ленин говорил:

«Вы услышите доклад Государственной комиссии по электрификации, которая создана постановлением ВЦИК от 7 февраля 1920 г. 27 февраля комиссия подала окончательное пояснение о составе этой комиссии, и целый ряд специалистов и работников ВСНХ, Наркомата Наркомзема, в числе свыше ста, целиком отданы этому делу. Мы имеем перед собой результаты Государственной комиссии по электрификации России в виде этого томика, который в свое время или завтра будет раздан. Я надеюсь, что вы этого томика не испугаетесь. Я думаю, что не трудно будет убедить вас в особенности этого

<sup>76</sup> № 15, 1911.

<sup>77</sup> № 15—16, 1916.

<sup>78</sup> № 20, 1903.

<sup>79</sup> № 17, 1904.

<sup>80</sup> № 20, 1910.

<sup>81</sup> № 1, 1914.

<sup>82</sup> № 8, 1914, № 1, 1916.

<sup>83</sup> № 6, 1915.

<sup>72</sup> № 2, 1903.

<sup>73</sup> № 5, 1911.

<sup>74</sup> № 8, 1915.

<sup>75</sup> № 11—12, 1917.

этого томика. На мой взгляд, — это наша вторая программа партии»<sup>84</sup>.

Известна высокая оценка плана ГОЭЛРО, данная товарищем Сталиным в его письме В. И. Ленину (март 1921 г.):

«Превосходная хорошо составленная книга. Мастерский набросок действительно *единого* и действительно *государственного* хозяйственного плана *без кавычек*. Единственная в наше время марксистская попытка подведения под советскую надстройку хозяйственно-отсталой России действительно реальной и единственно возможной при нынешних условиях технически-производственной базы»<sup>85</sup>.

Все, что могло помочь осуществлению электрификации страны, приобрело особое значение. В это время группа старейших сотрудников журнала «Электричество» — М. А. Шателен, В. Ф. Миткевич, Е. А. Шульгин и др. — подняли вопрос о возобновлении его издания.

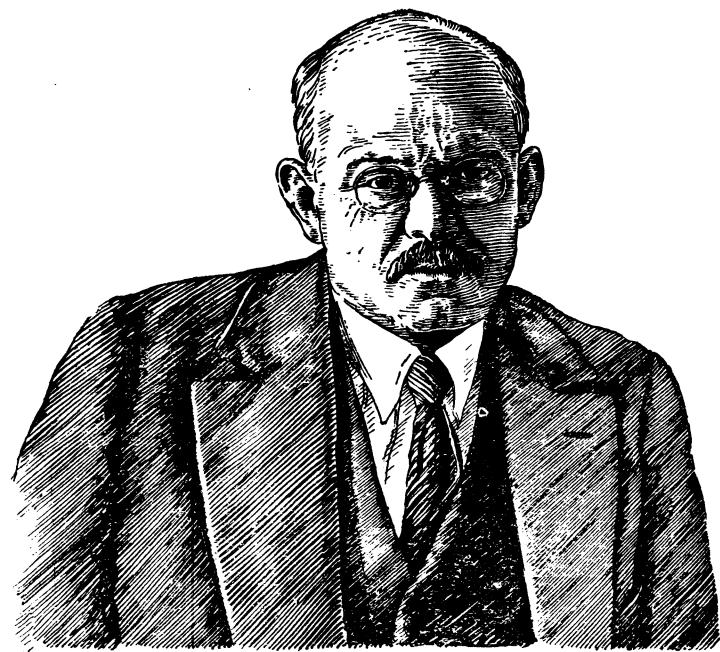
Необходимость в издании электротехнического журнала была признана, и в октябре 1922 г. после трехлетнего перерыва вышел первый номер возобновленного журнала «Электричество».

В своем обращении вновь созданный редакционный комитет, излагая предполагаемую программу журнала, писал:

«Для России вопрос широкой электрификации с использованием мощных естественных источников энергии есть первостепенный вопрос. Но одновременно для нее в настоящее время имеет громадное значение и вопрос о рациональном использовании существующих электростанций, например, путем объединения их по районам, а также вопрос о мелкой сельскохозяйственной электрификации. Вопрос о снабжении электростанций топливом, вопрос о рациональной тарификации энергии, вопросы облегчения пользования электрической энергией также имеют немалое значение.

Электрификация как крупная, так и мелкая, конечно, не может быть осуществлена в сколько-нибудь большом масштабе, пока не станет твердо на ноги заводская электротехническая промышленность. Ее задачей должно быть не только снабжение предприятий, производящих электрическую энергию, но и потребителей этой энергии. Рассчитывать только на заграничные машины и приборы, конечно, невозможно, и поэтому вопрос о восстановлении и расширении наших электротехнических заводов является вопросом первоочередным. В связи с этим, несомненно, возникает вопрос о стандартизации предметов электротехнического оборудования установок, значительно облегчающей как производство, так и применение электрической энергии.

Всестороннему изучению, техническому и экономическому, этих вопросов и вопросов, с ними связанных, «Электричество» будет уделять особое внимание, но одновременно оно будет уделять не меньшее внимание и вопросам научной электротехники... Не будучи чересчур популярным, «Электричество» будет стремиться быть доступным широким кругам электротехников и дать им возможность следить за развитием и успехами этой важнейшей отрасли техники»<sup>86</sup>.



A. A. Чернышев

К моменту возобновления журнала прошло уже два года со времени опубликования доклада, сделанного VIII Всероссийскому Съезду Советов Государственной Комиссией Электрификации России. За этот короткий промежуток уже было приступлено к выполнению плана ГОЭЛРО. К 1922 г. находились в строительстве первые в России районные электрические станции: Волховская, Каширская и Шатурская под Москвой и др.

Сразу же по своему возобновлению «Электричество», следуя намеченной программе, широко освещает в ряде статей работы, связанные с планом ГОЭЛРО, и работы по восстановлению народного хозяйства.

Новый период в существовании журнала отличается от предыдущего, дореволюционного, между прочим, тем, что оригинальные статьи растущих кадров советских авторов, инженеров и научных работников совершенно вытеснили переводные из заграничных журналов.

Ближайшее участие в научном руководстве и работе журнала «Электричество» в годы после его возобновления принимали видные ученые и инженеры: М. А. Шателен, В. Ф. Миткевич, В. К. Лебединский, Н. Н. Георгиевский, С. О. Майзель, В. П. Хащинский, П. Л. Калантаров, А. М. Залесский, В. К. Попов и др. Большую организационную работу по изданию журнала в период с 1922 по 1931 гг. провели отв. редактор П. И. Воеводин и секретарь редакции М. М. Айхингер.

Деятельность и состав ближайших сотрудников журнала «Электричество» на более ранних этапах его существования подробно освещены в статье М. А. Шателена, помещенной в юбилейном номере журнала за 1930 г.

Первыми техническими вопросами, с которыми пришлось встретиться после революции электротехникам, были вопросы энергетики и электроснабжения. В частности, мы плохо знали, как употреблять в качестве топлива торф. Способу сжигания торфа, описанию торфяных топок и работающих на торфу

<sup>84</sup> В. И. Ленин об электрификации, стр. 72. Партиздат ЦК ВКП(б), 1936.

<sup>85</sup> В. И. Ленин об электрификации, стр. 88—89. Партиздат ЦК ВКП(б), 1936.

<sup>86</sup> № 1. 1922.

водимость газовой среды будет по своим физическим свойствам приближаться к металлической водимости, и явления, происходящие в плазме, кроме других причин, обусловлены этим нормальным физическим фактором.

Из вышеприведенных данных, являющихся следствием теории и опыта, видно, что в то время как в чисто электронном разряде падение напряжения междуэлектродном пространстве пустотного прибора быстро растет с ростом проходящего через него тока, при ионном разряде, где прохождение идет за счет как электронов, так и положительных ионов, имеет место совершенно другое положение. Нахождение в междуэлектродном пространстве ионов обоих знаков, взаимно компенсирующих влияние объемных зарядов, позволяет пропускать через него токи, выражющиеся сотнями и тысячами ампер, при наличии незначительной разности потенциалов между электродами, выражющейся в большинстве случаев несколькими десятками вольт, а иногда и ниже.

Как следствие небольшой разности потенциалов между катодом и анодом, в ионных приборах получается очень высокий коэффициент полезного действия, в отличие от приборов с чисто электронным разрядом. Сложные явления, имеющие место при ионизационных процессах, и их воздействие на поверхность электродов создают значительные трудности в поддержании односторонней проводимости, особенно при значительной разности потенциалов между анодом и катодом.

Существующие электронные и ионные приборы можно разбить на три основные группы, в связи теми физическими явлениями при прохождении через них электрического тока, о которых выше шла речь.

К первой группе относятся все приборы с чисто электронным разрядом, а именно: все основные современные радиотехнические приемные, усиленные, модуляторные и генераторные лампы, ионитроны, кенотроны, телевизионные передающие и приемные трубы, рентгеновские трубы Кулиджа, фотоэлементы с чисто электронным разрядом, электронные пушки, электронные селекторы, приборы вторично электронным усилением.

К второй группе ионных приборов относятся: дуговые преобразователи, ионитроны, радиотроны, пратроны, газотроны, газовые фотоэлементы, газовые трубы с магнитным контролем, газовые трубы Рентена, газосветные лампы, защитные трубы от перенапряжений.

К третьей группе устройств, где ионные процессы имеют место при нормальном и повышенном давлении газовой среды, относятся — дуговые преобразователи Маркса, дуговые металлургические печи, дуговые лампы, выключатели самых разнообразных типов, защитные устройства, сварочные аппараты.

Техника слабых токов может не считаться коэффициентом полезного действия вакуумных приборов и потому широко пользуется приборами чисто электронным разрядом, где применяется очень высокий вакуум для сведения явлений ионизации газа к минимуму. Такого рода приборы облают чрезвычайно устойчивыми характеристиками практически безинерционны. Отсутствие сколько-будь заметной ионизации предохраняет катод от бомбардировки его положительными ионами и обуславливает продолжительный срок службы прибора.

В ионных же приборах с большим количеством положительных ионов, бомбардирующих поверхность катода, необходимо применять или жидкий катод — обычно ртутный, не боящийся бомбардировки, или же создавать катоды сложной конструкции с защитой от попадания положительных ионов на те части его, которые предназначены для излучения электронного потока. Отсюда видно, что в ионных приборах техника встретилась с гораздо большими трудностями, чем в приборах с чисто электронным разрядом, что и обусловило гораздо более медленный прогресс в таком их техническом оформлении, который позволил бы их вполне успешно применять в электротехнике сильных токов. Техника сильных токов для широкого применения ионных приборов требует от них еще более надежной, с очень длительным сроком службы работы, чем техника слабых токов, к тому же при высоком коэффициенте полезного действия. Мощности установок, применяемые в технике сильных токов, обычно очень велики и часто выражаются даже не сотнями киловатт, а тысячами, десятками, а иногда и сотнями тысяч киловатт. Совершенно естественно, что и технические требования к такого рода установкам с ионными устройствами должны быть очень высокими. В то время как в технике слабых токов требования предъявляются, главным образом, в отношении исключительной устойчивости работы и определенных характеристик применяемых приборов, в технике сильных токов к этому добавляются, как уже было указано выше, требования высокого коэффициента полезного действия, крупных мощностей и в ряде случаев работы при очень высоких напряжениях, доходящих в отдельных случаях до сотен тысяч вольт.

Каково же на сегодня положение вопроса о применении устройств, осуществленных по вышеуказанным новым принципам в электротехнике как слабого, так и сильного тока?

Современная телеграфия и телефония как проводная, так и радио целиком базируется на основе применения электронных приборов для усиления, трансляции, генерирования электрических колебаний, их модуляции, приема, детектирования и других целей. Применение этих приборов дало возможность осуществлять связь между любыми точками на земном шаре независимо от расстояния между ними. Устройство центрального щита Нью-Йоркского бюро Американской Телефонной и Телеграфной Компании<sup>3</sup> наглядно демонстрирует, каких блестящих результатов достигла современная техника связи.

С этого щита может быть осуществлено соединение любого абонента США не только с любым абонентом США, но и с абонентами 74 других стран, расположенных во всех частях света, а также с судами, плавающими во всех океанах и морях, при наличии на них соответствующей аппаратуры. После осуществления соединения абонентов через посредство изображенного в упомянутом журнале щита, а также через посредство аналогичных щитов, находящихся в других городах США или городах других стран, абоненты получают телефонную или телеграфную связь друг с другом, причем эта связь осуществляется и по воздушным линиям, и по кабелям, и по радио.

Осуществление связи на таких расстояниях явилось возможным с технической и экономической

<sup>3</sup> El. Eng. № 1, 1940.

точек зрения в связи со следующими техническими достижениями.

1. Воздушные и кабельные линии, нормально вносящие искажения в передаваемые сигналы, при помощи добавочных устройств, размещенных вдоль линий на небольших расстояниях друг от друга (от 1 до 2 km), превращены в линии, свободные от искажений передаваемых сигналов и речи.

2. Воздушные и кабельные линии снабжены через определенные расстояния так называемыми повторителями, которые усиливают приходящие сигналы и речь, и таким образом уничтожают ослабление электрических токов с расстоянием. Повторители размещаются в зависимости от системы линий связи в довольно широких пределах расстояний друг от друга, обычно от 10 до 80 km.

3. Линии связи уплотнены, т. е. применены такие устройства, которые позволяют вести одновременно по паре обычных проводов до 12 телефонных разговоров, а при применении так называемого коаксиального кабеля до 200 разговоров и даже выше.

4. Специальное расположение проводов друг по отношению к другу позволяет освободиться от заметного влияния соседних проводов и линий как слабого, так и сильного тока.

Телефонный разговор, происходящий между двумя абонентами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга, соответственно усиливается на десятках, а иногда и на сотнях повторительных пунктов, при этом передается с проволочных линий на радиосообщение и обратно, с воздушных линий — на кабельные линии и т. д. и после всех этих многократных преобразований остается практически неизменным, что видно хотя бы из того, что абоненты узнают друг друга по тембру голоса.

За последние годы находят широкое применение новые виды связи — фототелеграф и телевизионные установки, целиком обязанные своим развитием применению вышеуказанных новых принципов в электротехнике. Требования, которые предъявляет техника этих видов связи к электронным приборам, еще более высоки, чем те, которые предъявляются другими видами связи. Тем не менее прогресс в развитии этих новых видов связи идет быстрыми темпами. Установки фототелеграфа получили широкое распространение и за границей, и у нас, телевизионные же установки с каждым годом совершенствуются и на сегодня по четкости передаваемых изображений приближаются к кинопередаче.

Едва ли имеет смысл приводить другие примеры из электротехники слабых токов, так как вышеприведенные достаточно полно иллюстрируют полный переворот в технических возможностях связи, явившийся следствием широкого применения электронных приборов.

Применение электронных и ионных приборов в технике сильных токов по сравнению с техникой слабых токов носит совершенно другой характер. В данном случае мы имеем в отличие от техники слабых токов не полное, а только частичное видоизменение отдельных отраслей электротехники под воздействием новых принципов.

Выше были показаны преимущества применения в технике сильных токов ионных устройств по сравнению с электронными. Наиболее широкое распространение в настоящее время получили для установок большой мощности ртутные преобразователи. Несмотря на то, что первые устройства такого рода для целей выпрямления переменных токов

были осуществлены еще в 1908 г. американским инженером Купер-Ютом<sup>4</sup>, когда были получены выпрямители на 40 А, потребовалась еще большой период упорной, кропотливой работы, прежде чем было достигнуто современное положение с широким техническим использованием этого устройства. В настоящее время техника достигла того, что ртутные преобразователи устойчиво работают при мощностях 6000—8000 kW, при напряжении до 1500 V.

Однако при более высоких напряжениях надежность падает и при 100 000 V составляет только 1000—1200 kW.

Область применения ртутных преобразователей довольно широка. В настоящее время они полностью вытеснили вращающиеся электромагнитные преобразователи тока на железнодорожных станциях городского и междугороднего транспорта, на подстанциях электрифицированных дорог янского тока, в металлургической и электротехнической промышленности. В этих отраслях производности в настоящее время уже находятся в эксплуатации и в постройке отдельные установки мощностью до 100 000 kW и выше.

Таким образом этот крупный отдел электротехники можно считать почти полностью завоеванным ионными устройствами.

В настоящее время ведется энергичное наращивание на завоевание другого участка электротехники, где осуществляется удачное применение ионной аппаратуры с простыми по конструкции машинами для замены ряда современных, сложных и дорогих электромашинных агрегатов.

С одной стороны, такое сочетание идет на освобождения машин от коллектора за счет осуществления коммутации ионными приборами называемых вентильных двигателях, и, с другой стороны, путем применения ионных преобразователей частоты для питания машин переменного тока с переменным числом оборотов<sup>5</sup>. При помешательстве на роторах с горячим катодом техника осуществляет такого рода установок, работающих в течение нескольких лет в эксплуатационных вибрациях. В качестве примеров можно указать: новую 400-сильного двигателя постоянного тока, питаемого от трехфазной сети, причем двигатель работает с переменным числом оборотов, новую двигатель с прямым и обратным ходом, куперативным торможением нисходящего генератора, аналогичную по техническим решениям, получаемым от применения схемы Уорнера для шахтных подъемников и кранов; преобразователи частоты для разных технических целей и, в частности, для судовых установок.

<sup>4</sup> Самое явление выпрямления переменных токов было подмечено Купер-Хютом еще в 1901 г.

<sup>5</sup> Д. А. Завалишин и О. Г. Вегнер, Новые вентильные двигатели, "Электричество" № 3, 1936.

С. А. Sabba h, Series-parallel Type Static Co-

GER p. 288, 580, 738, 1931.

A. Schmidt and R. C. Griffith, A Static frequency Changer, El. Eng. p. 1063, 1935.

F. Kövessi, Ein Einphasen-Dreiphasen-Bahnbetrieb mit Stromrichter, El. Bahnen S. 323, 1936.

H. Sequenz, Die Verwendung von Entladungsgefäßen elektrischen Maschinen E & M S. 475, 1936, S. 274 и 475.

E. F. W. Alexander, Thyatrons and their uses in electronics, № 2, стр. 9, 1938.

Д. А. Завалишин, Ионный преобразователь для регулирования скорости индукционных двигателей, "Электричество" № 4, стр. 28, 1939.

ребуется сравнительно низкое число оборотов пропеллера, на двигатель, сходный с индукционным, имеющий возможность обходиться без пускового устройства за счет обратного направления части энергии при пуске в питавшую сеть и т. д. Таким образом этот отдел электротехники, охватывающий довольно широкий круг транспортных проблем, проблем электропривода и электрификации промышленных предприятий, в частности, вопросы прокатных установок в металлургии и т. п., в случае дальнейших успехов ионной техники в этом направлении даст очень широкое применение ионным установкам в промышленности.

Очень интересное применение ионных устройств осуществлено в США, а именно электрическая связь между системами переменного тока, работающими при разной частоте тока. Установка Мекенексвилл-Скенектеди мощностью 5300 kW связывает систему трехфазного тока, работающую при 60 Hz, с системой 40 Hz через посредство линий передачи энергии постоянного тока напряжением 30 kV.

Такого рода установки, как вышеуказанные, могут осуществляться как при помощи ртутных преобразователей, так и при помощи всех других типов вентильных приборов и устройств, обладающих элементом для осуществления контроля: при помощи игнитронов, тиратронов, ионных трубок с магнитным контролем и т. п. Выбор того или другого типа вентильного устройства диктуется рядом факторов: величиной мощности, рабочего напряжения, габаритами и т. д.

Введение контроля прохождения тока через ионные приборы, обычно осуществляющееся при помощи металлических сеток, расположенных в пространстве между катодом и анодом, за счет придания сетке или сеткам определенного положительного или отрицательного потенциала по отношению к катоду, позволило придать универсальный характер ионным преобразователям. Как уже видно из предыдущего, такого рода устройства могут выполнять самые разнообразные функции: преобразовывать переменный ток в постоянный с регулировкой напряжения выпрямленного тока, преобразовывать постоянный ток в переменный — однофазный или многофазный любой частоты, осуществлять рекуперацию энергии в трехфазную сеть, предохранять установку от короткого замыкания за счет придания сеткам отрицательного потенциала по отношению к катоду, иметь эластичную связь между отдельными системами, работающими при разных числах периодов тока.

Одним из наиболее важных и многообещающих применений ионных устройств является область передачи энергии постоянным током высокого напряжения. Требования, предъявляемые в этом случае к ионной аппаратуре, исключительно высоки. В связи с тем, что по данному вопросу опубликованы в текущем году в нашей периодической литературе специальные статьи<sup>6</sup>, я позволю себе лишь указать на исключительную важность для нашего Союза организаций научно-исследовательских разработок ионных устройств на ту мощность и то напряжение, которые диктуются запросами электроэнергетики Союза. Имеются основания

предполагать, что в этом отношении наиболее подходящими ионными устройствами являются дуговые преобразователи проф. Маркса.

Очень существенным при такого рода разработках является возможность испытания образцов в условиях по возможности близким к эксплоатационным. Имеется основание предполагать, что предложенная мною схема их испытания, удовлетворяющая эксплоатационным требованиям, дает возможность ответить на вопрос об их пригодности для энергетических целей Союза, и на основании электрофизического исследования образцов на данной схеме получить основные данные, необходимые для расчета преобразовательных устройств с дуговыми преобразователями. Создание преобразователей на те мощности и те рабочие напряжения, которые диктуются требованиями нашей электроэнергетики, является основным фактором, от разрешения которого зависит вообще разрешение проблемы передачи энергии постоянным током. Конечно, кроме проблемы преобразования, существует еще большое число вопросов, подлежащих разрешению, но уже гораздо более легких в техническом отношении, поэтому вопрос о создании соответствующих ионных преобразователей является в данном случае основным.

От 15 до 20% вырабатываемой электроэнергии расходуется на осветительные цели. Хорошо известно, что в существующих светильниках световая отдача очень низка, и, следовательно, применение электрической энергии для целей освещения в электрических лампах, основанных на использовании явления Джоуля при нагревании электрическим током твердых тел, происходит очень неэкономичным путем. За последние годы разработаны так называемые газосветные лампы, в которых светоотдача при прохождении электрического тока через газовую среду идет за счет спектрального излучения газа. В результате многолетней, упорной работы в лабораториях и на заводах удалось создать конструкции ламп, подобрать соответствующие составы газов и паров для наполнения стеклянных оболочек, найти способы обработки внутренней поверхности стеклянных баллонов, которые предохраняли бы ее от разрушения и потемнения во время эксплуатации. В настоящее время получены и находятся в эксплуатации светильники со светоотдачей, в несколько раз превосходящей светоотдачу обычных ламп накаливания. Эти новые типы ламп начинают широко входить в жизнь пока, главным образом, в виде светильников большой мощности для освещения улиц, дорог, для наружного освещения больших зданий, площадей, для рекламных целей. Но прогресс в разработке газосветных ламп за последние годы идет очень быстрыми шагами, так как главные трудности преодолены, и, повидимому, уже близко то время, когда эти новые источники света почти полностью вытеснят лампы накаливания, которые будут применяться только для специальных целей, где источники тока для питания светильников должны иметь низкое напряжение.

Дуговой разряд, широко применявшийся ранее для осветительных целей, в настоящее время сохранился только в некоторых типах прожекторов. Но за последние годы техническое использование дугового разряда пошло по другим направлениям. Прежде всего надо указать на самое широкое применение дугового разряда в области электрической сварки, где этот способ соединения отдельных ме-

<sup>6</sup> А. А. Чернышев, Электрификация СССР и передача энергии постоянным током высокого напряжения, "Электричество" № 1, 1940, "Вестник Академии наук СССР" № 1, 1940.

«термоэлектрического аппарата для измерения температуры до 600°».

В № 20 за 1890 г. помещена статья о телетермометрах, где рассматриваются термоэлектрические пирометры, термометры сопротивления, термометр Moennich с телефоном, термометр Puluj с двумя чувствительными элементами, включенными в мостик Уитстона (угольная нить и тонкая железная проволока), «на которые изменения температуры действуют в противоположном смысле».

В № 6 за 1890 г. описано изобретение бостонского электротехника Чеза — электрический прибор для записи показаний компаса. Прибор состоит из нактоуза, находящегося в рубке рулевого, и записывающего устройства, помещающегося в главной рубке. Оба устройства соединены гибким кабелем. Записывающее устройство состоит из нескольких магнитов, по одному для каждого румба компаса, и листа разграфленной по румбам и времени бумаги. Лист приводится в движение часовым механизмом.

Каждый румб компаса снабжен контактами, связанными с регистрирующим устройством. Каждый магнит соединен с прокалывающим острием, и всякий раз, когда цепь магнита замыкается в компасе, острие перфорирует бумагу. Прибор снабжен сигнальным устройством (звонок), предупреждающим об отклонении судна на определенное число румбов от курса.

В № 7 за 1890 г. помещен подробный реферат статьи из Lumière Electrique — «Применение электричества к морскому делу. Электрический гироскоп».

Указывается на то обстоятельство, что электрический гироскоп не представляет нового изобретения. Еще в 1865 г. его представил в Академию Наук Якоби. Главную часть описываемого электрического прибора составляет то же кольцо гироскопа, изготовленное в форме зубчатого круглого электромагнита.

В журнале не оставались без внимания и вопросы военной техники, в частности, применение автоматики и телемеханики в этой области.

В № 6 за 1890 г. описан дальномер Фиска (лейтенанта американского флота), представляющий собой оригинальную конструкцию, построенную на новом способе определения расстояний и положения удаленных предметов. Этот способ основан на определении части проводящего тела (сектора), которая дает угол зрения, направленный (из двух точек на судне) на удаленный предмет, и на измерении электрического сопротивления этой длины (она образует одно плечо мостика Уитстона). Независимо от состояния покоя или движения предмета определение расстояния производится одинаково легко (материал заимствован из The Telegraphic Journal and Electrical Review, 1890, № 639).

В № 18 за тот же год мы читаем статью на тему «Опыты с самодвижущейся миной Симса-Эдисона», где довольно подробно описываются конструкция и способ управления миной, а также испытания мин на Нью-Йоркском рейде, имевшие место 15 июня 1890 г. Управление миной на расстоянии одной мили производилось оператором на берегу. Управление рулями мины осуществлялось при помощи поляризованных реле.

Не мало места посвящено вопросам автоматиче-

ского регулирования. Если систематизировать по этому разделу все материалы, напечатанные за время существования журнала, то получился бы довольно солидный труд по теории и практике применения автоматических регуляторов.

Журнал дает возможность проследить развитие этого важнейшего раздела автоматики на первых этапах ее.

Укажем далеко не полный перечень статей в этой области за разные годы.

Регулятор Чиколева для электрических лам (1880 г.). Автоматический регулятор тока Карманова (1880 г.). Электрический регулятор для двигателей системы Кауе (1900 г.). Автоматический регулятор напряжения П. Тиме (с двумя реле — максимальным и минимальным). (1905 г.). Регулирование скорости асинхронных двигателей при помощи кадного соединения с многофазными коллекторными двигателями (1910 г.). Автоматическое регулирование напряжения (1914). Синхронный двигатель с автоматическим регулированием (1928 г.). Н. И. Петров, «Регулятор напряжения с применением дросселей насыщения и купроксовых выпрямителей (1939 г.)».

По вопросам телеизмерения и телеконтроля в журнале накоплен весьма интересный материал. Нам хотелось бы остановиться лишь на двух-трех наиболее ранних телемеханических устройствах, описанных в журнале.

Многие авторы начинают историю телемеханики в современном понимании этого слова с двадцати лет нашего столетия, ссылаясь на примеры первых практически действующих телемеханических устройств в США.

В журнале «Электричество» можно найти более ранние исторические данные. Так, на стр. 321 журнала за 1905 г. мы читаем подробный реферат статьи известного физика Бранли, помещенной в Comptes Rendus и посвященной описанию сконструированного им устройства, названного Бранли телемеханическим (впервые употреблен этот термин) аппаратом. Бранли дал следующее описание этого последнего: «Устройство, служащее для автоматического производства различных механических действий (зажигания электрических ламп, пуска в ход динамо и т. д.) на расстоянии при помощи беспроволочных сигналов». Вот как описывается этот «телемеханический аппарат».

На приемной станции находится небольшой электродвигатель с питанием от местного источника тока, приходящий в движение в тот момент, когда с передающей станции посыпается искра, возбуждающая местный когерер и замыкающая цепь соответствующего реле. Двигатель при помощи редуктора приводит в медленное вращение (1 об/мин) распределитель, состоящий из оси, на которую насажено несколько дисков [по числу различных механических действий, которые приходится вызывать, например, три: 1) зажигание электрических ламп; 2) пуск в ход электродвигателя; 3) производство взрыва].

Каждый диск имеет выступающий контакт сектор, который, проходя мимо пружинной щели замыкает цепь, состоящую из источника питания телеконтролируемого двигателя или взрывного устройства и реле с когерером и т. д. Мы не будем подробно останавливаться на описании этого весьма интересного устройства, но отметим, что в

ксимум их чувствительности лежит в инфракрасной области около  $1 \mu$ , а чувствительность проходит до  $1,5 \mu$  в одну сторону и менее  $0,5 \mu$  в другую.

Высокая чувствительность серно-таллиевых фотоэлементов уже открыла им путь в звуковое кино. Киновое преимущество полупроводниковых фотоэлементов — отсутствие случайных разрядов, а следательно, и отсутствие потрескиваний и шумов звукопередающей установке. В то время как пустые фотоэлементы и элементы со вторичным лением пользуются посторонним источником напряжений, дающим разряды без освещения, твердый фотоэлемент сам генерирует свою э. д. с. за падающей на него световой энергии и, следовательно, вовсе не дает тока в темноте.

Другой источник шумов — вибрация усилительной аппаратуры, обладающей сопротивлением в миллионы. Вибрации меняют емкость и возбуждают звуки, которые создают в динамике шумы. В киноустановках с твердыми выпрямителями сопротивления измеряются сотнями омов. Поэтому они совершенно нечувствительны к токам, вызываемым вибрациями. К этому присоединяется упрощение конструкции (отсутствие специального фотокаскада усиления, отсутствие оптической системы, направляющей свет на фотоэлемент) и легкость обращения юекционной установкой.

Ленинградский физико-технический институт вместе с заводом «Ленкинап» приспособил киноаппаратуру к новым фотоэлементам. В 4 кинотеатрах Ленинграда (в том числе в Доме кино) успешно применяют такие аппараты с серно-таллиевыми фотоэлементами. Их опыт мы надеемся распространить на другие киноустановки, в особенности на кино движки.

Интересное применение нашли новые фотоэлементы для целей безопасности горных работ. Появление горючих газов в воздухе повышает температуру о накаленной платиновой проволоки, инфракрасный свет которой создает ток в фотоэлементе и выдает сигнал.

Для приема разработал Макеевский институт Ю. Я. безопасности.

Большое значение должны получить новые фотоэлементы для целей сигнализации видимым и невидимым светом и для автоматики. С этой целью необходимо разработать соответственные фотореле, работающие от малых э. д. с. при достаточной силе.

Наша задача стоит в плане института автоматики и телемеханики Академии наук СССР и лаборатории завода НКПС в Ленинграде.

Ультрафиолетовый выпрямитель и серно-таллиевый фотоэлемент — первые практические результаты наше-теоретического изучения полупроводников. Наряду с этим наши исследования установили принципиально новый тип фотоэффекта, где вырванные сверху электроны вместо того, чтобы идти в металлический электрод, освобождают места, на которые сходят другие электроны из электрода. Последние заряжаются поэтому, в противоположность селеновым и купроксенным элементам, положительно. Направление фототока противоположно обычному. Однако только этот тип фотоэффекта дает высокую чувствительность. Можно изготовить серно-таллиевые фотоэлементы обычного типа, электрод которого является отрицательно; но его чувствительность

в 40 раз меньше. Ю. П. Маслаковец выяснил механизм этих явлений.

Коэффициент полезного действия серно-таллиевых фотоэлементов превышает 0,5% и может быть доведен до 1%, а может быть и выше. Впрочем, это обстоятельство, как оно ни кажется заманчивым (1% солнечной энергии составляет  $10 \text{ W/m}^2$ ), не имеет большого практического значения. Коэффициент полезного действия не повышается при концентрации солнечного света зеркалами.

В этом отношении гораздо серьезнее перспективы термоэлементов. В термоэлементе мы не только можем концентрировать зеркалами солнечную энергию на небольшую поверхность, но и повышаем к. п. д. приблизительно пропорционально повышению температуры горячего спая.

В качестве термоэлементов полупроводники обладают большими преимуществами. И число и энергия электронов быстро растут с повышением температуры в полупроводниках, в то время как в металлах ни число, ни энергия практически не зависят от температуры. Поэтому в полупроводниках электроны непрерывно переходят из горячих участков в холодные, создавая термоэлектродвижущие силы в десятки раз большие, чем у металлов, достигающие 1 милливольта на градус вместо сотых долей милливольта. Более низкая электропроводность полупроводников в значительной степени компенсируется их малой теплопроводностью (правда, отношение электропроводности к теплопроводности у металлов всегда выше, чем у полупроводников), но высокие термоэлектродвижущие силы все же получают решающее значение.

Преимущества прямого получения электрической энергии из тепловой настолько велики, что для многих целей можно было бы помириться на небольшом к. п. д. порядка нескольких процентов. Эта задача вполне достижима при помощи полупроводников. Ее решение откроет новую главу в энергетике, электротехнике и теплотехнике.

Для приема длинноволновой лучистой энергии термоэлементы из полупроводников также будут представлять преимущества по сравнению с существующими. Надо отметить, что и сейчас для термостолбиков применяются некоторые полупроводники, как, например, теллур, но далеко еще не использованы большие возможности, вытекающие из разнообразия свойств полупроводниковых материалов.

В Ленинградском физико-техническом институте нам удалось уже настолько овладеть технологией полупроводников, что мы можем по желанию придавать им данные термоэлектродвижущие силы и проводимость. Недавно начатое нами изучение термоэффекта обещает интересные практические результаты.

Несколько лет назад И. К. Кикоин и М. М. Носков открыли новый фотомагнитный эффект. Освещая закись меди при низких температурах в магнитном поле, можно получать э. д. с. до 20 V, в то время как твердые фотоэлементы дают не более 0,3 V, а вакуумные и вообще не пригодны для создания э. д. с. Пока не удалось найти полупроводника, дающего такие большие фотоэлектродвижущие силы при обычных температурах, поэтому эффект Кикоина не получил еще практического применения.

Полупроводники начинают применяться в качестве тензометров для изучения упругих напряжений

Работы А. Ф. выдвинули его в первые ряды мировой науки и получили общую высокую оценку. С 1920 г. А. Ф. является действительным членом Академии наук СССР, он избран членом Прусской и Геттингенской Академий наук, почетным членом Американской Академии наук и искусств и доктором многих иностранных университетов; кроме этого, А. Ф. является постоянным членом международного Сольвейского Совета.

Для советских физиков А. Ф. является не только крупнейшим ученым. С именем академика А. Ф. Иоффе всегда остается связанным в истории нашей науки дело создания и организации современной физики в Советском Союзе. Он определил основные направления советской физики, ее проблематику, порвал традиции чистого академизма и твердо стал на путь объединения теории и практики.

Эта общая установка привела к ряду крупных достижений советской техники. Особенно нужно отметить работы оборонного характера, которые выполнялись по идеям, заданиям и часто под непосредственным руководством А. Ф. с тех пор, как международная обстановка поставила в порядок дня вопрос об усилении обороноспособности нашей социалистической родины. Это внимание к техническим и оборонным вопросам вытекает прежде всего из глубокого патриотизма А. Ф. Иоффе и широкого понимания им обязанностей гражданина СССР.

Путем организации всесоюзных съездов и конференций с самого начала Великой Октябрьской социалистической революции А. Ф. привлек широкие круги ученых к интенсивной научной работе над актуальными вопросами физики. Громадную роль в деле развития советской физики сыграла проведенная А. Ф. организация физико-технических институтов в Ленинграде, Харькове, Свердловске, Днепропетровске и Томске, в которых его ученики состав-

ляют основные кадры работников. А. Ф. своевременно учел необходимость подготовки новых кадров для этих институтов и заводских лабораторий и организовал первый физико-механический факультет при Политехническом институте в Ленинграде.

Из физико-технического института в Ленинграде выделились Институт химической физики, руководитель которого — академик Н. Н. Семенов — является одним из ранних учеников А. Ф., Электрофизический институт, Институт музыкальной промышленности и ряд других научных учреждений. Основными кадрами этих институтов являются ученики А. Ф.

Большое значение в развитии советской физики популяризации науки имела деятельность А. Ф. как автора многих книг и учебников, организатора и редактора основных физических журналов и большого числа других изданий.

С самого начала Октябрьской революции А. Ф. активно включился в дело социалистического строительства, отдавая весь свой талант и присущую ему громадную энергию на службу революции. Его энтузиазм, любовь к науке, широкие и оригинальные планы, горячая вера в силы родины давали ему возможность выдвигать перед наукой смелые и большие задачи. А. Ф. не побоялся поручить своим молодым ученикам важные и трудные задачи. Именно благодаря этому А. Ф. смог в короткое время создать кадры физиков — ученых и инженеров и этим активно содействовать быстрому подъему физики в нашей стране.

Выдающиеся заслуги акад. А. Ф. Иоффе в области развития физической науки в СССР высоко оценены правительством Советского Союза, наградившим А. Ф. Иоффе орденом Ленина.

Д-р физ. наук И. В. Курчатов  
Д-р физ. наук П. П. Кобеко

## Объективная реальность магнитного потока

Акад. В. Ф. Миткевич

Академия наук СССР

1. Представление о магнитном потоке как объективной реальности, с которой мы действительно имеем дело во всех электромагнитных явлениях, возникло в науке в связи с замечательными исследованиями и открытиями Фарадея. В этом отношении решающее значение имели его работы в области электромагнитной индукции тока. Фарадеевский метод описания указанного явления и фарадеевская формулировка закона электромагнитной индукции теснейшим образом связаны с идеей о реально существующих нитеобразных элементах магнитного потока. Фарадей называл их «физическими силовыми линиями» магнитного поля (physical lines of force). В полном соответствии с общими физическими взглядами Фарадея, мы в настоящее время можем говорить об элементарных трубках магнитной индукции, а при количественном описании магнитных и электромагнитных явлений мы оперируем с представлением о так называемых единичных трубках магнитной индукции. Ради сокращения удобно вместо длинного термина «единичная трубка магнитной индукции» пользоваться более коротким термином

«магнитная линия», имея в виду ось единичной трубки магнитной индукции. Термином «магнитная линия» мы по существу в значительной степени приближаемся к первоначальному фарадеевскому термину «физическая силовая линия» магнитного поля<sup>1</sup>. Таким образом, придерживаясь общих ус-

1 Следует заметить, что термин «магнитная линия» (в данном выше смысле) ни в коем случае нельзя заменять термином «магнитная силовая линия», что весьма часто сожалению, допускается до последнего времени. Термин «магнитная силовая линия» необходим при описании поля вектора  $H$  (магнитной силы или напряженности магнитного поля). Термином же «магнитная линия» желательно пользоваться при описании поля вектора  $B$  (магнитной индукции). Применяемый иногда в этом случае термин «индукционная линия» несколько неудобен в том отношении, что он в какой мере может быть применен и к электрическому полю. Во избежание недоразумений следовало бы говорить «магнитная индукционная линия», но это есть излишнее усложнение более короткого и достаточно удобного термина «магнитная линия». Ввиду всего изложенного автор статьи настоятельно рекомендует для условного обозначения единичной трубки магнитной индукции пользоваться термином «магнитная линия».

юков Фарадея, мы можем говорить о магнитном потоке как о совокупности магнитных линий.

2. Итак, с фараидеевской точки зрения магнитный поток есть объективная реальность, т. е. существует в действительности, хотя мы и не воспринимаем его непосредственно нашими органами чувств. Но мы знаем, что магнитный поток проявляется в целом ряде своих действий. Между прочим, магнитный поток играет основную роль в работе всякого рода электромагнитных механизмов и, в частности, в работе генераторов, электродвигателей и трансформаторов — этой базы современной электроэнергетики.

Однако необходимо констатировать, что до настоящего времени среди многих представителей физической науки продолжает еще господствовать мнение, что магнитный поток представляет собою лишь некоторую функцию, т. е. что-то воображаемое, искусственно придуманное для более удобного описания электромагнитных явлений. С этой точки зрения никакого магнитного потока в действительности не существует, а разные взаимодействия, наблюдавшиеся в магнитном поле, объясняются «действием на расстоянии» между магнитными полюсами, между магнитным полюсом и электрическими токами и т. п., причем это «действие на расстоянии» якобы может как-то осуществляться сквозь «абсолютно пустое» пространство, окружающее взаимодействующие системы.

Товарищ Сталин сказал:

«Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивающееся к голосу опыта, практики»<sup>2</sup>.

Электротехники умеют прислушиваться «к голосу опыта, практики». Непосредственное соприкосновение с электромагнитными механизмами и устройствами, а также всестороннее изучение их, отчетливо подсказывают, что основное представление Фарадея о реально существующем магнитном потоке вполне соответствует действительности и ни в коем случае не является лишь удобным для практики измышлением. В нашей электротехнической практике мы, так сказать, ощущаем магнитный поток в качестве подлинной реальности, существующей вне нашего сознания и независимо от нашего сознания. Для электротехника реальность магнитного потока столь же несомненна, как и реальность невидимого электрона или как реальность незримых электромагнитных волн, распространяющихся от отправительной антенны радиостанции сквозь окружающее пространство. Именно наличием магнитного потока между взаимодействующими магнитами мы объясняем наблюдаемое притяжение разноименных полюсов или отталкивание одноименных полюсов. Механическое взаимодействие электрического тока и магнита мы рассматриваем как прямое следствие непосредственного взаимодействия магнитного поля тока (потока самоиндукции) и внешнего магнитного потока, связанного с магнитом. В явлениях электромагнитной индукции мы имеем дело с результатом изменений магнитного потока, охватываемого данной электрической цепью и т. д. и т. п.

Везде мы встречаемся со столь яркими проявлениями особых свойств магнитного потока, что не должны бояться «поднять руку на отживающее,

старое» представление о мистическом «действии на расстоянии», которое в качестве некоторого своеобразного фетиша продолжает еще, к сожалению, засорять физическое мышление и препятствует осознанию магнитного потока как объективной реальности. Вместе с тем подлинная наука о природе не должна признавать и таких фетишей, как «абсолютно пустое» пространство, так как пространство не есть какое-то самостоятельное вместилище физических вещей и предметов, а есть лишь объективно реальная форма бытия<sup>3</sup>, т. е. объективно-реальная форма существования вечно движущейся материи. «Абсолютно пустое» пространство и «действие на расстоянии», рассматриваемые в качестве чего-то, имеющего непосредственное отношение к реальному миру физических явлений, — представляют собою весьма яркие примеры современных уклонов в область идеализма.

3. Как известно, представление о «действии на расстоянии» может применяться и с успехом применяется при математическом анализе физических явлений, так как оно полезно в качестве обобщающего математического приема для количественного описания окончательного результата промежуточных физических процессов, происходящих в пространстве, окружающем взаимодействующие тела. Но это же представление превращается в ошибочную точку зрения, когда имеют в виду «физическое действие на расстоянии», т. е. когда, исходя из данного представления, пытаются объяснить сущность действительно происходящих в природе взаимодействий между какими-либо двумя физическими системами<sup>4</sup>.

4. В науке принято при опровержении неправильных утверждений доводить их до абсурда. Так вот для опровержения утверждения, будто бы магнитный поток в действительности не существует, т. е. для опровержения представления о «действии на расстоянии» как о единственной подлинной причине происходящих в природе магнитных и электромагнитных взаимодействий, — в высокой степени целесообразно сосредоточить внимание на следующем вопросе.

Представим себе два взаимодействующих магнита  $N_1S_1$  и  $N_2S_2$ , расположенных в так называемой «пустоте» на некотором расстоянии один от другого (сколь угодно большом или сколь угодно малом). Допустим, что магнит  $N_1S_1$  окружен со всех сторон двумя замкнутыми поверхностями  $A$  и  $B$ , нигде не соприкасающимися и не пересекающимися.

Спрашивается.

Соответствует ли установкам материалистического миропонимания утверждение, что взаимодействие магнитов  $N_1S_1$  и  $N_2S_2$  может иметь место при полном отсутствии каких бы то ни было физических процессов в объеме замкнутого слоя между поверхностями  $A$  и  $B$ ?

Отвечая на этот вопрос «да», мы тем самым допускаем существование каких-то таинственных чудодейственных «сил», обуславливающих «физическую действие на расстоянии», и не прислушиваемся «к голосу опыта, практики», который подсказывает нам обратное. Допуская «действие на расстоянии» в качестве врожденного свойства взаимодействующих систем (в данном случае магнитных), мы ста-

<sup>3</sup> См. Ленин, соч. т. XIII, стр. 144.

<sup>4</sup> Более подробное рассмотрение этого вопроса см. Миткевич, «Основные физические воззрения», 3-е изд. 1939, изд-во АН СССР.

новимся на путь, граничащий с областью такой фантастики, как спиритизм. Последнее обстоятельство было со всей категоричностью отмечено Генрихом Герцем еще в 1889 г. в его гейдельбергской речи на тему «О соотношениях между светом и электричеством».

Ответ «нет» соответствует материалистическим установкам. Фарадей, положивший начало учению о физических свойствах магнитного потока, в своих научных исследованиях исходил именно из этих установок. Трудно себе представить, чтобы кто-либо в действительности придерживаясь таких установок и углубившийся в смысл вышеприведенного вопроса мог уклоняться от безоговорочного признания правильности ответа «нет», который в полной мере согласуется с «голосом опыта, практики» и заключает в себе констатацию специфического физического процесса в пространстве, окружающем магниты<sup>5</sup>.

