



# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

# 8

1 9 3 7

ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО



Вологодская областная универсальная научная библиотека

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

ТАН ГЛАВЭНЕРГОПРОМА, ГЛАВЭНЕРГО НКТП И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА АКАДЕМИИ НАУК СССР  
Адрес редакции: Москва, Бол. Калужская, дом 67. Энергетический ин-т, I этаж, комн. 144; тел. В 5-32-79  
Адрес для корреспонденции: Москва, Главный почтамт, почтовый ящик № 648.

Новому органу ВКП(б) — газете „Правда“ — в связи  
с ее 25-летием большевистский привет!

## О недостатках партийной работы и мерах ликвидации троцкистских и иных двурушников

Доклад товарища Сталина на Пленуме ЦК ВКП(б) 3 марта 1937 г.

ТОВАРИЩИ!

Из докладов и прений по ним, заслушанных Пленуме, видно, что мы имеем здесь дело со следующими тремя основными фактами.

Во-первых, вредительская и диверсионно-шпионская работа агентов иностранных государств, в числе которых довольно активную роль играли юнкисты, задела в той или иной степени все и почти все наши организации, как хозяйственные, так и административные и партийные.

Во-вторых, агенты иностранных государств, в том числе троцкисты, проникли не только в низшие организации, но и на некоторые ответственные посты.

В-третьих, некоторые наши руководящие товарищи, как в центре, так и на местах, не только сумели разглядеть настоящее лицо этих вредителей, диверсантов, шпионов и убийц, но оказались до того беспечными, благодушными и наивными, что нередко сами содействовали проникновению агентов иностранных государств на те и иные ответственные посты.

Таковы три бесспорных факта, естественно вытекающих из докладов и прений по ним.

### I

#### Политическая беспечность

Нем объяснить, что наши руководящие товарищи, имеющие богатый опыт борьбы со всякой антипартийными и антисоветскими течениями, оказались в данном случае столь наивными и наивными, что не сумели разглядеть настоящее лицо врагов народа, не сумели распознать волков в овечьей шкуре, не сумели сорвать с них маску? Можно ли утверждать, что вредительская и диверсионно-шпионская работа агентов иностранных государств, действующих на территории СССР, может являться для нас чем-либо необычным и небывалым? Нет, нельзя этого утверж-

дать. Об этом говорят вредительские акты в разных отраслях народного хозяйства за последние 10 лет, начиная с шахтинского периода, зафиксированные в официальных документах.

Можно ли утверждать, что за последнее время не было у нас каких-либо предостерегающих сигналов и предупреждающих указаний насчет вредительской, шпионской или террористической деятельности троцкистско-зиновьевских агентов фашизма? Нет, нельзя этого утверждать. Такие сигналы были, и большевики не имеют права забывать о них.

Злодейское убийство товарища Кирова было первым серьезным предупреждением, говорящим о том, что враги народа будут двурушничать и, двурушничая, будут маскироваться под большевика, под партийца, для того, чтобы втереться в доверие и открыть себе доступ в наши организации.

Судебный процесс «Ленинградского центра», равно как судебный процесс «Зиновьева—Каменева», дал новое обоснование урокам, вытекающим из факта злодейского убийства товарища Кирова.

Судебный процесс «Зиновьевско-троцкистского блока» расширил уроки предыдущих процессов, показав воочию, что зиновьевцы и троцкисты объединяют вокруг себя все враждебные буржуазные элементы, что они превратились в шпионскую и диверсионно-террористическую агентуру германской полицейской охраны, что двурушничество и маскировка являются единственным средством зиновьевцев и троцкистов для проникновения в наши организации, что бдительность и политическая прозорливость представляют наиболее верное средство для предотвращения такого проникновения, для ликвидации зиновьевско-троцкистской шайки.

Центральный Комитет ВКП(б) в своем закрытом письме от 18 января 1935 года по поводу злодейского убийства товарища Кирова реши-

тельно предостерегал партийные организации от политического благодушия и обывательского ротозейства. В закрытом письме сказано:

«Надо покончить с оппортунистическим благодушием, исходящим из ошибочного предположения о том, что по мере роста наших сил враг становится будто-бы все более ручным и безобидным. Такое предположение в корне неправильно. Оно является отрывкой правого уклона, уверяющего всех и вся, что враги будут потихоньку вползать в социализм, что они станут в конце концов настоящими социалистами. Не дело большевиков почивать на лаврах и ротозействовать. Не благодушие нам нужно, а бдительность, настоящая большевистская революционная бдительность. Надо помнить, что чем безнадежнее положение врагов, тем охотнее они будут хвататься за крайние средства, как единственные средства обреченных в их борьбе с советской властью, Надо помнить это и быть бдительным».

В своем закрытом письме от 29 июля 1936 года по поводу шпионско-террористической деятельности троцкистско-зиновьевского блока Центральный Комитет ВКП(б) вновь призывал партийные организации к максимальной бдительности, к умению распознавать врагов народа, как бы хорошо они ни были замаскированы. В закрытом письме сказано:

«Теперь, когда доказано, что троцкистско-зиновьевские изверги объединяют в борьбе против советской власти всех наиболее озлобленных и заклятых врагов трудящихся нашей страны,— шпионов, провокаторов, диверсантов, белогвардейцев, кулаков и т. д., когда между этими элементами, с одной стороны, и троцкистами и зиновьевцами, с другой стороны, стерлись всякие грани,— все наши партийные организации, все члены партии должны понять, что бдительность коммунистов необходима на любом участке и во всякой обстановке. Неотъемлемым качеством каждого большевика в настоящих условиях должно быть умение распознавать врага партии, как бы хорошо он ни был замаскирован».

Значит, сигналы и предупреждения были.

К чему призывали эти сигналы и предупреждения?

Они призывали к тому, чтобы ликвидировать слабость партийно-организационной работы и превратить партию в неприступную крепость, куда не мог бы проникнуть ни один двурушник.

Они призывали к тому, чтобы покончить с недооценкой партийно-политической работы и сделать решительный поворот в сторону всемерного усиления такой работы, в сторону усиления политической бдительности.

И что же? Факты показали, что сигналы и предупреждения воспринимались нашими товарищами более чем туго.

Об этом красноречиво говорят всем известные факты из области кампании по проверке и обмену партийных документов.

Чем объяснить, что эти предостережения и сигналы не возымели должного действия?

Чем объяснить, что наши партийные товарищи, несмотря на их опыт борьбы с антисоветскими

элементами, несмотря на целый ряд предостерегающих сигналов и предупреждающих указаний, оказались политически близорукими перед лицом вредительской и шпионско-диверсионной работы врагов народа?

Может быть наши партийные товарищи хуже, чем они были раньше, стали менее сообразительными и дисциплинированными? Нет, конечно!

Может быть они стали перерождаться? Ответ же нет! Такое предположение лишено всякого основания.

Так в чем же дело? Откуда такое ротозейство, беспечность, благодушие, слепота?

Дело в том, что наши партийные товарищи будучи увлечены хозяйственными кампаниями и колоссальными успехами на фронте хозяйственного строительства, забыли просто о некоторых очень важных фактах, о которых большевики не имеют права забывать. Они забыли об одном основном факте из области международного положения СССР и не заметили даже очень важных фактов, имеющих прямое отношение к нынешним вредителям, шпионам, диверсантам и убийцам, прикрывающимся партийным билетом и маскирующимся под большевика.

## II

### Капиталистическое окружение

Что это за факты, о которых забыли или из которых просто не заметили наши партийные товарищи?

Они забыли о том, что советская власть появилась только на одной шестой части света, а пять шестых света составляют владения капиталистических государств. Они забыли, что Советский Союз находится в обстановке капиталистического окружения. У нас принято болтать о капиталистическом окружении, но не хотеть вдуматься, что это за штука — капиталистическое окружение. Капиталистическое окружение — это не пустая фраза, это очень реальное и неприятное явление. Капиталистическое окружение — это значит, что имеется одна страна — Советский Союз, которая установила у себя социалистические порядки, и имеется, кроме того, много стран — буржуазные страны, которые продолжают вести капиталистический образ жизни и которые окружают Советский Союз, выжидая случая для того, чтобы напасть на него, разбить его или, во всяком случае — подорвать его мощь и ослабить его.

Об этом основном факте забыли наши товарищи. А ведь он именно и определяет основные взаимоотношения между капиталистическим окружением и Советским Союзом.

Взять, например, буржуазные государства. Наивные люди могут подумать, что между ними существуют исключительно добрые отношения как между государствами однотипными. Но так могут думать только наивные люди. На самом деле отношения между ними более чем далеки от добрососедских отношений. Доказано, что дважды два четыре, что буржуазные государства засылают друг к другу в тыл своих шпионов

телей, диверсантов, а иногда и убийц, дают задание внедриться в учреждения и предприятия этих государств, создать там свою сеть «в случае необходимости» — взорвать их тылы, ослабить их и подорвать их мощь. Так идет дело в настоящее время. Так обстояло и в прошлом. Взять, например, государства эпохи времен Наполеона I. Франция кишела шпионами и диверсантами из лагеря русских, немцев, австрийцев, англичан. И, наоборот, немцы, немецкие государства, Австрия, Россия и тогда в своем тылу не меньшее количество шпионов и диверсантов из французского лагеря. Англия дважды устраивала покушение на жизнь Наполеона и несколько раз подымали восстания крестьян во Франции против правительства Наполеона. А что из себя представляло наполеоновское правительство? Буржуазное правительство, которое задушило французскую революцию и сохранило только те результаты революции, которые были выгодны крупной буржуазии. Нечего и говорить, что наполеоновское правительство не оставалось в долгу у своих союзников и тоже предпринимало свои диверсионные предприятия. Так было в прошлом, 130 лет тому назад. Так обстоит дело теперь, спустя 130 лет после Наполеона I. Сейчас Франция и Англия кишат немецкими шпионами и диверсантами, наоборот, в Германии в свою очередь подвигаются англо-французские шпионы и диверсанты. Япония кишит японскими шпионами и диверсантами, а Япония — американскими.

Вопрос закон взаимоотношений между буржуазными государствами.

Вопрос заключается, почему буржуазные государства так относятся к советскому социалистическому государству более мягко и более добродушно, чем к однопартийным буржуазным государствам? Почему они должны засылать в тылы Советского Союза меньше шпионов, вредителей, диверсантов и убийц, чем засылают их в тылы союзных им буржуазных государств? Откуда им это взяли? Не вернее ли будет, с точки зрения троцкизма, предположить, что в тылы Советского Союза буржуазные государства должны засылать вдвое и втрое больше вредителей, шпионов, диверсантов и убийц, чем в тылы любого буржуазного государства?

Вопрос ясно ли, что пока существует капиталистическое окружение, будут существовать у нас шпионы, шпионы, диверсанты и убийцы, засылаемые в наши тылы агентами иностранных государств?

Вопрос всем этом забыли наши партийные товарищи, забыв об этом, оказались застигнутыми врасплох.

Вопрос почему шпионско-диверсионная работа советских агентов японо-немецкой полиции безопасности оказалась для некоторых наших товарищей полной неожиданностью.

### III

#### Современный троцкизм

Ведя борьбу с троцкистскими агентами, партийные товарищи не заметили, проглядели, что нынешний троцкизм уже не тот, чем

он был, скажем, лет 7—8 тому назад, что троцкизм и троцкисты претерпели за это время серьезную эволюцию, в корне изменившую лицо троцкизма, что ввиду этого и борьба с троцкизмом, методы борьбы с ним должны быть изменены в корне. Наши партийные товарищи не заметили, что троцкизм перестал быть политическим течением в рабочем классе, что из политического течения в рабочем классе, каким он был 7—8 лет тому назад, троцкизм превратился в оголтелую и беспринципную банду вредителей, диверсантов, шпионов и убийц, действующих по заданиям разведывательных органов иностранных государств.

Что такое политическое течение в рабочем классе? Политическое течение в рабочем классе — это такая группа или партия, которая имеет свою определенную политическую физиономию, платформу, программу, которая не прячет и не может прятать своих взглядов от рабочего класса, а наоборот, пропагандирует свои взгляды открыто и честно, на глазах у рабочего класса, которая не боится показать свое политическое лицо рабочему классу, не боится демонстрировать своих действительных целей и задач перед рабочим классом, а наоборот, с открытым забралом идет в рабочий класс для того, чтобы убедить его в правоте своих взглядов. Троцкизм в прошлом, лет 7—8 тому назад, был одним из таких политических течений в рабочем классе, правда, антиленинским и потому глубоко ошибочным, но все же политическим течением.

Можно ли сказать, что нынешний троцкизм, троцкизм, скажем, 1936 года, является политическим течением в рабочем классе? Нет, нельзя этого говорить. Почему? Потому, что современные троцкисты боятся показать рабочему классу свое действительное лицо, боятся открыть ему свои действительные цели и задачи, старательно прячут от рабочего класса свою политическую физиономию, опасаясь, что, если рабочий класс узнает об их действительных намерениях, он проклянет их, как людей чуждых, и прогонит их от себя. Этим, собственно, и объясняется, что основным методом троцкистской работы является теперь не открытая и честная пропаганда своих взглядов в рабочем классе, а маскировка своих взглядов, подбострастное и подхалимское восхваление взглядов своих противников, фарисейское и фальшивое втаптывание в грязь своих собственных взглядов.

На судебном процессе 1936 года, если вспомните, Каменев и Зиновьев решительно отрицали наличие у них какой-либо политической платформы. У них была полная возможность развернуть на судебном процессе свою политическую платформу. Однако они этого не сделали, заявив, что у них нет никакой политической платформы. Не может быть сомнения, что оба они лгали, отрицая наличие у них платформы. Теперь даже слепые видят, что у них была своя политическая платформа. Но почему они отрицали наличие у них какой-либо политической платформы? Потому что они боялись открыть свое подлинное политическое лицо, они боялись продемонстрировать свою действительную платформу реставрации капитализма в СССР, опасаясь, что

такая платформа вызовет в рабочем классе отвращение.

На судебном процессе в 1937 году Пятаков, Радек и Сокольников стали на другой путь. Они не отрицали наличия политической платформы у троцкистов и зиновьевцев. Они признали наличие у них определенной политической платформы, признали и развернули ее в своих показаниях. Но развернули ее не для того, чтобы призвать рабочий класс, призвать народ к поддержке троцкистской платформы, а для того, чтобы проклясть и заклеить ее, как платформу антинародную и антипролетарскую. Реставрация капитализма, ликвидация колхозов и совхозов, восстановление системы эксплуатации, союз с фашистскими силами Германии и Японии для приближения войны с Советским Союзом, борьба за войну и против политики мира, территориальное расчленение Советского Союза с отдачей Украины немцам, а Приморья — японцам, подготовка военного поражения Советского Союза в случае нападения на него враждебных государств и, как средство достижения этих задач, — вредительство, диверсия, индивидуальный террор против руководителей советской власти, шпионаж в пользу японо-немецких фашистских сил, — такова развернутая Пятаковым, Радеком и Сокольниковым политическая платформа нынешнего троцкизма. Понятно, что такую платформу не могли не прятать троцкисты от народа, от рабочего класса. И они прятали ее не только от рабочего класса, но и от троцкистской массы, и не только от троцкистской массы, но даже от руководящей троцкистской верхушки, состоявшей из небольшой кучки людей в 30—40 человек. Когда Радек и Пятаков потребовали от Троцкого разрешения на созыв маленькой конференции троцкистов в 30—40 человек для информации о характере этой платформы, Троцкий запретил им это, сказав, что нецелесообразно говорить о действительном характере платформы даже маленькой кучке троцкистов, так как такая «операция» может вызвать раскол.

«Политические деятели», прячущие свои взгляды, свою платформу не только от рабочего класса, но и от троцкистской массы, и не только от троцкистской массы, но и от руководящей верхушки троцкистов, — такова физиономия современного троцкизма.

Но из этого вытекает, что современный троцкизм нельзя уже называть политическим течением в рабочем классе.

Современный троцкизм есть не политическое течение в рабочем классе, а беспринципная и безыдейная банда вредителей, диверсантов, разведчиков, шпионов, убийц, банда заклятых врагов рабочего класса, действующих по найму у разведывательных органов иностранных государств.

Таков неоспоримый результат эволюции троцкизма за последние 7—8 лет.

Такова разница между троцкизмом в прошлом и троцкизмом в настоящем.

Ошибка наших партийных товарищей состоит в том, что они не заметили этой глубокой разницы между троцкизмом в прошлом и троцкизмом в настоящем. Они не заметили, что троцки-

сты давно уже перестали быть идейными людьми, что троцкисты давно уже превратились в бойников с большой дороги, способных на любую гадость, способных на все мерзкое в шпионаже и прямой измене своей родине, чтобы напасть на советскому государству и на советской власти. Они не заметили этого и не заметили поэтому во-время перестроиться для того, чтобы вести борьбу с троцкистами по-новому, решительно.

