

«Коммунизм—это советская власть  
и也是电气化整个国家”  
—ЛЕНИН,

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

№ 21

ВЫПУСК I

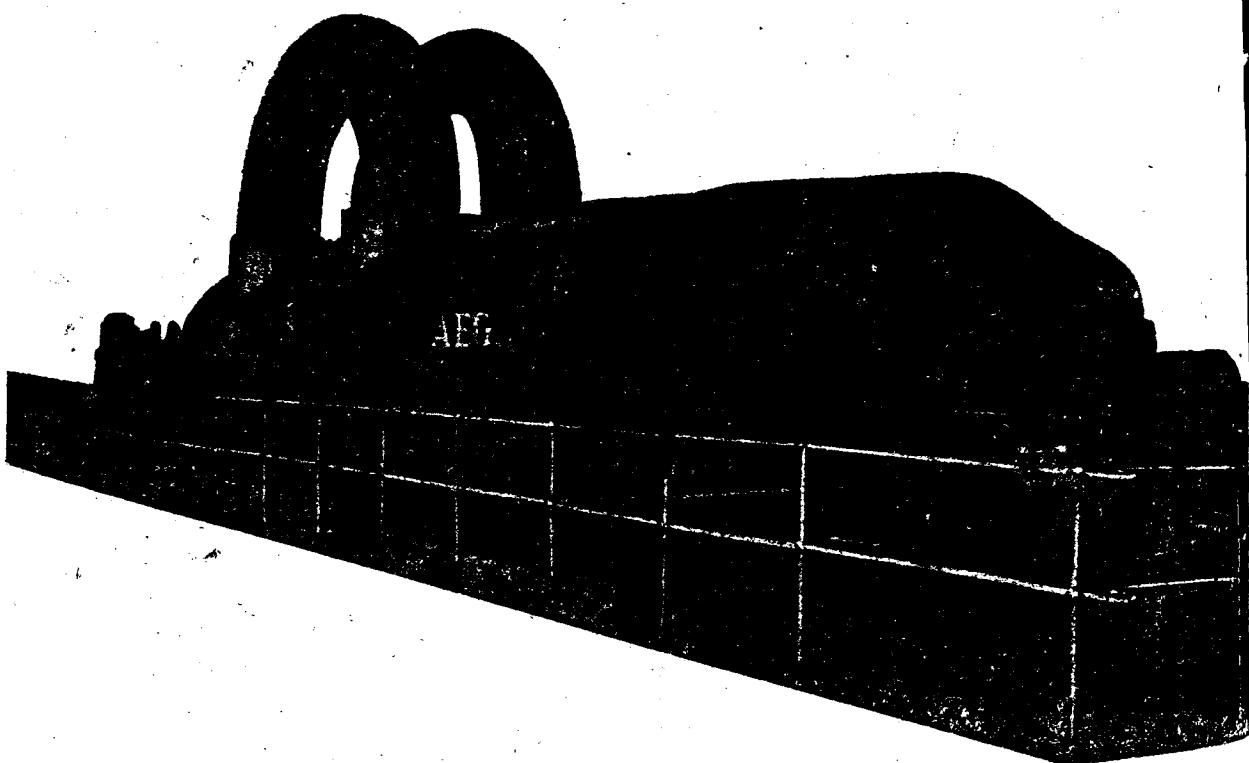
НОЯБРЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Вологодский областной универсальный научный центр  
www.booksite.ru

# ВОЗДУХО- ОХЛАДИТЕЛ AEG

для  
турбогенератора



Один из турбогенераторов в 24000 кв с воздухо-  
охладителями, установленных нами на Нигрэс

Allgemeine Elektricitäts - Gesellschaft  
Abt. Rußland, Berlin NW 6

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

21

НОЯБРЬ  
1932

Орган ВЭО, Главэнерго, Энергетического института Академии наук СССР и ВЭК

Здравствует XV годовщина Октября!

Да здравствует пролетарская революция во всем мире!



Под знаменем большевистской партии  
и ее ЦК во главе с т. Сталиным — вперед,  
к новым победам на фронте ленинской электрификации!

РОСТ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СССР

	1913	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932 (план)
м.кВт	1,00	1,37	1,52	1,67	1,87	2,34	2,95	4,10	5,60

РОСТ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

м.кВт·ч	1,94	2,92	3,50	4,17	5,00	6,38	8,28	11,00	17,00
---------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

В СТРАНАХ КАПИТАЛИЗМА под ударами экономического кризиса — неудержимое падение производства электроэнергии.

В СССР на базе победоносного строительства социализма — стремительный подъём электрификации.

Объединим творческую инициативу трудящихся масс, науку и технику для создания второго пятилетнего плана — плана построения бесклассового социалистического общества!

# НАШИ ДОСТИЖЕНИЯ,

## НАШИ ЗАДАЧИ

### Пути научно-исследовательской работы по электротехнике в СССР

Инж. В. Г. Прелков  
ВЭИ

Пятнадцать лет назад в Москве не было ни одной ячейки, которая бы занималась научно-исследовательской работой в области электротехники. Идеи электрификации нашей страны, которые с величайшей настойчивостью пропагандировались В. И. Лениным, под его непосредственным влиянием и воздействием начинали оформляться в определенные организационные мероприятия: создание плана ГОЭЛРО, организация научно-исследовательского института ГЭЭИ (в конце 1921 г.) и ряда лабораторий в Ленинграде и в Москве. Таким образом четыре первых года proletарской революции, когда страна на многочисленных фронтах гражданской войны отбивалась от контрреволюции и интервенции, ознаменовались для научно-исследовательской работы в области электротехники зарождением целого ряда лабораторий. Это были первые, крайне слабые организации, которые затем превратились в мощные научно-исследовательские учреждения, стоящие на уровне мировой техники. Таким достижением за пятнадцать лет пролетариат СССР вправе гордиться. При ужасающей безработице среди научно-технической интеллигенции пораженных кризисом капиталистических стран в Советском союзе сотни ученых и инженеров-электриков в прекрасных лабораториях творят передовую технику для социалистического хозяйства.

В 1921 г. после окончания гражданской войны и в начале хозяйственного возрождения страна наша была еще ужасающе бедна в научно-техническом отношении, в особенности в области электротехники. Электротехническое производство, полученное в наследие от царизма, находилось в полной зависимости от иностранных и, в первую очередь, германских капиталистических фирм. В ходу были заграничные же технические нормы, целиком из-за границы ввозилось все для лабораторий, включая и... методы исследования.

Первым этапом в работе советских ученых электротехников и вновь организующихся исследовательских ячеек было освоение новейших достижений науки и техники. Процесс этого освоения шел быстро, а вместе с тем рождалось и новое, что уже характерно для социалистического строя. Мера наших достижений за 15 лет может быть кратко охарактеризована перечислением того, что мы в состоянии теперь сделать сами, пользуясь результатами своих научно-исследовательских работ.

Мы можем проектировать на основании наших теоретических изысканий в общем устойчивости регулирования и расчетов токов коротких замыканий любой сложности электрические высоковольтные системы. Единая высоковольтная сеть Союза с точки зрения проектирования для нас уже не является преодолимым затруднением. На основе изучения заграничного опыта в части "механизации" труда инженера-проектировщика нами созданы собственные модели (модель переменного тока для расчета сложных электрических систем, модель постоянного тока для расчета токов короткого замыкания, которые позволяют быстро и точно вести все электрические расчеты).

Мы можем добывать необходимые для расчетов высоковольтных систем и элементов их коэффициенты как в лаборатории, так и непосредственно на линии, пользуясь нами созданными приборами: катодный осциллограф автоматического и прямого действия, шлейфовый осциллограф, прибор для электромагнитной записи магнитных процессов, мост по типу Шеринга, измерительных приборов лабораторного типа.

Пользуясь современным лабораторным оборудованием, мы могли поставить и решить ряд задач по выяснению пригодности наших изобретательских конструкций для высоковольтных силовых трансформаторов и определению расчетных коэффициентов для их проектирования. Создаем собственные схемы внутренней защиты трансформаторов от перенапряжений. Больше того, на основе самостоятельного установления разрядных характеристик всех элементов изоляции высоковольтных линий (эта работа ведется за границей в течение многих лет) мы создаем собственные методы координации изоляции всей высоковольтной системы, в максимальной степени оберегающие разрушительные воздействия перенапряжений атмосферного происхождения. В последнее время мы открываем новую главу в области трансформаторостроения, доказав на опытном образце применимость для трансформатора алюминиевой обмотки с сидной изоляцией.

Мы в состоянии технически вполне грамотно на основании собственных исследований идти и ко всему остальному оборудованию высоковольтной системы. В результате нескольких лет работы Всесоюзного электротехнического

Инту совместно с заводами освоено производство всех типов изоляторов (подвесных, фарных, проходных). В текущем году заканчивается разработка стандартов на эти типы изоляторов. В необычайно трудных условиях при участии каких-либо лабораторных возможностей мы сумели решить ряд вопросов по выдающейся и токоограничительной аппаратуре (повышение разрывной способности масляного выключателя путем приспособления к старым аппаратам камеры масляного тяга, разработка типов железных сопротивлений как токоограничителей, изготовление высоковольтных предохранителей постоянного и переменного токов). Сама эксплуатируемая сеть для нас лабораторией, так как ввиду отсутствия лабораторной установки все новые конструкции испытывались непосредственно в сети. Создали собственные нормы и коэффициенты по заземлению высоковольтных установок, дав методы технически обоснованного макетирования заземляющих устройств. Больше того, мы доказали принципиальную возможность изолировать землю, как третьим проводом трехфазной системы (эта проблема подлежит дальнейшей разработке и экспериментальной проверке, успешно начатой ВЭИ и ленинградским электротоком").

Наши работы в области высоковольтных кабелей и изолирующих материалов значительно способствовали созданию собственного производства высоковольтных кабелей (от до маслонаполненного кабеля на 120 кВ). В последнее время мы начинаем овладевать разработкой методов и приборов, способствующих технически правильной эксплуатации электрических сетей. Нами уже сконструирован и построен прибор для обнаружения камня, проложенного в земле, заканчивается конструированием и изготовлением прибора для определения места повреждения в кабеле. Свыше полгода работает телеметрическая установка (диспетчерский пункт ВЛС и одна из его подстанций), успешно вели разработку телеметрической установки с большими дистанциями (порядка сотен километров). В борьбе с явлениями, вызываемыми атмосферным электричеством, мы можем изменять полевые станции, оборудованные автоматическими катодными осциллографами собственной конструкции, клиодонографами и счетчиками прямых ударов молний.

Таков славный путь научно-технического развития, пройденный нами за сравнительно очень короткое время в области высоковольтной техники. Общий вывод на этом участке — мы стоим прочно на собственные ноги и можем уверенно развивать дальше высоковольтную технику под лозунгом — единую высоковольтную сеть Союза.

Ближайшими перспективами в этой области является завоевание сверхвысоких напряжений (до 380 кВ), на что дает заказ электротехникам быстрое развитие электрификации нашей страны, широкое развитие высоковольтными сетями громадных пространств, рост новых индустриальных центров.

В связи с этим стоит также проблема теоретической и экспериментальной разработки вопросов автоматизации работы мощных электрообъединений, повышение надежности, бесперебойности электроснабжения. Центральной задачей здесь является создание собственной индустрии точных и сложных аппаратов для целей защиты и автоматизации. Кроме того, для нас, как и для какой другой страны, имеет значение проблема постоянного тока высокого напряжения. Нам необходимо во много раз расширить наши работы в области разработки технически пригодных методов преобразования, переменного тока в постоянный и обратно или непосредственного получения постоянного тока высокого напряжения непосредственно от машины. Работы, ведущиеся в этой области с успехом в течение последних 2 лет, в особенности глубокие исследования ионных преобразователей (ЛЭФИ), дают уверенность, что решение задачи произойдет скоро.

В области электрификации промышленности в непосредственном значении этого слова (создание электромоторного привода) наши достижения не столь значительны, как в области высоковольтной техники. Здесь технический консерватизм, возможность применять электродвигатель „как-нибудь, лишь бы вез“ играли солидную роль в отношении замедления темпов технического прогресса. Сама идея электромоторного привода, как неразрывной части всего комплекса электрифицированной машины или целого технологического процесса, родилась не так давно. До недавнего времени центральным объектом в исследовательской работе являлся электродвигатель сам по себе. В части же применения его в производстве исследовательская работа ограничивалась определением удельного расхода энергии, коэффициентом загрузки, для установок же в целом —  $\cos \phi$ .

Правда, и на этом пути мы можем констатировать ряд несомненных достижений за истекшие годы. Работами ВЭИ, главным образом, акад. К. И. Шенфера и его учеников, была подготовлена прочная база для широкого развития массового производства наиболее ходового двигателя — асинхронного, в частности, с короткозамкнутым ротором. Подверглись также всестороннему исследованию специальные схемы соединения электромашин (каскады, комбинированные схемы) и специальные двигатели (Бушеро, с глубоким пазом, с железным безобмоточным ротором, компенсированные асинхронные двигатели, схемы безреостатного пуска и пр.). По линии применения электродвигателя проведен ряд рационализаторских работ в нефтяной, угольной, металлургической и металлообрабатывающих промышленностях. Итог работ истекших лет сводится к тому, что нами изучены элементы, составляющие электромоторный привод, и среди них, главным образом, электромотор, а также установлены основные характеристики для электромоторного привода в основных отраслях тяжелой промышленности.

Реконструктивная работа начата лишь в течение последнего года. Основные направления ее и задачи ближайшего периода состоят в том,

чтобы создать типы электродвигателей, в наибольшей степени отвечающие требованиям того или иного технологического процесса, возможно ближе смыкающиеся с машиной-орудием, упрощающие ее механическую конструкцию. Современная тенденция здесь идет в направлении многомоторной машины, многоступенчатой системы скоростей в моторе, схем агрегатов с широкой регулировкой скорости. Особым требованием здесь является создание массового производства моторов, т. е. разнообразие эксплуатационных характеристик; комбинирование сложных схем должно укладываться в рамки определенных типовых серий. Некоторые обнадеживающие решения этой сложной задачи уже намечаются как результат работы лабораторий за текущий год.

Тенденция к упрощению механических схем машин направлена по линии передачи функций изменения скоростей, реверсирования движения и плавной регулировки хода на электрический мотор. В связи с этим значительно возрастает роль коллекторных машин постоянного и переменного тока и разного рода сложных схем, позволяющих осуществлять эти задачи. Здесь также, как и в области генерирования электрической энергии, встает дилемма — постоянный или переменный ток как основная форма энергии для промышленных электроустановок. Эта задача особое значение приобретает в области специальных электроустановок больших мощностей (металлопрокат, тяжелый подъем и пр.), где в настоящее время применяются всевозможного рода сложные схемы (Ильгнера, Ленарда, Кремера, Шербиуса).

Должна быть упомянута еще одна техническая задача — это применение вентильного двигателя (бесколлекторный мотор, питаемый через ртутный выпрямитель) как промышленного двигателя, хотя он пока и разрабатывается для целей электрической тяги. Возможность создания очень надежного двигателя на большую мощность и осуществление простыми средствами широкой регулировки и реверсирования его, выдвигает вентильный двигатель, как серьезнейшее техническое средство в решении сложных задач электрификации проката, тяжелого подъема и др. Эта тема заслуживает самого пристального к себе внимания в ближайшее же время.

Одновременно необходимо во всю ширь поставить проблему органического соединения машины-орудия с двигателем. Некоторые примеры такого выполнения машин уже имеются и в Советском союзе (электрокардная машина инж. Фридкина). Удачные примеры выполнения таких электрифицированных машин за границей дают основание полагать, что здесь зарождается новое направление в вопросах конструирования машин, ставящее на принципиально иную основу всю теорию конструирования машин.

Проблема автоматизации диспетческого управления в производстве за последние годы стала у нас в Советском союзе актуальнойнейшей практической задачей. Она поднимает вопросы электромоторного привода во всех областях на неизмеримо более высокий тех-

нический уровень. Понятие электромоторного привода расширяется, включая в себя всю систему электроаппаратуры, позволяющей осуществлять автоматизацию и управление на расстоянии. Конкретная задача здесь сводится к разработке соответствующих схем автоматизации, созданию аппаратуры (реле) и налаживание их производств.

Особое место в проблемах электрификации промышленности занимают вопросы установления контроля электрическими методами как качества продукции, так и самой технологической процесса. Здесь вступают на сцену рентгеновские, электромагнитные и основанные на применении фото-электронных приборов методы контроля. Почин в этом направлении уже сделан и в Советском союзе. Есть уже возможность проверить доброкачественность стальных отливок, поковок сварных деталей электромагнитным способом: путем рентгеновского просвечивания. Созданы некоторые типы фото-элементов и новые лампы, которые могут быть применены в установках для автоматического контроля технологических процессов. В связи с огромным расширением массового производства в Советском союзе методы автоматического контроля производственных процессов издали приобретают колоссальное значение; разработка их должна вестись форсированными темпами.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам рационального использования электроэнергии в промышленности. Сосф стал технико-экономической проблемой круглого значения. Повышение его предложено вести всеми возможными способами. В первую очередь здесь необходимо повысить техническую квалификацию работников ведающих электросиловым хозяйством предприятий, так как во многих случаях достаточно сложными методами можно поднять сопротивление для установок значительного для установок значения. Все же другие методы улучшения сопротивления требуют специального оборудования. Это оборудование (синхронные асинхронные компенсаторы, статические конденсаторы) пока у нас в Союзе не производится. Таким образом задача состоит в том, чтобы определить, что надо строить (типы, технические требования), и организовать производство. Промедление здесь невозможно, так как плохой сопротивление замораживает громадные мощности, установленные на станциях, и вызывает большой перерасход металлов, в особенности цветных.

В беглом обзоре задач по электрификации промышленности, которые выдвигаются практикой социалистического строительства на передний план, нельзя обойти электрическую сварку как метод технологии металлов, революционно преобразующий такие отрасли производства, как, например, машиностроение. В Советском союзе электросварка начинает приобретать все более широкое распространение. Народилась самостоятельная ветвь электромашиностроения — построение электросварочных агрегатов. За текущее время в научно-исследовательской работе по электросварочному оборудованию имеются несомненные успехи: проведено широкое сравнительное изучение различных методов сварки, разработаны

систем сварки на переменном и постоянном токах, разработана система многопостовой сварки с применением генератора пульсирующего тока темы Шенфера-Нитусова, выяснена возможность уменьшения устойчивости дуги переменного тока с помощью осциллятора и др.

В противоборстве между постоянным и переменным токами, которое наблюдается во всех направлениях применения электричества в промышленности, ртутный выпрямитель в качестве электросварочного агрегата может сказать существенное слово в пользу постоянного тока. Разработка этой темы есть задача ближайшего времени.

Нет возможности в краткой статье дать более или менее подробное перечисление наших успехов в других областях научно-исследователь-

ской работы по электротехнике (главным образом в пределах ВЭИ) за истекшие пятнадцать лет. Без рассмотрения остались вопросы электрификации транспорта (железнодорожного и безрельсового), светотехники и вакуумтехники, электротехнических материалов, радиотехники и телевидения, несмотря на то, что и в этих областях мы имеем несомненные достижения и с успехом решаем задачу — „догнать и перегнать“.

То огромное значение, которое Советское государство придает научно-исследовательской работе, те заботы и внимание, которыми окружаются ученые и инженеры Советского союза, тот энтузиазм, с которым они ведут свою творческую работу, убеждают нас в том, что научно-техническое творчество будет впредь развиваться еще более интенсивными темпами.

## Исследовательские работы области советского электромашиностроения за 15 лет

Академик К. И. Шенфер  
ВЭИ

Социалистическая реконструкция народного хозяйства нашей страны потребовала полного энергетического перевооружения народного хозяйства на базе электрификации.

Необходимым условием для выполнения последнего требования явилось создание самостоятельной, свободной от иностранной зависимости советской электропромышленности на собственной научной базе.

Громадные задачи, поставленные перед советской электропромышленностью широкими планами электрификации страны, могли быть выполнены лишь при условии освоения самых передовых тенденций и достижений современной науки и техники.

В соответствии с этим наша электропромышленность вступила на путь широкого использования ограниченного технического опыта, заключая договор о технической помощи и создавая собственную научно-техническую базу в виде исследовательских институтов и лабораторий при заводах. В настоящее время кроме ВЭИ и ЛЭФИ крупные исследовательские лаборатории имеются на всех этих мощных электромашиностроительных заводах (ХЭМЗ, „Электросила“, „Динамо“, Электропод, завод имени Лепсе, „Электрик“ и др.).

Следует упомянуть здесь также, что ряд исследовательских секторов, организованных при электротехнических лабораториях крупных вузов (Московский энергетический, Ленинградский электромеханический и электротехнический, Харьковский технологический институты и др.) выполняет работы по заданиям промышленности.

Задачей настоящей статьи является дать краткий обзор наших научно-исследовательских

институтов, заводских и вузовских лабораторий, связанных с отдельными отраслями советского электромашиностроения.

### Синхронные машины

В связи с ростом современных районных станций мощность отдельных станционных единиц — синхронных генераторов — достигает огромных размеров, во много десятков тысяч киловатт. Так, например, выпущенный заводом „Электросила“ в 1931 г. турбогенератор для Каширской районной станции имеет мощность в 50 000 kW, 1 500 об/мин.

Для Днепростроя у нас строятся еще более крупные гидрогенераторы мощностью в 62 000 kW. Постройка Днепростроевских гидрогенераторов и мощных турбогенераторов выдвигает наши электромашиностроительные заводы на одну линию с крупнейшими американскими заводами, в результате чего в области крупного электромашиностроения мы обгоняем Европу и догоняем Америку.

В настоящее время в Харькове близится окончание постройки громадного турбогенераторного завода, где будут изготавливаться турбогенераторы рекордной для Европы мощности до 200 000 kW.

Проектирование мощных синхронных генераторов на наших заводах выдвигает ряд вопросов, требующих предварительной научно-исследовательской проработки и освещения.

Мы не касаемся здесь весьма важных при проектировании и фабрикации электрических машин во просов механической прочности деталей.

работающих в современных мощных турбогенераторах с большими напряжениями, близкими к предельно допускаемым. Для изучения этих вопросов при наших мощных электромашиностроительных заводах созданы специальные механические и металлографические лаборатории.

Настоящая статья касается только вопросов, так сказать, чисто электротехнического характера.

Вопросу, касающемуся выбора основных размеров синхронных машин при проектировании, была посвящена работа проф. В. С. Кулебакина<sup>1)</sup>.

Обычно применяемые, известные до сих пор, схемы расчета хотя и учитывают влияние различных факторов на величину тока короткого замыкания синхронной машины, однако, в качестве исходного положения при расчете эти факторы приняты впервые в вышеуказанной работе.

Эксплоатационные свойства и конструктивные особенности, а также сравнение основных параметров турбогенераторов советского и заграничного производства явились темой многих работ научных сотрудников наших исследовательских институтов.

В качестве примера здесь можно привести ряд статей научных сотрудников ВЭИ: инж. Н. А. Сazonова — о свойствах и эксплоатационных характеристиках турбогенераторов<sup>2)</sup>, инж. С. В. Крауз, дающего сравнение конструкций и основных параметров турбогенераторов различных заграничных фирм<sup>3)</sup>. Статья проф. В. А. Толвина<sup>4)</sup> посвящена результатам испытаний генераторов Волховской гидростанции<sup>4)</sup>, инж. А. Е. Алексеева — современным электрическим генераторам для гидро-электрических станций и проф. Р. А. Лютера и инж. А. Е. Алексеева — современным двухполюсным турбогенераторам<sup>5)</sup>.

Отдельным вопросам из теории работы синхронных машин посвящены статьи проф. Пиотровского и Ефремова, трактующих вопрос о форме кривой э. д. с. в турбогенераторах<sup>6)</sup>, инж. В. М. Матюхина, дающего теорию неполной демпферной клетки в синхронных машинах<sup>7)</sup>, проф. Бергера, касающегося в своей работе вопроса о вибрации станины турбогенераторов<sup>8)</sup> и инж. Б. П. Апарова<sup>9)</sup>, освещающего вопрос о вибрации быстроходных турбогенераторов в целом.

## Асинхронные двигатели

Асинхронный двигатель, отличающийся большей простотой конструкции и большей, относительно, надежностью в работе, в настоящее время получает все большее и большее распространение на практике.

В дореволюционное время короткозамкнутые двигатели были распространены сравнительно

мало, уступая место асинхронным двигателям с фазным ротором. Одной из основных причин тормозящих распространение короткозамкнутых двигателей, как известно, было запрещение их в центральных станциях, вызванное опасением чрезмерных толчков тока при пуске в ход.

Однако, в связи с ростом мощности наших районных станций и изменившимся взгляду на достоинства короткозамкнутых двигателей, последние в настоящее время получили весьма большое распространение как у нас, так и за границей.

Наши заводы („Электросила“, ХЭМЗ, завод им. Лепсе, Тамбовский завод и др.) наряду с небольшими машинами выпускают целый ряд специальных типов (Бушеро, с глубокими пазами для втулочных машин и т. п.).

Вопросы, касающиеся отдельных моментов расчета и рабочего процесса асинхронных двигателей, явились темой многих исследовательских работ и статей.

В качестве примера здесь можно привести работы инж. Б. П. Апарова — о расчете междуярусного пространства в асинхронных двигателях<sup>10)</sup>, инж. Е. П. Нитусова — о работе асинхронных двигателей при соединении статора в открытый треугольник<sup>11)</sup>, акад. К. И. Шенфера — о простой формуле для расчета магнитного рассеяния в пазах асинхронных двигателей<sup>12)</sup>.

Работа инж. Б. П. Апарова и инж. Н. В. Грохова трактует вопрос о форме кривой намагничивающей силы роторных обмоток асинхронных двигателей при неравномерном сопротивлении обмотки ротора<sup>13)</sup>.

В работе акад. К. И. Шенфера и инж. А. И. Москвитина сделана попытка экспериментального выяснения особенностей явления „вытеснения“ тока в пазах машин переменного тока<sup>14)</sup>.

В работе проф. М. П. Костенко дается новый вывод и приводится метод построения кривых диаграмм асинхронных двигателей<sup>15)</sup>.

Работы инж. В. И. Москвитина касаются вопросов расчета асинхронных двигателей с глубокими пазами, типа Бушеро<sup>16)</sup>.

В ряде работ были сделаны попытки изменения и улучшения конструкций и систем асинхронных двигателей (например, ротор в виде массивного железного цилиндра без обмотки, предложенный акад. Шенфером<sup>17)</sup>, ротор с замыкающими кольцами из железа, предложенный инж. Апаровым<sup>18)</sup>, ротор с приводами „гребенчатого“ типа акад. Шенфера<sup>19)</sup>; асинхронный двигатель с ротором двойного питания инж. Апарова<sup>20)</sup>, модификация массивного ротора акад. Шенфера, предложенная инж. Плюсом и др.).

<sup>10)</sup> „Вестник промышленности“ № 11, 1928.

<sup>11)</sup> Труды ВЭИ, вып. 8.

<sup>12)</sup> „Вестник электропромышленности“ № 12, 1928.

<sup>13)</sup> „Вестник электропромышленности“ № 2, 1931.

<sup>14)</sup> „Вестник электропромышленности“ № 10, 1928 и „АИЕ“ № 10, 1928.

<sup>15)</sup> „Вестник электропромышленности“ № 4, 1930.

<sup>16)</sup> „Эл-во“ № 14, 1931.

<sup>17)</sup> „Эл-во“ № 2, 1926 и „АИЕ“ № 2, 1926.

<sup>18)</sup> „Эл-во“ № 4, 1926.

<sup>19)</sup> „Эл-во“ № 9, 1931.

<sup>20)</sup> „Вестник электропромышленности“ № 3, 1931.