Таким образом единственно приемлемый ответ «нет» по существу эквивалентен утверждению, что магнитный поток есть объективная реальность.

5. Из признания объективной реальности магнитного потока с необходимостью вытекают законность и целесообразность исследований, направленных к дальнейшему выяснению физических свойств, которыми обладает магнитный поток, к изучению его роли и особенностей его поведения в отдельных частных случаях, и, между прочим, к изучению всевозможных преобразований, которым магнитный поток подвергается в ряде процессов электромагнитного характера.

Наконец, с диалектико-материалистической точки зрения возникает одна принципиально важная проблема, касающаяся природы магнитного потока. Речь идет о том, что всякий физический процесс и, в частности, магнитный поток следует рассматривать как некоторое движение (в общефилософском смысле) и именно как некоторую форму движущейся материи. В связи с этим необходимо отметить, что совершенно невозможно представить себе какой бы то ни было физический процесс, который не заключал бы в себе и простейшей формы движения, состоящей в пространственных перемещениях материи, соответствующих природе этого процесса.

6. В современной физической науке нередко наблюдается резко отрицательное отношение к только что высказанным соображениям. В частности, обычно считается чем-то, не соответствующим достоинству науки, — говорить о специфических пространственных перемещениях материи, которые, казалось бы, необходимо ассоциировать со всяким магнитным потоком. Иногда по поводу электромагнитных процессов высказываются мнения, которые с внешней стороны могут представляться якобы исходящими из материалистических установок, а по существу им противоречат.

Так например, утверждают, что электромагнитное поле, вообще, и магнитное поле, в частности, являются просто свойствами материального пространства. При этом упускают из виду, что пространство не есть нечто самодовлеющее, а является, как было

<sup>5</sup> Доказательство законности и правильности только что рассмотренного вопроса о взаимодействии магнитов можно найти, например, на стр. 41 и 201 упомянутой в предыдущем примечании книги „Основные физические взгляды“. Там же доказано, что на этот вопрос мыслимы только два ответа („да“ или „нет“) при исключении третьем.

уже отмечено выше, лишь объективно-реальная формой существования движущейся материи. Значит, что подменять понятие «материя» понятием «материальное пространство» — это значит свести на путь физического идеализма. Этим неправильными установками характеризуется и утверждение, будто бы современные достижения физики показывают, что существуют такие физические процессы (между прочим, имеются в виду и процессы происходящие в электромагнитном поле), которые представляют собою какие-то изменения состояния материи в каждой точке пространства, причем эти изменения — как это ни странно — не сопровождаются пространственными перемещениями материи. Если только углубиться в вопрос о вероятной природе физических явлений, о вероятной структуре этих явлений, то все подобного рода рассуждения представляются по меньшей мере удивительными во всяком случае выходящими за пределы понимания. Об ошибочности таких попыток толкающих природы физических явлений свидетельствуют жесткие указания Ленина и Энгельса:

«Мир есть движущаяся материя... и законы движения этой материи отражает механика по отношению к медленным движениям, электромагнитная теория — по отношению к движениям быстрым»<sup>6</sup>.

«Всякое движение заключает в себе механическое движение и перемещение больших или мельчайших частей материи; познать эти механические движения является первой задачей науки, однако же самое это механическое движение не исчерпывает движения вообще»<sup>7</sup>.

«Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением — перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем больше форма движения, тем мельче это перемещение и тем оно неотделимо от него. Поэтому его приходится исследовать раньше остального»<sup>8</sup>.

7. Несмотря на полную четкость и определенность приведенных высказываний Ленина и Энгельса, все еще делаются попытки отрицать то, что всякий физический процесс (т. е. движение в общефилософском смысле, применительно к области физических явлений) обязательно является в себе какие-то свойственные данному процессу пространственные перемещения материи. При приверженцах противоположных взглядов в случае указывают, будто бы признание такого рода простейших движений в составе физических процессов характеризует механистическую точку зрения. Однако рассмотрение пространственных перемещений материи как неотъемлемой составной части всякого физического процесса само по себе не только не свидетельствует о механистической точке зрения, но, наоборот, является совершенно обязательным, если мы стремимся придерживаться диалектико-материалистических установок.

Сущность механистической точки зрения (применительно к области физических представлений) стоит в игнорировании новых качественных характеристик, которые появляются у всякого комплекса элементарных физических процессов и которые

<sup>6</sup> Ленин, Соч., т. XIII, стр. 230.

<sup>7</sup> Энгельс, „Анти-Дюринг“, стр. 249. Партизрат, 1932.

<sup>8</sup> Энгельс, „Диалектика природы“, стр. 130. Изд.

ут быть сводимы к свойствам этих элементарных процессов. В частности, механистические устремления выражаются в попытках сведения качественных особенностей какого-либо физического процесса к свойствам элементарных пространственных перемещений материи, заключающихся в рассматриваемом физическом процессе.

Испонимание всего этого и вытекающее отсюда умение как-то иначе подходить к вопросу о природе физических явлений неизбежно приводят к безнужному конфликту с основными установками электрического материализма и к явной или скрытой защите физического идеализма.

Итак, принимая во внимание все вышеизложенное, необходимо констатировать следующее:

- 1) Магнитный поток есть объективная реальность.
- 2) Магнитный поток есть некоторая форма движущейся материи.
- 3) Магнитный поток заключает в себе и простейшую форму движения материи, т. е. пространственные перемещения материи.
- 4) Познать присущие магнитному потоку пространственные перемещения материи есть первая задача науки, однако лишь первая.
- 5) Обследованием пространственных перемещений материи, входящих в состав всякого магнитного тока, отнюдь не исчерпываются задачи науки. Условно, необходимо еще дальнейшее изучение ее специфических качественных и количественных характеристик магнитного потока.

9. Исторически обстоятельства сложились так, что первая задача учения о магнитном потоке, относящаяся к выяснению заключающихся в нем пространственных перемещений материи, до настоящего времени еще весьма далека от завершения. В то же время общие физические свойства магнитного потока уже в значительной степени изучены благодаря, главным образом, трудам Фарадея и Максвелла. В связи с этим представляется в полной мере законным и целесообразным стремление восполнить указанный пробел. Как известно, некоторые предварительные соображения касательно возможного и более или менее вероятного характера пространственных перемещений материи, которые присущи магнитному потоку, были в свое время высказаны В. Томсоном (Кельвингом) и Максвеллом<sup>9</sup>. Будущим исследователям остается еще очень много сделать в данном направлении. И это, конечно, будет выполнено, если только физическая наука уделят должное внимание указанной первоочередной проблеме. Вместе с тем будет разрешен и вопрос о синтезе прерывности и непрерывности в отношении магнитного потока, причем руководящей нитью может служить идея Фарадея — этого величайшего теоретика и экспериментатора — о реально существующих магнитных линиях, совокупность которых мы называем магнитным потоком.

<sup>9</sup> Maxwell, „Treatise on Electricity and Magnetism“, vol. II, §§ 822—831.

## Советское сварочное электромашиностроение и задачи в области электросварки

Акад. В. П. НИКИТИН

Академия наук СССР

Электрическая сварка является одним из передовых технологических процессов, получивших широкое применение во всех без исключения отраслях промышленности. Области ее применения весьма многообразны.

В области электромашиностроения достаточно привести такие примеры, как генераторы Днепровской ГЭС, мощные паротурбогенераторы и мощные трансформаторы.

В транспортном машиностроении можно отметить широкое применение электросварки в вагоно-парово- и автомобилестроении. На вагоностроительных заводах электросварка стала основным технологическим процессом. В паровозах, кроме сварных топок, имеются и цельносварные котлы.

В нормальной легковой автомашине Горьковского завода им. Молотова имеется около 2 тысяч сварных соединений.

Электросварка играет значительную роль в судостроении; имеются многочисленные суда речного и оружного судостроения с целиком сварными корпусами.

В заграничной литературе можно встретить многочисленные примеры широкого применения сварки при сооружении военных судов всех видов и наименований.

Электросварка нашла в некоторых странах широкое применение при изготовлении предметов вооружения, в особенности артиллерийских систем и бронетанков.

Огромно значение электросварки при оснащении различных сооружений и изготовлении строительных металлоконструкций.

Наша страна имеет тысячи километров сварных трубопроводов для подачи нефтепродуктов, газа, воды, пара и т. д. Ярким примером применения электросварки в строительных металлоконструкциях может служить сварка ответственных металлоконструкций при строительстве металлургических гигантов в Magnitogorske, Stalinsk, Azovstali. Сварка тяжелых металлургических кранов, производство цельносварных самолетов, осуществление сварного моста им. лейтенанта Шмидта в Ленинграде.

Этот список можно было бы значительно продолжить, но и приведенные примеры со всей очевидностью доказывают широкий диапазон применения и универсальность сварки как передового технологического процесса и способа металлообработки.

Применение электросварки дает по сравнению с клепкой от 10 до 25% экономии металла, а при за-

мене литья до 50% экономии. Кроме этого, применение сварки позволяет значительно повысить темпы изготовления, резко сократить длительность производственных циклов, позволяет выполнять строительные и ремонтные работы в условиях отдаленности от промышленных центров, упрощает конструкцию машин и технологических процессов их изготовления. Все это позволяет считать сварку технологическим процессом, заслуживающим дальнейшего широкого внедрения в промышленность.

В нашей промышленности широкое внедрение электросварки началось вместе с индустриализацией страны в начале первой пятилетки. Начало советского электромашиностроения было положено на заводе «Электрик» в 1924 г., когда была выпущена первая советская сварочная машина СМ-1, спроектированная и построенная под руководством автора, работавшего тогда на этом заводе.

За годы первой и второй пятилеток выпуск машин и трансформаторов для дуговой электросварки в Советском Союзе достиг весьма крупных размеров.

Значение этого становится понятным, если учсть, что один нормальный пост для дуговой электросварки при двухсменной работе с полной нагрузкой может дать ежегодно от 200 до 300 т готовой продукции.

За годы первых двух пятилеток выросла новая массовая профессия электросварщиков, составляющих целую армию численностью свыше 120 тыс. человек. Выпуск сварной продукции определяется примерно цифрой 2,5 млн. т в год. Эти цифры, насколько можно судить по имеющимся литературным данным, близки к соответствующим цифрам в США. По количеству постов для дуговой сварки наша промышленность занимает первое место в мире. Этот рост количества дуговых постов в нашей промышленности весьма характерен для развития всего социалистического хозяйства. Все прогрессивное, после того, как оно нами достаточно освоено, распространяется у нас с невиданной для капиталистических стран быстротой.

Достигнув высоких качественных показателей в области дуговой электросварки, мы все еще отстаем в качественном отношении. До сих пор не налажено в достаточной мере производство высококачественных стальных электродов для ответственных работ, процесс сварки производится исключительно вручную. Механизация процесса дуговой сварки и переход на так называемую автоматическую сварку в производственных условиях только начинает осваиваться нашей промышленностью, пока что в порядке заводского эксперимента. В недостаточном объеме применяется новый вид дуговой сварки — атомно-водородная сварка, дающая высокого качества сварные соединения на многих специальных сталях.

Кратко резюмируя, можно отметить, что СССР по применению дуговой электросварки догнал наиболее передовые капиталистические страны количественно, но еще отстает качественно.

Иначе обстоит дело со вторым основным видом электросварки — контактной электросваркой, или электросваркой сопротивлением. Контактная электросварка обнаруживает чрезвычайно быстрые темпы развития. Имеется серьезное основание полагать, что уже в ближайшие годы контактная электросварка сделается основным видом сварки металлов, в

особенности в массовом и крупносерийном производстве. Внедрение контактной сварки в промышленное производство связано со значительными трудностями, которые должны быть преодолены. Широкое применение контактной сварки требует наличия значительных электрических мощностей, всегда имеющихся в распоряжении заводов. Но новной трудностью являются сравнительно узкая специализация контактных машин и сложность конструкции, поскольку современные типы контактных машин в значительной степени автоматизированы.

Для полного удовлетворения запросов промышленности необходимы многие десятки типов сложных автоматизированных машин. Производство контактных электросварочных машин было начато заводом «Электрик» в 1927 г. выпуском 1000 единиц машин типа АТ-8.

За годы сталинских пятилеток заводом спроектированы и изготовлены успешно работающие на производстве сложнейшие контактные машины сварки встык мощностью 600 кВА с автоматическим электроприводом и пневматическими зажимами; переносные и передвижные машины для точечной сварки мощностью 450 кВА с пневматическим водом и автоматическим контролем процесса сварки; полуавтоматы (с синхронным выключающим устройством); для сварки электродов авиационных свечей с производительностью до 25 кг/мин; электродов в смену; сложнейшие агрегаты непрерывного действия для сварки заготовок велосипедных ободов, для формовки, сварки, калибровки разрезки труб, для сварки многослойных заготовок режущего инструмента и т. д. За годы производства контактных машин коллектив завода «Электрик» накопил большой опыт в области проектирования и изготовления этого исключительно сложного оборудования.

Однако наряду с достижениями в области производства контактного оборудования, в основе которого лежит наша промышленность, имеется еще большое отставание от промышленности США.

В области освоения производства оборудования для автоматизации процессов дуговой сварки и атомно-водородной сварки заводом «Электрик» предпринята также большая работа: им выпущено около 400 автоматических головок для дуговой сварки, 34 комплектных дуговых автомата и около 100 атомно-водородных аппаратов. Однако следует со всей определенностью подчеркнуть, что в использовании этого оборудования нашей промышленностью мы имеем еще большее отставание от промышленности США, чем в использовании оборудования для контактной сварки.

В промышленности США количество работавших дуговых автоматов следует оценить цифрой 2,5 тыс. и количество атомно-водородных аппаратов примерно в 3 тыс.

Третий пятилетний план наметил значительный рост технического вооружения всех отраслей промышленного хозяйства и в особенности машиностроения и всей тяжелой промышленности. Третья пятилетка — пятилетка химии и специальных сталей. Задачи, вытекающие из этого руководящего указания XVIII съезда ВКП(б), требуют еще большего внедрения сварочных процессов и сварочной техники на более высоком уровне. Достигнутый уровень сварочной техники позволяет нам перейти на изго-

ление целиком сварных строительных конструкций: судов, вагонов, кранов, цистерн, химических аппаратов и самых разнообразных машин.

По мере развития сварочной техники и расширения применения электросварки возникают новые, все более сложные вопросы, для разрешения которых требуется глубокое изучение сущности сварочных процессов. Следующие основные вопросы сварочной техники подлежат изучению и разрешению в ближайшие годы:

- 1) усовершенствование электросварочного оборудования;
- 2) повышение прочности и надежности сварных конструкций;
- 3) повышение качества и производительности сварки, а следовательно, усовершенствование технологических процессов электросварки.

В части электросварочного оборудования наиболее важной задачей является разработка новых, более совершенных типов контактных электросварочных машин, базирующихся на глубоком изучении сущности процесса сварки, и электрических, тепловых и металлургических процессов. Необходимо развивать производство сложных индивидуальных машин, а также производство регулирующей контрольной и вспомогательной аппаратуры. Более широко развивать и расширять ассортимент и повышать качество серийных контактных машин. Так же необходимо более широко развивать производство и расширять ассортимент аппаратов для прямого нагрева металлов электрическим током с автоматическим контролем температуры.

Потребность нашей промышленности в контактных машинах в начале четвертой пятилетки будет выражаться примерно в 25—30 тыс. шт.

Должны быть освоены машины для последовательной многоточечной сварки (гидроматики и машины с переключением вторичных цепей), машины для односторонней двухточечной сварки, для сварки сетки железобетонной арматуры, для импульсной электростатической и электромагнитной сварки, переносные машины различной мощности и габарита, автоматы для приварки к листу торцов стержней, машины для приварки тонких листов цветного металла, для сварки соединений в схемах электрических аппаратов (радиоаппаратура) и пр.

Необходимо освоить производство машин для автоматическойстыковой сварки прерывистым оплавлением, высокопроизводительных автоматов для стыковой сварки деталей массового производства, небольших сечений, автоматов для электростатической ударной импульсной сварки, переносных стыковых машин для сварки рельсов, железобетонной арматуры, труб и др., машин для вертикальной сварки оборудования, для резки металлов методом оплавления и пр.

Должны быть освоены машины для шовной сварки труб большого и малого диаметра, для сварки массовых изделий при механизированной подаче при отборе изделий, переносные шовные машины, машины для сварки больших поверхностей (крыши т. д.).

Аппараты для прямого нагрева металла электрическим током находят все большее применение в промышленности при различных видах горячей обработки металлов, нагреве, при ковке и горячей штамповке, при навивке пружин, при различ-

ных видах термообработки, при протяжке и прокатке; при пайке, лужении, при горячей посадке и снятии, при электрографировании, бронзировании, брикетировании, при поверхностной закалке и пр. Потребность промышленности Советского Союза в аппаратах для прямого нагрева весьма трудно, но этих аппаратов потребуется большое количество. Следовательно, их производство необходимо также расширять,

Таким образом увеличение выпуска и усовершенствование конструкций контактных электросварочных машин мы считаем одной из важнейших задач в области сварочного дела в третьей пятилетке. Положение с оборудованием для дуговой электросварки является значительно более благоприятным как в количественном, так и в качественном отношении.

Что касается оборудования для ручных дуговых постов, то производство их можно было бы оставить на том же уровне, но расширить ассортимент машин по мощности.

Необходимо наладить выпуск дуговых генераторов и трансформаторов на силу тока от 15 до 125 А и многопостовых генераторов и трансформаторов.

Необходимо улучшить качество вспомогательной аппаратуры для дуговых постов: электрододержателей, щитков, масок, соединительных муфт, заземляющих контактов и пр.

Чрезвычайно актуальным для дуговой электросварки является вопрос о выпуске и разработке дуговых автоматов. По объему сварочных работ наша промышленность требует техники работающих автоматов, подобной технике США. В начале четвертой пятилетки потребность нашей промышленности в дуговых автоматах будет выражаться в 2,5—3 тыс. шт. Много энергии затрачено на создание оборудования для автоматической сварки, но это не дало пока значительных практических результатов. Заводу «Электрик» необходимо освоить производство автоматической головки для сварки открытой дугой, обладающей высокими динамическими свойствами. Необходимо также разработать конструкцию и построить автоматы для сварки закрытой дугой прямых и кольцевых швов. Исследовательским организациям необходимо решить вопрос о подборе флюса для сварки закрытой дугой.

Потребность в оборудовании для атомно-водородной сварки будет выражаться в начале четвертой пятилетки в 3—3,5 тыс. аппаратов. Необходимо освоить выпуск подобных аппаратов на силу тока 10—50 и 50—175 А, выпустить небольшие серии полуавтоматических и автоматических головок для атомно-водородной сварки, а также расширить ассортимент выпускаемых горелок.

Заслуживает внимания также применение выпрямителей для дуговой электросварки. За границей для сварки дугой постоянного тока начали применять различные выпрямители: газотронные, медно-закисные или купроксиевые и селеновые. В Советском Союзе они пока еще не изготавляются в формах, необходимых для дуговой электросварки.

Обращаясь к проблемам сварных конструкций, мы должны признать основным и наиболее актуальным насегодня вопрос о напряжениях и деформации, возникающих в изделии в процессе сварки. Этот вопрос в свою очередь тесно связан с изучением теплового состояния металла при сварке.

Наибольшее число вопросов, требующих основательного изучения и разрешения на протяжении

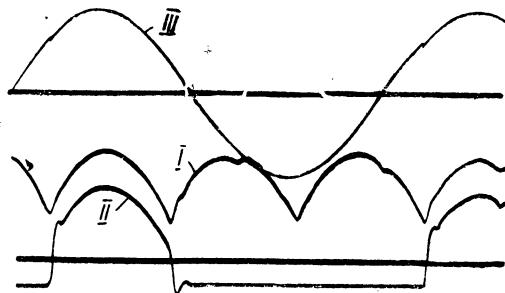


Рис. 1

С этой точки зрения по моему мнению преимущества на стороне дуговых выпрямителей. В них очень легко осуществить интенсивный унос тепла потерь, а потому и объем этих аппаратов для мощностей и напряжений, указанных выше, можно рассчитывать получить много меньшим, чем для приборов ионных и электронных.

Из этого, однако, не следует, что я предлагаю работу над ионными и электронными выпрямителями прекратить. Мне кажется лишь, что имеется достаточно оснований уделить дуговым выпрямителям несколько большее внимание, чем первой системе. И во всяком случае сейчас совершенно необходимо направить все усилия к скорейшему созданию в первую очередь выпрямителя, который надежно работал бы при указанных выше мощностях и напряжениях и имел бы размеры, не превышающие размеры существующих статических трансформаторов.

Не подлежит сомнению, что эта задача является

одной из самых труднейших задач техники и потребуется для разрешения ее еще не один год работы, но нет технических задач, которых нельзя было бы разрешить. Все дело здесь во времени, в качествах людей, которые будут работать, и количестве материальных средств. Проблема создания указанного выше выпрямителя принадлежит, несомненно, к тем, которые требуют настойчивой кропотливой работы, в которой шаг за шагом систематически преодолеваются трудности, стоящие на пути к цели.

Между прочим в Харьковском электротехническом институте ведется работа над оригинальной системой дугового выпрямителя. На рис. 1 представлена осциллограмма, снятая с трехфазной модели этого выпрямителя; кривая I на этой осциллограмме дает выпрямленный ток, кривая II — ток одной фазы и кривая III — напряжение. Опыты были проделаны при напряжении 5100 В. Некоторые наши весьма авторитетные специалисты высказывали большие сомнения относительно возможности нормального протекания процесса короткого замыкания двух фаз трансформатора. Как показывает кривая II, процесс коммутации происходит здесь вполне благополучно.

Основные трудности, над преодолением которых сейчас идет работа, лежат как раз не в процессе коммутации, который легко регулируется, а в процессе нормальной работы; здесь наблюдаются некоторые явления паразитного характера. При однофазной модели с ними удалось справиться; надо думать, что через некоторое время удастся устраниить их и при трехфазной.

## Развитие применения токов высокой частоты в промышленности

**Член-корр. Академии наук СССР В. П. ВОЛОГДИН**  
Ленинградский электротехнический институт им. Ленина

Среди многочисленных отраслей электротехники техника высоких частот уже давно заняла очень видное место. Однако ее применения относились почти исключительно к области связи, образовав широкую отрасль радиотехники.

Применения токов высокой частоты в других областях, помимо связи, правда, имели место уже давно, например, в виде токов д'Арсонвала, но эти применения по своей значимости не заслуживали большого внимания и, кроме того, носили характер скорее физический, чем технический.

За последнее время положение резко изменилось, и применения повышенных и высоких частот начинают приобретать все больший и больший интерес, завоевывая новые области. Особенно резкий сдвиг в смысле расширения применений токов повышенной частоты наметился за последние 3 года.

Если в течение многих лет повышенные и высокие частоты применялись в медицине, то теперь можно назвать целый ряд областей либо уже использующих, либо делающих попытки использования повышенных частот. Так, стремление получить быстроходные двигатели дало толчок

к постройке генераторов и двигателей повышенной частоты. Такие установки в настоящее время можно видеть на многих крупных заводах массового производства. Еще больший масштаб применений повышенной и высокой частоты дало использование ее для индукционных печей без железного сердечника. Наконец, за самые последние годы видное место заняло использование высоких и повышенных частот для поверхностной закалки индукционным методом. В этой области находит применение весь диапазон частот, начиная от 50 до десятков миллионов Гц.

Помимо этих крупных применений, можно указать целый ряд более мелких, как использование высоких частот радиодиапазона для сушки дерева, вытопки сала, нагрева в консервной промышленности, и, наконец, в самое последнее время высокие частоты предлагается применять для оттаивания промерзшей почвы при ремонте электро- и водосетей и вообще на строительных работах.

Перечисленные применения, конечно, далеко не исчерпывают те возможности, которые раскрывает повышение частоты для технических применений электроэнергии.

Первые шаги по постройке генераторов и приборов повышенной и высокой частоты в России были предприняты еще в 1907 г. на заводе Н. Глебов и Ко, когда была сделана попытка постройки генератора 500 Hz мощностью около 1 kW инж. Бернатовичем и В. В. Субботиным. Этот генератор назначался для питания озонаторной установки, но полностью не был закончен. В качестве типа был выбран клювообразный индукторный тип (klauen Turé). Непосредственно после этой попытки на том же заводе автор этой статьи предпринял разработку типов машин и генераторов 1000 Hz, которые должны были служить источником для питания звучащих радиостанций, только что начавших входить в употребление. Постройка этих машин была начата по инициативе И. И. Рейгартина и имела своей конечной целью создание независимой от заграницы системы радиопередатчика. Необходимо напомнить, что в то время почти все наше электромашиностроение целиком зависело от заграницы. На заводах и на рынке почти всецело господствовали конструкции Сименса и Всеобщей компании. Поэтому взять на себя обязательство разработать самостоятельный тип машины, да еще на такой частоте, которая казалась тогда весьма трудно исполнимой, представлялось очень рискованным делом, почему фирма Н. Глебова отказалась делать это на свой счет, и автор принужден был обходиться личными средствами, взяв весь риск на себя.

В качестве исходной конструкции можно было взять конструкцию индукторного типа, относящуюся к более низкой частоте в 500 Hz, изготовленную заводами Сименса, или переменно-полюсную машину завода Боас. Автор остановился на индукторном типе, над развитием которого впоследствии работал в течение нескольких десятков лет, считая его наиболее целесообразным для генераторов повышенной и высокой частоты. В результате на заводе б. Глебова была построена для морского ведомства серия машин мощностью в 2 kW. В этой конструкции двигатель был смонтирован на общей фундаментной плите, как показано на рис. 1. Этот агрегат послужил основой для развития всех дальнейших типов машин повышенной частоты конструкции автора, так как в результате испытания агрегата можно было хорошо познакомиться со всеми особенностями машины индукторного типа и с теми трудностями, которые возникают при повышении частот до 1000 и более Hz.

Одновременно с этим генератором был разрабо-

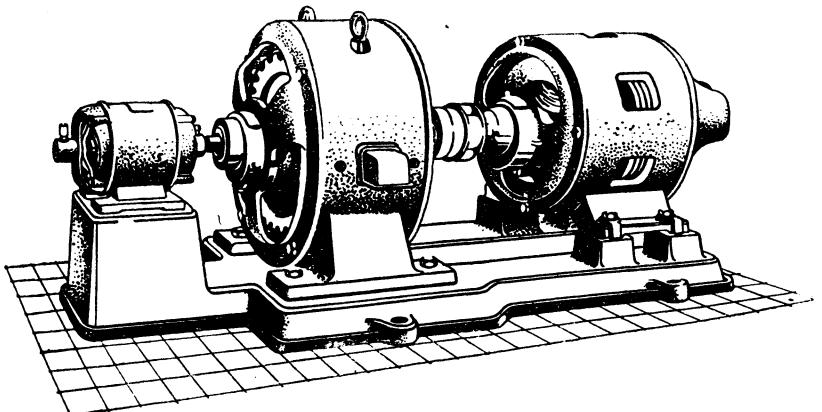


Рис. 1. Генератор типа JWY, 2kW, 1000 Hz, 2500 об/мин., с двигателем конструкции Вологдина. Завод Глебова, 1910 г.

тан трансформатор высокого напряжения на 1000 Hz, в котором были допущены большие объемные нагрузки для активного материала, совершившие непривычные в то время для электротехников. Однако принятие таких больших нагрузок хотя и представило большие затруднения с конструктивной стороны, из-за трудности отвода тепла, однако, сразу же выявило все те преимущества, которые связаны с высокой частотой при построении машин и трансформаторов, и дало ряд ценных указаний. После успешной постройки генератора 1000 Hz представители морского ведомства сделали предложение создать и построить генератор уже теперь не повышенной, а высокой частоты, с частотой не меньше 50 000 Hz. Это предложение явилось результатом ознакомления с иностранной литературой, в которой были приведены указания на генератор высокой частоты, построенный Александрсоном в США. Попытка получения подобного генератора от Сименса встретила затруднения в виде громадной суммы — в 200 000 руб. которая была запрошена фирмой за разработку подобного генератора, тогда как предложенный автором генератор стоил всего лишь 7000 руб.

В основных чертах конструкция предложенного генератора копировала генератор Александрсона. Здесь сделано было только упрощение: было решено работать без добавочных подшипников, пропомощи которых Александрсон переходил критическую скорость ротора, так как в конструкции был использован принцип гибкого вала. Число оборотов составляло 20 000 при окружной скорости свыше 300 m, а ротору была придана форма диска равного сопротивления. Передача от электродвигателя здесь в обоих случаях была взята в виде редуктора с передаточным числом 1 : 10. Редуктор имел колеса с винтовым зубом малого модуля, хорошо зарекомендовавшим себя в турбинах Лаваля.

Большие затруднения здесь представило высокочастотное железо, а также изоляция обмотки якоря от корпуса в виду крайне малого полюсного шага, так как даже при окружной скорости в 300 полюсный шаг составлял всего лишь 2,62 mm.

Эти трудности были мной преодолены путем применения в настоящее время хорошо известного тогда совсем не применявшейся изоляции обмотки якоря, состоявшей из слоя эмали, покрытого слоями шелковой обмотки. Такая изоляция пре-

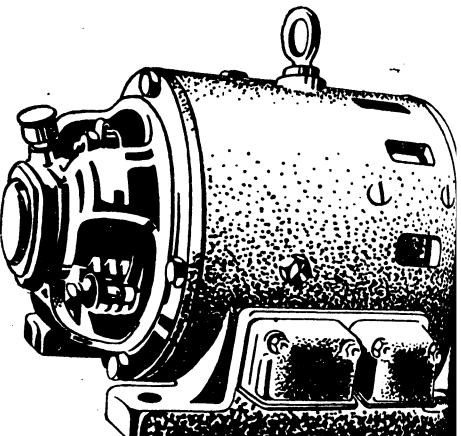


Рис. 2. Агрегат повышенной частоты сиси Вологдина; мощность генератора 5 kW, 1000 Hz, 2500 об/мин., с двигателем постоянного тока вод Дюфлон и Ко, 1913 г.

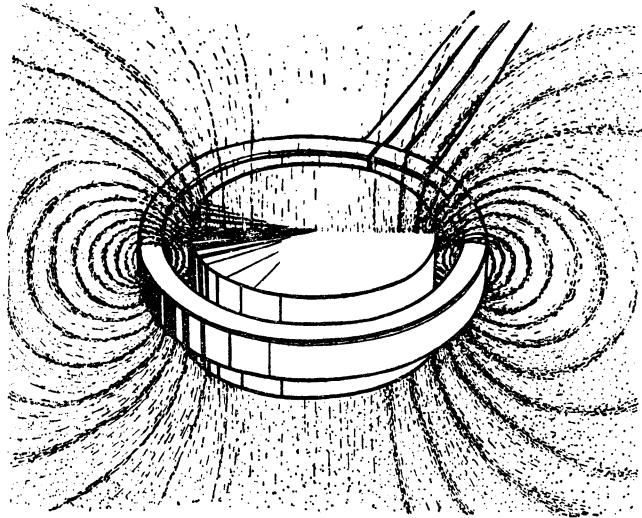


Рис. 7. Нагреваемое тело в магнитном поле

ственной задачи и получения нового опыта в области высоких частот, целый ряд идей, относящихся к области электротермии. Работы в области высоких частот указали на громадные возможности в смысле повышения концентрации энергии, которая связана с увеличением частоты тока. Кроме того, повышение частоты дало возможность уменьшить до небольших размеров индуктирующее и преобразующее энергию устройство.

Весь этот опыт вылился в совершенно новый метод поверхностной закалки стали. Этот метод использовал, с одной стороны, те обычно нежелательные явления, которые особенно резко проявляются при повышении частоты, а именно явления вытеснения тока во всем их разнообразии. Здесь можно назвать прежде всего поверхностный эффект (скин-эффект); явления близости, явления, проявляющиеся в катушках, а также явления вытеснения тока, связанные с наличием магнитных расслоенных масс и выражаемые в уравнениях Фильда. Кроме того, использовалась легкость концентрации энергии, связанная с повышением частоты.

Более поздние работы показали, что от области высоких частот можно перейти к значительно меньшим частотам, если использовать зависимости, казывающиеся в изменении явлений вытеснения при уменьшении проницаемости в точке Кюри.

Метод поверхностной закалки, использующий перечисленные явления, можно представить по схеме рис. 6. Здесь 1 — нагреваемое тело; 2 — индуктор в виде кольца или спирали, по которой пропускается ток высокой частоты; 3 — генератор высокой частоты в виде машины или лампы; 4 — трансформатор, служащий для понижения напряжения, питающего индуктор; 5 — конденсатор, компенсирующий индуктивность закалочной системы при создании более высокого  $\cos \varphi$  тока генератора. Необходимость в компенсации  $\cos \varphi$  в закалочных устройствах, так же и в печах без железного сердечника, обусловлена наличием разомкнутых магнитных цепей, создающих большое рассеяние, что весьма сильно увеличивает индуктивность системы.

Действие схемы рис. 6 состоит в следующем. под влиянием тока индуктора 2 создается магнитное поле, как это видно на рис. 7. Это поле проникает нагреваемое тело, проникая в него лишь

на небольшую глубину, если частота для данных размеров тела достаточно велика. Одновременно с этим на той же глубине имеет место индуцируемый ток. Глубина слоя с током в первом приближении может быть выражена уравнением

$$\delta = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{P}{f\mu}}.$$

В результате прохождения тока, если этот ток имеет достаточно большую силу, поверхностный слой глубиной  $\delta$  нагреется до температуры, лежащей выше точки  $A_{c3}$ , и после охлаждения слоя водой или маслом примет закалку. Нагрев только поверхностного слоя будет иметь место только в том случае, если теплопроводность не успеет оказаться своего выравнивающего действия, а это в свою очередь будет только при очень малых временах нагрева, измеряемых секундами. Отсюда ясно, что данный метод тесно связан с необходимостью громадной концентрации энергии, достигающей нескольких  $kW/cm^3$  нагреваемой поверхности тела. Так как при данном методе выделение тепла идет внутри нагреваемого тела бесконтактным индукционным способом, то становится возможным точная дозировка энергии, нужной для нагрева, т. е. получение тех температур, которые задаются термистами для данного металла. Помимо этого, выделение тепла внутри слоя ведет к возможности уменьшения времени нагрева в 100 и 1000 раз без перегрева наружной поверхности, который исключительно связан с нагревом поверхности путем теплопроводности. Здесь же мы это явление уменьшаем до тех пределов, при которых оно не сказывается в виде большого перегрева.

В результате всего этого данная система открывает совершенно новый путь для закалки, особенно при массовом производстве. Этот путь состоит в устройстве автоматических станков. Пример такого устройства представляет автоматический станок для закалки коленчатых валов завода ЗИС, построенный лабораторией завода совместно с заводом ЗИС (рис. 8). Здесь на коленчатом валу, за-

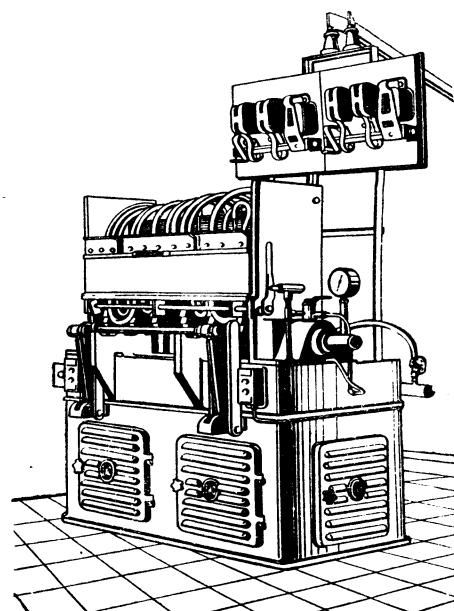


Рис. 8. Закалочный станок-автомат для закалки коленчатых валов сист. ЗИС, лабор. Вологдина, ЛЭТИ, 1938 г.

# Высокочастотная электротермия и промышленная электроника

Инж. Г. И. БАБАТ

Ленинградский завод «Светлана»

60-летний юбилей журнала «Электричество» совпадает с 10-летним юбилеем американского журнала «Electronics». В 1930 г. электровакуумные приборы начали получать в США столь разнообразные и широкие применения, что стал возможным выпуск специального журнала, посвященного промышленной электронике.

В нашем Союзе за последние 10 лет электровакуумные приборы также нашли ряд промышленных применений. Можно подвести некоторые итоги и наметить пути дальнейшего развития.

До сих пор электровакуумные приборы не произвели в промышленности такого революционного изменения, как в технике связи или в кинотехнике, например, где они сделали говорящим немое кино.

Вентильные двигатели, передача энергии постоянным током — эти применения находятся и, повидимому, долго будут находиться в стадии лабораторных исследований.

В настоящее время можно заметить некоторый подъем интереса к промышленным применением электровакуумных приборов. Это — несправедливо. Рентабельность многих, не столь, правда, эффективных применений электровакуумных приборов явно доказана, однако они еще недостаточно широко вошли в промышленную практику.

В первую очередь надлежит назвать разного рода следящие системы и устройства для автоматического регулирования приводов. Здесь показатель опыта ГЕС, добившейся больших успехов благодаря разработке специальных электрических машин, управляемых электровакуумными приборами.

Обширная область применения электровакуумных приборов — это электросварка. В США работает еще тысячи сварочных прерывателей с игнитронами и тиатронами. В нашем же Союзе имеется не больше 100 установок. Такое отставание можно быть ликвидировано.

Самая молодая, но и самая многообещающая часть промышленной электроники — это высокочастотная электротермия.

Токи высокой частоты позволяют осуществить в любых проводящих материалах, а также для диэлектриков индукционный нагрев с выделением тепла внутри самого обрабатываемого объекта. Эта возможность во многих случаях революционизирует технологию производства. Длительность работы часто сокращается в десятки и даже в сотни раз. Обрабатываемым изделиям могут быть приданы свойства, не достижимые другими методами. Для целей нагревания высокочастотный ток является значительно более пригодным видом энергии, чем ток частоты 50—60 Hz.

Наиболее разработанный метод получения токов высоких частот — это применение ламповых генераторов.

Однако в области производства мощных ламп есть к тому, что 1 kWh высокочастотного тока (до частот 10<sup>7</sup> Hz) стоит лишь в 2—3 раза дороже, чем при токе 50 Hz.

Мощность одного установленного kW, включая

контурные конденсаторы и нагревательные устройства, обычно не превышает 1000 руб.

Современные ламповые генераторы просты и надежны в эксплуатации. Они могут строиться на мощности от долей ватта до тысяч киловатт.

Нагрев проводящих материалов с малым удельным сопротивлением (в частности металлов) должен производиться в магнитном поле при помощи индукторов. При этом применяются как частоты звукового диапазона (500—10 000 Hz), так и радиочастоты (10<sup>5</sup>—10<sup>6</sup> Hz).

Для металлообрабатывающей промышленности наибольшее значение имеет пока индукционный нагрев под закалку.

В настоящее время на заводах нашего Союза работает около 10 высокочастотных закалочных ламповых установок (большая часть их построена на основании разработок завода «Светлана»). Серийное производство таких установок налаживается на заводе «Светлана». В первую очередь предполагается выпускать установки мощностью в 20—40 kW.

Надо полагать, что в 1941 г. в эксплуатации будет находиться не меньше 100 установок.

Помимо закалки, можно производить индукционным путем нагрев под ковку и штамповку.

Совершенно новые перспективы открывает механическая обработка при индукционном подогреве. Обработка с подогревом позволяет использовать для ряда изделий такие материалы (например сталь Гадфильда), которые дешевы, обладают высокой прочностью и износостойчивостью и не применялись до сих пор исключительно из-за трудной обрабатываемости.

Во многих случаях обработку резанием можно будет заменить обработкой давлением, накаткой и т. п., что сократит расход материалов и уделит производство.

Индуктивный нагрев может также применяться для ускорения сушки эмалированных металлических изделий (например автомобильных кузовов).

Индукционный нагрев плохих проводников и диэлектриков должен производиться в электрическом (конденсаторном) поле. Здесь требуются частоты радиодиапазона вплоть до ультравысоких частот (до  $f = 10^8$  Hz).

Из промышленных применений, получивших распространение в нашем Союзе, пока можно назвать сушку древесины и обработку пищевых продуктов (вытапливание жира, консервирование соков и компотов, сушку чая и т. п.).

Ведутся опыты над рядом других объектов: размораживание грунтов при зимних земляных работах, вулканизация резиновых изделий, нагрев химической аппаратуры и т. д.

Большое значение имеет высокочастотный нагрев в медицине. Выделяемое при ультравысоких частотах тепло весьма благоприятно действует на всякого рода воспаления. В самое ближайшее время ламповый генератор должен стать таким же неотъемлемым оборудованием всякой благоустроенной

клиники, как, например, рентгеновский аппарат. Однако во всех областях высокочастотной электротермии хочется предостеречь от переоценки возможностей токов высокой частоты. Технологический эффект токов высокой частоты обусловлен исключительно выделяемым ими теплом. Применяемые частоты слишком низки, чтобы воздействовать на молекулярные процессы.

Между тем приходилось сталкиваться с термистами, которые требовали, например, поверхностно закалить углеродистую сталь, содержащую всего 0,3% С и, следовательно, вообще не поддающуюся

закалке. Распространено также было ошибочное мнение, что высушенное при помощи высоких частот дерево обладает какими-то новыми свойствами.

Правильный трезвый взгляд на высокочастотную электротермию избавит инженеров и хозяйственников от многих разочарований и будет способствовать ее быстрому и широкому распространению.

Журнал «Электричество», как один из ведущих органов советской технической мысли, должен привести углубленное обсуждение всех проблем применения электроники и, в частности, высокочастотной электротермии.

## Василий Назарович Каразин

Член-корр. Академии наук СССР М. А. ШАТЕЛЕН  
Ленинградский индустриальный институт

Тяжела была участь пионеров русской электротехники. Не баловала их судьба в царской России, да и потомство быстро забывало многих из них.

Такова судьба и одного из русских «любителей наук», работавшего в начале девятнадцатого столетия, Василия Назаровича Каразина, еще в 1810 г. предложившего применить электричество для изготовления «искусственной селитры», нужной для сельскохозяйственного удобрения.

В. Н. Каразин был одним из тех русских интеллигентов самого конца XVIII и начала XIX вв., которые не мирились с положением тогдашней России, стремились бороться с господствовавшим режимом путями, которые им казались наиболее целесообразными.

Происходя из дворян Харьковской губернии, он по тогдашнему обычаю еще мальчиком был зачислен в военную службу, которую фактически начал нести с 18 лет. В противность большинству военной молодежи того времени, он стремился учиться — сначала в Харькове, а затем в Петербурге, где он слушал лекции в Горном корпусе. Не выдержав жестокости павловского режима, В. Н. Каразин в 1798 г. пытался бежать за границу, но был пойман.

«Я желал укрыться от твоего правления, страшась его жестокости», — писал в своих объяснениях императору Павлу I арестованный Каразин. «Многие примеры, разнесенные мольвой в пространстве царства твоего, грозили моему воображению день и ночь. Не мог я иметь ни случаев, ниже поводов оскорбить тебя, но свободный образ моих мыслей мог быть уже преступлением».

Попытка к бегству и арест положили конец военной карьере Каразина.

После воцарения Александра I В. Н. Каразин, увлеченный общими надеждами, шлет царю ряд писем и записок, делает ему доклады. Сначала, как будто, Каразин успевает в своих делах: по его проектам учреждается министерство Народного Просвещения, пересматриваются уставы академий и университетов и даже основывается новый университет — Харьковский.

Однако успехи Каразина были непродолжительны. Уже в 1804 г. Каразин принужден был уда-

литься из Петербурга в свое имение в Харьковскую губернию, где и занялся сельским хозяйством.

Он начал с того, что занялся улучшением бытования крестьян, дал им в неотъемлемую собственность землю, организовал крестьянское самоуправление, создав выборную сельскую «думу» с определенными правами, надеясь такими мероприятиями оградить крестьян от помещичьего произвола.

Вера в возможность добиться общих преобразований от тогдашнего правительства не оставляла Каразина, и он вновь начал писать записки Александру I.

Эти письма и записки имели для автора весьма печальные последствия: он был снова арестован и заключен в Шлиссельбургскую крепость и по осуждении выслан в деревню с запрещением письму бы то ни было, иначе чем через посредника губернатора, т. е. фактически лишен был вовсе возможности писать. Лишь значительно позже, в царствование Николая I, Каразину было разрешено выезжать из деревни, без дозволения, однажды въезда в Петербург.

Вынужденное долголетнее пребывание в деревне отрыве от общения с научными и общественными силами тогдашней России, не сломило, однако, Каразина. Он предался с рвением научным занятиям, занимался, главным образом, вопросами связанными с улучшением сельского хозяйства.

Интересуясь еще в период учения химией и геологией, Каразин стремился применить свои познания к увеличению производительности полей и улучшению продуктов земли. Он увлекался метеорологией, доказывая, что для сельского хозяйства метеорология имеет исключительно важное значение. В 1811 он читал в Московском Обществе Естествоиспытателей свою записку «О метеорологии».

Наряду с метеорологией Каразин увлекается сельскохозяйственной химией, вводит у себя улучшений в подготовке земли и, между прочим, строит селитренный завод для получения искусственных удобрений. Именно забота об изготавливании в достаточном количестве искусственных удобрений и привела Каразина к мысли использовать для этой цели электричество.

Как известно, конец XVIII столетия и начало XIX были особенно богаты открытиями в области



В. Н. Каразин

ектрических явлений. Работы Вольта, Пристлея, Авендиша, Деви и др. положили начало целому ряду практических применений электричества. Особенное значение имели в то время работы Франклина, Ломоносова, Рихмана и других исследователей атмосферического электричества, показавшие его тождественность с электричеством, получаемым различными, известными тогда способами, и, таким образом, как бы дали в руки экспериментаторов важнейший источник электричества.