Вот почему мерзости троцкистов за последние годы явились для некоторых наших партийных товарищей полной неожиданностью.

Дальше. Наконец, наши партийные товарищи не заметили того, что между нынешними вредителями и диверсантами, среди которых троцкистские агенты фашизма играют довольно активную роль, с одной стороны, и вредителями и диверсантами времен шахтинского периода, с другой стороны, имеется существенная разница.

Во-первых. Шахтинцы и промпартийцы были открыто чуждыми нам людьми. Это были большей частью бывшие владельцы предприятий, бывшие управляющие при старых хозяевах, бывшие компаньоны старых акционерных обществ, а просто старые буржуазные специалисты, открыто враждебные нам политически. Никто из нас людей не сомневался в подлинности политического лица этих господ. Да и сами шахтинцы скрывали своего неприязненного отношения к советскому строю. Нельзя то же самое сказать о нынешних вредителях и диверсантах, о троцкистах. Нынешние вредители и диверсанты, троцкисты, — это большей частью люди партийные с партийным билетом в кармане, — стало бы людям формально не чужие. Если старые вредители шли против наших людей, то новые вредители, наоборот, лебезят перед нашими людьми, восхваляют наших людей, подхалимничают перед ними для того, чтобы втереться в доверие. Эта разница, как видите, существенная.

Во-вторых. Сила шахтинцев и промпартийцев состояла в том, что они обладали в большей или меньшей степени необходимыми техническими знаниями, в то время, как наши люди, не имея таких знаний, вынуждены были учиться у них. Это обстоятельство давало вредителям шахтинского периода большое преимущество, давало им возможность вредить свободно и беспрепятственно, давало им возможность обманывать наших людей **технически**. Не то с нынешними вредителями, с троцкистами. У нынешних вредителей никаких технических преимуществ по отношению к нашим людям. Наоборот, технически наши люди более подготовлены, чем нынешние вредители, чем троцкисты. За время от шахтинского периода до наших дней у нас выросли десятки тысяч стоящих технически подкованных большевистских кадров. Можно было бы назвать тысячи, десятки тысяч технически выросших большевистских руководителей, в сравнении с которыми эти Пятаковы и Лившицы, Шестовы и Богдановские, Мураловы и Дробнисы являются пустыми болтунами и приготовишками с точки зрения технической подготовки. В чем же в таком состоит сила современных вредителей, троцкистов? Их сила состоит в партийном билете, в

нии партийным билетом. Их сила состоит в том, что партийный билет дает им политическое доверие и открывает им доступ во все наши учреждения и организации. Их преимущество состоит в том, что, имея партийные билеты и привалясь друзьями советской власти, они обманывали наших людей **политически**, злоупотребляли доверием, вредили втихомолку и открывали государственные секреты врагам Советского Союза. «Преимущество» сомнительное по своей политической и моральной ценности, но все же преимущество». Этим «преимуществом» и объясняется, собственно, то обстоятельство, что троцкистские вредители, как люди с партбилетом, имеющие доступ во все места наших учреждений и организаций, оказались прямой находкой для разведывательных органов иностранных государств.

Ошибка некоторых наших партийных товарищей состоит в том, что они не заметили, не поняли всей этой разницы между старыми и новыми вредителями, между шахтинцами и троцкистами, не заметив этого, не сумели вовремя переориентироваться для того, чтобы повести борьбу с новыми вредителями по-новому.

#### IV

#### Теневые стороны хозяйственных успехов

Каковы основные факты из области нашего международного и внутреннего положения, о которых забыли или которых не заметили многие из партийных товарищей.

Почему наши люди оказались застигнутыми сплошными событиями последних лет по части вредительства и диверсий.

Могут спросить: но почему наши люди не забыли всего этого, почему они забыли обо всем?

Откуда взялись все эти забывчивость, слепота, беспечность, благодушие?

Есть ли это органический порок в работе наших людей?

Нет, это не органический порок. Это — временное явление, которое может быть быстро ликвидировано при наличии некоторых усилий со стороны наших людей.

В чем же тогда дело?

Дело в том, что наши партийные товарищи за последние годы были всецело поглощены хозяйственной работой, они были до крайности увлечены хозяйственными успехами и, будучи увлечены всем этим делом, — забыли обо всем другом, забросили все остальное.

Дело в том, что, будучи увлечены хозяйственными успехами, они стали видеть в этом деле не конец всего, а на такие дела, как международное положение Советского Союза, капиталистическое окружение, усиление политической партии, борьба с вредительством и т. п. — стали просто обращать внимания, полагая, что эти вопросы представляют второстепенное, а даже третьестепенное дело.

Успехи и достижения — дело, конечно, великое. Успехи в области социалистического строительства действительно огромны. Но успехи,

как и все на свете, имеют и свои теневые стороны. У людей, мало искушенных в политике, большие успехи и большие достижения нередко порождают беспечность, благодушие, самодовольство, чрезмерную самоуверенность, зазнайство, хвастовство. Вы не можете отрицать, что за последнее время хвастунов у нас развелось видимо-невидимо. Неудивительно, что в этой обстановке больших и серьезных успехов в области социалистического строительства создаются настроения бахвальства, настроения парадных манифестаций наших успехов, создаются настроения недооценки сил наших врагов, настроения переоценки своих сил и, как следствие всего этого, — появляется политическая слепота.

Тут я должен сказать несколько слов об опасностях, связанных с успехами, об опасностях, связанных с достижениями.

Об опасностях, связанных с трудностями, мы знаем по опыту. Вот уже несколько лет ведем борьбу с такого рода опасностями и, надо сказать, не без успеха. Опасности, связанные с трудностями, у людей нестойких порождают нередко настроения уныния, неверия в свои силы, настроения пессимизма. И, наоборот, там, где дело идет о том, чтобы побороть опасности, проистекающие из трудностей, люди закаляются в этой борьбе и выходят из борьбы действительно твердыми, закаленными большевиками. Такова природа опасностей, связанных с трудностями. Таковы результаты преодоления трудностей.

Но есть другого рода опасности, опасности, связанные с успехами, опасности, связанные с достижениями. Да, да, товарищи, опасности, связанные с успехами, с достижениями. Опасности эти состоят в том, что у людей, мало искушенных в политике и не очень много видавших, обстановка успехов — успех за успехом, достижение за достижением, перевыполнение планов за перевыполнением, — порождает настроения беспечности и самодовольства, создает атмосферу парадных торжеств и взаимных приветствий, убивающих чувство меры и притупляющих политическое чутье, размагничивает людей и толкает их на то, чтобы почить на лаврах.

Неудивительно, что в этой одуряющей атмосфере зазнайства и самодовольства, атмосфере парадных манифестаций и шумливых самовосхвалений люди забывают о некоторых существенных фактах, имеющих первостепенное значение для судеб нашей страны, люди начинают не замечать таких неприятных фактов, как капиталистическое окружение, новые формы вредительства, опасности, связанные с нашими успехами и т. п. Капиталистическое окружение? Да это же чепуха! Какое значение может иметь какое-то капиталистическое окружение, если мы выполняем и перевыполняем наши хозяйственные планы? Новые формы вредительства, борьба с троцкизмом? Все это пустяки! Какое значение могут иметь все эти мелочи, когда мы выполняем и перевыполняем наши хозяйственные планы? Партийный устав, выборность парторганов, отчетность партийных руководителей перед партийной массой? Да есть ли во всем этом нужда? Стоит ли вообще возмущаться этими мелочами, если хозяйство у нас растет, а материальное положение ра-



бочих и крестьян все более и более улучшается? Пустяки все это! Планы перевыполняем, партия у нас неплохая, ЦК партии тоже неплохой,—какого рожна еще нам нужно? Странные люди сидят там в Москве, в ЦК партии: выдумывают какие-то вопросы, толкуют о каком-то вредительстве, сами не спят, другим спать не дают...

Вот вам наглядный пример того, как легко и «просто» заражаются политической слепотой некоторые наши неопытные товарищи в результате головокружительного увлечения хозяйственными успехами.

Таковы опасности, связанные с успехами, с достижениями.

Таковы причины того, что наши партийные товарищи, увлекшись хозяйственными успехами, забыли о фактах международного и внутреннего характера, имеющих существенное значение для Советского Союза, и не заметили целого ряда опасностей, окружающих нашу страну.

Таковы корни нашей беспечности, забывчивости, благодушия, политической слепоты.

Таковы корни недостатков нашей хозяйственной и партийной работы.

## V

### Наши задачи

Как ликвидировать эти недостатки нашей работы?

Что нужно сделать для этого?

Необходимо осуществить следующие мероприятия.

1) Необходимо прежде всего повернуть внимание наших партийных товарищей, увязающих в «текущих вопросах» по линии того или иного ведомства,—в сторону больших политических вопросов международного и внутреннего характера.

2) Необходимо поднять политическую работу нашей партии на должную высоту, поставив во главу угла задачу политического просвещения и большевистской закалки партийных, советских и хозяйственных кадров.

3) Необходимо разъяснять нашим партийным товарищам, что хозяйственные успехи, значение которых бесспорно очень велико и которых мы будем добиваться и впредь, изо дня в день, из года в год,—все же не исчерпывают всего дела нашего социалистического строительства.

Разъяснять, что теневые стороны, связанные с хозяйственными успехами и выражающиеся в самодовольстве, беспечности, в притуплении политического чутья, могут быть ликвидированы лишь в том случае, если хозяйственные успехи сочетаются с успехами партийного строительства и развернутой политической работы нашей партии.

Разъяснять, что сами хозяйственные успехи, их прочность и длительность целиком и полностью зависят от успехов партийно-организационной и партийно-политической работы, что без этого условия хозяйственные успехи могут оказаться построенными на песке.

4) Необходимо помнить и никогда не забывать, что капиталистическое окружение является

основным фактом, определяющим международное положение Советского Союза.

Помнить и никогда не забывать, что в капиталистическом окружении,—будут ли это диверсанти, шпионы, террористы, закладываемые в тылы Советского Союза разведывательными органами иностранных государств, помня об этом и вести борьбу с теми товарищами, которые недооценивают значения факта капиталистического окружения, которые недооценили силы и значения вредительства.

Разъяснять нашим партийным товарищам, никакие хозяйственные успехи, как бы они были велики, не могут аннулировать факта капиталистического окружения и вытекающих из этого факта результатов.

Принять необходимые меры для того, чтобы наши товарищи, партийные и беспартийные большевики, имели возможность знакомиться с фактами и задачами, с практикой и техникой вредительско-диверсионной и шпионской работы иностранных разведывательных органов.

5) Необходимо разъяснить нашим партийным товарищам, что трюкисты, представляющие активные элементы диверсионно-вредительско-шпионской работы иностранных разведывательных органов, давно уже перестали быть политическим течением в рабочем классе, что они давно уже перестали служить какой-либо идее, сочувствующей с интересами рабочего класса, что они превратились в беспринципную и безыдейную банду вредителей, диверсантов, шпионов, убийц работающих по найму у иностранных разведывательных органов.

Разъяснить, что в борьбе с современным троцкизмом нужны теперь не старые методы, не методы дискуссий, а новые методы, методы выкалывания и разгрома.

6) Необходимо разъяснить нашим партийным товарищам разницу между современными вредителями и вредителями шахтинского периода, разъяснить, что если вредители шахтинского периода обманывали наших людей на технику, используя их техническую отсталость, то современные вредители, обладающие партийным билетом, обманывают наших людей на политическом доверии к ним, как к членам партии, используя политическую беспечность наших людей.

Необходимо дополнить старый лозунг о овладении техникой, соответствующий периоду шахтинских времен, новым лозунгом о политическом воспитании кадров, об овладении большевизмом и ликвидации нашей политической неустойчивости, лозунгом, вполне соответствующим нынешнему переживаемому периоду.

Могут спросить: разве нельзя было лет десять тому назад, в период шахтинских времен, сразу оба лозунга, и первый лозунг об овладении техникой, и второй лозунг о политическом воспитании кадров? Нет, нельзя было. Так и дела не делаются в большевистской партии. В самые важные моменты революционного движения всегда выдвигается один какой-либо основной лозунг, как узловой, для того, чтобы, ухватившись за него, вытянуть через него всю цепь. И так учил нас: найдите основное звено в цепи нашей работы, ухватитесь за него и вытягивайте

для того, чтобы через него вытянуть всю жизнь вперед. История революционного движения показывает, что эта тактика является совершенно правильной тактикой. В шахтинский период слабость наших людей состояла в их технической отсталости. Не политические, а технические вопросы составляли тогда для нас слабое место. Что касается наших политических отношений к тогдашним вредителям, то они были совершенно ясны, как отношения большевиков к политически чуждым людям. Эту нашу техническую слабость мы ликвидировали тем, что дали шанс об овладении техникой и воспитании за короткий период десятки и сотни тысяч техников подкованных большевистских кадров. Другое дело теперь, когда мы имеем уже технически подготовленные большевистские кадры и когда сами вредители выступают не открыто чуждые нам, не имеющие к тому же никаких технических преимуществ в сравнении с нашими людьми, обладающие партийным билетом и пользующиеся всеми правами членов партии. Теперь слабость наших людей составляет не техническая отсталость, а политическая беспечность, слепое доверие к людям, случайно получившим партийный билет, отсутствие проверки людей не по их политическим декларациям, а по результатам их работы. Теперь узловым вопросом для нас является не ликвидация технической отсталости наших кадров, ибо она в основном уже ликвидирована, а ликвидация политической беспечности и политической доверчивости к вредителям, случайно заполучившим партийный билет.

Важная коренная разница между узловым вопросом в деле борьбы за кадры в период шахтинского времени и узловым вопросом настоящего периода.

От почему мы не могли и не должны были жить лет десять тому назад сразу оба лозунга, лозунг об овладении техникой, и лозунг о политическом воспитании кадров.

От почему старый лозунг об овладении техникой необходимо теперь дополнить новым лозунгом об овладении большевизмом, о политическом воспитании кадров и ликвидации нашей политической беспечности.

Необходимо разбить и отбросить прочь гнилую теорию о том, что с каждым нашим движением вперед классовая борьба у нас конна будто бы все более и более затухать, по мере наших успехов классовый враг становится будто бы все более и более ручным.

Это — не только гнилая теория, но и опасная ловушка, ибо она усыпляет наших людей, заводит в капкан, а классовому врагу дает возможность оправиться для борьбы с советской

классов в СССР неодинокими. Они имеют прямую поддержку со стороны наших врагов за пределами СССР. Ошибочно было бы думать, что сфера классовой борьбы ограничена пределами СССР. Если один конец классовой борьбы имеет свое действие в рамках СССР, то другой ее конец протягивается в пределы окружающих нас буржуазных государств. Об этом не могут не знать остатки разбитых классов. И именно поэтому, что они об этом знают, они будут и впредь продолжать свои отчаянные вылазки.

Так учит нас история. Так учит нас ленинизм. Необходимо помнить все это и быть начеку.

8) Необходимо разбить и отбросить прочь другую гнилую теорию, говорящую о том, что не может быть будто бы вредителем тот, кто не всегда вредит и кто хоть иногда показывает успехи в своей работе.

Эта странная теория изобличает наивность ее авторов. Ни один вредитель не будет все время вредить, если он не хочет быть разоблаченным в самый короткий срок. Наоборот, настоящий вредитель должен время от времени показывать успехи в своей работе, ибо это — единственное средство сохраниться ему, как вредителю, втереться в доверие и продолжать свою вредительскую работу.

Я думаю, что вопрос этот ясен и не нуждается в дальнейших разъяснениях.

9) Необходимо разбить и отбросить прочь третью гнилую теорию, говорящую о том, что систематическое выполнение хозяйственных планов сводит будто бы на-нет вредительство и результаты вредительства.

Подобная теория может преследовать лишь одну цель: пощекотать ведомственное самолюбие наших работников, успокоить их и ослабить их борьбу с вредительством.

Что значит — «систематическое выполнение наших хозяйственных планов»?

Во-первых, доказано, что все наши хозяйственные планы являются заниженными, ибо они не учитывают огромных резервов и возможностей, тающихся в недрах нашего народного хозяйства.

Во-вторых, суммарное выполнение хозяйственных планов по наркоматам в целом еще не значит, что по некоторым очень важным отраслям так же выполняются планы. Наоборот, факты говорят, что целый ряд наркоматов, выполнивших и даже перевыполнивших годовые хозяйственные планы, систематически не выполняют планов по некоторым очень важным отраслям народного хозяйства.