1) „Эл-во“ № 7, 1926. „Е. и М.“ 1927.  
2) „Эл-во“ № 18 и 21, 1931.  
3) „Эл-во“ № 18, 1931.  
4) „Эл-во“ № 11, 1929.  
5) „Вестник электропромышленности“ № 8, 1931, „Эл-во“ № 8, 1932.  
6) „Эл-во“ № 8, 1930.  
7) „Вестник электропромышленности“ № 4, 1930.  
8) „Эл-во“ № 19, 1931.  
9) „Вестник электропромышленности“ № 10, 1928.

Принцип действия двигателя системы инж. Петрова в кратких чертых заключается в следующем. Статор асинхронного двигателя имеет обмотки, приключенные к сети, причем одна обмотка в момент пуска последовательно соединена с ротором и увеличивает его пусковое противление. Напряжение частоты сети в момент пуска почти полностью компенсируется во второй, лежащей в тех же пазах, обмотке статора, так что пульсации тока в сети при пуске наблюдаются, и двигатель пускается при уменьшенному токе и максимальном начальном моменте.

### Магниторные двигатели

Трехфазный коллекторный двигатель Шраге, выпускающий весьма широкую регулировку скорости при относительно хорошем к. п. д., в наше время находит все большее и большее распространение в промышленности. До революции двигатели этого типа у нас не строились. Теперь завод „Электросила“ наладил у себя производство этих машин.

В связи с этим возникло много задач, касающихся теории и разработки принципов расчета магниторных двигателей переменного тока. Эти задачи в свое время были удачно разрешены как техническим персоналом завода „Электросила“, так и отдельными научными работниками (см. пример работы проф. Костенко, касающиеся задачи рабочего процесса многофазных коллекторных двигателей и в частности — двигателей Шраге, и работы Костенко и Завалишина, касающиеся фазных компенсаторов<sup>21</sup>).

### Синхронные конденсаторы

С целью улучшения коэффициента мощности в наше время часто применяют, где это позволяют условия, перевозбужденные синхронные двигатели, так называемые „синхронные конденсаторы“.

Наши заводы по запросам промышленности и южных станций уже построили ряд таких машин.

Для регулировки коэффициента мощности такого синхронного конденсатора при разных режимах сети необходимо соответственным образом менять ток возбуждения, увеличивая его при возрастании нагрузки и уменьшая при уменьшении последней.

Желая сделать такую регулировку автоматической, приходится ставить специальные регуляторы напряжения.

Согласно предложению автора настоящей статьи можно решить эту задачу и другим путем, не прибегая к регулятору напряжения, если применить в качестве возбудителя вместо обычно применяемой динамомашины постоянного тока однозорный преобразователь без выступающих полюсов (с одинаковым воздушным зазором).

Соединяя контактные кольца возбудителя с полюсом и коллектором с обмоткой возбуждения главной машины, можно добиться автоматической

регулировки коэффициента мощности при изменении нагрузки сети или двигателя<sup>22</sup>).

### Трансформаторы

В последнее время мы являемся свидетелями того, как параллельно с возрастанием мощности силовых станций происходит также увеличение мощности трансформаторов и повышение их напряжений.

Наш Электрозвод и ХЭМЗ строят в наше время трансформаторы мощностью до 20 000 кВА и напряжением в 115 000 кВ<sup>23</sup>). При этом в наших исследовательских лабораториях (заводских и ВЭИ) ведется подготовительная работа по производству высокомощных трансформаторов при условии перехода на наши изоляционные материалы вместо импортных<sup>24</sup>).

В соответствии с этим большой интерес представляют работы, посвященные вопросам расчета и построения трансформаторов.

В качестве примера здесь можно привести статьи: инж. Трамбецкого — о расчете трансформаторов<sup>25</sup>), проф. Г. Н. Петрова — о распределении потерь в активном материале, стоимости трансформаторов<sup>26</sup> и технико-экономическом обосновании расчета трансформаторов<sup>27</sup>), инж. Шницера — о трех- и двухфазных трансформаторах<sup>28</sup>), акад. Чернышева; инж. Глазанова и Савицкого — о защите трансформаторных обмоток<sup>29</sup>) и инж. Караваева — о перенапряжениях в каскаде трансформаторов<sup>30</sup>).

В обмотках трансформаторов обычного типа, как известно, при нестационарных процессах в сети могут возникнуть опасные перенапряжения, обусловленные теми емкостями, которые имеются между самой обмоткой и корпусом трансформатора, а также между отдельными секциями самой обмотки.

Наличие этих емкостей в совокупности с самоиндукцией отдельных витков обмотки трансформатора может послужить причиной появления опасных перенапряжений.

Две последних вышеуказанных работы посвящены вопросам теории этих явлений и описанию методов защиты трансформаторов.

### Вопросы коммутации машин

Поведение и надежность работы машин постоянного тока в значительной степени зависят от характера коммутации. Этим вопросам был посвящен ряд работ, причем в ВЭИ были разработаны новые методы получения кривой реактивного напряжения<sup>31</sup>).

22) „Эл-во“ № 5, 1928 и „Е и М“, 1929.

23) См. проф. Лапиро-Скобло, „Эл-во“ № 1, 1932.

24) Шенфельд, „Эл-во“ № 7, 1932.

25) „Эл-во“ № 6, 1926 и № 2, 1931.

26) „Вестник электропромышленности“ № 11, 1928.

27) „Энергетик“ № 1, 1931.

28) „Вестник электропромышленности“ № 7, 1928.

29) „Эл-во“ № 1, 1931.

30) „Эл-во“ № 5, 1932.

31) См. статьи К. И. Шенфельда, „Эл-во“ № 2, 1922; „AFF“, 1922; „ЭЛТЗ“ № 6, 1928 и „JAIEE“ № 11, 1922.

Один из методов не требует обычного при исследовании коммутации разреза обмотки якоря. Он заключается в том, что вокруг пучка проводов, заложенных в паз, располагается замкнутая магнитная цепь, состоящая из большого числа витков отожженной железной проволоки; наматывая вокруг такого пучка железной проволоки несколько витков медной проволоки и соединяя последнюю с осциллографом, получаем возможность записи кривой реактивного напряжения.

При втором методе требуется разрезать обмотку якоря испытуемой машины и соединить последний через посредство двухконтактных колец с неподвижной секцией, заложенной в пазы неподвижного якоря; это дает возможность с большим удобством изучать явления коммутации, протекающие в неподвижной секции якоря.

Вопросы распределения плотности тока в контакте щеток на коллекторе и распределения тока между одноименными щетками, сидящими на общем щеточном болте, являлись темами ряда исследований, произведенных в лабораториях ВЭИ, причем было выяснено впервые своеобразное влияние дополнительных полюсов, способствующих равномерному распределению тока между одноименными щетками<sup>82</sup>.

Разработанный в ВЭИ автором настоящей статьи метод „разрезных“ щеток позволил впервые получить совершенно ясную и четкую картину распределения плотности тока в разных местах рабочего контакта щетки при различных условиях нагрузки машины.

Вопросы защиты машины от кругового огня на коллекторе являлись темой ряда работ, причем в ВЭИ проф. А. Н. Ларионовым был испытан предложенный им способ борьбы с круговым огнем и искрением на коллекторе, заключающийся в применении составной щетки. Последняя характеризуется тем, что сбегающая сторона покрывается пластинкой из изоляции, благодаря чему затрудняется образование вольтовых дуг и сбегающего края щетки<sup>83</sup>.

Другой метод защиты от круговых огней, заключающийся в применении „барьеров“ разной конструкции на коллекторе, был исследован научным сотрудником ВЭИ инж. А. И. Москвитиным<sup>84</sup>.

### Машины постоянного тока

В связи с постройкой на наших заводах высоковольтных машин постоянного тока и машин постоянного тока большой мощности последние работы ВЭИ приобретают особый интерес.

В конце прошлого года завод „Электросила“ выполнил полное электрооборудование для реверсивного блюминга весьма большой мощности. Прокатный мотор постоянного тока этого блюминга имеет максимальную мощность, равную 19 000 kW. Для характеристики достижений наших заводов необходимо здесь от-

<sup>82</sup> См. труды ВЭИ, вып. IV и „AFE“ статьи К. И. Шенфера и Б. П. Апрова.

<sup>83</sup> См. труды ВЭИ, статья проф. А. Н. Ларионова.

<sup>84</sup> См. техническое сообщение машинного отдела ВЭИ, выпущенное инж. А. И. Москвитиным.

метить, что только самые крупные и передовые в техническом отношении заграничные мировые электротехнические фирмы в состоянии изготавливать электрооборудование для новых блюмингов.

С весьма тяжелыми условиями коммутации приходится считаться не только при постройке машин постоянного тока весьма больших мощностей, вроде приведенных выше, но также и в тяговых моторах большой мощности на высокое напряжение.

Все тяговые двигатели постоянного тока с часовой мощность в 460 л. с., которые строятся в настоящее время московский завод „Динамо“ для электровозов электрифицированного участка железнодорожного Сурамского перевала, предназначены для работы при напряжении троллейного провода в 3000 V (причем моторы бывают соединены последовательно попарно).

Приступая впервые к производству таких машин, завод „Динамо“ в своем „бюро исследований“ поставил предварительно ряд испытаний и исследованию качества материалов и экспериментальной проверке условий работы тяговых машин при разных режимах (нормальная работа, перегрузка, рекуперативное торможение и т. п.).

Вопросам нагрева электрических машин и вопросу о распределении внутренней температуры в катушках возбуждения машин постоянного тока посвящены две работы инж. С. А. Погожева<sup>85</sup> ( завод „Динамо“).

Результаты испытания тягового двигателя DN-150 новой конструкции, построенного недавно на заводе „Динамо“, опубликованы инж. В. Н. Богоявленским<sup>86</sup>.

Здесь следует также отметить работу инж. А. С. Кангера, К расчету электрических машин постоянного тока<sup>87</sup>.

Работы тяговой лаборатории машинного отдела ВЭИ в области регулирования скорости, пуска в ход и рекуперативного торможения тяговых двигателей по методу вольт-добавочной машины были вкратце автором настоящей статьи освещены раньше в журнале „Электричество“<sup>88</sup>, поэтому ограничиваемся здесь только простым упоминанием об этих работах.

### Одноякорные преобразователи

Как известно, одноякорные преобразователи обычного типа, преобразующие переменный ток в постоянный, не допускают широкой регулировки напряжения на коллекторе.

В ВЭИ была разработана новая конструкция одноякорного преобразователя с „расщепленными полюсами“, допускающего широкую регулировку напряжения на коллекторе<sup>89</sup>.

Изучая явления „качания“ конвертера при резких колебаниях нагрузки<sup>90</sup> и наблюдая про-

<sup>85</sup> „Вестник электропромышленности“ № 7, 1928.

<sup>86</sup> „Эл-во“ № 14, 1931.

<sup>87</sup> „Вестник электропромышленности“ № 10, 1928.

<sup>88</sup> „Эл-во“ № 7, 1932.

<sup>89</sup> „Вестник электропромышленности“ № 3, 1928, заявление свидетельство № 23565.

<sup>90</sup> Шенфер, „Эл-во“ № 5 и 9, см. также „AFE“, 1927.

ки коммутации при этих условиях, необходимо было решить задачу о создании такой конструкции дополнительных полюсов, при которой ионы "толчков" тока исключалась бы возможность изменения знака магнитного поля в коммутационной зоне. С этой целью в ВЭИ акад. И. Шенфера была предложена новая конструкция дополнительных полюсов, характеризующаяся рядом прорезов в железном сердечнике, благодаря чему магнитное сопротивление дополнительных полюсов увеличивается и устойчивость магнитного поля коммутационной зоны повышается. Подстанции бакинского и тифлисского трамвая оборудованы конвертерами с дополнительными полюсами этой системы<sup>1)</sup>.

### Электросварочные машины

Во многих отраслях машиностроения и, в частности в электромашиностроении, электросварка прошла революцию. У нас при выполнении основных деталей крупных электромашин в последнее время электросварка получила почти исключительное распространение.

Сварные конструкции способствовали значительному уменьшению веса и удешевлению электрических машин.

Только благодаря применению электросварки стало возможным выполнять каркасы таких гигантов, как турбогенератор мощностью в 160000 kW (САСШ) и гидрогенератор в 64 000 kW.

На заводе "Электросила" выполняются корпуса генераторов турбогенераторов вплоть до мощности 50 000 kW сварного типа. Также сварными выполнены корпуса гидрогенераторов в 30 000 kW

для Свирской гидроэлектрической станции. Внешний диаметр статорного корпуса этой гигантской машины составляет около 11 м.

Величайшие в мире гидрогенераторы для Днепровской гидростанции, имеющие мощность в 64 000 kW (строящиеся на заводе "Электросила"), имеют также статор сварной конструкции. Внешний диаметр статора этого гиганта имеет больше 12 т, а общий вес гидрогенератора—800 т.

В сварочной лаборатории машинного отдела ВЭИ был выполнен ряд работ по исследованию статических и динамических характеристик сварочных машин постоянного тока различных систем (Кремера, Линкольна, Розенберга и др.).

Очертания динамических характеристик сварочных генераторов имеют большое значение для сварки, когда происходит периодическое замыкание цепи при стекании капель расплавленного металла, причем влияние может оказывать также дрожание руки сварщика, изменяющее длину вольтовой дуги.

Оказалось, что весьма хорошие результаты получаются в случае сварки при помощи машины Розенберга<sup>1)</sup>.

Оглядывая путь, пройденный советской электротехникой в короткий, с исторической точки зрения, отрезок времени—15 лет, все активные участники работы по осуществлению грандиозного плана электрификации страны с чувством глубокого удовлетворения могут констатировать несомненный прогресс советской электротехники, в результате чего намеченные планом задачи оказались выполнеными с превышением и в результате чего наша электропромышленность теперь стала одним из ведущих звеньев социалистической экономики страны.

## От сборочных мастерских— к первоклассному заводу советского электромашиностроения

Развитие завода "Электросила" за 15 лет

Инж. А. Е. Алексеев, инж. Д. В. Ефремов

и проф. Р. А. Лютер

Ленинград, завод "Электросила"

В дореволюционной России не существовало самостоятельной электропромышленности. Эта важная отрасль хозяйства находилась в руках иностранных монополистических фирм, которые считали для себя выгодным иметь у нас только сборочные мастерские. Техническая мысль и мозг производства находились за границей.

Только после Октябрьской революции, начиная с восстановительного периода 1922—1924 гг., советская электропромышленность приобретает самостоятельное лицо и начинает быстро развиваться. В этом развитии значительное и, несомненно, ведущее место занимает завод "Электросила".

В 1922 г. заводом ставится задача снабжения Союза крупными гидрогенераторами и турбогенераторами. Была начата разработка чертежей волжского и московского гидрогенераторов, а также серии турбогенераторов. К тому же времени относится и большая работа по рационализации существовавших на заводе серий машин: были приняты меры по рационализации крупного производства путем соответственного пересмотра трех серий в направлении сокращения числа типов и нормализации отдельных деталей.

Развитие новых серий (турбогенераторы, гидрогенераторы, крупные машины постоянного тока) в первый период, до 1930 г., шло по пути практики европейских заводов. С 1930 г. завод вступил на путь освоения последних достижений американской техники как в области турбогенераторов, так и в области гидрогенераторов, синхронных и крупных машин постоянного тока. В связи с освоением американского опыта в производственной программе завода за истекший год появились машины рекордных мощностей, а именно: гидрогенераторы 77 500 kVA, 88,2 об/мин для Днепростроя, турбогенераторы 55 500 kVA, 1 500 об/мин для Кашира, двигатели постоянного тока для привода блюминга 7 000 л. с., 50—120 об/мин для черной металлургии.

В области машин средних мощностей (синхронных и асинхронных) завод в первом этапе модернизировал старые конструкции, но в настоящее время переходит на универсальную серию машин, разработанную для всех заводов Союза в соответствии с последними достижениями западно-европейской и американской техники. В табл. 1 показан рост общего выпуска завода, начиная с 1928/29 г., по главнейшим разделам производства, т. е. по отделу нормальных машин (ОНМ), турбо-

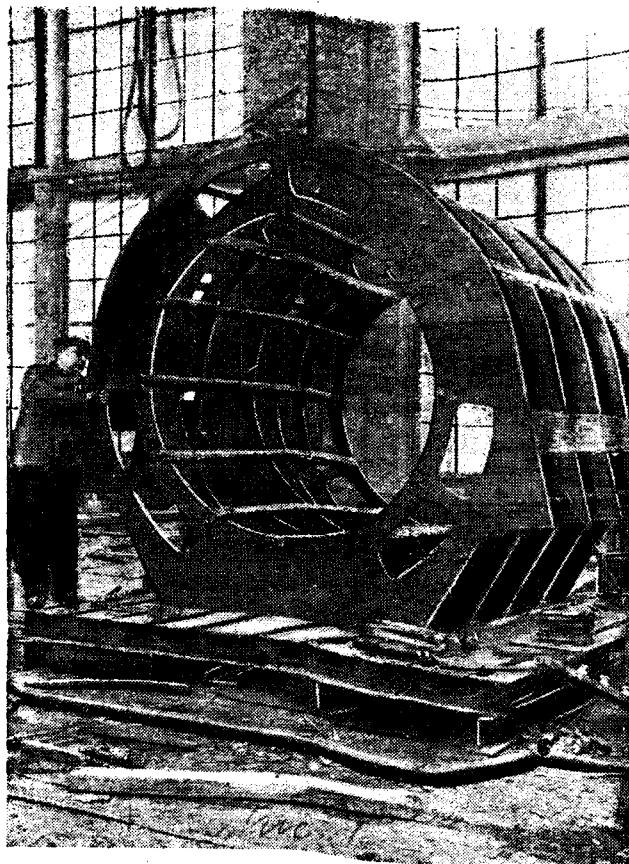


Рис. 1

Рис. 3. Гидрогенератор для гидростанции на р. Ангаре 185 000 кВА, 115 об/мин.



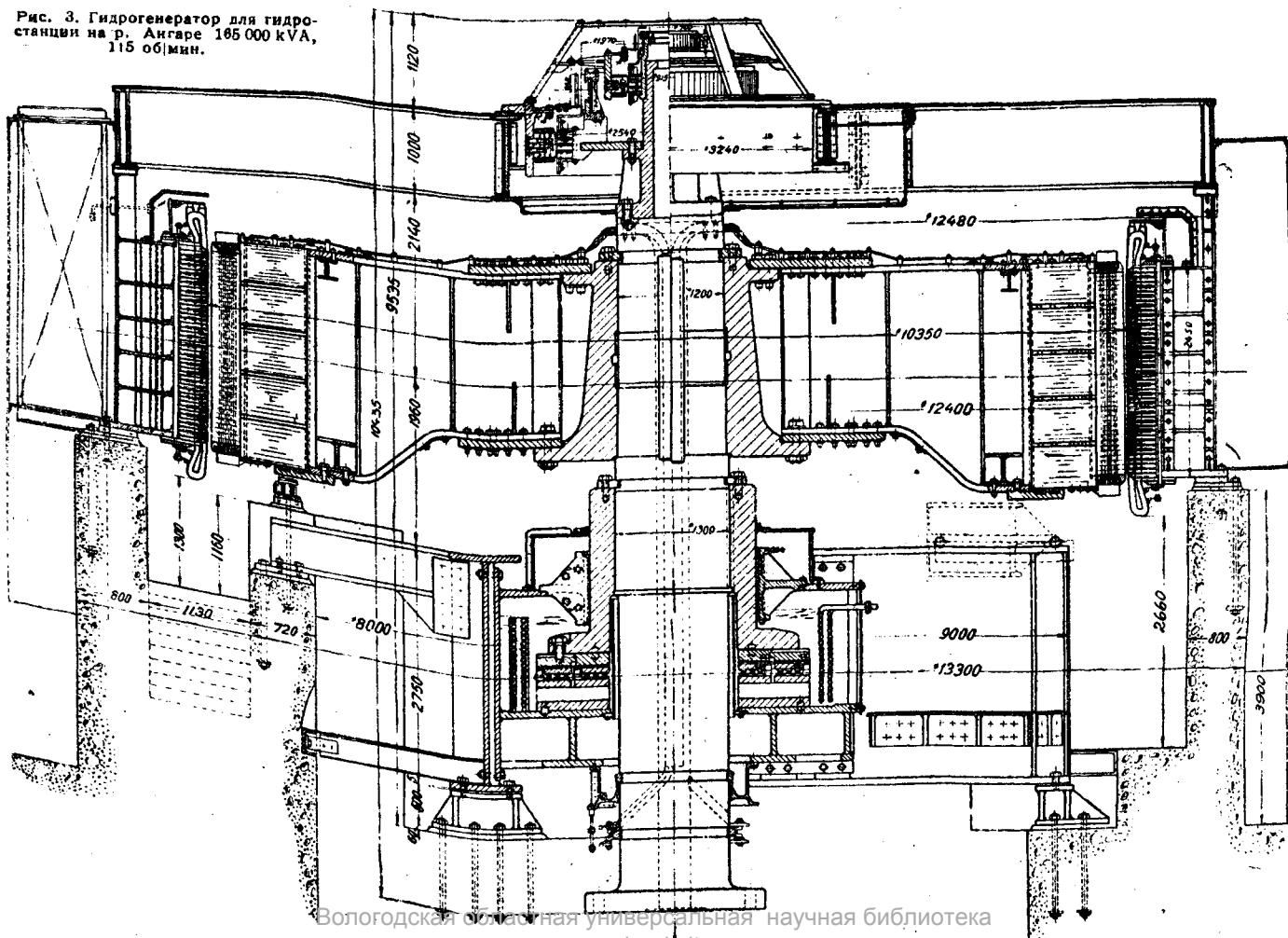
Рис. 2. Укладка секций статора генератора для Днепростроя.

генераторостроению, производству крупных и средних машин ртутным выпрямителям и производству изоляционных материалов. При этом выпуск охарактеризован как суммарной мощностью, так и суммой выпуска в рублях по ценам 1926/27 г.

В табл. 2, 3 и 4 даны уменьшения весов активных материалов и общего веса, достигнутые истекший период времени, путем рационализации в области расчета и конструкции для турбогенераторов (табл. 2), для гидрогенераторов (табл. 3), а также для асинхронных и синхронных машин (табл. 4).

Снижение себестоимости изделий по отношению к 1927/28 г. достигает 23,4%.

Что касается усовершенствований технического качества изделий, то следует отметить наиболее существенные моменты по главнейшим объектам производства.



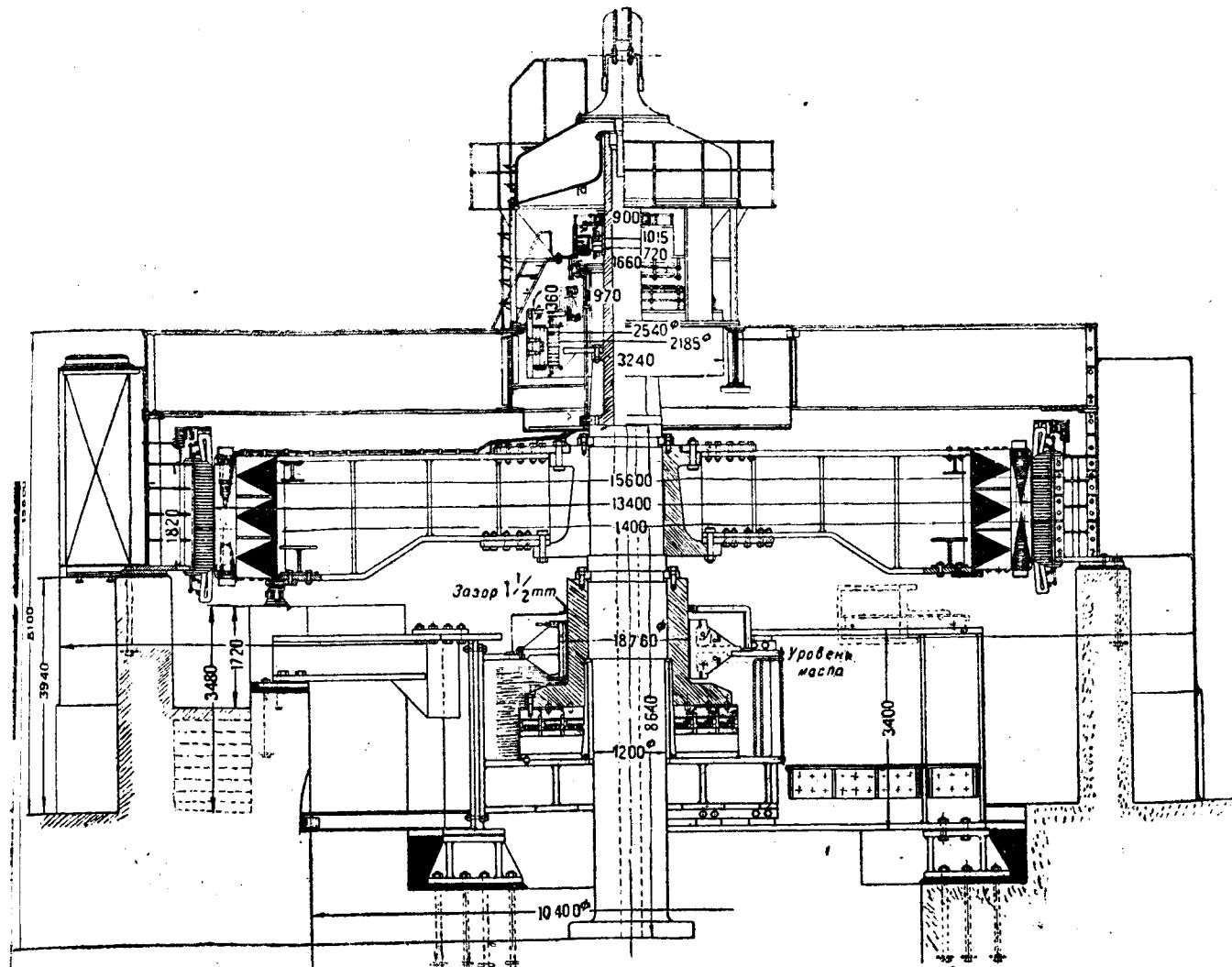


Рис. 4. Гидрогенератор для гидростанции Нижней Волги 115 000 кВА, 66,8 об/мин.

Таблица 1

Наименование производств	1928/29 г.		1929/30 г.		Ударный квартал 1930 г.		1931 г.		1932 г. (план)	
	Мощ- ность кВ	Сумма в це- нах 1926/27 г. тыс. руб.	Мощ- ность кВ	Сумма в це- нах 1926/27 г. тыс. руб.	Мощ- ность кВ	Сумма в це- нах 1926/27 г. тыс. руб.	Мощ- ность кВ	Сумма в це- нах 1926/27 г. тыс. руб.	Мощ- ность кВ	Сумма в це- нах 1926/27 г. тыс. руб.
Отдел нормальных машин	71 022	11 197	99 640	17 486	59 598	9 103	300 318	37 580	363 009	34 865
Турбогидростроение . .	137 267	3 116	185 970	6 284	66 685	2 122	518 851	13 070	1 208 580	30 967
Производство крупных и средних машин . .	383 724	9 505	359 800	8 998	71 477	2 716	122 878	11 506	417 496	31 245
Ртутные выпрямители . .	5 200	197	19 952	747	12 210	392	58 472	1 782	96 594	2 922
Производство изоляционных материалов . . . .	—	1 132	—	2 366	—	548	—	1 448	—	—
Всего по заводу включая контаж . . . . .	25 204	—	36 361	—	14 977	—	66 113	—	100 000	

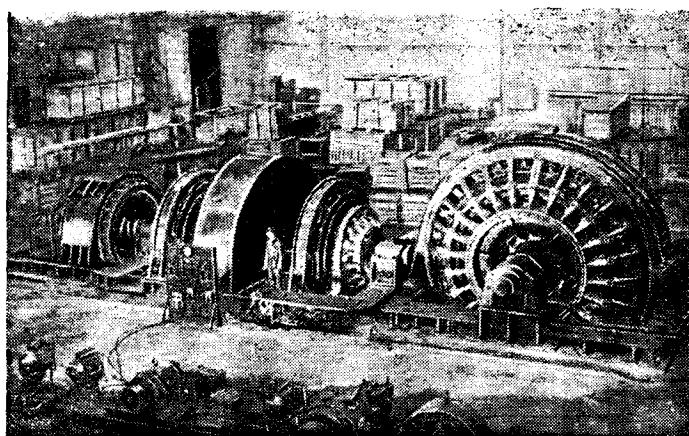


Рис. 5. Электропривод для блюмвинга.