Каразин, интересовавшийся и физикой и метеорологией, увлекся идеей возможности применения этого могущественного фактора к земледелию. Он изучал действие электризации на растения, т. е. то, что мы называем теперь электрокультурой, и сам экспериментировал в этой области, изучая действия электричества на процессы брожения и т. п. Но выше всего его увлекала мысль получать азотные соединения, необходимые для удобрения, за счет окисления азота воздуха. Опыты Кавендиша на единение азота воздуха с кислородом под воздействием электрической искры были хорошо известны Каразину, и он мечтал, использовав единственный источник мощных электрических разряда, известный в его время, — атмосферное электричество, получать нужные окислы азота.

Каразин надеялся получить содействие правительства в задуманном им деле и, повидимому, не решаясь обращаться непосредственно к царю, записал о своих предположениях в 1814 г. всему Аракчееву, находившемуся тогда вместе с Александром I в Париже.

Открытие о составлении селитры посредством какой электрической силы назвал я принадлежащим к числу важнейших. Не притчите, Милостивый Государь, к самолюбию сего выражения. Если, как надеюсь я совершенно, утвердит мое положение о низведении электричества с верхних слоев атмосферы, то будет приобретено новое, которым человек доныне еще не владел...

Рассудите, Ваше Сиятельство, какие новые последствия окажутся, если мы завладеем массою электрической силы, в атмосфере рассеянной, если мы будем в состоянии ею располагать по своей воле... Не одну селитру станем тогда созидать. В воображении я еще гораздо более предвижу. Поелику электричество употребляется природою первым орудием к производству метеоров, то не достигнет ли, когда-нибудь посредством онаго человек до возможности располагать, по крайней мере в некотором пространстве, состоянием атмосферы: производить дождь и ведро по своему произволу? Вы столь просвещены, Милостивый Государь, что не станете смеяться над моим предположением, сколько оно не дерзко».

В последнем Каразин жестоко ошибся: Аракчеев именно стал смеяться над его предположениями.

Когда при проезде Аракчеева через Харьковскую губернию, где жил Каразин, крестьяне просили его о помощи по случаю неурожая, он ответил просителям: «Странно, что вы голодаете; под боком у вас живет колдун, который сводит с небес дождь и гром, когда захочет; обратитесь к нему».

Несмотря на такое отношение к предположениям Каразина, через четыре года после письма к Аракчееву, от Василия Назаровича от имени царя потребовали подробного изложения его соображений. По этому требованию Каразин представил в 1818 г. Александру I записку под названием: «О возможности приложить электрическую силу верхних слоев атмосферы к потребностям человека».

Записка начинается словами: «Когда в половине XVIII века нашли тождество электрической силы, обнаруживающейся при трении стекла и других тел с действиями молний и сделали опыты проводить сию последнюю в место, назначенное по произволу, то не замедлили заметить, что сюю силу, или веществом (доныне еще трудно определить, что она такое?) изобилует атмосфера. Физики же де-Люк и Гумбольд уверили нас, что атмосфера тем более ей изобилует, чем более отдалена от земли»...

«Почему же не думать, что человек может заставить себе повиноваться и электрическую силу, подобно тому как повинуются ему животные, вода, воздух, огонь? Все дело только в том, чтобы достичнуть до ее хранилища и устроить канал. Но хранилище ее уже известно: это высоты атмосферы, природная область громов и лучезарных метеоров, каналом может служить всякая металлическая проволока, а воздушные шары или аэростаты, — якобы для удержания конца сей металлической нити постоянно в надлежащей высоте».

Для низведения этой «электрической силы» в «место, назначенное по произволу», Каразин предложил свой «электро-атмосферный снаряд», состоящий из воздушного шара из прорезиненной тафты, привязанного на шнуре, слегка оплетенном серебряной, может быть и вызолоченной проволокой. Внизу «вместо резервуара, должен быть из медных блях составленный высеребренный шар, ибо никакая другая фигура по угловатости своей к сему неспособна».

«Гумфри-Деви в Англии сделал чудесные, можно сказать, открытия посредством гальванического снаряда», — говорится далее в записке о приложении электричества. «Но что будут значить опыты действия, производимые самою большою электрическою или гальваническою машиной, против предла-

гаемого мною электроатмосферного снаряда!.. Опыты, производимые предполагаемым снарядом, будут, конечно, поразительны. Они откроют множество новых истин, обнаружат такие таинства в естестве, которые без сего пособия были бы во веки неизследимы».

Далее Каразин перечисляет возможные следствия своих опытов, в частности, для химии (земледельческой химии в особенности). «Мы подойдем к тем великим средствам, которые сама природа употребляет для сложения и разложения тел».

«О как желал бы я,— восклицает Каразин,— чтобы судьба именно России предоставила сделать сей важный шаг на поприще наук и пользы рода человеческого!»

Но эта надежда и желание не оправдались: записка передана была по повелению Александра I в Академию Наук. Академия поручила рассмотрение записки своему члену, академику Фусу.

Представленное Фусом заключение гласило, что «устройство электроатмосферного снаряда, по проекту Каразина, будет бесполезно, поелику помочь простейших орудий, как то лейденских банок, гальванического столба и проч., хотя медленнее, но зато несравненно легче, надежнее и при меньших затратах, добывается такое количество электричества, какое бывает нужно».

С мнением академика Фуса согласился и ученый Комитет Главного Правления училищ и об этом заключении было министром Народного Просвещения кн. Голицыным доложено императору.

На этом и кончились все попытки Каразина организовать в России систематическое изучение атмосферного электричества и попытки применить его к практическим целям.

Конечно, во всех предложениях В. Н. Каразина весьма много наивного, много научно необоснованного, но если припомнить, в какую эпоху, при каком уровне развития учения об электричестве эти предложения делались, нельзя не отметить в них

многих здоровых мыслей, оставшихся неоцененными современниками.

Так, В. Н. Каразин ясно всюду подчеркивает необходимость для практических применений мощных источников электричества и так как в его время никаких искусственных способов получения многих разрядов высокого напряжения не знали, то и предлагал применить единственный известный тогда источник — атмосферные разряды.

Интересно сопоставить этот факт с попытками уже в наше время использовать атмосферные разряды для практических целей, хотя бы, например попытку выдающихся германских ученых, установить приемную антенну между двумя вершинами в Альпах, и от получаемого напряжения питать жесткую рентгеновскую трубку большой мощности.

Если теперь, когда мы обладаем мощнейшими генераторами и трансформаторами, дающими миллионы вольт, ученые все же обращают свои взоры на атмосферное электричество, то ясно, что мысль применения его весьма заманчива.

Интересно, что в вопросе о получении окиси азота из воздуха и изготовлении искусственной синтетической витрины В. Н. Каразин предвидел необходимость применения мощных разрядов высокого напряжения.

За 60 лет своего существования журнал «Электричество» не раз способствовал ознакомлению современных электриков с делами их предшественников — пионеров в вопросах практического применения электрической энергии.

И сам В. Н. Каразин, его деятельность в пользу сельского хозяйства и, в частности, работ по электричеству достойны того, чтобы о них и помнить именно теперь, когда интерес к изучению атмосферного электричества под влиянием требований практики так возрос и когда Академия национального Союза поставила в качестве одной из первых задач в своем Энергетическом институте изучение молний.

## Генератор молний

Об одном русском изобретении

Член-корр. Академии наук СССР В. К. АРКАДЬЕВ

Московский государственный университет им. Ломоносова

Здесь я хочу изложить материалы к вопросу об истории появления схемы, обычно носящей название «генератора молний», или менее правильное название «импульсный генератор».

Впервые она была мной предложена в 1914 г. для получения очень высоких напряжений путем трансформации электроэнергии автоматическим переключением конденсаторов, заряжаемых от обычного электромагнитного трансформатора.

В брошюре «Материалы по вопросу строительства Академии наук СССР», изд. АН, М.—Л. 1936 г., на стр. 17 были помещены следующие строки: «Современная техника сверхвысоких напряжений дает исследователю мощные средства для проникновения в ядро атома и искусственного его преобразования... В этой новой, богатой перспективами области науки мы не занимаем первого места... вследствие отсталости экспериментальной ба-

зы. Академия наук должна возглавить всю область работы. Отсюда необходимость создания специального павильона сверхвысоких напряжений. В основу оборудования этого павильона могут быть положены импульсные генераторы системы Эрнста Маркса (строительство передано в Академию наук по распоряжению Совнаркома, работа произведена инж. Ланге в Харькове)».

Приведенное место нам кажется несколько парадоксальным. Что касается многократного повышения напряжения при помощи искровых конденсаторных трансформаторов, положенных в основу указанного оборудования, то впервые опыты в этом направлении были выполнены в Москве в 1914 г. и подробно описаны в 1925 г. [1] в «Трудах ГЭИ имени ВЭИ (Всесоюзный электротехнический институт). Это был первый прибор, построенный по же схеме, по которой строятся современные гене-

горы молний». Привожу целиком мою статью 25 г., напечатанную под заглавием: «Искровой конденсаторный трансформатор».

Среди различных способов трансформации электрической энергии существует указанный еще Франклином метод, состоящий в пересоединении заряженных конденсаторов из параллельного расположения в последовательное. Гольц [2] и их [3] описали устройство механического приспособления, которое позволяло такое переключение производить с достаточной быстротой. В 1877—78 гг. Баклин [4] опубликовал опыты, которые он делал своей батареей из 800 аккумуляторов. Планте включал этой батареей конденсатор, составленный из 30, а потом из 40 слюдяных пластинок  $3 \text{ dm}^2$  площадью каждая. При вращении коммутатора, непрерывно производившего указанное переключение, т. е. соединявшего пластинки параллельно при заряде и последовательно для разряда, при этом, питаемый аккумуляторной батареей, давал искры в 4 и 5 см длиной. Еще в большем масштабе такой аппарат был построен Траубриджем [5], который пользовался батареей в 10 000 маленьких кумуляторов; конденсаторная батарея у него состояла из 120 плоских конденсаторов. Разряды, которые происходили при напряжении в  $3 \cdot 10^6$  V, воздухе имели вид искр в  $6\frac{1}{2}$  футов длиной 98 см; наибольшая же длина искры, полученная то время при помощи электромагнитного трансформатора (Э. Томсон), составляла 60 дюймов (52 см). Этим же вопросом интересовались Л-Кудр [6], который при помощи батареи в 100 франклиновых листов получал искры в 1 м длиной; Пфаундер [7], описавший свою конструкцию прибора, и Ломан [8], пользовавшийся способом переключения для измерения разрядного расстояния при высоком напряжении.

Экспериментаторы, изучавшие действие приборов, основанных на описанном принципе, указывают, что при значительном коэффициенте полезного действия такие трансформаторы представляют собой удобный способ получать электрическую энергию при высоком потенциале. Имея это в виду, я позволяю себе указать принцип, на основании которого можно построить такой аппарат, действующий автоматически, без помощи какого-либо двигателя или связанного с ним переключающего механизма; действие такого прибора основано на свойстве электрической искры быстро образовать в цепи хорошее замыкание большой проводимости.

На рисунке указана схема прибора, состоящего из 4 лейденских банок; их внешние и внутренние обкладки соединены жидкими проводниками с большим сопротивлением  $AB$  и  $CD$ . При зарядении

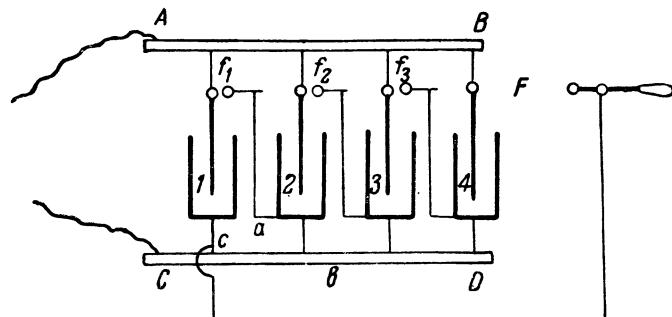


Рис. 2

при помощи машины или трансформатора все банки доводятся одновременно до одного потенциала; в этот момент они разряжаются при помощи указанных на рисунке разрядников  $f_1, f_2, f_3$ ; на наименьшее разрядное расстояние устанавливается разрядник  $f_1$ ; здесь сначала и появляется искра, которая соединяет собой наружную обкладку банки 2 с внутренней обкладкой банки 1. В результате потенциал банки 2 повышается, появляется искра  $f_2$ , что повышает и потенциал банки 3; таким образом ряд последовательных искр, доходя до последней банки, повышает ее потенциал до максимума. Образующаяся здесь большая искра  $F$  разряжает всю батарею.

Ясно, что сопротивление жидких проводников должно быть настолько велико, чтобы за время описанного быстрого процесса банки не могли через них разряжаться, например, по пути  $f_1abc$ , но оно должно быть и настолько малым, чтобы во время зарядения прибора, как во время значительно более медленного процесса, все банки одновременно заряжались до одного потенциала.

Прибор, построенный на этом принципе по моему предложению Н. В. Баклиным, состоял из 9 банок; емкость каждой составляла 800 см; электромагнитный трансформатор, питавшийся переменным током в 50 периодов в 1 sec, заряжал эти банки до невысокого потенциала: искра в  $f_1$  не превосходила 1 см; при разряде же такого прибора, который было бы можно назвать искровым конденсаторным трансформатором, искра в  $F$  достигала длины 15 см. Исследуя зависимость разрядного расстояния  $F$  от концентрации раствора жидкого сопротивлений, Н. В. Баклин нашел, что наилучшее действие имеет место при сопротивлении  $AB$  и  $CD$  в  $240\ 000\ \Omega$  каждое; при этом раствор заключал 0,4 g медного купороса на 1 липр воды; при изменении концентрации уже в 2 раза в ту или в другую сторону работа прибора заметно ухудшалась; при содержании же 0,07 или 160 g/l (соответств. 900 000 и 4000  $\Omega$ ) искры получались в 3 раза короче.

Описанные здесь наблюдения были выполнены в 1914 г. в физической лаборатории университета б. Шанявского, в Москве».

К сказанному в этой маленькой заметке теперь можно было бы прибавить, что механически работающие конденсаторные трансформаторы у нас строили Розинг, Лихов и Павлов [9]. Пик [10] в 1929 г. описывает схему, работающую по принципу нашего искрового трансформатора, как построенную им «по совершенно новому принципу». В действительности, как мы видели, этот новый метод впервые осуществлен у нас. За границей описание схемы многократного повышения напря-

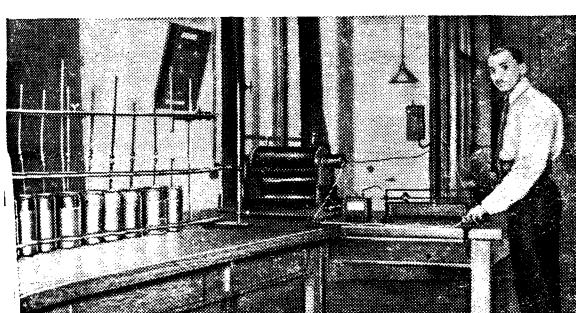


Рис. 1. Первая модель генератора молний (1914 г.)  
У прибора Н. В. Баклин

жения по нашему искровому методу после нас прежде всего появилось в Германии. Первый технический, работающий по нашему принципу аппарат описан Мельгорном в 1927 г. [11], сам Э. Маркс его описывает в 1928 г. В этом же году был опубликован и издан германский патент Маркса за № 455933 на схему искрового конденсаторного трансформатора; в патенте значится, что схема Маркса «патентована 12 октября 1923 г.».

Однако подробное описание первой искровой схемы многократного повышения напряжения в виде работающей модели «генератора молний» с указанием величины емкостей, сопротивлений и напряжений, прибора, собранного из примитивных лейденских банок, впервые появилось в СССР в 1925 г., на 2 года раньше, чем описание технического прибора фирмы Сименса и за 3 года до опубликования патента Маркса. Самые же опыты были произведены в 1914 г. в лаборатории П. П. Лазарева в Московском городском университете им. Шанявского (рис. 1).

Таким образом в основе конструкции одного из наиболее часто применяемого в высоковольтной технике аппарата лежит русское изобретение.

Заявление же Пика [1], что им был применен для получения напряжений в миллионы вольт «совершенно новый метод», является сильно завышавшим.

В 1939 г. исполнилось двадцатипятилетие первых опытов многократного повышения напряжений по методу так называемого «импульсного генератора» проведенных русскими электротехниками.

#### Литература

1. В. К. Аркадьев, Труды ГЭИ, № 6, 1925. Phys. Be 6, № 10, 694, 1925.
2. W. Holtz, Pogg. Ann. 155, p. 639, 1875.
3. E. Mach, Anz. d. Wien. Acad. 15, 1876.
4. G. Planté, C. R. 85, p. 794, 1877. 86, p. 761, 1878.
5. S. Trowbridge, Phil. Mag. 45, 98, 1898. 46, 243, 1898 Amer. J. Sc. 5, 57, 1898. Nature, 59, 343, 1899.
6. Müller-Pouillet, Lehrb. d. Phys., V, 208, 1909.
7. L. Pfaundler, Wien. Ber. 115, 2a, 479, 1906.
8. H. Lohmann, Ann. d. Phys. 22, 1008, 1907.
9. Б. Л. Розинг, Тел. и телефон. без пров., 8, 4, 411, 1927.
10. F. W. Peek, Trans. A. I. E. E. 48, 436, 1929. Ф. В. Пик, Диэлектрические явления в технике высоких напряжений ОНТИ, 140, М. — Л. 1934.
11. Melholt, Siem. Ztschr. № 8, 1927. О двухкратном повышении напряжения при помощи искры, см. Е. Marx, Siem. Ztschr. 45, 652, 1924.

## Итоги изучения молний в СССР

**Д-р техн. наук И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ**  
Энергетический институт Академии наук СССР

Систематическое и широкое изучение молний в СССР началось в 1935 г. и по существу было организовано Энергетическим институтом Академии наук СССР. Опираясь в своей деятельности на большое количество энергообъединений и ведя свои исследования в течение первых лет в тесной кооперации с ВЭИ, лаборатории по изучению молний ЭНИИ удалось за сравнительно короткий срок весьма широко развернуть работы и охватить различные стороны намеченной проблемы.

Сведения по отдельным выполненным этапам исследований уже публиковались и здесь поэтому приводится лишь общий обзор результатов, достигнутых в области изучения молний по основным направлениям работы.

1. Первым направлением, имеющим существенное значение в качестве базы для всех экспериментальных работ, является:

Создание специального оборудования, конструи-

рование и построение специальной аппаратуры и разработка методов регистрации грозовых разрядов в естественных условиях и на лабораторных моделях.

В качестве измерительной аппаратуры лабораторий применяются: катодные осциллографы мгновенного действия с холодным катодом, запаянные осциллографы с горячим катодом (общий вид новой конструкции запаянного осциллографа с горячим катодом и с механической разверткой показан на рис. 1); клидонографы (быстро врачающиеся статические); многолинзовье, многоскоростные фотокамеры; ферромагнитные регистраторы. Отдельные приборы изготовлены в массовом количестве: свыше 100 000 ферромагнитных регистраторов, свыше 4000 статических клидонографов (общий вид прибора показан на рис. 2), десятки быстро врачающихся клидонографов и т. д. Среди результатов, полученных с помощью перечисленной аппаратуры,

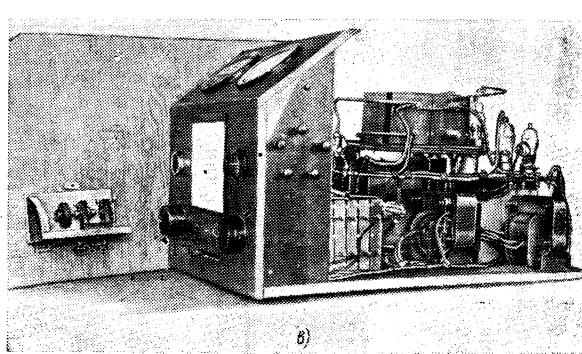
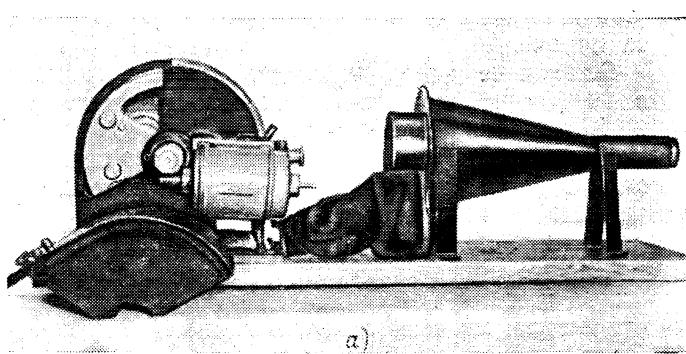


Рис. 1. Осциллограф с горячим катодом, запаянный, применявшийся для изучения молний:  
a — трубка и механическая развертка, b — электрическая схема питания трубы и управления осциллографом

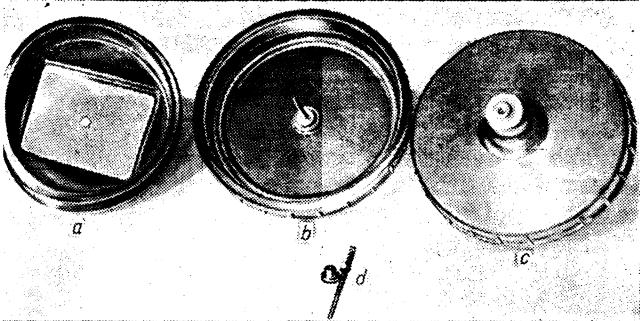


Рис. 2. Статический клидонограф:

*b* — две половины прибора, *c* — общий вид клидонографа, *d* — детали электродов

семьдесят эффективны зарегистрированные в 1939 г. осциллограммы изменений потенциалов на антенных близких и дальних разрядах молний. Некоторые из большого количества полученных осциллограмм показаны на рис. 3. Снимки сделаны осциллографом с горячим катодом с помощью быстрой механической развертки. Такого рода аппарат Союзе сконструирован и применен впервые.

речивым и неполным теориям о влиянии на избирательную поражаемость факторов ионизации, радиоактивности и пр., создать отчетливые представления о роли отдельных факторов и отметить решающую роль проводимости неоднородных включений в почве.

3. С целью накопления сведений о двух важнейших расчетных характеристиках молний — амплитудных значениях токов  $I_m$  и наибольшей крутизне  $K$  токовых волн — было предпринято массовое внедрение ферромагнитных регистраторов и статических клидонографов.

В течение четырех лет было сделано свыше 600 замеров  $I_m$ , по которым определено процентное распределение амплитудных значений токов молний.

В 1939 г. получено около 75 замеров  $K$ , что почти в три раза превысило число случаев замера  $K$ , произведенных в Швейцарии за 2 года. На основании этих материалов удалось более обоснованно выбрать расчетные параметры молний. Другим важнейшим результатом этого раздела исследования было установление факта влияния геофизических факторов на величины токов молний. Уменьшение проводимости почвы проявляется в уменьшении  $I_m$ .

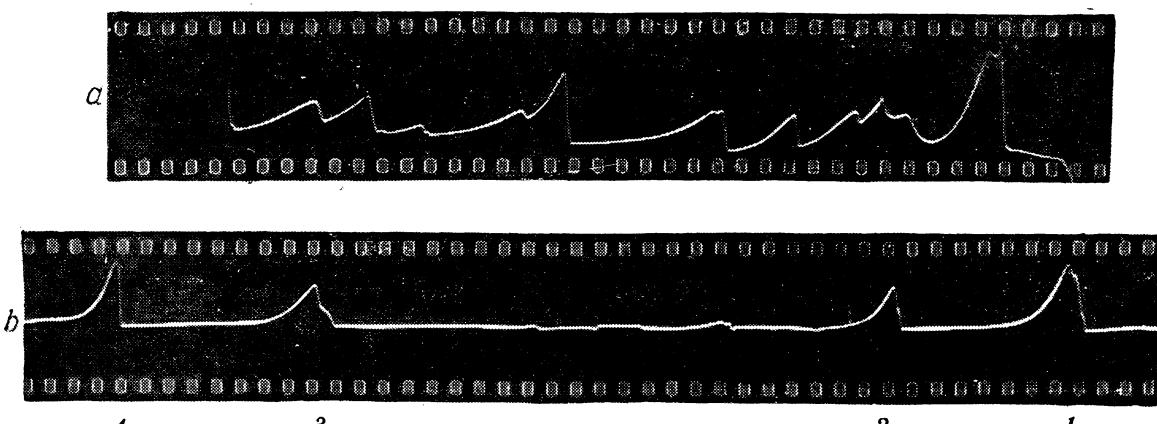


Рис. 3. Типичные осциллограммы индуцированных на антenne молниями напряжений, записанные осциллографом, изображенным на рис. 1:

*a* — участок осциллограммы, имеющей общую длину около 90 см, содержит 5 импульсов, *b* — примеры импульсов, имеющих ступенчатое развитие в части, соответствующей главному каналу (импульсы 2, 3 и 4)

Организация полевых и горных лабораторий измерения параметров молний и механизма ее развития была произведена в различных местах СССР. Лаборатории, хорошо оснащенные измерительной аппаратурой, включенные по специальному, работанным автоматически управляющимся ям, способствовали быстрому накоплению важных материалов. Изучению были подвергнуты: общий процесс протекания тока в период развития молнии, скорости образования отдельных элементов разряда (лидера и главного канала), общая структура грозового разряда (число импульсов, интервалы между ними, общая длительность молнии и пр.). Полученные материалы позволили дать вполне возможного механизма образования молний, составить новую классификацию разрядов и заключение по ряду важных характеристик.

Можно считать, что вопрос об изменении токов во время всего процесса формирования молний до конца ясен. К числу выясненных вопросов следует также отнести избирательность поражения земной поверхности. Работами, проведеными лабораторией, удалось, в противовес противо-

действию, подтвердить массовыми регистрациями в различных районах СССР. Значение открытого факта весьма велико как с научной, так и с практической точек зрения. Теоретически влияние проводимости оправдывает предположение о важной роли земли в образовании главного канала молний. С практической стороны степень грозозащитных мероприятий не должна больше рассматриваться лишь в зависимости от числа грозовых дней в данной местности.

4. Параллельно работам в области молний в лаборатории проводилось изучение механизма образования длинных искр от импульсных генераторов. Напряжение искусственных молний. Проведенные исследования показали, что развитие молний и искрового лабораторного разряда происходит в общих чертах, а в некоторой мере и в деталях, идентично. Этими работами положено основание для моделирования молний. Исследования также показали тонкую структуру развития токов в процессе образования искры, дали возможность количественно охарактеризовать скорости продвижения лидерных процессов и сопровождающих их токов.

5. На основе всех имеющихся материалов и

с учетом специфики конкретных случаев была проведена разработка руководящих указаний по грозозащите промышленных и др. сооружений. Специальной комиссией разработан подробный материал, на базе которого возможна проектировка грозозащиты практически любого типа сооружения. Расчет облегчается рядом графиков и упрощенных формул.

Рекомендуются типовые конструкции, элементы

соединений и типы заземлителей. Можно полагать что опубликование этой работы будет способствовать подъему практики грозозащиты на новую более высокую ступень.

В итоге проделанных работ советская электротехника в большой и сложной проблеме изучения молний и защиты от её действия имеет ряд достижений и занимает передовые позиции в этой области знаний.

## Сценическое освещение Большого и Малого залов Дворца Советов

Инж. Н. В. ПАНСКОВ

„Центрэлектромонтаж“

Большой и Малый залы Дворца Советов предназначаются для массовых заседаний, съездов, лекций и докладов. Наряду с этим Большой зал должен разрешать возможность демонстрирования технических и индустриальных достижений, а также осуществления массового театрализованного представления и кинопоказа. Осуществление театральных показов и концертных выступлений обеспечивается также и в Малом зале.

Большой зал, который будет вмещать 21 000 человек, имеет форму круглого амфитеатра, фиксирующую внимание зрителей на средизальной арене.

Средизальная арена представляет для постановщиков большие возможности, так как ее центральная часть выполнена в виде трансформирующегося планшета. Диаметр арены составляет 42 м и трансформирующейся части — 20 м. В трюме, — цилиндрическом помещении диаметром 82 м и высотой 10 м, располагается система накатных игровых площадок. Эти площадки могут быть художественно оформлены и поданы поочереди центральным подъемником из трюма на уровень арены.

Демонстрационное и сценическое оборудование Большого зала, отвечаая разнообразным постановочным требованиям, имеет в своем составе 8 накатных площадок, каждая специального назначения. Первая из них — трехэтажная театральная игровая площадка — представляет собой пространственную металлическую конструкцию цилиндрической формы диаметром 20 м и высотой в 9,5 м и предназначается для театрально-зрелищных выступлений. На площадке могут одновременно находиться до 1000 артистов.

Вторая площадка выполнена в виде светящегося стеклянного пола, предназначенного для балетных выступлений, художественной гимнастики и постановок больших феерий. Третья площадка оформляется в виде водяного резервуара диаметром 20 м и высотою 3,5 м, который служит бассейном для показа физкультурных выступлений, для демонстрации надводных и подводных технических моделей, подводной жизни, водолазных работ и прочее.

Из резервуара может быть мощный фигурный фонтан с высотою основных струй до 25 м. Четвертая площадка — искусственный ледяной каток, предназначаемый для показа фигурного катания и других конькобежных номеров.

Пятая демонстрационная площадка предназначается для показа различных экспонатов и для театрально-сценических постановок. На площадке может быть смонтирована грандиозная клетка для демонстрирования диких зверей. Шестая — спортивная площадка служит для показа физкультурных и танцевальных номеров, а также и для различных театральных постановок. К площадке подводятся пар, вода и сжатый воздух для нужд сценического оформления. На седьмой площадке устанавливаются 4 больших киноэкрана. Восьмая площадка представляет сейф, в который убираются все кресла партера зала, когда необходимо подготовить арену для постановок.

В Малом зале, имеющем форму полукруглого амфитеатра на 6000 человек, предусматривает эстрада с трансформирующимся планшетом.

Творческий состав, участвующий в большом синтетическом представлении в Большом зале, может доходить до 2000—2500 человек.

Искусственный свет в технике современного сценического оформления постановок является одним из основных средств зрелищной выразительности. Поэтому в успешном разрешении вновь возникших грандиозных постановочных задач сценическое и эффектное освещение должно сыграть решающую роль. Освещение должно быть разнообразным как в отношении цвето-красок и палитр цветов, так и в смысле широкой гаммы светотеней и их пластичности. Это может быть достигнуто лишь путем воспроизведения как «белого», так цветного освещения, при непременном условии динаминости этого освещения. Между качествами света на игровых площадках и красками декораций, грима и костюмов должно быть созданоное соответствие, для чего в руках художник осветителя должна иметься чрезвычайно гибкая свето-цветовая гамма.

Сценическое освещение предусматривается динамическим, т. е. меняющимся по интенсивности

ектру в определенный отрезок времени. В Большом зале и на эстраде Малого зала можно будет произвести самые разнообразные световые эффекты, а также и картины природы, начиная от утра и кончая багровым закатом солнца последующей величественной картиной звездного неба и лунной ночи. Не исключена также возможность создания фантастической игры света и красок при феерических постановках.

В постановочном светооформлении Большого зала будут участвовать следующие виды освещения: общее направленное сценическое динамическое освещение игровых площадок, местное сценическое динамическое освещение игровых участков и общее отраженное динамическое освещение купола зала. Сценическое эффектное освещение, состоит из дуговых прожекторов, местных одесков, люминесценции и светопроекции.

Общее сценическое освещение при «белом» свете будет также использоваться в качестве дополнительного освещения при киносъемках и телеведущих.

Основным источником света в системе сценического освещения являются лампы накаливания. Для общего сценического освещения применены лампы мощностью 3 и 5 kW и для местного — 1 и 2 kW. Вторым источником света будет вольтова дуга интенсивного горения на 150—200 А. Применение вольтовой дуги обеспечит получение мощных световых пучков эффектного освещения для свето-цветовых акцентировок, а также для выравнивания отдельных участков игровых площадок и групп актеров. Ртутные лампы и вольтова дуга со специальными углами и светофильтрами будут являться источниками ультрафиолетовых излучений при феерических постановках с применением люминесцирующих веществ, а также при использовании светящихся паров, эфиров и пр.

В Большом зале главнейшим образом сценического осветительного прибора будет являться ламповый прожектор с параболическим отражателем и с лампой мощностью 3—5 kW. Стремление сократить количество прожекторов, устанавливаемых на осветительной галлерее, обуславливает необходимость комбинированного их использования как для цветного, так и для «белого» освещения. Поэтому прожекторы снабжаются набором сменных светофильтров, в соответствии с принятой для сценического освещения пятицветной системой. Управление сменными светофильтрами предусматривается дистанционное. Для нужд киносъемки, если это окажется необходимым, прожекторы могут быть снабжены рассеивателями. В качестве дуговых осветительных приборов используются кинопроекционные проекторы с дугами интенсивного горения и со сменными светофильтрами. Осветительные приборы местного подсвечивания отдельных объектов и действующих лиц, представляя собой разнообразные рампы, линзовые прожекторы различных конструкций, а также различные подсветки и фасетные прожекторы, составляют парк так называемой переносной аппаратуры сценического освещения. Приборами ультрафиолетового излучения являются прожекторы и местные подсветы отражателями, изготовленными из алюминия и стекла, а также и с линзовой оптикой. В последнем случае применяются линзы из специального

стекла, свободно пропускающего ультрафиолетовые излучения.

Многообразие форм сценического показа в Большом зале требует обширной палитры цветов, могущих быть полученными от осветительных устройств. Поэтому сценическое освещение преду-

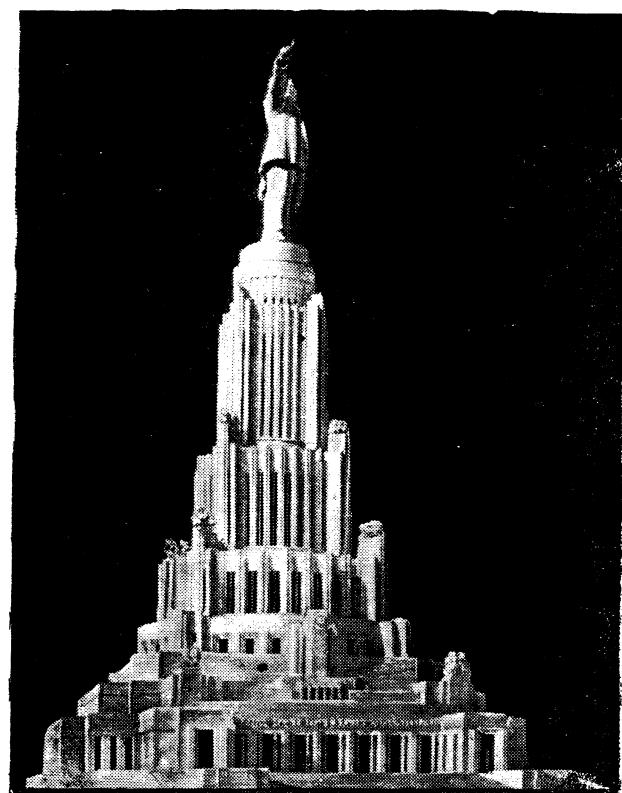


Рис. 1

сматривается цветным. Для цветного освещения необходимо иметь вполне определенные цветовые тона, соединения которых друг с другом в различных пропорциях давали бы всю гамму цветных оттенков. Каждый цвет характеризуется цветным тоном, насыщенностью и яркостью. Вполне естественно, что цветное освещение должно изменяться по всем трем параметрам.

Для сценического освещения Дворца Советов будет использован принцип сложения и вычитания цветов. В то время как по отношению к единичному источнику света применяется принцип вычитания, для освещения какой-либо поверхности используется сложение цветов. Для вычитания цветов используются светофильтры.

В целях обеспечения обширной палитры цветов, для общего сценического освещения Большого зала применяется пятицветная система, где красный, зеленый и синий цвета являются основными, обеспечивающими при смешении всю гамму тонов, с дополнением четвертого «условного» и пятого «белого» цвета. Для местного освещения игровых участков могут применяться светофильтры до 11 цветов; «белый», пурпурный, красный, оранжевый, желтый, желто-зеленый, сине-зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Общее направленное сценическое освещение Большого зала составляется из групп стационарного и маневрового освещения. Осветительные

приборы стационарного освещения, освещающие участки арены, президиума и прессы, имеют постоянную наводку. Маневровые группы служат для выставления отдельных мест игровых участков, в силу чего осветительные приборы этой группы получают наводку в зависимости от технологии показа.

Прожекторы переменного тока размещаются вокруг купола зала группами, по 10 шт. в каждой группе. Каждая такая группа прожекторов направляется на определенный участок игровых площадок. Каждые два прожектора соединяются одной групповой линией, в которой устанавливается устройство для регулирования напряже-

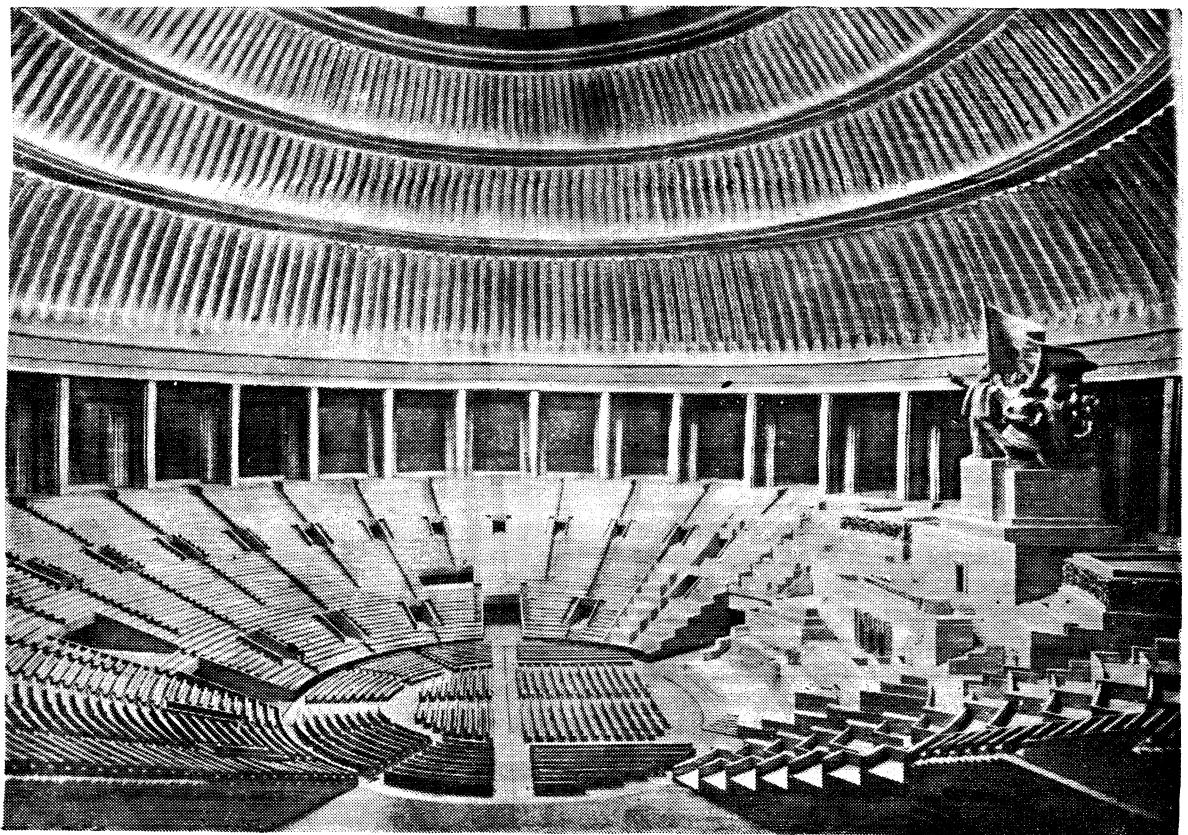


Рис. 2. Общий вид Большого зала Дворца Советов

Общее направленное освещение игровых участков Большого зала-арены и мест президиума предположено осуществить со специальной осветительной галлереи, располагающейся за куполом зала, над первой осветительной галлереей. На этой галлереи сосредоточиваются основные приборы сценического освещения. Каждый прожектор устанавливается в стандартной ячейке за канелюрой купола и светит в зал сквозь отверстие в канелюре, закрываемое щитом.

Конструкция крепления прожектора позволяет изменять угол наклона прожекторов в пределах от 45 до 75° и поворот их на  $\pm 20^\circ$ . Всего на этой галлереи устанавливается 176 прожекторов переменного тока мощностью по 5 kW каждый и 64 дуговых прожектора постоянного тока мощностью по 16,5 kW.

Кроме этого, предусматриваются также дополнительные приборы сценического освещения и светопроекции, устанавливаемые несколько ниже, в верхней части кольцевого кулуара, опоясывающего зрительный зал в специально закрывающихся нишах. В верхней части кольцевого кулуара устанавливаются 84 прожектора переменного тока мощностью по 3 kW каждый. Установленная мощность всех вышеуказанных прожекторов составляет 2188 kW.

дистанционная смена светофильтров происходит синхронно для двух прожекторов.

Воздушное игровое пространство купола, представляя собой условный цилиндр диаметром 40 м и высотою 100 м, может быть использовано для разнообразных физкультурных и акробатических представлений. Опорными игровыми площадками воздушного пространства купола в этом случае служат «воздушные потолки», образующиеся от пересечения натянутых в разных направлениях тросов и сеток. Воздушное сценическое действие потребует, естественно, эффектного освещения. Освещение этих «воздушных потолков» запроектировано от осветительных приборов, специально эпизодически устанавливаемых на 1, 2 и 3 осветительных галлереях. Потребное количество прожекторов составляет 108 шт. Мощность каждого прожектора 3 kW.

Местное освещение арены и архитектурной композиции сектора мест президиума осуществляется разнообразными переносными осветительными приборами, установленная мощность которых — 900 kW.

Кроме этого, местное эпизодически действующее осветительное оборудование предусматривается на театральной игровой накатной площадке, а также и на других накатных площадках.

Подвод тока на вращающиеся накатные площадки происходит следующим образом. Центральный подъемник, служащий для подъема накатных площадок, имеет вращающуюся платформу, на которую надвигаются накатные игровые площадки. Подача электроэнергии к подъемнику осуществляется гибкими кабелями, складывающими в специальный ящик, а к его вращающейся

тельности в разных интервалах яркости и обеспечивает надлежащую видимость действий, развивающихся на арене. На отдельных игровых участках возможно создание вертикальной освещенности эффектного освещения до 3000 лк в целях выделения актера, группы и пр.

Резервуар с водой и фонтанная система, кроме общего освещения сценическими прожекторами, будут иметь также и местное цветное динамическое освещение. Фонтанная система сможет автоматически, по определенной программе изменять свою форму в соответствии с заданием художника. Вода в резервуаре, а также и фонтан могут стать самосветящимися, что может быть достигнуто при добавлении люминесцирующих красителей. При облучении их невидимыми ультрафиолетовыми лучами весь объем воды в резервуаре станет светиться, а фонтан, распадаясь огненным дождем, будет создавать сказочную игру света и красок.

Площадка со светящимся стеклянным полом состоит из 800 квадратных камер; каждая камера имеет систему цветного освещения. На светящемся полу можно создавать всевозможные рисунки и расцветки. Он может быть мозаичного вида, принимать вид ковра и других различных рисунков, как, например, неровного пола с углублениями и возвышенностями — для эффекта полета балерины. Один рисунок будет сменяться другим, аналогично смене декораций. Кроме этого, на светящемся полу могут быть созданы иллюзии движения рисунков, например, расходящегося веера, разноцветных спиралей, вращающихся в различные стороны, и прочее.

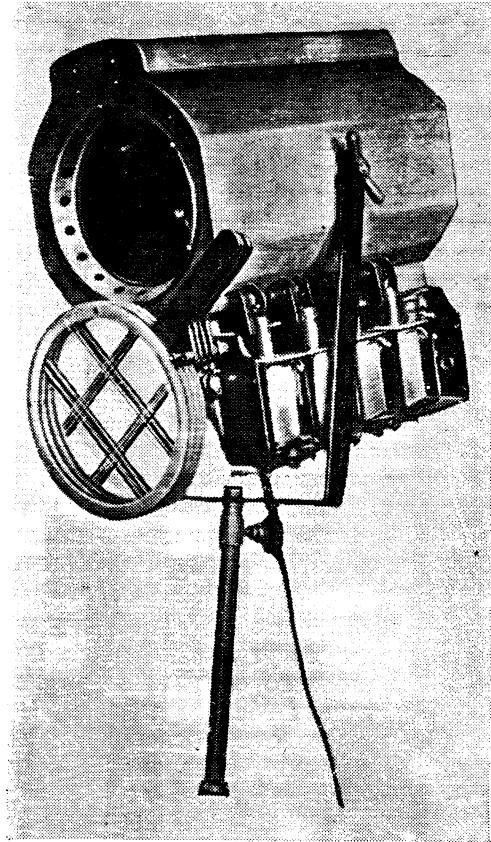


Рис. 3. Тип лампового сценического прожектора

атформе — посредством троллейных проводов, браных в специальном кольцевом барабане. От кольцевого барабана питание подводится к местному пункту управления освещением, находящемуся под самой накатной площадкой.

В целях уменьшения количества комплектов рецирующих устройств, устанавливаемых в местном пункте управления освещением, предусматривается «щит переключений», посредством которого можно приключать к регулирующим устройствам только те групповые линии, которые нужны в данном действии или сценической картине.