В-третьих, не может быть сомнения в том, что если бы вредители не были разоблачены и выброшены вон, с выполнением хозяйственных планов дело обстоит бы куда хуже, чем следовало бы помнить близоруким авторам разбираемой теории.

В-четвертых, вредители обычно приурочивают главную свою вредительскую работу не к периоду мирного времени, а к периоду кануна войны или самой войны. Допустим, что мы стали бы убаюкивать себя гнилой теорией о «систематическом выполнении хозяйственных планов» и не трогали бы вредителей. Представляют ли авторы этой гнилой теории, какой колоссальный вред



бочих и крестьян все более и более улучшается? Пустяки все это! Планы перевыполняем, партия у нас неплохая, ЦК партии тоже неплохой,—какого рожна еще нам нужно? Станные люди сидят там в Москве, в ЦК партии: выдумывают какие-то вопросы, толкуют о каком-то вредительстве, сами не спят, другим спать не дают...

Вот вам наглядный пример того, как легко и «просто» заражаются политической слепотой некоторые наши неопытные товарищи в результате головокружительного увлечения хозяйственными успехами.

Таковы опасности, связанные с успехами, с достижениями.

Таковы причины того, что наши партийные товарищи, увлекшись хозяйственными успехами, забыли о фактах международного и внутреннего характера, имеющих существенное значение для Советского Союза, и не заметили целого ряда опасностей, окружающих нашу страну.

Таковы корни нашей беспечности, забывчивости, благодушия, политической слепоты.

Таковы корни недостатков нашей хозяйственной и партийной работы.

## V

### Наши задачи

Как ликвидировать эти недостатки нашей работы?

Что нужно сделать для этого?

Необходимо осуществить следующие мероприятия.

1) Необходимо прежде всего повернуть внимание наших партийных товарищей, увязающих в «текущих вопросах» по линии того или иного ведомства,—в сторону больших политических вопросов международного и внутреннего характера.

2) Необходимо поднять политическую работу нашей партии на должную высоту, поставив во главу угла задачу политического просвещения и большевистской закалки партийных, советских и хозяйственных кадров.

3) Необходимо разъяснять нашим партийным товарищам, что хозяйственные успехи, значение которых бесспорно очень велико и которых мы будем добиваться и впредь, изо дня в день, из года в год,—все же не исчерпывают всего дела нашего социалистического строительства.

Разъяснять, что теневые стороны, связанные с хозяйственными успехами и выражающиеся в самодовольстве, беспечности, в притуплении политического чутья, могут быть ликвидированы лишь в том случае, если хозяйственные успехи сочетаются с успехами партийного строительства и развернутой политической работы нашей партии.

Разъяснять, что сами хозяйственные успехи, их прочность и длительность целиком и полностью зависят от успехов партийно-организационной и партийно-политической работы, что без этого условия хозяйственные успехи могут оказаться построенными на песке.

4) Необходимо помнить и никогда не забывать, что капиталистическое окружение является

основным фактом, определяющим международное положение Советского Союза.

Помнить и никогда не забывать, что есть капиталистическое окружение,—будут и дивергенты, шпионы, террористы, лаемые в тылы Советского Союза разведывательными органами иностранных государств, под об этом и вести борьбу с теми товарищами, которые недооценивают значения факта капиталистического окружения, которые недооценили силы и значения вредительства.

Разъяснять нашим партийным товарищам никакие хозяйственные успехи, как бы они были велики, не могут аннулировать факта капиталистического окружения и вытекающих из этого факта результатов.

Принять необходимые меры для того, чтобы наши товарищи, партийные и беспартийные большевики, имели возможность знакомиться с фактами и задачами, с практикой и техникой вредительско-диверсионной и шпионской работы иностранных разведывательных органов.

5) Необходимо разъяснить нашим партийным товарищам, что троцкисты, представляющие активные элементы диверсионно-вредительской шпионской работы иностранных разведывательных органов, давно уже перестали быть политическим течением в рабочем классе, что они давно уже перестали служить какой-либо идее, совместимой с интересами рабочего класса, что они превратились в беспринципную и безыдейную банду вредителей, диверсантов, шпионов, работающих по найму у иностранных разведывательных органов.

Разъяснить, что в борьбе с современным троцкизмом нужны теперь не старые методы, не методы дискуссий, а новые методы, методы выживания и разгрома.

6) Необходимо разъяснить нашим партийным товарищам разницу между современными вредителями и вредителями шахтинского периода, разъяснить, что если вредители шахтинского периода обманывали наших людей на тех, используя их техническую отсталость, то современные вредители, обладающие партийным опытом, обманывают наших людей на политическом доверии к ним, как к членам партии, используя политическую беспечность наших людей.

Необходимо дополнить старый лозунг о овладении техникой, соответствующий периоду шахтинских времен, новым лозунгом о политическом воспитании кадров, об овладении большевизмом и ликвидации нашей политической вредности, лозунгом, вполне соответствующим нынешнему переживаемому периоду.

Могут спросить: разве нельзя было лет десять тому назад, в период шахтинских времен, сразу оба лозунга, и первый лозунг об овладении техникой, и второй лозунг о политическом воспитании кадров? Нет, нельзя было. Так дела не делаются в большевистской партии. Воротные моменты революционного движения всегда выдвигается один какой-либо основной лозунг, как узловый, для того, чтобы, ухватившись за него, вытянуть через него всю цепь. И так учил нас: найдите основное звено в нашей работе, ухватитесь за него и вытяните

для того, чтобы через него вытянуть всю итти вперед. История революционного движения показывает, что эта тактика является именно правильной тактикой. В шахтинский период слабость наших людей состояла в их технической отсталости. Не политические, а технические вопросы составляли тогда для нас слабину. Что касается наших политических отношений к тогдашним вредителям, то они были совершенно ясны, как отношения большевиков политически чуждым людям. Эту нашу техническую слабость мы ликвидировали тем, что дали им об овладении техникой и воспитали за этот период десятки и сотни тысяч технически подкованных большевистских кадров. Другое дело теперь, когда мы имеем уже технически подготовленные большевистские кадры и когда эти вредители выступают не открыто чуждые, не имеющие к тому же никаких технических преимуществ в сравнении с нашими людьми, а, обладая партийным билетом и пользуются всеми правами членов партии. Теперь слабость наших людей составляет не техническая слабость, а политическая беспечность, слепое доверие к людям, случайно получившим партийный билет, отсутствие проверки людей не по их политическим декларациям, а по результатам их работы. Теперь узловым вопросом для нас является не ликвидация технической отсталости наших кадров, ибо она в основном уже ликвидирована, а ликвидация политической беспечности и политический доверчивости к вредителям, случайно заполучившим партийный билет. Главная коренная разница между узловым вопросом в деле борьбы за кадры в период шахтинского времени и узловым вопросом настоящего периода.

От почему мы не могли и не должны были пять лет десять тому назад сразу оба лозунга, лозунг об овладении техникой, и лозунг о политическом воспитании кадров.

От почему старый лозунг об овладении техникой необходимо теперь дополнить новым лозунгом об овладении большевизмом, о политическом воспитании кадров и ликвидации нашей политической беспечности.

Необходимо разбить и отбросить прочь гнилую теорию о том, что с каждым нашим движением вперед классовая борьба у нас должна будто бы все более и более затухать, что мере наших успехов классовый враг становится будто бы все более и более ручным.

Ибо — не только гнилая теория, но и опасная практика, ибо она усыпляет наших людей, заводит их в капкан, а классовому врагу дает возможность оправиться для борьбы с советской властью.

Наоборот, чем больше будем продвигаться вперед, чем больше будем иметь успехов, тем больше будут озлобляться остатки разбитых эксплуататорских классов, тем скорее будут они принимать более острые формы борьбы, тем больше будут пакостить советскому государству, тем больше они будут хвататься за самые отчаянные средства борьбы, как последние средства выживания.

Ибо иметь в виду, что остатки разбитых

классов в СССР не одиноки. Они имеют прямую поддержку со стороны наших врагов за пределами СССР. Ошибочно было бы думать, что сфера классовой борьбы ограничена пределами СССР. Если один конец классовой борьбы имеет свое действие в рамках СССР, то другой ее конец протягивается в пределы окружающих нас буржуазных государств. Об этом не могут не знать остатки разбитых классов. И именно поэтому, что они об этом знают, они будут и впредь продолжать свои отчаянные вылазки.

Так учит нас история. Так учит нас ленинизм.

Необходимо помнить все это и быть на-чеку.

8) Необходимо разбить и отбросить прочь другую гнилую теорию, говорящую о том, что не может быть будто бы вредителем тот, кто не всегда вредит и кто хоть иногда показывает успехи в своей работе.

Эта странная теория изобличает наивность ее авторов. Ни один вредитель не будет все время вредить, если он не хочет быть разоблаченным в самый короткий срок. Наоборот, настоящий вредитель должен время от времени показывать успехи в своей работе, ибо это — единственное средство сохраниться ему, как вредителю, втереться в доверие и продолжать свою вредительскую работу.

Я думаю, что вопрос этот ясен и не нуждается в дальнейших разъяснениях.

9) Необходимо разбить и отбросить прочь третью гнилую теорию, говорящую о том, что систематическое выполнение хозяйственных планов сводит будто бы на-нет вредительство и результаты вредительства.

Подобная теория может преследовать лишь одну цель: пощекотать ведомственное самолюбие наших работников, успокоить их и ослабить их борьбу с вредительством.

Что значит — «систематическое выполнение наших хозяйственных планов»?

Во-первых, доказано, что все наши хозяйственные планы являются заниженными, ибо они не учитывают огромных резервов и возможностей, тающихся в недрах нашего народного хозяйства.

Во-вторых, суммарное выполнение хозяйственных планов по наркоматам в целом еще не значит, что по некоторым очень важным отраслям так же выполняются планы. Наоборот, факты говорят, что целый ряд наркоматов, выполнивших и даже перевыполнивших годовые хозяйственные планы, систематически не выполняют планов по некоторым очень важным отраслям народного хозяйства.

В-третьих, не может быть сомнения в том, что если бы вредители не были разоблачены и выброшены вон, с выполнением хозяйственных планов дело обстоит бы куда хуже, о чем следовало бы помнить близоруким авторам разбираемой теории.

В-четвертых, вредители обычно приурочивают главную свою вредительскую работу не к периоду мирного времени, а к периоду кануна войны или самой войны. Допустим, что мы стали бы убаюкивать себя гнилой теорией о «систематическом выполнении хозяйственных планов» и не трогали бы вредителей. Представляют ли авторы этой гнилой теории, какой колоссальный вред

нанесли бы нашему государству вредители в случае войны, если бы дали им остаться в недрах нашего народного хозяйства под сенью гнилой теории о «систематическом выполнении хозяйственных планов».

Не ясно ли, что теория о «систематическом выполнении хозяйственных планов» есть теория, выгодная для вредителей?

10) Необходимо разбить и отбросить прочь четвертую гнилую теорию, говорящую о том, что стахановское движение является будто бы основным средством ликвидации вредительства.

Эта теория выдумана для того, чтобы под шумок болтовни о стахановцах и стахановском движении отвести удар от вредителей.

Тов. Молотов в своем докладе демонстрировал целый ряд фактов, говорящих о том, как троцкистские и не-троцкистские вредители в Кузбассе и Донбассе, злоупотребляя доверием наших политически беспечных товарищей, систематически водили за нос стахановцев, ставили им палки в колеса, искусственно создавали целый ряд препятствий для их успешной работы и добились, наконец, того, что расстроили их работу. Что могут сделать одни лишь стахановцы, если вредительское ведение капитального строительства, скажем, в Донбассе привело к разрыву между подготовительными работами по добыче угля, которые отстают от темпов, и всеми другими работами? Не ясно ли, что само стахановское движение нуждается в реальной помощи с нашей стороны против всех и всяких махинаций вредителей для того, чтобы двинуть вперед дело и выполнить свою великую миссию? Не ясно ли, что борьба с вредительством, борьба за ликвидацию вредительства, обуздание вредительства является условием, необходимым для того, чтобы стахановское движение могло развернуться во всю ширь?

Я думаю, что вопрос этот так же ясен и не нуждается в дальнейших разъяснениях.

11) Необходимо разбить и отбросить прочь пятую гнилую теорию, говорящую о том, что у троцкистских вредителей нет будто бы больше резервов, что они добирают будто бы свои последние кадры.

Это неверно, товарищи. Такую теорию могли выдумать только наивные люди. У троцкистских вредителей есть свои резервы. Они состоят прежде всего из остатков разбитых эксплуататорских классов в СССР. Они состоят из целого ряда групп и организаций за пределами СССР, враждебных Советскому Союзу.

Взять, например, троцкистский контрреволюционный IV интернационал, состоящий на две трети из шпионов и диверсантов. Чем это не резерв? Разве не ясно, что этот шпионский интернационал будет выделять кадры для шпионско-вредительской работы троцкистов?

Или еще, взять, например, группу пройдохи Шефло в Норвегии, приютившую у себя обершпиона Троцкого и помогавшую ему пакостить Советскому Союзу. Чем эта группа не резерв? Кто может отрицать, что эта контрреволюционная группа будет и впредь оказывать услуги троцкистским шпионам и вредителям?

Или еще, взять, например, другую группу та-

кого же пройдохи, как Шефло, группу Суваро в Франции. Чем она не резерв? Разве мы отрицаем, что эта группа пройдох также будет помогать троцкистам в их шпионско-вредительской работе против Советского Союза?

А все эти господа из Германии, всякие Рут Фишеры, Масловы, Урбансы, продавшие душу и тело фашистам, — чем они не резервы троцкистской шпионско-вредительской работы?

Или, например, известная орда писателей Америки во главе с известным жуликом Иттином, все эти разбойники пера, которые и живут, что клеветают на рабочий класс СССР, чем они не резерв для троцкизма?

Нет, надо отбросить прочь гнилую теорию о том, что троцкисты добирают будто бы последние кадры.

12) Наконец, необходимо разбить и отбросить прочь еще одну гнилую теорию, говорящую о том, что так как нас, большевиков, мало, а вредителей много, так как нас, большевиков, поддерживают десятки миллионов людей, а троцкистских вредителей лишь единицы и десятки, то мы, большевики, могли бы и не обращать внимания на какую-то кучку вредителей.

Это неверно, товарищи. Эта более чем старая теория придумана для того, чтобы утешить некоторых наших руководящих товарищей, провалившихся на работе ввиду их неумения бороться с вредительством, и усыпить их бдительность, дать им спокойно спать.

Что троцкистских вредителей поддерживают единицы, а большевиков десятки миллионов людей — это, конечно, верно. Но из этого вовсе следует, что вредители не могут нанести нашему делу серьезнейший вред. Для того, чтобы наложить и навредить, для этого вовсе не требуется большое количество людей. Чтобы построить Днепрострой, надо пустить в дело десятки тысяч рабочих. А чтобы его взорвать для этого требуется может быть несколько сотен человек, не больше. Чтобы выиграть сражение во время войны, для этого может потребоваться несколько корпусов красноармейцев. А для того, чтобы провалить этот выигрыш на фронте, для этого достаточно несколько человек шпионов где-нибудь в штабе армии или в штабе дивизии, могущих выкрасть оперативный план и передать его противнику. Чтобы построить большой железнодорожный мост, для этого требуются тысячи людей. Но чтобы его взорвать, на это достаточно всего нескольких человек. Таких примеров можно было бы привести десятки и сотни.

Стало быть, нельзя утешать себя тем, что много, а их, троцкистских вредителей, мало.

Надо добиться того, чтобы их, троцкистских вредителей, не было вовсе в наших рядах.

Так обстоит дело с вопросом о том, как ликвидировать недостатки нашей работы, общие для всех наших организаций, как хозяйственных и советских, так и административных и партийных.

Таковы меры, необходимые для того, чтобы ликвидировать эти недостатки.

Что касается специально партийных организаций и недостатков в их работе то о

иции этих недостатков достаточно подробно описаны в представляемом на ваше усмотрение проекте резолюции. Я думаю, поэтому, что нет необходимости распространяться здесь об этой стороне дела.

Хотелось бы только сказать несколько слов по поводу о политической подготовке и усовершенствовании наших партийных кадров.

Я думаю, что если бы мы смогли, если бы мы могли наши партийные кадры, снизу доверху, готовить идеологически и закалить их политически таким образом, чтобы они могли свободно ориентироваться во внутренней и международной обстановке, если бы мы сумели сделать вполне зрелыми ленинцами, марксистами, способными решать без серьезных ошибок вопросы мирового хозяйства страной, то мы разрешили бы этим задачу десятых всех наших задач.

Как обстоит дело с руководящим составом нашей партии?

В составе нашей партии, если иметь в виду ее руководящие слои, имеется около 3—4 тысяч таких руководителей. Это, я бы сказал, — генеральный состав нашей партии.