### Турбогенераторы

В области производства турбогенераторов основная задача усовершенствования сводилась к повышению к. п. д. турбогенераторов и повышению надежности работы их в эксплуатации.

Повышение к. п. д. достигнуто для некоторых типов на 1,5–2%, например, с 94 до 96%.

Главнейшие мероприятия, повысившие к. п. д. турбогенераторов, следующие: 1) применение немагнитных бандажей для роторов; 2) применение обмоток на статоре с сокращением шага (шаг около 4/5); 3) увеличение воздушного зазора; 4) применение американских двухслойных обмоток корзиночного типа с короткими лобовыми частями; 5) применение относительно узких пазов.

Одновременно с расчетными усовершенствованиями турбогенераторов шло постепенное конструктивное усовершенствование их в следующих направлениях: 1) введение сварных конструкций (рис. 1); 2) замена тяжелых фундаментных плит плинтами облегченной конструкции; 3) введение новой системы вентиляции по сравнению со старой системой вентиляции.

В конце 1931 г. заводом был выпущен первый турбогенератор мощностью 50 MW, исполненный во всем в соответствии

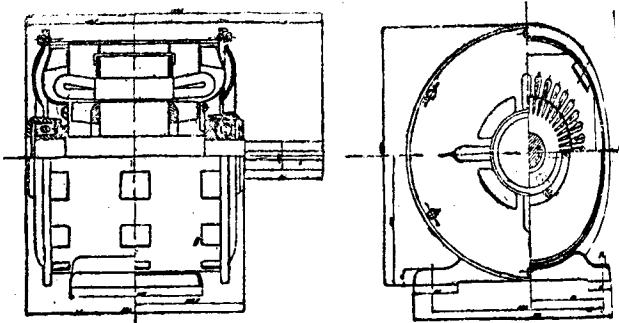


Рис. 6. Общий вид пробного двигателя 4,5 кВт, 1500 об/мин со сдвоенной вентиляцией.

с новейшими американскими конструкциями и всеми вышеуказанными усовершенствованиями.

К началу второй пятилетки приурочен выпуск первых двухполюсных турбогенераторов так называемой американизованной серии, в которой также введены все перечисленные усовершенствования.

В американизованную серию входят двухполюсные турбогенераторы мощностью 6, 12, 25 и 50 MW.

Двухполюсные и четырехполюсные турбогенераторы предельных мощностей, т. е. соответственно 1000 kW при 3000 об/мин и 200 kW при 1500 об/мин, намеченные к постройке в Уралэльмашстрое, разрабатываются под непосредственным руководством работников «Электросилы» для того, чтобы полностью использовать опыт завода «Электросила».

### Гидрогенераторы.

По гидрогенераторам заводом за последние два года при производстве днепровских и свирских гидрогенераторов уточнены технологические процессы наиболее крупных машин по своему габариту. Прежние конструкции с чугунными станинами и стальным литьем для ротора и полюсов полностью заменены сварными конструкциями, штампованными ободами и полюсами.

Таблица 2

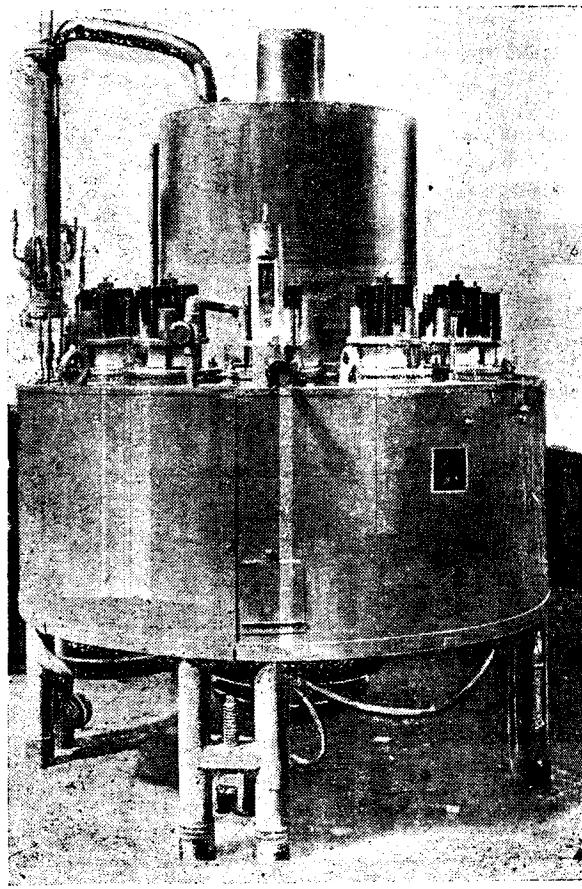
	Процент экономии в весе меди	Процент экономии в весе железа	Процент экономии в общем весе турбогенераторов
Двухполюсные турбогенераторы мощностью 750–24 000 kW	25–35	20–30	20–33

Таблица 3

	Процент экономии в весе меди	Процент экономии в весе железа	Процент экономии в общем весе гидрогенераторов
Гидрогенераторы мощностью 3 000–30 000 kVA . . .	25–40	35–45	20–35

Таблица 4

	Процент экономии в весе меди	Процент экономии в весе железа	Процент экономии в общем весе гидрогенераторов
Машины переменного тока мощностью 100–1 000 kW . .	25–35	40–50	40–45



шарнирные катушечные обмотки старого типа, требовавшие вращения катушек различных форм, заменены корзиночными двухслойной обмоткой с однообразными шашками (рис. 2). Особо следует отметить, что в изоляции 10-В и, частично, 6 600-В обмоток сделан крупный шаг на замене слюдяной изоляции на шеллаке слюдяной ищущей на асфальтовых лаках. Непрерывная изоляция всего шаблона обмотки микалентной, без стыка между торцом и пазовой частью, имеет особенное большое значение машин на напряжение 11 000 В.

В усвоении всего процесса производства новейших концепций гидрогенераторов подготовились и производственные силы для постройки наиболее крупных единиц, требующихся для второй пятилетки, в том числе гидрогенераторов гидростанций на Волге и Ангаре (рис. 3, 4). К проектированию этих гидрогенераторов-гигантов зонтичного типа уже приступлено на Уралэльмашстрое. Работа по проектированию машин также ведется под руководством специалистов завода „Электросила“.

#### Дальнее и крупное машиностроение

Ход среднего и крупного машиностроения во второй пятилетке будет, главным образом, специализироваться по производству синхронных машин американского типа с выраженным полюсами (сварные станины, штампованные из двухслойные корзиночные обмотки). Основными сериями будут:

Универсальная для всех заводов ВЭО серия синхронных машин типа СТ (наружный диаметр активного железа около 900 mm).

Серия типа СГ (наружный диаметр активного железа около 2500 mm).

Серия 100-оборотных генераторов мощностью 750, 1500, 3 и 4 000 kW для соединения через редуктора с турбинами 100/мин.

Далее основной нагрузки по производству синхронных машин завод крупного и среднего машиностроения будет выполнять заказы на крупные машины постоянного тока крупные асинхронные электродвигатели. За последние годы завод при выполнении заказа на электропривод блокнога (рис. 5) усовершил технологические процессы производства крупных машин постоянного тока и разработал серию машин постоянного тока на 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 кВт. Серия спроектирована так, что якоря (без валов) более крупных машин постоянного тока могут быть переделаны в собранном виде по железной дороге.

#### Специальные машины

Деление нормальных машин специализируется по производству асинхронных двигателей малых и средних мощностей. Массовый выпуск завода составляет двигатели от 1-5 кВт типа И (открытые) и ИЗО (закрытые) с короткозамкнутыми роторами, залитые алюминием. Эта серия была создана в 1930 г. За последнее время благодаря работам московской лаборатории завода мощности моторов значительно повышены. В серийных цехах отдела нормальных машин выпускается в числе прочих также и специальный тип двигателя БАО для нужд шахт и рудников. БАО представляет собой машину с короткозамкнутым якорем и обдуваемым внешним вентилятором ребристым дном. За последнее время этот тип в лабораториях завода подвергся значительному усовершенствованию. Удачно повысить мощность серии примерно в 2 раза. Лаборатория завода „Электросила“ за последний год произведено ценнейшее исследование сдвоенной вентиляции и якорных моторов. Принцип сдвоенной вентиляции получил применение в определенной зоне универсальной серии якорных моторов. В отделе нормальных машин было начато производство специальных двигателей для текстильной промышленности. Выпущено большое количество машин 8 типов. Ныне это производство переносится на Молотовский завод им. Лепсе.

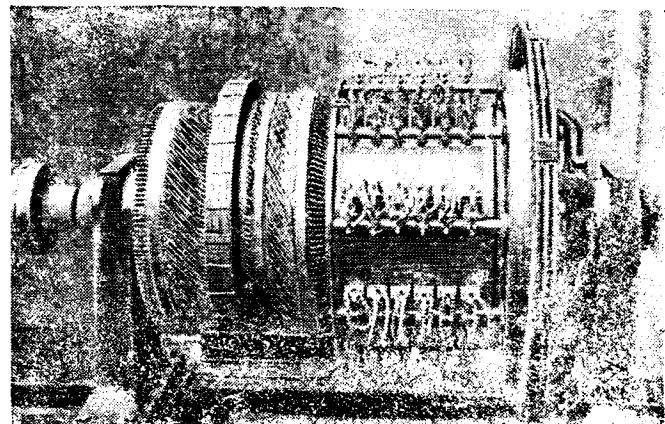


Рис. 8. Фазокомпенсатор.

В серийных цехах завода (отдел нормальных машин) в дальнейшем предположен выпуск асинхронных двигателей универсальной серии для всех заводов Союза мощностью до 500 kW.

#### Ртутные выпрямители

За первую пятилетку завод „Электросила“ технически сильно развили производство ртутных выпрямителей. Построены выпрямители на 1 650 V и 2 000 A постоянного тока. Однако в дальнейшем эта специализация переводится на новый завод, и производство ртутных выпрямителей на заводе „Электросила“ ликвидируется.

#### Специальные машины

Завод имеет определенные достижения в области коллекторных машин трехфазного тока.

Проработан значительный цикл технических вопросов и выпущен ряд машин, как-то: компенсированные коллекторные двигатели, фазокомпенсаторы и шунтовые коллекторные двигатели для текстильной промышленности (двигатели для ватеров). В ближайшее время предположено усилить производство фазокомпенсаторов.

Нельзя не отметить также и того обстоятельства, что производство высоковольтной аппаратуры и мощных трансформаторов зародилось на „Электросиле“. Были проработаны технические основы вопросов и созданы кадры технических работников. На базе опыта завода „Электросила“ начал свою жизнь завод „Электроаппарат“ и трансформаторный отдел Электрозводства.

Богатый технический и производственный опыт работников „Электросилы“ используется и в проектировании новых машиностроительных гигантов. Завод Уральского комбината (машиностроительный и турбогенераторный) проектируются, главным образом, силами работников „Электросилы“.

#### Вперед, к новым победам!

Пять лет назад один из авторов настоящей статьи по поводу 10-летия Октябрьской революции писал, что наша промышленность подготовилась к постройке таких генераторов, как гидрогенераторы Днепра и Свирь.

Прошедший период это подтверждил. Завод „Электросила“ освоил это новое и трудное производство. Сегодня мы можем сказать, что „Электросила“ подготовлена к решению таких задач, как задача постройки генераторов для Нижней и Средней Волги. Если предыдущий период нашего развития был этапом освоения лучших образцов западно-европейской и американской техники, то предстоящий период будет, главным образом, этапом новой советской техники с образцами производства, опережающими все то, что до сего времени выполнялось мировыми фирмами.

# Успехи мощного трансформаторостроения в СССР

Проф. Г. Н. Петров  
ВЭИ

До революции в России не было специальных заводов, изготавливающих трансформаторы. В виде небольших прилатков к основному производству трансформаторы строились всеми заводами, причем мощность трансформаторов в одной единице не превышала 2 000 кВА.

В начале 1922 г. началось развертывание советской электропромышленности и, в частности, трансформаторостроения.

В 1924 г. ХЭМЗ приступает уже к изготовлению 2 трансформаторов по 12 500 кВА, 40·20/6 кВ для Азнефти. В 1926 г. ХЭМЗ и «Электросила» поставили для Волховстроя 18 трансформаторов по 7 500 кВА. В том же году ХЭМЗ строит для Донбасса 2 трансформатора по 10 000 кВА, 35/22 кВ. Мы не перечисляем трансформаторов меньшей мощности, которые в значительном количестве были построены в этот период на заводах «Динамо», «Электросила» и ХЭМЗ. Это были первые крупные победы еще молодого советского трансформаторостроения. Табл. 1 показывает выпуск трансформаторов по всем заводам Союза по годам и характеризует рост средней мощности выпускаемых трансформаторов.

Требования, которые предъявляла электрификация страны, и быстрые успехи за границей в области построения мощных высоковольтных трансформаторов указывали с очевидностью на то, что при отсутствии самостоятельного крупного завода, специализированного исключительно по трансформаторостроению, наша электропромышленность не справится со стоящими перед ней задачами. В 1925 г. необходимость постройки трансформаторного завода была фиксирована постановлением ГЭТ.

В 1926 г. была начата постройка Электрозводства на территории бывшего завода «Проводник» в Москве. На этом заводе намечено было развернуть мощное трансформаторостроение.

Однако тот опыт, который в 1926—1927 гг. был накоплен нашими электромашиностроительными заводами по части трансформаторов, не мог быть использован, так как технологические процессы и конструкции, применяемые на них, в значительной мере устарели.

Для того чтобы обеспечить качественно и количественно первые выпуски нового трансформаторного завода, был заключен с немецкой фирмой AEG договор о технической помощи. Этот совершенно правильный шаг позволил быстро накопить собственный опыт и воспитать нужные технические кадры. Последняя задача также требовала большого к себе внимания. В Москве подготовка инженеров-электромашиностроителей была сосредоточена в двух местах — на электротехническом факультете МВТУ и ГЭМИКШ. Выпуски этих вузов с трудом и в очень слабой степени могли умерить тот голод в кадрах, который испытывали быстро растущие электромашиностроительные заводы. Почти все первые выпуски МВТУ, дававшего инженеров с более широкой подготовкой, были поглощены нарождавшимися в то время исследовательскими институтами, в частности ГЭИИ, и только меньшая часть попала непосредственно на производство, главным поставщиком которого являлся ГЭМИКШ.

К 1928 г. на новом заводе удалось сконцентрировать большую часть тех немногих специалистов в области трансформаторостроения, которые работали до того времени на других заводах. В этом же году завод дал свою первую продукцию.

Этот переломный период советского трансформаторостроения характеризующийся быстрым ростом трансформаторного дела Электрозводства и постепенным свертыванием производства на других заводах, хорошо может быть охарактеризован диаграммой, представленной на рис. 1.

Положа в основу первой серии трансформаторов от 550 кВА серию завода AEG, трансформаторный отдел Электрозводства повел непрерывную работу над качественным улучшением этой серии и над разработкой серии более мощных трансформаторов до 56 000 кВА напряжением до 38 кВ.

О постепенном увеличении использованности активных и неактивных материалов, вкладываемых в трансформатор, можно судить по данным, приведенным в табл. 2.

Как видно из таблицы, вторая серия Электрозводства 1929 г. сконструированная молодым коллективом завода под руководством немецкого специалиста В. Г. Кезе, является значительно более совершенной вперед и не уступает, а во многих случаях превосходит своим показателям серии лучших заграничных заводов.

В этой серии были использованы все последние достижения заграничной, главным образом немецкой, техники. Крепления магнитной системы было применено дерево, обе чающие конструкцию и уменьшающее добавочные потери. Значительно лучше был произведен сам расчет, вследствие чего сильно уменьшились основные размеры и улучшились характеристики трансформатора. Наконец, была применена более выгодная неравномерная волна на масляном баке, уменьшающая вес масла и улучшающая теплоотдачу.

Достижнутые этой серией успехи наглядно видны на рис. 1.

Однако завод продолжал дальше работать над улучшением серии, приспособляя ее к массовому производству и повышая качество работы. В 1930 г. в соответствии с американскими конструкциями была устранена поперечная оттяжка сердечников и оставлена только спрессовка ярем. Это значительно удешевило производство, устранило ряд операций, уменьшило добавочные потери. В настоящее время подобная конструкция распространена на все трансформаторы мощностью до 1 800 кВА включительно.

В 1932 г. Электрозводство, продолжая начатую работу по улучшению серии 1929 г., приступило к перепроектировке серии, приближая ее характеристики к запросам эксплуатации: вводя ряд изменений в конструкции обмоток, облегчающих производство и повышающих их прочность.

Параллельно с развитием производства трансформаторов малой и средней мощностей шла работа по стандартизации. Бесплановое развитие электроустановок и сетей до революции привело к полнейшей неоднородности эксплуатационных напряжений устанавливаемых мощностей и т. д.

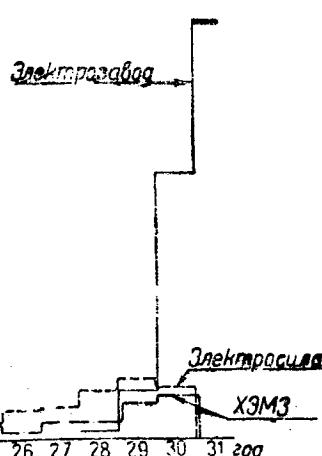


Рис. 1.  
Вологодская областная универсальная научная библиотека  
www.booksite.ru



Рис. 2. Сравнительные размеры трансформатора 100 кВА, 6 кВ серии второй Электрозводства.

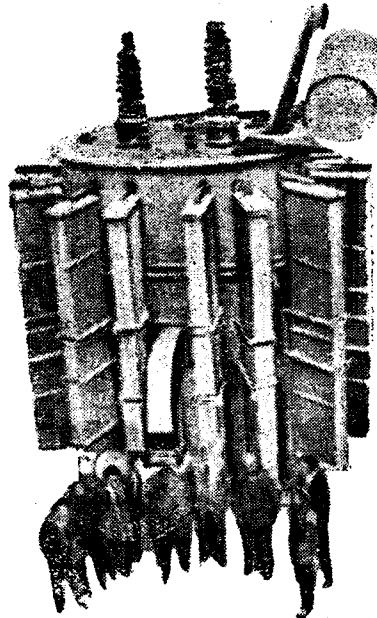


Рис. 3. Мощный однофазный трехобмоточный трансформатор с искусственным воздушным охлаждением 20 000 кВА, 115/35|6,6 кВ, выпущенный в 1932 г.

потребовалась чрезвычайно большая работа, чтобы ввести в эксплуатацию наших электроустановок в русло ограниченного количества стандартных мощностей напряжений, напряжений короткого замыкания, схем соединения обмоток и пр. В 1929 г. появился первый стандарт ОСТ 713 на трансформаторы, мощностью от 5 до 2 400 кВА. Однако на этом работа по стандартам не была остановлена и в текущем году появился новый стандарт ОСТ 4 815, охватывающий трансформаторы всех мощностей. Этот стандарт еще более сокращает число стандартов.



Рис. 4. Печной трансформатор для Алюминистра 600 кВА, 6 300/26/24|22/20 В 25 000 А.

Таблица 1

Годы	1913	1914	1916	1920	1921	1922	1922/23	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27	1927/28	1928,29	1929,30	Ударный квартал	1930	1931
Сумма мощности в кВА	96 813	97 477	116 916	10 179	13 064	28 540	40 513	76 459	199 445	259 962	316 992	403 186	79 066	1 525 299	563 572	1 807 734	3 182 395
Средняя мощность в кВА трансформатора	84	78	73	—	76	86	110	122	136	144	146	133	184	202	191	198	231

ных мощностей, унифицирует напряжения короткого замыкания, сокращает до двух схем соединения и, таким образом, создает большие облегчения массовому производству. Выше было указано, что уже в 1924 г. ХЭМЗ приступил к изготовлению трансформаторов 12 500 кВА и вслед за ним

большие трансформаторы стала строить «Электросила». Напряжение этих трансформаторов не превышало 40 кВ, и выпуск их был сравнительно невелик. Этот период можно рассматривать лишь как этап зарождения мощного советского трансформаторостроения. Напряжение 110 кВ в этот период еще не было освоено нашими заводами.

Трансформаторостроение начало быстрыми шагами развиваться у нас, начиная с 1930 г., когда это производство было пущено во вновь оборудованном большом корпусе трансформаторного отдела Электрозводства.

Как и для трансформаторов малой и средней мощностей, в основу начального развития мощного трансформаторостроения у нас были положены конструкции фирмы AEG, с которой мы состояли в договорных началах. Отличительной особенностью этих конструкций являлось применение стыковых сердечников и весьма прочных непрерывных обмоток высшего напряжения и спиральных обмоток низшего напряжения. Эти конструкции были применены для трансформаторов до 5 600 кВА напряжением не выше 40 кВ, причем они не получили у нас своего окончательного развития, так как в 1930 г. наша электротехническая промышленность начала ориентироваться на опыт американской электропромышленности, в частности, на опыт фирмы GEC.

Связь с этой крупнейшей и технически передовой фирмой позволила в сравнительно короткий период овладеть производством мощных трансформаторов напряжением до 120 кВ.

Таблица 2

СЕРИЯ	Тип кВА	Процент. соотношен. весов						
«Динамо» . . . . .	20	133	50	153	100	158	560	139
«Электросила» . . . . .	20	121,5	122	100	135	560	139	
ЭМЗ . . . . .	20	130	50	129	100	135	560	136
«Спец» серия . . . . .	20	110	50	125	100	120	560	105
«Спец» серия Электрозводства . . . . .	20	114	50	111	100	120	560	120
«Спец» серия Электрозводства 1929 г. . . . .	20	110	50	100	100	100	560	100

С мая 1931 г. Электрозвавод начинает выпускать высоковольтные трансформаторы напряжением до 120 кВ, постепенно увеличивая выпуск и переходя все к большим мощностям. На рис. 3 показан трансформатор, являющийся одним из последних достижений завода на этом пути. Технический коллектив завода, накопивший уже значительный опыт, непрерывно продолжает двигать работу дальше. В 1932 г. заводом разработана первая советская серия высоковольтных трансформаторов. В этой серии удалось сочетать собственный технический опыт завода и опыт передовых заграничных фирм и учесть те требования, которые предъявляет к высоковольтному трансформатору социалистическое хозяйство нашего Союза.

Основными особенностями, характеризующими новую серию, являются: 1) строго проведенная стандартизация мощностей напряжений и других характеристик трансформатора; 2) применение исключительно советских материалов; 3) хорошее использование активных материалов; 4) применение рациональных методов охлаждения; 5) шихтованная конструкция магнитопровода; 6) применение непрерывной и спиральной обмотки и рациональная конструкция их изоляции, базированная на экспериментальном материале.

Постройка первой электропередачи на 220 кВ поставила перед советским трансформаторостроением задачу дать для этой установки мощные трансформаторы с напряжением 220 кВ. В текущем году Электрозвавод разработал конструкцию этих трансформаторов и в 1933 г. они должны быть сданы в эксплуатацию.

Характеристика советского трансформаторостроения не будет полной, если не указать на значительное развитие, которое получило у нас специальное трансформаторостроение, к которому, в первую очередь, следует отнести печные трансформаторы для металлургической и химической промышленности, трансформаторы для ртутных выпрямительных установок, взрывобезопасные трансформаторы для газовых шахт, трансформаторы для автоблокировки, измерительные трансформаторы и др.

С момента выпуска первого мощного печного трансформатора в конце 1930 г. Электрозвавод успел дать промышленности целый ряд мощных печных трансформаторов, не уступающих по качеству подобной продукции заграничных заводов. На рис. 4 показана выемная часть трансформатора для Алюминистроя 600 кВА, 6 300/26/24/22/20 В, 25 000 А.

Одно из последних достижений нашей электропромышленности—это постройка для завода фосфатных удобрений трехфазного трансформатора 5 000 кВА, 33 000 А.

Не менее велики и те задачи, которые предстоит еще решить в области советского трансформаторостроения в ближайшее время и в перспективе второй пятилетки.

Необходимо довести до конца начатое более года назад проектирование нового мощного трансформаторного завода с годовым выпуском не менее 10 млн. кВА. В предсто-

ящие два года этот завод должен быть построен и дать свою продукцию.

В области нормальных трансформаторов малой и средней мощностей необходимо продолжать начатую уже работу упрощению конструкции, приспособлению ее к массовому производству и добиться максимального повышения качества продукции.

Необходимо наладить производство трубчатых кожухов из ладающих большой механической прочностью и лучшей теплоотдачей.

В области мощных высоковольтных трансформаторов необходимо, прочко закрепив уже достигнутые успехи, дать серийный советский высоковольтный трансформатор на 110 и 220 кВ, разрешить во всем об'еме проблему регулирования напряжения под нагрузкой и защиты трансформаторов от перенапряжений и овладеть построением нерезонирующих трансформаторов, имея в перспективе трансформаторы на 380 кВ. В области специальных трансформаторов необходимо удовлетворить все запросы нашей электрифицированной промышленности, сельского хозяйства и транспорта. Необходимо овладеть производством измерительных трансформаторов напряжения и тока на 110 и 220 кВ и, наконец, создать советскую серию испытательных трансформаторов до напряжения не менее 1 000 кВ.

Основной предпосылкой для решения всех этих проблем является дальнейшее внедрение научного метода в производство.

С 1930 г. в ВЭИ начали постепенно развертываться научно-исследовательские работы в области трансформаторостроения и к настоящему времени мы имеем там довольно мощную трансформаторную лабораторию с кадром научных работников. Этой лабораторией, работающей в тесном контакте с производством, проведена подготовительная работа по созданию советской серии высоковольтных трансформаторов, исключившая электрическую прочность ряда конструкций высоковольтных трансформаторов, дающая экспериментальную базу для их расчета, проведена большая работа по исследованию напряжений в трансформаторах, подведена экспериментальная база под расчет нерезонирующих трансформаторов, начаты пути решения проблемы построения трансформаторов на 380 кВ, успешно проводится работа по созданию советских измерительных трансформаторов тока и напряжения на 110 и 220 кВ.

В 1932 г. начали развертываться работы по отдельным вопросам трансформаторостроения в Ленинградском электротехническом институте.

С большим запозданием были организованы лаборатории на самом трансформаторном заводе. Только в нынешнем году началась работа производственной и инженерной лаборатории, которым в ближайший период предстоит сыграть совместно с центральными лабораториями немаловажную роль в решении задач, стоящих перед советским трансформаторостроением.

## Достижения советского электроаппаратостроения за 15 лет

Проф. Г. Л. Эпштейн  
ВЭО

Состояние электротехники в России к моменту Октябрьской революции можно охарактеризовать крайней зависимостью от Западной Европы и, главным образом, Америки. Это относится не только к области промышленности, но и к научно-технической мысли. Всем известная зависимость от Германии в довоенный период сменилась во время мировой империалистической войны зависимостью от ряда американских фирм, снабжавших Союз, как участника военного соглашения, своими фабрикатами и своими кадрами. Однако соб-

ственное производство, как таковое, не продвинулось с той точки, которую оно занимало в 1914 г.

Коснувшись лишь одной области, в которой занятое достаточно хорошо и полно отразилось. Это—область аппаратостроения высокого напряжения вообще и силовых выключателей в частности. Безошибочно можно сказать, что этого рода промышленность остановилась и замерла за время войны на аппаратуре III серии (12 кВ) старых германских норм, в то время как в самой Германии в это время имел место как массовый

и серии V, Va и VI, так и индивидуальное выполнение заказов VIII серии (60 кВ). Секреты производства не выпускались из Германии, несмотря на то, что фактически наши заводы были в руках у немцев.