Для сценического освещения общая освещенность нормирована для «белого» цвета, обеспечивающего условия видения большинства картинного сценического показа на всех игровых участках. Необходимость нормирования величины освещенности касается преимущественно стационарного сценического освещения. Вертикальная освещенность для арены и центральных участков здания принимается порядка 400—600 лк. Эта величина освещенности принята из сопоставления воспитательных значений контрастной чувстви-

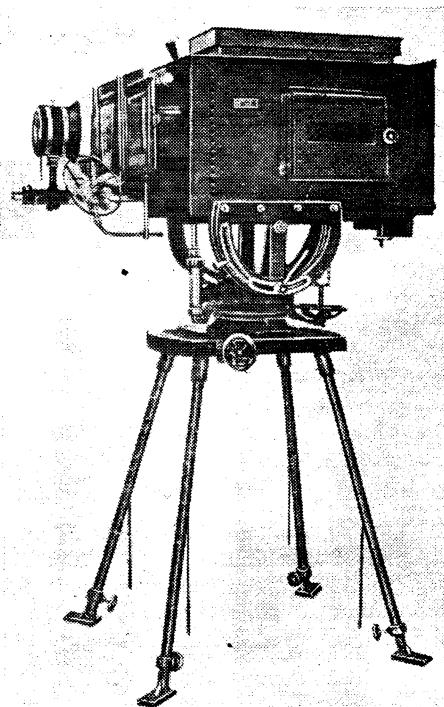


Рис. 4. Тип дугового прожектора для воспроизведения световых эффектов и цветного освещения

Оригинален будет ледяной каток, находящийся на одной из накатных площадок, если сам лед по всей своей толще будет светиться, например, красным светом и создавать иллюзию как бы застывшего пламени (при применении люминесценции).

Для светового оформления феерических постановок широко будет использовано явление люминесценции, т. е. способность некоторых веществ излучать свет при облучении их невидимыми ультрафиолетовыми лучами. При облучении арену ультрафиолетовыми лучами в полной темноте могут быть получены различные световые эффекты, как, например, движения самосветящихся форм, всевозможные превращения, освещение жидких или газообразных люминесцирующих масс в целях получения иллюзии объемного освещения и т. д.

Интересно привести несколько примеров по применению различных эффектов с помощью люминесценции в загородных театрах.

В одном из американских театров во время балетных выступлений внезапно исчезали фигуры исполнителей и в темноте плясали только самосветящиеся ботинки, шляпы и перчатки. В парижском театре один из танцев изображал ночную бабочку, которая порхала в полной темноте, переливаясь всевозможными цветами. В одном из балетных номеров балерины не были видны. Неопределенные светящиеся, быстро изменяющиеся формы колебались на сцене, переливаясь различными цветами, создавая гармонию ритма и вихрей света.

В Большом зале Дворца Советов объекты цветного освещения будут рассматриваться с больших расстояний, поэтому будет неизбежно явление цветовой трансформации. Научно-исследовательские работы по этому вопросу, по заданию строительства Дворца Советов, были поручены трем учреждениям: Всероссийской академии художеств, Государственному институту мозга им. Бехтерева и Государственному педагогическому институту им. Герцена, которые пришли к определенным выводам, приводимым ниже.

Изменение цвета на расстоянии возникает как на цветном фоне, так и на белом, сером, черном фоне. Все цвета спектра на белом фоне изменяются, причем одни из них сдвигаются по направлению к красному, а другие — к голубому. Пурпурный, красный, оранжевый и фиолетовый цвета краснеют на расстоянии, а желто-зеленые, зелено-голубые, голубые и синие цвета сдвигаются в сторону голубого. Красный, оранжевый и желтый цвета на черном фоне сдвигаются по направлению к желто-зеленому цвету. Изменение остальных цветов происходит одинаково как на белом, так и на черном фоне.

Кроме изменения цвета, на расстоянии происходит также расщепление цветов на два цвета, которые как бы просвечивают друг через друга, что имеет важное значение в сценическом освещении.

Для воспроизведения на эстраде Малого зала различных световых эффектов предусматриваются специальные виды сценического освещения. Освещение эстрады выполняется динамическим как «белым», так и цветным. Все осветительное электрооборудование выполняется убирающимся в полу эстрады. Для ориентации установки осветительной аппаратуры эстрада разбивается на 4 театральных плана.

Для общего освещения эстрады будут применены пятицветные камерные софиты. Для более локализованного освещения отдельных мест эстрады применены светильники глубокого излучения —

спонсветы, снабженные светофильтрами пяти цветов.

На одном из передних планов эстрады устанавливается батарея горизонтных фонарей, которые служат для освещения сценического горизонта. Горизонтные фонари создают эффект глубины и неограниченности пространства, т. е. открытого и бесконечно далекого от зрителя горизонта. Горизонтное освещение может создать полную иллюзию дневного, вечернего или ночного неба, впечатление тумана и преддрамской мглы.

В целях усиления общего вертикального освещения на передних планах эстрады предусматривается батарея осветительных приборов, собираемых из трубовидных линзовидных прожекторов. Эта батарея имеет пятицветную систему освещения.

Для обеспечения эффектного освещения актеров, играющих на переднем плане сцены, а также для смягчения теней, образующихся на их лицах от резкого верхнего света, фигуры актеров будут освещены также и рампами, которые располагаются в два ряда и имеют пятицветную систему освещения.

Кроме этого, для питания различных переносных осветительных приборов эпизодического действия и приборов светопроекции на эстраде предусматривается система штепельных лючков с линиями переменного и постоянного тока. К ним могут быть приключены различные прожекторы, подсветы — «бережки» и «щитки», а также и другие переносные осветительные приборы эффектного освещения.

В создании эффектного цветного вертикального освещения эстрады могут также участвовать прожекторы киносъемочного освещения, устанавливаемые на двух галереях Малого зала.

Аппаратура эффектного освещения позволит воспроизвести иллюзии всевозможных явлений природы — движения облаков, волн, снега, дождя, молний, радуги, звездного неба, луны, северного сияния и пр.

Общая установленная мощность сценического освещения Большого зала составляет 3900 kW и Малого зала — 900 kW.

Динамическое освещение достигается путем изменения светового потока источников света. Изменение светового потока возможно посредством регулирования напряжения, подводимого к источникам света. В настоящее время в технике известны следующие способы регулирования напряжения осветительной сети: реостатная система, генераторная, автотрансформаторная система, регулирование напряжения при помощи потенциорегуляторов, трансформаторов Норриса, и гайронов и реактивно-тиратронная система.

Самым новым способом регулирования напряжения осветительной сети является реактивно-тиратронная система, применяемая, главным образом, в Америке и отчасти в Италии. Этот способ регулирования напряжения, являющийся наиболее совершенным, принимается для Дворца Советов.

Настоящая система основана на принципе регулирования напряжения сети кажущимся сопротивлением электрической цепи при переменном токе. Сущность этой системы заключается в том, что осветительную цепь последовательно с лампами накаливания включается насыщенный реактор, изменяя величину индуктивного сопротивления ко-

ого при помощи постоянного тока, можно достигнуть широкого диапазона регулирования напряжения в осветительной цепи.

Насыщенный реактор имеет три обмотки: две крайние обмотки для переменного тока и одну среднюю обмотку — с большим количеством витков — для постоянного тока. Две крайние обмотки включаются в цепь переменного тока последовательно с лампами накаливания. Средняя обмотка получает питание от системы постоянного тока через выпрямительное и управляющее устройство. Когда ток в обмотке постоянного тока не проходит, то кажущееся сопротивление цепи переменного тока имеет максимальную величину, вследствие чего протекание тока в этой цепи проходит не будет, а поэтому лампы будут полностью затемнены.

Для того чтобы уменьшить кажущееся сопротивление цепи переменного тока, а следовательно, и включить освещение, надо произвести намагничивание железного сердечника реактора магнитным потоком постоянного тока. Когда величина постоянного тока в катушке реактора достигает своего максимального значения, то кажущееся сопротивление цепи переменного тока равно минимальной величине, и лампы работают с полным накалом. Изменяя величину постоянного тока, проходящего через среднюю катушку реактора, можно менять кажущееся сопротивление цепи переменного тока, а следовательно, и регулировать напряжение в осветительной цепи от нескольких вольт до его номинального значения.

Так как в реакторе теряется определенная величина напряжения, то к каждому реактору предусматривается бустер-трансформатор. Назначение бустер-трансформатора состоит в том, чтобы довести напряжение в осветительной сети до номинального путем компенсации падения напряжения в реакторе. Бустер-трансформатор повышает напряжение на величину порядка 10% от номинального напряжения сети.

Для того чтобы включение ламп могло допускать плавный переход освещенности, пределы регулирования напряжения устанавливаются от 10 до 100% от номинального напряжения сети.

Регулирующее устройство конструируется с таким расчетом, чтобы оно сохраняло правильность регулировки с точностью до 2% от номинального напряжения при изменении мощности внешней сети на 50%. Для питания подмагничивающей катушки реактора применено устройство, состоящее из тиатрона и выпрямителя. Среднее значение анодного тока тиатрона, подмагничивающего реактор, регулируется путем управления сеткой тиатрона. Для управления сеткой тиатрона предусматривается бесконтактный потенциал-регулятор малых размеров. Потенциал-регулятор устанавливается на пульте, ротор которого соединяется с рукояткой управления, имеющей шкалу градаций освещенности. Шкала рукоятки управления разбивается на 10 равных делений.

Переход с одного деления на другое должен в зале соответствовать равновеликим, по зрительному ощущению, перепадам видимости. При этом линейное движение рукоятки управления будет давать равномерное изменение видимости, без каких-либо скачков на протяжении всей шкалы.

качестве исходных материалов для определения зависимости равнозначного изменения ярко-

сти с учетом изменения контрастной чувствительности в разных интервалах яркости принимаются данные, учитывающие изменения контрастной чувствительности глаза по исследованиям Stiles and Cranford, приведенным в книге Parru Moon «Научные обоснования осветительной техники», Нью-Йорк — Лондон 1936 г., стр. 418.

Полученные результаты, дающие при равномерном движении рукоятки управления с одного деления на другое такие же равновеликие по зрительному ощущению перепады видимости, приводятся ниже. Эти данные положены в основу проектирования аппаратуры управления динамическим освещением Дворца Советов.

Градация шкалы видимости	Изменение освещенности или яркости в %	Изменение напряжения в %	Изменение напряжения в V (фазовое на- пряжене 127 V)
0—1	0—0,625	10—25	12,7 — 31,75
1—2	0,625—1,75	25—33,3	31,75—42,29
2—3	1,75—5	33,3—41,6	42,29—52,83
3—4	5—10	41,6—49,9	52,83—63,37
4—5	10—16,5	49,9—58,2	63,37—73,91
5—6	16,5—25,3	58,2—66,5	73,91—84,45
6—7	25,3—37	66,5—74,8	84,45—94,99
7—8	37—53	74,8—83,1	94,99—105,53
8—9	53—73,75	83,1—91,4	105,53—116,07
9—10	73,75—100	91,4—100	116,07—127

В данной системе осуществлен чисто электрический процесс регулирования, а потому возможно устройство дистанционного управления без каких-либо промежуточных элементов.

Для сценического освещения предусматриваются самостоятельные групповые щитки, суммирующие на своих шинах линии, подводящие ток к источникам света. Осветительные щитки на отходящих групповых линиях имеют максимальную защиту — деионные автоматы, снабженные термоэлементом, срабатывающие при перегрузках и токах короткого замыкания. Кроме деионных автоматов, на групповых линиях устанавливаются контакторы, реакторы для регулировки напряжения и бустер-трансформаторы, компенсирующие потерю напряжения в реакторе. Щитки сценического освещения, как и щитки всех прочих видов освещения, приключаются к магистральной радиальной сети напряжением 220/127 V, принятой на данной стадии проектирования.

Для возможности дистанционного управления щитками каждый щиток снабжается общим магнитным контактором.

Для управления сценическим освещением Большого зала предусматривается специальный пункт управления в районе кольцевого кулуара, опоясывающего зал. В этом пункте сосредоточивается вся аппаратура для индивидуального управления групповыми линиями сценического освещения, а также и для набора соответствующей партитуры. В пункте управления сценическим освещением сосредоточивается также аппаратура управления общим динамическим освещением купола зала. Посылка командных операций в пункт управления сценическим освещением, а также и главные операции управления осуществляются из особого командного пункта.

Накатные игровые площадки имеют свои местные пункты управления освещением, располагающиеся под самими площадками. В этих пунктах сосредоточивается аппаратура для индивидуального управления групповыми линиями и для набора соответствующей партитуры. В местных пунктах управления может быть произведен предварительный набор управления освещением для нескольких сценических картин, после чего главные операции управления осуществляются из командного пункта зала в соответствии с набранной программой. Между пунктами управления освещением и игровыми площадками предусматривается прямая телефонная связь.

Управление освещением происходит с особых пультов. На пультах сосредоточиваются кнопки для управления контакторами, рукоятки для регулирования интенсивности силы света, кнопки для управления светофильтрами а также оптическая сигнализация, отображающая работу аппаратуры.

В основу управления щитками сценического освещения положена многопроводная система телепрограммирования, работающая на постоянном токе напряжением 48 V. Для контакторов, устанавливаемых на групповых линиях, принята система дистанционного управления, работающая на переменном токе напряжением 127 V. Регулируемой и управляемой единицей сценического освещения является одна групповая линия мощностью 6 и 10 kW. Каждый регулирующий аппарат имеет на пульте свою рукоятку управления со шкалой, указывающей интенсивности освещения.

Схему управления и регулирования сценическим освещением предположено разделить на две самостоятельные системы: репетиционную и рабочую. Репетиционная система предназначается для настройки регулируемых единиц во время репетиций в соответствии с требованиями театрально-художественных руководителей. Рабочая система осуществляет управление освещением во время сценического показа в соответствии с графиком разработанным при настройке.

Процесс управления сценическим освещением разбивается на следующие три операции: операцию включения контакторов, приключающих щитку соответствующие цепи светильников с определенными цветами светофильтров; операцию регулирования интенсивности силы света определенных групп светильников, снабженных светофильтрами, что влечет за собой смешение различных цветов в любых пропорциях, и операцию управления сменными светофильтрами.

Для «белого» и цветного динамического освещения купола Большого зала, которое при художественных показах будет играть подчиненную роль по отношению к сценическому освещению, возможно будет применено автоматическое программное управление. Это позволит получать различные световые эффекты (рассвет, восход солнца, восход луны и пр.) автоматически, посредством особого исполнительного аппарата, допускающего заблаговременную настройку управления на любую программу воспроизведения световых эффектов.

## Турбогенератор мощностью 100 000 kW при 3000 об/мин

Инж. Е. Г. КОМАР

Ленинградский завод „Электросила“ им. Кирова

В мае 1939 г. заводом «Электросила» им. Кирова после испытания был сдан в эксплуатацию величайший в мире турбогенератор на 3000 об/мин мощностью 100 000 kW. Генератор сопряжен со столь же уникальной турбиной, изготовленной Ленинградским металлическим заводом им. Сталина.

Выпуском этого турбогенератора советское турбогенераторостроение вышло на первое место в мировом соревновании по достижению наибольших мощностей в одной двухполюсной единице. Всего десяток лет тому назад наибольшей возможной мощностью на 3000 об/мин считалось 40 000 kW. Германская фирма Сименс-Шуккерт выпустила и установила в Бельгии турбогенератор мощностью 60 000 kW, 80 000 kVA при 3000 об/мин, превзойдя тем самым пределы мощности, установленные незадолго перед этим. Несколько лет генератор Сименс-Шуккерт оставался величайшей в мире машиной на 3000 об/мин. В настоящее время это первенство перешло к турбогенератору, выпущенному заводом «Электросила» им. Кирова.

Построение турбогенераторов больших мощностей при 1500 об/мин не представляет особых трудностей. Уже больше десяти лет работают несколько

турбогенераторов мощностью 100 000 kW при 1500 об/мин, выпущенные европейскими и американскими фирмами. Один генератор этого типа выпущен недавно и Харьковским турбогенераторным заводом им. Сталина. Более того, в США установлены и работают турбогенераторы-гиганты мощностью 150 000, 160 000 и 200 000 kW в одной единице при 1500 и 1800 об/мин. Достижение же мощностей этого порядка при 3000 об/мин связано с огромными трудностями. Однако достаточно нескольких цифр, приведенных в табл. 1, чтобы оправдать стремление сосредоточить наибольшую мощность в одной единице именно при 3000 об/мин.

Табл. 1 свидетельствует о решающих по весовым показателям преимуществах быстроходного турбогенератора перед тихоходным. Основная экономия в генераторе получается за счет снижения веса расходуемой остродефицитной меди (а следовательно, и весьма дорогой изоляции) и бочки ротора — наиболее дорогой части машины (высококачественная специальная кованая сталь). В быстроходной машине утяжеляется статор (статорное железо). Следовательно, при переходе на быстроходный тип происходит выгодное перераспределение весов

Таблица 1

	Турбогенератор 100 000 kW при 1500 об/мин	Турбогенератор 100 000 kW при 3000 об/мин
вес меди, т . . . . .	25	14,8
вес бочки ротора, т . . .	83	38
общий вес генератора, т . .	250	220
общий вес турбины, т . .	450	250

взятое с облегчением наиболее дорогих и трудоемких частей и уменьшением расхода дефицитных материалов. Еще более разительную экономию дает быстроходная турбина.

Остальные, не приведенные в табл. 1 показатели (п. д. и другие), оказываются для обеих машин практически одинаковыми.

Следует указать, кроме того, на резкое уменьшение габаритов турбоагрегата при переходе на 3000 об/мин. Достаточно упомянуть, что турбоагрегат генератор-турбина мощностью 50 000 kW при 500 об/мин имеет ту же общую длину, как и турбоагрегат 100 000 kW при 3000 об/мин. Значение этого обстоятельства трудно преувеличить.

**Основные данные турбогенератора.** Номинальные данные описываемого турбогенератора следующие. Мощность генератора при температуре входящего охлаждающего воздуха 40° С составляет 100 000 kW, 111 000 kVA при  $\cos \varphi = 0,9$ . При понижении температуры входящего воздуха до 30° С мощность повышается до 118 000 kVA, что при мощности 100 000 kW дает  $\cos \varphi = 0,85$ .

Вентиляция генератора, которая будет рассмотрена ниже, осуществляется внешними вентиляторами, установленными под генератором. Всего установлено 4 вентилятора; генератор развивает полную мощность при работе трех вентиляторов; четвертый вентилятор одновременно является резервным.

Напряжение генератора 15 750 V. Полная мощность его развивается, однако, и при отклонении напряжения в пределах  $\pm 5\%$  от номинального. Статорная обмотка имеет 12 выводных концов. Каждая фаза состоит из двух параллельных ветвей. Возбуждение генератора осуществляется непосредственно соединенным с генератором возбудителем мощностью 220 kW при 350 V. Возбудитель в свою очередь имеет подвозбудитель 6,5 kW, 115 V. Возбудитель, кроме того, снабжен специальной дополнительной обмоткой возбуждения для присоединения электронного регулятора напряжения. Скорость нарастания напряжения возбудителя составляет 100 V/sec.

Таблица 2

Вид потерь	Величина потерь в kW	
	по расчету	по опыту
потери в железе (основные и добавочные) при холостом ходе . . . . .	485	460
коулевы потери в обмотке статора . . . . .	108	108
добавочные потери при коротком замыкании . . . . .	184	172
коулевы потери в обмотке ротора . . . . .	180	160
имма . . . . .	957	900

Данные табл. 2 показывают, что по всем видам электромагнитных потерь для генератора получились при испытании показатели несколько выше расчетных. В таблице не указаны механические потери, опытное определение которых еще не проведено.

Вес ротора — 47 t, вес обмотанного статора без щитов — 160 t, возбудителя — 3,7 t, воздухоохладителя (4 секции) — 20,4 t. Общий вес генератора, включая воздухоохладительное устройство, — 266 t.

**Ротор.** Ротор генератора выполнен из целого куска кованой стали. При диаметре около метра длина бочки ротора превышает 6 м и полная длина, включая концы вала, 11 м. При разгонном числе оборотов 3600 в минуту окружная скорость ротора достигает 187 m/sec. При столь большой окружной скорости в теле ротора возникают огромные механические напряжения, требующие применения материала исключительно высоких механических свойств. В табл. 3 приведены механические напряжения в роторе и механические свойства использованных материалов.

Таблица 3

Место возникновения напряжений	Напряжение при 3600 об/мин	Механические свойства материала (опыт)			Запас прочности к пределу текучести	Материал
		врем. сопр. kg/mm <sup>2</sup>	предел текучести kg/mm <sup>2</sup>	удлинение %		
тонкое сечение зуба ротора	28	72	47	15	1,7	Хромоникелемолибденовая сталь
центральное отверстие ротора	28,4				1,66	
Бандаж	48,6	100	87	28	1,8	Немагнитная аустениитовая сталь

Выполнение роторной поковки весом 46,5 t при столь высоких механических свойствах является большим достижением металлургии. Поковка была выполнена одним из союзных заводов. Интересно попутно отметить, что роторная поковка для генератора фирмы Сименс-Шуккерт 60 000 kW выполнялась фирмой Крупп составной из трех частей.

На рис. 1 дан продольный разрез описываемого генератора. Чертеж дает представление об его основных конструктивных особенностях. Ротор имеет радиальные фрезерованные пазы, закрытые дюралюминиевыми клиньями. Применение дюралюминия позволило несколько снизить механические напряжения в теле ротора.

Роторная обмотка — запеченная с изоляцией класса В. Допустимая температура роторной обмотки, измеренная по сопротивлению, 130° С при температуре входящего воздуха 40° С. Лобовые части роторной обмотки защищены алюминиевыми седлами. Алюминиевые седла дали возможность изолировать лобовые части без опасения их чрезмерного перегрева; изолирование лобовых частей устранило возможность засорения и падения сопротивления изоляции роторной обмотки. Седла, кроме того, обеспечивают хорошую механическую защиту изоляции лобовых частей; изоляция при огромных давлениях и значительных тепловых расширениях работает в

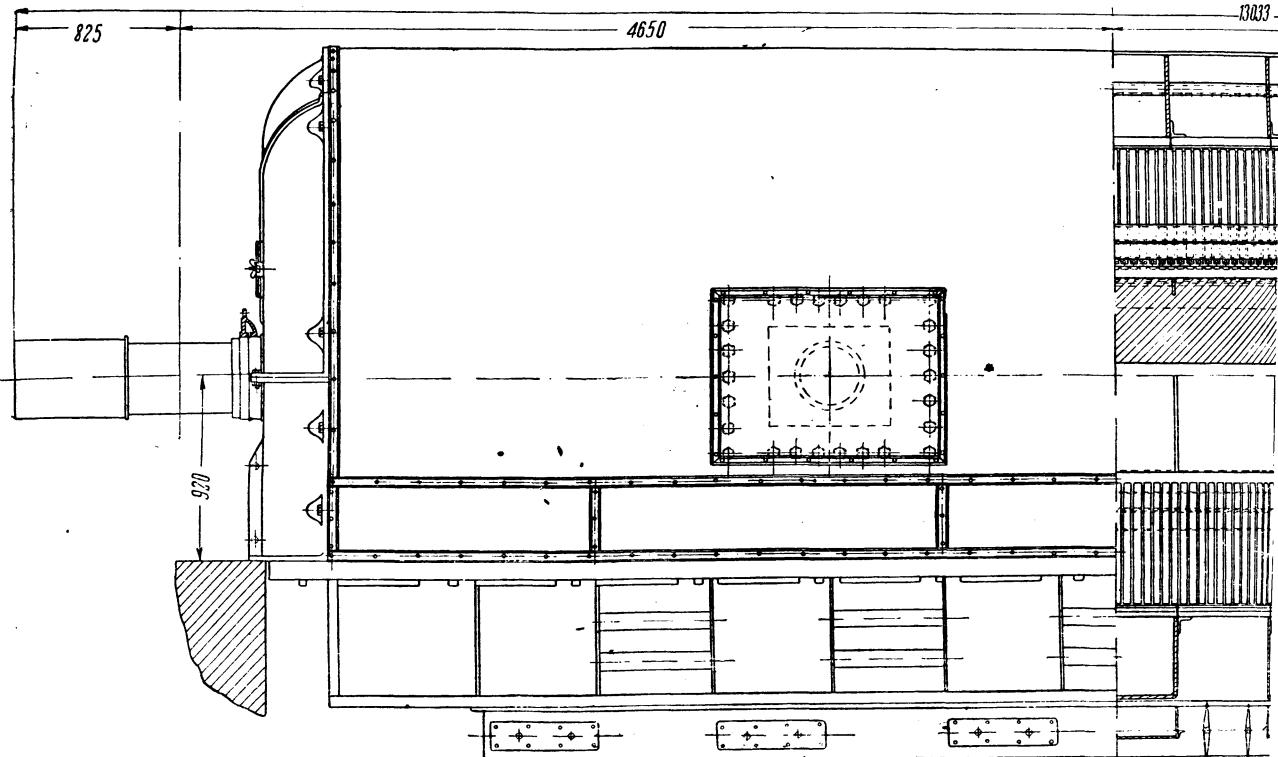


Рис. 1. Продольный разрез турбогенератора

чрезвычайно тяжелых условиях. Особое внимание уделено амортизации роторной обмотки при температурных расширениях, которые при длине ротора свыше 6 м весьма значительны. Для амортизации этих расширений в центрирующие кольца роторных бандажей, как показано на рис. 1, вмонтированы специальные пружины, осуществляющие непрерывный нажим на лобовые части обмотки в осевом направлении. При расширении обмотки пружины сжимаются, распорки между катушками не расшатываются, и в меди и изоляции обмотки не возникают чрезмерные напряжения. Роторный бандаж из немагнитной стали имеет жесткую горячую посадку на бочку ротора и на центрирующее кольцо. Обращает на себя внимание система посадки центрирующего кольца бандажа, показанная на рис. 1. Центрирующее кольцо в отличие от нормального исполнения насажено не на вал ротора, а на промежуточную втулку, прикрепляемую в свою очередь к торцу бочки ротора. Благодаря такой системе посадки прогиб

конца вала не передается на бандаж и предотвращает возможную вследствие прогиба вибрацию носика бандажа, сидящего на бочке ротора.

Внутренняя вентиляция ротора отсутствует. Выполнение подразовых каналов невозможно в сталь механически напряженном роторе и к тому же, как показал опыт завода, они принесли бы мало пользы. Ротор достаточно хорошо охлаждается с поверхности. Внутреннему охлаждению подвергаются лишь лобовые части роторной обмотки. Воздух охлаждающий лобовые части обмотки ротора, засасывается под бандаж, через отверстия в центрирующем кольце, и выбрасывается через отверстия и специальные пазы по краям больших зубьев и концевых камерах воздушного зазора. Поверхность роторной бочки дополнительно развита грифельчат. Вдоль длины бочки нарезано, кроме того, несколько более глубоких радиальных канавок для уменьшения внутренних напряжений в роторной бочке.

На рис. 2, 3 показан ротор в различные моменты выполнения.

**Статор.** Корпус статора описываемого турбогенератора выполнен в виде сварного каркаса сравнительно простой конфигурации и в основном состоит из ряда перпендикулярных оси стенок, соединяемых между собой толстым наружным обшивющим листом.

Конструкция корпуса статора ясна из разреза машины на рис. 1. Корпус статора, еще не законченный сваркой, показан на заднем плане рис. 2.

Для охлаждения машины принятая радиальная шестиструйная (по числу струй выходящего из статора горячего охлаждающего воздуха) система вентиляции. Радиальная многоструйная система воздуха проходит через воздушный зазор — самую тепловую зону генератора, является в настоящее время наиболее совершенной.

Обращает на себя внимание весьма интерес-

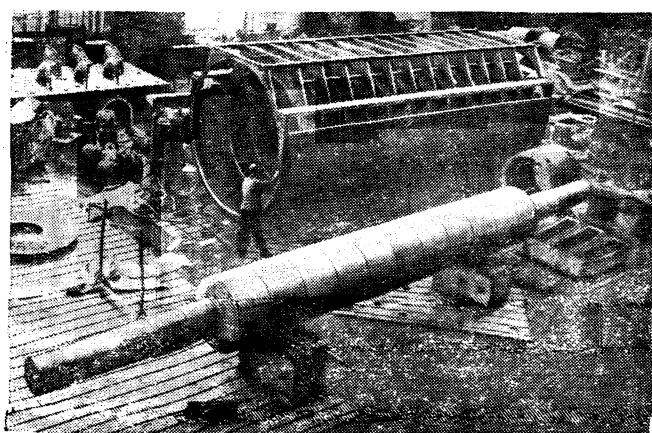
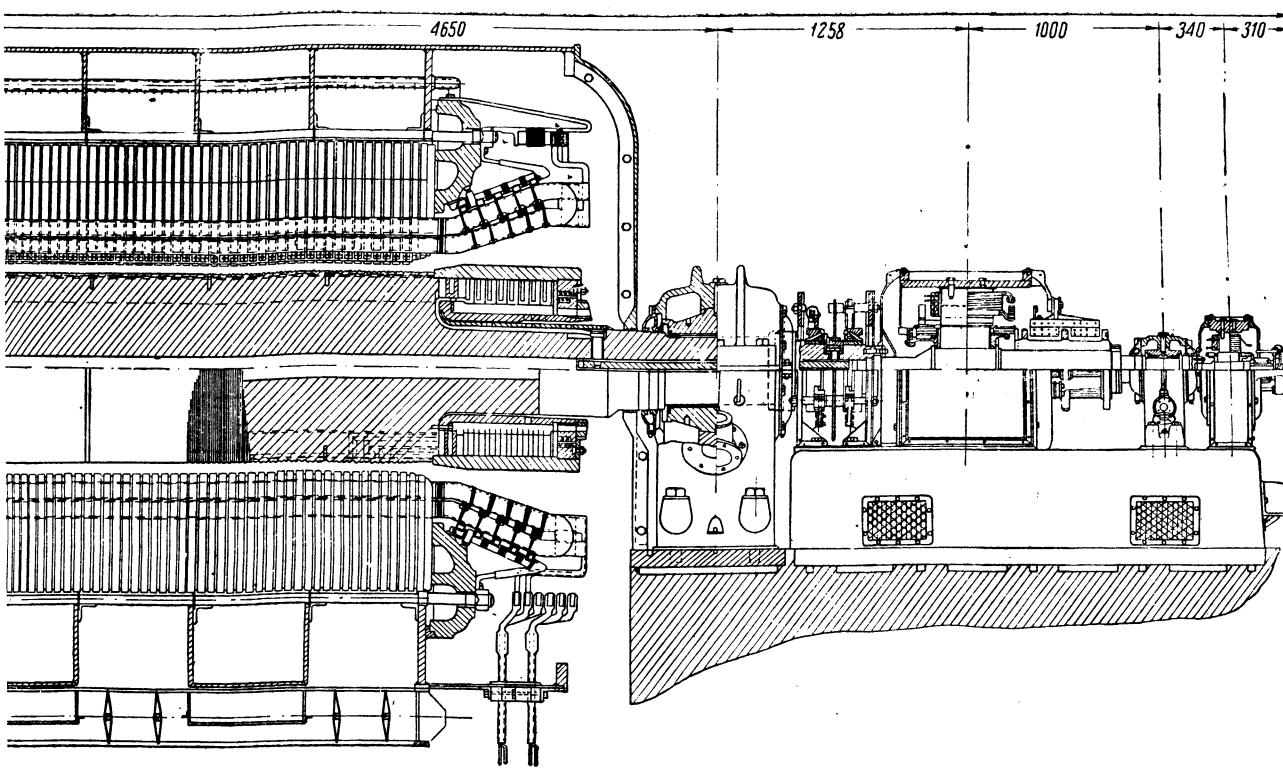


Рис. 2. Роторная поковка перед фрезеровкой пазов. На заднем плане — сварной корпус статора генератора



00 kW при 3000 об/мин

положение входных и выходных отверстий для уха в нижней части корпуса статора. Нижняя горизонтальная поверхность статора имеет шесть полных отверстий. К этой поверхности крепится приспособления для прекращения циркуляции духа, снабженная качающимися заслонками, и щобок горячего воздуха. Засос холодного воздуха осуществляется через два нижних отверстия под торцевыми щитами в камеру лобовых частей отки статора, а также через десять отверстий сквозных наклонных стенках нижней части корпуса (по 5 в каждой). Такое расположение входных и выходных воздушных отверстий весьма удобно. Приспособление для прекращения циркуляции духа показано в нижней части чертежа рис. 1. Качающиеся заслонки имеют ручной привод. Рычаг введен на корпус статора в машинный ящик. Поворотом рычага возможно прекратить циркуляцию воздуха после остановки вентиляторов, пока вращающийся ротор может создавать некоторый вентиляторный эффект. Указанное приспособление имеет особенное значение как резерв при изве срабатывания углекислотной или паровой противопожарной защиты, снижая при аварии температуру поддерживающий горение.

Активное железо изолировано лаком и набрано листочками хвосты продольных ребер, приваренных к стенкам корпуса статора. Концы ребер нарезаны для крепления нажимных колец статорного железа. Нажимные кольца — литые, из немагнитного чугуна. Кольца передают усилие активному железу через нажимные пальцы, выполненные из нержавеющей стали.

Роторная обмотка имеет конусное расположение витков, дающее также сравнительно со многими формами лобовых частей экономию и снижение добавочных потерь к. з. Изоляция роторной обмотки — непрерывная компаундная (микалента на асфальтовых лаках). Как

известно, этот тип изоляции в настоящее время признан наиболее совершенным и принят почти всеми крупнейшими фирмами мира для высоковольтных машин. Пазовая часть стержней обмотана железистой асбестовой лентой; лобовая часть — полупроводящим графитовым лаком. Эти мероприятия при номинальном напряжении машины 15 750 В необходимы для борьбы с коронированием.

Изоляция статорной обмотки принадлежит к классу В, однако предельной допустимой температурой обмотки статора, измеренной по термопарам, считается 100° С. Температура эта обусловлена температурой размягчения компаунда, входящего в состав изоляции статорной обмотки; при выборе ее также руководствовались соображениями о снижении термических расширений статорной обмотки.

**Система возбуждения.** Как уже упоминалось выше, возбуждение генератора осуществляется с помощью возбудителя и подвозбудителя, непосредственно соединенных с генератором. Принципиаль-

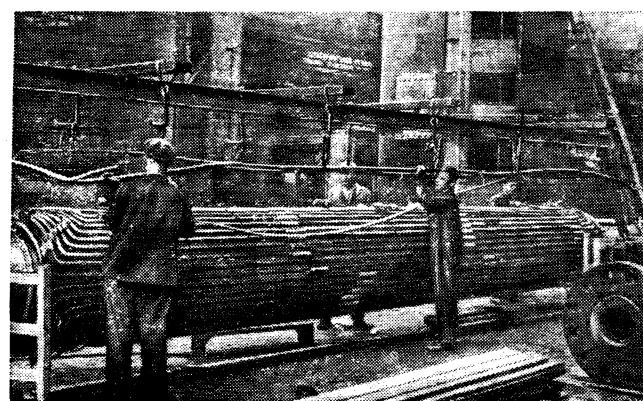


Рис. 3. Укладка роторной обмотки. На заднем плане — статор в процессе сборки активного железа

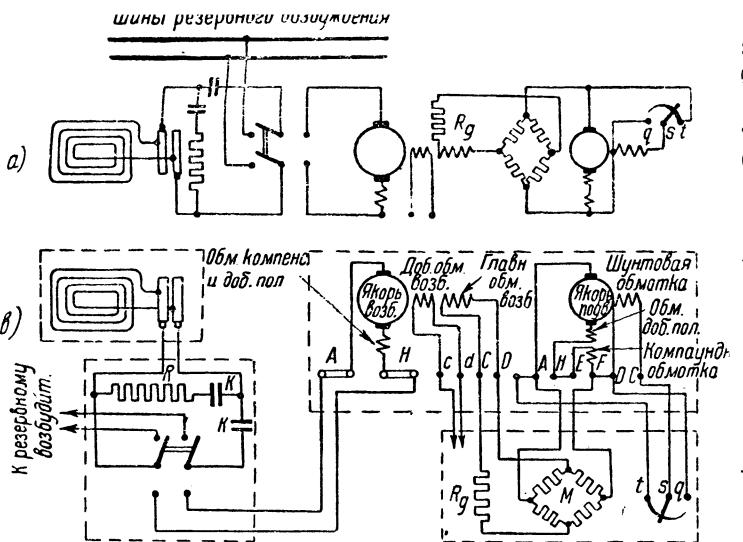


Рис. 4

Принципиальная *a* и монажная *b* схемы соединений цепи возбуждения турбогенератора Т2-100-2 с возбудителем и подвозбудителем: *A, H; C, D; E, F; S, t, q*; *c* и *d*—соответственно, зажимы: якоря, шунтовой обмотки; компаундной обмотки подвозбудителя, шунтового регулятора и добавочной обмотки возбуждения возбудителя; *R*—гасительное сопротивление; *R<sub>g</sub>*—добавочное сопротивление в цепи главной обмотки возбуждения возбудителя; *K*—главные контакты автомата гашения поля; *M*—реостат по принципу моста Уитстона

ная схема возбуждения турбогенератора приведена на рис. 4.

Конструкция возбудительной части агрегата видна на рис. 1.

На общей фундаментной плате установлены щеточная траверза генератора, станина возбудителя, подшипник и станина подвозбудителя. Вал возбудителя крепится жестким фланцем к торцу вала генератора, другой конец вала опирается на подшипник. Якорь подвозбудителя также имеет фланцевое крепление к валу возбудителя и свешивается в виде консоли за подшипником возбудителя.

Подобная система установки якоря возбудителя применяется многими фирмами; основное преимущество ее — экономия табариков за счет сокращения числа подшипников и отсутствие гибкой муфты — одной из ненадежных деталей, особенно при высоких мощностях и высоких числах оборотов. Конструкция, подобная описанной, однако, требует большой тщательности центровки агрегата при монтаже, так как сравнительно небольшие неточности могут привести к сильным вибрациям возбудителя. Трудности монтажа тем не менее окупаются достоинствами конструкции.

Опыт эксплуатации щеточного аппарата на контактных кольцах генератора и на коллекторе возбудителя показал, что при окружных скоростях на кольцах порядка 70 м/сек обычно применяющиеся щетки марки ЭГ4 непригодны. Щетки эти, помимо трудностей получения безыскровой работы, приводят к быстрому износу контактных колец и коллектора. Новые щетки Кудиновского завода марки ЭГ14, выполненные в виде опыта специально для крупных турбогенераторов, в самом начале пробной эксплуатации их на описываемой машине показали себя, по данным Мосэнерго, вполне удовлетворительными.

**Воздухоохладительное и вентиляционное устройство.** Циркуляция воздуха в генераторе, как уже говорилось выше, осуществляется четырьмя специальными вентиляторами, установленными под генератором. Необходимый расход воздуха обеспечивается, однако, тремя вентиляторами.

Приводятся асинхронными корзинами двигателями. Мощность, потребляемая из сети каждым двигателем, равна около 100

Представляют интерес допустимые режимы работы турбогенератора при нарушении нормальной работы вентиляторных агрегатов (табл. 4).

Таблица

Число вентиляторов, работающих	Число вентиляторов, оставшихся	Допустимое время до снижения нагрузки или восстановления вентиляции, мин	Допустимый режим и его продолжительность без восстановления вентиляции, мин		
			характер режима	MVA	$\cos \phi$
3	0	2	Холостой ход без возбуждения	0	—
3	1	2	Нагрузка	28	0,9
3	2	5		83	0,9
2	0	2	Холостой ход без возбуждения	0	—
2	1	5	Нагрузка	28	0,9
1	0	2	Холостой ход без возбуждения	0	—

Табл. 4 показывает, что персонал, обслуживающий генератор, имеет достаточно времени для становления нормальной работы вентиляционной системы при каких-либо ее нарушениях.

На рис. 5 показаны продольный и поперечный разрезы через вентиляционное и воздухоохранительное устройство. Значительный интерес представляет оригинальное взаимное расположение вентиляторов и воздухоохладителей. В отличие от обычно применяемого всеми фирмами нижнего положения вентиляционных агрегатов, здесь агрегаты установлены на промежуточной площадке между генератором и воздухоохладителями. Такая комбинация позволила весьма компактно выполнить все устройство при работе вентиляторов по схеме высыпания горячего воздуха из генератора. Известно, эта схема дает возможность снизить температуру охлаждающего воздуха на несколько градусов сравнительно с распространенной системой высыпания воздуха из генератора через охладитель.

Все четыре вентилятора работают параллельно. При остановке одного или нескольких из них хлопковые отверстия остановившихся вентиляторов давлением воздуха остальных, автоматически закрываются.

**Тепловой контроль турбогенератора.** Температуры статорной обмотки и активного железа статора измеряются с помощью термопар, заложенных между стержнями обмотки и на дне паза. Всего в шину заложено 19 термопар для обеспечения мониторинга за температурой активных частей статора как по всей длине машины, так и по всей окружности статора.

Входящий холодный воздух контролируется четырьмя термометрами сопротивления, двумя ртутными термометрами и двумя сигнальными термометрами. Горячий воздух контролируется одним термометром сопротивления, одним ртутным термометром и одним сигнальным. Приборы эти установлены в

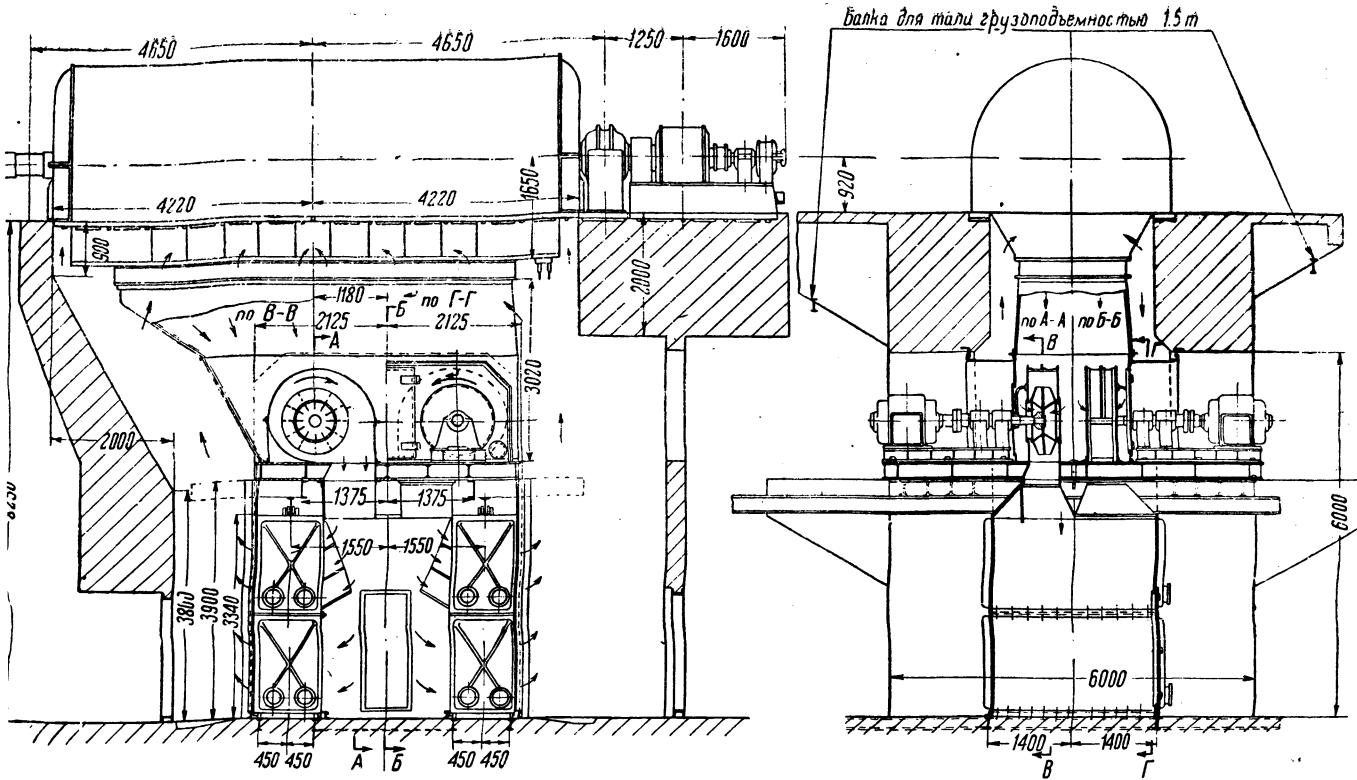


Рис. 5. Вентиляционное и воздухоохладительное устройства (продольный и поперечный разрезы)

ных точках вентиляционной цепи машины. Вода, идущая из воздухоохладителей, контролируется четырьмя ртутными и четырьмя термометрами сопротивления. Воду, поступающую в охладитель, контролируют приборы теплового контроля турбины.

Температура вкладышей подшипников и температура выходящего горячего масла измеряются ртутными термометрами. На выходящем горячем масле, кроме того, установлены термометры сопротивления отсчетом на турбинном щите. Описанная система пловного контроля генератора позволяет достаточно удобно следить за температурой его главнейших стей.

Приобретенный) технический юпит даёт уверенность в том, что завод «Электросила» им. Кирова в случае надобности может выпускать еще более мощные турбогенераторы на 3000 об/мин.

Несомненно также, что в будущем, если возникнет в этом потребность, двухполюсные турбогенераторы больших мощностей будут выпускаться с водородным охлаждением, которое в настоящее время осваивается заводом. Применение водородного охлаждения, кроме ряда эксплуатационных удобств и повышения надежности, даст возможность получить турбогенераторы с общим весом, приходящимся на единицу мощности, меньше 2 kg/kW и с к. п. д. выше 99%.