Далее идут 30—40 тысяч средних руководителей. Это — наше партийное офицерство.

Далше идут около 100—150 тысяч низшего партийного командного состава. Это, так сказать, наше партийное унтер-офицерство.

Поднять идеологический уровень и политическую закалку этих командных кадров, влить в эти кадры свежие силы, ждущие своего выдвижения, и расширить таким образом состав руководящих кадров, — вот задача.

Что требуется для этого?

Прежде всего необходимо предложить нашим партийным руководителям, от секретарей ячейек до секретарей областных и республиканских партийных организаций, подобрать себе в течение рабочего периода по два человека, по два партийных работника, способных быть их действительными заместителями. Могут сказать: а где достать, двух заместителей на каждого, у нас таких людей, нет соответствующих работников. Это неверно, товарищи. Людей способных, людей талантливых у нас десятки тысяч. Надо только их знать и вовремя выдвигать, чтобы они не переставали на старом месте и не начинали гнить. Ищите да обрящите.

Далее. Для партийного обучения и переподготовки секретарей ячейек необходимо создать в каждом областном центре четырехмесячные **«Политические курсы»**. На эти курсы надо направлять секретарей всех первичных партийных организаций (ячеек), а потом, по прохождении курсов и возвращении их на место, — их заместителей и наиболее способных членов первичных партийных организаций.

Далше. Для политической переподготовки секретарей районных организаций необходимо создать по СССР, скажем, в 10-ти наиболее важных центрах, восьмимесячные **«Ленинские курсы»**. На эти курсы следует направлять секретарей районных и окружных партийных организаций, а потом, по прохождении курсов и возвращении их на место, — их заместителей

и наиболее способных членов районных и окружных организаций.

Далше. Для идеологической переподготовки и политического усовершенствования секретарей городских организаций необходимо создать при ЦК ВКП(б) шестимесячные **«Курсы по истории и политике партии»**. На эти курсы следует направлять первых или вторых секретарей городских организаций, а потом, по прохождении курсов и возвращении их на место, — наиболее способных членов городских организаций.

Наконец, необходимо создать при ЦК ВКП(б) шестимесячное **«Совещание по вопросам внутренней и международной политики»**. Сюда надо направлять первых секретарей областных и краевых организаций и центральных комитетов национальных коммунистических партий. Эти товарищи должны дать не одну, а несколько смен, могущих заменить руководителей Центрального Комитета нашей партии. Это необходимо и это должно быть сделано.

Я кончаю, товарищи.

Мы изложили таким образом основные недостатки нашей работы, как те, которые общие для всех наших организаций, хозяйственных, административных, партийных, так и те, которые свойственны лишь специально партийным организациям, недостатки, используемые врагами рабочего класса для своей диверсионно-вредительской и шпионско-террористической работы.

Мы наметили, далее, основные мероприятия, необходимые для того, чтобы ликвидировать эти недостатки и обезвредить диверсионно-вредительские и шпионско-террористические вылазки троцкистско-фашистских агентов иностранных разведывательных органов.

Спрашивается, можем ли осуществить все эти мероприятия, есть ли у нас для этого все необходимые возможности?

Безусловно, можем. Можем, так как у нас есть в нашем распоряжении все средства, необходимые для того, чтобы осуществить эти мероприятия.

Чего же нехватает у нас?

Нехватает только одного: готовности ликвидировать свою собственную беспечность, свое собственное благодушие, свою собственную политическую близорукость.

В этом загвоздка.

Но неужели мы не сумеем разделиться с этой смешной и идиотской болезнью, мы, которые свергли капитализм, построили в основном социализм и подняли великое знамя мирового коммунизма?

У нас нет оснований сомневаться в том, что безусловно разделаемся с ней, если, конечно, захотим этого. Разделаемся не просто, а по-большевистски, по-настоящему.

И когда мы разделаемся с этой идиотской болезнью, мы можем сказать с полной уверенностью, что нам не страшны никакие враги, ни внутренние, ни внешние, нам не страшны их вылазки, ибо мы будем их разбивать в будущем так же, как разбиваем их в настоящем, как разбивали их в прошлом. (Аплодисменты.)

# Заключительное слово товарища Сталина на Пленуме ЦК ВКП(б) 5 марта 1937 г.

Товарищи!

Я говорил в своем докладе об основных вопросах обсуждаемого дела. Прения показали, что у нас имеется теперь полная ясность, имеется понимание задач и есть готовность ликвидировать недостатки нашей работы. Но прения показали также, что есть некоторые конкретные вопросы нашей организационно-политической практики, по которым нет еще у нас вполне ясного понимания. Таких вопросов я насчитал семь.

Разрешите сказать несколько слов об этих вопросах.

1) Теперь, надо полагать, все поняли, осознали, что чрезмерное увлечение хозяйственными кампаниями и хозяйственными успехами при недооценке и забвении партийно-политических вопросов — ведет к тупику. Необходимо, стало быть, повернуть внимание работников в сторону партийно-политических вопросов с тем, чтобы успехи хозяйственные сочетались и шли рядом с успехами партийно-политической работы.

Как практически осуществить задачу усиления партийно-политической работы, задачу освобождения партийных организаций от хозяйственных мелочей? Как видно из прений, некоторые товарищи склонны делать из этого неправильный вывод о том, что теперь придется будто бы отойти вовсе от хозяйственной работы. По крайней мере были голоса: ну, теперь, слава богу, освободимся от хозяйственных дел, теперь можно заняться и партийно-политической работой. Правильен ли этот вывод? Нет, неправилен. Когда наши партийные товарищи, увлекаясь хозяйственными успехами, отходили от политики, это была крайность, стоившая нам больших жертв. Если теперь некоторые наши товарищи, берясь за усиление партийно-политической работы, вздумают отойти от хозяйства, то это будет другая крайность, которая будет нам стоить не меньших жертв. Нельзя шархаться от одной крайности к другой. Нельзя отделять политику от хозяйства. Мы не можем уйти от хозяйства так же, как не можем уйти от политики. Для удобства изучения люди обычно отделяют методологически вопросы хозяйства от вопросов политики. Но это делается лишь методологически, искусственно, только для удобства изучения. В жизни, наоборот, на практике политика и хозяйство неотделимы. Они существуют вместе и действуют вместе. И тот, кто думает в нашей практической работе отделить хозяйство от политики, усилить хозяйственную работу ценой умаления политической работы или, наоборот, усилить политическую работу ценой умаления хозяйственной работы, — тот обязательно попадает в тупик.

Смысл известного пункта проекта резолюции об освобождении партийных организаций от хозяйственных мелочей и усилении партийно-политической работы состоит не в том, чтобы отойти от хозяйственной работы и хозяйственного руководства, а только лишь в том, чтобы не допускать больше практики подмены и обезличения хозяйственных органов, в том числе и особенно земель-

ных органов, нашими партийными организациями. Необходимо, стало быть, усвоить метод болевистского руководства хозяйственными органами состоящий в том, чтобы систематически помогать этим органам, систематически укреплять их, руководить хозяйством не помимо этих органов, через них. Нужно дать хозяйственным органам прежде всего земельным органам лучших людей, нужно укомплектовать эти органы новыми лучшими работниками, способными выполнять возложенные на них задачи. Только после того, как будет проделана эта работа, можно будет рассчитывать на то, что партийные организации будут полностью освобождены от хозяйственных мелочей. Понятно, что дело это серьезное и требует известного времени. Но пока это не сделано, партийным организациям придется и впредь, на определенно короткий срок, заниматься вплотную сельскохозяйственными делами со всеми их мелочами, пахотой, севом, уборкой и т. д.

2) Два слова о вредителях, диверсантах, шпионах и т. д. Теперь, я думаю, ясно для всех, что нынешние вредители и диверсанты, какими бы формами они ни маскировались, троцкистским или бухаринским, давно уже перестали быть политическим течением в рабочем движении, что они превратились в беспринципную и безыдейную бану профессиональных вредителей, диверсантов, шпионов, убийц. Понятно, что этих господ придется громить и корчевать беспощадно, как врагов рабочего класса, как изменников нашей родины. Это ясно и не требует дальнейших разъяснений.

Но вот вопрос: как практически осуществить задачу разгрома и выкорчевывания японо-германских агентов троцкизма? Значит ли это, что надо бить и выкорчевывать не только действительных троцкистов, но и тех, которые когда-то колебались в сторону троцкизма, а потом, давно уже отошли от троцкизма, не только тех, которые действительно являются троцкистскими агентами вредительства, но и тех, которые имели когда-то случай пройти по улице, по которой когда-то проходил тот или иной троцкист? По крайней мере такие голоса раздавались здесь на пленуме. Можно ли считать такое толкование резолюции правильным? Нет, нельзя считать правильным. В этом вопросе, как и во всех других вопросах, необходимо индивидуальный, дифференцированный подход. Нельзя стричь всех под одну гребенку. Такой огульный подход может только повредить делу борьбы с действительными троцкистскими вредителями и шпионами.

Среди наших ответственных товарищей имеется некоторое количество бывших троцкистов, которые давно уже отошли от троцкизма и ведут борьбу с троцкизмом не хуже, а лучше некоторых наших уважаемых товарищей, не имевших случая колебаться в сторону троцкизма. Было бы глупо опорачивать теперь таких товарищей.

Среди наших товарищей есть и такие, которые идеологически стояли всегда против троцкизма, но, несмотря на это, поддерживали личную связь с отдельными троцкистами, которую они на

или ликвидировать, как только стала для них практическая физиономия троцкизма. Неужели, конечно, что они прервали свою личную и общественную связь с отдельными троцкистами не сразу, а с опозданием. Но было бы глупо валить их товарищей в одну кучу с троцкистами.

3) Что значит — правильно подбирать работников и правильно расставлять их на работе?

Это значит подбирать работников, во-первых, по политическому признаку, т. е. заслуживают ли они политического доверия и, во-вторых, по другому признаку, т. е. пригодны ли они для такой конкретной работы.

Это значит не превращать деловой подход в деловой подход, когда люди интересуются деловыми качествами работников, но не интересуются политической физиономией.

Это значит не превращать политический подход в деловой и исчерпывающий подход, когда люди интересуются политической физиономией работников, но не интересуются их деловыми качествами.

Можно ли сказать, что это большевистское правило выполняется нашими партийными товарищами? К сожалению, нельзя этого сказать. Здесь на ум уже говорили об этом. Но не сказали этого. Дело в том, что это испытанное правило у нас в нашей практике сплошь и рядом и самым грубым образом. Чаще всего подбирают работников не по объективным признакам, а по признакам случайным, субъективным, буржуазно-мещанским. Подбирают чаще всего называемых знакомых, приятелей, земляков, но преданных людей, мастеров по восхвалению своих шефов — безотносительно к их политической и деловой пригодности.

Понятно, что вместо руководящей группы ответственных работников получается семейка близнецов, артель, члены которой стараются жить мирно, не обижать друг друга, не выносить сора из избы, восхвалять друг друга и время от времени посылать в центр пустопорожние и тошнотворные рапорта об успехах.

Трудно понять, что в такой семейственной обстановке не может быть места ни для критики остатков работы, ни для самокритики руководителей работы.

Понятно, что такая семейственная обстановка дает благоприятную среду для выращивания халимов, людей, лишенных чувства своего достоинства и потому не имеющих ничего общего с большевизмом.

Взять, например, товарищей Мирзояна и Вайнова. Первый из них является секретарем краевой партийной организации Казахстана, второй — секретарем Ярославской областной партийной организации. Эти люди в нашей среде — не последние отщепенцы. А как они подбирают работников? Первый перетаскивал с собой в Казахстан из Азербайджана и Урала, где он раньше работал, 40 «своих» людей и расставил их на ответственные посты в Казахстане. Второй перетаскивал в Ярославль из Донбасса, где он раньше работал, свыше десятка тоже «своих» людей и ставил их тоже на ответственные посты. Есть, конечно, своя артель у товарища Мирзояна. Она и у товарища Вайнова. Разве нельзя

было подобрать работников из местных людей, руководствуясь известным большевистским правилом о подборе и расстановке людей? Конечно, можно было бы. Почему же они этого не сделали? Потому, что они нарушают большевистское правило подбора работников, которое исключает возможность обывательски-мещанского подхода, исключает возможность подбора работников по признакам семейственности и артельности. Кроме того, подбирая в качестве работников лично преданных людей, эти товарищи хотели, видимо, создать для себя обстановку некоторой независимости как в отношении местных людей, так и в отношении ЦК партии. Допустим, что товарищи Мирзоян и Вайнов в силу тех или иных обстоятельств будут переведены из места нынешней их работы в какие-либо другие места. Как они должны поступать в таком случае в отношении своих «хвостов»? Неужели им придется снова перетаскивать их в новые места своей работы?

Вот к какому абсурду приводит нарушение большевистского правила о правильном подборе и расстановке работников.

4) Что значит — проверять работников, проверять исполнение заданий?

Проверять работников, это значит проверять их не по их обещаниям и декларациям, а по результатам их работы.

Проверять исполнение заданий, это значит проверять их не только в канцелярии и не только по формальным отчетам, но прежде всего проверять их на месте работы по фактическим результатам исполнения.

Нужна ли вообще такая проверка? Безусловно, нужна. Нужна, во-первых, потому, что только такая проверка дает возможность распознать работника, определить его действительные качества. Нужна, во-вторых, потому, что только такая проверка дает возможность определить достоинства и недостатки исполнительского аппарата. Нужна, в-третьих, потому, что только такая проверка дает возможность определить достоинства и недостатки самих заданий.

Некоторые товарищи думают, что проверять людей можно только сверху, когда руководители проверяют руководимых по результатам их работы. Это неверно. Проверка сверху, конечно, нужна, как одна из действительных мер проверки людей и проверки исполнения заданий. Но проверка сверху далеко еще не исчерпывает всего дела проверки. Существует еще другого рода проверка, проверка снизу, когда массы, когда руководимые проверяют руководителей, отмечают их ошибки и указывают пути их исправления. Этого рода проверка является одним из самых действительных способов проверки людей.

Партийные массы проверяют своих руководителей на активках, на конференциях, на съездах путем заслушивания их отчетов, путем критики недостатков, наконец, путем избрания или неизбрания в руководящие органы тех или иных руководящих товарищей. Точное проведение демократического централизма в партии, как этого требует устав нашей партии, безусловная выборность партийных органов, право выставления и отвода кандидатов, открытое голосование, свобода критики и самокритики, — все эти и подобные им



мероприятия необходимо провести в жизнь для того, между прочим, чтобы облегчить проверку и контроль руководителей партии со стороны партийных масс.

Беспартийные массы проверяют своих хозяйственных, профессионалистских и иных руководителей на беспартийных активах, на массовых совещаниях всякого рода, где они заслушивают отчеты своих руководителей, критикуют недостатки и намечают пути их исправления.

Наконец, народ проверяет руководителей страны во время выборов в органы власти Советского Союза путем всеобщего, равного, прямого и тайного голосования.

Задача состоит в том, чтобы соединить проверку сверху с проверкой снизу.

5) Что значит — обучать кадры на их собственных ошибках?

Ленин учил, что добросовестное вскрытие ошибок партии, изучение причин, породивших эти ошибки, и намечение путей, необходимых для исправления этих ошибок, является одним из вернейших средств правильного обучения и воспитания партийных кадров, правильного обучения и воспитания рабочего класса и трудящихся масс. Ленин говорит:

«Отношение политической партии к ее ошибкам есть один из важнейших и вернейших критериев серьезности партии и исполнения ею на деле ее обязанностей к своему классу и к трудящимся массам. Открыто признать ошибку, вскрыть ее причины, проанализировать обстановку, ее породившую, обсудить внимательно средства исправить ошибку — вот это признак серьезной партии, вот это исполнение ею своих обязанностей, вот это — воспитание и обучение класса, а затем и массы».

Это значит, что обязанностью большевиков является не замазывание своих ошибок, не увиливание от вопроса об их ошибках, как это бывает у нас часто, а честное и открытое признание своих ошибок, честное и открытое намечение путей для исправления этих ошибок, честное и открытое исправление своих ошибок.

Я бы не сказал, чтобы многие из наших товарищей с удовольствием пошли на это дело. Но большевики, если они действительно хотят быть большевиками, должны найти в себе мужество открыто признать свои ошибки, вскрыть их причины, наметить пути их исправления и тем помочь партии дать кадрам правильное обучение и правильное политическое воспитание. Ибо только на этом пути, только в обстановке открытой и честной самокритики можно воспитать действительно большевистские кадры, можно воспитать действительно большевистских лидеров.

Два примера, демонстрирующие правильность положения Ленина.