Весь пройденный за 15 лет путь развития говорит сам за себя. В настоящее время в области электроаппаратостроения мы производим почти то, что является элементами последних достижений Запада и Америки. Во многих отношениях мы подошли вплотную к производственному плазону, к развитию его до полного догона. Имеет несколько лишь узость производственных потоков, затрудненных напором заказов на продукцию более низкой квалификации. Поскольку показательным в этой области может явиться развитие силовых выключателей, мы можем с удовлетворением отметить, что в настоящее время наши заводы обняли плазон производства той же широты, что и производство столь передовых фирм, как „ГЕС“.

Чтобы охарактеризовать это положение в численных параметрах, скажем, что с завода „Электропарк“ уже выпущены генераторные масляные выключатели бакового типа и типа горшко-го для напряжений до 11 кВ, и разрывной мощности 1500 МВА, для напряжения 35 кВ и выше, разрывных мощностей в 750 и 1500 МВА. Кроме того, базируясь на преимуществах социалистического хозяйства, мы получили возможность комбинировать в силовом выключателе наиболее рациональных идей, развитых различными фирмами, и соответствующим образом единить их. В этом направлении производится определенные, которые, в случае положительных результатов, дадут нам возможность подойти вопросу о силовом разрыве с большей рациональностью, чем это делает любая из капиталистических фирм.

Значит ли это, что мы в данной области уже имеем абсолютно большие достижения? На это, конечно, нельзя ответить положительно. Мы прекрасно сознаем, что только подходим к догону, но перегонять еще фактически не начали. Не все наши начинания без исключения положительны; у нас есть области исканий, не по всем линиям дающие только положительные результаты, в некоторых отношениях мы еще продолжаем оставаться, и в частности мы до сих пор еще не имеем своей лаборатории разрывных мощностей, такой в Союзе пока нет. Далее, не все выпускаемые нами типы силовых выключателей и других видов аппаратуры абсолютно хороши; с этим мы считаемся и стремимся к тому, чтобы по обнаружении неблагополучия на том или ином участке ликвидировать его путем введения нового аппарата, свободного от тех дефектов, которые обнаружил его предшественник.

Возможно, мы еще до сих пор не имеем основания говорить полно о стабильной серии аппа-

ратуры. Крайне быстрое, революционное развитие идей в области силового выключения иногда заставляет нас делать отклонения от принятой программы строительства во имя тех или иных передовых технических достижений или во имя экономии материалов и труда.

Этап освоения силовых выключателей далек от завершения. Мы уже говорили о революционности развития теоретической и практической сторон силового выключения. Переживаемый период характерен необычайно быстрой сменяемостью как промышленных образцов, так и тех идей, которые положены в их основу. Если еще 10 лет назад масляный выключатель традиционной формы (с так называемыми свободными контактами) был единственным монопольным выключателем, то за эти 10 лет мы могли бы перечислить по крайней мере 10—15 новых идей выключения и дать описание 30—40 новых промышленных образцов, начиная от масляного выключателя с простыми гасильными камерами и кончая экспансацион-выключателями без масла, вакуумными и воздушными выключателями.

Нашей задачей ближайшего будущего является искание правильных путей для завоевания этой области электротехники. И здесь необходима совместная работа не только инженеров между собой, но и инженеров с физиками, от которых надо ждать полного и ясного физического толкования процесса высокомощной и высоковольтной дуги и методов ее гашения. Только зная хорошо теоретическую сущность процесса, можно дать те реальные устойчиво работающие механизмы, которые будут иметь целевую приспособленность, а следовательно, и максимум эффективности при минимуме затрат на изготовление и эксплуатацию.

Задачи нашей ближайшей работы—проанализировать все новейшие идеи силового разрыва: гасильные камеры, масляное дутье, воздушные выключатели, экспансацион-выключатели, дейонные решетки в масле и в воздухе, многократный разрыв, выключатели сопротивления, выключатели вакуумные, ионные как индивидуально порознь, так и в их комбинациях, установить наиболее благоприятствующие моменты и, исходя из них, сконструировать новый наилучший образец силового выключателя.

Кроме того, нашей задачей является и расширение по параметрам области применения этих и всех других более простых видов аппаратуры, и найти условия возможности использования их как при очень высоких напряжениях, так и при больших разрывных мощностях, и, наконец, при разных родах системы токов—не только при переменном, но и при постоянном, область применения которого в будущем сулит много положительных перспектив.

# О школе днепровского проектирования и строительства

Академик И. Г. Александров  
Нижнегородский

В районе между Днепропетровском и Запорожьем Днепр пересекается южной кристаллической грядой, благодаря чему здесь образовался ряд порогов, достигающих местами значительной величины. Так, например, Ненасытинский порог имеет перепад свыше 4 м. Это обстоятельство, всегда затруднявшее судоходство, не могло не обратить на себя внимание, ввиду чего, уже начиная с конца XVIII века, начались попытки исправить судоходные условия этого участка реки. Значение энергетики этих перепадов в то время не было ясно и только первая экспедиция инженеров Максимова и Графтио установила возможность получения на порогах Днепра до 150 000 л. с. мощности.

В дальнейшем вносится целый ряд проектов относительно решения этого вопроса с учетом использования водной энергии Днепра; здесь работают не только русские инженеры, но и ряд иностранных фирм. Однако каждый из этих проектов заключал в себе двоякого рода дефект. С одной стороны, недостаточное знание производства работ по возведению плотин не давало возможности правильно оценить тот или другой вариант решения вопроса, а с другой стороны, вопросы утилизации водной энергии только с 1920 г. приобретают у нас серьезное значение, и изучение их носит более глубокий характер.

Все же предыдущие исследования при всей их неполноте дали прекрасное освещение топографии порожистой части Днепра и гидрологии района. Поэтому начатые мною в 1922 г. работы могли до известной степени использовать прежний изыскательский материал, но в отношении проектирования пришлось все поставить заново. Прежнее решение, что совокупность нескольких плотин дешевле установки одной плотины, привело к опровергнуть в результате глубокого анализа методов производства работ и энергетической стороны дела.

К недостаткам предыдущих работ надо отнести, прежде всего, то малое внимание, которое было уделено изучению геологии. Место, на котором в настоящее время расположена плотина, выявилось только после тщательного изучения структуры дна реки между Вильным порогом и островом Хортица. На этом протяжении место плотины является единственным, где граниты залегают и

с качественной стороны. Полкилометра ниже выше плотины граниты лежат уже на большой глубине, так что выбранное место представляло собой поперечную гряду более плотных гнейсов и гранитов, в меньшей степени подверженных разрушению. После того как было выбрано место дальнейшая проектировка могла идти более правильно, основываясь на опыте ряда выстроенных станций в Америке, Канаде, Швеции и Германии. Работа по проектированию в основном была закончена в 1925 г. и в дальнейшем в проект внесены были лишь некоторые изменения, уклоняющиеся, главным образом, в сторону удешевления конструкции.

Законченный в таком виде проект стал предметом рассмотрения правительства после соответственной экспертизы. Понятно, что грандиозность замыслов, необходимость сочетать с гидроустановкой ряд металлургических производств всего огромного социалистического комбината могли не возбудить ряда сомнений как в технической среде, так и в ряде учреждений, но эти трудности были преодолены к началу 1927 г. И здесь крупнейшую роль сыграли те отзывы мест, которые посыпались в Москву рабочими и крестьянами заводов Днепропетровска, Запорожья и прибрежных сел. Это единодушное и полное осознание важности проблемы создало тот необходимый общественный фонд, на базе которого правительственные учреждения могли уже с полной уверенностью решить дело в сторону начала постройки.

К XV годовщине Октябрьской революции плотина выстроена, электростанция дает ток, и завершается постройка всего крупнейшего комбината.

Огромный опыт производства строительных работ на Днепре, выучка тысяч людей планомерному, совместному действию при сложной постройке больших сооружений, опыт, приобретенный нашими заводами в деле изготовления оборудования и механизмов,—все это открывает новые возможности в нашей огромной социалистической стройке.

Школа Днепростроя является тем основанием, на котором будет базироваться еще более грандиозное строительство второй пятилетки и в первую очередь постройка гидростанций на Средней и Нижней Волге.

# Пятнадцать лет области передачи электрической энергии

Проф. В. М. Хрущев

Украинский исследовательский ин-т  
промэнергетики

В области передачи энергии до Октябрьской революции у нас в Союзе почти ничего не существовало и потому и восстановительного периода не могло быть, во всем приходилось начинать с начала. В силу этого период развития шего электросетевого хозяйства от нуля до то, что мы имеем сейчас, нужно считать, даже известной натяжкой, только в 10 лет.

Десять лет назад во всем Союзе мы имели: 1) только что выстроенную линию передачи Кашир-Москва в 110 kW, передававшую лишь 5 000 kW на деревянных опорах, 2) построенную до революции линию передачи на 70 kV, от станции "Электропередача" (сейчас станция им. Классона) в Москве и очень небольшое количество линий низко-высокого напряжения около Москвы, Ленинграда и в Донбассе. В практике такому положению вещей вполне соответствовала и постановка преподавания в высшей школе, например, в электротехническом факультете Харьковского аэрогологического института. Здесь впервые курс линий передач был открыт автором в 1923 г.

Что мы имеем сейчас? Многие тысячи километров линий различных напряжений от 3 kV до 110 kV, составляющих в отдельных районах, как, например, Донбасс, Московский район, густые многоступенчатые районные сети. Эти сети быстро растут и развиваются; достаточно, например, сказать, что программа строительства сетей прошлого года (правда недовыполненная) в Донбассе составляла 1 500 с лишним километров.

Мы вполне овладели напряжением в 110 kV и 220 kV, переходим к постройке линий на 400 kV, в очереди напряжение в 400 kV, проектируем электрическую связь Урала и Кузнецкого района, разрабатываем проблему передачи энергии постоянным током на очень далекие расстояния и выдвигаем вопросы единой высоковольтной сети всего Союза.

В соответствии с быстрым развитием нашей техники развивалось и преподавание в высшей технической школе. Мы имеем в ряде вузов специальность по передаче энергии, самые дисциплины, преподающиеся сейчас во втузах, изменили свое лицо и получили определенную ориентацию. Так, например, курс линий передач теперь уже не тот общий курс, который читался всем студентам-электрикам десять лет назад, сейчас это курс специальный—для специалистов по передаче энергии. Возник ряд новых специальных предметов, как, например, сверхтоки, районные электрические сети и т. д. Инженер, которого выпускает сейчас высшая школа, готовится работать в сложных связанных системах, чем все более и более будет характеризоваться наше энергетическое хозяйство.

За период этого быстрого и широкого развития наших систем передачи мы имеем, разумеется, успехи и неудачи. Мы начали постройкой пролетки Каширской линии на П-образных дере-

вянных опорах, но потом решили перейти на железные опоры, как это было сделано на линиях Шатура—Москва, Эсхар—Харьков, Штеровка—Кадиевка, а сейчас мы не строим иначе как на деревянных опорах. Несомненно, что тенденция к чрезмерной солидности и большим запасам прочности, одно время сильно проявлявшаяся у наших техников, привела нас в этой части к ошибке экономического характера. Другая характерная ошибка, уже технического характера, была сделана при постройке линии Штеровка—Кадиевка, где были применены опоры с 6 проводами, подвешенными обратной елкой; здесь не был доучтен тяжелый гололед этой местности. Провода провисали, прикасались при колебаниях друг к другу и давали короткие замыкания, так что пришлось оставить на опорах лишь три провода. Наконец, несомненную ошибку, до сих пор не вполне осознанную, представляет применение сплошных деревянных опор без создания участков линии с ослабленной изоляцией у подстанций. Такие линии обладают способностью задерживать на проводах чудовищные перенапряжения, которые целиком передают подстанции.

Такой гигантский темп роста электропередачи, не наблюдавшийся до сих пор в мире и возможный лишь в условиях социалистического строительства, поставили перед нашими техниками целый ряд новых проблем, с которыми мы, естественно, до сих пор не встречались. Поэтому, с одной стороны, кадрам старых специалистов пришлось наравне с молодежью, и руководя ею, много учиться и приспособляться к новой технике, а с другой стороны, и много научно самостоятельно работают как по отдельности, так и в исследовательских институтах. Этот же исключительный темп роста электропередач заставляет предусмотреть научную проработку вопросов будущего нашего электростроительства, чтобы быть подготовленными к переходу и на более высокие напряжения, и на постоянный ток вместо трехфазного, и на чрезвычайно связанные системы.

Основной проблемой перехода на более высокое напряжение является вопрос изоляции, и если в отношении напряжения в 400 kV разрешение его не представляет больших трудностей, то при более высоких напряжениях потребуется предварительная значительная исследовательская работа и работа по выработке технологического процесса в промышленности. Переход на передачу энергии постоянным током взамен трехфазного представляет собой проблему, имеющую особое значение только для двух стран САСШ и СССР, отличающихся большими территориями. Повидимому сейчас есть все основания думать, что эта проблема будет разрешена в первую очередь у нас. Кризис капиталистического хозяйства связывает в Америке по рукам и ногам работу в этой области и делает ее ненужной. Мы же с своей стороны дол-

жны приложить все усилия к тому, чтобы задача была решена не только технически, но и технологически к тому времени, когда перехода на постоянный ток потребует экономика. Так как задача преобразования переменного тока в постоянный и обратно несомненно будет решена ионными преобразователями, совершенно новыми приборами, то придется не только создать эти приборы в крупных единицах, но и установить технологический процесс их изготовления, а также построить самим новые аппараты и машины для производства ионных преобразователей.

Наконец, проблема связанных сложных систем заключает в себе большой комплекс отдельных задач как, например, вопрос устойчивости параллельной работы станций, вопрос сверхтоков в этих системах, автоматизации управления защиты,

выключения больших мощностей, перенапряжений технико-экономической стороны проектирования и т. д. Все эти вопросы требуют большой исследовательской работы не только в лаборатории но еще больше в самых системах. Нужно отметить, что мы очень нерешительно идем по последнему пути, мы черезчур боимся ставить эксперименты в практической обстановке экспериментации. Наш социалистический строй по своему существу содействует теснейшему внедрению науки в производство. Надо добиться того, чтобы предприятия смотрели на приход научных работников не как на помеху, а как на самую необходимую помощь. Наша техническая наука уже переросла стены лабораторий, она должна стать одним из важнейших звеньев всей работы про мышленности.

## Электрификация железных дорог СССР на пороге пятнадцатой годовщины Октября

Инж. Е. Аватков  
завод „Динамо“

Пятнадцатую годовщину Октябрьской революции электрификация железных дорог встречает без тех подавляющих своими размерами и принципиальной новизной достижений, какие имеются в других областях электрификации. Мы не можем похвастаться ни Днепростроем, ни плеядой новейших по оборудованию и крупнейших по мощности централей, ни даже теми принципиально новыми идеями и конструкциями, какие мы имеем по единой высоковольтной системе, гидроэлектростроительству, электромашиностроению и т. п.

Однако сама по себе электрификация железных дорог у нас стала возможной лишь после Октября и через Октябрь. Дореволюционный железнодорожный транспорт не имел и не мог иметь тех десятков и сотен тысяч тонно-километров, которые только и делают рентабельной и рациональной электрификацию.

Дореволюционный железнодорожный транспорт не мог, кроме того, опереться на достаточно мощную энергетическую базу для электрификации хотя бы отдельных участков.

Дореволюционный железнодорожный транспорт был обречен на бесплодное прожектерство в этой области, на бесконечное составление и пересоставление проектов электрификации, безвременно погибавших в недрах многочисленных канцелярий. Такова судьба проекта электрификации Дебальцевского узла, удостоившегося утверждения самим министром, но не ставшего от этого ни на ногу более жизненным.

Такова и судьба вороха проектов в сооружений электрифицированной Перевальной железной дороги.

Такова, наконец, и судьба проекта электрификации Сурамского перевала Закавказской железной дороги, проекта, реализованного лишь после Октября вставшим у руля государственною машины рабочим классом.

Пятнадцатую годовщину Октября мы встречаем, имея в своем активе полностью электрифицированный перевальный участок Закавказской железной дороги длиной около 70 км.

Пятнадцатую годовщину Октября мы встречаем, имея и первые два советских электровоза, выпущенные заводом „Динамо“ для этого участка.

Пятнадцатую годовщину Октября мы встречаем, наконец, имея целиком электрифицированный головной участок Северной железной дороги (участки Москва-Загорск длиной 71 км и Мытищи-Щелково длиной 18 км), пригородную линию Баку-Сабунчи длиной около 18 км.

Октябрь дал мощный толчок к внедрению электрической тяги в городской транспорт. После Октября запово сооружены трамвайные установки в Свердловске, в Новосибирске, в Баку, в Минске, в Туле, в Нижнем-Новгороде, Ташкенте и ряде других городов. Октябрь реконструировал техническую базу и резко увеличил размеры трамвайных установок во всех основных городах Союза (Москва, Ленинград, Харьков, Ростов-на-Дону, Тифлис, Киев и др.).

Пятнадцатая годовщина застает нас за напряженной работой по проектированию и сооружению ряда электрифицированных участков как магистральных, так и пригородных железных дорог. Достаточно назвать такие капитальные работы, как реконструкция Московского узла и сооружение бокового ввода, работы по сооружению Московского метрополитена, электрификация пригородных участков Харьковского, Ленинградского узлов, электрификация основных магистралей Донбасса, Урала, Кузбасса.

Правда мы далеко еще не выполнили в области электрификации железных дорог ни плана ГОЭЛРО, составленного по прямым указаниям Ленина, ни специальных директив партии и правительства.

Мы еще сильно отстали по протяжению электрифицированных железных дорог от яда далеко непередовых в технико-экономическом отношении стран.

Но мы электрифицируем железные дороги не на скрепы иностранных займов, отдающих страну в кабалу, как это делали и делают опередившие нас по длине электрических железных дорог Бразилия, Мексика, Индо-Китай и Южная Африка.

Мы строим наши электрические железные дороги на собственные средства. Более того, по нашим электрическим железным дорогам уже бегают советские моторные вагоны, оборудованные тяговыми двигателями, запроектированными построенными советскими инженерами и рабочими.

Наши электрические железные дороги питаются энергией через подстанции, оборудованные советскими ртутными выпрямителями, генераторами, трансформаторами.

По нашим электрическим железным дорогам пойдут уже в этом году первые советские электровозы; эти электровозы являются ярким доказательством абсолютной правильности генеральной линии партии в области индустриализации страны на базе электрификации.

Из ворот завода „Динамо“ одновременно вышли два электровоза. Один, являющийся точной копией американского электровоза, продуктом, созданным целиком на основе инженерной технической помощи крупнейшей в мире электровозостроительной фирмы. И второй, являющийся советским не только потому, что он сделан в Советском Союзе и в советских материалах, но и потому, что он создан советскими инженерами и техниками по своей конструкции.

Рабочие и ИТР завода „Динамо“, выпустившие эти электровозы, дали неплохой образец того, как можно и должны доделывать и перегонять „самые передовые в технико-экономическом отношении страны“.

В этом и кроется залог того, что во вторую пятилетку мы полностью выполним ту грандиозную программу электрификации железных дорог, которую наметили партия и правительство, признавшие „электрификацию железных дорог ведущим звеном реконструкции транспорта в перспективе его развития“.

# Светотехника в СССР за 15 лет

Проф. С. О. Майзель

Ленинград

Светотехника принадлежит к числу наиболее новых отраслей техники и лишь недавно утверждена в САСШ и в Европе как самостоятельная дисциплина. У нас этот процесс самоутверждения еще нельзя считать законченным, и во имя положение светотехники с точки зрения ее неспециалистов напоминает ту стадию, которую лет 30—35 назад проходила вся электротехника, в то время тоже молодая дисциплина. Тогда считалось, что инженер почти любой специальности может, между прочим, быть и электротехником и, в сущности, не требуется ни особых подготовки, ни специфических навыков, чтобы приступить к решению вопросов в области электротехники.

Эта точка зрения, к сожалению, еще довольно распространенная, не служит, конечно, на пользу развития светотехники, тормозит рост светотехнической промышленности и не способствуетанию достаточных количественно и качественно технических кадров.

Светотехника—молодая дисциплина всюду, где она особо молода. До революции самотельной светотехники в старой России совсем не существовало. Было небольшое число электриков и физиков, которые интересовались вопросами освещения, и были 2—3 фотометрические лаборатории при ВТУЗах, приспособленные гораздо лучше для студенческого практикума, чем для научно-технических работ. В первые годы после революции, в период гражданской войны, было мало развития светотехники, и только с наступлением периода реконструкции промышленности началось развитие как советского светотехнического производства, так и научно-технической мысли.

Светотехническое производство пришлось практически целиком ставить впервые. До революции существовало несколько фабрик ламп накаливания, но производство их составляло лишь ничтожную часть общей потребности страны, и эта новая потребность удовлетворялась ввозом из-за границы. То же было и с арматурой, которая почти всецело ввозилась из-за границы в виде готовых изделий или частей, собираемых в небольших мастерских.

После революции пришлось прежде всего восстановить производство на старых заводах в Ленинграде и в Москве, а затем приступить к расширению их и оборудованию новых. Завод «Светлана» в Ленинграде был чрезвычайно расширен, так что производство ламп могло дойти до 25 млн. шт. в год. Параллельно было оборудовано производство ламп на Электрозводстве в Москве с доведением числа выпускаемых ламп до 10 млн. в год.

При этом до революции производились только лампы малых мощностей. Теперь поставлено и производство газополных ламп, в том числе и ламп большой мощности. Долгое время эти ламповые заводы работали исключительно

на заграничном вольфраме. Затем на Электрозводстве было поставлено производство вольфрамовой проволоки и в настоящее время импорт вольфрама совершенно прекращен. Таким образом в настоящее время все потребляемые в стране лампы накаливания—собственного советского производства. Мало того, кроме нормальных ламп накаливания наши заводы производят различные специальные сорта ламп, как, например, рудничные, автомобильные, кино-проекционные, прожекторные и т. д., ранее ввозившиеся из-за границы. Поставлено производство ртутных ламп (в стекле и кварце), газосветных неоновых и аргоновых ламп и т. д.

За годы, прошедшие от начала революции, поставлено производство прожекторов (на Электрозводстве) и светосигнальных фонарей (на «Электросвете»), расширено производство углей для дуговых ламп, в том числе интенсивных. На заводе «Электросвет» поставлено и развилось производство эмалированной и иных видов арматуры. Таким образом основные необходимые для светотехнических установок предметы стали производиться внутри страны.

Однако, несмотря на этот большой принципиальный и практический успех советской светотехнической промышленности, нельзя не отметить дефектов ее как с количественной, так и с качественной сторон. Производство ламп, хотя и выросшее почти из нуля до 80 млн. шт. в год, далеко еще не удовлетворяет спросу быстро развивающихся потребностей промышленности и общественной жизни. Требуется в энергичном темпе проведение расширения лампового производства, для того чтобы не вырос чувствительный и сейчас недостаток ламп. Кроме того, и качество наших ламп оставляет желать лучшего, особенно в смысле срока службы.

Производство арматур достигло того предела, который ставится размерами завода «Электросвет». Однако и это количество далеко не удовлетворяет потребностей. Качество же нашей эмалевой арматуры значительно ниже того, что дают заграничные образцы, вследствие чего к. п. д. наших арматур ниже тех величин, которые они могли бы дать при хорошей эмали. Это влечет за собой непроизводительнуютрату электрической энергии. Наконец, количество производимых типов арматуры чрезвычайно далеко от того, которое жизненно необходимо светотехнике, и некоторые наиболее интересные и важные типы арматуры до сих пор находятся вне планов производства. Таким образом для правильного развития светотехники совершенно необходима скорейшая постройка нового арматурного завода, рассчитанного на производство не только уже имеющихся, но и ряда новых типов арматуры в достаточном для удовлетворения растущих нужд страны количестве.

Параллельно с ростом светотехнической промышленности росла и научно-исследовательская работа в области светотехники. Первой по вре-

мени возникла новая научно-исследовательская фотометрическая лаборатория (1922 г.) в Государственном оптическом институте (Ленинград). Эта лаборатория выросла в настоящее время в сектор института, включающий в себя пять отдельных лабораторий, и дала ряд весьма ценных теоретических и экспериментальных работ, а также подготовила группу высококвалифицированных специалистов по различным отделам светотехники. Вслед за тем возникло чрезвычайно хорошо обставленная и устроенная фотометрическая лаборатория бывшей Главной палаты мер и весов (теперь ВИМС). Были основаны светотехнические отделы при научно-исследовательских институтах НКТ в Ленинграде, Москве, Харькове, а затем в Ростове, Иванове, Минске и т. д. Наконец, были организованы световакуумтехнический отдел при ВЭИ и светотехнические заводские лаборатории.

Таким образом к настоящему моменту мы имеем целую сеть научно-исследовательских лабораторий, занимающихся светотехникой, об'единенных с 1929 г. во Всесоюзную ассоциацию лабораторий осветительной техники (ВАЛОТ) при НИС НКТП. В ВАЛОТ в настоящее время входит 46 лабораторий и организаций, занимающихся научно-исследовательской работой в области светотехники.

Первые шаги в смысле организации специалистов, работающих в области светотехники, были сделаны в 1923 г. образованием осветительной комиссии при ЦЭС под председательством проф. М. А. Шателена. Деятельность комиссии была весьма плодотворна. Достаточно отметить, что ею были выработаны первые наброски стандартов на различные лампы накаливания, разработаны первые в СССР правила освещения фабрично-заводских помещений (утверженные НКТ в 1928 г.), правила освещения учебных заведений и лечебных учреждений и ею подготовлена была созданная в 1927 г. НТУ ВСНХ СССР первая Всесоюзная светотехническая конференция в Москве.

В дальнейшем состоялись еще две конференции в Москве (1929 г.) и в Харькове (1931 г.). На второй конференции было положено начало организации ВАЛОТ.

Кроме того, в 1931 г. состоялась Всесоюзная конференция по естественному освещению в Ленинграде. Число участников конференции непрерывно возрастало. На харьковской конференции оно достигло до 500 человек, и вследствие этого было решено следующей конференции в Ленинграде в 1933 г. присвоить название I Всесоюзного съезда.

Большим затруднением в работе наших светотехников было отсутствие печатного органа, специально посвященного светотехнике. Вследствие этого значительная часть работ оставалась ненапечатанной, а часть оказывалась разбросанной по различным журналам и по трудам научно-исследовательских институтов или конференций. С 1932 г. и этот пробел удалось заполнить: появился самостоятельный журнал „Светотехника“.

Таким образом за 15 лет, протекших после революции, из полного нуля возникла целая сеть научно-исследовательских лабораторий, выросли крупные специалисты, сделаны большого значения работы, подготавливается молодежь, обещаю-

щая дать новых высококвалифицированных специалистов, возникла и окрепла организация, диняющая светотехническую работу во всем Союзе, основан печатный орган, посвященный светотехнике. Все это несомненный крупный шаг в деле развития светотехники в нашем Союзе. Однако можно ли считать, что идет благополучно и что на достигнутых результатах можно успокоиться?

Задачи, стоящие перед светотехникой в нашем Союзе, необычайно обширны. Нет отрасли алистической промышленности, общественной жизни, быта, транспорта, развлечений и искусства, где свет не находил бы применения и не явился бы стимулом лучшей и более интенсивной работы. Абсолютная величина расхода энергии на освещение неуклонно и быстро растет и к концу каждого пятилетия; один расход электрической энергии на освещение должен равняться расходу энергии на все нужды страны в 1938 г. Этот быстрый рост ставит перед нами серьезную и практически еще незатронутую задачу освещения светового хозяйства страны. Вопрос о более экономном использовании световой энергии становится перед нами как вопрос огромной важности. С ним связаны два существеннейших просов: 1) повышение световой отдачи источников света и 2) целесообразное и экономное распределение светового потока этих источников.