## **Об использовании энергоресурсов малых рек**

*Инж. П. А. СВЕТЛОВ*  
*Академия наук СССР*

Советский народ развернул гигантскую работу по  
реформированию природы. В этой преобразователь-  
ной работе он отдает должное могучему фактору  
жизни на земле — воде. Народное движение за-  
рдное благоустройство в нашей стране, безуслов-  
но, составляет одну из самых блестящих страниц  
истории социалистического строительства.

В Советском Союзе по далеко не полным данным насчитывается свыше 30 тыс. различных по протяженности и значению рек, общая длина которых со-

ставляет около 1250 тыс. километров. По длине реки Советского Союза распределяются следующим образом:

Длина рек, km	Количество рек	Длина рек, km	Количество рек
Свыше 2 тыс. . .	14	От 300 до 500	260
От 1200 до 2000 .	17	, 200 , 300	280
, 500 , 1200 .	74	, 100 , 200	1030

Остальные реки имеют длину менее 100 км.

Реки Советского Союза по меженным глубинам распределяются так:

Меженная глубина рек, м	Общая протяженность рек, км	Меженная глубина рек, м	Общая протяженность рек, км
От 5	3200	От 1 до 2	17 000
3 до 5	1280	0,7	8 150
2, 3	6000	1	

Остальные реки имеют глубину менее 70 см. Общая длина рек с меженной глубиной менее 70 см составляет около 500 тыс. км.

Ученные гидроэнергоресурсы речных систем Советского Союза для среднегодового расхода воды могут дать мощность порядка 280 млн. kW. Для того чтобы иметь сравнительное представление о гидроэнергоресурсах Советского Союза, приводим данные о гидроэнергоресурсах других стран. Так например, гидроэнергоресурсы составляют:

В США . . . . .	82,2	млн. kW
В Норвегии . . . . .	9,0	" "
Во Франции . . . . .	8,9	" "
В Швеции . . . . .	7,5	" "
В Италии . . . . .	6,3	" "
В Японии . . . . .	6,2	" "
В Германии . . . . .	3,7	" "

Таким образом Советский Союз по гидроэнергоресурсам является самой богатой страной в мире. Кроме учтенных гидроэнергоресурсов, в Советском Союзе имеются гидроэнергоресурсы малых рек, которые могут дать миллионы киловатт мощности.

Посмотрим, как гидроэнергоресурсы распределяются по отдельным республикам Союза.

Республики	Мощность гидро-ресурсов для среднегодового расхода в тыс. kW	Удельная мощность на 1 км <sup>2</sup> площади
Таджикская . . . . .	25 890	180
Грузинская . . . . .	9 660	139
Азербайджанская . . . . .	4 530	52
Киргизская . . . . .	8 585	43
Армянская . . . . .	1 232	41
Узбекская . . . . .	5 792	15
РСФСР . . . . .	206 902	12
Туркменская . . . . .	2 948	6
Украинская . . . . .	2 310	5
Казахская . . . . .	11 687	4
Белорусская . . . . .	414	3

Десятки тысяч совхозов и колхозов и большое количество предприятий местной промышленности расположены в прибрежной полосе больших, средних и малых рек, благодаря чему имеется полная возможность эффективного использования этих рек, в частности, в энергетическом и транспортном отношении.

В царской России в сельскохозяйственных местностях имелось только 100 электрических станций с общей мощностью всего лишь 2000 kW. По данным на начало 1938 г., мощность электростанций в сельскохозяйственных районах СССР (в том числе и подстанций, получающих ток от электростанций промышленных районов) была равна 232 тыс. kW.

По типам электростанций эта мощность распределяется так:

Типы станций	Суммарная мощность в тыс. kW
Подстанции, получающие электроэнергию от промышленных станций . . . . .	114,8
Станции, работающие на нефти . . . . .	76,7
Гидростанции . . . . .	25,2
Локомобильные . . . . .	11,5
Газогенераторные . . . . .	1,8

Таким образом гидроэлектростанции составляют от общей мощности электростанций, обслуживающих сельскохозяйственные районы, всего лишь 11%, а электростанций, работающих на жидкотопливе (нефть, керосин), насчитывается в 3 раза больше, чем гидростанций.

В этой связи небезынтересно привести некоторые данные для характеристики того, о каких величинах может идти речь при определении мощностей колхозных электростанций.

Колхозы по количеству отдельных хозяйств, обединяемых ими дворов, распределяются следующим образом:

Число дворов на 1 колхоз	Число колхозов с данным количеством дворов в % от общего числа колхозов	Число дворов на 1 колхоз	Число колхозов с данным количеством дворов в % от общего числа колхозов
До 15 . . . . .	8	От 100 до 150 . . . . .	12
От 15 до 30 . . . . .	20	150 . . . . .	11
30 . . . . .	29	Более 300 . . . . .	3
60 . . . . .	18		

Если принять, что для удовлетворения бытовых нужд (освещение, радио) одного колхозного двора потребна мощность 200 W, а потери в сети составляют 10%, то примерная мощность электростанции для удовлетворения этих нужд колхозов должна быть:

Для колхозов с числом дворов до	kW	Для колхозов с числом дворов до	kW
15	4	100	25
30	8	150	40
60	15	300	75

Как было указано выше, количество колхозов с числом дворов до 60 составляет почти 1/3 всех колхозов. Следовательно, наиболее распространенным типом для колхозов на начальном этапе развития сельской электрификации будет являться электростанция мощностью до 15 kW. Так как бытовые и производственные нагрузки в колхозах по времени, как правило, не будут совпадать, можно считать, что в дневные часы практически вся установленная мощность колхозных электростанций может быть обращена на удовлетворение производственных нужд. Мощность электростанций порядка 15 kW для удовлетворения производственных и бытовых нужд колхоза будет иметь весьма существенное значение.

Много ли имеется в СССР рек, на которых можно получить мощность порядка 15 kW, путем оружения на них мелких гидроэлектростанций? Этот вопрос дают достаточно ясный, положитель-

ий ответ вышеприведенные данные о количестве, отяжении и глубине рек Советского Союза. Совершенно недостаточное использование гидроэнергии малых рек в СССР можно объяснить только пренебрежением к малой энергетике как со стороны хозяйственных органов, призванных заниматься этим вопросом, так и со стороны технической юстиции. За время сталинских пятилеток в Советском Союзе освоены сложнейшие агрегаты и крупнейшие машины. Советская электропромышленность, пример, прекрасно освоила производство гидроэнергетиков мощностью в десятки тысяч кВт каждый, но у нас не занимаются вопросами серийного производства силового оборудования для мелких гидроэлектростанций. Только этим в первую очередь и можно объяснить, что малая энергетика вообще и гидроэнергетика, в частности, не поставлена на службу социалистическому строительству тех масштабах, в каких она может и должна быть использована.

Пора со всей серьезностью взяться за выполнение решений XVIII съезда ВКП(б), обязавшего широко развернуть строительство мелких колхозных гидроэлектростанций, и за выполнение постановления Экономсовета при СНК СССР о развитии строительства гидроэлектростанций малой мощности.

Президиум Академии наук СССР принял решение созвать в самое ближайшее время широкого совещания для подведения итогов научно-исследовательских работ и обобщения практического опыта области использования гидроэнергоресурсов малых рек.

Вопросы методики изучения гидроэнергоресурсов малых рек и их учета должны быть подвергнуты на совещании тщательному обсуждению. Даже, важнейшим вопросом, который должен быть внимательно обсужден, является выбор рациональных типов оборудования для мелких гидроэлектростанций. Уместно будет в связи с этим заметить, что в технических кругах слишком уж много затрачено энергии на обсуждение вопроса о том, какой тип турбины и генератора для мелких электростан-

ций является наиболее приемлемым. Не может быть споря, что советские техники должны приложить в максимальной степени свои знания к созданию наиболее рациональных типов серийного оборудования для мелких гидроэлектростанций, сооружаемых на малых реках. Однако колхозам надо дать наиболее надежное в эксплуатации силовое оборудование мелких гидроэлектростанций как можно скорее и в возможно большем количестве. Причем должно быть разработано несколько типов оборудования для этих станций с учетом характерных местных особенностей и условий. Не один, а несколько типов оборудования малых ГЭС имеют одинаковое право на свое существование и развитие.

Далее, гидротехники должны разработать типовые плотины для мелких гидроэлектростанций с учетом максимального использования местных строительных материалов. Использование гидроэнергии малых рек надо параллельно с новым гидростроительством начинать с рационального использования существующих плотин, водяных мельниц. Само собою разумеется, использование малых рек в энергетическом отношении должно решаться в комплексе с другими вопросами водного благоустройства и использования водных ресурсов для других целей (мукомолье, транспорт, рыбное хозяйство, зрошениене, сплав леса и т. п.). Все эти вопросы должны быть надлежащим образом обсуждены на совещании, созываемом Академией наук СССР по вопросам энергетического и транспортного использования малых рек.

В этом году журнал «Электричество» празднует свое славное 60-летие. В нашей стране установилась хорошая традиция: в дни юбилеев не только отмечать достигнутые успехи, но и не забывать о главнейших задачах. Одной из таких задач в настоящее время у журнала «Электричество» является малая энергетика. Журнал «Электричество» в этой области призван выполнять далеко не последнюю роль. Научные и инженерно-технические работники — сотрудники журнала «Электричество» и его читатели — многое могут и должны сделать для развития, в частности, малой гидроэнергетики в СССР.

## Сорок лет МОСКОВСКОГО ТРАМВАЯ

Инж. Ю. М. ГАЛОНЕН

Научно-исследовательский институт городского транспорта, Москва

До 1840 г. единственным видом общественного городского транспорта Москвы были извозчики. 1847 г. появляются линейки, а в 1872 г. начинает функционировать конка.

Первая трамвайная линия в Москве<sup>1</sup> была открыта 26 марта 1899 г. Она соединила Бутырскую заставу с Петровским парком, а несколько позже была продолжена до Страстного монастыря (рис. 1). Городская дума в течение четырех лет не решала выдать разрешение на постройку опытной лифты электрической городской железной дороги.

Первый трамвай в России былпущен в Киеве в 1891 г., первая трамвайная линия в мире была оборудована на заводе Berlin — Lichterfelde в 1881 г. Приоритет перевозки с помощью электродвигателя принадлежит, однако, нашему академику Б. С. Якоби (1888 г.).

Этот вопрос неоднократно ставился на заседаниях городской думы, но встречал не меньший отпор, чем при введении в свое время конной железной дороги<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> В 1862 г. Кокарев ходатайствует перед московской городской думой о разрешении ему сооружения конной железной дороги, но встречает отказ, так как по мнению гласного думы Морецкого „Звонки конки будут беспокоить жителей. К тому же кучера наши необузданы, а лошади свирепы“. Лишь только в 1871 г. графу Уварову и Крузе выдается разрешение на сооружение городской конной железной дороги с предоставлением концессии на 40 лет, а в 1875 г. организуется первое общество конных железных дорог в Москве. В 1863 г. московская городская дума выдает 45-летнюю концессию Горчакову на сооружение второй линии конных железных дорог, которая в 1887 г. переходит к главному (бельгийскому) обществу конных железных дорог в Москве.

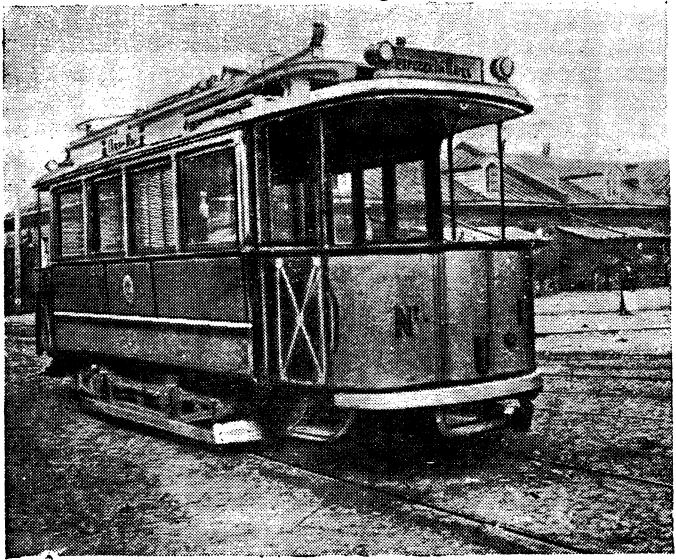


Рис. 1. Первый вагон московского трамвая 1899 г.

После того как московское купечество ознакомилось с демонстрируемой Сименсом на Ходынском поле в 1882 г. электрической железной дорогой, «скоро» — через 5 лет — вопрос о введении электрических железных дорог в Москве, по настоянию первого общества конных железных дорог (видевшего источники будущих прибылей в новом виде транспорта) был поставлен на обсуждение на заседании городской думы. При обсуждении вопроса гласный думы Аксенов заявил: «Разрешать внутри города паровоз невозможно... Я полагаю, что и электрический двигатель разрешать нельзя<sup>3</sup>». Так косность и тупость членов городской думы пресекла на время вопрос электрификации московских городских железных дорог.

Разрешение на переоборудование конных железных дорог на электрическую тягу было получено лишь в 1896 г.

С появлением первой линии трамвая выявляется значительная эффективность этого предприятия, и городская дума, предвидя значительные прибыли, приняла решение о досрочном выкупе первого общества городских железных дорог. После длительных переговоров 13 сентября 1901 г. линии первого общества перешли в ведение города. Вскоре начались переговоры о выкупе бельгийского общества. Однако окончательный переход к городу городских железных дорог этого общества был разрешен лишь в 1911 г. К этому времени конка уже почти совсем была вытеснена трамваем.

Московский трамвай имеет славное революционное прошлое. В 1909 г. на Миусскую (ныне Калининскую) трамвайную подстанцию поступил работать пом. монтера Михаил Иванович Калинин, где он вел большую революционную работу. Часто московские трамвайщики помогали бастующим рабочим вести борьбу против капиталистов, отключая подстанции и не давая тем самым возможности работать штрайкбрехерам. Закаленные в боях на баррикадах в 1905 и 1917 гг., московские трамвайщики быстро освоили доставшееся в наследство от самодержавия полуразрушенное трамвайное хозяйство.

<sup>3</sup> Стенографический отчет заседания московской городской думы 4/VIII 1887 г., стр. 638.

На торжественном заседании 19 апреля 1940 г. посвященном 40-летию московского трамвая Михаил Иванович Калинин в своем выступлении отметил, что заслуга трамвайщиков состоит в том что они сумели после Октябрьского переворота быстро восстановить свое хозяйство, пустить трамвай. А тот факт, что трамвай пошел, имел большое политическое значение: если трамвай ходит, значит власть есть.

Неизвестно изменилось лицо красной столицы за годы сталинских пятилеток.

Значительно выросла и территория, занимаемая столицей.

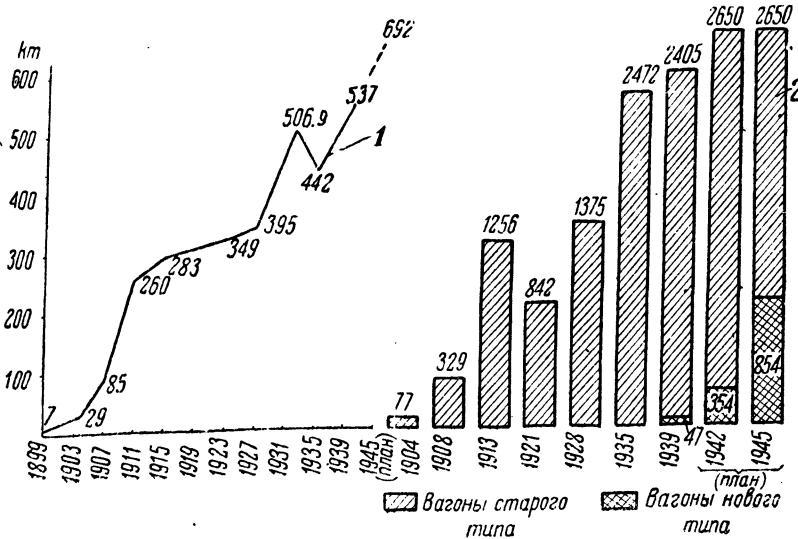
Вместе с ростом города выросли и пассажиропотоки трамвая; так, если в 1913 г. московский трамвай перевез 257 млн. человек, то в 1939 г. было перевезено 1841 млн. пассажиров (не считая грузовых перевозок, которые в 1939 г. составил 574 тыс. т). Таких мощных пассажиропотоков и знает ни одна столица мира, что видно из сопоставления данных, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Город	Число перевезенных трамваем пассажиров в млн. чел. в год
Москва . . . . .	1841
Берлин . . . . .	629
Лондон . . . . .	700
Нью-Йорк (вместе с Нью-Джерси) . . . . .	580

За все время своего существования московский трамвай перевез 21 млрд. 780 млн. пассажиров. Эта цифра в 10 раз превышает численность населения всего мира.

Подвижной состав московского трамвая царской России отличался архаическим разнообразием типов в исполнении 11 вагоностроительных заводов. Наиболее распространенным типом вагонов являлся двухосный вагон на тележках Бекера. Такой двухосный моторный вагон выпуска 1904 г. имел 26 мест для сидения при общей емкости 38 пассажиров и весил 13,7 т. Таким образом вес вагона, отнесенный на одного пассажира, составлял 362 кг/чел. В 1904 г. делались попытки ввести эксплуатацию четырехосные вагоны с двухосными тележками (с одной ведущей и одной бегунковой осью каждая), но эти попытки оказались неудачными и вскоре были оставлены. В 1907 г. появляются двухосные вагоны несколько большей вместимости, но предоставляемые еще меньше удобства пассажирам. Так, моторный вагон серии Ф при 20 местах для сиденья обладал общей емкостью и 59 пассажиров при весе вагона 14,2 т. Вес этого вагона, отнесенный на одного пассажира, составлял 240 кг/чел. На вагонах дореволюционной постройки применялись тяговые двигатели, мощность которых составляла: в 1903 г. — 13—18 kW на двигатель; в 1904 г. (для четырехосных вагонов) — 37 kW; в 1906 г. — 26 kW, в 1912 г. — 37 kW (двигателями такой мощности было оборудовано не сколько больше половины всего парка моторных вагонов). Примерно до 1905 г. моторные вагоны



2. Протяженность пути трамвая и парк подвижного состава Москвы:

1 — протяженность путей в однопутном исчислении, 2 — парк подвижного состава

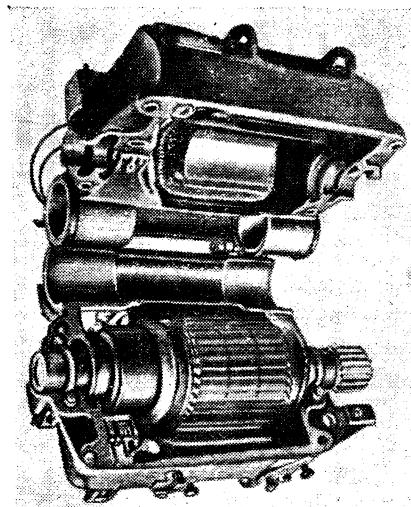


Рис. 3. Четырехполюсный тяговый двигатель с разъемным остовом

и исключительно единовагонным составом без щеплов.

В качестве прицепных вагонов в течение долгого времени применялись вагоны, переделанные из чешско-железнодорожных. В дальнейшем развитии (1905 г.) стали использоваться прицепные вагоны с несвязанными тележками (полутележками) бербергского завода, а также прицепные вагоны штицинского завода на одноосных тележках и стеллажечного типа. Все эти прицепы отличались нако большой громоздкостью. Вес прицепного вагона выпуска 1912 г. составлял 9300 kg.

После Великой Октябрьской Социалистической революции молодая республика получила полуразделенный парк трамвайных вагонов. Первоочередной задачей являлось его восстановление. С 1925 г. начинается постройка новых вагонов на Калининском и Сормовском вагоностроительных заводах. Имеются вагоны серии БФ, оборудованные тяговыми двигателями ДМ-1а мощностью 52 kW. В 1926 г. осваивается выпуск первых четырехосных моторных вагонов серии КМ. Моторный вагон КМ имеет 28 мест для сидения при общей вместимости на 80 пассажиров, что при весе вагона 14 t составляет 265 kg/пассажира. Четырехосный моторный вагон оборудовался 4 тяговыми двигателями ПТ-35-а мощностью 39,6 kW каждый.

В 1929 г. налаживается выпуск четырехосных щепловых вагонов серии КП на новых тележках. Вагон серии КП имеет 32 места для сидения при общей вместимости на 85 пассажиров. Вес вагона составляет 14 t. В 1931 г. начинают выпускаться так называемые бесстеллажечные двухосные вагоны ограниченного веса (7 t) серии С и М.

Одниничительной особенностью вагонов московского трамвая является их большая максимальная вместимость (в часы пик), чем в значительной мере обусловлено освоение московским трамваем громадных пассажиропотоков. Так, моторные вагоны Ф и БФ допускают максимальное наполнение 100 чел. каждый; вагоны КМ — 135 чел.; прицепные вагоны серии КП — 140 чел., а серии С, М вмещают по 117 человек.

В 1935 г. все трамвайные вагоны Москвы управляемы с помощью силового барабанного контроллера. В 1935 г. знаменуется выпуском 4 опытных но-

вых четырехосных вагонов, получивших наименование «голубых вагонов». Два из этих вагонов (№ 1001 и 1002) были оборудованы 4 компаундными двигателями типа ДТК-50, мощностью 55 kW. На новых вагонах впервые для трамвая в СССР была предусмотрена контакторная система управления. Поезд из двух опытных вагонов управлялся по системе многих единиц. Два других опытных вагона (№ 1003 и 1004) были оборудованы серийными двигателями типа ДТИ-60, мощностью 55 kW и управлялись от силового барабанного контроллера с линейным контактором.

В 1938 г. трамвайный вагон с компаундными двигателями поступает на серийное производство. Новый трамвайный вагон М-38 серийного выпуска (к 1940 г. их было выпущено 43 шт.) оборудуется 4 тяговыми двигателями типа ДК-251, мощностью 45 kW каждый. Вагон имеет один пост управления и предназначен для следования единовагонным составом. Новый вагон выполнен цельнометаллической конструкции, несмотря на это, вес его еще очень велик (22 600 kg). Вагон имеет 52 места для сидения, общая емкость при среднем заполнении вагона составляет 100 чел., таким образом вес вагона, отнесенный на одного пассажира, составляет 226 кг/чел., тогда как относительный вес американского вагона новейшей конструкции типа РСС, например Brill Co, составляет 150 кг/чел.

Рост парка подвижного состава и протяженность линий московского трамвая представлены на рис. 2.

Подвижной состав трамвая старого типа отличался далеко не блестящими динамическими показателями. Так, пусковое ускорение трамвайного поезда из вагонов старого типа составляло 0,4—0,6 m/sec<sup>2</sup>. Для нового подвижного состава пусковое ускорение, как показали исследования<sup>4</sup>, составляет 1,14 m/sec<sup>2</sup>.

Средняя эксплуатационная скорость московского трамвая в 1904 г. составляла 10,1 km/h. В дореволюционный период эксплуатационная скорость трамвая росла крайне медленно, причиной чего являлось полное отсутствие организации уличного

<sup>4</sup> См. статью Ю. М. Галонен, „Ходовые исследования московского трамвая с компаундными двигателями“ в журнале „Электричество“ № 6, 1940.

движения. В 1939 г. средняя эксплуатационная скорость для всех трамвайных линий Москвы уже составляла 14,9 km/h.

Тяговые двигатели дореволюционного периода изготавливались исключительно иностранными фирмами или их русскими филиалами, представлявшими, по существу говоря, сборочные мастерские этих фирм. Производство тяговых двигателей отечественной промышленностью началось лишь только после Октябрьской революции.

Характерной особенностью двигателей дореволюционной постройки является закрытый невентилируемый тип с разъемным остовом<sup>5</sup> и скользящими подшипниками (рис. 3).

Основные типы тяговых двигателей московского трамвая приводятся в табл. 2.

Двигатель ДК-11 впервые оборудуется добавочными полюсами. Вслед затем двигатель АВ-52, выпускаемый ранее без добавочных полюсов, модифицируется установкой двух добавочных полюсов.

Двигатель типа ВК-202 хотя и не был выпущен в большом количестве, но замечателен тем, что является первым двигателем, построенным советской электропромышленностью (1919 г.). С появлением этого двигателя ликвидируется зависимость московского трамвая от тяговых двигателей иностранных конструкций. Правда, в 1924 г. на москов-

вершенного компаундного двигателя типа ДК-251. Здесь следует еще отметить, что в отличие от впускаемых до революции типов тяговых двигателей, начиная с 1925 г., наша промышленность выпускает двигатели исключительно вентилируемого типа и на подшипниках качения.

Существенным недостатком новых компаундных двигателей ДК-251 является, однако, изоляция шунтовых обмоток по классу А.

Для передачи тягового усилия двигателя к полескам вагона после оставления цепной передачи 1889 г. находит применение привод Спрэга. Это зубчатое зацепление ограничивает передаточное число по конструктивным соображениям, а следовательно, не дает возможности применения быстroredходных двигателей. На современных американских трамваях типа РСС применяются быстроходные тяговые двигатели с гипоидной передачей. Освоение этого вида передач нашей промышленностью даёт возможность получить значительную экономию веса тяговых двигателей. Так например, тяговый двигатель GEC мощностью 47 kW при 1670 об/мин весит всего 320 kg. Таким образом вес, отнесенный на единицу момента для упомянутого двигателя GEC, составляет всего 11 kg/kg·m против 14,6 kg/kg·m для двигателя ДТИ-60.

Несмотря на то что трамвайной сети в первые годы существования трамвая производилось трамвайных подстанций, оборудованных мотор-генераторными преобразователями. Эти тяговые подстанции получали энергию от «Общества электрического освещения 1886 г.». Трехфазный ток 50 Hz, 2000 V, трансформировался до 6000 V и поступал на подстанции. К 1904 г. начали функционировать Миусская и Краснопрудная подстанции. В 1907 г. с открытием городской центральной станции, оборудованной турбогенераторами 3000 kW, 1500 об/мин, 6000 V, 25 Hz, Краснопрудная подстанция была переоборудована на одноякорные 600-kW преобразователи 25 Hz, питаемые непосредственно от напряжения городской центральной электростанции. Все последующие подстанции дореволюционной постройки оборудовались затем одноякорными преобразователями, работающими на частоте 25 Hz.

Весьма характерной особенностью оборудования первых тяговых подстанций Миусской и Краснопрудной являются наличие буферных аккумуляторных батарей емкостью около 900 Ah каждая. С введением одноякорных преобразователей с компаундной обмоткой эти весьма громоздкие аккумуляторные батареи использовались в качестве аварийного резерва и для питания контактной сети ночное время.

Строительство тяговых подстанций в дореволюционной России шло крайне медленно. Так, в 1912 г. было выстроено 9 тяговых подстанций, а в 1913 г. строительство новых тяговых подстанций было вовсе прекращено.

За годы советской власти установленная мощность тяговых подстанций быстро растет. Начиная с 1927 г., тяговые подстанции оборудуются роторными выпрямителями, а за последние годы красногородская столица получила первую в СССР автоматическую тяговую подстанцию с дистанционным управлением.

В настоящее время число тяговых подстанций Москвы достигает уже 29. Рост установленной мощности тяговых подстанций виден из табл.

Таблица 2

Год выпуска	Тип	Завод-изготовитель	Номинальное напряжение, V	Часовые параметры			Вес двигателя kg	Вес на единицу момента, kg/kg·m
				ток, A	мощность на валу, kW	скорость об/мин		
1906	ДК-11	Dick Kerr	575	71	33,1	460	—	—
1907	АВ-52	ВКЭ	575	71	33,8	590	1030	18,5
1907	Д-72	S & H	575	74	36,6	615	1150	20,0
1909	W-241	P. O-во	550	77	36,8	590	1090	18,1
		Бестингауз						
1919	ВК-202	ХЭМЗ	550	84	42,0	495	1270	15,4
1924	US-521a	AEG	550	105	52,3	620	1260	15,3
1925	ДМ-1а	«Динамо»	550	105	52,3	650	1340	17,1
1926	ДР-3к	«Динамо»	550	80	38,8	650	1080	18,6
1927	ПТ-52	«Электросила»	550	110	54,5	560	1290	18,6
1927	ПТ-35а	«Динамо»*	550	80	39,6	660	877	14,9
1927	ПТ-30	«Электросила»	550	60	29,8	615	890	18,8
1934	ДТИ-60	«Динамо»	550	112	55,0	810	960	14,6
1934	ДТК-50	«Динамо»	275	282	55,0	735	1200	16,4
1938	ДК-251а	«Динамо»	275	184	45,0	775	965	17,1

\* Двигатели серии ПТ проектировались на заводе «Электросила» им. Кирова; на заводе «Динамо» им. Кирова было поставлено их частичное производство.

сском трамвае появляется двигатель AEG типа US-521a, но он вскоре вытесняется отечественной конструкцией выпуска 1925 г. типа ДМ-1а.

Значительным прогрессом в области тягового электромашиностроения является освоение заводом «Динамо» им. Кирова тяговых двигателей типа ДТИ-60 (1934 г.) и в том же году компаундного двигателя ДТК-50, а в 1938 г. более со-

<sup>5</sup> Весьма любопытно, что первый тяговый двигатель, примененный на первом русском трамвае в Киеве в 1891 г., и сейчас выставленный в Киевском трамвайном музее, был выполнен с цельным неразъемным остовом.

Таблица 3

Год	Установленная мощность, kW	Год	Установленная мощность, kW
1907	4 800	1933	74 850
1913	20 400	1939	101 000
1921	22 400	1940	112 400
1928	23 800	(план)	

Как видно из табл. 3, установленная мощность генераторов подстанций в 1939 г. по сравнению с 1913 г. возросла почти в 5 раз.

Выработка электроэнергии для нужд трамвая в 1912 г. составила 62,1 млн. kWh, а к 1939 г. достигла 193,748 млн. kWh.

Рельсовый путь дореволюционного трамвая отличался крайним несовершенством. Рельсовыестыки расшатывались, создавая тем самым, помимо недостаточной надежности эксплуатации, неблагоприятные условия для ближдающих токов, вызывающих коррозию трубопроводов. Несовершенные стрелки вызывали частые аварии. В настоящее время в Москве широко применяются автоматические стрелки. На опытных участках (в Останкино и на Смоленском пер.) были опробованы новые электросварные рельсовыестыки по способу, предложенному инж. В. В. Лапшиным<sup>6</sup> (НИИГТ).

Новый способ соединения рельсов представляет интересное сочетание механического и электрического соединения, обеспечивая температурную компенсацию стыков, позволяя заменить значительную часть болтовых соединений.

Протяженность рельсового пути в однопутном исчислении к началу 1940 г. достигла 537 km, т.е. по сравнению с 1913 г., в котором длина рельсового пути составляла всего 270 km, возросла в 2 раза.

Дальнейшее развитие московского трамвая должно протекать в соответствии со сталинским планом реконструкции Москвы.

План реконструкции Москвы предусматривает постепенную разгрузку центра города от трамвайных путей за счет расширения их на периферии города. За период с 1935 по 1945 г. должно быть построено 400 km новых трамвайных путей.

Интенсивный рост других видов городского транспорта, в особенности метро и троллейбуса, в некоторой мере должен способствовать разгрузке трамвая. Так, к 1945 г. пассажироперевозки трамвая должны будут составить 1750 млн. чел./год.

За годы реконструкции удельный вес пассажироперевозок трамвая также несколько снизится, что видно из табл. 4.

Пути развития подвижного состава московского трамвая предрешаются историческим решением XVIII съезда ВКП(б). В резолюции по докладу Молотова сказано:

«Увеличить число новых трамвайных вагонов на 900 единиц, обеспечив производство 4-осных вагонов новейшей конструкции для Москвы, Ленинграда, Киева и других крупных городов СССР». Всесоюзный съезд ВНИТО городского электротранспорта, проходивший в октябре 1939 г. в Киеве, признал необходимым ориентироваться на

В. Лапшин, «Универсальное стыковое соединение трамвайного пути», Коммунальное строительство № 2/3,

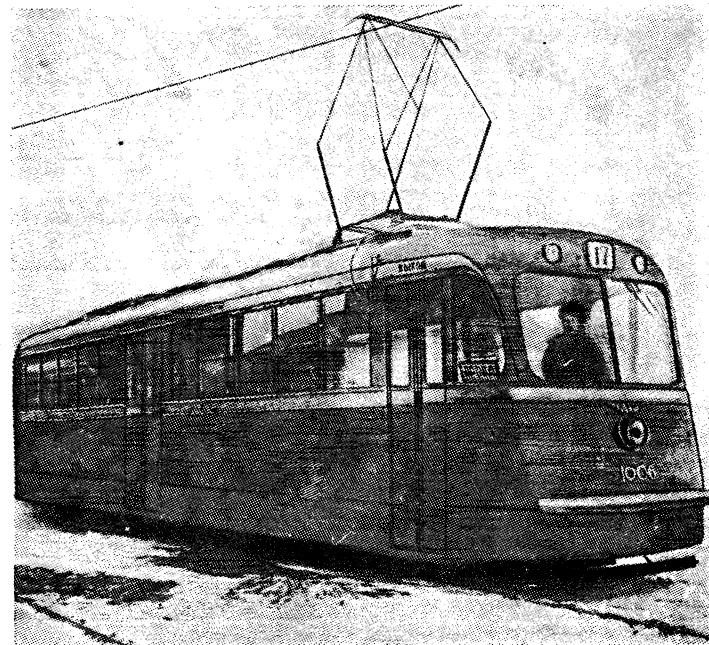


Рис. 4. Новый вагон московского трамвая с компаундными двигателями

Таблица 4

Наименование транспорта	Удельный вес данного вида транспорта в % к общим пассажироперевозкам города Москвы		
	1935 г.	1939 г.	1945 г. план
Трамвай . . . . .	92,1	71,7	41,0
Метро . . . . .	2,0	7,4	17,5
Троллейбус . . . . .	0,9	8,1	16,5
Автобус и такси . . .	5,0	12,8	25,0

скорейшее освоение и постройку вагонов американского типа РСС, приняв в качестве переходного типа от вагонов старого типа к новейшим образцам вагон серии М-38 с компаундными двигателями, освоенный нашей промышленностью (рис. 4).

Необходимость выпуска нового подвижного состава для крупных городов СССР в соответствии с решением XVIII съезда ВКП(б) ставит вопрос о создании мощной производственной базы в виде специального завода трамвайного вагоностроения.

Наряду с этим надлежит максимально использовать внутренние ресурсы московского трамвая, проводя модернизацию вагонов старого типа с целью приближения их динамических показателей к вагонам нового типа.

Существенное внимание должно быть уделено повышению эксплуатационной скорости, что может быть достигнуто главным образом путем организации движения одновагонных составов, которые найдут преимущественное распространение на перспективу. Весьма актуальной задачей является также экономия электроэнергии. В этой части, помимо широкого использования рекуперации энергии, значительную роль должно иметь установление рационального режима ведения поезда, а в дальнейшем внедрение многоступенчатого автоматического пуска, обеспечивающего также значительное повышение пусковых ускорений до 2 m/sec<sup>2</sup> и способствующего в конечном счете увеличению ходовой и эксплуатационной скорости.

# УЧЕНЫЕ И ИНЖЕНЕРЫ О ЖУРНАЛЕ „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“

## ПИСЬМА О РАБОТЕ И ЗАДАЧАХ ЖУРНАЛА

Акад. В. Ф. МИТКЕВИЧ

Журнал «Электричество», основанный 60 лет назад в эпоху начала бурного развития разнообразных приложений электрической энергии, за все время своего существования играл роль основного печатного органа электротехнической мысли в нашей стране.

По моему мнению совершенно бесспорно, что общий характер тематики «Электричества» вполне отвечает насущным потребностям советской электротехники. Журнал этот должен и впредь быть ведущим электротехническим журналом в СССР, сопутствующим рядом других журналов, которые обслуживают специальные отрасли электротехники.

Необходимо, однако, отметить один весьма существенный недостаток журнала «Электричество», именно его крайне ограниченный объем, совершенно не соответствующий масштабам страны с почти 200-миллионным населением, с многими тысячами электротехников, научно и практически разрабатывающих различные проблемы крупнейшей отрасли народного хозяйства.

В связи с этим, приветствуя журнал «Электричество» с 60-летним юбилеем и искренне желая ему дальнейшего процветания, я считаю долгом выразить твердое убеждение, что в ближайшее время объем журнала должен быть значительно увеличен.



Акад. В. М. ХРУЩОВ

Журнал «Электричество» имеет большие заслуги в деле развития нашей электротехнической мысли.

После Октябрьской революции он стал несравненно богаче как в смысле содержания печатающегося материала, так и с точки зрения количества его.

Основное направление журнала — это научно-техническое, это орган нашей оригинальной электротехнической мысли. Однако приходится, к сожалению, констатировать, что за последние два года статьи, носящие научный характер, несколько отодвинулись к концу номера и печатаются в сокращенном виде. На первых же страницах стали появляться популярные технические обзоры, подчас стоящие на недостаточном теоретическом уровне.

Мое пожелание, направленное к редакции, — поднять научность печатаемого материала.

Второе, на что я хотел бы обратить внимание редакции, — это необходимость статей, в которых обрисовывались бы перспективы научно-технической работы в той или иной отрасли электротехники. Важно, чтобы перед читателями «Электричества» выявлялись основные задачи, над которыми нужно сейчас работать, и направление этой работы. Как пример, можно привести проблему передачи энер-

гии постоянным током. Надо признать, что важнейшая с народнохозяйственной точки зрения проблема находит недостаточное отражение страницах журнала «Электричество».



Член-корр. Академии наук СССР М. А. ШАТЕЛЕН

Крупным недостатком журнала «Электричество» являются редкие сроки его выхода. Появляясь свет один раз в месяц, журнал, конечно, не может оперативно следить за электротехнической и вообще энергетической жизнью страны, особенно, если принять во внимание, что печатание и оформление каждого номера требует свыше двух месяцев. Фактически номера «Электричества» — скорее сборники весьма высококачественных статей и рефератов, чем номера периодического ведущего научно-технического журнала. В этих номерах, как общее правило, не помещается систематических сведений жизни научных и технических обществ, о намечаемых конференциях и совещаниях и их программах; и вообще о текущих событиях в энергетической жизни страны. Аналогичные «Электричеству» журналы в Англии, Германии и в США выходят ежедневно.

И нашему журналу «Электричество» надо решительно перейти к выходу по два раза в месяц, т.е. более, что в течение 60 лет жизни журнала было время, когда он выходил в количестве 24 номеров в год: это было вскоре после возобновления журнала, после Октября. Вместе с тем необходимо развить в журнале отделы, посвященные текущим вопросам энергетики и электрификации и сообщениям о намечаемых энергетических конференциях, съездах и т. п.

Нужно также уделять больше места печатанию проектов норм, правил и т. п., чтобы эти проекты могли быть подвергнуты широкому общественному обсуждению.

За 60 лет своего существования журнал «Электричество» выполнил большую общественную и государственную работу. Возникнув в период создания русской электротехники, объединив вокруг себя молодую электротехническую мысль, журнал должен и теперь быть центром, объединяющим кадры советских электротехников, работающих над великим делом электрификации всей страны.



НИТОЭ Ленинградского завода «Электроаппарат»

Организация НИТОЭ завода «Электроаппарат» приветствуя ведущий электротехнический журнал «Электричество» в связи с 60-летием его существования, с удовлетворением отмечает растущее за-

и журнала в разрешении актуальных вопросов одного хозяйства и в развитии советской электротехнической мысли.

рганизация НИТОЭ завода «Электроаппарат» ает необходимым, чтобы журнал «Электричество», оставаясь ведущим советским электротехническим журналом, и впредь ставил своей основной задачей рассмотрение и обсуждение проблемных вопросов теоретической и прикладной электротехники равно и энергетики СССР.

Приветствуя введение в журнале раздела «Из советских электротехников», считаем желанным помещение в нем сжатых сообщений об практических и экспериментальных исследованиях, представляющих общий интерес. К участию в этом деле нужно привлекать кадры молодых специалистов.

Необходимо значительно сократить время нахождия рукописей в редакции до напечатания статей. Надлежит развертывать широкие дискуссии по наиболеешим вопросам электротехники, равно как и организацию консультаций читателей на страницах журнала по вопросам принципиального значения.

Читаем полезным, чтобы в журнале периодически помещались статьи обзорного характера, позволяющие знакомиться с состоянием того или иного росса читателям, не являющимся специалистами данной области.

В целях наиболее полного использования страниц журнала и ввиду наблюдющегося параллелизма в оте советских электротехнических журналов предлагаем полезным обсудить с привлечением активистов вопрос о более четкой специализации издавшихся в СССР электротехнических журналов и их тематических планах.



## НИТОЭ завода „Уралэлектромаш“

Волею большевистской партии на Урале создается вторая, после Ленинграда, база высоковольтного аппаратостроения. На Урале к этому есть большие возможности. Урал — богатейший край электротехнических материалов — меди, трансформаторной стали, алюминия, изоляции.

Мало на Урале электротехнических кадров, особенно аппаратчиков. Но эта недостаточность не такущалась бы, если бы такой орган наркомата электростанций СССР и наркомата электропромышленности СССР и Академии Наук СССР, как журнал «Электричество», взял бы под свое повседневное внимание вопросы теории и практики такой отрасли, как высоковольтное электропромышленности, как высоковольтное аппаратостроение. Инициаторская роль печати обязывает журнал этому. Более широкое привлечение электротехники из Москвы, Ленинграда и других городов к решению вопросов высоковольтной аппаратуры и ее применения будет содействовать техническому подъему аппаростроения.

Завод «Уралэлектромаш», направляя свои силы на освоение передовой техники в производстве высоковольтных аппаратов, добился массового выпуска малообъемных выключателей 3, 6, 10 кВ типа ВМГ-22-Б и ВМГ-32-Б, разъединителей мощностью, пневматических приводов. Эти изделия, к сожалению, не описаны на страницах журнала.

В связи с 60-летием журнала «Электричество» пожелаем, чтобы вопросы теории, исследования и техники высоковольтной аппаратуры нашли свое место на страницах журнала в большем объеме, чем это имело место до сих пор.



Проф., д-р техн. наук Л. Р. МАШКИЛЛЕЙСОН  
Ленинградский электротехнический институт им. Ленина

Просматривая номера журнала за последние годы, можно ясно увидеть широкий охват вопросов современной электротехники. Можно утверждать, что в области электротехники сильного тока и связанных с ней теоретических вопросов нет почти ни одной существенной проблемы, которая не освещалась бы в журнале «Электричество».

Посвящая ряд статей важнейшим вопросам нашего электротехнического строительства, журнал активно способствует успешному выполнению сталинских пятилеток.

Сильно выиграл журнал, введя в 1939 г. новый раздел «Из работ советских электротехников», позволивший облегчить опубликование, хотя бы в сокращенном виде, ряда интересных работ.

Желая журналу «Электричество» дальнейшей плодотворной и успешной работы, хотелось бы видеть его в будущем издающимся в увеличенном объеме.



Проф., д-р техн. наук В. К. ПОПОВ  
Ленинградский индустриальный институт

В 60-й год существования первого русского, электротехнического журнала хочется пожелать ему дальнейшего успеха в деле освещения и выдвижения крупных теоретических проблем и научно-технических достижений советской и заграничной техники.

Наш журнал «Электричество» начал свое существование с младенческих годов электротехники, еще до оборудования Эдисоном в Нью-Йорке в 1882 г. первой электрической станции для целей освещения и вскоре после демонстрации первой электрической дороги в 1879 г. Сименсом в Берлине. За все эти годы журнал непрерывно отражал все основные научные электротехнические задачи и дожил до дней, когда он смог освещать проблемы и достижения Волжховстроя, Днепрогэсса, Московского метро, крупнейших гигантов нашей металлургии, наших лучших электротехнических заводов — «Электросила», ХЭМЗ, «Динамо» и «Электроаппарат».

В последние годы редакция работает в тесном контакте с инженерно-технической общественностью, интересуясь и считаясь с пожеланиями весьма широкого круга читателей в отношении программы журнала.

Для дальнейшего улучшения работы журнала хочется выразить следующие пожелания:

1. Поскольку журналом пользуется исключительно широкий круг читателей с разнообразными запросами, вряд ли следует часто выпускать отдельные номера, узко специализированные по какой-либо проблеме. К таким «специальным» номерам, на наш взгляд, следует прибегать лишь в исключительных случаях.

2. Рефератный отдел следует сделать более систематическим по всем разделам, чтобы появляющиеся по разным уклонам рефераты не носили случайного непланового характера, а содержали бы наиболее интересные, освещаемые в иностранных журналах моменты из разных отраслей электротехники.

3. Считал бы желательным по возможности регулярное помещение в журнале кратких обзорных статей современного состояния различных областей электротехники (например строительство электрических станций, линии электропередачи, электрические машины, электропривод, электрические измерения и т. д.) с наиболее характерным цифровым табличным материалом.

4. Большее внимание желательно уделить вопросам автоматики и телемеханики, в частности, вопросам теории автоматического регулирования, следящего привода, применения в промышленности ионно-электронных аппаратов и комплексной автоматизации.

5. Желательно помещение отдельных статей, касающихся высшего электротехнического образования в СССР, комплекса изучаемых наук и профилей инженеров-электриков.

6. Необходимо в журнале давать краткую характеристику содержания защищаемых в СССР докторских и кандидатских диссертаций по электротехнике.

7. Необходимо в библиографическом разделе своевременно давать краткие рецензии на все наиболее интересные новые иностранные книги по электротехнике.