Взять, например, наши ошибки с колхозным строительством. Вы помните, должно быть, 1930 год, когда наши партийные товарищи думали разрешить сложный вопрос перевода крестьянства на колхозное строительство в какие-нибудь 3—4 месяца и когда Центральный Комитет партии оказался вынужденным осадить увлекающихся товарищей. Это был один из самых опасных периодов в жизни нашей партии. Ошибка

состояла в том, что наши партийные товарищи забыли о добровольности колхозного строительства, забыли, что нельзя переводить крестьян на колхозный путь путем административного нажима, забыли, что колхозное строительство требует нескольких месяцев, а нескольких лет тщательной и продуманной работы. Они забыли об этом и не хотели признавать своих ошибок. Вы помните, должно быть, что указание ЦК о голокружении от успехов и о том, чтобы наши товарищи на местах не забегали вперед, игнорировать реальную обстановку, — было встречено в штыки. Но это не удержало ЦК от того, чтобы поплыть против течения и повернуть наших партийных товарищей на неправильный путь. И что же? Теперь ясно для всех, что партия добилась своего, повернув наших партийных товарищей на правильный путь. Сейчас у нас имеются десятки тысяч великолепных кадров из крестьян по колхозному строительству и колхозному руководству. Эти кадры обучались и воспитались на ошибках 1930 года. Но этих кадров не было бы у нас теперь, если бы партия не осознала тогда своих ошибок и не исправила их своевременно.

Другой пример уже из области промышленного строительства. Я имею в виду наши ошибки периода шахтинского вредительства. Наши ошибки состояли в том, что мы не учитывали опасности технической отсталости наших кадров в промышленности, мы мирились с этой отсталостью и думали развернуть широкое социалистическое промышленное строительство при помощи враждебно настроенных специалистов, сменяя наши хозяйственные кадры на роль плохих комиссаров при буржуазных специалистах. Помните, должно быть, как неохотно признавали тогда наши хозяйственные кадры свои ошибки, как неохотно признавали они свою техническую отсталость и до чего туго усваивали они лозунг — «овладеть техникой». И что же? Факты показывают, что лозунг «овладеть техникой» возымел свое действие и дал свои благие результаты. Теперь у нас имеются десятки и сотни тысяч великолепных большевистских хозяйственных кадров, уже овладевших техникой и движущих вперед нашу промышленность. Но этих кадров не было бы у нас теперь, если бы партия спасовала перед упорством хозяйственников, желавших признать свою техническую отсталость, если бы партия не осознала тогда своих ошибок и не исправила их своевременно.

Некоторые товарищи говорят, что нецелесообразно говорить открыто о своих ошибках, так как открытое признание своих ошибок может быть расценено нашими врагами, как наша слабость, и может быть использовано ими. Это пустяки, товарищи, сущие пустяки. Открытое признание наших ошибок и честное их исправление наоборот, может лишь усилить нашу партию, поднять авторитет нашей партии в глазах рабочих, крестьян, трудовой интеллигенции, поднять силу и мощь нашего государства. А это главное. Были бы с нами рабочие, крестьяне, трудовая интеллигенция, а все остальное приложится.

Другие товарищи говорят, что открытое признание наших ошибок может привести не к ослаблению и укреплению наших кадров, а к их ~

и расстройству, что мы должны щадить речь свои кадры, что мы должны щадить их любие и спокойствие. Для этого они предпочитают замазывать ошибки наших товарищей, бить силу критики, а еще лучше — пройти ю этих ошибок. Такая установка является не только в корне неправильной, но и в высшей степени опасной, опасной прежде всего для кадров, которые хотят «щадить» и «беречь». Щадить и сохранить кадры при помощи замазывания их ошибок, — это значит наверняка погубить эти кадры. Мы бы наверняка загубили свои лучшие большевистские кадры, если бы не были ошибок 1930 года и не обучили их на этих ошибках. Мы бы наверняка загубили свои промышленные большевистские кадры, если бы не вскрыли ошибок наших товарищей в период шахтинского вредительства и не обучили этих промышленных кадры на этих ошибках. Думаешь щадить самолюбие наших кадров путем замазывания их ошибок, тот губит и кадры, самолюбие кадров, ибо он замазыванием их ошибок облегчает повторение новых, может быть еще серьезных ошибок, которые, надо полагать, ведут к полному провалу кадров в ущерб их «любю» и «спокойствию».

б) Ленин учил нас не только учить массы, но учиться у масс.

Что это значит?

Это значит, что мы, руководители, не должны наваляться и должны понимать, что, если мы являемся членами ЦК или наркомов, то это еще значит, что мы обладаем всеми знаниями, необходимыми для того, чтобы правильно руководить. Чин сам по себе не дает знаний и опыта. Знание — тем более.

Это значит, что одного лишь нашего опыта, опыта руководителей недостаточно для того, чтобы правильно руководить, что необходимо, стало быть, дополнять свой опыт, опыт руководителей, опытом масс, опытом партийной массы, опытом рабочего класса, опытом народа.

Это значит, ни на минуту не ослаблять, а тем более не разрывать наших связей с массами.

Это значит, наконец, чутко прислушиваться к голосу масс, к голосу рядовых членов партии, к голосу так называемых «маленьких людей», к голосу народа.

Ито значит правильно руководить?

Ито вовсе не значит сидеть в канцелярии и трочить директивы.

Правильно руководить — это значит:

о-первых, найти правильное решение вопроса, правильное решение невозможно найти без опыта масс, которые на своей собственной шкуре испытывают результаты нашего руководства;

о-вторых, организовать исполнение правильного решения, чего, однако, нельзя сделать без помощи со стороны масс;

о-третьих, организовать проверку исполнения решения, чего, опять-таки, невозможно сделать без прямой помощи масс.

Мы, руководители, видим вещи, события, люди только с одной стороны, я бы сказал — сверху, наше поле зрения, стало быть, более или менее ограничено. Массы, наоборот, видят вещи,

события, людей с другой стороны, я бы сказал — снизу, их поле зрения тоже, стало быть, в известной степени ограничено. Чтобы получить правильное решение вопроса, надо объединить эти два опыта. Только в таком случае руководство будет правильным.

Вот что значит не только учить массы, но и учиться у масс.

Два примера, демонстрирующие правильность этого положения Ленина.

Это было несколько лет тому назад. Мы, члены ЦК, обсуждали вопрос об улучшении положения в Донбассе. Проект мероприятий, представленный Наркомтяжем, был явно неудовлетворительный. Трижды возвращали проект в Наркомтяж. Трижды получали из Наркомтяжа все разные проекты. И все же нельзя было признать их удовлетворительными. Наконец, мы решили вызвать из Донбасса несколько рабочих и рядовых хозяйственных и профессиональных работников. Три дня беседовали с этими товарищами. И все мы, члены ЦК, должны были признать, что только они, эти рядовые работники, эти «маленькие люди» сумели подсказать нам правильное решение. Вы помните должно быть известное решение ЦК и Совнаркома о мерах усиления добычи угля в Донбассе. Так вот это решение ЦК и Совнаркома, которое признано всеми нашими товарищами правильным и даже знаменитым решением, подсказали нам простые люди из низов.

Другой пример. Я имею в виду пример с тов. Николаенко. Кто такая Николаенко? Николаенко — это рядовой член партии. Она — обыкновенный «маленький человек». Целый год она подавала сигналы о неблагополучии в партийной организации в Киеве, разоблачала семейственность, мешанско-обывательский подход к работникам, зажим самокритики, засилье троцкистских вредителей. От нее отмахивались, как от назойливой мухи. Наконец, чтобы отбиться от нее, взяли и исключили ее из партии. Ни Киевская организация, ни ЦК КП(б)У не помогли ей добиться правды. Только вмешательство Центрального Комитета партии помогло распутать этот запутанный узел. А что выяснилось после разбора дела? Выяснилось, что Николаенко была права, а Киевская организация была неправа. Ни больше, ни меньше. А ведь кто такая Николаенко? Она, конечно, не член ЦК, она не нарком, она не секретарь Киевской областной организации, она даже не секретарь какой-либо ячейки, она только простой рядовой член партии.

Как видите, простые люди оказываются иногда куда ближе к истине, чем некоторые высокие учреждения.

Можно было бы привести еще десятки и сотни таких примеров.

Выходит таким образом, что для руководства нашим делом одного лишь нашего опыта, опыта руководителей, далеко еще недостаточно. Для того, чтобы правильно руководить, необходимо опыт руководителей дополнить опытом партийной массы, опытом рабочего класса, опытом трудящихся, опытом так называемых «маленьких людей».

А когда это возможно?

Это возможно лишь в том случае, если руко-

водители связаны с массами теснейшим образом, если они связаны с партийными массами, с рабочим классом, с крестьянством, с трудовой интеллигенцией.

Связь с массами, укрепление этой связи, готовность прислушиваться к голосу масс, — вот в чем сила и непобедимость большевистского руководства.

Можно признать как правило, что пока большевики сохраняют связь с широкими массами народа, они будут непобедимыми. И наоборот, стоит большевикам оторваться от масс и потерять связь с ними, стоит им покрыться бюрократической ржавчиной, чтобы они лишились всякой силы и превратились в пустяшку.

У древних греков в системе их мифологии был один знаменитый герой — Антей, который был, как повествует мифология, сыном Посейдона — бога морей и Геи — богини земли. Он питал особую привязанность к матери своей, которая его родила, вскормила и воспитала. Не было такого героя, которого бы он не победил — этот Антей. Он считался непобедимым героем. В чем состояла его сила? Она состояла в том, что каждый раз, когда ему в борьбе с противником приходилось туго, он прикасался к земле, к своей матери, которая родила и вскормила его, и получал новую силу. Но у него было все-таки свое слабое место — это опасность быть каким-либо образом оторванным от земли. Враги учитывали эту его слабость и подкарауливали его. И вот нашелся враг, который использовал эту его слабость и победил его. Это был Гераклес. Но как он его победил? Он оторвал его от земли, поднял на воздух, отнял у него возможность прикоснуться к земле и задушил его таким образом в воздухе.

Я думаю, что большевики напоминают нам героя греческой мифологии, Антея. Они, так же, как и Антей, сильны тем, что держат связь со своей матерью, с массами, которые породили, вскормили и воспитали их. И пока они держат связь со своей матерью, с народом, они имеют все шансы на то, чтобы остаться непобедимыми.

В этом ключ непобедимости большевистского руководства.

7) Наконец, еще один вопрос. Я имею в виду вопрос о формальном и бездушно-бюрократическом отношении некоторых наших партийных товарищей к судьбе отдельных членов партии, к вопросу об исключении из партии членов партии, или к вопросу о восстановлении исключенных в правах членов партии. Дело в том, что некоторые наши партийные руководители страдают отсутствием внимания к людям, к членам партии, к работникам. Более того, они не изучают членов партии, не знают чем они живут и как они растут, не знают вообще работников. Поэтому у них нет индивидуального подхода к членам партии, к работникам партии. И именно потому, что у них нет индивидуального подхода при оценке членов партии и партийных работников, они обычно действуют наобум: либо хвалят их огулом, без меры, либо избивают их также огулом и без меры, исключают из партии тысячами, десятками тысяч. Такие руководители вообще стараются мыслить десятками тысяч, не заботясь об «единицах», об отдельных членах партии, об их судьбе.

Исключить из партии тысячи и десятки тысяч людей они считают пустяковым делом, утешая себя тем, что партия у нас двухмиллионная и десятки тысяч исключенных не могут что-то изменить в положении партии. Но так ли подходить к членам партии лишь люди, по делу глубоко антипартийные.

В результате такого бездушного отношения к людям, к членам партии и партийным работникам искусственно создается недовольство и отчуждение в одной части партии, а троцкистские двурушники ловко подцепляют таких озлобленных товарищей и умело тащат их за собой в логово троцкистского вредительства.

Сами по себе троцкисты никогда не представляли большой силы в нашей партии. Вспомните последнюю дискуссию в нашей партии в 1927 году. Это был настоящий партийный референдум. 854 тысяч членов партии голосовало тогда 730 тысяч членов партии. Из них за большевиков, Центральный Комитет партии против троцкистов голосовало 724 тысячи членов партии, за троцкистов — 4 тысячи членов партии, то-есть около полпроцента, и воздержалось 2 600 членов партии. Не приняло участия в голосовании 123 тысячи членов партии. Не приняли они участия либо потому, что были в отъезде, либо потому, что были в сменах. Если к 4 тысячам, голосовавшим за троцкистов, прибавить всех воздержавшихся — полагаю, что они тоже сочувствовали троцкистам, — и если к этой сумме прибавить не полпроцента не участвовавших в голосовании, как это следовало бы сделать по правилу, а пять процентов не участвовавших, то-есть около 6 тысяч членов партии, то получится около 12 тысяч членов партии, сочувствовавших так или иначе троцкизму. Вот вам вся сила господ троцкистов. Добавьте к этому то обстоятельство, что многие из этого числа разочаровались в троцкизме и отошли от него, и вы получите представление о ничтожности троцкистских сил. И если, несмотря на это, троцкистские вредители все же имеют кое-какие резервы около нашей партии, то это потому, что неправильная политика некоторых наших товарищей по вопросу об исключении из партии и восстановлении исключенных, бездушное отношение некоторых наших товарищей к судьбе отдельных членов партии и отдельных работников искусственно плодят количество недовольных и озлобленных и создают, таким образом, троцкистам эти резервы.

Исключают большей частью за так называемую пассивность. Что такое пассивность? Считаю, оказывается, что ежели член партии не усвоил программу партии, то он пассивен и подлежит исключению. Но это же неправильно, товарищи. Нельзя же так буквоедски толковать устав нашей партии. Чтобы усвоить программу партии, надо быть настоящим марксистом, проверенным и теоретически подготовленным марксистом. Я не знаю, много ли найдется у нас членов партии, которые уже усвоили нашу программу, стали настоящими марксистами, теоретически подготовленными и проверенными. Если идти дальше по этому пути то нам пришлось бы оставить в партии только интеллигентов и вообще людей ученых. Кому нужна такая партия? У нас имеется проверенная

жившая все испытания ленинская формула не в партии. По этой формуле членом считается тот, кто признает программу, платит членские взносы и работает в одной из организаций. Обратите внимание: в ленинской формуле говорится не об усвоении программы, а о признании программы. Это две совершенно различные вещи. Нечего и доказывать, что прав здесь Ленин, а не наши партийные функционеры, все болтающие об усвоении программы. Оно и понятно. Если бы партия исходила из того, что членами партии могут быть только те товарищи, которые уже усвоили программу, то она не создавала бы в партии тысячи партийных кружков, сотни партийных школ, где партия обучает марксизму и помогает им усвоить нашу программу. Совершенно ясно, что партия организует такие школы и кружки для членов партии, то это потому, что она знает, что члены партии не успели еще усвоить нашу программу, не успели еще стать теоретически подготовленными марксистами. Хотелось бы, чтобы выправить нашу политику по отношению к членству в партии и об исключении из партии, необходимо, покончить с нынешним гологоловым толкованием вопроса о пассивности.

Но у нас есть еще другая погрешность в этой области. Дело в том, что наши товарищи не признают середины между двумя крайностями. Стоит рабочему, члену партии слегка провиниться, опоздать раз—два на партийное собрание, не заплатить почему-либо членских взносов, чтобы его мигом выкинули вон из партии. Не интересуются степенью его провинности, причиной неявки на собрание, причиной неплатежа членских взносов. Бюрократизм в этих вопросах прямо невиданный. Не трудно понять, что именно в результате такой бездушной политики оказались выброшенными из партии замечательные кадровые рабочие, великодушные стахановцы. А разве нельзя было, раньше чем исключить из партии, сделать предупреждение, если это не действует — поставить на вид или вынести выговор, а если и это не действует — поставить срок для исправления или, в крайнем случае, перевести в кандидаты, но не исключать с маху из партии? Конечно, можно было. Но для этого требуется внимательное отношение к людям, к членам партии, к судьбе членов партии. А этого-то именно и не хватает у некоторых наших товарищей.

Пора, товарищи, давно пора покончить с этим безобразием. (Аплодисменты.)

## По-большевистски преодолеть отставание советского высоковольтного аппаратостроения

Наша электропромышленность имеет крупные достижения. Велики они и в области высоковольтного трансформаторо- и аппаратостроения. Построены и находятся в эксплуатации гигантские трансформаторы на 220—240 kV для линий ЛЭП — Ленинград и Сталиногорск — Москва. Осуществлено производство бустер-трансформаторов с включением под нагрузку. Налажен массовый выпуск статических конденсаторов, правда пока для, сравнительно, невысоких (6—10 kV) напряжений. Построены и находятся в эксплуатации масляные выключатели до напряжений в 110 kV и разрывной мощности в 2500 MVA. Выпущены измерительные трансформаторы тока горшечного типа и каскадные трансформаторы напряжения и т. п. На заводах, в частности, на ленинградском «Электроаппарате» и Московском трансформаторном заводе выросли и окрепли группы опытных расчетчиков и конструкторов, созданы сварочные ячейки, накопился значительный производственный опыт. Широким кругам электриков хорошо известны такие имена конструкторов и научно-исследовательских работников в этой области, как Б. А. Воронов, А. Г. Сергеев, И. С. Аронович, Л. Е. Машкиллейсон («Электроаппарат»), А. И. Сеница, С. И. Рабинович, З. Корицкий, Л. М. Шницер, Г. Н. Петров (Ленинградский трансформаторный завод) и ряд других.