Наши современные источники света—лампы накаливания—имеют исключительно низкий к. п. д.—всего 2—3%. Между тем, уже сейчас за границами находят применение газосветные лампы с к. п. д. порядка 6—8%, и нет сомнения, что можно и значительно дальше. Намечается возможность достичь подобных же результатов и в области ламп накаливания. Следовательно, необходима усиленная работа в исследовании и построении новых источников света наряду с форсированным выпуском ламп накаливания старого типа. Каждый процент увеличения к. п. д. источников света означает для страны экономию в сотни миллионов киловатт-часов при сохранении существующих величин освещенности или же позволяет увеличивать при тех же затратах энергии освещенность, что повышает количество и качество производства.

Но мало повысить к. п. д. источников света, нужно уметь распределять световой поток наиболее экономно и рационально для каждого частного случая. Это ставит в центр внимания арматуру, вопрос, значение которого до сих пор не было оценено полностью. Наши научно-исследовательские лаборатории разработали методы расчета арматур для любого светораспределения, но расчеты остаются еще на бумаге. Необходимо покончить с той линией наименьшего сопротивления по которой до сих пор шло наше арматурное производство, выпуская всего 2—3 типа промышленной арматуры. Надо разработать и выскать все те типы арматуры, о которых светотехники уже 6 лет безуспешно говорят на все конференциях и без которых разумное решение светотехнических задач невозможно. Но кроме того, у нас нет ряда специальных видов арматуры, как, например, рудничной, взрывобезопасной, театральной, хорошей уличной и т. д.

ти ничего не сделано в области бытовой трубы.

Таким образом и в области источников света и методов светораспределения перед нами огромная задача, успешное разрешение которых потребует больших усилий многих людей.

В этом ни в какой мере не исчерпываются основные задачи светотехники. Нельзя не знать, что, несмотря на большие затраты труда и средств, за последние годы наши фабрики, города, улицы и площади городов, общественные учреждения, школы и пр. освещены пока недостаточно. Законодательно установленные правила освещения фабрично-заводских помещений и рядом нарушаются без каких-либо поправок для нарушителей. Остальные правила, разработанные светотехническими организациями и принятые конференциями, никем не применены и нигде не соблюдаются. Последствием этого является ухудшение условий труда, снижение производительности труда и увеличение брака. Полное освещение либо совсем отсутствует, либо оно крайне нерационально и обходится чрезвычайно дорого. Во внутреннем освещении редко и мало используются новейшие достижения техники и работы наших научно-исследовательских лабораторий.

Решение стоящих перед советской светотехникой обширных и сложных задач, которые здесь решены лишь в общих чертах и поверхностно, можно только при выполнении нескольких условий. Прежде всего необходимо отказаться от неправильной и вредной мысли, что светотехника является маловажной отраслью электротехники. Для развития светотехники быстрыми темпами необходимо выделение светотехнической промышленности в самостоятельное обединение. Разрыв между размерами светотехнического производства и потребностями страны должен быть ликвидирован путем постройки в самом скором

времени новых заводов, необходимость которых явно назрела. Эти соображения диктуют развертывание ряда научно-исследовательских работ в области новых источников света и в области рационального светораспределения, а также в области изучения светового хозяйства и многих других исследований, на которых здесь нет возможности останавливаться. Это приводит к необходимости усиления и расширения сети научно-исследовательских лабораторий и к улучшению их оборудования.

Но все перечисленные меры упираются в вопрос о кадрах. Если за истекшие 15 лет у нас появился кадры крупных специалистов, научных и технических работников, то для решения всех стоящих перед нами светотехнических задач этих кадров совершенно недостаточно. Уже сейчас в лабораториях, на производстве, в проектно-монтажных конторах, в коммунальном хозяйстве, на транспорте и т. д. чувствуется возрастающий недостаток кадров, а с течением времени этот недостаток будет все обостряться. Состоявшееся 26 мая т. г. в Ленинграде Всесоюзное совещание по светотехническим кадрам отметило это трудное положение и указало на то, что выпуск вузов и техникумов даже в высокой степени не может в ближайшие годы покрыть ощущаемый недостаток. Поэтому необходимо обратить особое внимание на светотехническую специальность во вузах и техникумах и принять серьезные меры к созданию необходимых стране светотехнических кадров. Одной из эффективных мер было бы создание специального светотехнического вуза и таких же техникумов.

Светотехника в нашем Союзе родилась при Советской власти и быстро приобрела непрерывно возрастающее значение. Возникло большое производство, создана сеть лабораторий, подготовлены специалисты. Необходимо теперь дать возможность еще более широкого развития этой новой отрасли техники.

**„Со знаменем Ленина победили мы в боях за Октябрьскую революцию, со знаменем Ленина добились мы решающих успехов в борьбе за победу социалистического строительства, этим же знаменем победим в пролетарской революции во всем мире. Да здравствует ленинизм!“**

(СТАЛИН)

# Журнал „Электричество“ на общественном просмотре читателей

## Обзор читательских анкет

Проводя перестройку журнала в соответствии с задачами партии в социалистической реконструкции народного хозяйства и в области технической пропаганды, редакция „Электричество“ в начале 1932 г. разослала всем читателям анкету с просьбой высказать по трем основным вопросам:

1. Правильно ли „Электричество“ разрешает вопросы перестройки.

2. Дает ли „Электричество“ работникам социалистического электрохозяйства нужный руководящий научно-технический материал для теоретической, исследовательской и практической работы в области электрификации.

3. Какие конкретные актуальные темы выдвигает читатель для освещения в журнале в 1932 г. и в перспективе ближайших лет.

Из большого числа разосланных анкет вернулось в редакцию всего лишь 113. Несмотря на такое небольшое количество ответов, все же редакция получила весьма ценный материал критических высказываний, которые в сумме являются своеобразной читательской ко ференцией „Электричества“.

Из 113 читателей, приславших заполненные анкеты, инженеров—77, техников—14, студентов разных вузов—13, монтажников и квалифицированных рабочих—5, не указавших профессий—2, не имеющих технического образования—2. Среди них беспартийных—71, членов и кандидатов ВКП(б)—23, членов ВЛКСМ—6, не указавших партийной принадлежности—13.

Ответы получены из самых разнообразных уголков Союза: большинство анкет дала Москва—32, на втором месте Ленинград—22, Харьков—5, Ростов-на-Дону, Киев, Одесса, Свердловск—по 3, Самара, Ташкент, Днепропетровск, Штеровка—по 2, из других пунктов—34, анонимных анкет—2.

На первый вопрос анкеты—правильно ли журнал разрешает задачи своей перестройки—дано прямых положительных ответов—63, условно-положительных—17, отрицательных—11, остальные 22 читателя оставили этот вопрос без ответа, но в большинстве случаев изложили свою оценку журнала в других пунктах анкеты.

## Вопросы теории электрификации и электротехники

Инж. Сазанов П. И. (Москва, ВЭИ) указывает на необходимость поднять передовые статьи и статьи, трактующие техническую политику партии, на высоту марксистско-ленинской теории. Инж. Самохин А. С. (Москва) отмечает, что журнал еще не обеспечил четкой линии диалектического материализма в трактовке теоретических вопросов и выдвигает следующие актуальные темы, которые должны быть освещены на страницах журнала: 1) диалектика в технике, 2) возобновление диспута о природе электрического тока в свете диалектического материализма, 3) обсуждение типа современного учебника по электротехнике, составленного на методологической основе диалектического материализма и др. На этой же точке зрения стоит и инж. Димитрадзе А. С. (Москва, ВЭИ), который, кроме того, считает необходимым уделять в журнале „Электричеству“ больше места теоретическим вопросам. Ряд читателей предлагает расширить освещение теоретических проблем в области электрофизических явлений.

## Единая высоковольтная сеть и генплан электрификации

Ряд читателей, касаясь проблем единой высоковольтной сети, крупных электрических систем и техники высоких напряжений отмечает, что журнала своевременно и полно освещает эти вопросы. Инж. Иоффе Б. Е. (Москва, ВЭИ) считает, что попутно с проблемой единой высоковольтной сети и генпланом электрификации страны необходимо обсудить вопрос о путях развития высоковольтной аппаратуры и больше уделять внимания проблемам передачи энергии постоянным током. Тов Киселев С. С. (Омск) указывает на нецелесообразность помещения в журнале статьей газетного характера, ряд которых был напечатан в „Электричестве“. В то же время т. Киселев одобряет тематический план 1932 г. и подбор материалов по основным вопросам электрохозяйства. Особенно ценным надо считать статьи по генплану электрификации страны. Актуальной темой т. Киселев считает вопросы стандартизации электрооборудования. Необходимо также дать место теоретическим расчетам по основным вопросам электротехники, что крайне важно для практических работников в местах. Инж. Демиховский (Москва) с удовлетворением от-

мечает постановку журналом вопроса об устойчивости сети, выражает пожелание еще большего углубления этой же актуальной темы. Того же мнения придерживается инж. Ильинский А. М. (Ленинград, Гипроводтранс). Инж. Царев (Тифлис) считает, что журнал „Электричество“ является единственным источником, откуда „можно черпать сведения о прессе электротехнических наук“. Инж. Рокотян С. С. (Санкт-Петербург) выдвигает как актуальную тему—техническое обоснование плана электрификации во второй пятилетке. Ряд читателей (т. Долгов А. Н. и др.) одобряет помещение в журнале очерков т. Вейца по технико-экономическим проблемам электрификации капиталистических стран в условиях всеобщего кризиса. Инженеры Жданов Е. И. (Москва) и Зарини (Бежица) особенно подчеркивают необходимость еще более детального освещения вопросов, связанных с разрешением проблемы единой высоковольтной сети и устойчивости параллельной работы станций.

## Вопросы автоматизации в электрохозяйстве

В связи с последними вопросами естественно возникает необходимость освещения проблемы автоматизации управления работами сетей и электроподстанций. Инж. Гизила Е. П. (Киев), отмечая недостаточность внимания со стороны журнала этим актуальнейшим вопросам, выдвигает необходимость помещения ряда статей по сравнительной оценке методов счета токов короткого замыкания, вопросов защиты систем сверхтоков и освещения имеющихся достижений в области телемеханики. Инж. Маликов В. И. (Ростов-на-Дону) ставит весьма актуальными вопросы диспетчирования. Того же мнения придерживаются инж. Шерман Г. И. (Киев), Бекимов П. И. (Одесса), Блондинский К. И. (Ленинград), Аносов Ю. И. (Ташкент), Лимин Е. Н. (Штергрес) и причем эти товарищи подчеркивают необходимость конкретного и обстоятельного освещения этой новой для нас отрасли электротехники.

## Внимание новостройкам

Громадный интерес со стороны читателей журнала к строительству наших гигантов электрохозяйства выражается в желаниях уделить еще больше внимания новостройкам. Инж. Щербаков (Гомель), отмечая, что самое ценное в направлении работы редакции заключается в привлечении к работе журнале наших практических работников, электротехники вместе с тем считает необходимым еще более освещение наших электростроек, опыт проектных организаций. Инж. Ларионов Г. П. (Ленинград) говорит: „Журнал „Электричество“ был и есть один из наиболее солидных технических журналов. Выдвигаемые журналом в просьбы находят живой интерес среди ИТР“ и параллельно с этим просит больше освещать вопросы новостроек. Инж. Шнегас (Казань), отмечая, что для теоретической и исследовательской работы в области электрификации журнала „Электричество“ дает хороший руководящий материал, считает, что наиболее актуальной темой является описание проектов новых электрических станций и сооружений, не упомянутых в расчетной части. Студент Красинский Л. З. (Ленинград) считает, что „Электричество“ уделяет внимание материалам о новых энергетических новинках.

## Внимание конкретной электротехнике

Автор одной из анкет, преподаватель теоретической электротехники Константинов В. И. (Москва) считает, что журнал „Электричество“ превращен в журнал энергетический. Необходимо уделять также внимание вопросам чистой электротехники (системы единиц, электротехнических измерений, термических электрических и магнитных величин и т. п.). Инж. Бирюков В. Г. (Москва, ВЭИ), отмечая в основном правильную установку журнала, считает, что существует перегиб в помещении большого количества статей по общим проблемам энергетики, которые с успехом могли бы найти место на страницах „Техники“ и „За индустриализацию“. Поэтому мало места остается для вопросов конкретной электротехники, решение которых обязательно для решения общих проблем. Совершенно отсутствуют статьи о разработке сети лабораторий и институтов. Актуальными темами

руков считает устойчивость, короткое замыкание, защите от напряжений, вопросы изоляции, постоянного высокого напряжения, выключатели, типы высоковольтной аппаратуры и др. Инж. Краснушкин Н. В. (пр.) отмечает увлечение журнала "Электричество" обсуждением в щерб чисто научным вопросам.

#### и места практическим проблемам

Панченко Н. Д. (техник, Ленинград) указывает на явное использование обзора журнала. В то время как места уделяются статьями общего характера (рецензии, отчеты) и вопросам чисто теоретическим, совершенно имется места вопросам изобретательства и новостей техники, не печатаются материалы из практики новоизобретений и монтажа электростанций, не освещаются вопросы проектирования и эксплуатации электрических станций и т. п. Горский (Днепропетровск) предостерегает журнал от чистого академизма, что грозит полным отрывом от практики, и в частности рекомендует такие темы, как выбор мощности энергогенераторов, практического исследования работы этих агрегатов и т. д. Инж. Спектор Н. М. (моск.) считает, что "Электричество" для практической ничего не дает и выдвигает актуальные темы—расчеты линий передач, новой высоковольтной аппаратуры и моторных приводов.

#### спецификация промышленности, транспорта и сельского хозяйства

Товарищ, работающих на стройках и в производстве, отмечает недостаточное внимание журнала к вопросам практического применения электротехники, как, например, в бумажном производстве (инж. Ивашенко Н. Д., Сясьстрой), в металлургическом и горном деле (Эманис С. А.—востстрой, Лещинский Я. М.—Харьков, Миронов С. В. и Жбанов В.—Ленинград, Шверник А. М.—и. Пономарев А. И.—Грачи, Донбасс и др.), на транспорте (инж. Богоявленский, инж. Малько Н. Г., Иоффе А. Б.—Москва, зав. Динамо, техник Войтист Красноярск, инж. Цубин А. А. Москва, НКПС; Тюхов А. В. Н. Москва, Институт электротяги и др.), по созданию сетей и электростанций (Васильев Н. Н.—востстрой, инж. Панченко Н. Д.—Ленинград, IV р. Октябрьск, Карпович Е. А.—Ленинград, Гипромез, студент Антонов Н. Н.—Новопавловка, Луганского округа, инж. Хабаровск), в сельском хозяйстве (т. Журкульев—Н. Антоновка Одесской области, т. Шабаев А. Ш.—и. Половников—Сальск) и по ряду других областей практической электротехники.

Касаясь проблемы электрификации железнодорожного транспорта, инж. Ройзман Г. И. (НКПС) указывает, что при так прекрасно поставленных и разрешаемых журналом тем по электрическим станциям, линиям электропередач, по высоковольтной сети и т. д.—электрификации транспорта журнал уделяет совершенно недостаточное внимание. Ройзман считает тем более недопустимым, что в то время как в других областях электротехники уже можно говорить о стандартизации, типизации целых установок, в области электрификации транспорта нет даже твердых постоянных норм на род тока, напряжения, типа электровозов и т. д. уже принять во внимание весьма незначительный процент выполнения плана ГОЭЛРО в области электрификации железных дорог, то руководящему журналу, каким является "Электричество", следовало бы по-боевому, по-большевистски взяться за установку на своих страницах остройших вопросов электрификации транспорта.

#### научно-техническом значении журнала

Большинство читатели с удовлетворением отмечает, что журнал "Электричество" в научно-технической атти. Инж. Лещинский Я. М. (Харьков) говорит, что журнал "Электричество" дает весьма ценный научно-технический

материал, на основе которого можно расширять кругозор как общетехнический, так и по своей специальности. Инж. Тищенко П. Л. (Севдонгрес, Донбасс) отмечает, что журнал несомненно дает руководящий материал как для практической, так и исследовательской работы. Того же мнения придерживается и студент Пролиско (Киев). Инж. Гинзбург Е. П. (Харьков, ХТЗ) указывает, что журнал "Электричество", издающийся 52 года, с успехом выполняет важнейшую работу по технической информации. Тов. Гинзбург выдвигает следующие темы, нуждающиеся в еще большем освещении и углублении: стандартизацию в проектировании станций, подстанций распределительных устройств и линий передач, конструкцию и расчет защитной аппаратуры, автоматизацию подстанций и др.

Студент Майоров К. С. (Москва, МЭИ) говорит, что "Электричество"—единственный научный журнал в области теоретической электротехники, который помогает практическим работникам в их работе и повышает их теоретическую подготовку, и в то же время ставит в вину журналу недостаточное освещение работ и достижений наших научно-исследовательских институтов и заводских лабораторий. Последние подчеркивают также и доцент Хоецкий С. Д. (Ленинград), техник Сидоров Л. (Москва, ВЭИ), инж. Патриджон (Царицино), инж. Соловьев В. А. (Москва, Институт электротяги НКПС), инж. Литвинов (Одесса), который, кроме того, отмечает необходимость давать в журнале материалы по марксистской истории электротехники и по методологическим вопросам научно-исследовательской работы.

Студент Белоруссов Н. И. (Ленинград) считает желательным издание отдельных трудов в виде приложений к журналу по особой дополнительной подписке.

#### О библиографии

Ряд читателей вносит предложение уделять более широкое место в журнале библиографии регулярной информации о предстоящем выпуске издательствами электротехнической литературы. Инж. Спектор Н. М. (Никопольстрой) кроме того отмечает, что в журнале очень редко появляются рецензии о советской технической литературе. Студент Белов Ю. Н. (Москва) сожалеет, что в журнале отсутствует отдел по обмену опытом и библиография по советской технической периодике. Техник Сидоров Л. (Москва) настаивает на систематическом помещении в журнале рецензий по мере выхода книг по электротехнике. Инж. Литвинов (Одесса) пишет: "Считаю необходимым давать в каждом номере "Электричества" сводку книг по электротехнике, предположенных к выпуску нашими издательствами".

В отношении техники оформления журнала почти все приславшие анкеты, за очень малыми исключениями, пришли к достаточно единодушному выводу—бумага, фотография и выполнение чертежей оставляет желать много лучшего. Есть жалобы и на недостаточно тщательную корректуру, в результате чего встречаются весьма серьезные опечатки.

#### О доставке журнала

Еще более единодушно подписчики отмечают крайне небрежную доставку журнала. Инж. Маркин Н. П. (Ленинград), например, пишет: "Прежде чем отвечать на вопросы, нужно журнал читать, а для того чтобы читать—нужно его получать. За 1931 г. мною не получены № 12, 17, 18, 23 и 24, т. е. 25% от всего количества номеров". Инж. Зонов С. Ф. (Ленинград) жалуется, что вследствие пересылки без обертки журнал приходит в истерзанном виде. Студент Макарин Г. М. (Москва) сообщает, что по существу вопросов анкеты ответить не может, так как, несмотря на ряд жалоб, ни одного номера по своей подписке еще не получил. Получил единственный номер непосредственно на почте и то не свой, а адресованный какому-то другому лицу. Заведующий библиотекой треста "Стандарт-бетон" в анкете пишет, что, подписавшись в декабре, только в апреле библиотека получила № 1, 2 и 4, № 3 так и не получен. Аналогичными жалобами заканчивается большинство полученных редакцией анкет от читателей.

# О работе журнала „Электричество“ в 1931/32 г.

## Постановление редакционного совета<sup>1)</sup>

Редакционный совет одобряет проводимую в содержании журнала линию и работу редакционной коллегии.

Редсовет отмечает, что редколлегия, перестраивая журнал в соответствии с задачами партии в области научно-технической пропаганды и социалистической реконструкции электрохозяйства, добилась за отчетный период следующих основных положительных сдвигов:

а) повышена общая научно-техническая и хозяйствственно-политическая актуальность тематики содержания журнала;

б) достаточно широко освещались наиболее актуальные теоретические и новые практические проблемы техники высоких напряжений и крупных электрических систем (вопросы 1-й Всесоюзной конференции по высоким напряжениям, единой высоковольтной сети, устойчивости, грозоупорных линий, выключающей аппаратуры и др.);

в) достаточно широко освещались наиболее актуальные теоретические и новые практические проблемы советского электромашиностроения (задачи электромашиностроения во второй пятилетке и 1932 г., технические сдвиги электромашиностроения в СССР и за границей, современные тенденции в развитии высоковольтных синхронных генераторов, турбогенераторов с алюминиевой обмоткой, озонирование турбогенераторов, предельные мощности и напряжения машин постоянного тока и др.).

Эти две области проблем электротехники (пп. б, в) заняли основное место в журнале.

г) Поставлены важнейшие вопросы электрификации железных дорог (выбор системы тока и напряжения, типа электровозов и др.);

д) поставлены некоторые вопросы электрификации отдельных отраслей промышленности (электрохимия, электрометаллургия, автоматизация производства на электрической основе и др.);

е) поставлен целый ряд вопросов, связанных с созданием генплана электрификации и второй пятилетки (научно-технические предпосылки нового плана электрификации, проблемы технической реконструкции электропромышленности, использование новых видов энергии, очерки электрификации в районном технико-экономическом разрезе (УКК, Дальневосточный край, ЗСФСР и др.). Освещены в обзорах и отдельных статьях крупнейшие достижения советской электропромышленности и электростроительства (электропривод к блюмингу, проблема трансформаторного железа, Днепровская гидроэлектропрессорная и др.);

ж) освещены основные технико-экономические проблемы электрификации капиталистических стран в условиях всеобщего кризиса;

з) выдвинуты такие новые вопросы, как, например, „Энергетика и оборона страны“ и др.;

и) расширена библиография на выходящую электротехническую литературу;

к) организован по инициативе редколлегии и отрывками в журнале ряд общественных просмотров электротехники, периодической литературы (журналы „Электрические станции“, „Комсомол и электрификация“ совещание редакций энциклопедических журналов) и торжественное празднование фараадеевского юбилея — 100 лет со дня открытия элекромагнитной индукции;

л) значительно расширен научно-технический редакционный авторский актив журнала, в особенности на базе ВЭИ, а также в отдельных городах и районах Союза (Украина, Северный Кавказ, Урал и т. д.). Проведена анкета среди читателей журнала, выясняющая их мнение о работе и дальнейших тенденциях развития журнала.

Наряду с этим редсовет отмечает следующие основные недочеты журнала, на преодоление которых должно быть направлено внимание редколлегии:

а) недостаточно действительно-практически освещались: дальние выдвигаемые журналом проблемы, не проводимые развернутые научно-технические дискуссии, результаты которых увязывались бы с потребностями электрификации социалистического строительства в целом;

б) передовые статьи и статьи по второй пятилетке недостаточно насыщены техническим содержанием;

в) ряд важнейших проблем выпадал из поля зрения журнала или освещался слабо, например: проблема изоляции, электропривод в промышленности, проблемы подготовки кадров специалистов в области электрификации и др.;

г) недостаточно освещались работы научно-исследовательских электротехнических институтов и лабораторий, в особенности по Ленинграду и периферии;

д) наряду со значительным расширением молодых авторских кадров слабо проявилось участие в работе журнала крупнейших ученых электротехников-академиков, профессоров, инженеров — руководителей больших строек и крупных эксплуатируемых электроустановок;

е) совершенно недостаточна научно-техническая информация (хроника) в области научно-исследовательских работ практической электрификации в СССР и за границей;

ж) все еще недостаточно широка критическая библиография на выходящую электро-энергетическую литературу.

На основе учета этих достижений и недостатков редакция должна повести дальнейшую перестройку и работу журнала, взяв за руководство следующую программу на 1933 г.

## Программа журнала „Электричество“ на 1933 г.

Журнал „Электричество“ является периодическим полутора-декадным руководящим научно-техническим органом союзных электро-энергетических учреждений и организаций, проводящим борьбу за генеральную линию партии в области электрификации и за применение марксистско-ленинского метода материалистической диалектики в исследованиях и электротехнических явлениях и рассчитанных на квалифицированных работников электропромышленности и электрохозяйства. Журнал „Электричество“ должен стать также одним из рычагов Всесоюзного энергетического научного инженерно-технического общества (ВЭНИТО) по организации общественной электротехнической мысли в СССР.

Важнейшими задачами журнала в 1933 г. будут:

1. Постановка и обсуждение современных научно-исследовательских, теоретических и практических проблем электротехники и связанных с электротехникой физических явлений.

Особое внимание будет уделяться освещению ведущих и новых проблем следующих отраслей электротехники:

а) электромашинное и аппаратостроение как один из решающих участков советского машиностроения в целом.

б) Техника высоких напряжений и крупных электрических систем.

Разворачивание всех этих проблем электротехники является центральной задачей журнала и будет тесно увязано с обсуждением наиболее важных технических и технико-экономических вопросов проектирования, строительства и эксплуатации электротехнических станций и электрификации промышленности, транспорта и сельского хозяйства в плане 1933 г., во второй пятилетке и генплане социалистического строительства.

2. Освещение работы электротехнических научно-исследовательских институтов, а также крупнейших лабораторий.

3. Освещение работы электротехнических съездов, конференций и ВЭНИТО.

Журнал будет также ставить основные проблемы в области:

а) подготовки кадров;

б) рационализации;

в) стандартизации и типизации в электропромышленности

и электрохозяйстве.

Журнал расширит критическую библиографию о новой выходящей электротехнической литературе.

Журнал организует на своих страницах ряд дискуссий по актуальным научно-техническим вопросам электрификации.

Журнал расширит научно-техническую информацию и проникну и уделит место сжатым технико-экономическим, аналитическим обзорам электрификации СССР и капиталистических стран. Отдел рефератов явится обязательным элементом научно-технической информации.

<sup>1)</sup> Принято на расширенном заседании редсовета „Электричества“ от 20 сентября 1932 г. В редактировании постановления участвовали: проф. Л. И. Сиротинский, инж. В. Г. Прелков и инж. С. С. Рокотян.

# РОНИКА

## Южный электротехнический институт (БЭИ)

### Южный асбесто-цементный компаунд

Материаловедения БЭИ разработан новый тип электротехнического компаунда, изготавливаемого на базе сырья из южного рынка. Прессуемый в плиты (предназначаемые для мраморных досок в распределительных устройствах) материал представляет собою массу из асбестовых волокон и цемента, обрабатываемую пропиточным составом и сушкой в целях увеличения диэлектрических свойств и прочности.

При изготовления плит употребляется асбест, тальк, цемент и лак. Сухая смесь (например 55,6% цемента, 14,4% талька) поступает в мешалку для увлажнения массы, затем в дезинтегратор для разрыхления, в бункер утрамбовки, наконец, в прессформу для прессования давлением 350 kg/cm<sup>2</sup>. После этого материал проходит сушку, замочку в воде, пропарку и печную сушку. Полученные плиты показали после испытаний, например — 305 kg/cm<sup>2</sup>, сжатие 720 kg/cm<sup>2</sup>, твердость 23,2 kg/cm<sup>2</sup>.

### Нагрев кабелей токами короткого замыкания

В кабельной лаборатории отдела высоких напряжений БЭИ закончена (под руководством инж. С. С. Городецкого) работа по определению: 1) допустимой температуры нагрева изоляции 6-kV кабелей с медной жилой токами короткого замыкания и 2) методики расчета нагрева кабелей с учетом отхода тепла.

Выходы показали, что прежние методы расчета давали превышенные результаты при определении температуры нагрева кабелей при коротком замыкании, так как при этих расчетах не учитывался отход тепла в окружающую среду.

В предлагаемом методе учет отхода тепла дает значение величины температур нагрева кабелей при коротком замыкании на величину от 15° до 17° ниже, чем в прежнем методе, при различных выдержках времени реле и различных сечениях кабеля. Разработанный метод в настоящее время широко применяется при расчетах и проектировании кабельных сетей.