**Проф. М. Д. КАМЕНСКИЙ**  
Ленинградский индустриальный институт

Считаю себя обязанным приветствовать с 60-летним юбилеем журнал «Электричество» — один из старейших в мире электротехнических журналов.

Общее направление работы журнала, принятое за последние годы редакцией, я считаю в основном вполне правильным.

Журнал всегда реагирует на все актуальные вопросы, связанные с современным положением у нас в Союзе электротехники и электрификации.

Очень ценными являются те материалы по научно-техническим дискуссиям, которые появляются в журнале в связи с обсуждением ряда интереснейших электротехнических проблем нашего времени (передача постоянным током высокого напряжения и т. п.).

Следует пожелать вместе с тем, чтобы контингент авторов был расширен, так как в журнале печатают свои работы часто все те же самые лица, знакомящие с опытом работы тех же самых учреждений и предприятий.

Следует обратить внимание на более внимательное отношение к самой технике редактирования работ, печатаемых в журнале, и не допускать слишком громоздких статей.

Необходимо принять меры к тому, чтобы отдел рефератов из заграничной литературы был несколько расширен по числу помещаемых в нем рефератов, охватывая больший круг вопросов за счет может быть сжатия объема рефератов.

Эти рефераты необходимо индексировать и них за ряд лет целесообразно составить указатель. Так как этого не делается, этот отдел не может быть эффективно использован в дальнейшем читателями, интересующимися тем или иным вопросом.



**Проф., д-р техн.-экон. наук С. А. КУКЕЛЬ-КРАЕВСКИЙ**  
Московский энергетический институт им. Молотова

Резкое разделение как специалистов, так и во всех технических журналах по трем разделам энергетической техники: электротехника, теплотехника и гидротехника, оставляет недостаточно изученными теоретически и практически целый ряд обычных энергетических вопросов. К ним относятся: планирование энергоснабжения, экономика энергетики, энергохозяйство промышленных предприятий, вопросы проектирования и эксплоатации энергетических систем (включающих все энергетические установки от энергоресурсов до потребителя) а также ряд вопросов диспетчерской службы энергетических систем.

Поэтому я приветствую журнал «Электричество» в связи с его 60-летием прежде всего как едиственный у нас журнал, освещающий (хотя по недостаточно систематично и неполно) общееэнергетические вопросы.

Выражаю пожелание, чтобы это общееэнергетическое направление старейшего русского электротехнического журнала в дальнейшем расширялось углублялось.

Энергетическую систему объединяет в одно целое именно ее электрическая часть. Уже поэто одному вполне естественно именно журналу «Электричество» восполнить пробел в общееэнергетической периодической литературе и освещать вопросы энергетических систем в самом широком смысле этого термина, а также помещать те научные, методологические и обзорные статьи, которые охватывают одновременно две или три области энергетики, обслуживаемые каждой своим журналом с более узкой программой.



**Проф., д-р техн. наук Р. Л. АРОНОВ**  
Харьковский электротехнический институт

Журнал «Электричество» несомненно оказал большую помощь в развитии русской электротехники.

За 60 лет круг вопросов, которым уделял основное внимание журнал, и его характер, естественно, изменился. В настоящее время электротехника прославилась в весьма обширную область. Тематический план журнала на 1940 г. содержит 23 основные темы, каждая из которых затрагивает большую группу вопросов. При выходе 12 номеров в год общий журнала недостаточен для охвата такого количества вопросов.

Журнал «Электричество» рассчитан на весь обширный круг высококвалифицированных читателей и должен отдавать предпочтение вопросам в которых новая техника базирована на глубоком изучении теории. Особенно обширна группа вопросов, связанных с новыми методами управления пр

здственными механизмами на базе новых комбинаций машин и аппаратов и автоматизации управления электроприводами.

Современная теория и практика электроприводают еще много открытых и недоработанных вопросов (см. статью проф. В. К. Попова «Современное состояние общей теории электропривода и ее задачи», «Электричество» № 1, 1940). Это и неудивительно, так как эта отрасль техники вышла на настоящий путь развития всего лишь около лет назад.

настоящее время журнал «Электричество» чно вошел в быт русского электротехника. Журналу дальнейшей плодотворной работы на изъю социалистической родины.



**Проф., д-р техн. наук А. А. ВОРОБЬЕВ**

Томский индустриальный институт

Старейший научно-технический журнал «Электричество» имел и имеет большое значение в развитии электрификации нашей страны.

Журнал «Электричество», внимательно следя за развитием научно-технической мысли в электротехнике и смежных областях науки, держит своих читателей в курсе современных научных тенденций. Со своей стороны я хотел бы подчеркнуть большое значение для советской науки введение отдела «работ советских электротехников», в котором журнал знакомит нас с проблемами, стоящими перед советскими электротехниками, и стимулирует быструю разработку. Желательно также расширить отдел рефератов заграничных работ.

В связи с 60-летием журнала «Электричество» прошу пожелание, чтобы важнейшие проблемы советской электротехники, в частности, проблемы энергетики советского севера и др., нашли бы свое правильное и быстрое отражение на страницах журнала «Электричество», чтобы журнал «Электричество» был боевым органом советских электротехников, работающих на процветание нашей великой родины.



**Инж. Р. А. ЛЮТЕР**

Ленинградский завод «Электросила» им. Кирова

Основанный в 1880 г. старейший в Союзе научно-технический журнал «Электричество» в текущем году отмечает 60-летие своего существования.

До Великой Октябрьской социалистической революции журнал «Электричество» являлся единственным в стране периодическим изданием по электротехнике, знакомившим читателей с достижениями в самой молодой и наиболее прогрессивной области техники.

Бурный рост развития техники в Союзе после Октябрьской революции привел к значительному увеличению числа периодических изданий по электротехнике. В новых условиях журнал «Электричество» сумел завоевать себе место как научно-технический и технико-экономический журнал, посвященный теоретическим и практическим проблемам развития электротехники сильных токов в связи с электрификацией СССР.

Недавно отметить, к сожалению, что много ста-

тей журнала «Электричество» приходится печатать в сильно сокращенном виде, иногда в ущерб полноте и ясности изложения. Желательно также, чтобы внешнее оформление иллюстраций, а также тщательность корректуры были бы подняты на более высокую ступень.

Заслуженному юбиляру остается пожелать дальнейших успехов в деле освещения основных тем, связанных с реализацией решений партийных съездов о плановом развитии электрификации в народном хозяйстве СССР, и тем, связанных с дальнейшим прогрессом советской и мировой электротехники в электрификации.



**Инж. П. А. ФРИДКИН**

Ленинградский завод «Электросила» им. Кирова

60 лет журнала «Электричество» — это прежде всего 60 лет преданной и добросовестной работы многих наших электротехников по организации, собиранию материалов и пропаганде новейших достижений науки и техники. Привет этим нашим электротехникам, привет нынешним работникам журнала, наши добрые пожелания редакции.

Когда есть чувство тревоги и заботы о состоянии нужного и полезного дела, тогда приходит и сильное желание поднять это дело, улучшить его.

Нужно, чтобы в журнале было больше материалов, индуктирующих в читателе прогрессивное новаторство в технике — эту основу основ технического прогресса.

Изучение развития иностранной технической мысли очень важно для нашего технического прогресса, но во много раз важнее наши самостоятельные изобретения и усовершенствования. Это значит, что, перенимая все лучшее в иностранной технике, мы должны, однако, базировать наш самостоятельный прогресс на наших собственных технических изобретениях и усовершенствованиях. Тогда и только тогда мы станем пионерами в области создания новых систем и конструкций машин и перейдем на первое место во всех отраслях машиностроения, по всем наименованиям машин. Это именно нам теперь нужно, это именно подобает стране прогресса, стране социалистической культуры и этого надо добиваться разумной и настойчивой работой во всех отраслях техники.



**Инж. Л. М. КЛЯЧКИН**

Ленинградский завод «Электросила» им. Кирова

Приветствуя журнал «Электричество» по случаю его 60-летия.

Журнал за долгие годы своей работы умел сочетать вопросы теории и практики. За последние годы журнал стал подлинным научно-техническим штабом нашей электропромышленности и по праву пользуется большим авторитетом среди советских специалистов.

Пожелаем журналу и в дальнейшем еще более плодотворной работы и успехов в деле оснащения нашей родины передовой техникой.



В связи с 60-летием журнала «Электричество» прежде всего хочется отметить ту большую роль, которую играл и играет журнал, организуя техническую мысль постановкой важнейших вопросов развития электротехники и воспитывая наши молодые научные и инженерные силы.

Можно прямо сказать, что не одно поколение русских электротехников воспитано журналом, и все крупные научные и инженерные силы всегда принимали деятельное участие в работе журнала «Электричество».

Положение основного электротехнического журнала налагает обязанность быть высокоавторитетным во всех вопросах, поднятых на страницах журнала. В этом отношении не все было благополучно, так как на страницы журнала иногда попадали статьи мелкие по глубине трактуемого вопроса, а в отдельных случаях и содержащие технические ошибки. Отрицательное впечатление, произведенное этими статьями, не всегда исправлялось путем помещения соответствующих разъяснений и исправлений, что вело к неверным толкованиям и не способствовало научно-техническому уяснению трактуемого вопроса.

Необходимо усилить редактирование статей по существу путем привлечения к этому делу широкой инженерно-технической и научной общественности и наиболее авторитетных инженерно-технических и научных работников.

К заслуге журнала следует отнести появление в нем статей по тем вопросам электропромышленности, которым ранее уделялось весьма мало внимания, несмотря на их большую значимость для развития энергохозяйства, как, например, по вопросам производства и эксплоатации кабельных изделий, и в особенности высоковольтных кабелей, однако отдельные статьи из этой области не носят еще систематического характера и являются в значительной мере случайными.

Наша отсталость в области кабельной техники должна быть ликвидирована в кратчайший срок и поэтому нужно надеяться, что журнал не ограничится только информацией о новостях в кабельной технике, намеченной планом на 1940 г., но даст серию статей по основным проблемам кабельной техники, как, например, по особенно злободневному для нас вопросу, касающемуся выбора типа кабеля на напряжение 110—220 кВ, а также о заменителях в кабельной промышленности.

Недавно открытая при Московском энергетическом институте им. Молотова кафедра кабельной техники готовит квалифицированных инженеров-кабельщиков и уже в текущем году даст стране первых инженеров для работы в кабельной промышленности. Было бы весьма важно поднять на страницах журнала вопрос о профиле инженера-кабельщика и наилучшей организации обучения, учитывая и требования эксплуатирующих организаций.

В заключение хотелось бы, чтобы журнал проявил большую инициативу в вопросе о пересмотре норм и стандартов. В частности, стандарты и нормы на кабельные изделия давно уже не обсуждались на страницах журнала «Электричество», что не содействовало развитию этой отрасли электропромышленности.

«Электричество» является нашим основным электротехническим журналом. Журнал в настоящее время весьма полно отображает состояние нашей электротехнической мысли как в области производственной, так и в области научно-исследовательской. Большое количество статей, направляемых журналом, безусловно требует расширения его производственной базы, а также увеличения объема числа номеров. Следует особо подчеркнуть весьма хорошее начинание редакции — введение раздела «Из работ советских электротехников». Наличия такого отдела в журнале бесспорно поможет более полной реализации работ в ряде случаев заключению приоритета.

В заключение следует пожелать журналу «Электричество» дальнейшей плодотворной деятельности и успехов в деле воспитания наших кадров.



**Доц., канд. техн. наук Э. А. МЕЕРОВИЧ**  
Энергетический институт Академии Наук ССР

История журнала «Электричество» тесным образом связана с историей электротехники в России.

На первых порах своего существования журнал выполнял труднейшую задачу преодоления рутинных и реакционных тенденций, мешавших проникновению новой техники в Россию того времени.

Начало издания журнала относится к тому периоду, когда в результате замечательных исследований великих ученых XIX столетия было построено великолепное здание классической электродинамики.

В результате деятельности этих великих исследователей природы был открыт целый мир до того совершенно неведомых явлений. Благодаря усилиям инженеров этого столь недалекого от наше дней времени отвлеченные выводы теории в короткий срок стали базой для создания совершенных инженерных конструкций.

Журнал «Электричество» совершил большого значения работу по приобщению русской техники к этому победоносному движению.

Октябрьская революция превратила Россию в страну расцвета передовой социалистической техники. В новых условиях роль журнала «Электричество» значительно выросла. В связи с 60-летием юбилеем журнала «Электричество» хотелось бы выразить ряд пожеланий.

Первое пожелание касается объема журнала. Желательно увеличить число выходящих в течение года номеров, так как в узких рамках настоящего издания явно не умещается весь комплекс проблем теоретической и практической электротехники, интересующихся к тематике журнала.

Далее желательно расширить критическое обсуждение научных работ советских электротехников.

Хотелось бы также, чтобы в журнале значительное место уделялось вопросам электротехнического образования и подготовки кадров в области электротехники.

Целесообразно также введение небольшого отдела консультаций, который окажет большую помощь лицам, лишенным непосредственной связи с научными центрами страны. В заключение хотелось бы, чтобы весь помещаемый материал без исключения соответствовал общему уровню журнала и мог отвечать самой строгой научной критике.

**Инж. Г. Б. ХОЛЯВСКИЙ**  
Ленинградский завод „Электроаппарат“

Приветствуя передовой электротехнический журнал «Электричество» с 60-летием его существования, можно выразить уверенность, что он и в дальнейшем сохранит свою ведущую роль в советской электротехнической периодической печати, и вместе тем высказать несколько пожеланий.

Так например, желательно сокращение промежутка времени между поступлением рукописи в редакцию и ее напечатанием, что весьма важно для сохранения актуальности помещаемых в журнале статей. Одним из средств для этого может быть ограничение выпуска специализированных номеров журнала до сравнительно небольшого количества лучших иностранных электротехнических журналов (не фирменных), как, например, Electrical Engineering, ETZ, и др. выпуск журналов по определенной тематике производится сравнительно редко. При всей пользе подбора ряда статей с однородной тематикой нельзя забывать, что этот метод выпуска может иногда сильно задержать выход отдельных статей, а также может вообще затруднить помещение статей, не относящихся к тематике нижайших номеров журнала.

В части тематики существует потребность выделения раздела в журнале «Электричество» (или, возможно, в каком-либо другом из электротехнических журналов) для освещения вопросов расчета, конструирования или экспериментального исследования отдельных элементов электрооборудования. В тематику журнала следует включать более систематически, чем до сих пор, вопросы электротехнической классификации и терминологии, в области которых в Союзе часто имеет место большое расхождение мнений. Этими вопросами в настоящее время частично занимаются Комиссия по рационализации электротехнической терминологии при ВНИТОЭ в Ленинграде и Комитет по технической терминологии при Академии Наук СССР. Освещение и решение принципиальных вопросов электротехнической классификации и терминологии уместно именно на страницах такого журнала, как «Электричество».

Следует также более систематически помещать в журнале проекты стандартов и норм на важнейшее электротехническое оборудование и более активно привлекать широкие круги советских электриков в научно-технические дискуссии как по наиболее актуальным темам в области стандартизации, так и по другим важнейшим электротехническим вопросам.



**Инж. Е. В. КАЛИНИН**  
Ленинградский завод „Электроаппарат“

Журнал «Электричество», старейший электротехнический журнал, подобрал обширный круг читателей и сотрудников по всем отраслям электроники. Содержание журнала — статьи, работы союзных электротехников, освещение новинок иностранной технической литературы — достаточно полно удовлетворяет потребности читателей. Журнал приносит большую пользу делу развития союзной электротехнической мысли, воспитания и обучения кадров, обмена опытом. Недочеты, о которых я упомяну ниже, объясняются в основном ограниченностью объема (печатных листов).

Следовало бы не ко всем статьям подходить с

непременным требованием сократить объем до  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  печатных листа. В случае необходимости можно некоторые статьи помещать в нескольких номерах. Следовало бы шире и регулярнее помещать для предварительного ознакомления проекты стандартов, что весьма важно для их лучшего обсуждения. Следовало бы планомернее вести раздел рефератов, согласуя план с другими электротехническими журналами, также печатающими рефераты, так, чтобы все наиболее интересные статьи, имеющиеся в иностранных журналах, были освещены в советской литературе. Рефераты не только должны рассказывать о содержании статьи, но непременно излагать существенные данные, если нужно, с примечаниями автора реферата.



**Инж. Л. М. ШНИЦЕР**  
Московский трансформаторный завод им. Куйбышева

Говоря о задачах журнала, редакция как-то писала: «Журнал наш, нося название «Электричество», не может и не должен игнорировать никаких действительных успехов как теоретических, так и практических в этой области знания».

В этих словах выражено осуществляющее журнал стремление — следить за достижениями науки и практики электротехники, содействовать ее развитию, не впадая ни в одну из крайностей: чисто теоретического и, наоборот, популярного журнала.

Отводя подобающее место статьям теоретического характера, журнал уделяет много места вопросам электростроительства в широком смысле этого слова.

Благодаря такому направлению, «Электричество» является журналом, доступным широким кругам электротехников, и дает им возможность следить за развитием и успехами этой отрасли техники вообще и в нашей стране, в особенности.

Считаю желательным расширить практику научно-технических дискуссий по отдельным вопросам, применяемую часто в американских журналах и весьма редко в «Электричестве».



**Инж. М. Г. ЛОЗИНСКИЙ**  
Ленинградский завод „Светлана“

Из года в год расширяется тематика журнала «Электричество», охватывающая все новые и новые области электротехники. На страницах журнала приводятся сообщения о последних достижениях и в области сильных токов, и в вопросах телемеханики и телевидения, освещаются проблемы создания единой высоковольтной сети Союза, высокочастотной электротермии, даются рефераты иностранных статей.

Трудно переоценить значение журнала «Электричество» в деле ознакомления инженерных работников с последними достижениями техники.

Однако надо отметить и недочеты в работе журнала. Между поступлением статьи в редакцию и опубликованием ее зачастую проходит столь большой промежуток времени, что материал успевает устареть. Необходимо значительно увеличить объем журнала и его периодичность. Кроме того, надо

расширить отделы обзора иностранной технической литературы и новостей техники.

Я считал бы целесообразным в ближайшее время подвергнуть широкому обсуждению на страницах журнала «Электричество» проблемы высокочастотной электротермии (поверхностной электрозакалки стали, плавки металлов, электронагрева для штамповки и т. п.) с тем, чтобы решить ряд спорных вопросов в этой области техники. Это, безусловно, будет способствовать более быстрому внедрению новой, передовой техники термообработки в металлообрабатывающую промышленность Союза.



**Инж. М. М. АКОДИС**  
Донэнерго

Для нашей электротехнической печати недопустимо ограничиваться описанием технических новинок и достижений.

Наша электротехническая печать и в первую очередь журнал «Электричество» обязаны выдвигать перед промышленностью и научно-исследовательскими институтами новые технические задачи и подвергать их широкому обсуждению.

Между тем практика работы наших электротехнических журналов не вполне удовлетворяет этим требованиям. Дискуссии по тем или иным техническим проблемам крайне редки. Материал, как правило, трактуется недостаточно глубоко и полно, существует тенденция придавать ему описательный характер. Зачастую это затрудняет использование помещаемого материала, так как опускание доказательств и методики получения результатов экспериментальных работ заставляет либо принимать «на веру» заявления и выводы автора, либо вообще отказаться от пользования ими.

Известно, что особенно сложны вопросы, связанные с созданием необходимых типов высоковольтной аппаратуры (коммутационной, грозозащитной и т. д.), настолько отставшей у нас, что даже обеспечение запросов текущей эксплуатации требует большой исследовательской работы. В нашей же печати, в том числе в журнале «Электричество», этим вопросам за последние годы посвящено очень мало места.



**Доц., канд. техн. наук В. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ**  
Завод „Москабель“

Журнал «Электричество» бесспорно является передовым электротехническим журналом нашего Союза.

Наряду с чисто теоретическими работами журнал освещает вопросы, имеющие большое практическое значение, и в этом отношении часто является единственным пособием при проработке того или иного вопроса.

Как положительное явление нужно отметить также посвящение специальных выпусков журнала отдельным вопросам электромашиностроения, трансформаторостроения и т. п. Такой метод можно рекомендовать и впредь для освещения и других основных вопросов электротехники.

Было бы крайне желательно увеличить число номеров журнала до 24 в год. В этом случае ценный

материал не печатался бы с таким опозданием, как это часто имеет место сейчас.

Как специалист по изоляционным материалам кабельным изделиям должен отметить, что журнал «Электричество» этому вопросу должен уделять значительно большее внимание, чем это имеет место сейчас. Журнал должен учитывать, что изоляционная и кабельная промышленность до последнего времени является одной из отсталых отраслей нашей промышленности, и поэтому журнал «Электричество» обязан всячески способствовать устранению этой отсталости.

Считал бы также целесообразным сблизить редакцию, авторов и основных читателей путем организации совещаний и конференций при редакции по основным проблемам и вопросам электротехники. В ряде случаев это мероприятие может дать большой практический эффект.

Необходимо усилить также освещение на страницах журнала «Электричество» основных вопросов, касающихся норм и ведущих стандартов электротехнической промышленности. Сделанный в этом отношении опыт в части основных стандартов трансформаторостроения нужно незамедлительно расширять и на основные стандарты других отраслей электропромышленности.

Наконец, нужно отметить, что основной массой читателей журнала «Электричество» являются заводские инженеры, инженеры главков и т. д. В связи с этим необходимо несколько больше внимания уделить практическим вопросам за счет сокращения работ чисто теоретического характера, которые с успехом можно поместить в журнале «Техническая физика» и т. д.

В настоящее время красной нитью в деятельности каждого промышленного предприятия проходит экономия цветных металлов, замена остродефицитных материалов другими менее дефицитными и освобождение от импорта. Однако все эти мероприятия необходимо проводить с таким расчетом, чтобы они не снижали электрических и других качеств изделий. Научное освещение вопросов, связанных с уменьшением расхода цветных металлов и прочих дефицитных материалов, в настоящее время было бы крайне желательным видеть на страницах журнала «Электричество».



**Доц., канд. техн. наук В. А. СОЛОВЬЕВ**  
Московский энергетический институт имени Молотова

На всех участках нашей работы — на магистральном электровозе, уверенно мчащемся 2000-тонный состав по 9°/oo подъему, на крошающем липите, выкатывающем вагонетки с углем из самых тесных штреков, в комфортабельной секции метро, на троллейбусе, за рулем аккумуляторного автомобиля, в кабине тепловоза, в машинном зале океанского электрохода, на монтаже скоростной подвески, при разработке автоматической подставки — мы, работники электрической тяги, думаем над повышением производительности нашего труда, над усовершенствованием нашей техники. Если мы видим принципиально новое решение вопроса, если мы обнаруживаем, что те или иные нормы или традиции устарели, если мы открыли что-либо новое, стахановцы и учёные, инженеры и рабочие, электровозники и монтажники, проектировщики

следователи обращаемся к нашей печати — от газеты до центральных изданий. Все лучшее, все наиболее принципиальное и новое, все отражающее развитие передовой сталинской науки области электричества мы посыпаем в наш ведущий журнал «Электричество».

Только с победой Советской власти идеи инженеров и изобретателей нашли широкий путь для воплощения в жизнь. План ГОЭЛРО, разработанный под личным руководством Ленина и сталинские пятилетки превратили идеи советских инженеров и изобретателей в мощные гидростанции, линии кабельной передачи сверхвысокого напряжения, электрические железные дороги и радиостанции. Собственно и широкому обсуждению актуальных вопросов применения электротехники на великой социалистической стройке посвятил себя журнал «Электричество» за последние 20 лет своей жизни. Это его большая заслуга.

Мы, работники электрической тяги хотим, чтобы россам электрификации железных дорог, городского и промышленного транспорта уделялось еще большее внимание на страницах журнала «Электричество», учитывая, что у нас нет ни одного журнала по электротранспорту, а значение магистрально-городского промышленного и рудничного электротранспорта в нашей стране чрезвычайно велико.



**Инж. А. С. КАНТЕР**

Всесоюзный электротехнический институт

течение всего 60-летнего существования журнала «Электричество» занимал и занимает ведущую среди электротехнических журналов Союза. Ориентир журнала прочно укреплен не только у электротехников Союза, но и в иностранной печати, среди ведущих электротехнических журналов мира. В ряду с большими достижениями журнала, особенно значительными за последние годы, необходимо отметить и известные недочеты.

Но необходимо еще более усилить существующую связь журнала с исследовательскими институтами и лабораториями заводов. Необходимо помещать в журнале, помимо аннотаций из иностранных журналов, краткие сообщения, во многих случаях, возможно, одни названия наиболее существенных работ по электротехнике, публикуемых в изданиях академии наук, бюллетенях исследовательских институтов, заводских лабораторий и т. п.

Следует значительно увеличить число и объем аннотаций из иностранных журналов, причем в журнале следует группировать аннотации по разделам (электрические машины, станции, сети и т. д.).

Объем журнала и число номеров необходимо увеличить.

Качество бумаги и иллюстрационного материала должно быть улучшено.



**Инж. Б. Л. АЙЗЕНБЕРГ и инж. М. Н. КАРАСИК**

Ленэнерго

помещал как статьи теоретические (акад. Хрущева, инж. Никогосова, Айзенберга и Карасика, инж. Сироты, Бессмертного, проф. Каменского), так и ряд статей, посвященных новым схемам сети (сети Дворца Советов, замкнутые сети без сетевых автоматов). Дискуссия по вопросам проектирования городских сетей, начатая в первых номерах журнала за 1939 г., хотя и не может считаться законченной, однако является несомненным достижением журнала.

Следует отметить все же, что из поля зрения журнала выпали некоторые крайне важные вопросы, не получающие освещения и в других электротехнических журналах Союза.

Так например, вопрос определения электрических нагрузок городской сети со времени опубликования курса центральных электрических станций проф. В. В. Дмитриева (1924 г.) и книги Слонима и Фингера (1930 г.) не освещался в наших журналах. Последняя статья, отчасти затрагивающая этот вопрос, помещена в журнале «Электричество» № 19 за 1931 г. Между тем за последние 10 лет применявшиеся ранее удельные нагрузки, коэффициенты использования и другие показатели настолько изменились, что пользование старыми данными неизбежно приводит к недоразумениям.

Ни разу в журнале не поднималась проблема компенсации реактивной мощности в энергоснабжающих системах, вопросы оптимального распределения генерируемой реактивной мощности между генераторами системы, компенсаторами районных подстанций и компенсаторами различного типа в установках потребителей. Некоторые статьи на эту тему, печатавшиеся за последние годы, рассматривают только отдельные узкие вопросы улучшения коэффициента мощности, а не весь вопрос в целом.

Особенно следует отметить ценное начинание журнала, помещающего в последнее время специальный раздел «Из работ советских электротехников». Здесь уместно выразить только пожелание, чтобы тематика печатаемых статей больше отвечала бы практическим вопросам электротехники, освещая наиболее интересные работы «Электропрома», «Теплоэлектропроекта» и эксплуатационных организаций.

Рефератный отдел журнала было бы целесообразно до некоторой степени специализировать, учитывая, что рефератный отдел по вопросам электромашиностроения имеется в журнале «Вестник электропромышленности».



**Канд. техн. наук. М. И. ЗЕМЛЯНОЙ**

Всесоюзный электротехнический институт

Журнал «Электричество» является основным научно-техническим журналом, освещющим как теоретические, так и практические задачи, стоящие перед нашей электротехникой.

В журнале, на мой взгляд, недостаточно полно освещаются вопросы электромашиностроения. Такие крупные вопросы, как обсуждение Всесоюзного стандарта на электрические машины (ОСТ 200-20) ОСТ на турбогенераторы и другие вопросы, не обсуждались в журнале.

Поэтому раздел электрических машин должен быть расширен.

В журнале необходимо практиковать помещение

статьей большого объема, освещавших отдельные крупные проблемы.

Следует указать, что сроки выхода журнала сильно запаздывают. Оформление, рисунки, фото и бумага также требуют улучшения.

В заключение желаю журналу «Электричество» дальнейшей плодотворной работы в деле развития нашей советской электротехники.



**Канд. техн. наук Г. И. АТАБЕКОВ**  
«Теплоэлектропроект»

Говоря о кадрах наших исследователей, о массе научно-технических работников, нельзя забывать огромные резервы творческих сил, не связанных с центральными научно-исследовательскими организациями и разбросанных по самым отдаленным уголкам нашей необъятной социалистической родины. Для них «Электричество» — источник творческих и изобретательских идей, осведомитель того, над чем работает научная мысль инженеров-электриков в СССР и за границей.

В жизни многих инженеров-электриков, в том числе и пишущего эти строки, журнал «Электричество» сыграл важную роль в смысле приобщения к исследовательской и изобретательской работе.

Хотелось бы высказать некоторые пожелания журналу на будущее:

1. Необходимо стремиться к дальнейшему укреплению и оживлению связи редакции с активом читателей и авторов.

2. Желательно практиковать при помещении какой-либо статьи, затрагивающей новую и актуальную тему, одновременное выступление в порядке дискуссии отдельных специалистов по данному вопросу. Это значительно оживит журнал, не заставит долго ждать откликов на помещаемые статьи и ускорит их обсуждение.

3. Следует приветствовать дальнейшее освещение на страницах журнала вопросов автоматизации электроустановок (в частности, автоматизации гэс) и внедрения электронных приборов в технику.

4. Необходимо уделить большее внимание теоретическим и научным основам выбора принципов и методов проектирования релейной защиты сложных электрических систем, а также методам расчета токов короткого замыкания для целей релейной защиты.



**Доц. Г. Б. МЕРКИН**  
Ленинградский индустриальный институт

За последние 2—3 года качество журнала «Электричество» значительно повысилось и на сегодня стоит на достаточно высоком уровне. Все основные электротехнические проблемы находят достаточно широкое освещение в журнале, хорошо освещаются работы, ведущиеся советскими электротехниками, ряды авторов журнала значительно пополнились и т. д.

Необходимо продолжать работу с авторами по части их обучения кратко и ясно излагать свои мысли, совершившиеся не допускать все еще продолжающиеся большие словоизлияния на общие всем известные темы, добиться регулярного выхода журнала в свет.



**Инж. М. Д. ТРЕЙВАС**

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта

В настоящее время журнал «Электричество» является единственным научно-техническим журналом, имеющим большое распространение среди электротехников Союза.

Объем журнала безусловно не позволяет редакции помещать в нем весь тот обильный и интересный материал, который имеется в ее портфеле. Очевидно, в связи с этим вопросу электрификации ж. д. и связанному отчасти с ним вопросу электронного и ионного преобразования тока уделяет в журнале недостаточное внимание. Мне думается, что этот пробел по возможности необходимо заполнить.

Желательно также, чтобы в журнале давали краткие сообщения о разрабатываемых отдельных электротехническими научно-исследовательскими и институтами проблемах, о получаемых результатах при этом. Отчасти это может быть помогло бы и бегать подчас ненужного параллелизма в работе отдельных институтов. Хорошо было бы также давать сообщения о результатах проводимых технических конференций и совещаний по вопросам электротехники.

По наиболее интересным и новым вопросам желательно было бы давать в журнале развернутую дискуссию с ответами авторов дискуссируемой статьи. Кроме того, желательно было бы помещать периодически в журнале не только рецензии на отдельные вышедшие книги по электротехнике, но вообще давать списки этих книг и аннотацию к ним.

Все это безусловно потребует расширения обзора журнала, но в этом уже давно ощущается явная необходимость.



**Канд. техн. наук В. Т. РЕННЕ**  
Ленинградский завод «Красная заря»

За долгое время своего существования журнал «Электричество» приобрел большую популярность среди широких кругов наших электротехников. Заслуженной известностью журнал пользуется и за границей. В ряде заграничных изданий, в библиографии можно найти ссылки на статьи, опубликованные в журнале «Электричество». Одной из важных заслуг журнала является отдел рефератов, отражающий новости заграничной электротехники.

Большим достоинством журнала «Электричество» является его способность живо откликаться на все новые веяния в электротехнике, прививая своим читателям «чувство нового», которое так важно для правильного движения вперед по пути технического прогресса.

В широкой тематике журнала «Электричество» последние три-четыре года значительным проблемам является недостаточное внимание вопросам электрической изоляции, которое вытекает из общей дооценки этого вопроса в системе нашей электропромышленности.

За последние годы журнал «Электричество» помещал на своих страницах 8—10 статей в год, или иначе связанных с вопросами электроизоляции, включая сюда и вопросы кабельной техники. Этих статей только в двух-трех (ежегодно) бы-

ли менее подробно рассматривались новые электроизолирующие материалы. Широкие ежегодные борьбы новейших достижений электроизоляционной техники у нас и за границей не давались.

Поскольку электрическая изоляция в наших условиях является отстающим участком который в яде случаев может тормозить развитие других отраслей электропромышленности, необходимо, чтобы журнал «Электричество» мобилизовал внимание наших электротехников на преодоление отставания на том участке, уделяя ему больше внимания на своих страницах.

Помимо освещения вопроса об электроизоляции отделе рефератов и в ежегодных обзорных статьях, необходимо увеличить количество оригинальных статей, трактующих о решении отдельных проблем электроизоляционной техники и рассматривающих новые виды электроизоляционных материалов.



**Инж. Б. И. ФИЛИПОВИЧ**

Москва

В настоящее время журнал «Электричество» является безусловно одним из немногих лучших в мировой электротехнической литературе. Научно-теоретический уровень журнала высок, что не мешает ему оставаться интересным и доступным для понимания широких кругов электротехников Советского Союза, а также живо откликаться на все актуальные темы. Найденная в последнее время форма — помещение наряду с обзорными статьями авторефератов наиболее интересных работ советских электротехников — позволила почти полностью ликвидировать имевшийся несколько лет назад серьезный недостаток в работе журнала: большие задержки в публиковании материала, который иногда залеживался в редакционном портфеле более года.

Мои пожелания журналу: общее — успешно продолжать свою работу и во всех отношениях подняться до уровня, недосягаемого для иностранных журналов; по тематике — не сужать круга вопросов и несколько больше внимания уделять вопросам, связанным с автоматизацией, столь актуальным в третьей пятилетке; по форме — указывать даты поступления статей в редакцию и, наконец, — увеличить тираж.



**Инж. Н. А. ШОСТЬИН**

Москва

За последние годы редакция журнала непрерывно стремилась в максимальной мере учесть потребности промышленности и интересы широких кругов электриков. Содержание журнала отличается возрастающим разнообразием тематики, связанной с развитием электрохозяйства нашей страны.

Много места в журнале уделялось вопросам автоматики в соответствии с задачами, стоящими перед промышленностью в настоящее время. Из отечественных достижений журнала следует особенно отметить введение раздела «Из работ советских электротехников», который весьма важен с точки зрения своевременного осведомления нашей промышленности о работах, выполняемых лабораториями институтов и заводов, и о полученных предварительных результатах.

Можно указать также на то, что за последние годы в журнале увеличилось число статей, посвященных истории электротехники.

Эти статьи имеют большое общеобразовательное значение, повышая уровень исторических знаний читателей журнала и расширяя их идеино-технический кругозор.

Следует, однако, отметить, что уже много лет не появлялись специальных номеров журнала, посвященных всецело выдающимся деятелям в области электротехники, как это было ранее в связи с юбилейными датами из жизни В. Томсона, П. Н. Яблочкива и др.

При вступлении журнала в седьмое десятилетие его существования следует высказать пожелание, чтобы было увеличено число статей, представляющих интерес для электриков всех специальностей и отчетливо выявляющих как научно-теоретический облик журнала, так и его общеобразовательное значение.

Сюда следует отнести:

1. Статьи по электрофизике, в частности, по ее новейшим достижениям; такие статьи за последние годы появлялись в журнале довольно редко: за 1939 г., например, можно, повидимому, указать только статьи акад. Иоффе «Полупроводники в современной физике и технике» (№ 6, 1939) и Неменова и Хургина «Установки для расщепления атомных ядер» (№ 10—11, 1939).

2. Выдержки из классиков электротехники и электрофизики, аналогичные выдержке из работ Г. Герца, помещенной в № 5 за 1939 г. В частности, желательно также обратить внимание на воспоминания выдающихся ученых и инженеров и именно на те места воспоминаний, где сообщается, каким путем авторы последних преодолевали крупные затруднения принципиального и практического порядка, стоявшие на пути их работы (ср., например, воспоминания М. А. Доливо-Добровольского, Б. С. Якоби и др.). Такие выдержки должны приводиться также в биографиях, где это возможно.

Кроме того, в биографиях, помещаемых в журнале, следует обращать внимание не только на результаты, достигнутые выдающимися электриками, но и на те методы работы, с помощью которых они получили эти результаты. Именно таким путем можно достичь дальнего расширения научно-технического кругозора молодых электриков, дать им возможность хотя бы в некоторой мере ознакомиться с наследием великих деятелей в области науки и техники и использовать его в своей собственной работе.



**Инж. С. А. ГИНЗБУРГ**

Лаборатория автоматики и телемеханики Мосэнерго

Приветствуя журнал «Электричество» в день его 60-летия, хотелось бы высказать следующее пожелание.

Культура производства и эксплуатации в области точных электрических приборов в Союзе находится, к сожалению, еще далеко не на должной высоте. Желательно, чтобы журнал «Электричество» в будущем уделял больше, чем до сего времени, внимания этому вопросу, помещая статьи, посвященные автоматическим, телемеханическим, телеметрическим и электроизмерительным приборам, их теории

рии, организации их производства, методике их эксплоатации.

Затем еще небольшое замечание. Мне кажется, что ведущему советскому электротехническому журналу следовало бы помещать портреты крупных советских электротехников (не только с некрологами).

Желаю журналу «Электричество» всегда быть боевым органом советских электриков.



**Канд. техн. наук А. П. БЕЛЯКОВ**  
Всесоюзный электротехнический институт

Мое пожелание, чтобы журнал «Электричество» в дальнейшем всемерно содействовал и выращивал новаторов науки и техники в большой и богатой области знания — в области электричества.

Журнал «Электричество», издающийся в СССР, — единственной в мире социалистической стране, должен отличаться от существующих в капиталистических странах журналов в этой области знания своей ведущей материалистической диалектикой Маркса — Энгельса — Ленина — Сталина, могучим орудием для правильного познания природы и создания передовой техники. Для этого в журнале «Электричество» нужно еще более развернуть научно-техническую критику. В первых номерах журнала «Электричество» в каждом году следовало бы давать критический обзор работ в области электричества за прошлый год во всем мире, а не так, как это делается в узком разрезе и не по всем странам некоторыми иностранными журналами.

В журнале «Электричество» желательно также публиковать краткие обзорные статьи, дающие итоги исследований в смежных областях знания.



**Инж. Ю. А. САБИНИН**  
Ленинградский индустриальный институт

Журнал «Электричество» всегда предоставлял свои страницы наиболее актуальным и интересным вопросам электротехники и поэтому пользуется популярностью среди электриков. Желаю журналу плодотворной работы в развитии советской науки и техники и на семидесятые годы.

Для дальнейшего подъема работы журнала считаю целесообразным:

1. Помещать в первых журналах обзорные статьи об успехах советской электротехники, достигнутых за прошедший год.

2. Опубликовывать обзорные статьи о последних достижениях электротехники за границей.

3. Печатать хотя бы краткие информации о все диссертационных работах, выполняемых в различных исследовательских институтах и вузах, так как в настоящее время ценные материалы, полученные в результате разработки отдельных вопросов остаются неизвестными для большинства лиц, занимающихся аналогичными исследованиями.

4. При помещении дискуссионных статей одновременно давать по затронутому вопросу критические замечания наиболее авторитетных специалистов.

5. Уделять больше внимания вопросам автоматизации отдельных производств и применению ионной электронной аппаратуры в промышленности.



**Инж. В. Н. КОНОВАЛОВ**

Ленинградская лесотехническая академия им. Кирова

Сравнивая журнал «Электричество» с аналогичными заграничными журналами, приятно отметить, что наш журнал нисколько не уступает лучшим заграничным ни по серьезности и научной глубине содержания статей, ни по актуальности и разнообразию тематики.

Необходимо включить в основную тематику ближайших лет вопросы электрификации лесной промышленности, весьма слабо представленные до настоящего времени (электрификация лесоразработок, электрические лесовозные железные дороги, электрификация сплава и т. д.).

Нужно также расширить раздел электрического тяги, имеющий по плану на 1940 г. всего лишь две темы. В качестве дополнительных тем можно предложить, например, такие: «Советские троллейбусы и результаты их эксплуатации», «Электрификация заводского транспорта», «Новейшие заграничные промышленные электровозы» и т. п.

Журнал должен усилить внимание вопросам подготовки кадров электриков высшей и средней квалификации. В настоящее время целые отрасли народного хозяйства СССР (например лесная промышленность, энергосиловое хозяйство, железные дороги и т. д.) недостаточно обеспечены кадрами электриков всех квалификаций.

Желательно в первых номерах каждого года печатать тематику советских (а если возможно и заграничных) научно-исследовательских работ в области электротехники.

# БИБЛИОГРАФИЯ

**Н. ГОРШКОВ. Основы техники кабелей сильного тока.** Утв. Всес. Комит. по делам высшей колы при СНК СССР в качестве учебника для энергетических вузов по специальности „Кабель-я техника“. Л.—М. Гос. энергетическое изд. 303 стр., 232 рис., 1940, тираж 5000 экз., ц. 9 руб.<sup>1</sup>.

Богатый материал, собранный в этой книге, делает ее необходимым справочником для инженеров-энергетиков по прошам, связанным с характеристиками и конструкциями кабелей сильного тока.

В подавляющем большинстве книг по кабельной технике, пущенных у нас и за границей, предметом изложения являются обычно силовые кабели с бумажной пропитанной эластицей; характеристики и конструкции силовых кабелей резиновой изоляцией упоминаются в них лишь вскользь. Отличие от этих книг в рассматриваемой книге П. Н. Горшкова приведено много данных по силовым кабелям с резиновой изоляцией, причем такие вопросы, как старение резиновой изоляции, освещаются в нашей технической литературе впервые.

Содержание книги разбито на 10 глав, в которых последовательно излагаются: история развития кабельной техники, свойства применяемых в кабельном деле материалов, конструкции силовых кабелей, выбор основных размеров кабеля, электрические характеристики, тепловой расчет силовых кабелей, определение электрических постоянных и особенностей устройства линий из маслонаполненных кабелей.

Следует отметить большое количество экспериментального литературного материала, использованного автором при составлении отдельных глав, последовательность и ясность изложения, достаточное количество иллюстраций хорошего качества и тщательную корректуру книги — в ней почти нет печаток и искажений текста.

Глава 1 посвящена истории развития техники кабелей сильного тока.

В главах 2 и 3 излагаются основные свойства применяемых кабельной технике изоляционных материалов, причем довольно значительное место удалено материалам резиновой изоляции, подробно разбирается старение резиновых смесей, электрические характеристики их и зависимость характеристик от материалов, применяемых при изготовлении изоляционной резины. Хорошо освещен весьма существенный для практики вопрос о влагостойкости изоляционной резины. Описываются свойства кабельной бумаги маслонаполнительных составов, применяемых для пропитки изолирующего слоя кабелей, а также и свойства самой бумажнапропитанной изоляции силовых кабелей. Подробно излагаются свойства синца, применяемого для изготовления кабельных оболочек, и рассматриваются вопросы коррозии свинцовых кабелей.

В главе 4 приведены основные конструкции силовых кабелей как с бумажнапропитанной, так и с резиновой изоляцией. Некоторое внимание удалено также конструкциям кабелей на сверхвысокие напряжения (кабель маслонаполненный и газом под давлением).

В главе 5 разобраны основные конструктивные элементы силовых кабелей. Недостатком этой главы является полное отсутствие сведений о методах подсчета элементов конструкций, применяемых на кабельных заводах, а также и производственном оборудовании для изготовления отдельных элементов конструкций. Этот отрыв от производства особенностей чувствуется при описании процессов скрутки; здесь совершенно выпало понятие о двух видах скрутки, применяемых при изготовлении кабелей: о скрутке с откруткой и без открутки. Аналогично получилось и с описанием методов наложения лент изолирующего слоя, так как неоднозначное для практики понятие о «совпадении» зазоров между бумажными лентами осталось неразъясненным.

В главе 6 излагаются электрические характеристики силовых кабелей и их зависимость от примененных при изготовлении материалов. Здесь также недостатком изложения является отрыв характеристик от производственных процес-

сов. Общеизвестно, например, влияние процессов сушки и пропитки на ионизационную кривую кабеля — в тексте об этом даже не упоминается.

При изложении оценки качества на основании разбора образцов приводится таблица «допускаемого» числа совпадений бумажных лент, тогда как о причине появления совпадений и о способах их устранения, как было отмечено выше, ничего не сказано.

При рассмотрении кривой жизни кабеля (стр. 188) говорится о «перегибе» кривой, хотя по существу перегиба нет вообще и не должно быть. Видимый на чертежах «перегиб» является лишь следствием выбранного масштаба при нанесении кривой и ограниченной длительности испытания; в данном случае можно было бы говорить лишь об асимптотическом значении пробивного напряжения.

К недостатку главы следует отнести отсутствие указаний, хотя бы принципиальных, о методах получения характеристик.

В главе 7 даются методы расчета градиентов в изолирующем слое кабеля и методы выбора толщины свинцовых оболочек.

Глава 8 посвящена тепловому расчету кабеля; здесь излагаются устанавливающийся и неуставлившийся режимы при нагреве и охлаждении кабеля, расчет допустимых кратковременных перегрузок и определение тепловой устойчивости высоковольтных кабелей.

Единственный упрек, который может быть сделан автору, — это использование эмпирических формул расчета тепловых сопротивлений кабелей типа ОСБ и Н; так например, в книге приведены формулы Уайтхеда и Хетчингса, Симмонса, Ваддикора, в то время как в нашей технической литературе имеются формулы, основанные на точных методах расчета и вскрывающие суть происходящих в кабеле процессов.