Благодаря этим достижениям наша страна смогла полностью отказаться от ввоза из-за границы высоковольтного оборудования.

Советское высоковольтное аппаратостроение за десять лет прошло путь, который в капиталистических странах потребовал почти четырех десятилетий.

К сожалению, законная гордость этими техническими успехами перешла у ряда руководителей и командиров наших предприятий и главков (Главэнергопрома и Главэнерго) во вредное зазнайство, беспечность и самоуспокоенность и связанный с ними технический консерватизм.

Уже не раз в нашей специальной и общей печати<sup>1</sup> поднимался вопрос об отставании нашего аппаратостроения в отношении типов производимого им оборудования. Выключатели, выпускаемые заводом «Электроаппарат» в подавляющем числе типов представляют собой технику вчерашнего дня. Это громоздкие многообъемные масляные выключатели. Выпускаемый заводом масляный выключатель МКП-274 на 220 kV и 2500 MVA имеет вес (вместе с маслом) 101 т, при весе одного лишь масла 51 т, в то время как соответствующие типы малообъемных выключателей

<sup>1</sup> См. передовую «Правда» от 14 февраля 1937 г.

имеют общий вес равный только 100% от веса МКП-274 и вес масла равным 1—20%.

К этому следует добавить, что для напряжений ниже 110 kV важную, если не решающую роль начинает играть вопрос об экономии в кубатуре зданий подстанций. Так, для распределительных устройств на 6—10 kV при условии применения малообъемных выключателей объем камер уменьшается в 3 раза. Особо стоит вопрос об уменьшении пожарной опасности, которая исчезает вовсе при применении безмасляной аппаратуры. Думаем, что нет смысла далее перечислять преимущества маломасляных и, особенно, безмасляных выключателей.

Между тем, завод почти застыл на выпуске многообъемных масляных выключателей. Выпускаемые заводом в сравнительно небольшом количестве малообъемные выключатели типа МГГ также уже не являются вполне современной конструкцией и по ряду своих показателей (вес, скорость выключения и т. п.) уступают аналогичным заграничным выключателям.

Жалобы работников завода на отсутствие при заводе лаборатории разрывных мощностей, как на основное препятствие развитию конструкторской и исследовательской работы, несомненно заслуживают внимания, и большая доля вины за такое безобразное состояние на этом участке ложится на руководство Главэнергопрома (г. Филимонов), который с упорством, достойным лучшего применения, откладывал из года в год строительство этой нужной заводу, как воздух, лаборатории. Свою грязную руку к этому делу приложил и подлый предатель Пятаков, отлично понимавший значение этой лаборатории в СССР и всячески тормозивший отпуск средств на ее строительство.

Но как бы ни был важен вопрос о лабораторной базе, все же совершенно непонятно, почему работники завода не могли проводить работы по разработке и внедрению маломасляных и безмасляных выключателей на основе изучения ими соответствующих материалов и образцов заграничной продукции. Ведь могла же фирма Voigt & Heffner (в Германии) ряд лет разрабатывать и внедрять в свое производство новые типы маломасляных выключателей, еще не построив своей лаборатории (до 1933—34 гг.).

За последнее время, правда, завод сдвинулся с мертвой точки и разработал несколько новых конструкций (МГФ-3, МГФ-9, МГФ-29, МД-15, МО-100, МД-100), но все они не пошли пока дальше экспериментальной мастерской.

Не хочет завод вовсе работать и над конструированием безмасляных выключателей, хотя, например, в Германии и частично во Франции их выпущено за последние годы свыше десятка тысяч!

Эта тенденция завода ориентироваться пока что в основном на выпуск выключателей с большим объемом масла находила до последнего времени полную поддержку и в Главэнергопроме.

Весьма неприглядной до сих пор была в этом вопросе и роль Главэнерго (г. Ленин), не только не требовавшего от завода новой аппаратуры, но прямо тормозившего исследования новых типов выключателей завода в своих системах.

Троцкистские бандиты, занимавшие долгое время ряд руководящих постов в Главэнерго, из-за этого дело, срывали оснащение электросетей и электросетей новейшей высоковольтной аппаратурой, способной обеспечить безаварийность боты.

Коммунисты-хозяйственники и инженеры, которым было доверено руководство таких отраслей тяжелой промышленности, в которых являются электропромышленность и электротехническое хозяйство, вследствие своей политической слепоты и беспечности прозевали у себя под вредительскую деятельность троцкистских выключателей.

В передовой статье «Инженеры-большевики» 7 апреля с. г. «Правда» писала:

«Подлая вредительская и диверсанта́нская работа фашистских агентов — троцкистов свидетельствует о том, что в отдельных случаях бдительность инженеров-коммунистов была притуплена, оказалась не на высоте. Иначе они сразу сумели бы распознать и вскрыть вредительские акты врага народа».

«Перед нашими инженерами-коммунистами стоит задача — выработать в себе подлинные качества большевика. Овладеть большевизмом — это значит усвоить учение Маркса — Энгельса — Ленина — Сталина и выработать в себе все черты большевизма: всегда быть с массой, руководить ими, уметь разбираться в политической обстановке и распознавать врага, как бы он ни маскировался.

Эти задачи стоят и перед всей массой советских инженеров, перед тысячами непартийных большевиков-инженеров, которые работают на наших заводах, работают честно и преданно, но страдают теми же недостатками и пороками, что и инженеры-коммунисты».

Насколько мы отстаем в области высоковольтного аппаратостроения видно хотя бы из того, что, например, в Германии выпущено за эти годы 13 000 шт. экспансионных выключателей, при этом столько же выключателей с сжатым газом. Сотни тысяч выключателей с малым объемом масла выпущены и в Америке (фирма GEC и др.). Фирма Сименс (Германия) выпустила несколько тысяч выключателей с заполнителем — водой для напряжения в 6—10 kV и сейчас работает над водой выключателем для напряжения<sup>2</sup> в 60 kV.

Отстают наши выключатели и в отношении одного весьма важного показателя как скорость выключения, что играет особенно большую роль при передаче энергии на сверхдальние расстояния. Так, например, по подсчетам, для обеспечения устойчивой работы линии электропередачи Куйбышевский гидроузел — Мосэнерго потребует выключатели с временем отключения менее 0,05 сек. Между тем выпускаемые заводом «Электротехнический» выключатели МКП-274 на 200 kV имеют пока что время отключения — 0,15—0,2 сек, американские же импульсные выключатели фирмы GEC, доставленные ею для станции Бойлс-Дам, имеют время гашения дуги всего в 0,04—0,05 сек. Кое-какие успехи, наметившиеся в этом направ-

<sup>2</sup> См. ЕТЗ № 8, стр. 195, 1937 г.

на заводе «Электроаппарат» за последние годы, отнюдь не достаточны; и требуют работников завода еще большей упорной работы.

Завод имеет и Московский трансформатор-завод, продукция которого в настоящее время соответствует мировому уровню 1932—33 г.

В этой области за последние годы за границей достигаются значительные сдвиги. Прежде всего следует отметить широкое внедрение в Америке сухих трансформаторов (главным образом называемых нерезонирующих), постройка которых, несмотря на успехи исследовательской работы (ВЭИ и заводской лаборатории), до сих пор на заводе не осуществлена. Здесь также сказывается самоуспокоенность и самодовольство технического руководства завода и обоих главков.

В области прогресса и в направлении производства небезопасных трансформаторов (с заполнением их соволом и др. изолирующими жидкостями) очень нерешительно занимается завод освоением трансформаторов с регулированием напря-

жения под нагрузкой, которые за границей в ряде стран выполняются почти на весь диапазон мощностей и напряжений. Разрыв этот может в дальнейшем стать еще большим, если живой технический актив завода не начнет серьезно по-большевистски бороться с элементами рутины и консерватизма, если Главэнергопром не начнет полностью осуществлять требующегося от него технического и научного руководства всем делом внедрения новой техники и повышения квалификации своих кадров.

Путь к этому лежит только через широкое развертывание самокритики и критики, к чему призывают решения февральского пленума ЦК ВКП(б) и товарищ Сталин в своем докладе на этом пленуме.

Мы уже имеем достаточно выросшие технические и научные кадры в нашей электропромышленности, чтобы, развивая их творческую инициативу в соответствии с требованиями технического прогресса, в самое короткое время обогнать иностранную технику.

## НОВЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

### Тири́т

THYRITE

С. И. Скоблина и Н. Н. Соколов  
ВЭИ

РАЗРЯДНИКИ с зависимым от напряжения сопротивлением получили за последние несколько лет большое распространение для защиты высоковольтных электрических сетей от опасных перенапряжений. По американским данным 75% всех аварий на линиях высокого напряжения обусловлено грозовыми разрядами. Разрядники с «зависимой» или «вентильной» характеристикой являются в настоящее время наиболее эффективным средством защиты от грозовых воздействий, прямых и индуктивных.

По принципу действия и по назначению существующие типы разрядников можно разделить на две группы. К одной относятся оцелитовые разрядники, зависимость характеристик которых обусловлена самим материалом — оцелитом или тири́том. В оцелитовых разрядниках сопротивление изменяется приблизительно пропорционально третьей степени напряжения. Эти разрядники значительно уступают тири́товым, в кото-

рых ток растет пропорционально напряжению в степени 3,5—4,0. Разработка тири́тового разрядника впервые была осуществлена Мак-Экроном<sup>1</sup>.

Для гашения дуги постоянного тока необходима еще более крутая зависимость тока от напряжения. Для этих целей наиболее удобны разрядники, использующие свойства тлеющего разряда в узких порах материала или между отдельными дисками сопротивления. Этот принцип, на возможность применения которого впервые указал Слепьян<sup>2</sup>, характеризует разрядники Вестингауза, Сименса и некоторые другие.

Тири́товые разрядники состоят из отдельных элементов, каждый из которых предназначен для работы на 11,5-kV линиях при заземленной

<sup>1</sup> K. B. Mc Eachron, GER, т. 34, 247, 1931.

<sup>2</sup> I. Slepian, R. Tanberg a C. Krause, AIEE, Trans. 49, январь 1930.



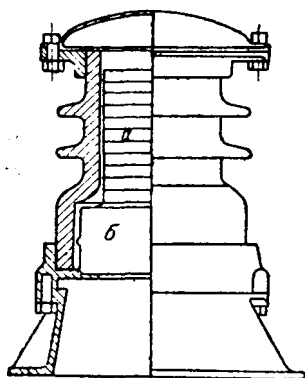


Рис. 1. Схематический разрез элемента тиритового разрядника. *a* — тиритовые диски, *b* — искровой промежуток

1 В равно  $10^5$ — $10^6$   $\Omega$ , при 3—4 кВ оно падает до нескольких  $\Omega$ . Таким образом при возрастании напряжения в тысячу раз ток увеличивается примерно в  $10^8$  раз.

Работа над тиритовыми разрядниками в СССР была впервые поставлена в ВЭИ в 1933 г. и в настоящее время завод «Пролетарий», на основе

нейтрали. Такой отдельный элемент (рис. 1) включает в себе искровой промежуток (рис. 2) с высокоомным шунтирующим сопротивлением и емкостью (рис. 3) и тиритовые диски (рис. 4). Диски являются главной частью разрядника и собственно от материала дисков—тирита—разрядники и получили свое название. Гашение дуги происходит при токе около 28 А, пропускаемые при перенапряжениях токи—порядка 1000—1500 А. Сопротивление каждого отдельного диска при

материалов ВЭИ приступил к нормальному пуску разрядников.

Если принцип действия пористых разрядников типа Вестингауза или Сименса достаточно известен (глюющие разряды в узких порах), то это нельзя сказать относительно тиритовых разрядников. Отсутствие в литературе бесспорных данных о сущности зависимой характеристики типа и большие трудности технологического производства этого интереснейшего материала. Главные результаты нашего исследования изложены в настоящей статье.

Деталей же конструкции тиритовых разрядников в целом и их защитного действия мы касаться не будем, так как эти вопросы уже освещены в нашей литературе<sup>3</sup>.

Вольтамперная характеристика тирита в электротехнической литературе характеризуется уравнением:

$$RI^{\alpha_1} = C_1$$

Для нормального тиритового диска диаметром 150 мм и толщиной 19 мм показатель  $\alpha_1$  равен около 0,72 и константа  $C_1=580$ . Константа  $C_1$  при напряжении на диске при  $I=1$  А. Преобразуя формулу, получаем другие параметры:

$$I = C_1 U^{\alpha_1},$$

где  $C_1 = 1,36 \cdot 10^{-10}$  и  $\alpha_1 = 3,57$ , или, наконец,

$$U = C_2 I^{\alpha_2},$$

где  $\alpha = 1 - \alpha_2$ .

Все эти формулы приводят к билогарифмической зависимости тока от напряжения, при этом наклон прямой определяется показателем  $\alpha$ .

Наши измерения показали, что вольтамперная характеристика соответствует приведенным формулам лишь при импульсных воздействиях, т. е. при напряжениях свыше 900—1000 В (рис. 5). При низших напряжениях, при токах менее 1 А, вольтамперная характеристика описывается законом формально аналогичным закону Пуля для диэлектриков:

$$I = KUe^{\frac{U}{V}},$$

при весьма малых напряжениях приближается к закону Ома (рис. 6). Общий характер изме-

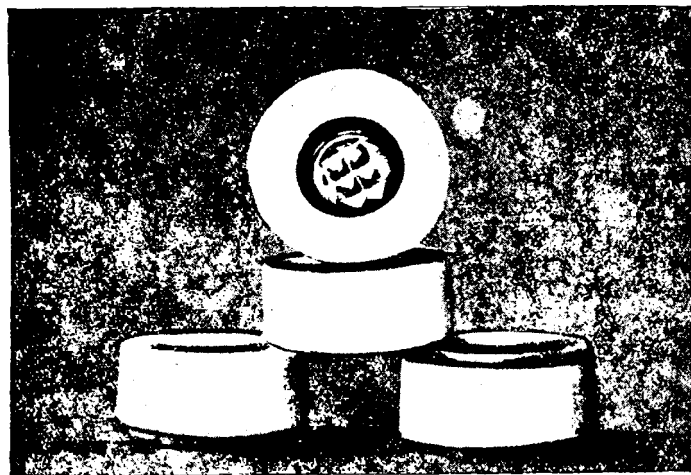


Рис. 2. Искровые промежутки

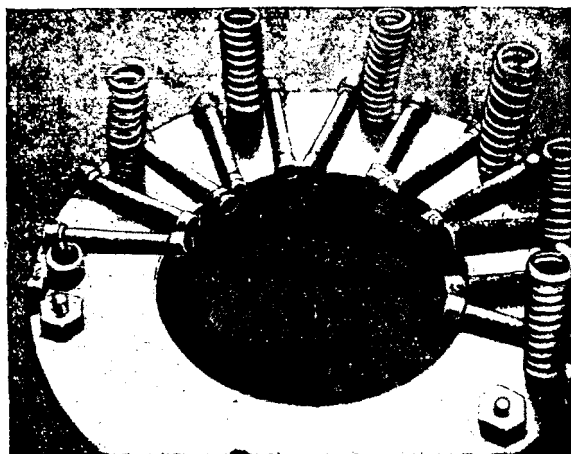


Рис. 3. Шунтирующие сопротивления



Рис. 4. Тиритовые диски

<sup>3</sup> См. например, Л. И. Сиротинский, Перенапряжения. Энергоиздат, 1933, или А. А. Смуров, Электрика высокого напряжения, 1932.