### Южно-американский электротехнический конгресс \*

Юнионе Аргентинской ассоциации электротехников Буэнос-Айресе организуется первый южно-американский электротехнический конгресс, созыв которого намечен на 1933 г. Образован Организационный комитет под председательством Н. Бессио, Морено и с Робертом Ашером в качестве генерального секретаря. Учитывая на то, что конгресс будет иметь континентальный характер, к участию в нем будут привлечены инженеры

и специалисты других стран.

В программу работ конгресса включены следующие вопросы: преподавание электротехники и ее история, статистика, получение и распределение электричества, механические применения электричества, освещение, отопление, телепередача, электричество в торговле и домашнем быту, электрохимия, электричество в медицине, в сельском хозяйстве, морском и военном деле, законодательство и регламентация.

## В КНИГИ И ЖУРНАЛОВ

### Электромашиностроение

#### ДОССЕТ, Сравнение нагрева железа и обмоток электромашин ETZ, № 12, 1932

Автор реферируемой статьи на основе статистических данных, полученных испытанием электромашин на заводе Siemens следует расхождение температур железа и меди. При этом температура меди обмоток замерялась как непосредственно термометром, так и по методу сопротивления.

Констатируя расхождение температур железа и соответствующей обмотки<sup>1</sup>), автор дает критическую оценку нормам REM и IEC по следующим типам электромашин, снабженным изоляцией класса A и A<sub>f</sub>

**Асинхронные моторы.** Изоляция класса A. Подвергнуто испытанию 51 мотор с количеством полюсов от 2 до 8.

Моторы короткозамкнутые и с пусковыми кольцами мощностью от 4 до 110 kW. Обмотка статора с изоляцией класса A (из пропитки). Предельный нагрев по методу сопротивления REM/1930 дает 50°, IEC—60°, так как по температуре, определенной термометром, т. е. в данном случае равной 50°, здесь и расхождений между REM/1930 и IEC в отношении нагрева железа.

Результаты измерения нагрева обмотки, найденного методом сопротивления, и железа, определенного непосредственно термометром, показывают, что в среднем у данных машин железо остается холоднее обмотки на 7,9°.

**Асинхронные моторы.** Изоляция класса A<sub>f</sub>. Испытано 19 машин высокого напряжения. Мощность от 75 до 2250 kW. Предельный нагрев статорной обмотки (по методу сопротивления) дается REM/1930 и IEC в 60°, тогда как железо по REM—60°, по IEC—50°. Результаты дают  $t_{Cu} - t_{Fe} = 5,9°$ .

**С. Генераторы переменного тока.** Класс изоляции A. Испытано 25 машин. Мощность от 10 до 600 kW. Допустимый нагрев по REM/1930 дается в 50°, по IEC при измерении температуры методом сопротивления—60°, термометром—50°. Нагрев железа по обеим нормам берется в 50°.

Результаты дают:  $t_{Cu} - t_{Fe} = 14,5°$ .

**D. Машинны постоянного тока.** Класс изоляции A и A<sub>f</sub>. Испытано 26 машин мощностью от 4 до 520 kW. Для класса изоляции A и A<sub>f</sub> нагрев обмотки якоря, определенный методом сопротивления по REM/1930 и IEC—60°, термометром по IEC—50°. Для железа же по REM—60°, по IEC—только 50°.

Результаты дают  $t_{Cu} - t_{Fe} = 15°$  при замере температуры обмотки по сопротивлению.

**E. Генераторы переменного тока** с явно выраженным полюсами. Класс изоляции A<sub>f</sub>. Испытано 37 машин мощностью от 80 до 4 000 kW. Определяется нагрев обмотки и железа статора. Для обмотки с изоляцией класса A<sub>f</sub> дается нагрев по REM и IEC (в обоих случаях по сопротивлению) в 60°. Для железа по REM—60°, а по IEC—50°.

Результаты дают в среднем из всех измерений  $t_{Cu} - t_{Fe} = 4,5°$ .

**F. Мощные машины постоянного тока.** Класс изоляции не указан. Испытано 32 машины мощностью от 1 400 до 7 000 kW. Определялся нагрев обмотки и железа якоря. При определении температуры обмотки методом сопротивления по REM и IEC дается предельный нагрев в 60°. Для железа якоря по REM—60°, по IEC—50°.

Результаты дают в среднем из всех измерений  $t_{Cu} - t_{Fe} = 1,7°$ .

В табл. 1 дается сводка результатов исследования нагрева электромашины.

Расхождение в нагреве обмотки и железа электромашины.

Таблица 1

Тип машин	Мощность kW или kVA	Род обмотки	Класс изоляции	Расхождение между на- гревом обмотки и железа при определении температуры обмотки по			
				методу со- противления		непосред- ственным термо- метром	
				ср.° C	голер. %	ср.° C	голер. %
Машины постоянного тока . . . . .	4 ÷ 520	якорь	A <sub>f</sub>	+ 15	+ 8,3	- 0,3	+ 9,3
Машины постоянного тока . . . . .	140 ÷ 7000	якорь	A <sub>f</sub>	+ 1,7	+ 18,4	-	-
Генераторы переменного тока . . . . .	10 ÷ 600	статор	A	+ 14,5	+ 16,9	+ 0,9	+ 15,9
Генераторы переменного тока с явно выраженным полюсами . . . . .	8 ÷ 4000	статор	A <sub>f</sub>	+ 4,5	+ 20,8	-	-
Асинхронные моторы . . . . .	4 ÷ 110	статор	A	+ 7,9	+ 14,6	+ 0,6	+ 16,4
Асинхронные моторы . . . . .	75 ÷ 2250	статор	A <sub>f</sub>	+ 5,9	+ 11,2	- 12,5	+ 12,0

Для каждого типа машин автор приводит кривые повторяющиеся расхождения в нагреве обмоток и железа. В статье приводится подобная кривая для всех 190 испытанных машин. Из этой кривой следует, что обмотка в среднем имеет температуру выше железа на 7,8° при замере температуры обмоток по методу сопротивления.

Инж. Долгов

### Электроролики с неподвижной осью для рольгангов "Вестник Демаг", март 1932

Современные рольганги все больше начинают снабжаться приводом не от конических шестерен, а индивидуальным приводом к каждому ролику. Среди многих конструкций рольгангов, как на особо удачную систему, следует указать на ту, где ролики вращаются на неподвижной оси. Преимущество ее состоит в том, что соединением между обоими подшипниками служит неподвижная ось, тогда как в конструкциях с вращающейся осью соединение состоит из траверсы

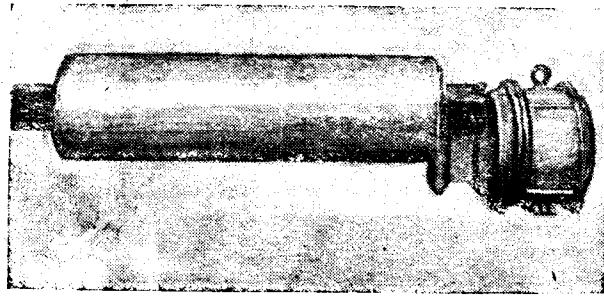


Рис. 1.

или консолов. Поэтому подшипники роликов с неподвижной осью могут быть расположены произвольно в противоположность роликам с подвижной осью, подшипники которых требуют тщательной установки в одной плоскости.

Рис. 1 изображает такой ролик системы Демаг, снабженный мотором, соединенным неподвижно с одним из подшипников. Вся эта система может работать в любом положении. Другим преимуществом такой конструкции является то, что ролики не нужно собирать на месте, а вся система монтируется на простую чугунную, стальную или клепаную опору, которая не нуждается в особо точной установке и не требует тяжелых фундаментов. Ролик с подшипниками, соединенными жестко с неподвижной осью, вкладывается в карманы, на дне

которых помещают резиновые прокладки. Мотор размещен вне ролика, а потому не испытывает непосредственно высокой температуры прокатываемого железа.

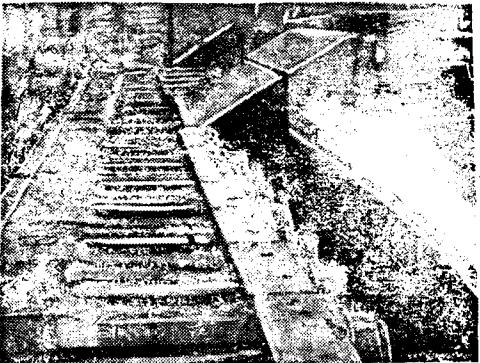


Рис. 2.

Рис. 2 изображает подводящий рольганг для болванок жимного стана, прокатывающего болванки весом до 1000 кг. Раскаленные болванки подводятся от печи на тележке и ссыпаются по скату на рольганг. Благодаря резиновым прокладкам под подшипниками роликов рольганг хорошо выживает все удары.

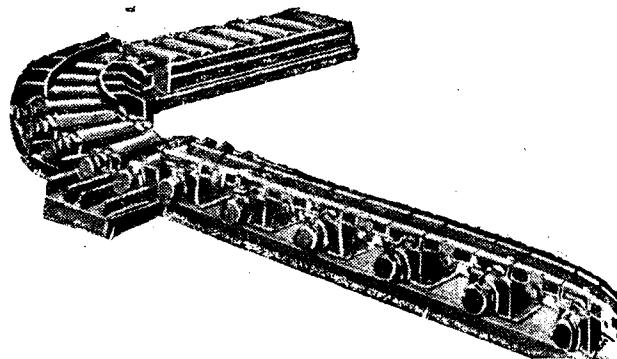


Рис. 3.

На рис. 3 изображена система рольгангов: печного с заглаживанием и рабочего. Между роликами с проводами расположены ролики холостой, также снабженный неподвижной осью и вращающийся в подшипниках, монтируемых на стенах жалоба.

Электроролики особенно применимы для оборудования качающихся столов, так как отпадает необходимость в продольных валах с конической передачей на тяжелых щеках стола. Стальные новой конструкции почти на 25% легче старых, поэтому подъемные механизмы и противовесы делаются более легкими, чем достигается значительная экономия в первоначальных затратах и в расходе электроэнергии.

Электроролики весьма целесообразны также в рихтовальном цехе для рельс и двутавровых балок, где важно иметь свободные проходы между роликами. Пусковой момент электророликов весьма значителен, а потому их возможно чередовать с холостыми.

Электроролики с неподвижными осями удобно также помешать в подвесных карманах, склепанных из балок и листового железа.

Инж. Э. Рейхман

### Техника высокого напряжения и линии передач

При способление для борьбы с разрядами по изоляторам J. J. Torgk and A. M. Opsahl, "El. Journal", март 1932, стр. 130—132.

Попытки бороться с разрядами по изоляторам (при этих сферных перенапряжениях) путем повышения разрядного напряжения изолирующих устройств не всегда могут оказаться успешными, так как хорошая защита в значительной степени зависит от действия заземленного троса и удельного сопротивления, следовательно, грунта в данном месте.

лучшим было бы защищать каждую гирлянду линии и, однако стоимость разрядников заставляет искать первого компромисса между техническими и экономическими требованиями, относящимися к подобной защите. Известный способ защиты каждой гирлянды с помощью "коштруляющих" предохранителей, дающий хорошие ре-

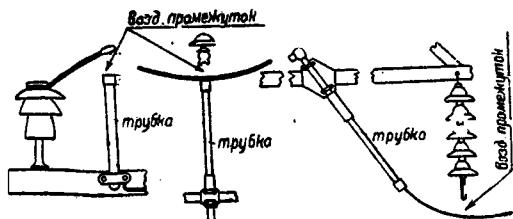


Рис. 1. Эскизный вид креплений трубки для защиты штыревого изолятора и гирлянды

шиты в смысле прерывания тока короткого замыкания на  $\mu$ , имеет отрицательную черту: необходимость возобновления после каждого "выстрела". Предлагаемое авторами исполнение свободно от последнего недостатка, можетнести 12 и больше операций разрыва без повреждений и приспособлено к любой конструкции опор и расположению проводов линии передачи.

Прибор состоит из тонкой фибровой трубки с электродами из фибры и открытой снизу. Эта трубка с внешним искровым промежутком и образует защитное приспособление, введенное параллельно защищаемому об'екту и разрывающее ток короткого замыкания установки после разряда, возникшего при перенапряжении. Дуга, возникающая между электродами внутри трубки, мгновенно гаснет благодаря действию подобного устройства, теория которого разработана в настоящее время Slepian: тепло, развившееся в трубке, испаряет фибрю, и получаемый таким образом не ионизированный газ, вырываясь с силой из конца, выталкивает наружу ионизированные частицы, так что в следующий полупериод ток не может возобновиться из-за недостатка ионов внутри трубки.

Постепенное распыление материала стенок трубки, очевидно, в конечном итоге ее выбытие из работы. Лабораторные опыты показали, что трубка без повреждений может сработать не менее 12 раз, что в практических условиях частоты ее работы на линии определит длительность ее жизни в несколько лет. Влага, абсорбированная фиброй, значительно влияет на ее работу; очевидно, что она должна удаляться процессом каждого "выстрела" трубки. Лабораторные опыты исследовательских (ближних по времени) выключений трубки в 1 200 А при 66 кВ дали удовлетворительные результаты; искусственно увлажнение трубки паром довело до удовлетворительных ее разрядов до 30. Величина отверстия в определенных пределах мало влияет на пробивное напряжение трубки, зависящее, главным образом, от расстояния между электродами.

Прибор имеет запаздывание во времени, подобно игольчатому разряднику.

Расстояние между электродами в трубке определяет, проходящее напряжение прибора, но это расстояние не должно быть больше, чем 85% промежутка между электродами на внешней поверхности трубки. Трубка не может работать в условиях постоянно приложенного рабочего напряжения, потому что она снабжена воздушным искровым промежутком, образованным проводом линии или другим электродом, связанным электрически с последней, и верхним электродом самой трубки. Работа трубки возможна только в определенном диапазоне токов. Максимальный предел при данной величине диаметра определяется разрывом трубки, и для больших токов дуги приходится выбирать больший диаметр. Минимальная величина тока определяется тем, что последний не может образовать достаточного количества газов, необходимых для ионизации. Для больших токов надо уменьшать диаметр трубки. Авторы указывают на границы применения предлагаемого прибора, базируясь на следующих положениях:

1) разрядное импульсное напряжение трубки должно быть не менее чем от шести- до семикратного напряжения, при котором разрывается дуга;

2) отношение минимального и максимального тока системы должно быть более 1 : 3;

3) волновое сопротивление (относительно земли) защищаемого прибора не должно быть меньше того же для трубки.

Четвертое условие показывает, что в системах с изолированной нейтралью, где ток в дуге прибора не может быть напе-

ред ориентировано подсчитан, первый не может быть применен. Наилучшие условия, очевидно, относятся к системам с глухо-заземленной нейтралью.

В линиях, где технические преимущества троса и трубы соизмеримы, вопрос решается экономическими соображениями. Эскиз прибора поясняет вышеизложенное.

Инж. К. Стефанов

### Высоковольтные испытательные трансформаторы . Е. и. М"

H. 44, 45, стр. 809—814, 828—831

За последние годы значительно повысились требования, предъявляемые к высоковольтным испытательным трансформаторам в отношении величины напряжения, мощности и стойкости к толчкам напряжения (волнам с крутым фронтом).

Установки на 1 млн. В теперь вовсе не редкость, и имеются испытательные установки на напряжение порядка 2 млн. В.

Для лучшего уяснения способов удовлетворения вышеупомянутым современным требованиям автор приводит эволюцию высоковольтного испытательного трансформатора, исходя из конструкции испытательного трансформатора завода Ell (2×150 кВ). Трансформатор— масляный с заземлением одного конца высоковольтной обмотки, с кольцами на другом конце обмотки и усиленной изоляцией начальных и конечных витков.

Следующий этап—конструкция Westinghouse, в которой вывод высокого напряжения делается из середины обмотки. Обмотка составляется из двух параллельных цепей, идущих от середины сердечника к ярмам. Вследствие заземления концов изоляционное расстояние от ярма очень незначительно. Однако это не дает достаточного эффекта, так как выполнение высоковольтной обмотки параллельными ветвями не оправдывается необходимостью увеличения сечения проводов обмотки, поскольку здесь повышение температуры проводников и потери играют второстепенную роль.

Дальнейшее развитие испытательного трансформатора— вывод высокого напряжения делается от середины сердечника, причем обмотка не имеет параллельных цепей. Достигается это разбивкой обмотки на отдельные катушки, расположение обмотки на двух сердечниках (трансформатор однофазный) и соответствующим соединением катушек обоих сердечников. Катушки соединяются последовательно в сле-

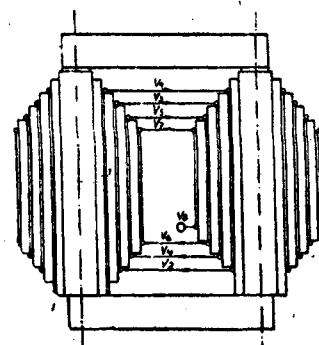


Рис. 1. Расположение обмоток высоковольтного трансформатора конструкции проф. Фишера.

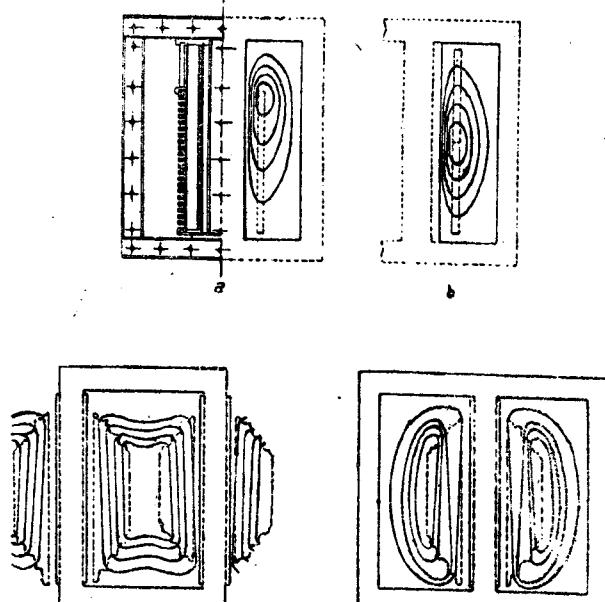


Рис. 2. Эквипотенциальные кривые. а—нормальный трансформатор; б—трансформатор Вестингауза; в—трансформатор конструкции Фишера концепции Фишера типа "мантель".

дующем порядке: крайняя нижняя катушка, имеющая заземление, соединяется с крайней верхней того же сердечника, затем соединение идет на верхнюю крайнюю катушку другого сердечника, дальше крайняя нижняя второго же сердечника, затем вторая нижняя катушка первого сердечника и т. д., заканчивая катушкой второго сердечника, расположенной в середине, от которой идет высоковольтный вывод. В этом случае берется тип трансформатора сердечниковый, а не бронированный, как в предыдущих. Таким образом достигается значительно лучше использование окна сердечника.

Далее автор описывает конструкцию проф. Фишера, имеющую ряд ценных преимуществ. Это конструкция (рис. 1) использует стержневой тип трансформаторов. Обмотка выполнена в форме однослойных концентрических цилиндров, уменьшающихся по длине по мере увеличения их диаметра. Соединения между отдельными слоями показаны на рис. 1. Вывод высокого напряжения от внешнего слоя обозначен  $V-8$ . Конструкция обмотки схожа с формой конденсаторных выводов. Эквипотенциальные кривые поля весьма благоприятны (рис. 2) и имеют значительное преимущество перед более ранними конструкциями. Использование окна сердечника тоже сравнительно благоприятно.

В испытательных трансформаторах следует считаться с толчками напряжения; конструкция проф. Фишера благоприятно разрешает и этот вопрос.

Однослойные обмотки высокого напряжения расположены на прессшпановых цилиндрах и изготавливаются из проволоки с эмалевой изоляцией. Расстояние между соседними слоями берется таким, чтобы пробоя не было, если даже не рассчитывать на изолирующий цилиндр. Последний виток каждого слоя значительно развитого сечения (кольцо смягчения поля) также в сильной степени устраняет концевой эффект. Последний слой (внешний) обмотки обоих сердечников изготовлен из проволоки большого сечения и с особо усиленной изоляцией. Особо важно, что этот последний слой снабжен бандажом (медным), который приключен с высоковольтному выводу. Поэтому при волнах напряжения с крутым фронтом происходит заряд витков слоя, и бандаж играет роль обкладки конденсатора.

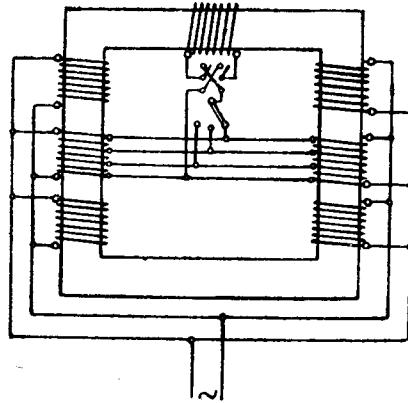


Рис. 3. Схема Плюма.

Выше было указано, что строение всей обмотки имеет характер конденсатора, а потому ясно, что следующие слои будут также получать соответствующие заряды. Таким образом будет подавляться эффект получения больших перенапряжений между витками. Это весьма важное обстоятельство распространяет свое действие и на обмотку низкого напряжения, так как опыт показывает, что появление в обмотках высокого напряжения волн перенапряжения может возбуждать также соответствующие перенапряжения и в обмотке низкого напряжения.

Следствием своеобразной формы конструкции обмотки новых испытательных трансформаторов является емкостная сглаживающая тока холостого хода в противоположность индуктивной при нормальных трансформаторах. Следствием же емкостного характера режима холостого хода испытательного трансформатора являются сильные искажения кривой напряжения вторичной цепи при наличии даже относительно малых высших синусоидальных гармоник первичного напряжения. Искажение кривых вторичного напряжения и тока будет значительным при приложении индуктивной или емкостной нагрузки.

При приложении подобранных близко к резонансу параллельных цепей, из которых одна включает емкостную, а другая индуктивную характеристику, получается значительное

улучшение формы кривых. Так как нагрузка испытательных трансформаторов имеет характер емкостной нагрузки, то, следовательно, выявляется необходимость приключения индуктивной цепи. В этом случае ток нагрузки будет значительнее меньше, и генератор, питающий обмотку низкого напряжения, потребует значительно меньшей мощности. Однако неизбежные для компенсации катушки самоиндукции (дрессели) получаются очень большими и дорогими.

Аналогичное действие катушки самоиндукции получается при употреблении схемы Плюма, но с значительно меньшим расходом материала. Схема относится к обмотке низкого напряжения и представлена на рис. 3.

При включении крайних отводов число витков обмотки ярма будет такое же, как на сердечнике, и поток ярма будет таким же, как в сердечнике. Если же присоединить внутрь ярма отводы, то число включенных витков катушки ярма будет меньше, чем на сердечнике, поток в ярме должен быть же и силовые линии должны как бы выдвинуться из ярма. Получается сходство с включением в цепь магнитопровода воздушного зазора. Это увеличивает индуктивную составляющую тока. В случае обратного соединения обмотки этот эффект усиливается еще более. Таким образом достигается компенсация действия емкостей составляющей тока второй стороны.

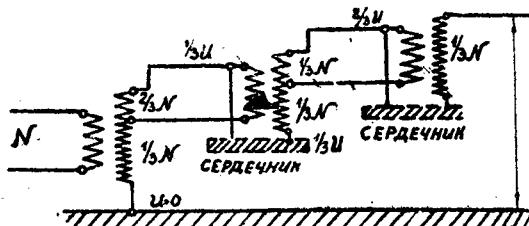


Рис. 4. Схема Дессауэра.

В случае воздушных (не масляных) трансформаторов выпущенные из ярма магнитные линии не представляют опасности явления; в случае же масляных трансформаторов это явление может вызвать чрезмерный нагрев близлежащих частей кожуха трансформатора.

Автор подтверждает это указанием, что вес компенсаторной обмотки по схеме Плюма составляет 100 kg, вес же втушки самоиндукции для получения того же эффекта — 1 kg (при масляном охлаждении катушки).

Последовательное соединение нескольких испытательных трансформаторов, выполненное таким образом, что сердечник последующего трансформатора находится под потенциалом получаемым обмоткой высокого напряжения предыдущего трансформатора, а начало вторичной обмотки последующего трансформатора также имеет этот потенциал, дает теоретически возможность получения легких условий изоляции обмоток трансформаторов. Известная схема каскадного соединения проф. Дессауэра основана на этом принципе.

Схема приведена на рис. 4, из которого видно, что питание первичной обмотки последующего трансформатора используется лишь часть вторичной обмотки предыдущего трансформатора, что облегчает вопрос изоляции. Сердечник последующих трансформаторов имеют соответствующую изоляцию по отношению к земле. Прототипом схемы этого рода являются частности схемы проф. Дессауэра является схема каскадного соединения дросселей Фишера, но последняя схема может обеспечить лишь незначительную мощность.

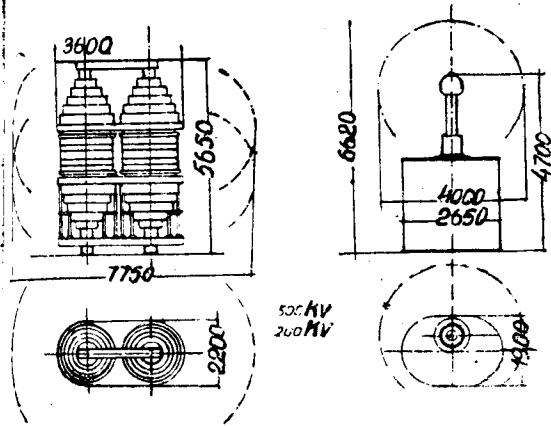
Схема Дессауэра имеет недостатки — получается сравнительно небольшая отдаваемая мощность по сравнению с мощностью трансформаторов, входящих в систему, так, например, отдаваемая мощность последнего трансформатора 400 kVA, полная же мощность агрегата 3600 kVA. Правда, увеличение стоимости не столь значительно, так как увеличение мощности касается, главным образом, низкого напряжения. Более существенный недостаток схемы Дессауэра заключается в том, что напряжение рассеяния трансформаторов, входящих в каскад, складывается, вследствие чего суммарное рассеяние получается чрезмерно большим. Понятно, что и величина потерь в железе и меди вследствие многократной трансформации становится значительной, кроме того, искажение кривых тока и напряжения также сильно увеличивается.

Во многих случаях формы конструкции обмотки определяют расположение дополнительной части обмотки (точечная обмотка лишь некоторой своей частью является питающей последующего трансформатора), что приводит к необходимости особой выравнивающей обмотки.

недостатки явились причиной появления новых схем. Идея этих схем питания первичной обмотки последней (в схеме 3 трансформаторов) трансформаторов от источника, не включенного последовательно с первым трансформатором, к таковым схемам относятся схемы AEG.

Схеме AEG первичная обмотка третьего (последнего) трансформатора питается от второго изолированного трансформатора, не соединенного последовательно с первым. Одно приводить к затруднениям в разрешении проблемы обмоток второго трансформатора. Так, для установки 10 kV изоляция кабеля обмотки этого второго трансформатора должна быть рассчитана на 500 kV, т. е. на 550 kV исходного напряжения по отношению к сердечнику.

Схеме Фишера роль второго трансформатора, т. е. источника питания первичной обмотки последнего (конечного) трансформатора играет особый изолированный генератор. Генератор должен быть, конечно, соединен жестко с первым мотором и генератором, питающим первичную обмотку второго трансформатора. Так как последние не изолированы, то понятно, что вал, соединяющий изолированный мотор с мотором, должен быть выполнен из изолирующего материала и отвечать условию необходимой изоляции, представляя большие затруднения.



Сравнение размеров воздушного и масляного трансформаторов. Для воздушного трансформатора 5 t, общий вес масляного трансформатора с маслом 9 t.