Главу 9 лучше бы назвать «Расчет электрических постоянных кабелей», так как содержанием ее является по существу расчет сопротивления меди жил, потерь в свинцовых оболочках и броне и падения напряжения в кабельных линиях.

В главе 10 кратко излагаются основные сведения о работе маслонаполненных кабельных линий.

В книге приложена обширная и обстоятельно составленная библиография, разбитая по главам.

Из отдельных недочетов текста можно указать следующие: на стр. 89 автор объясняет тепловой пробой тем, что «величина диэлектрических потерь пропорциональна квадрату напряжения», тогда как определяющим фактором при тепловом пробое является зависимость потерь от температуры и величины теплоотвода.

На стр. 166 говорится, что «при намотке с перекрытием шаг получается меньше, чем ширина ленты», очевидно, в данном случае речь идет не о ширине ленты, а об ее проекции на образующую изолирующего слоя.

На стр. 195 автор говорит, что «пробой кабелей при длительном приложении повышенных напряжений имеет ясно выраженный тепловой характер», тогда как именно при длительном приложении напряжения выступает на первый план механизм последовательного пробоя типа тракта (Робинсон) и старение изолирующих материалов кабеля.

Несмотря на указанные в настоящей рецензии недочеты, книга П. Н. Горшкова, выпущенная Госэнергоиздатом, является ценным пособием по кабельной технике и окажется полезной не только студентам вузов, но также инженерам и техникам.

С внешней стороны книга издана тщательно и хорошо оформлена.

Проф. С. М. Брагин

Московский энергетический институт им. Молотова

Рецензия представлена информационно-библиографическим сектором Государственной научной библиотеки.

# А. БУВЕРС. Электрические сверхвысокие напряжения<sup>1</sup>. Bouwers A. Elektrische Höchstspannungen (Technische Physik in Einzeldarstellungen). Springer. 333 S. 239 Abb. 1939.

Книга А. Bouwers «Электрические сверхвысокие напряжения» входит в серию монографий, посвященных отдельным вопросам технической физики (*Technische Physik in Einzeldarstellungen*) и ставит себе задачу ознакомить читателя с теоретическими положениями, на которых основаны новейшие применения сверхвысоких напряжений с конструкциями применяемых аппаратов и вспомогательными устройствами установок весьма высокого напряжения (выше 300 кВ).

Автор предназначает свою книгу, повидимому, и для электриков и для физиков. Такая задача, естественно, приводит к чрезмерно элементарному изложению части материала с точки зрения электротехники, а другой части — с точки зрения физики.

Такое направление книги является в некоторой степени недостатком, не вполне компенсируемым энциклопедичностью содержания и приведшим к некоторому загромождению изложения. Большое число, хотя и прекрасно выполненных фотографий, но не снабженных разрезами, принципиальными эскизами и размерами, не дает сколько-нибудь полного представления о конструкциях.

Книга, поставившая себе столы широкие задачи, не может быть названа монографией, но она интересна и новизной материала, и изложением некоторых глав, в которых автору удается дать обобщающую характеристику вопроса и указать на основные его особенности. В книге много интересных графиков, таблиц, отдельных замечаний и общих соображений.

Разнообразие содержания книги не позволяет дать краткой характеристики всей книги в целом без рассмотрения ее разделов. Этих разделов в книге шесть: методы получения сверхвысоких напряжений; электрическое поле; изоляторы (преимущественно диэлектрики, а не конструкции); составные элементы и конструкции высоковольтных устройств измерения сверхвысоких напряжений; применения сверхвысоких напряжений.

Начало первого основного раздела книги посвящено краткому обзору теории магнитно-связанных цепей. Приводятся основные уравнения и некоторые диаграммы трансформаторов, рассматривается каскадное включение. Далее приводятся основные схемы выпрямления высоких напряжений, теория трансформатора Тесла и индукторная. Импульсным генераторам напряжения отведено около 10 страниц. Даются фотографии некоторых из современных конструкций и уравнения, определяющие форму волн. Следующие 10 страниц посвящены «каскадным генераторам», т. е. устройствам, выпрямляющим переменный ток и дающим весьма высокие напряжения путем последовательного заряда конденсаторов, включенных каскадом через выпрямители. Затем кратко описываются электростатические генераторы Van de Graafa и генераторы, получающие свои высокие потенциалы от циркулирующих заряженных частиц.

В ряде дальнейших параграфов излагаются принципы устройства аппаратов, ускоряющих заряженные частицы: многоступенчатые трубки-циклотроны (отклонение магнитным полем движущейся под действием электрического поля заряженной частицы). После краткого указания на «особые методы» получения высоких напряжений с помощью приемов, пока еще практически не осуществленных, и коротенькой главы о разряде в виде молний, автор заканчивает раздел общим обзором применений приложенных принципов получения высоких напряжений.

В разделе «Электрическое поле» приводятся основные формулы для полей простых напряженностей несколько более сложных устройств; излагается принцип конформных отображений и даются формулы, характеризующие поле электродов с острыми кантами. Достаточно подробно разбираются

искажение равномерного поля неровностями (полушар, полуцилиндр) на одной из электродных плоскостей.

Далее анализируется связь напряженности с кривизной эквипотенциальных поверхностей. В заключение даются чистые таблицы для расчета полей, наглядная сводка важнейших формул и рассматриваются некоторые методы (графические и экспериментальные) изучения полей. Этот интересно составленный раздел наряду с основными научными положениями электростатики приводит и полезные данные для практической оценки электрических полей.

III раздел посвящен «изолирующим средам». Сначала рассматривается пробой в вакууме, затем — основы ионизацииной теории пробоя газов, кратко характеризуются различные виды разрядов. Весьма интересный параграф посвящен работе над упрочнением газов с помощью специальных смесей.

Далее идут небольшие параграфы о поверхностном разряде, диэлектрических потерях и тепловом пробое и жидкости диэлектрика.

Затем рассматриваются важнейшие технические изолирующие вещества и конструкции. Приводятся таблицы свойств керамических материалов и материалов на основе синтетических смол, упоминается о бумаге, слюде, пластических материалах и масле, как изоляторах. Все это изложено крайне сжато и неполно, однако благодаря наличию хороших фотографий и таблиц, иллюстрирующих использование некоторых материалов, этот параграф все же представляет интерес, но преимущественно для конструкторов специальных аппаратов (трубы, небольшие трансформаторы, конденсаторы).

В IV разделе «Элементы высоковольтных установок» автор очень бегло касается явлений короны и выбора диаметра провода, изоляторов, применения экранов для повышения разрядного напряжения в воздухе, сопротивления конденсаторов (имеется интересная таблица быстрого роста удельной емкости современных конденсаторов), дроссельных катушек. Дальнейшие 10 страниц посвящены выпрямителям (пустотным и газонаполненным), ртутным и некоторым другим. В заключение приводятся краткие сведения о выключателях и кабелях высокого напряжения.

Раздел V посвящен преимущественно измерениям амплитуд напряжений, искровым промежуткам. Четыре страницы, посвященные катодному осциллографу, на  $\frac{2}{3}$  заняты уравнениями длинных линий и законами отражений волн. Затем кратко упоминается об электростатических приборах и роторном вольтметре. Более подробно разбираются косвенные методы измерений напряжений путем измерения скоростей движущихся частиц.

Последний раздел VI «Применение весьма высоких напряжений» посвящен передаче электрической энергии переменным током и постоянным током; коротко упоминается о испытаниях изолирующих материалов и устройств.

Относительно подробно рассматриваются свойства рентгеновых и катодных лучей (спектр, поглощение, глубина проникновения и требующиеся напряжения). Далее изучается вопрос о проникновении частиц в атомное ядро, о создании нейтронов и об искусственной радиоактивности. Последние два параграфа посвящены разрядным трубкам и защитным мероприятиям, ограждающим персонал от высоких напряжений и лучей.

Из изложенного выше видно, какую широкую область охватил автор. В связи с субъективными интересами самого автора изложение страдает некоторой диспропорцией в выборе материалов и в степени углубленности изложения различных частей книги.

Несмотря на эти недостатки, книга в целом интересна и может быть рекомендована для перевода при условии существенных редакционных исправлений.

Проф. Л. И. Сиротинский  
Московский энергетический институт им. Молотова

<sup>1</sup> Рецензия представлена информационно-библиографическим сектором Государственной научной библиотеки.

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЗА ГРАНИЦЕЙ

### ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Передвижная электростанция ПВО.** *El. Rev., стр. 12, 3267, 1940; Engineer, стр. 12, № 4408, 1940.*

Первая передвижная электростанция смонтирована на трехом прицепе на надувных резиновых шинах. Общие наружные габариты станции: длина — 5,9 м; ширина — 2,6 м; высота — 3,8 м. Общий вес электростанции в рабочем состоянии — 18 т.

Передвижная электростанция оборудована водонепроницаемым компаундным генератором постоянного тока Crompton Parkinson мощностью 150 kW при 1000 об/мин и 230 V. Генератор сцеплен эластичной муфтой с установленным на него с ним фундаментной раме б-цилиндровым двигателем мотора Fowler Sanders мощностью 225 л. с.

Для горючего, расположенного на крыше электростанции, обеспечивает непрерывную работу станции при полной нагрузке в течение 10 h.

Запуск дизеля осуществляется зубчатым зацеплением от роторного электродвигателя, питаемого от стартерной аккумуляторной батареи. Для зарядки стартерной аккумуляторной батареи предусматривается шунтовой генератор, соединенный с вспомогательным двигателем внутреннего сгорания мощностью 4 л. с. при 1500 об/мин.

Он же двигатель приводит в действие однолинковый компрессор, служащий для нагнетания воздуха в пневматические шины.

Для управления агрегатами предусматривается скорострегулирующая и измерительная аппаратура, расположенная в шкафу, размещенном сзади кузова. Там же размещена кабельный барабан, вмещающий 18 м кабеля.

Передвижная электростанция предназначается для питания электродвигателей центробежных насосов артезианских скважин ПВО, служащих для резервного водоснабжения Middlesex Water Co.

При выходе из строя одной из артезианских скважин передвижная электростанция ПВО транспортируется к другой артезианской скважине трактором 40 л. с.

Во время эксплуатации передвижная электростанция фиксируется на четырех домкратах. Передвижная электростанция оборудована стальной крышей и в случае необходимости может быть закрыта со всех сторон металлическими щитами.

Инж. Ю. М. Галонен

**Н. Ноннеф. Высотные ветросиловые установки.** *E u M, стр. 501—506 № 41/42, 1939.*

Высотные ветросиловые установки предназначаются для использования высотных потоков ветра, отличающихся значительными скоростями и большим постоянством силы и направления действия. При высоте нижней точки крыльев, превышающей 100 м, зона наземных вихрей уже не оказывает влияния на работу ветротурбины. Периодические среднегодовые колебания скорости ветра и, следовательно, отдаваемой мощности неодинаковые в различных областях высотной зоны, могут быть ограничены на стороне потребителя электроэнергии узкими пределами ( $\pm 2\%$ ) путем электрического соединения нескольких ветроэлектростанций кольцом.

Высотные ветроустановки целесообразно выполнять тихоходными с хорошим коэффициентом трогания и большой нарезочной способностью, позволяющей при малых оборотах ветротурбины передавать значительный врачающий момент. Крылья инверсивной ветротурбины связаны железными штыками (небольшой толщины), которые служат для генерирования тока. Во внешнем кольце размещается якорная мотка, во внутреннем — катушки полюсов.

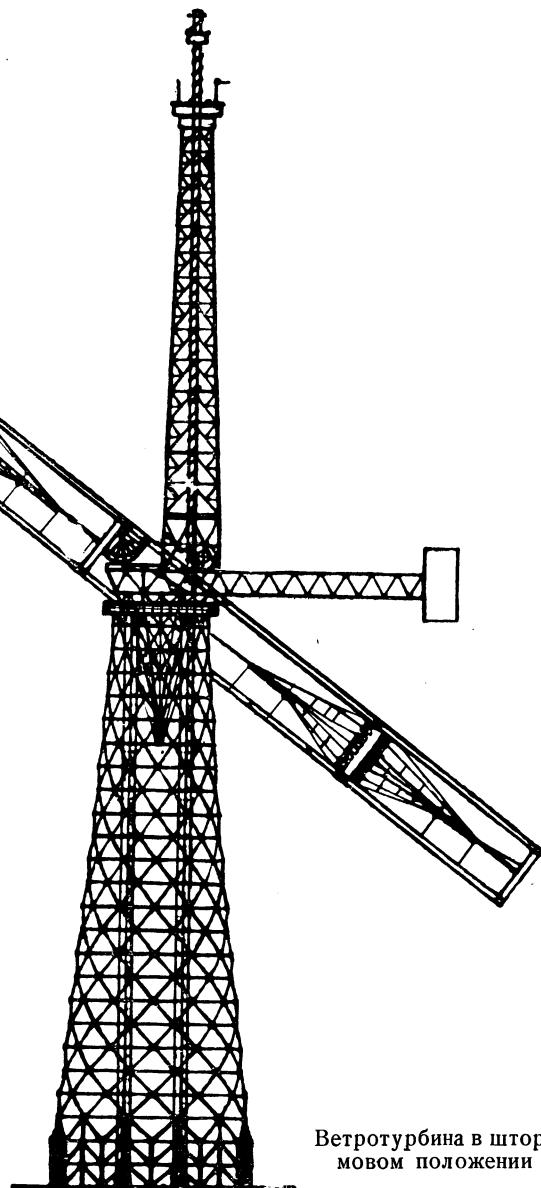
Несмотря на огромные размеры подобного кольцевого генератора (внешний диаметр его достигает 160 м), благодаря эластичной связи между крыльями и кольцами можно допустить между кольцами сравнительно небольшой воздушный зазор.

Кольцевой генератор является синхронной машиной, требующей для возбуждения постоянный ток. В качестве воз-

будителя служит небольшая быстроходная и тоже инверсивная ветротурбина, располагаемая на общей башне с синхронной машиной и являющаяся модифицированным генератором постоянного тока.

Ток такого возбудителя подается в полюсные катушки синхронного генератора через контактные кольца на втулке турбины, а переменный ток снимается с другой группы колец, укрепленных на втулке второго колеса.

Открытая форма кольцевого генератора обеспечивает доступ охлаждающего воздуха и, следовательно, хорошее охлаждение.



Ветротурбина в шторковом положении

Переменный ток кольцевого генератора имеет меняющуюся частоту при напряжении, регулируемом специальным трансформатором, от 5000 до 6000 V.

Для поддержания постоянной частоты на ветроэлектростанции предусмотрен промежуточный контур постоянного тока с выпрямлением тока кольцевого генератора и последующим преобразованием выпрямленного тока в переменный ток стабильной частоты.

При увеличении скорости ветра выше 15 m/sec возрастание отдаваемой мощности и числа оборотов ветротурбины устраняются автоматическим поворотом плоскости ветротурбины вокруг горизонтальной оси (рис. 1). При угле наклона в 35—40° дальнейшее увеличение скорости ветра становится безопасным.

Число рабочих часов в год . . .	2000	4000	7000	8750
Стоимость 1 kWh в пфеннигах . . .	2,0	1,4	1,2	1,0
Теплоэлектростанция . . . . .	5,5	2,75	1,8	1,2
Гидроэлектростанция . . . . .	1,75	0,8	0,6	0,35

Далее автор реферируемой статьи подробно рассматривает устройства, предохраняющие ветроустановки от шторма, а также конструкцию башни, причем указывает на возможность перехода в некоторых случаях от металлических конструкций башен к деревянным.

В заключение приводится интересное сравнение стоимости выработанной электроэнергии различными типами электростанций, из которого следует, что уже при 2000 рабочих часов в год (см. таблицу) самая дешевая электроэнергия производится ветроэлектростанциями. Последнее обстоятельство позволяет рассчитывать на широкое развитие высотных ветроэлектроустановок.

Инж. А. А. Иванов

I. W. Seaman. Современные американские низковольтные воздушные выключатели. *El. Eng.*, стр. 24—30, № 1, 1940; L. R. Ludwig и G. G. Grisinger, *Transactions A I E E*, стр. 414—420, 1939; C. G. Suits, *GER*, стр. 432 435 35, № 10, 1939 и *El. Eng.*, стр. 208—209, № 4, 1940.

В реферируемых статьях описываются современные воздушные выключатели GEC и Westinghouse.

Указывается, что при напряжении до 600 V отключение больших токов до 330 000 A может быть освоено при помощи одного только магнитного дутья при особой форме искровых контактов и наличии деионной решетки.

Для такого рода выключателей необходимо иметь достаточно места над выключателем, так как пламя выбрасывается на большую высоту. Так именно и устраивались низковольтные выключатели до последнего времени (так делаются они и до настоящего времени в Европе). Так как, однако, в Америке принято низковольтные выключатели устанавливать в бронированные камеры, то явилась необходимость сильно ограничить длину дуги и выбрасывание пламени. Средством для этого является охлаждение дуги при помощи твердых негазирующих изолирующих материалов. GEC применяет для этой цели систему стержней, находящихся на пути дуги, выдуваемой магнитом, а Westinghouse использует деионную решетку, в которую для усиления магнитного дутья вставлен ряд железных пластин.

Гашение дуги в обоих случаях происходит вследствие ее охлаждения и связанной с этим деионизацией, которая становится весьма интенсивной в пределах температуры дуги 2000—3000° С при переходе тока через нуль.

Для главных контактов обычно применяются массивные медные блоки с припаянными серебряными полосками, дающими линейный контакт и искровые контакты из сплава порошков вольфрама и серебра.

В дискуссии по поводу статьи I. W. Seaman рассматривалась, главным образом, весьма старый вопрос — возможны ли в низковольтных системах токи короткого замыкания выше 40 000 A. Так как такие токи возможны только в чрезвычайно редких случаях, то D. C. Prince предложил из экономических соображений ставить только один выключатель на такую большую разрывную силу тока на целую группу, а на отдельные фидера устанавливать менее мощные выключатели, идя на риск их аварии в случае металлического короткого замыкания.

Инж. Л. Б. Броуде

H. Stössinger. Автоматическое управление агрегатами резервного энергоснабжения. *ETZ*, стр. 269—271, Heft 11 и *ETZ*, стр. 394, Heft 18, 1940.

Развитие автоматического управления агрегатами резервного энергоснабжения насчитывает не более 10 лет. За это время пройден путь, начиная с примитивных приспособлений для автоматизации ручного пуска дизель-генераторных установок, до разработки новейшей специальной автоматической пусковой аппаратуры.

Автоматический пуск может быть осуществлен от аккумуляторной батареи, служащей для питания генератора, работающего при пуске на моторном режиме для разворота ди-

зеля. Этот способ пуска может быть использован для установок, мощность которых не превышает 100 л. с. Пуск двигателя внутреннего сгорания посредством сжатого воздуха требует при автоматическом пуске применения специальной электропневматической пускорегулирующей аппаратуры. Этот вид пуска целесообразно применять для установок мощностью выше 100 л. с.

Агрегаты резервного энергоснабжения выполняются обыч но для полностью автоматического управления. Такого рода установки приводятся в действие автоматически при пропадании напряжения сети. Переход питаемых от сети установок на питание от установки резервного энергоснабжения осуществляется также автоматически, причем обеспечивается автоматическое регулирование напряжения генератора резервного энергоснабжения. Для агрегатов мощностью меньше 1000 л. с. переключение питания установок на генератор резервного энергоснабжения может осуществляться при полной нагрузке.

В современных установках резервного энергоснабжения время пуска при применении сжатого воздуха составляет 6—8 сек (т. е. вдвое меньше, чем при электрическом пуске).

Весьма эффективным является применение агрегатов резервного энергоснабжения на предприятиях текстильной промышленности, где известны случаи, когда предупреждение оного только срыва нормального энергоснабжения путем удачного пуска агрегата резервного энергоснабжения окупает стоимость всей установки в целом.

В реферируемой статье приводится краткое описание одной из современных схем установки резервного энергоснабжения.

В заключение автор указывает на возможность использования агрегатов резервного энергоснабжения для покрытия нагрузки сети.

Инж. Ю. М. Галон

## ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

I. D. Laughlin, W. E. Pakala and M. E. Reagan. Измерение высокочастотных потерь на линии передачи Болдер—Лос-Анжелос. *E. E., стр. Tr. 4—10, № 1, 1940.*

При введении в эксплуатацию высокочастотной телемеханики на 287-kV линии Болдер — Лос-Анжелос были измерены затухания различных петель линии на частоте 60 kHz.

Двухцепная линия (полная длина около 430 km) двух коммутационными пунктами разделена на шесть приблизительно равных участков. Телемеханические приемо-передатчики присоединены по схеме провод — земля — провод к фазе В северной линии и фазе С южной. У промежуточных пунктов имеются обычные обходные устройства.

Нормально передача происходит по петле провод — провод. При обрыве или замыкании на землю одного из занятых проводов передача происходит по петле здоровый провод — земля. Входы приемо-передатчиков сделаны для этого двумя парами. Мощность двухтактного передатчика 2 × 200 W. Считается, что такая схема присоединения обеспечивает наибольшую надежность передачи.

Затухание петли провод — провод (при закороченных конечных присоединениях и обходах) было найдено равным 2,3 Nep, что дает около 5,3 mNep/km петли. Затухание вычисленное по сопротивлению линейного провода при 60 kHz без учета влияния земли и тросов, в пять раз меньше измеренного. Расстояние между проводами петли передачи 81 m.

При размыкании масляников связь нарушается, — опыт показал, что затухание увеличивается при этом до 4,6 Nep.

Последнее измерение касалось затухания канала передач при обрыве занятого провода линии между коммутационными пунктами. Затухание возросло до 6,13 Nep. Участок линии между коммутационными пунктами длиной 144 km имеет затухание для петли провод — земля 1,18 Nep, т. е. 8,2 mNep/km.

Затухание высокочастотного кабеля между конденсаторами связи и приемо-передатчиками составляет около 0,2 Nep/km при 60 kHz.

В статье приводятся также интересные данные о радиопомехах в линии и их подавлении.

Инж. Е. А. Карпович

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА

*H. Oelschläger. Современное состояние электрификации железных дорог мира. El. Bahnen., стр. I—8, № 1, 1940.*

Автор реферируемой статьи дает обзор современного состояния электрификации железных дорог на конец 1939 г. Частные и узкоколейные электрические железные дороги, электрифицированные пути местного значения, и электрические железные дороги специального выполнения автором не учитываются.

Во всем мире на постоянном токе электрифицировано 70% всех электрических железных дорог, прочие 30% дорог электрифицированы преимущественно на однофазном переменном токе.

Исключение представляет Италия, которая имеет 35% электрифицированных участков на трехфазном токе.

В Германии, Швеции, Норвегии и Швейцарии преобладает однофазный переменный ток 16 $\frac{2}{3}$  Hz.

В Швейцарии ряд частных дорог эксплуатируется на постоянном токе.

Во Франции преобладают электрические железные дороги постоянного тока за исключением одной линии, электрифицированной на однофазном токе.

В Испании также превалирует постоянный ток за исключением одной линии, работающей на однофазном токе 25 Hz.

В Англии также преобладает постоянный ток за исключением двух небольших веток, питаемых однофазным током 25 Hz.

В Венгрии находит распространение однофазный ток 50 и 25 Hz.

Все прочие европейские страны применяют без исключения постоянный ток.

В других частях света преимущественное распространениеходит также постоянный ток. Исключение представляют ША и Канада, где наряду с постоянным током находят широкое распространение однофазный ток 25 Hz.

Протяженность электрифицированных линий отдельных стран приводится ниже.

Италия . . . . .	5131 km	Япония . . . . .	609 km
США . . . . .	4432 ,	Голландия . . . . .	510 "
Швеция . . . . .	3766 ,	Австралия . . . . .	453 "
Германия . . . . .	3584 ,	Бразилия . . . . .	380 "
Франция . . . . .	3419 ,	Норвегия . . . . .	351 "
Швейцария . . . . .	3003 ,	Испания . . . . .	331 "
Великобритания . . . . .	1370 ,	Чили . . . . .	295 "
Африка . . . . .	918 ,	Венгрия . . . . .	258 "
		Бельгия . . . . .	58 "

Анализируя развитие сети электрических железных дорог, автор реферируемой статьи указывает, что для широкого внедрения электрификации, помимо рельефа страны, большую роль играет состояние энергетических ресурсов. Так, в странах, бедных углеми, но имеющих значительное гидроэнергетическое хозяйство, электрификация железных дорог получает наиболее широкое распространение. Примером одной из таких стран может служить Италия, имеющая не только самую длинную в мире сеть электрических железных дорог, но и обладающая самыми длинными в Европе непрерывными электрифицированными участками, из которых, например, первое по протяженности место (1561 km) занимает линия Модан—Генуя—Рим—Неаполь—Регgio.

В заключение автор приводит протяженность электрифицированных линий по частям света:

Европа . . . . .	23 354 km
Америка . . . . .	5 965 ,
Африка . . . . .	1 748 ,
Азия . . . . .	1 339 ,
Австралия . . . . .	453 ,

Всего в мире . . . . . 32 859 km

Инж. Ю. М. Галонен

## Проблемы электротяги. El. Ry. Traction, стр. 53, № 87, 1940.

На последнем собрании Американского инженеров-электриков обсуждался ряд неразрешенных проблем электротяги, к которым относятся в первую очередь: 1) применение переменного тока нормальной частоты, 2) упрощенная конструкция воздушной контактной сети и 3) реостатные потери в системе постоянного тока.

На собрании отмечалось, что попытками разрешения первой проблемы явилось в Европе применение электровоза с фазоизменителем системы Кандо (Венгрия), а позднее постройка (для Холлентальской железной дороги) электровоза с ртутным выпрямителем для преобразования высокочастотного переменного тока в постоянный ток для питания тяговых двигателей.

Одновременно отмечалось, что максимальное экономическое преимущество на электрифицированных дорогах может быть достигнуто только тогда, когда система контактной сети питается током стандартного напряжения и частоты. Стандартизация тока в контактном проводе проведена во многих странах, и на очереди должен стоять вопрос также о стандартизации высоковольтных фидеров и преобразовательного оборудования, что должно дать дальнейшие экономические выгоды.

В вопросе об управлении постоянным током имеется мнение, что реостатные потери слишком высоки. Метадинное управление и уменьшает эти потери и допускает рекуперативное торможение, однако, сложность оборудования и значительный вес и стоимость сводят к минимуму его преимущества. Улучшение в управлении может быть достигнуто применением инверторов и трансформаторов постоянного тока коллекторного типа.

Электрическое торможение рекуперативного типа — почти идеально для поездов на подъемах, но реостатное торможение обеспечивает большую динамическую гибкость системы. Спыты одного общества показали, что тепло, развиваемое в тормозных реостатах, уменьшает стоимость нагрева вагона на 25—50 долл. в год.

Из других проблем было найдено желательным разрешить вопрос о преобразовании 600/650 V постоянного тока в переменный ток низкого напряжения в целях освещения поездов и питания вспомогательных цепей, для чего было предложено применить вибрирующие инверторы.

Инж. М. Д. Трейвас

## Электрификация пенсильванской железной дороги. El. Ry Traction, стр. 54—59, № 87, 1940.

Пенсильванской железной дороге длиной 1433 km (4546 km одиночного пути), электрифицированной на протяжении 1142 km по системе однофазного переменного 11 kV, 25 Hz, питается от 68 обычных понизительных (132/11 kV) трансформаторных подстанций, продолжительная суммарная мощность которых составляет около 1 000 000 kVA. Подстанционные масляные, воздухоохлаждаемые трансформаторы мощностью по 4500 kVA подключены к линии передач через координирующие промежутки, а к контактной сети — через выключатели с малым содержанием масла, разрывающие ток в течение 0,04 сек.

Большинство подстанций оборудовано дистанционным управлением.

Что касается контактной сети дороги, то в связи с наличием четырехпутных участков большое распространение получила система цепной поперечной подвески, а на одно- и двухпутных участках — система консольных конструкций.

Передача энергии для сигнализации осуществляется через однофазную 100 Hz, 6600 V линию передач, медные провода которой, сечением 53,5 mm<sup>2</sup>, подвешены на 27-kV штыревых изоляторах на мачтах же контактной сети.

Телефонная и телеграфная связь, в основном, осуществляется по кабельным цепям, уложенным в земле во избежание влияния на них тока контактной сети.

С начала существования электрифицированной дороги последняя обслуживалась различными типами электровозов. За последние годы получили широкое распространение электровозы 2-Co-2, мощностью 3750 л. с., позднее переконструированные в электровозы 2-Co-Co-2, мощностью 4620 л. с. Годовое потребление энергии электрифицированной дорогой составляет более 1000 млн. kW/h. Максимальная требуемая единичная мощность равна 142 700 kW.

Инж. М. Д. Трейвас

A. E. Müller, Тепловозы с электрической передачей для швейцарских железных дорог. BBC-Mitt, стр. 99—108, № 5, 1940.

Новые тепловозы серии АМ-4/4 предназначаются для вспомогательных участков швейцарских железных дорог, на которых электрификация не является рентабельной вследствие наличия незначительных пассажиропотоков (например: Basel — Schaffhausen).

Общая длина тепловоза составляет 14 900 mm, а общий вес 65,5 t. Часовая мощность тепловоза составляет 1200 л.с., при часовом тяговом усилии на ободе колеса 4370 kg. Максимальная скорость тепловоза — 125 km/h.

Тепловоз оборудован восьмицилиндровым двигателем дизеля фирмы Sulzer типа 8-LDA-28, часовой мощностью 1200 л.с. при 750 об/мин. Тепловоз может брать запас горючего в 1750 l, что обеспечивает пробег 700—800 км.

Электрооборудование тепловоза состоит из главного генератора часовой мощностью 678 kW при 446 V, 1520 A и 660 об/мин и 4 тяговых двигателей часовой мощностью 155,5 kW каждый при 446 V, 380 A и 1430 об/мин.

Главный генератор имеет компаундное возбуждение с серийной обмоткой, шунтовой обмоткой самовозбуждения и одной обмоткой, возбуждаемой от независимого источника питания от вспомогательного генератора мощностью 35 kW при 155 V и 226 A.

Тепловоз оборудован серворегулятором системы ВВС для цепи возбуждения главного генератора. Эта система регулирования предусматривает поддержание постоянной отдаваемой мощности дизеля, а следовательно, дает ему возможность работать на наиболее экономичном режиме.

Для контроля работы тепловоза предусматривается весьма интересный комбинированный измерительный прибор: вольтамперметр, с перекрещивающимися стрелками. Двухстrelочный измерительный прибор позволяет, помимо определения силы тока и напряжения в цепи главного генератора, определять по номограмме, помещенной в середине шкалы прибора, также скорость тепловоза и мощность дизеля. Эта номограмма дает возможность проверки правильности работы всей установки в целом. Наблюдение по номограмме ведется по месту нахождения перекрещивающейся точки стрелок измерительного прибора.

Для пуска дизеля на электровозе предусматривается никель-кадмийевая аккумуляторная батарея Юнгнера емкостью 250 Ah при 110 V.

Инж. Ю. М. Галонен

W. Kummer, Эффективность трамвая, троллейбуса и автобуса. Bull. Ass. Suisse des El., стр. 261—262, № 12, 1940

В реферируемой статье проводится экономическое сравнение эффективности отдельных видов городского надземного массового пассажирского транспорта: трамвая, троллейбуса и автобуса.

Для сравнения автор принимает транспортные единицы примерно одинакового веса и одинаковой вместимости. Стоимость суммарных эксплуатационных расходов исчисляется автором на пассажироместо-километр и выражается в ценах 1938—1939 гг.

Исходят из основного уравнения:

$$K = a + \frac{b}{n},$$

где  $K$  — суммарные эксплуатационные расходы, отнесенные на пассажироместо-километр;  $a$  — постоянная для всех видов транспорта величина, выражаяющая относительные затраты на обслуживающий персонал;  $b$  — эксплуатационные расходы на пассажироместо-километр и  $n$  — число транспортных единиц в час.

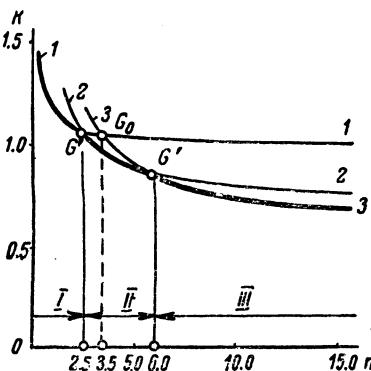


Рис. 1.

Кривые зон экономической эффективности отдельных видов городского пассажирского транспорта.  $K$  — суммарная эксплуатационная стоимость на одно пассажироместо-километр;  $n$  — число транспортных единиц в час; 1 — автобус; 1' — зона автобуса; 2 — троллейбус; 2' — зона троллейбуса; 3 — трамвай; 3' — зона трамвая.

Пользуясь вышеупомянутой формулой, автор выводит следующие приближенные уравнения для выявления эффективности отдельных видов городского транспорта:

для трамвая

$$K = 6 + \frac{15}{n};$$

для троллейбуса

$$K = 7 + \frac{9}{n};$$

для автобуса

$$K = 10 + \frac{1.5}{n}.$$

Кривые, построенные по этим уравнениям для различных видов движения, представлены на рис. 1.

Анализ этих гиперболических кривых показывает, что для количества транспортных единиц от 0 до 2,5 наиболее выгодным является автобус. Для диапазона от 2,5 до 6 транспортных единиц в час более выгодным оказывается троллейбус, и, наконец, для числа транспортных единиц от 6 до 15 и выше наилучшим с экономической точки зрения является трамвай.

На основании произведенных расчетов автор делает вывод, что троллейбус является весьма эффективным, с экономической точки зрения, транспортным средством, имеющим все предпосылки для вытеснения в пределах города автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

Инж. Ю. М. Галонен

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ТРАНСФОРМАТОРЫ

Упрощенные стандарты на распределительные трансформаторы. Edisson Electric Institute Bulletin, стр. 238, № 5, 1939, стр. 75, 87, № 12, 1940.

В США недавно разработан стандарт на однофазные распределительные трансформаторы мощностью до 25 kVA при напряжении до 15 000 V. Наибольшее обсуждение вызвал вопрос о дополнительных выводах обмотки высшего напряжения. В результате было установлено, что дополнительные выводы при напряжении до 7200 V не выполняются во всех случаях. Для более высоких напряжений выводы изготавливаются, ходя из следующей таблицы.

Напряжение	Мощность	Выходы
7 200—120/240 V	25 kVA	3—4,5%
7 620—120/240 "	25 "	4—2,5%
12 000—120/240 "	Все типы	2—5%
13 200—120/240 "	"	2—5%

Большое внимание уделено вопросу крепления трансформаторов. Предусматривается размещение трансформаторов одной опоре при всех мощностях.

Инж. И. А. Буд

H. Wögerbauer, Электромагнитные шаговые двигатели. Siemens Zeitschrift, стр. 33—66, № 2, 1940.

Электромагнитные шаговые двигатели малой мощности широко применяются в технике слабых токов, измерительной и технике управления, вообще во всех тех случаях, где требуется автоматическое ступенчатое передвижение подвижных частей переключающих контактных устройств.

Обычная конструкция шаговых двигателей состоит из вращающегося в поле электромагнитов железного якоря, какое колебание которого вызывает перемещение храповиков колеса на один зуб и, следовательно, переключение контактной ручки с одного контакта на другой.

Требования повышения скорости переключения, предъявляемые современной техникой к шаговым двигателям, не могут с достаточной надежностью обеспечиваться подобно

1 Происхождение термина «шаговый» двигатель, повидимому, основывается на ступенчатом или шаговом процессе движения контактных переключателей шаговых АТС и других подобных устройств. (Прим. реф.).

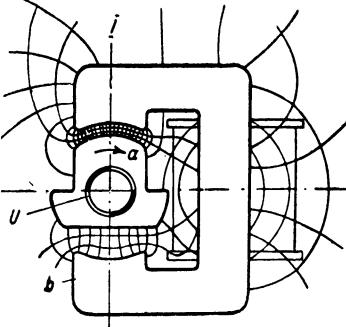


Рис. 1. Схема универсального шагового двигателя.  
a — якорь; b — полюсный наконечник; U — прерыватель

конструкцией. Увеличение скорости вибраций якоря неизбежно вызывает необходимость в усилении конструкции, что особенно по соображениям возрастания инерции всей линейной системы в целом. Кроме того, повышение скорости влечет к уменьшению максимума силы магнитного притяжения; так например, при двойной скорости двигатель развивает лишь 70% от максимума магнитного притяжения на номинальной скорости якоря.

Ваая конструкция шаговых двигателей с вращающимся ядром фирмы S & H позволяет работать при высоких скоках переключения контактных устройств и питать подобные двигатели как постоянным, так и переменным током альной частоты. При частоте  $f = 50$  Hz шаговый двигатель делает  $2f = 100$  шагов в секунду. Питание такого двигателя постоянным током требует наличия специального выпрямителя  $U$  (рис. 1), не связанного с валом двигателя. Якорь занимает положение II (позиция, соответствующая минимальной проводимости), катушка электромагнита должна быть включена. При этом якорь поворачивается на четверть оборота до положения I. В положении I (позиция максимальной проводимости) прерыватель размыкает цепь и якорь делает еще  $1/4$  оборота по инерции. Размыкание необходимо для того, чтобы поле за эти четверть оборота не действовало на якорь тормозящим образом. Далее якорь снова попадает в положение II, катушка электромагнита включается и т. д.

Работа шагового двигателя на переменном токе мало отличается от рассмотренного выше примера работы с прерывателем на постоянном токе, если пренебречь небольшим тормозящим действием, неизбежно возникающим при работе сети переменного тока. Однако некоторым усилием при удастся избежать заметного влияния торможения, и такие двигатели подобной конструкции работают безотказно на переменном токе.

Кроме конструкции универсального двигателя, приведенной схематично на рис. 1, применяются еще для работы постоянного тока шаговые двигатели с якорем клювоязной формы. Последняя выбирается так, что малым углом перемещения якоря соответствуют значительные изменения проводимости и, следовательно, резкие колебания тягущего момента, обеспечивающие передвижение шагами связанных с якорем деталей.

Простота конструкции подобных шаговых двигателей с вращающимся ядром позволяет рассчитывать на их широкое применение в различных областях техники.

Инж. А. А. Иванов

Трансформатор с фарфоровым кожухом. *El. Review*, № 525, № 3259, 1940.

Конструкция трансформаторов малой мощности, предназначенные для открытой установки на столбах в районах сельскохозяйственной электрификации, отличается некоторыми

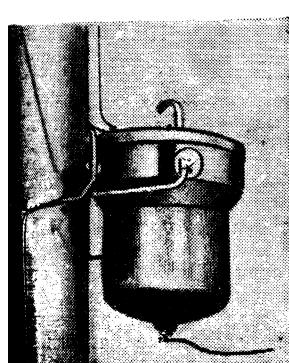


Рис. 1. Трансформатор сельскохозяйственного назначения в фарфоровом баке

особенностями: при небольших размерах масляного бака бушинги остаются тех же размеров, что и на мощных трансформаторах, так как их размер определяется только величиной напряжения. Отсюда возникает идея совмещения в одной детали кожуха и бушингов, путем помещения обмоток трансформатора в фарфоровый бак, по величине близкий размерам бушинга (рис. 1). Трансформатор этого типа, мощностью 600 VA при напряжении 7200/100 V, весит всего 30 kg. Единственной деталью, оставшейся от металлического бака обычной конструкции, оказывается в этом случае верхняя металлическая крышка, к которой подведен сердечник и фарфоровый бак трансформатора.

Канд. техн. наук Н. А. Карапулов

## ЭЛЕКТРОТЕРМИЯ

E. Rosenberg. Роликовая электросварка. *AEG-Mitt.*, стр. 429—435, Heft 9, 1939.

Роликовая электросварка возникла из точечной сварки. Основным недостатком точечной сварки является недостаточная плотность шва вследствие возникновения термических напряжений в металле; вызывающих вспучивание свариваемых листов между местами сварки. Это обстоятельство заставляло в тех случаях, где требовался плотный шов, отказаться от точечной сварки, прибегнув к клепке, или же вынуждало производить частую точечную сварку с перекрытием свариваемых мест, что, однако, крайне нерентабельно и не дает равномерного шва.

Новый вид сварки листового железа роликовой сваркой обеспечивается специальными сварочными автоматами, в которых свариваемые листы пропускаются между двумя роликами. Подача свариваемого материала производится автоматически. Расстояние между свариваемыми точками регулируется путем изменения интервалов времени включения тока, что позволяет выполнять сварные швы, начиная с предварительного крепления (редко расположенные места сварки наподобие точечной сварки) с доведением частоты свариваемых точек до почти непрерывного сварного шва. Нажатие роликов в противоположность точечной сварке способствует лучшему прилеганию свариваемых листов в местах сварки. Скорость сварки зависит от толщины свариваемых листов и мощности сварочного агрегата и колеблется в пределах от 11 до 40 mm/sec.

Как показали испытания свариваемых образцов, при отрывании одного листа от другого отрыва в местах сварки не

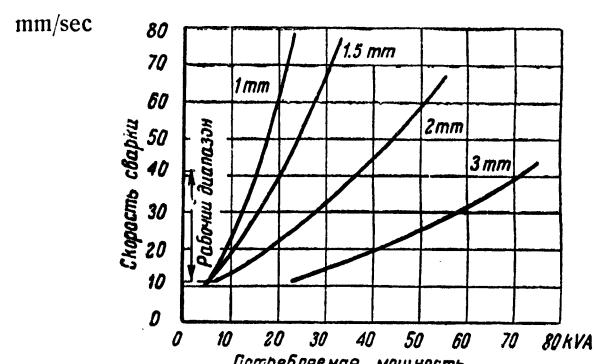


Рис. 1. Потребляемая мощность при роликовой электросварке в зависимости от скорости подачи для свариваемых листов различной толщины

наблюдается, а происходит разрыв материала вокруг места сварки. Испытания на разрыв показали, что прочность свариваемого материала практически совершенно не изменяется (разрывное усилие до сварки 33,7 kg/mm<sup>2</sup>, а после сварки при месте разрыва рядом со швом — 32,4 kg/mm<sup>2</sup>).

Новый метод роликовой электросварки позволяет использовать электросварку и для соединения алюминия вследствие наличия значительной поверхности касания материала.

Потребная для сварки мощность в зависимости от скорости подачи характеризуется семейством кривых, представленных на рис. 1.

Инж. Ю. М. Галонен

## ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

G. Gotusso. Синтетические смолы как диэлектрики. *L'Elettrotecnica*, стр. 310, № 13, 1940.

За последние годы синтетические смолы и пластические массы на их основе приобретают все большее значение в электроизоляционной технике.

Реферируемая статья дает обзор общих свойств диэлектриков этой группы и конкретных свойств наиболее важных ее представителей.

Особый интерес для иллюстрации свойств различных смол представляет сводный график рис. 1, на котором приводится зависимость механической прочности в  $\text{kg}/\text{cm}^2$  от температуры для различных смол и пластмасс.

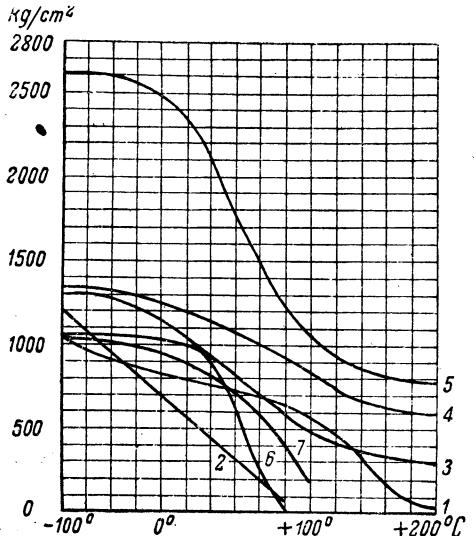


Рис. 1. Механическая прочность различных смол и пластмасс  
1 — вулканизированная фибра; 2 — ацетилцеллюлоза; 3 — прессованные фенопласти; 4 — композиции из текстиля и бакелита; 5 — композиции из бумаги и бакелита; 6 — поливинилхлорид; 7 — олистирол

Отчетливо видно, что ряд материалов (кривые 2, 6, 7) дает быстрое снижение механической прочности при повышении температуры, что затрудняет в ряде случаев применение этих материалов, несмотря на их превосходные электроизоляционные характеристики. Это те материалы, полимеризованные молекулы которых имеют линейную структуру. Напротив, те смолы, в которых под действием нагрева происходит полимеризация с образованием пространственных структур, обеспечивающих большую жесткость, более теплостойки, пример — бакелит (кривые 3, 4, 5).

Канд. техн. наук Б. М. Тареев

K. Wyler. Негорючий бронированный провод. *Elektrizitätswertung*, стр. 15, № 1/2, 1940.

Статья дает ряд сведений о проводах «Pyrotex», состоящих из токопроводящей жилы и цельнотянутой металлической оболочки. Промежуток между жилой и оболочкой заполнен изоляцией в виде уплотненного порошка чистой окиси магния. Эта изоляция совершенно негорюча и обладает высокой теплопроводностью, что и обеспечивает высокую перегрузочную способность проводов и кабелей рассматриваемой системы.

Для рабочего напряжения до 500 V применяется толщина изоляции 1,5 mm; при этом обеспечивается требуемое швейцарскими нормами испытательное напряжение 2000 V в течение 10 min. Сопротивление изоляции таких проводов порядка 10 000 MΩ/km.

Ряд фотоснимков иллюстрирует исключительную механическую прочность и жаростойкость проводов «Pyrotex». Так, провода не повреждаются при ударах молотком с уменьшением первоначального диаметра в 3 раза. При сильном нагреве, даже при расплавлении защитной оболочки пламенем автогенной горелки, еще не получается повреждения изоляции, последняя плавится лишь при температуре 2300°.