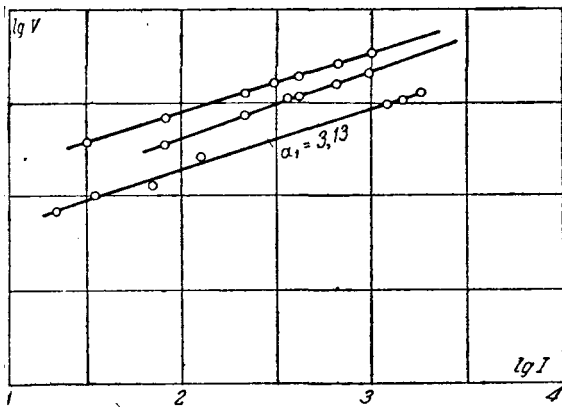


Рис. 5. Вольтамперная характеристика тирита при импульсных напряжениях

тока и напряжения в тирите наглядно виден на осциллограмме рис. 7. При небольших напряжениях ток весьма мал, при повышении же напряжения он непропорционально быстро растет. В заводских условиях необходим контроль каждого диска, так как даже самое тщательное проведение технологического процесса не гарантирует известного разброса параметров. Весьма было бы характеризовать диск константой  $C$  и показателем  $\alpha$ , измеренными на постоянном токе в пределах 0,1—1,0 А. При этих условиях диск мало нагревается во время измерений, они могут быть достаточно точными. Однако и как при малых напряжениях вольтамперная характеристика отклоняется от показательной, параметры также изменяются, — наиболее важным является непосредственное определение  $\alpha$  дисков при импульсах, например, в пределах 50—1000 А, при наилучшем методе контроля — катодном осциллографе.

Сопротивление диска при 1 А ( $C$ ) по техническим соображениям должно лежать в пределах 50—700. Чем ниже сопротивление, тем хуже линейная характеристика (на причинах этого мы



Рис. 7. Осциллограмма тока тирита при синусоидальном напряжении

остановимся дальше). Однако точной закономерности здесь нет ввиду разброса точек по технологическим условиям (рис. 8).

Сопротивление тирита падает с увеличением температуры (рис. 9), вначале незначительно, а затем быстрее, возвращаясь к первоначальным значениям при последующем охлаждении.

Старение тирита весьма невелико. При импульсных воздействиях тирит остается без изменения, или его сопротивление увеличивается на 2—3% после 1000 импульсов в 1000—1200 А. Таким образом тирит является материалом с весьма устойчивыми характеристиками.

Импульсные измерения нами производились волной  $\frac{1}{13} \mu\text{с}$ , по схеме рис. 10, где 1 — ударный контур емкостью 0,27  $\mu\text{F}$ , 2 — тиритовый диск, 3 — жидкостный амперметр, 4 — измеритель-

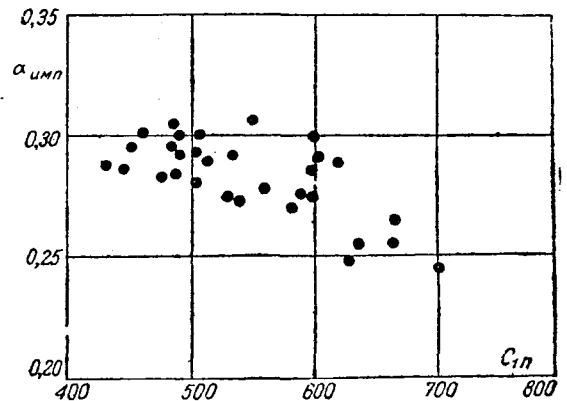


Рис. 8. Разброс точек при сравнении констант тирита, определенных при постоянном токе и при импульсах

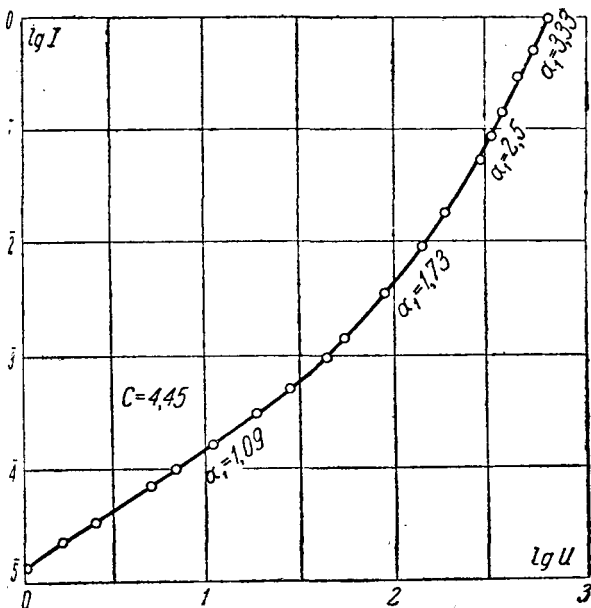


Рис. 6. Вольтамперная характеристика тирита при низких напряжениях

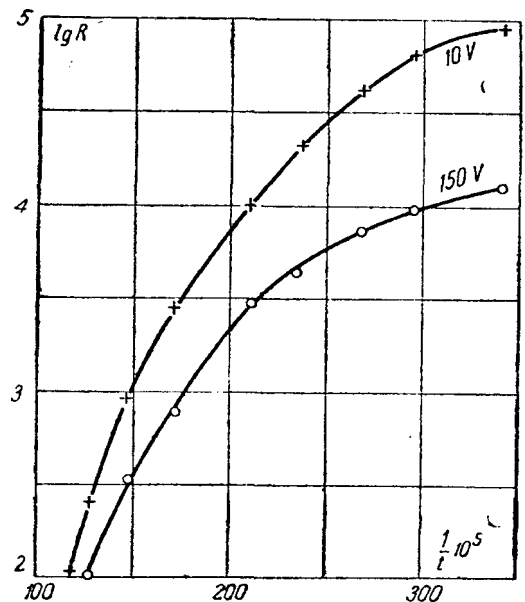


Рис. 9. Температурная зависимость тирита

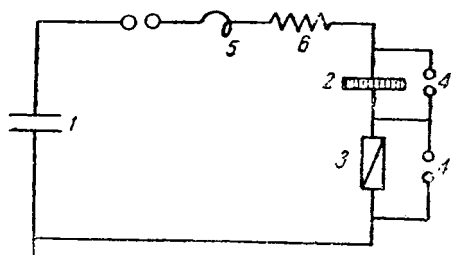


Рис. 10. Принципиальная схема установки для испытаний на импульсах

ные шаровые разрядники, 5 — добавочная индуктивность и 6 — жидкостное сопротивление.

В состав тирита<sup>4</sup> входят: глина — 50%, графит — 4% и карборунд — 46%.

Все материалы хорошо перемешиваются с водой, после чего жидкая масса выливается в гипсовые формы, затем, просушенная до влажности 24—28%, перекладывается на алюминиевые листы и сушится до 10—12% влажности. После этого куски массы раздробляются в порошок и просеиваются через сито 200 отверстий на 1 см<sup>2</sup>. Из просеянного порошка прессуются образцы в виде дисков диаметром 153 мм и высотой 19 мм при помощи гидравлического пресса под давлением 1000 кг/см<sup>2</sup>. Спрессованные образцы сушатся до удаления влаги и подвергаются обжигу.

Обжиг дисков производится в электрической печи в искусственно создаваемой восстановительной атмосфере; в противном случае происходит выгорание графита и окисление карборунда. Для поддержания восстановительной среды через печь пропускается водород, вследствие чего печь долж-

на отличаться максимальной герметичностью. Температура обжига зависит от величины зерен карборунда и проводимости их. Обжиг производится в течение 18 h при медленном повышении температуры до 1125° С. При 1125° делается трехчасовая выдержка, затем печь переключается на охлаждение, производимое в течение 18 h до 100°. Перед впуском в печь водород подвергается очистке от имеющихся в нем примесей кислорода и водяных паров. С этой целью он пропускается через щелочь, хлористый кальций и печь с медными стружками, нагретыми до 700°. Расход водорода — около 0,18 м<sup>3</sup>/h.

Для производства тирита необходима чистая глина (например часов-ярская), но не каолин, обладающий слишком высокой температурой спекания. Графит применяется коллоидный.

Различные электрические характеристики тирита, например, большее или меньшее сопротивление и тот или иной коэффициент  $\alpha$ , необходимы для применения тирита в различных защитных устройствах. Вариация характеристик обуславливается технологическими факторами.

Основным действующим компонентом в составе тирита, дающим показательную характеристику, является карборунд. В процессе изучения различных карборундов для производства тирита выяснилось, что не все сорта карборунда могут быть применены с одинаковым успехом. Как известно, при получении карборунда в электрических печах образуется несколько видов его: а) прозрачные, чистые кристаллы без примесей, обладающие ничтожной электропроводностью; б) зеленые кристаллы, содержащие примесь кремния, малое удельное сопротивление (доли ома); в) темные (фиолетовые, серые) с примесью железа, углерода и др., обладающие наименьшим сопротивлением (порядка десятых и сотых долей ома).

Наиболее подходящим карборундом для производства тирита является темноокрашенный («черный») с примесью до 10% светлых фракций. Чистый же зеленый карборунд, имеющий в порошке электропроводность почти в 5 раз меньше, чем черный, дает тиритовые диски слишком большого сопротивления. И черный (рис. 11) и зеленый карборунды в порошке следуют при малых напряжениях формально закону Пуля, чем объясняются отклонения от показательной характеристики тиритовых дисков при измерении на постоянном токе.

Кристаллы карборунда весьма неоднородны по своей форме и строению. Поэтому для выравнивания качеств карборундового порошка необходима большая дисперсность его. Лучшие результаты получаются при величине зерна в 20—80 м. При таких размерах в тиритовом диске находится около 1,9 млрд. отдельных зерен карборунда. С увеличением величины зерен возрастает проводимость карборундового порошка (рис. 12), а также повышается пористость тирита. Зерна более 80 м непригодны для производства тирита, так как уменьшается число контактов между ними в определенном объеме (а ток идет именно через контакты между зернами), и вследствие этого контакты подвергаются слишком большой перегрузке и тирит быстро стареет при импуль-

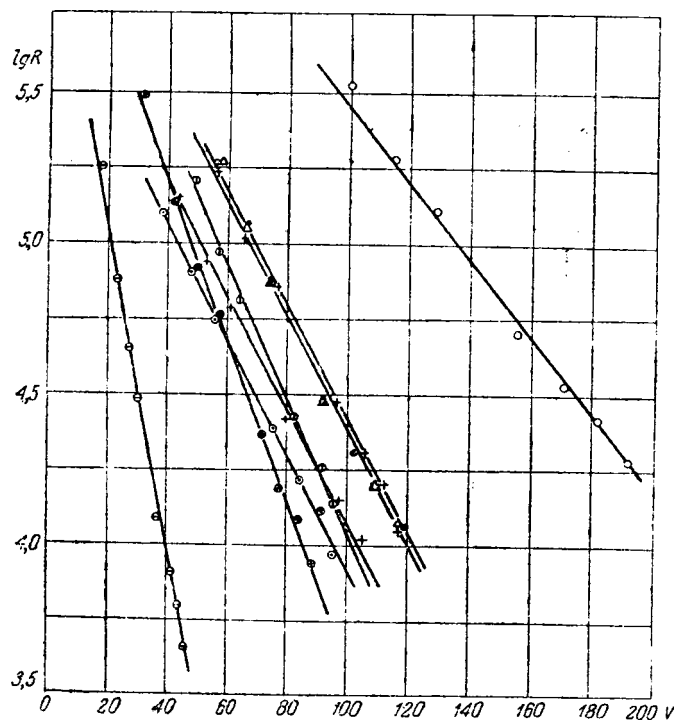


Рис. 11. Вольтамперная характеристика черного карборунда (постоянный ток) различных фракций

<sup>4</sup> Здесь дан состав и описывается технология тирита нормального стандартного качества.

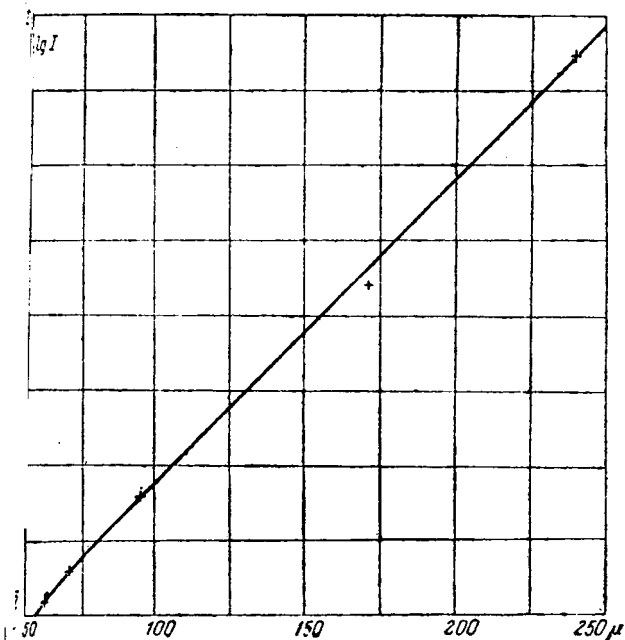


Рис. 12. Проводимость карборундового порошка в зависимости от размера зерен при  $U = \text{const}$ .

Процентное содержание карборунда определяется заданным сопротивлением тиритового диода. Тирит с уменьшенным содержанием карборунда (рис. 13, образцы малого габарита), обожженный при одной и той же температуре, имеет меньшие значения  $\alpha$ , но повышенное сопротивление.

Сопротивление тирита при содержании карборунда менее 20% практически определяется только сопротивлением глины. Очевидно, при этом зерна карборунда настолько удалены друг от друга, что уже не контактируют между собой. Оптимальное содержание карборунда — 50÷70%; при большем содержании тирит приобретает слишком большую пористость и непрочен. Вообще же тирит может быть получен различной пористости, в зависимости от процентного содержания карборунда. Водопоглощение (пористость) и усадка тирита зависят от количества карборунда (рис. 14) и температуры обжига, поскольку на долю глины остается большее или меньшее количество процентов и, соответственно, осуществляется большее или меньшее заполнение пор при обжиге и усадке.

Температура обжига играет громадную роль в отношении регулирования  $\alpha$  и  $C$  тирита. При высокой температуре обжига глина спекается и дает усадку, благодаря этому происходит сжатие зерен карборунда тем большее, чем выше температура и чем больше, следовательно, усадка. Сближение зерен ведет к повышению проводимости, но одновременно ухудшается (примерно пропорционально) и  $\alpha$  (рис. 15). Степень спекаемости и усадка глины чрезвычайно зависят от температуры: достаточно превысить температуру на несколько градусов или выдержку в печи на несколько минут — и тирит уже даст отклонение от нормы.

Коллоидный графит вводится для уменьшения сопротивления тирита. Если бы уменьшить сопротивление тирита, увеличивая температуру обжига,

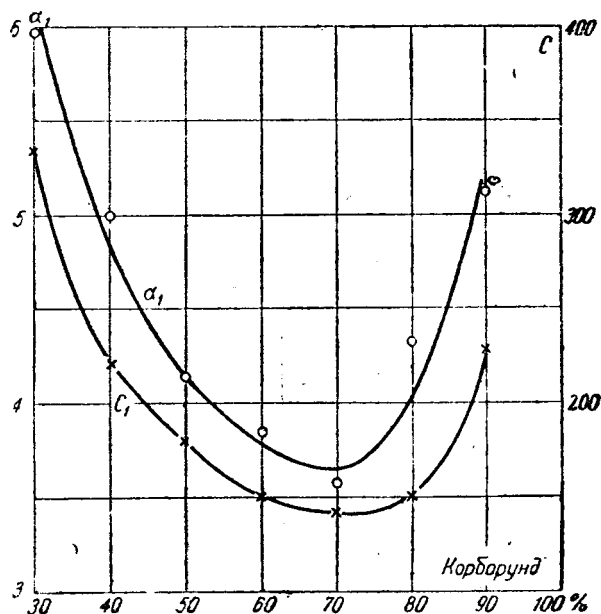


Рис. 13. Зависимость  $C$  и  $\alpha_1$  от процентного содержания карборунда в тирите