Инженер считает, что рациональное решение проблемы масляного каскадного агрегата следует искать в схеме Фишера, но с дополнительными приключенными компенсирующими или компенсирующими приспособлениями, как указано, в отношении испытательного трансформатора Фишера.

Очень интересным является вопрос выбора типа трансформатора—масляного или воздушного, т. е. без помещения масла в кожухе с маслом. Установилось мнение, что масляные трансформаторы сравнительно с масляными занимают больше места, стоят дороже, могут иметь лишь небольшую мощность и весьма чувствительны к влажности воздуха. Но это не совсем так. На рис. 5 приведены сравнительные размеры и вес трансформаторов на 500 kV, 200 kVA, показывают, что необходимые размеры помещения получаются даже меньшими для воздушных трансформаторов, а по весу пола наоборот. Общий вес воздушного трансформатора меньше. Что касается вопроса отрицательного влияния воздуха на работу воздушных испытательных трансформаторов, то опытная работа не подтвердила опасение. Также ошибочно мнение относительно якобы ограниченности воздушных трансформаторов. При использовании принципа искусственного охлаждения (дутья воздухом) мыслима постройка мощных воздушных трансформаторов.

Кроме того, воздушные трансформаторы имеют некоторые преимущества по отношению к масляным—простота обслуживания, легкость осмотра и демонтажа, отпадает также вопрос о масле. Однако надо заметить, что установка воздушных трансформаторов на открытом воздухе невозможна. Установка указывается, что напряжение для испытания трансформаторов для относительно низких напряжений бывает 30% выше номинального напряжения, для более высоких на 15%, и, наконец, для 1 млн. V и выше—на 10%.

A. V. ENGEL и O. SIEBER, *Корона на оксидированных медных электродах*, Zts FÜR PHYSIK, 1931, т. 68, стр. 768.

Известно, что потери мощности на корону и начальное напряжение коронирования зависят от материала и состояния поверхности электродов. Покрытие электрода изолирующим твердым слоем уменьшает потери на корону; нанесение на поверхность металлического электрода проводящего слоя дает во многих случаях не вполне ясный результат. Автор производил исследование коронирования на медных электродах в воздухе. При продолжительном коронировании величина потерь менялась как в сторону увеличения, так, в других случаях, и в сторону уменьшения. Измерение потерь мощности, затруднительное ввиду малости активного тока по отношению к емкостному току, при высоком напряжении осуществлялось по схеме Shanklin. Выяснялось влияние окисления меди, что достигалось обработкой ее раствором 5% едкого натра и 1% персульфата калия, дающей слой окиси меди CuO толщиной в несколько сотых микрона. Оксидирование медного провода дает отчетливое повышение величины начального напряжения коронирования или при данном напряжении уменьшение потерь на корону. Это может быть объяснено в соответствии с траунсендовской теорией ударной ионизации. Образование окиси меди на поверхности коронирующих проводников происходит вследствие влияния образующегося при коронировании озона, являющегося весьма сильным окислителем. Те случаи, когда при длительном коронировании потери не только не уменьшаются, но даже растут, находят себе объяснение в образовании неровностей на гладкой поверхности проводника.

Инж. Б. Тарев.

### Электрификация транспорта

Сравнительные данные по электрической и паровой тяге на швейцарских железных дорогах, Schweizerische Bauzeitung, № 22, 1931, стр. 256—284.

На швейцарских союзных железных дорогах, общим протяжением 2 927 km, на 1 января 1931 г. 68% всех перевозок совершалось электрической тягой (в 1929 г. 67%).

Сравнительные эксплоатационные данные по паровой и электрической тяге сведены в следующую таблицу:

Год	Стоимость потребляемого угля на брутто-тоннокилометр (для паровоза) в ранненах <sup>1</sup>	Стоимость израсходованной электрической энергии на брутто-тоннокилометр (для электровоза) в ранненах	Расход смазочных материалов на локомотиво-километр в г	
			Паровоз	Электровоз
1924 . .	0,420	0,387	26,40	22,96
1925 . .	0,383	0,325	27,90	19,17
1926 . .	0,295	0,251	28,93	17,21
1927 . .	0,372	0,225	29,96	17,07
1928 . .	0,433	0,198	31,80	17,26
1929 . .	0,432	0,188	34,31	17,96
1930 . .	0,455	0,191	35,26	19,02

Таблица убедительно показывает непрерывно возрастающую сравнительную экономичность электротяги. Соответственно этому растет и удельный вес электрической тяги, что показывает таблица на стр. 996.

Непрерывное уменьшение удельного веса паровой тяги сопровождается бурным ростом электротяги, дальнейший рост которой, однако, в 1931 г. затормозился вследствие кризиса капиталистического хозяйства.

Год	Перевозки, совершенные паровой тягой, в локомотиво-километрах	Перевозки, совершенные электрической тягой, в локомотиво-километрах
1924 . . . . .	29 576 683	9 692 887
1925 . . . . .	27 243 379	13 398 159
1926 . . . . .	24 370 629	17 993 779
1927 . . . . .	21 443 167	22 483 783
1928 . . . . .	17 103 419	29 290 502
1929 . . . . .	16 312 077	32 885 336
1930 . . . . .	16 209 631	34 380 121

Инж. Е. С. Аватков

G. GLAUSER, Маневровые тепловозы Южноманчжурской ж. д., «Ball. Oerlikon» № 129 1932 (март), стр. 694—697

Тепловоз с электрической передачей, построенный заводами Зульцер и Эрликон для маневровой работы в порту и на станции Дайреи Ю.-М. ж. д., характеризуется следующими данными:

Длительная мощность дизеля при 620 об/мин . . . . .	750 л. с.
Перегрузочная способность дизеля в течение 10 мин. по сравнению с длительной мощностью . . . . .	+10%
Общая мощность вспомогательных механизмов двигателя Дизеля и тепловоза . . . . .	84 л. с.
Сила тяги на ободе при скорости 31 km/h . . . . .	5 000 kg
" (скорость 19" km/h) . . . . .	8 000 kg
Наибольшая сила тяги при пуске . . . . .	20 000 kg
Максимальная допустимая скорость . . . . .	60 km/h
Коэффициент полезного действия передачи от вала двигателя Дизеля до крюка тепловоза . . . . .	85%
Ширина колен . . . . .	1 435 mm
Число тяговых двигателей . . . . .	4
Передаточное число зубчатой передачи . . . . .	16/89
Диаметр ведущих колес . . . . .	1 120 mm
Расстояние между шкворнями тележек . . . . .	6 700 mm
База тележек . . . . .	2 500 mm
Длина тепловоза по автосцепкам . . . . .	12 300 mm
Общий вес механического оборудования . . . . .	38 t
Вес дизеля, аккумуляторной батареи и топлива . . . . .	24 t
Вес электрического оборудования . . . . .	18 t
Служебный вес тепловоза . . . . .	80 t

Двигатель Дизеля восьмицилиндровый, имеет 440, 530 и 620 об/мин. Генератор постоянного тока насажен на продолжение коленчатого вала дизеля и имеет только один подшипник

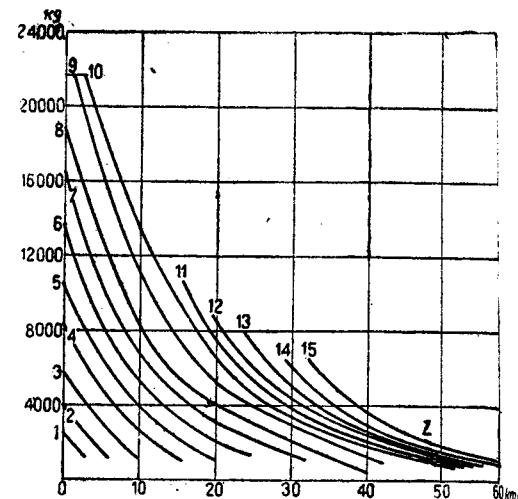


Рис. 2

с внешней стороны. При пуске дизеля генератор работает как разгонный мотор последовательного возбуждения, питаемый от аккумуляторной батареи. Последняя состоит из лезо-никелевых элементов, напряжение 125 V при емкости 400 Ah. Управление тепловозом осуществляется по схеме: вода Эрликон с измерениями как возбуждения генератора, и числа оборотов дизеля. Тяговые характеристики тепловоза отвечающие 620 оборотам дизеля в минуту, даны на рис. 2. Здесь  $\eta$ —полный к. п. д. электрической передачи,  $P$ —мощность, развиваемая дизелем передачи (kW),  $N$ —мощность на валу (kW),  $I_{max}$ —сила тока, на которую установлено максимальное реле генератора (A),  $E$ —напряжение на клеммах генератора (V),  $Z$ —сила тяги на ободе колеса (kg),  $L$ —сила тока генератора (A),  $t$ —допустимое время нагружения в минутах,  $\Gamma$ —рабочий режим тепловоза,  $D$ —длительный режим тепловоза.

Управление тепловозом осуществляется с помощью контроллера, имеющего 15 ступеней. Характеристики тепловоза, отличающие различным положениям контроллера (при противоположном возбуждении генератора), даны на рис. 2.

Вспомогательные устройства тепловоза состоят из вентилятора, механически связанныего с валом дизеля и работающего как на возбуждение генератора, так и на зарядку аккумуляторной батареи. Моторы компрессора, дающего сжатый воздух для торможения и вентилятора, работающего на охлаждение дизеля, питаются от аккумуляторной батареи. В конструкции этого тепловоза нашло свое отражение стремление сделать тепловоз способным двигаться на электрификации участках железных дорог от контактной сети (как, например, у американских «3-power-locomotives»). Для этой цели моторы соответствующе изолированы, могут быть переключены попарно последовательно (на 1 200 V) и на тепловозе предусмотрена возможность установки пантографа, реостатов и контроллера для непосредственного управления.

Инж. В. Соловьев

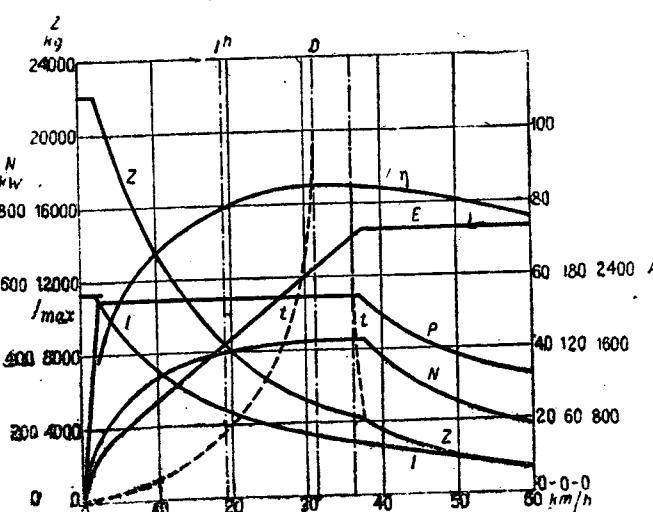
Германские тепловозы для Манчжурии  
Der Wagon und Lokomotivbau № 21, 1931, стр. 331

Для Южноманчжурской ж. д. Дайрео машиностроительной фабрикой Эслинген изготовлен дизель-электровоз. Служебный вес его 73,6 t. Привод 4 ведущих осей, расположенных в тележках, происходит от электромоторов мощностью по 100 kW. Для привода генератора служит 4-тактный дизель-мотор MAN, который при 700 об/мин развивает мощность 700 л. с. Вес дизель-мотора задан 9 kg/л. с. Генератор имеет мощность 435 kW, возбудитель 68 kW.

Для подачи охлаждающей воды имеется центробежный насос с электрическим приводом; воздух для масляного и водного радиаторов засасывается при помощи вентилятора через отверстия на боковых стенках и выталкивается через крышки.

Электровоз имеет два поста управления для вожатого. Управление дизель-мотора электропневматическое. Для запуска мотора имеется аккумуляторная батарея, которая питает цепь вспомогательных машин на остановках. Наибольшая скорость этого локомотива 60 km/h. Наибольшая сила тяги 17 t.

Инж. Е. Аватков



регенеративного торможения для электровозов, обогащенных двигателями постоянного тока с серийным цинком (патент № 33953 фирмы Сименс-Шуккерт, Берлин)

Новостью этой схемы является то, что при переходе из одного режима на тормозной создается цепь торможения с замыканием. При дальнейшем передвижении из контроллера машиниста эта цепь присоединяется к иному проводу, чем и достигается отдача энергии в. Предварительно должно сработать специальное автоматическое устройство, осуществляющее переход на регенеративное торможение. Переход этот совершается автоматически в зависимости от величины напряжения на якоре. Особенность схемы является также и то, что присоединение цепи замыкания к сети для регенеративного торможения происходит не только при переходе с первой на вторую в торможения, но также и при переходе с любой ступени торможения на следующую. Для этого достаточно того, что работало включающее приспособление, являющееся из описанного ниже патента № 534316.

Инж. Е. Аваков

Электрификация железной дороги Будапешт-Хегисхалом „Electrotechnica“ № 24, 1931, стр. 63

Электрификация этой линии производится по системе Канделающей питать электрифицируемый участок однотоком нормальной частоты (50 пер/сек). На этой линии предусмотрено всего 36 электровозов, из них часть предназначена для товарных поездов, а остальная — скорых. Основные данные этих электровозов показаны в таблице:

Пассажирский	Товарный
по буферам (тм) . . . . .	13 830
мой вес (т) . . . . .	96,5
мой вес (т) . . . . .	70
электрооборудования (т) . . . . .	43,6
вес на ось (т) . . . . .	17,5
максимальная скорость (км/ч) . . . . .	24,2/50/75/100
максимальная мощность в лошадиных силах . . . . .	2 500
	13 570
	96,5
	96,5
	43,6
	17,5
	16,6/34,3/51,5/68,3

Напряжение в контактном проводе 16 кВ, 50 пер/сек

Напряжение на клеммах двигателя 1 000 В

Питание железной дороги использована существующая низковольтная (100 кВ) линия передачи. На электрифицируемом участке длиной 186 км предусмотрено 4 трансформаторные подстанции мощностью 2 4000 кВА, 100/16 кВ. Сечение контактного провода 100 мм<sup>2</sup>.

Фазный ток 16 кВ подводится через масляник к распределителю фаз, со вторичной обмотки статора которого снимается многофазный ток 1 000 В для питания статора тягового мотора.

Передача вращающего момента совершается при помощи тягового привода системы Кандо на спаренные оси.

Остальные электровозы представляют собою развитие новых электровозов системы Кандо, работавших в Австрии. Их экономия угля при переходе на электрическую тягу изменилась в размере 400 000 вагонов угля за 30 лет. Размеры машин увеличиваются тем обстоятельством, что питающая их электрическая станция работает на низкосортном топливе (горючий шифер).

Инж. Е. Аваков

LINEBANGH, Электрификация пригородной дороги Лакавана в САСШ, „General Electric Review, Nov.“ 1931, p. 589

При электрификации пригородной дороги Лакавана были изобретены все последние достижения и новинки современной инженерии.

Ртутные выпрямители. Вместо прежде применявшихся синхронных мотор-генераторов для питания железных дорог были применены ртутные выпрямители. Новостью является применение их в таком большом масштабе и для такого большого напряжения. Ртутные выпрямители легки, занимают мало места, просты в эксплуатации. Коеффициент полезного действия при 3 000 кВт и 3 000 В составляет 97,3% при полной нагрузке и 95,4% при 1/4 полной нагрузки. Идеальные и хорошие характеристики, легкое перераспределение нагрузки, автоматическая защита единиц от перегрузки и т. п. были достигнуты благодаря новой схеме, содержащей конденсаторы в проекционном контуре. Шины всех подстанций со стороны по-

стоянного тока соединялись вместе, чем достигалось наилучшее распределение нагрузки. Аварии при таком соединении чрезвычайно редки. Никаких трудностей не возникало при работе пяти подстанций, соединенных вместе, работающих от трех различных центральных станций. Для устранения обратных зажиганий была значительно изменена и улучшена регулировка температуры, улучшена общая конструкция.

Оборудование мотор-вагонов — по системе многих единиц. Система многих единиц применялась ранее только для 1 500 В. Необходимо было ее упростить и разработать для применения на мотор-вагонах при 3 000 В. Все сомнения относительно рациональности применения такой системы рассеялись после испытаний. Оборудование само по себе не ново, но проектировалось оно с чрезвычайной тщательностью и вниманием. Моторы чрезвычайно легки, прочны. Искрение и круговой огонь имеют место в этих моторах реже, чем в низковольтных. В среднем в настоящее время наблюдается один случай незначительного кругового огня за двухнедельную работу 564 моторов.

Вентиляция моторов. Был проделан ряд опытов, в результате которых был найден метод, вполне разрешающий этот сложный вопрос. Воздух засасывается через 4 отверстия, расположенные над входными дверьми в каждом конце вагона. Воздух проходит через арку в очистительную камеру, где осаждаются влага и грязь. Дно камеры делается наклонным и легко очищается. Гибкая воздушная труба соединяет камеру с мотором. Труба изготавливается из двухслойного холста, между слоями закладывается скелет из спиральных пружин для избежания сморщивания трубы. Труба эта небольшой длины, но должна допускать свободно прохождение кривых. Холст обрабатывается таким образом, что трубы эти не подвержены действию влаги, огнеупорны и чрезвычайно прочны. Воздух засасывается вентилятором со стороны коллектора и выбрасывается через отверстие со стороны коллектора. Воздух в моторе всегда находится под давлением ниже атмосферного. При такой вентиляции моторы после месяца работы так же чисты, как моторы закрытого типа.

Воздушный фильтр. Воздушный фильтр новой системы сконструирован для динамотора, находящегося в очень тяжелых условиях в смысле возможности загрязнения (под вагоном динамотор подвержен действию грязи, снега и влаги). Чтобы не делать динамотор закрытым, что увеличило бы его вес и стоимость, был сконструирован фильтр, а динамотор сделан самовентилирующимся. На продолжении главного вала, снабженного соответствующим цилиндром, насаживается четырехлопастный вентилятор. Засасываемый воздух попадает на лопасти этого вентилятора. Благодаря действию центробежной силы вся грязь, пыль, снег и влага разбрасываются и чистый воздух засасывается в динамотор вентилятором, сидящим на конце, противоположном очистителю.

Быстро действующие выключатели. Эти выключатели были рассчитаны на разрыв тока короткого замыкания (установившийся) в 60 000 А. Для получения максимальной селективности в действии выключателей узловой станции и фидеров удерживающие катушки узловой станции питаются от контактной сети 3 000 В. Выключатели на фидерах питаются от аккумуляторной батареи. Выключатель подстанции, так сказать, самовозбуждается. Чем ближе место короткого замыкания к подстанции, тем ниже напряжение удерживающей катушки, тем скорее сработает выключатель. Таким образом при коротком замыкании всегда сначала срабатывает выключатель на подстанции, потом уже на фидерах. 3 000 В на удерживающей катушке оказались вполне приемлемы. Самая катушка рассчитывается на 600 В, последовательно с ней включается омическое сопротивление, являющееся очень большим в сравнении с сопротивлением самой катушки. Этим достигается большая быстрота действия выключателя (реакция мал, напряжение в катушке быстро падает с уменьшением напряжения в контактном проводе). Благодаря этому возможно соединение всех шин воздушной распределительной системы и все-таки иметь выключение лишь на поврежденной линии.

Калибровка выключателей производится по новой схеме GEE. В воздушный промежуток главной цепи переменного магнитного потока закладывалась маленькая катушка из проволоки малого сечения с большим количеством витков. Катушка должна давать те же ампер-витки, как и главная шина. Эта катушка рассчитана так, что примерно при 30 А и 12 В она дает очень быстрое выключение.

Токособирание. Большое количество низких мостов и необходимость снижения под ними подвески контактного провода на этой дороге при больших скоростях движения создают тяжелые условия для токособирания. Для работы на Лакаване был сконструирован новый пантограф. Сила трения значительно уменьшена (вместо 4 и 2,4 кг, принятых в старых

конструкциях пантографа, трение в новой конструкции доведено до 1,6 kg). Испытания при скорости 70 миль в час (приблизительно 112 km/h) в продолжение 9 мес. дали блестящие результаты, несмотря на колебания высоты подвески и наличие дыма, грязи и пр., вследствие продолжающей работать на той же дороге паровой тяги. Лыжи смазываются жирным графитом при каждом осмотре вагона (через 1 500 миль пробега).

**Тепловозы.** Для дороги построено 2 локомотива, оборудованных аккумуляторными батареями и двигателями внутреннего сгорания. В то же время они могут работать и непосредственно от сети в 3 000 V.

Эти локомотивы подобны таким же на железной дороге New-York Central на 600 V.

Инж. Р. А. Левинсон

## Реле и измерительные приборы

E. WILKINSON, Электростатический вольтметр для измерения высоких напряжений при высоких частотах, "Journal of Scientific Instrument", т. VIII, № 11, 1931, стр. 350

В статье описан электростатический вольтметр малой емкости с двумя неподвижными электродами, между которыми вращается подвижной электрод. Отклонения последнего измеряются по отраженному на шкале зеркальцем лучу света. Вольтметр рассчитан на 6—30 kV; вследствие его малой емкости он позволяет производить изменения при частоте порядка 500 килоциклов.

Подвижной электрод выполнен из алюминиевой трубочки с целлюлOIDными шариками на обоих концах, причем он посеребрен и покрыт медью, защищенной от окисления шелачным лаком. Неподвижные электроды сконструированы в виде двух медных колец. Бифилярный подвес изготовлен из фосфорной бронзы 38 SWG и введен в проводящую трубку диаметром 1 1/2" во избежание поверхностного разряда. Стрелка выполнена из алюминия, а ее демпфирование достигается маслом, причем к стрелке с этой целью приделаны два целлюлOIDных крыльышка с отверстиями. Все это смонтировано на мраморном основании.

В статье подробно изложены и снабжены схемами и кривыми расположения деталей вольтметра и теория их взаимодействия.

Собственный период колебаний для подвижной части вольтметра—2 сек. Емкость прибора (при последовательном включении) 3,5  $\mu$ F с колебаниями в пределах 0,2  $\mu$ F. Возможность изменять расстояние между электродами позволяет получить кривую калибровки в виде прямой линии.

В конце статьи описываются экранирование прибора, различные формы неподвижных электродов, способ наложения определенного потенциала на каждом из трех электродов, а также метод серебрения подвижных электродов.

Инж. Г. Стедлих

## Электроматериалы

KOPPELMAN, О пробое жидкких диэлектриков, "ETZ" № 46, ноябрь 1931

Работа, описанная в статье, заключалась в наблюдении (чрез лупу) над пробоем тщательно профильтрованного, но не дегазированного парафинового масла (Paraffinöl) под вакуумом (давление 11 mm Hg).

В специальный сосуд с вделанными и вертикальными цилиндрическими электродами, радиус закругления 2,5 mm и искровым промежутком 7 mm наливалось 60 см<sup>3</sup> масла и создавался вакуум, после чего подавалось напряжение 10 kV<sub>eff</sub>, при частоте 50 периодов. Через 20 сек. на обоих электродах началось постепенное выделение пузырьков газа; спустя некоторое время на верхнем электроде пузырьки исчезли, они остались лишь на нижнем.

Через несколько минут выделение пузырьков прекратилось без изменения напряжения. По прошествии же некоторого времени образование пузырьков возобновилось сначала на нижнем, а погом и на верхнем электроде. В течение 10 мин. образование пузырьков то прекращалось, то начиналось снова, пока появление новых пузырьков не стало очень редким. Тогда напряжение было повышенено до 20 kV<sub>eff</sub>, после чего началось интенсивное выделение пузырьков газа и не только по концам электродов, в месте максимального градиента, как при 10 kV, но даже на расстоянии нескольких сантиметров от концов.

Некоторые пузырьки в момент образования с большой скоростью отталкивались от электродов и уносились в масло, другие возникали постепенно, как прежде, образуя, сцепляясь

вместе, подобие гроздей (поведение первых показывает, они несут определенные заряды).

Такие явления часто наблюдались в парафиновом же так же, как в гексане. Они всегда имели место, если масло было дегазировано, устанавливалось пониженное давление (например 11 mm) и сейчас же включалось напряжение, видно, в это время масло было насыщено (или даже пересыщено) воздухом. После выключения напряжения все эти пропадали.

Под напряжением с течением времени (в зависимости от емкости масла, при 60 см<sup>3</sup> и 10—20 kV<sub>eff</sub>—1 час) выделение пузырьков ослабевало, и при напряжении, близком к пробою—прекращалось. При повторных включениях, после выживания в течение нескольких часов масла под первоначальным вакуумом выделения пузырьков не наблюдалось.

При впуске в сосуд сухого (или нормального) атмосферного воздуха, повторном включении напряжения и создания и ума выделение пузырьков наблюдалось, как и при первом включении. В дегазированном масле (нагрев и встряхивание под вакуумом в электрическом поле) образования пузырьков не наблюдалось. Образование пузырьков газа в электрическом поле наблюдалось и при давлении в 100—300 mm Hg, пузырьки при этом были меньше и выделялись при более высоком напряжении. При впуске атмосферного воздуха в сосуд выделенные пузырьки растворялись снова. При постепенном напряжении явления протекали так же, как и при первом. Заметной разницы между положительным и отрицательным полюсами не обнаружено.

Образование пузырьков наблюдалось при медных, цинковых, стальных и серебряных электродах. Зависимость его от материала электрода и состояния поверхности (полирована или нет) не обнаружена. Вторая часть работы заключалась в изучении за маслом после пробоя (с момента пробоя).

Для пробоя были взяты латунные электроды с искровым промежутком 1,3 mm, радиусом закругления 2,5 mm, температурой 20° C, давления 11 mm Hg, скорость нарастания напряжения 0,5 kV/sec.

При 22 kV постоянного напряжения (170 kV/cm) в очищенном парафиновом масле наступал пробой. Кроме пузырьков, возникающих при самом пробое между электродами, наблюдалось выделение мелких пузырьков на самих электродах. Через 10 секунд после пробоя напряжение было выключено. Пузырьки пробоя отделились от электрода—всплыли вверх; на поверхности электрода продолжалось обильное выделение пузырьков газа, вскоре покрывших их совсем.

Это явление наблюдалось и при повторных пробоях, оно становилось слабее, и через 20 пробоев пузырьки почти исчезли, кроме пузырька пробоя (Durchschlagblase). При повторном включении после выдержки масла без напряжения под первоначальным вакуумом образование пузырьков осталось так же слабым.

При впуске в сосуд атмосферного воздуха и новом выключении напряжения образование пузырьков наблюдалось, как и при первом пробое.

В дегазированном (как выше) масле образование пузырьков после пробоя было очень слабым. При выключении напряжения после пробоя и впуске атмосферного воздуха выделение пузырьков в течение нескольких секунд растворялись в масле.

Совершенно аналогичные явления после пробоя наблюдались и при переменном напряжении, так же как и при различных электродах (латунь, цинк, сталь и серебро) разных форм, при разных искровых промежутках. Таким образом опыты показали, что при недегазированном жидким диэлектрике (парафин, масло, гексан) и пониженном давлении (11 mm Hg) абсорбированный жидкостью воздух выделяется под влиянием приложенного напряжения, образуя пузырьки как до пробоя, так и после пробоя.

При первых пробоях (в данном об'еме) наблюдается более сильное выделение пузырьков (и до и после пробоя), причем искра проскаивает между электродами со слабым, еле-умицким треском. При повторных пробоях выделение пузырьков до пробоя прекращается и сильно ослабевает после искры образуется при более сухом и сильном треске.

Образование пузырьков воздуха на значительном расстоянии от места с максимальным градиентом (место пробоя) показывает, что пробой связан с процессами, происходящими не только по концам электрода. Возможно, что перед пробоем имеет место перемещение зарядов вдоль электрода к концам. Для определения влияния абсорбированного жидкостью воздуха на пробивную прочность жидкости были проделаны ниже приведенные опыты. Свежее парафиновое масло, тщательно дегазированное, подвергалось повторным пробоям под вакуумом (11 mm) при искровом промежутке 2,2 mm, полированых электродах с радиусом закругления 2,5 mm. температуре

Во избежание сильного обгорания масла при пробоях, электродами было включено водяное сопротивление. Испытание производилось перемененным напряжением, какой кривой напряжения.