При заливке концов трубок расплавленным стеклом может быть обеспечена рабочая температура провода до 800°. Тепловое старение изоляции при обычных условиях работы практически отсутствует.

Провода совершенно стойки по отношению к действию влаги, масел, нефтепродуктов и т. п. При пожарах зданий, в которых проложены провода «Pyrotex», возможно тушение струей воды без всякой опасности для целости проводов, находящихся под напряжением.

Канд. техн. наук Б. М. Тареев

F. Meyer. Жидкости для заливки электрических аппаратов. *Beama-Journal*, декабрь, стр. 129, № 30, 1939.

В статье рассмотрены некоторые свойства жидкостей для заливки трансформаторов и конденсаторов. Показано, что минеральное масло класса А (с меньшим числом осадков) имеет меньшую стойкость против окисления, чем масло класса В.

После шестимесячного старения средняя кислотность масла класса А равна 26 mg/KOH на 1 g масла, а масла класса В — 0,7 mg KOH/g. Это подтверждает данные практики о том, что перечистка масла — вредна.

Масло с начальным содержанием осадков 0,8% при старении окисляется незначительно и вместе с тем не дает чрезмерного увеличения осадков с течением времени. Особо опасно удалять при очистке все ненасыщенные ароматические углеводороды, так как это приводит к очень резкому возрастанию кислотности в процессе старения.

Минеральное масло, залитое в конденсатор, подвергается воздействию сильного электрического поля. При этом некоторые масла способны выделять водород, а другие, наоборот, поглощают его.

Выделение водорода наблюдается у масла с низким ионным числом менее 6,5, а поглощение — у масла с высоким ионным числом (более 6,5).

При наличии газовых включений в конденсаторе выделение водорода увеличивает эти включения, усиливает ионизацию и приводит к образованию воскоподобного продукта разложения масла, облегчающего пробой конденсатора. Автор приводит схему прибора для определения количества выделяемого или поглощаемого маслом водорода.

Если нельзя гарантировать полного отсутствия газовых включений в диэлектрике конденсатора, то лучше применять масло с большим ионным числом. Однако это масло, являемое менее насыщенным, имеет меньшую стойкость против окисления и после двух-трех пропиток заметно увеличивает утечки. Для регенерации масла рекомендуется добавлять 2,5% фуллеровой земли, перемешивать в течение часа, а затем отфильтровывать.

Переходя к вопросу о хлорированном дифениле (пара-хлорфен, арохлор), автор дает характеристику этого твердого диэлектрика, отмечая, что в Англии он не производится. Для заливки трансформаторов наиболее пригоден продукт со степенью хлорирования 48%, разбавленный золом трихлором.

В Англии стоимость хлорированного дифенила в 6 раз выше стоимости минерального масла, что затрудняет его применение, несмотря на его преимущества (негорючая стойкость против окисления).

Канд. техн. наук В. Т. Рен

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

H. H. Skilling. Ртутные лампы, как источники света для осциллографов. *El. Eng.* 59, стр. 157—159, № 4, 1940.

В реферируемой статье указывается, что применение капиллярных ртутных ламп высокого давления в качестве источника света для шлейфных осциллографов позволяет значительно повысить скорость записи, доведя ее до 15 m/sec при обычной бромистой осциллографной бумаге. Стробоскопический эффект, даваемый такими лампами, по утверждению автора, может быть устранен питанием лампы от источника постоянного напряжения или, наоборот, напряжением повышенной частоты (500 Hz).

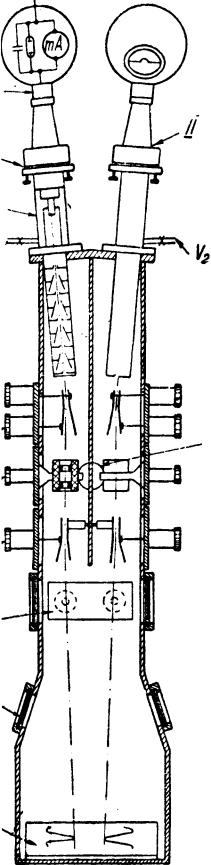
В статье приведен ряд осциллограмм, снятых при помощи капиллярной ртутной лампы с длиной капилляра около 10 mm, работавшей при напряжении 350—500 V и силе тока в 1 A.

Инж. А. И. Фройд

K. Berger. Двухлучевой катодный осциллограф. *A.S.E.* стр. 113—119 № 5, 1940.

В статье описана разработанная автором конструкция двухлучевого катодного осциллографа с внутренним фотографированием на пленке, схема которого изображена на рис. 1.

Осциллограф построен по схеме Диофура (две отдельные разрядные трубы, расположенные под углом друг к другу), и состоит из сварного железного корпуса-экрана, крышки которого укреплены разрядные трубы I и II, внутри корпуса помещены пластины предварительного от



1. Схема двухлучевого осциллографа

на 1 mm при ускоряющем напряжении 50 kV, а также дать ширину штриха до 0,2 mm.

Инж. А. И. Фройман

Koller. Схема для записи двух процессов при помощи однолучевого катодного осциллографа. *Bull. A.S.E.*, 141—148, № 6, 1940.

Фориремая статья посвящена вопросу одновременной записи двух явлений при помощи однолучевого катодного осциллографа в сочетании с электронным переключателем, который различает три случая: 1) частота переключений велика по сравнению с частотой временной развертки  $f_u > f_t$ ; 2) частота переключений мала по сравнению с частотой временной развертки  $f_u < f_t$ ; 3) частота переключений равна половине частоты временной развертки  $f_u = \frac{1}{2} f_t$ .

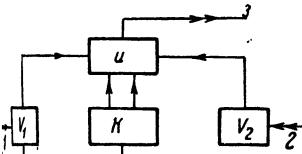


Рис. 1. Принципиальная схема

Использовав преимущества и недостатки всех трех случаев, автор останавливается на последнем, как наиболее удобном технических целей. Схема включения для этого случая показана на рис. 1. Здесь 1 — вход первого явления; 2 — вход второго явления; 3 — выход на осциллограф; 4 — инвертор; 5 — усилитель для первого явления; 6 — усилитель для второго явления; K — временная развертка; 7 — переключатель.

Схема приведена для переключателя (на частоты от 10 до 10 000 Hz), описано действие отдельных частей схемы и приведен ряд полученных этим путем мограмм.

Инж. А. И. Фройман

Thielen. Многолучевой осциллограф с большой скоростью записи. *Arch. f. El.* 34, стр. 57—60, № 1, 1940.

Статья описывает построенный автором в Аахенском электротехническом институте двухлучевой катодный осцилло-

граф с внутренним фотографированием, основанный на предложенной Роговским схеме с форанодом.

Работа этой схемы ясна из рис. 1. В непосредственной близости к катоду K помещен форанод VA (расстояние 1—5 mm). Вырезанные отверстиями в фораноде лучи проходят через общую диафрагму B1, после чего попадают в два раздельных осциллографа, помещенных в общий вакуумный сосуд. Схема устройства всего осциллографа показана на рис. 2. Здесь цифрой 1 обозначена разрядная трубка, содержащая катод, форанод и диафрагму; 2 — стержень, поддерживающий внутреннюю арматуру; 3 — магнитный экран; 4 и 5 — система диафрагм, ограничивающих луч; 6 и 7 — электростатическая защита; 8, 9 и 10 — отклоняющие пластины; 11 — шлиф для откачки воздуха; 12 — окно для наблюдения; 13 — пластины предварительного отклонения луча; 14 — концентрирующие магнитные линзы.

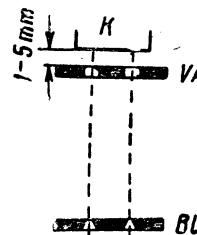


Рис. 1

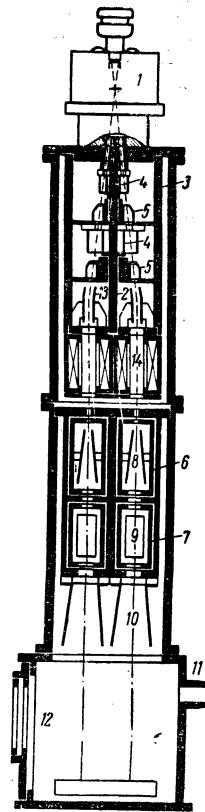


Рис. 2. Схема многолучевого осциллографа

В статье приведена снятая при помощи этого осциллографа при напряжении всего 12 kV запись единичного колебания с частотой 1 000 000 Hz.

Автор указывает, что по этой же схеме можно построить осциллографы на 4 и на 8 лучей.

Инж. А. И. Фройман

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

L. Moore. Сельскохозяйственная подстанция на одной опоре. *Electrical News and Engineering*, стр. 28, июль 1939.

Описываемая подстанция предназначена для питания поселка Лавенир (Южная Канада), вблизи которого проходит линия передачи 48 kV. Нагрузка поселка складывается из освещения 23 домов, 6 коммерческих предприятий, двигателя 5 л. с. и уличного освещения. На расстоянии 15 m от линии передачи 48 kV была установлена деревянная опора.

На верху опоры на стандартной траперзе 48 kV установлены два комбинированных предохранителя — разъединителя и две дроссельные катушки на 50 A, 50 kV. На противоположной стороне опоры укреплен блок для подъема трансформатора. Трансформатор помещен на стальной траперзе так, что дно его находится на высоте 4,8 m от земли. Однофазный трансформатор мощностью 25 kVA специально сконструирован для этой установки и имеет высшее напряжение 48 kV, а низшее 2,6—2,5—2,4—2,3—2,2 kV.

Бак трансформатора выполнен гладким. Наполненные маслом бушинги высшего напряжения выходят под углом из верхней части трансформатора. Провода низшего напряжения от выводов трансформатора идут прямо к опоре линии 2,2 kV, расположенной на расстоянии 15 m от подстанции. Через четыре опоры от подстанции на линии 2,2 kV установлены разъединители и разрядники. Здесь также установлен счетчик электроэнергии для наружной установки. На опоре подстанции укреплена железная труба диаметром 10 см для хранения в ней выключающей штанги с изоляцией из гетинакса. Для манипулирования выключающей штангой возле подстанции сооружен изолированный от земли мостик высотой 2,1 m, обеспечивающий безопасную работу оператора.

Инж. И. А. Будзко

**E. Gaisset. Система ремённой передачи переменной скорости с раздвижным шкивом.** *L'Electricien*, стр. 98—104, № 1703, 1939.

Сельскохозяйственные машины отличаются малым числом часов использования в году, поэтому снабжать каждую машину своим электродвигателем оказывается невыгодным. В связи с этим целесообразно иметь передвижной двигатель для привода во вращение в разное время нескольких машин. Ввиду того, что число оборотов различных сельскохозяйственных машин отличается весьма сильно, необходимо иметь возможность получать от двигателя переменную скорость. В качестве средства для получения переменного числа оборотов при приводе от нормального асинхронного двигателя автором предлагается ременная передача с раздвижным шкивом.

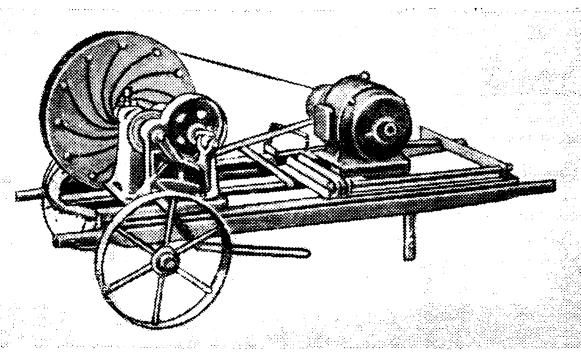


Рис. 1. Электродвигатель для сельскохозяйственных целей на тележке с раздвижным шкивом

Шкив может насаживаться либо на вал двигателя, либо на вал рабочей машины, либо на промежуточный вал. Размеры его немногим больше обычного при передаче тем же ремнем той же мощности. Практически изменение диаметра шкива может производиться в отношении 1 : 3,5 при использовании нормального ремня.

На рис. 1 показан передвижной электродвигатель для сельскохозяйственных целей с раздвижным шкивом на специальной тележке. Приводной вал на тележке делает от 180 до 720 об/мин; таким образом от такого передвижного двигателя можно приводить во вращение машины с числом оборотов от 60 до 1500 об/мин, т. е. охватить весь диапазон скорости сельскохозяйственных машин.

В статье приводится описание конструкции и теоретический анализ работы раздвижного шкива.

Инж. И. А. Будзко

### РАЗНОЕ

**Изготовление постоянных магнитов металло-керамическим путем.** *Iron Age*, стр. 27, № 1, 1940.

За последние годы во многих странах постоянные магниты из хромистой и кобальтовой стали вытесняются магнитами

из новых сплавов типа Alni и Alnico. Первый сплав состоит в основном из железа, алюминия и никеля, второй — из же компонентов с добавлением кобальта. Оба сплава содержат небольшие количества меди.

Попытки изготавливать постоянные магниты прессовкой водились неоднократно. Так еще в 1933 г. (I. E. E. Japan J., 1933, стр. 408) предложил прессовать магниты из смеси порошков  $Fe_3O_4$ ; затем Kuss (Archiv f. El., 1935, стр. 329) сообщает о прессовке постоянных магнитов из порошка типа Alnico.

Прессованные магниты обладают при той же почти цитивной силе, что и литьевые, значительно меньшей от индукцией, что дает возможность повышать электрические параметры машин при одновременном уменьшении веса.

В реферируемой статье приводятся данные о применении американской фирмой GEC методе изготовления магнитов типа Alnico металло-керамическим путем, т. е. путемварительной прессовки из мелкоразмолотого порошка с последующим спеканием.

При металло-керамическом способе изготовления постоянных магнитов типа Alnico (железо-никель-алюминий-кобальтового сплава) компоненты сплава берутся в порошке. Магниты формуются и прессуются в специальных формовочных машинах, закладываются в противни и засыпаются в конвейерную печь, где подвергаются спеканию.

Изготовленный таким путем магнит может быть выплавленно точно по размерам, что уменьшает необходимую последующую обработку.

Основным затруднением при изготовлении магнитов было известное свойство алюминия быстро окисляться, приводило к тому, что алюминий, входящий в сплав А в количестве от 9 до 13%, превращался до спека в инертную окись алюминия, не входившую в химическое соединение с другими компонентами сплава. Проба удалось разрешить путем применения 50%-ного ферромариина, обладающего повышенной хрупкостью и легко дающегося размолу в порошок.

Применение ферроалюминия дало возможность полуспекания сплав Alnico, аналогичный по своим свойствам литому сплаву.

Качество и, главное, однородность спеченных магнитов удалось обеспечить путем применения специально сконструированной конвейерной водородной печи. Последняя дала возможность избежать влияния различной степени нагрева в разных зонах муфельной печи, ибо каждый магнит в процессе спекания и охлаждения проходил одни и те же перегородочные зоны.

Применение формовки и спекания магнитов особенно удобно при изготовлении мелких деталей.

Стоимость прессованных и спеченных магнитов несколько выше стоимости литьих. Однако, если учесть уменьшение затрат на обработку магнита, то соотношение может измениться в пользу спеченных магнитов.

Процесс спекания представляет собой взаимную диффузию металлов, составляющих сплав. Спеченные магниты имеют более мелкозернистую структуру, в связи с чем вышеется и механическая прочность магнита.

Крепление магнита может выполняться не только путем стягивания болтами, но и при помощи пайки, в особенностях легкоплавкими сплавами.

Инж. И. Е. Заблудовский

Отв. редактор инж. Я. А. КЛИМОВИЦКИЙ

Зав. редакцией М. Г. Башкова

Сдано в набор 20/IX 1940 г.

Л55206. В 1 п. л. 60307 зн.

Подписано к печати 15/XI 1940 г.

Стат. формат 60 × 92<sup>1/8</sup> д. л.

ИЗДАТЕЛЬ ГОСЭНЕРГОИЗДА

Техн. ред. С. К. Курин

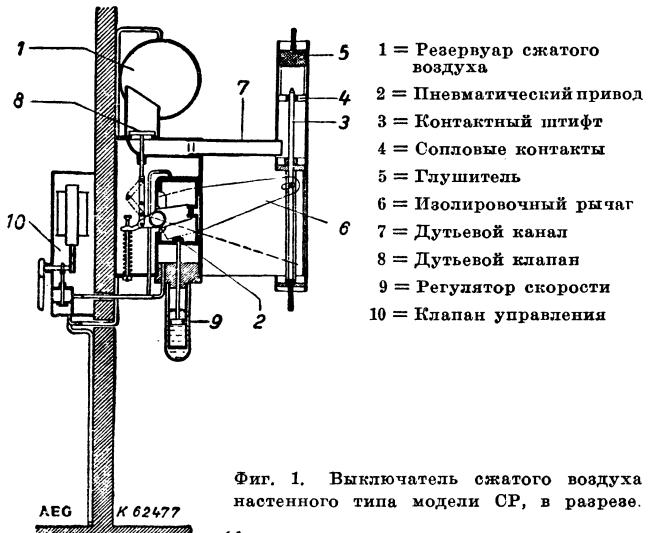
Печ. л. 13. Авт. л. 16

Тираж 10700 экз.

# Конструкция и способ действия выключателей сжатого воздуха.

Сообщение фирмы AEG.

При начавшемся 10 лет тому назад развитии выключателей сжатого воздуха было поставлено задачей упростить способ действия аппаратов и повысить их работоспособность. Выключатель сжатого воздуха с независимой обдувкой оказал решительное влияние на конструкцию современных распределительных устройств высокого напряжения и получил сам определенную конструктивную форму свидетельствующую о том, что развитие достигло известной законченности.



Фиг. 1. Выключатель сжатого воздуха настенного типа модели СР, в разрезе.

Выключатели с аккумулируемой под давлением гасящей средой строятся двух типов: для напряжений до 30 KV ранцевого типа и для напряжений от 30 до 220 KV в виде выключателей сжатого воздуха с выдувкой в воздух.

Принципиальная схема конструкции выключателей сжатого воздуха для внутренних помещений и на напряжении до 30 KV изображена на фиг. 1. Боздушный резервуар 1 помещается на основной плате выключателя, на которой кроме того укреплены полюсные колонки. При вы-

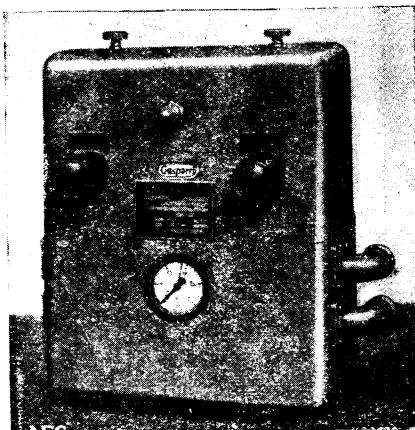
ключении сжатый воздух поступает в приводный цилиндр, передвигая поршень 2 вниз. Изолированные рычаги 6, соединенные с приводным валом, вытягивают контактные штифты 3 из сопловых контактов 4 в положение выключения. Дутьевой клапан 8 (фиг. 1 и 2) в механическим у

правлением открывается при начале движения, благодаря чему сжатый воздух поступает из резервуара по каналу 7 к контактным соплам как раз в тот момент, когда происходит раз'единение контактов; как только дуга затухнет, дутьевой клапан закрывается. Благодаря этому избегаются потери сжатого воздуха перед раз'единением контактов выключателя и дальнейшие потери после потухания дуги в состоянии покоя.

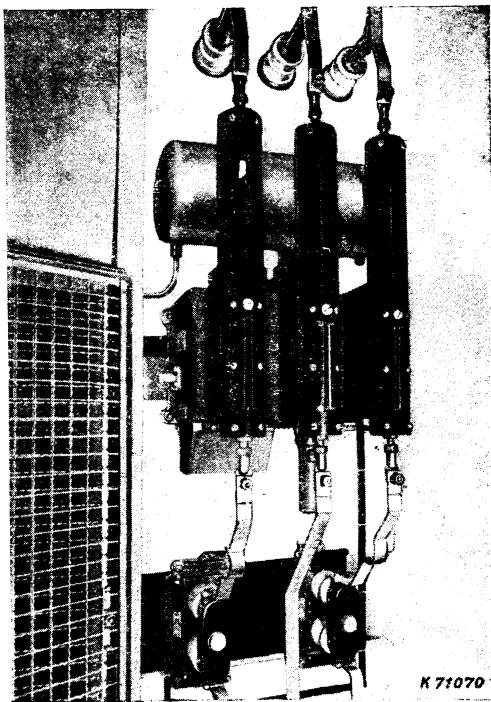
Для управления выключателем сжатого воздуха служит помещенное на распределительном щите пневматическое устройство 10 (фиг. 3), состоящее из клапана включения и выключения, из магнитов для телеконтроля обратного клапана, водоспускного клапана и манометра. При недостаточном давлении регулятор давления, помещающийся также в пневматическом устройстве, блокирует

включение и сигнализирует при помощи специального контакта о падении давления. Обслуживание этих клапанов производится при ручном управлении нажимными кнопками «пуск» и «стоп», а при телеуправлении — встроенным магнитами. Для

автоматического выключения целесообразно применять вторичные реле, действующие непосредственно замыканием цепи выключающего тока на магнит выключения. Если независимого источника тока не имеется, то можно применять раз'единители вторичного действия от трансформаторов тока или нулевого напряжения. Для выключателей сжатого воздуха с разрывной мощностью 100-200 MVA в отдельных случаях применяются также и непосредственно пристроенные первичные раз'единители. При наличии источника вспомогательного тока, первичные реле могут действовать на пристроенное контактное устройство, замыкающее цепь тока магнита выключения.

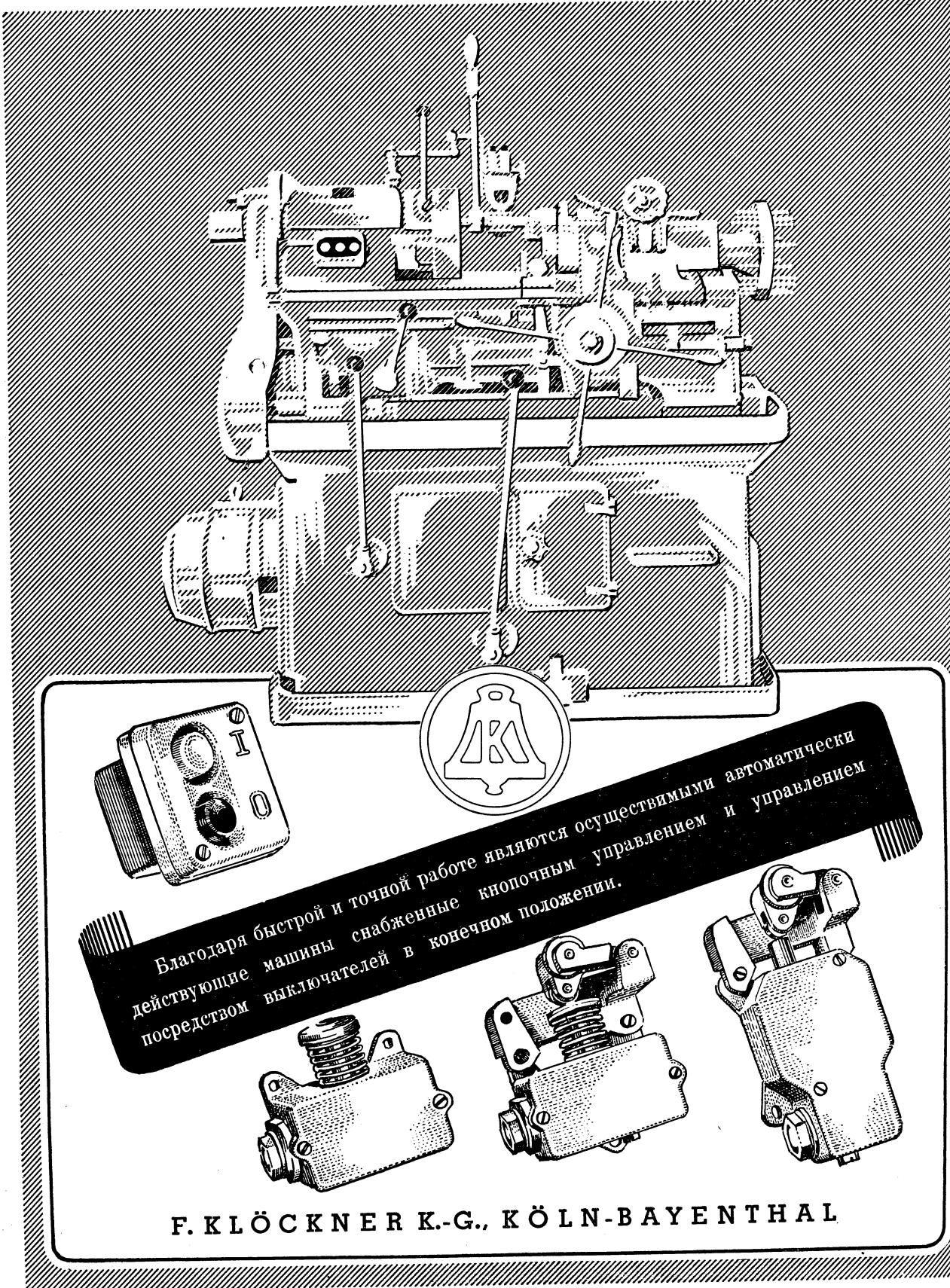


Фиг. 3. Пневматическое управление к выключателю сжатого воздуха.



Фиг. 4. Ячейка высокого напряжения с выключателем сжатого воздуха и трансформатором тока.

Соединение между частью высокого напряжения и пневматическим управлением состоит только из трубопровода небольшого диаметра, который может быть легко проложен при монтаже выключателя (Фиг. 4).

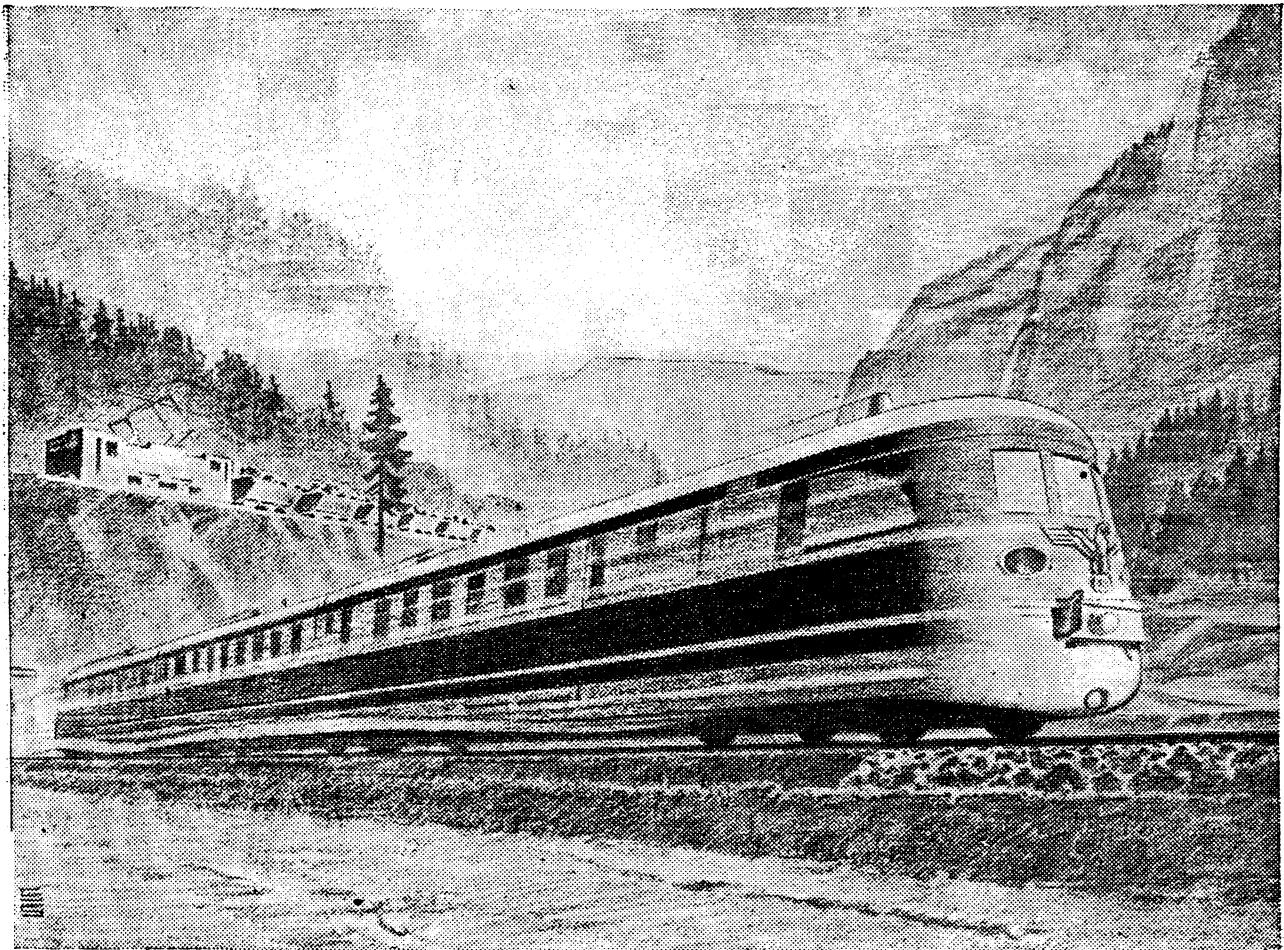


Благодаря быстрой и точной работе являются осуществимыми автоматически действующие машины снабженные кнопочным управлением и управлением посредством выключателей в конечном положении.

F. KLÖCKNER K.-G., KÖLN-BAYENTHAL

  
**SIEMENS**

# ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОЕЗДОВ



Фирма Сименс проектирует и поставляет комплектные электроустановки, электрические станции и подстанции, контактные провода и магистральные линии передачи для электрических поездов всевозможных выполнений

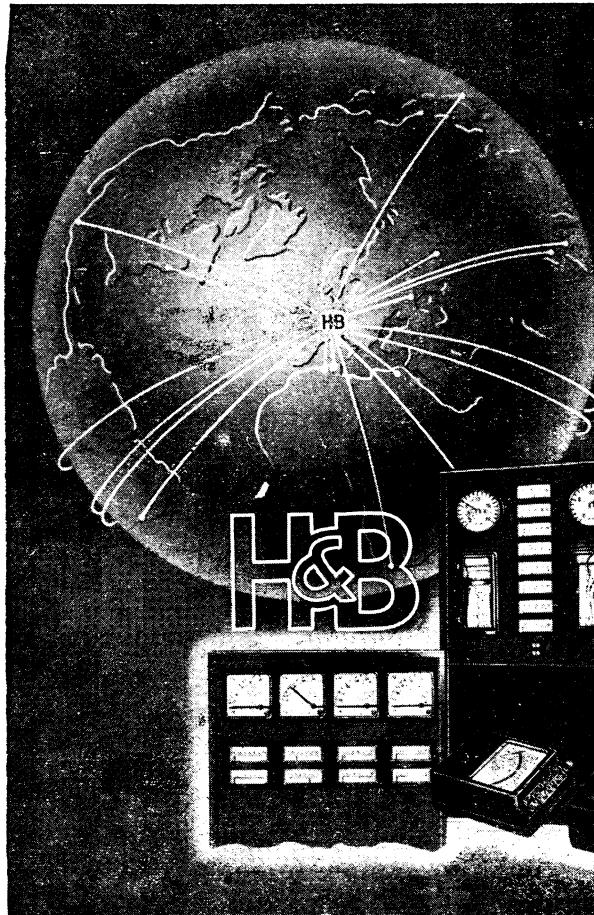
*Электрические быстроходные поезда*

*Трамваи и узкоколейные поезда*

*Поезда для рудников и для промышленности*

*Тяга судов*

**SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG · TECHNISCHES BÜRO OST**  
BERLIN-SIEMENSSTADT



## Электрические измерительные приборы

для лабораторий и полей испытания, для контроля и монтажа. Панельные приборы, показывающие и регистрирующие.

Квадрантные приборы (новой формы). Комплектные эталонировочные установки.

## Теплотехнические измерительные приборы

Электр. термометры сопротивления и пиromетры. Регистраторы с шестью красочной записью. Регуляторы температуры.

Измерители количества и давления, показывающие - регистрирующие - считающие.

Комплектные измерительные посты.

**HARTMANN & BRAUN AG  
FRANKFURT/MAIN** (Германия)

## Электроизмерительные ПРИБОРЫ

для сильноточной техники, техники связи, лабораторий и испытательных станций



**Felten & Guilleaume Carlswerk AG, Köln-Mülheim**

# К Л Е Й Н Е В Е Ф Е Р С

## ИГОЛЬЧАТЫЕ экономайзеры

для использования тепла отходящих газов котельных установок для подогревания питательной воды.

## ИГОЛЬЧАТЫЕ воздухоподогреватели

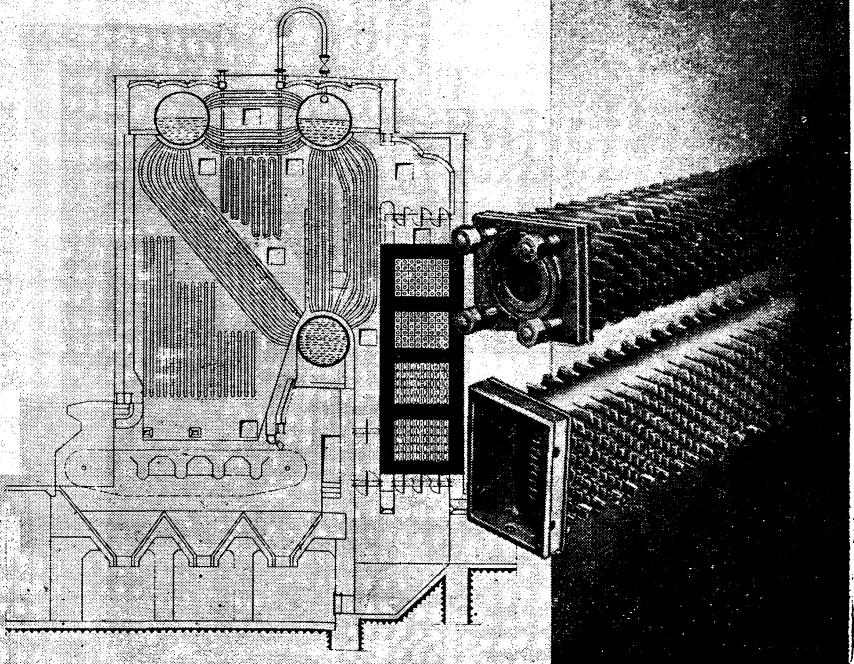
для использования тепла отходящих газов котельных установок для подогревания топочного воздуха.

Игольчатая поверхность нагрева зарекомендовала себя во многих тысячах установок.

Длина элемента до 3,5 м.

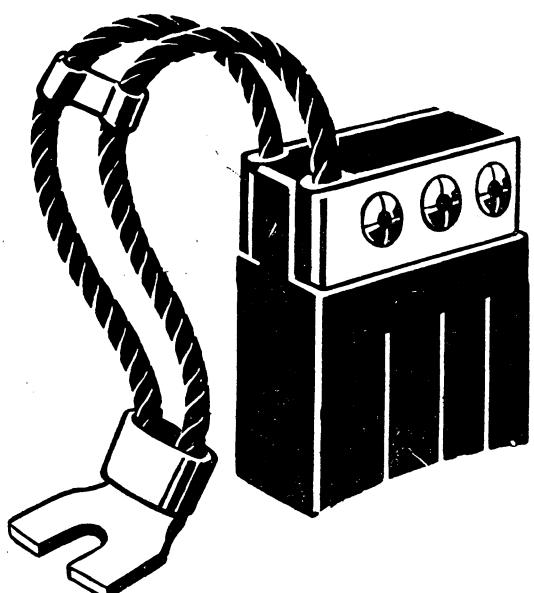
Обращайтесь к нам за советом во всех вопросах использования тепла отходящих газов.

Наши русские проспекты  
R 40/576 и R 40/501



J. & P. KLEINEWEFERS KREFELD/ГЕРМ.  
ТЕЛЕФОН № 29145      Раньше: LIESEN & CO.      Адр. для тел.: ECOLUVO  
Берлинская контора: Berlin NW 87, Lessingstr. 25 · Телеф.: 39 36 06 /      Венская контора: Wien 117, Peter-Jordanstr. 33 · Телеф.: A 13-0-52

## RINGSDORFF



## УГОЛЬНЫЕ ЩЕТКИ

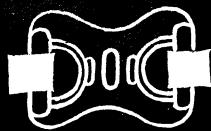
НАША ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА  
ОХВАТЫВАЕТ ЩЕТКИ ИЗ ТВЕРДОГО, ГРА-  
ФИТНОГО, БРОНЗОВОГО И ОБЛАГОРО-  
ЖЕННОГО УГЛЯ РАЗЛИЧНЕЙШЕГО КА-  
ЧЕСТВА. МЫ ИМЕЕМ, БЛАГОДАРЯ ЭТОМУ,  
ВОЗМОЖНОСТЬ ПОСТАВИТЬ НА ЛЮБОЮ  
МАШИНУ ПОДХОДЯЩИЕ К НЕЙ ЩЕТКИ.

6769

**RINGSDORFF-WERKE K.G. · MEHLEM-RHEIN** (Германия)

## КОЛЛЕКТОР ЗАЩИЩАЕТСЯ

качествами наших угольных щеток. Их особыми признаками являются отличные коммутирующие свойства, долговечность и большая надежность в эксплуатации.



**SCHUNK & EBE**  
GIESSEN-Германия

## Масляные конденсаторы для соединений

стоячего и висячего типа

для высокочастотной телефонии

для телеметрических установок

с емкостью до 2000 см

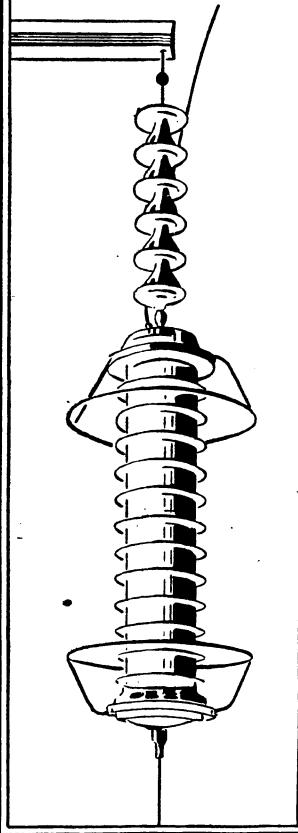
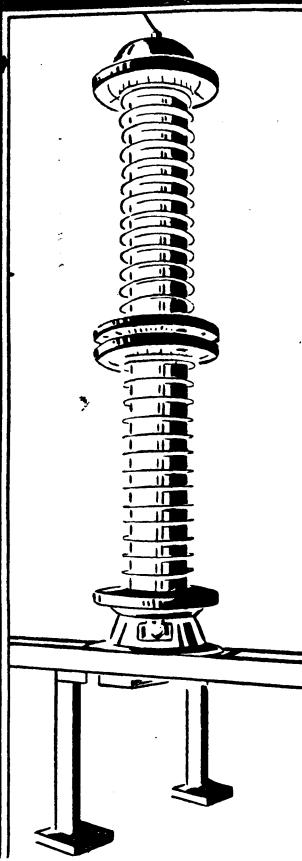
и напряжением до 220 кв

Наш многолетний опыт в области конструирования конденсаторов обеспечивает их наивысшую  
надежность

**MEIROWSKY & CO.**

AKTIENGESELLSCHAFT

PORZ (Rhein)



56 п. 53 г.

**STEMAG**

## ФРЕКВЕНТА

керамический материал специально для высокочастотных изолирующих деталей с малыми диэлектрическими потерями:

Основные плитки, присоединительные планки и пластинчатые держатели для конденсаторов, в частности подстроечных, ламповые цоколи горшечного типа, плоские ламповые панели, корпуса катушек, изоляционные бусы, основные плитки и кулачки для переключателей диапазонов, кабельные изолировочные кольца, специальные детали для медицинских приборов и т. п.

Обработка поверхностей глазурью и шлифовкой

Керамико-металлические соединения для механических и электрических аппаратов

Керамико-стеклянные сплавы для уплотнений высокого вакуума

**Stahl-Magnesia Aktiengesellschaft**  
Werk I Lauf (Pegnitz) Германия

6759

## ПЕРФОРАЦИОННЫЕ и ШТАМПОВАЛЬНЫЕ ШТИФТЫ

для  
Металла  
бумаги  
и т. п.



**SCHUMAG**  
**AACHEN**

Германия

## МАСЛООЧИСТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

## ГЕРИНГА

для  
трансформаторного масла  
турбинного масла  
масла выключателей и т. п.

Нами уже поставлены сотни установок в СССР, начиная с самых простых фильтр-прессов и центрифуг и кончая самыми сложными вакуумными установками!

Кроме того:

- Масляные холодильники
- Маслоподогреватели
- Вакуумные пропиточные установки
- Вакуумные сушильные шкафы
- Установки для регенерации масла

Требуйте наши подробные проспекты!

**A. Hering, Nürnberg 2**  
(Abholfach)

Германия

6764

Цеcha 5 руб.

НОВАЯ ГАЗЕТА

# „ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“

С 1 октября выходит еженедельная центральная газета под названием „ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ — орган Народного комиссариата электропромышленности СССР.

Газета „ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ рассчитана на хозяйственный, инженерно-технический актив и стахановцев электропромышленности.

Газета „ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ освещает работу заводов, главков, научно-исследовательских институтов и учебных заведений электропромышленности.

В газете „ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ печатаются статьи, очерки, корреспонденции и письма хозяйственников, инженеров, стахановцев и преподавателей учебных заведений.

„ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ популяризует стахановские методы работы, освещает вопросы организации производства и труда.

„ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ знакомит читателей с новинками советской и иностранной техники.

„ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТЬ“ освещает вопросы экономики и финансов электропромышленности.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:** на 12 месяцев 14 р. 40 к.,

на 6 месяцев 7 р. 20 к., на 3 месяца 3 р. 60 к.

**ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:** отделениями и организаторами подписки „Союзпечати“ на предприятиях, учреждениях и всюду на почте.

Подписку можно направлять также по адресу: Москва, проезд Владимира, 4, Госэнергоиздат.

**ГОСЭНЕРГОИЗДАТ**

# ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МОСКВА, проезд Владимира, 4

## ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ И ПОСТУПИЛИ В ПРОДАЖУ ПЛАКАТЫ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ:

АВТОГЕНЩИК, ПРОВЕРЬ ДО РАБОТЫ АППАРАТУРУ . . . . .	— р. 60 к.
А ОТКЛЮЧЕН ЛИ МАСЛЯНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ? . . . . .	1 „ 25 „
ВЫКЛЮЧИ ТОК, ПОТОМ ТУШИ ЗАГОРЕВШИЙСЯ ЭЛЕКТРОМОТОР . . . . .	75 „
ЗДЕСЬ РАБОТАЙ В ПРОТИВОГАЗЕ . . . . .	60 „
КОТЛОЧИСТ, РАБОТАЙ В ТОПКЕ И ДЫМОХОДАХ В НАДЛЕЖАЩЕЙ СПЕЦОДЕЖДЕ . . . . .	1 „ 25 „
КУРИТЕ ТОЛЬКО В СПЕЦИАЛЬНО ОТВЕДЕННЫХ МЕСТАХ . . . . .	75 „
НАДЕЖНО ОТКЛЮЧАЙ РЕМОНТИРУЕМЫЙ АГРЕГАТ . . . . .	1 „ 25 „
НАКЛАДЫВАЙ ЗАЗЕМЛЕНИЕ С ОБЕИХ СТОРОН НА МЕСТЕ РАБОТЫ . . . . .	1 „ 25 „
НАКЛАДЫВАЙ ЗАЗЕМЛЕНИЕ ШТАНГОЙ . . . . .	1 „ 25 „

НЕИСПРАВНАЯ ПРОВОДКА ПРИВОДИТ К ПОЖАРУ . . . . .	— р. 75 к.
НЕ ПЕЙ ИЗ ОБЩЕЙ КРУЖКИ, ПОЛЬЗУЙСЯ ФОНТАНЧИКОМ . . . . .	” 50 „
ОРГАНИЗУЙ ПРАВИЛЬНО РАБОТУ (ПРИ РАСКАТКЕ КАБЕЛЕЙ) . . . . .	1 „ 25 „
ОСТОРОЖНО! ЗДЕСЬ ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ . . . . .	1 „ 25 „
ПОЛЬЗУЙСЯ БЕЗОПАСНЫМ ЭЛЕКТРОДЕРЖАТЕЛЕМ . . . . .	” 75 „
ПРЕЖДЕ ВСЕГО УБЕДИСЬ, НА ТОЙ ЛИ ЛИНИИ НАЧИНАЕШЬ РАБОТАТЬ . . . . .	1 „ 25 „
ПРИ ПОЖАРЕ РАЗВЕРНИ ПОЖАРНЫЙ РУКАВ . . . . .	” 75 „
ПРОВЕРЬ ОТСУТСТВИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В УСТАНОВКАХ 3500 ВОЛЬТ СПЕЦИАЛЬНО ПРИСПОСОБЛЕННЫМ ИНДИКАТОРОМ . . . . .	1 „ 25 „
ХРАНИ ГОРЮЧЕЕ В ЦЕХАХ НЕ БОЛЕЕ ОДНОДНЕВНОЙ ПОТРЕБНОСТИ . . . . .	” 75 „

**ДЕНЬГИ И ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:** Москва, проезд Владимира, 4  
**Расчетный счет № 188002 — Красногвардейское отделение Госбанка**