Но было настолько хорошо дегазировано, что перед проникновением выделения пузырьков не было. После пробоя масла выделялось очень мало, они были слабо подвижны, это масло имело большую вязкость.

Первом случае масло подвергалось сильному встряхиванию доступа свежего воздуха. Такое встряхивание не уменьшило пробивную прочность, но она заметно возрастила с увеличением количества пробоев от первоначального значения  $V_{max}/cm$  до  $350 \text{ kV}_{max}/cm$ .

Втором случае масло также подвергалось встряхиванию, изолировано было впущен атмосферный воздух, осуществлено мористым кальцием, после чего был дан вакуум 11 мм. звонков пробой. Пробивная прочность оказалась равной начальной  $250 \text{ kV}_{max}/cm$ , после пробоя наблюдалось сильное выделение пузырьков, которые были легко подвижны. По увеличению числа пробоев пробивная прочность стала возрастиать.

Следующий опыт был произведен после повторного впуска масла и смены электродов (были поставлены точно такие же пробы, как и прежние). Смена электродов была произведена возможно быстро, масло встряхивалось, после чего был первоначальный вакуум. После этой операции пробивная прочность вновь упала примерно до самого начального значения, выделение пузырьков вновь усилилось.

На основании вышеприведенного можно установить, что растворенный в жидкости воздух или его составные части, например кислород или азот, выделяются под напряжением на электродах, что сильно отражается на процессе пробоя. При этом при пробоях следует считать ионизационный процесс в области насыщенной пузырьками газа.

Инж. Ю. В. Корнилов

### Разное

Постоянный ток постоянного напряжения, Е и М, 1932,

6-й Международной высоковольтной конференции в Париже был заслушан доклад В. Луловса и фон Ставерена о новой лаборатории для испытания электротехнических материалов в Аригейме (Нидерланды), которая с целью сокращения времени по оборудованию и содержанию аккумуляторной батареи целиком работает на переменном токе.

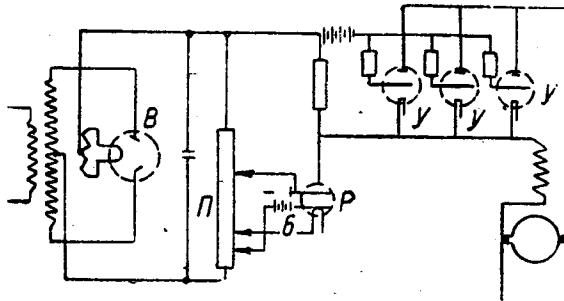


Рис. 1

Тако, ввиду того что при таких испытаниях, как, например, лампы накаливания на долговечность, необходимо поддерживать строго постоянное напряжение, а колебания напряжения в сети достигают 3%, оказалось необходимым для питания генератора установить специальный агрегат с регулятором напряжения. Агрегат состоит из альтернатора, приводимого движение от синхронного мотора. Последний, как известно, реагирует на колебания напряжения, но довольно чувствителен к колебаниям частоты. Поэтому напряжение генератора регулируется следующим образом: переменный ток от мотора подводится к выпрямителю B (рис. 1), дающему выпрямленный постоянный ток напряжением около 350 V. Напряжение этого тока (120 V) компенсируется на потенциометре П батареей из элементов Лекланше. К концам компенсационного устройства приключены катод и сетка электронной лампы P. К анодному сопротивлению этой трубки приключена в параллель 3 усиливательных лампы У. При всех изменениях напряжения соответственно меняется потенциал сетки лампы P, а именно, при возрастании напряжения увеличивается ее задерживающие свойства. Падение напряжения на

ее анодном сопротивлении уменьшается, и, значит, задерживающие свойства сеток усиливательных ламп также увеличиваются, а следовательно, их анодный ток уменьшается. От усиливательных ламп питается обмотка возбуждения возбудителя генератора, напряжение которой также уменьшается, и, таким образом, напряжение генератора понизится.

Для устранения возможных колебаний напряжения необходимы специальные меры. Тогда установка будет давать напряжение с колебанием не более  $\pm 0,05\%$ .

Напряжение измеряется методом компенсации. Компенсационное устройство состоит из двух одинаковых термоумформеров системы Мюлля (см. Е. и М. № 48 за 1930 г., стр. 78), из которых калильная проволока одного питается измеряемым переменным током, а другого—постоянным током от батареи с постоянным напряжением. Термоэлементы обоих умформеров встречно включены на гальванометр. При равенстве напряжения постоянного тока и эффективного значения напряжения переменного тока гальванометр будет стоять на нуле. Значение напряжения переменного тока легко вычислить, зная напряжение батареи и приведя гальванометр к нулю, включив прецизионное сопротивление. При всяком изменении напряжения переменного тока стрелка гальванометра отклонится.

Инж. М. Левин

Электрические свойства выпрямителя с расплавленной селитрой и его применение для получения низких напряжений при больших силах постоянного тока Helios, № 4 1932

Безводные электролитические выпрямители, к которым принадлежит описываемый выпрямитель, мало исследованы. Как показывают опыты, выпрямитель с расплавленной селитрой способен восполнить имеющийся недостаток в типах выпрямителей, работающих с хорошим к. п. д. при больших токах и малых напряжениях, что требуется в особенности для электрохимической промышленности.

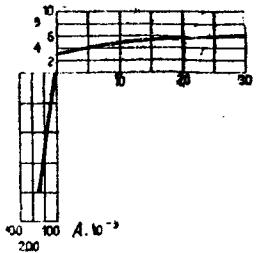


Рис. 1. Статистическая характеристика выпрямителя с  $\text{KNO}_3$ .



Рис. 2. Осциллограмма тока выпрямителя с  $\text{KNO}_3$ .



Рис. 3. Осциллограмма напряжения у выпрямителя с  $\text{KNO}_3$ .

До сих пор электрохимическая промышленность обслуживается почти исключительно вращающимися преобразователями. Только некоторую надежду на применение выпрямителей в этой области возлагают на ставший теперь известным механический выпрямитель Hartmann с волнистой струей ртути, так как падение напряжения у этого типа выпрямителей очень низкое.

Очень благоприятные обстоятельства получаются при применении выпрямителя с расплавленной селитрой, тем более, что он может быть изготовлен сравнительно дешево. В принципе этот выпрямитель состоит из алюминиевого и железного электродов, которые погружены в расплавленную селитру. Плавление селитры происходит при температуре от 350 до  $400^\circ\text{C}$  в зависимости от того, применяют ли  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$  или смеси обеих солей.

При исследовании такого выпрямителя на постоянном токе получают статистическую характеристику, изображенную на рис. 1. Кривая доказывает, что ток в направлении  $\text{Al} \rightarrow \text{Fe}$ , почти не проходит. На рис. 2 изображена кривая выпрямления переменного тока при 50 пер/сек. Только очень незначительный ток проходит через выпрямитель в направлении  $\text{Al} \rightarrow \text{Fe}$ .

Кривая падения напряжения в выпрямителе при 50 пер/сек изображена на рис. 3. На этой кривой отношение падения напряжения (в среднем 4V) при прохождении тока в направлении  $\text{Fe} \rightarrow \text{Al}$  к падению напряжения в обратном направлении не является благоприятным, так как выпрямлялось очень низкое переменное напряжение ( $\sim 12 \text{ V}$ ). Малое напряжение было взято для снятия осциллограммы, чтобы выяснить пригодность выпрямителя даже при этой малой величине напряжения.

На рис. 4 изображено падение напряжения в зависимости от величины поверхности электродов выпрямителя. Падение напряжения измерялось при постоянном токе при различных

поверхностях погружения отдельных электродов. Расстояние между электродами алюминиевыми и железными было взято равным 1 см. Увеличение расстояния до 5 см не вызывает практически заметного измерения падения напряжения. Рис. 4 показывает, что уменьшение поверхности электродов до некоторой границы не оказывает значительного влияния. Но далее замечается более значительное влияние уменьшения поверхности железа, в то время как уменьшение поверхности алюминия изменяет падение напряжения менее значительно. При постоянных поверхностях электродов падение напряжения растет вместе с плотностью тока. Кривые рис. 4 позволяют делать выводы о практических размерах электродов.

При испытании выпрямителя в качестве многофазного три или более алюминиевых электрода погружались в один железный сосуд, наполненный расплавленной селитрой. Соединение электродов с источником переменного тока производилось обычным образом: для предварительного нагрева железного сосуда до расплавления селитры можно пользоваться

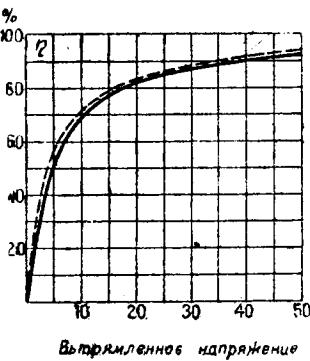


Рис. 4. Зависимость потери напряжения в выпрямителе от поверхности электродов и от силы выпрямленного тока

a—поверхность железа,  
b—поверхность алюминия.

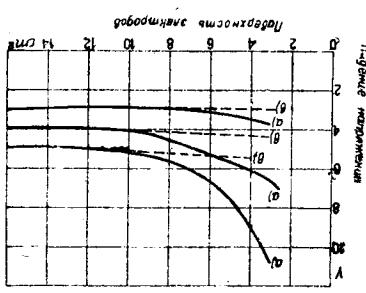


Рис. 5. Коэффициент полезного действия выпрямителя с  $\text{KNO}_3$

газом или электрическим нагревом. Во время выпрямления тока образующаяся теплота вследствие неизбежных потерь дает возможность значительно уменьшить внешний нагрев, а при достаточной тепловой изоляции даже совершенно прекратить его. На рис. 5 нанесена кривая к. п. д. выпрямителя в зависимости от напряжения постоянного тока. На практике следует, кроме того, принять во внимание обычные потери в трансформаторе и в проводах.

За высший предел выпрямленного напряжения тока приняты 50 В, так как ряд явлений (например свечение на электродах), получающихся при больших напряжениях, требует еще выяснения.

На основании кривых рис. 4 автор производит подсчет поверхности электродов. Допускаемое падение напряжения равным 3 В, можем допустить плотность тока 0,2 А/см<sup>2</sup>. Для трехфазного выпрямителя на 1000 А постоянного тока получилась бы, таким образом, поверхность каждого электрода около 5000 см<sup>2</sup>, что могут дать, например, 3 пластины разме-

ром 20 × 40 см на каждую фазу при двухстороннем измерении каждой пластины. Если допустить падение напряжения 4 В, то размеры электродов получаются в 2 раза меньше. Срок службы электродов зависит от их толщины, в котором можно рассчитывать на несколько тысяч часов. Электроды следует менять через 700–1000 час. В настоящее время выясняется, какие химические изменения происходят в электролите во время работы.

Кроме главной предполагаемой области применения в электротехнической промышленности опыт показывает, что выпрямитель с расплавленной селитрой можно применять для электрической сварки дуг. Для этого необходимы токи от 80 до 1000 А при постоянном напряжении 18–20 В. Вращающиеся преобразователи, обычно употребляемые в порт, доставляют эти мощности при низком к. п. д. (30–50%). От выпрямителя с селитрой можно получить к. п. д. 10% или, принимая во внимание в трансформаторе, до 75%, при этом достигает 0,8 (вместо 0,4 + 0,6 при вращающем преобразователе). Первоначальные затраты составляют к от 1/4 до 1/3 затрат при вращающемся преобразователе.

Инж. М. Смирнов

H. WOMMELSDORF, Переносная установка для испытания трансформаторного масла, „ETZ“, т. 50, № 9, стр. 36. J. Rehman, Испытание масла электростатическими машинами „Elektrizitätswirtschaft“ № 496, Материалы фирмы Berlin Elektros G. m. b. H. — O. Chr. Böckmann. Работы норвежской комиссии по изолирующим маслам, „Elektroteknisk Tidskrift“ № 26, стр. 325.

В качестве источника тока высокого напряжения для переносных установок, служащих для испытания изоляторов, трансформаторного масла и т. п., может применяться электростатическая машина. Wommelsdorf совместно с обединением норвежских электростанций (Norske Elektricitetsverkets-Forening) разработал такие переносные установки, используя конденсаторную машину своей системы. Примером такой установки может служить установка для испытания трансформаторного масла, выпускаемая фирмой Berliner Elektro G. m. b. H. Машина Wommelsdorf с диаметром диска 2 м дает напряжение до 85 000 В; она приводится во вращение от руки или электродвигателем мощностью в 1/20 л. с. Напряжение измеряется градуированным шаровым разрядником. Для переноски установка укладывается в ящик размером 35 × 35 × 20 см; полный вес установки с ящиком 8 кг. Машина Wommelsdorf с несколькими дисками дает напряжение до 180 000 В при силе тока до 4 мА. Подробные испытания, проведенные для сравнения испытания масла постоянным током от электростатической машины и переменным током от трансформатора, показали, что с большой, вполне достаточной для практических целей, точностью пробойное напряжение при 50-периодном токе лежит на 20% ниже значений, получаемых при пользовании электростатической машиной. Это простое соотношение может служить для пересчета в тех случаях, когда испытание производится электростатической машиной, а нормы требуют испытания переменным током.

Инж. Б. Тарез

## Содержание

Инж. В. Г. Прелков—Пути научно-исследовательской работы по электротехнике в СССР . . . . .	966
Акад. К. И. Шенфель—Исследовательские работы в области советского электромашиностроения за 15 лет . . . . .	969
Инж. А. Е. Алексеев, инж. Д. В. Ефремов и проф. Р. А. Люттер—От сборочных мастерских к первоклассному заводу советского электромашиностроения . . . . .	973
Проф. Г. И. Петров—Успехи мощного трансформаторостроения в СССР . . . . .	978
Проф. Г. Л. Эпштейн—Достижения советского электроаппаратостроения за 15 лет . . . . .	980

Акад. И. Г. Александров—О школе днепровского проектирования и строительства . . . . .	966
Проф. В. М. Хрушев—15 лет в области передачи электроэнергии . . . . .	969
Инж. Е. Аватков—Электрификация железных дорог СССР на пороге XV годовщины Октября . . . . .	973
Проф. С. О. Майдзель—Светотехника в СССР за 15 лет . . . . .	978
Журнал „Электричество“ на общественном просмотре читателей . . . . .	980
О работе журнала „Электричество“ в 1931–1932 г. . . . .	980
Программа журнала „Электричество“ на 1933 г. . . . .	980
Хроника . . . . .	980
Из книг и журналов . . . . .	980

## ОНТИ—ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Техред И. Н. Дынкин

Сдано в набор 25/X, подписано к печати 14/XI 1932. Бумага 62×94. Печатных листов 5. Печатных знаков в листе 7800

Уполн. Главл. В—40615

Москва, 9-я типография Мособлполиграфа, Юшков пер., 10 Зак. 4949.

Тираж 1300

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

**РЕДКОЛЛЕГИЯ:** инж. Е. С. Аватков, проф. В. И. Вейц, инж. В. Н. Гаврюков, инж. М. Н. Грановская, инж. Я. А. Климовицкий, акад. Г. И. Кржижановский, инж. И. С. Палицын, М. И. Рубинштейн, инж. В. А. Сазонов, проф. М. А. Шателен, проф. Я. Н. Шпильрей.

**ОТВ. РЕДАКТОР** инж. Я. А. Климовицкий.

## АННОТАЦИИ

ЛЮКОВ В. Г., инж., *Пути научно-исследовательской работы в электротехнике в СССР, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 966.* Автор в кратких чертах характеризует огромные достижения, какими приходит Советский союз к 15-й годовщине, почти во всех отраслях научного исследования по профильнике.

ШИФЕР К. И., акад., *Исследовательские работы в области советского машиностроения за 15 лет, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 969.*

Матеяется краткий очерк научно-исследовательских, выполненных в Союзе за 15 лет в области электрических машин постоянного и переменного токов в исследовательских лабораториях электромашиностроительных заводов ВЭИ российских лабораториях.

ЕКСЕЕВ А. Е., инж., ЕФРЕМОВ Д. В., инж. и ЛЮТЕР Р. А. *От сборочных мастерских к первоклассному заводу советского электромашиностроения, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 973.* Труды в краиком обзоре дают историю развития электромашиностроения на ленинградском заводе "Электросила" и его достижения (турбогенераторы, гидрогенераторы, паровые машины, рутные выпрямители и пр.).

ПРОВ Г. И., проф., *Успехи мощного трансформаторостроения СССР, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 978.*

Можлив развитие советского трансформаторостроения и технологии, которые пришлось преодолеть в этой новой для отрасли электротехнической промышленности, автор достигнутые успехи как в построении крупных высоковольтных трансформаторов, так и некоторых специальных

ШТЕЙН Г. А., проф., *Достижения союзного аппаратостроения за 15 лет, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 980.*

Касаясь вопросов, и электроаппаратостроения и, в частности, силовых выключателей, автор отмечает достижения в этой области советской электропромышленности за 15-летний период.

АЛЕКСАНДРОВ И. Г., акад., *О школе днепровского проектирования и строительства, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 982.*

Отмечая большую историческую давность днепровской проблемы и многократные попытки ее разрешения на протяжении почти двух столетий, автор указывает, что серьезная постановка этой задачи стала возможной лишь при советской власти. На основе детального и подготовительного изучения вопроса в период 1920—1927 гг. проблема Днепра при единодушной поддержке рабочих и крестьян Советского союза получила окончательное разрешение. Далее, автор отмечает большое историческое значение опыта постройки Днепрогэса, и комбината для еще более грандиозных строительств второй пятилетки.

ХРУЦОВ В. М., проф., *15 лет в области передачи электрической энергии, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 983.*

Автор указывает на стремительные темпы развития сети высоковольтных передач Союза за период 1917—1932 гг. и перечисляет сложные технические вопросы дальнейшего развития этой отрасли электрификации.

АРАТКОВ Е. С., инж., *Электрификация железных дорог СССР на пороге 15-й годовщины Октября, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 984.*

В статье отмечаются достижения и задачи в области электрификации железнодорожного транспорта СССР к 15-летию Октября.

МАИЗЕЛЬ С. О., проф., *Светотехника в СССР, за 15 лет, "Эл-во", 1932, № 21, стр. 985.*

Статья обрисовывает достижения светотехники в СССР за 15 лет и ставит задачи дальнейшего развития в этой области.

Адрес редакции: Москва, Ипатьевский п. 2; тел. 72-46.

Sachgemäße Beratung  
in allen Fragen

der

**ausländischen Reklame  
in der Sowjetunion**

bleitet unverbindlich:

Generalvertretung des  
Staatl. Anzeigenbüros  
"Inreklama", Moskau,  
in: Deutschland,  
Österreich, Tschecho-  
Slowakei, Holland,  
Schweden, Norwegen  
und Dänemark:

**Industrie- und Handelsreklame  
"TORGPROM" G.M.B.H.**

Berlin W35, Kurfürstenstr. 33  
Tel. B2 Lützow 8603

**Deutsche Gasolin Aktiengesellschaft  
Berlin-Charlottenburg, Reichskanzlerpl. 7-9**

**Горный воск (озокерит),  
сырой и беленый, марки РИБЕК  
Воск для кабелей  
Озокеритный деготь**

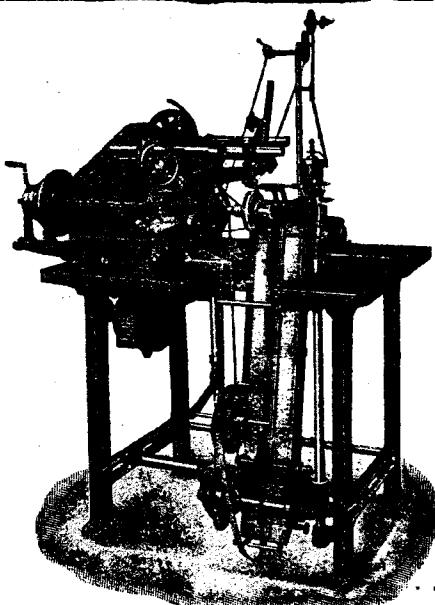
наилучшего качества,  
применяющиеся с успехом для  
асфальтной массы при по-  
стройке дорог  
аппетруры для тканей  
воска для матирки полов  
электротехнических изоли-  
ровочных материалов  
цветных карандашей  
технических жиров  
глянцевой бумаги  
пропитки дерева  
покрытия кабелей  
свечей

угольных и переводки бумаг  
лепного воска  
бумажного клея  
полиродочных лаков  
сургуча, для печатей, уда-  
ковочн. и бутылочного  
граммофонных пластинок  
шлифовальных и полиро-  
вальных веществ  
мази для чистки обуви  
обувных кремов  
морения под воск

и т. п.

*Предложения с образцами,  
инструкции для применения и справки высыпаются по запросу*

Продажа для СССР исключительно через:  
"BITUMA" Bergbau- und chemische Industrie  
Aktiengesellschaft  
Karlsbad (Tschechoslowakei), Postfach 80  
6684



## Автоматические обмоточные станки

для намотки катушек для аппаратов, измерительных трансформаторов и пр.

**MICAFIL A.-G.**  
ZURICH - ALTSTETTEN (Швейцария)

6676

**СТАНКИ**  
для двойной и тройной обмотки  
проводки

с 2, 4 и 6 ходами для проволоки  
от 0,5 до 6 мм диам. и  
от 0,5 до 2,5 мм диам.

Принудительный съем дает пол-  
ную равномерность обмотки.

\*

**Машины**  
для свивания кабелей различных размеров

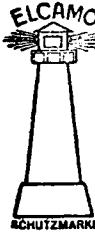
Лучшие отзывы. Умеренные цены

**Jak. Ruegg**

GIESSEREI UND MASCHINENFABRIK

Schwalbe Fahrradwerke  
Uster (Швейцария)

6679



## Motor-Aggregat- bau - Gesellschaft

m. b. H.  
Erfenschlag-Chemnitz (Германия)  
Zweigwerk der Zschopauer  
Motorenwerke J. S. Rasmussen A.G.  
Zschopau i. Sa.  
**D K W**

**Моторные агрегаты**  
всякого рода;  
**приводной силой являются**  
**двигатели внутреннего**  
**сгорания**

для бензина, бензола, керосина и нефти.

Мы кроме того поставляем в особенности:

**Малые электрические станции**  
для всех видов тока и  
всех напряжений:

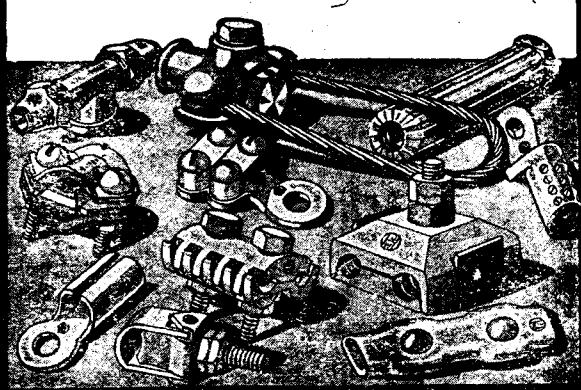
для токов низкого напряжения,  
для токов нормального напряжения,  
для токов высокого напряжения и  
для токов высокой частоты

6655

**HOFMANN**  
**MATERIAL**



**J. WILHELM HOFMANN**  
FABRIK ELEKTR. APPARATE  
KÖTZSCHENBRODA BEI DRESDEN



**Соединительный материал**  
для электрических проводов

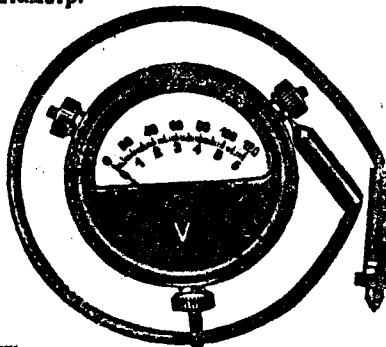
Требуйте мои каталоги

При запросах просим прилагать адрес для наклейки на конверт

# НОВОСТИ!

Мы выпустили на рынок большое количество всевозможных новинок: лабораторные измерительные приборы в изолированных коробках высокого качества, небольшие дешевые инструменты с вращающимся сердечником или вращающейся катушкой, прибор для проверки радиоламп, дешевый прибор для радиоизмерений, пантаметр.

Требуйте от нас бесплатных проспектов!



**GOSEN**  
ELEKTRISCHE BAU

(Германия)

Фабрика электрических аппаратов  
**ФР. САУТЕР**, Акц. Общ. в Базеле  
(Fabrik elektr. Apparate FR. SAUTER, A.-G., Basel)

Мы строим:

1. **Астрономические** электрические часовые выключатели для автоматического замигания и тушения уличного освещения.
2. **Автоматические** выключатели, действующие на расстоянии (реле: ртутные, магнитные и моторные).
3. **Электрические** автоматические водонагреватели (бойлеры) „КУМУЛУС“ и всевозможные электрические нагревательные приборы.

Выставляем на постоянной выставке  
„Технопромимпорта“

Поставщики Электропромпорта.

Запросы могут быть составлены также и на русском языке.

Вологодская областная универсальная научная библиотека

[www.booksite.ru](http://www.booksite.ru)

**Fr. Ghielmetti & Cie. A.-G.**  
Solothurn (Швейцария)

Периодические и стопорные выключатели, выключатели с часовым механизмом, автоматические выключатели для уличных фонарей

## Сплавы и металлы, плавленные при вакууме

Хромо-никелевая проволока для нагревательных элементов для отапливаемых электрическим калильных печей для промышленности и предметов домашнего хозяйства, с содержанием хрома от 11—33%.

Тянутые без швов трубы из хромо-никеля, плавленного в вакууме, как-то защитные трубы для пирометров и для химической промышленности.

Сплавы высшей теплостойкости для машинных частей, которые должны выдерживать длительные рабочие температуры до 1000°.

Антикатоды из меди, подвергнутой плавке в вакууме, для рентгеновских трубок. Свободная от газа, чистая никелевая проволока и лента для ламп накаливания, усиительных и передаточных трубок. Свободная от газа токоподводящая проволока для ламп накаливания из сплава железо-никеля.

Термоэлементы из плавленных при вакууме неблагородных металлов с постоянной кривой градуировкой, измерение температур от 800—1100°.

## Гереус-Вакуумшмельце

А.-О.

Ганau к. М. (Германия)

**FAVAG**

# **Fabrik elektrischer Apparate AG. NEUENBURG (Швейцария)**

**Настоящие аппараты HIPP**

(основ. в 1861 г.)

# Электрические часовые установки

Повторительные часы — Главные часы — Контактные часы для сигнализации времени на фабриках, в школах и т. п.

## Самопишащие аппараты

## для промышленных предприятий

# Дальноизмерительные установки для наблюдения за уровнем жидкостей

#### ДЛЯ ВОДЫ, НЕФТИ, БЕНЗИНА

## Контрольные аппараты проверки ночных сторожей

#### ЧОТНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

# ВО ВСЕМ МИРЕ

специалистами придано, что

## РЕЛЭ ВУХГОЛЬЦА

являются надежнейшим  
устройством для защиты  
**ТРАНСФОРМАТОРОВ.**

В настоящее время свыше

11 000 ♂♂.

таких устройств защищают трансформаторы общей мощностью

ок. 45 миллионов kVA

На основании нашего общего договора, все запросы и заказы для С.С.С.Р. следует направлять через  
Отдел Силовых Установок в Электротехнике Торгового Представительства  
С.С.С.Р. в Горниаке (Берлин) или  
СВИДЕНИЕМ ЭЛЕКТРОНИКА  
МОСКАУ.

# MAX BUCHHOLZ G M B H KASSEL (GERMANY)

## AMALIENSTRASSE 1