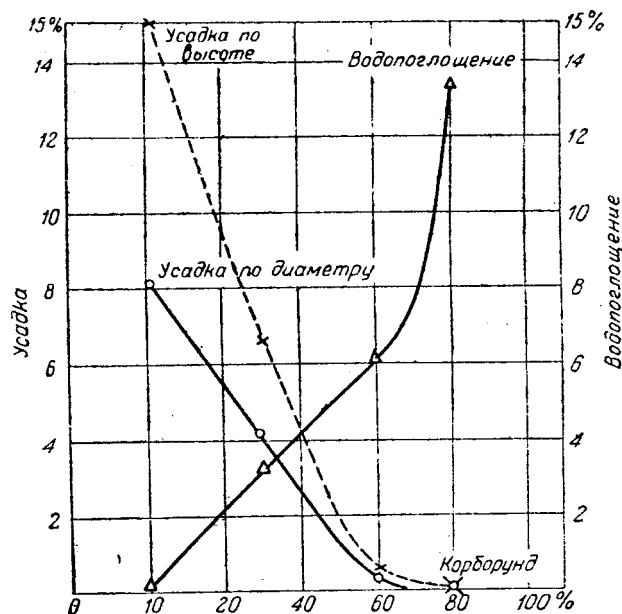


Рис. 14. Усадка и водопоглощение тирита

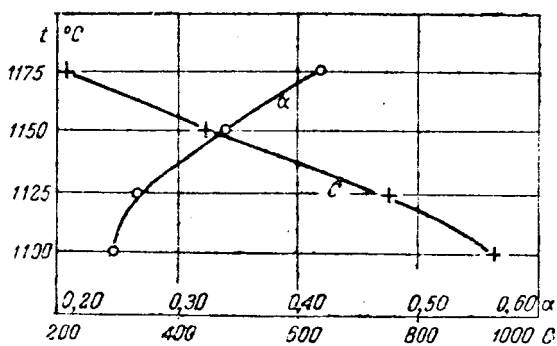


Рис. 15. Влияние температуры обжига на параметры  $C$  и  $\alpha$

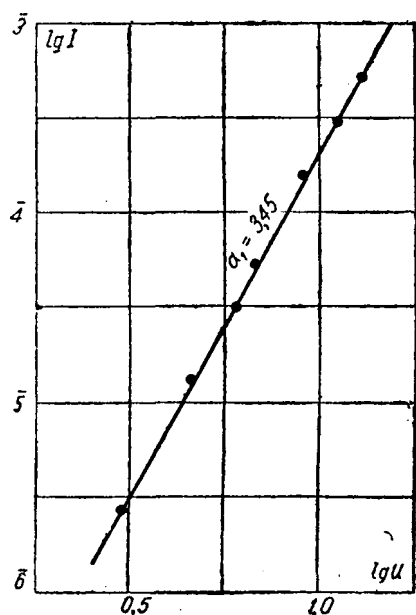


Рис. 16. Вольтамперная характеристика контакта карборунд — металл, снятая компенсационным методом

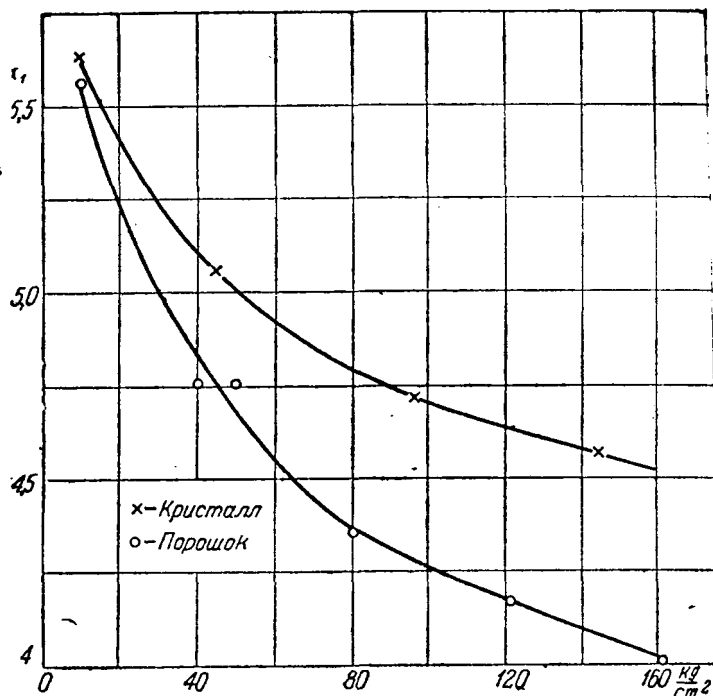


Рис. 17. Влияние давления на показатель  $\alpha_1$

это повело бы к слишком большому ухудшению показателя  $\alpha$ . Графит придает глине значительную проводимость, сообщая ей слабую показательную зависимость, и тем самым немного одновременно ухудшает  $\alpha$  тирита. Введение же больших количеств графита (свыше 5%) ведет уже к значительному ухудшению  $\alpha$ . Кроме того графит при соответствующем его содержании, принимает на себя часть тока, проходящего через диск, и тем самым, до известной степени, разгружает контакты карборунда от больших плотностей тока. Тирит без графита быстро стареет при импульсах.

Каковы же в конечном счете причины зависимости сопротивления тирита от напряжения и чем объяснить колебания его констант в зависимости от технологических условий?

Многочисленные опыты, произведенные нами, с несомненностью установили, что показательная вольтамперная характеристика тирита обусловлена в основном поведением отдельных контактов между зернами карборунда.

Так как по толщине тиритового диска располагаются несколько сотен зерен карборунда, а при импульсных напряжениях на диск приходится несколько тысяч вольт, то на каждый контакт падает напряжение в несколько вольт. Таким образом, изучив поведение отдельного контакта при нескольких вольтах, мы с достаточным основанием сможем судить о поведении диска при импульсах.

Непосредственные измерения вольтамперных характеристик отдельных контактов при нескольких вольтах, произведенные компенсационным методом, показали, что 1) все сопротивление кристалла карборунда практически приходится на контакты, 2) вольтамперная характеристика отдельного контакта следует показательной функции (рис. 16). Показательную зависимость дают как контакты металл—карборунд, так и

контакты карборунд—карборунд. Сопротивление же самого тела кристалла согласно современным представлениям о природе проводимости полупроводников, повидимому, следует закону Ома и весьма невелико (доли ома); сопротивление контакта — сотни и тысячи  $\Omega$ .

С увеличением давления на контакт увеличивается проводимость его и одновременно ухудшается  $\alpha$  (рис. 17). При очень слабых давлениях можно при измерении контактов получить величины  $\alpha \approx 8$ .

Таким образом механизм явления может быть сведен к тем электронно-контактным явлениям, которые часто наблюдаются на границе полупроводник—металл и которые, в частности, обуславливают давно известное применение карборунда в детекторах, применение купроксных и других выпрямителей и т. п. До сих пор механизм этих явлений, как и сопровождающих их явления выпрямления, обратного выпрямления и фотоэффекта, как известно, не получил еще своего окончательного разрешения. Наиболее правильно предположение о весьма малом изолирующем зазоре (контактном промежутке) между видимо соприкасающимися поверхностями толщиной порядка  $10^{-7} - 10^{-6}$  см. Процесс прохождения электронов через такой контактный промежуток может быть описан либо исходя из теории холодной эмиссии (В. Геель), либо на основе волново-механической трактовки этого зазора как потенциального барьера<sup>5</sup> (А. Иоффе, И. Френкель).

Полученные нами данные позволяют по крайней мере в основном также объяснить влияние технологических факторов на свойства тирита. Решающую роль имеет величина (толщина) контактных промежутков. Увеличение контактных проме-

<sup>5</sup> W. van Geel, Nature, 132, 711, 1933; I. Frenkel, A. Ioffé, Phys. Z. Sowjet. 1, 60, 1932.

ков — снижение температуры обжига, уменьшение содержания карборунда — ведет к увеличению  $\alpha$  и  $C$ , и наоборот, — сужение их влечет за собой уменьшение этих параметров. Усадка при обжиге является тем прессом, который регулирует величину контактных промежутков. смеси же графита с глиной роль контактных промежутков играют тончайшие прослойки глины. Зеленый карборунд дает при импульсах по сравнению с черным очень плохие характеристики ( $\alpha = 0,39 - 0,46$ ). Объясняется это тем, что

омическое сопротивление кристалла зеленого карборунда больше и поэтому быстрее делается сравнимым с падающим сопротивлением контактов при повышении напряжения. Здесь надо иметь в виду, что хотя удельная проводимость кристаллов и очень велика по сравнению с таковой же контактов, но контактирующие грани кристаллов все же имеют весьма малое сечение и значительное сопротивление.

Прочие особенности поведения тирита также нетрудно объяснить на основе указанной теории.

## Токи тройной частоты, генерируемые трансформаторами в электрических сетях

TRIPLE FREQUENCY CURRENTS GENERATED BY TRANSFORMERS IN ELECTRICAL NETWORKS

Г. С. Бернштейн

Ленинградский индустриальный ин-т

ПУБЛИКОВАННЫЕ исследования, касающиеся определения высших гармоник в токе холостого хода трансформаторов, в подавляющем большинстве относятся к работе трансформаторов при непосредственном их питании от источника напряжения правильной синусоидальной формы, изменяющейся с нагрузкой. Вместе с тем в ряде случаев весьма существенно рассчитать высшие гармоники тока холостого хода фазового напряжения трансформаторов с учетом их совместной работы с сетью.

В настоящей статье рассматривается развитие третьей гармоники тока и напряжения при совместной работе группового трансформатора и линии передачи, затем, в соответствии с физической природой явления, дана методология ориентировочных расчетов токов и напряжений третьей гармоники в системе, оборудованной групповыми трансформаторами.

Практически надобность в таких расчетах может возникнуть при решении вопроса о допустимости работы отдельных трансформаторных групп по схеме  $\Delta/\Delta$ . Эта схема, как известно, вызывает весьма серьезные возражения из-за явления при ней значительных третьих гармоник. В некоторых установках легко избежать соединения трансформаторных групп по этой схеме, предусматривая, как это всегда делается, хотя бы одну из обмоток группы, соединенной треугольником.

Иначе обстоит дело при реконструкции районных подстанций, связанных с повышением напряжения питаемых сетей в  $\sqrt{3}$  раза, например с 20 kV на 35, с 6,3 kV на 10. Если на этих подстанциях установлены группы двухмоточных трансформаторов, соединенных по схеме  $\Delta/\Delta$ , то и переходе на повышенное вторичное напряжение придется либо переключить имеющиеся трансформаторы на эту  $\Delta/\Delta$ , либо пойти на полную замену их, что, разумеется, связано с большими расходами. Выбор между этими вариантами требует ясного учета явлений, связанных с развитием третьей гармоники, при этом желательны ориентировочные подсчеты для разных вариантов заземления нейтралей.

Попутно можно указать, что однофазные трансформаторы напряжения, соединенные в трехфазную группу, с точки зрения характера возникновения в них третьих гармоник, сходны с силовыми, однако резко от них отличаются своими параметрами; соединение их по схеме  $\Delta/\Delta$  обычно не вызывает опасений.

Запросом расчета токов третьей гармоники в системах, оборудованных групповыми трансформаторами, занимались американцы Morgan, Bairos и Kimball<sup>1</sup>.

T. Morgan, A. Bairos, G. Kimball, The triple harmonic equivalent circuit in three phase power transformer banks AIEE, T. 52, стр. 64, 1933.

Авторы исходили из схемы замещения, которую предложил Osborn<sup>2</sup> и приведенной нами на рис. 1. Параметры схемы Morgan и др. определяли опытным путем. Значения индуктивных сопротивлений обмоток ими определялись по способу Дала<sup>3</sup>.

Электродвижущая сила третьей гармоники  $E_0^{III}$  и сопротивление холостого хода<sup>4</sup>, определялись из измерений, произведенных по схеме рис. 2. При замыкании показанного на схеме двухполюсного переключателя на цепь измерения напряжения, находится тройная величина фазового напряжения третьей гармоники —  $3E_0^{III}$ . При другом положении его цепь тока третьей гармоники замыкается накоротко через шунт, и при этом измеряется ток  $I_K^{III}$ .

Сопротивления холостого хода определялись как отношения измеренных напряжений тока третьей гармоники —  $\frac{E_0^{III}}{I_K^{III}}$ .

Так как авторов интересовала не только общая величина кажущегося сопротивления, но и его активная и реактивная составляющие, то они не ограничивались измерением эффективных значений токов и напряжений но также снимали осциллограммы, из которых находили фазовый угол измеряемых величин по отношению к основной гармонике и пр. Для выделения  $X_0^{III}$  и  $r_0$  предполагалось, что импедансу холостого хода соответствует угол сдвига между током и напряжением третьей гармоники, полученный из основных двух измерений.

Прежде чем перейти к методике расчета токов третьей гармоники в системе, выясним, насколько правильно описанная схема Osborn отражает физическую сущность развития токов третьей гармоники в групповом трансформаторе.

Рассмотрим в простейшем виде такую схему совместной работы трансформаторной группы с линией, при которой токи тройной частоты особенно велики (рис. 3). При этой схеме токи замыкаются через емкость линий, землю и заземленную нейтраль. В лабораторных условиях такая схема может быть составлена путем замены емкости линий конденсаторами.

<sup>2</sup> H. Osborn, Disc. of harmonics in transformer magnetizing currents, Tr. AIEE, стр. 423, 1915.

<sup>3</sup> О Дале, Электрические цепи том I, гл. II, изд. ОНТИ, 1933.

<sup>4</sup> Название величины  $Z_0^{III} = \sqrt{r_0^2 + X_0^{III^2}}$  «No load impedance» следует понимать условно.



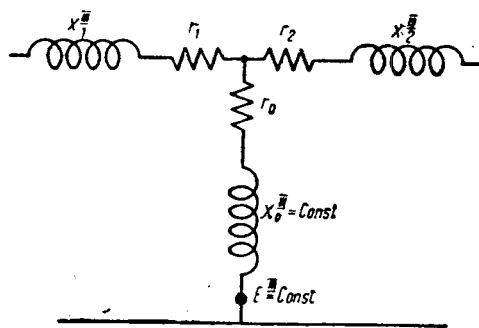


Рис. 1. Схема Osborn

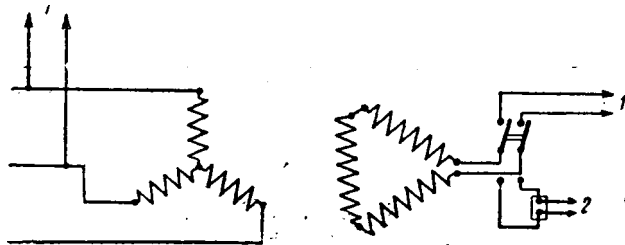


Рис. 2. 1 — измерение напряжения, 2 — тока

Теоретические и экспериментальные исследования схемы рис. 3, произведенные Kiefer<sup>5</sup>, Lampert<sup>6</sup> и автором настоящей статьи<sup>7</sup>, позволяют констатировать следующие характерные явления.

При постепенном увеличении емкости от нуля ток и напряжение третьей гармоники быстро возрастают, первая величина от нуля, вторая от напряжения  $E^{III}$ . При определенной величине емкости, зависящей от приложенного напряжения и от параметров трансформатора, ток и напряжение, достигнув своих максимальных значений, внезапно уменьшаются до незначительных величин и изменяют свою фазу по отношению к первичному напряжению на  $180^\circ$ , иначе говоря, происходит опрокидывание фазы тока. Явление опрокидывания не может иметь места только в том случае, если трансформаторы работают при насыщениях, значительно меньших нормальных (при 50—60% от нормального).

Опрокидывания фаз в цепи третьей гармоники объясняются приводимыми ниже построениями.

При известных соотношениях между параметрами цепи на ток и напряжения третьей гармоники накладываются своеобразные гармоники ненормальной кратности. Наблюдавшаяся кратность этих гармоник по отношению к основной в режиме низких напряжений третьей гармоники составляла  $1,95 \div 2$ . В режиме высоких напряжений, предшествующем опрокидыванию, —  $3,6 \div 3,75$ . Появление гармоник ненормальной кратности объясняется свободными колебаниями с частотой, зависящей от частоты вынужденного режима; подобные колебания нередко возникают в колебательных контурах с насыщенным железом. Опыт показывает, что гармоники ненормальной кратности в режиме низких напряжений становятся заметными только вблизи точки опрокидывания. В режиме высоких напряжений гармоники ненормальной кратности сохраняют значительную величину в широких пределах изменения емкости. Следует отметить, что при всех условиях амплитуда гармоник ненормальной кратности остается меньше амплитуды третьей гармоники.

Сопоставляя перечисленные особенности цепи тока третьей гармоники группового трансформатора с включенной емкостью со схемой замещения, которую предложил Osborn

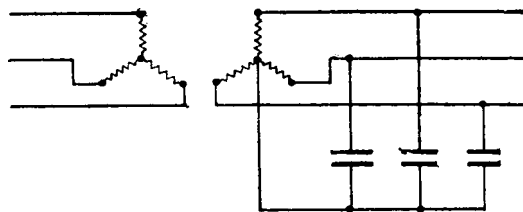


Рис. 3. Упрощенная схема совместной работы трансформаторной группы и линии при соединении обмоток трансформаторов  $X/X-III$

нетрудно видеть, что эта схема не отражает весьма существенных явлений, происходящих в цепи.

Ниже приводится приближенный графический способ определения тока и напряжения третьей гармоники, соответствующий физической природе явления. Заметим, этот графический расчет целиком объясняет и учитывает первое положение, характеризующее рассматриваемую цепь. Что касается второго положения, а именно — возникновения накладываются гармоник ненормальной кратности, то оно построением не учитывается. Учет гармоник ненормальной кратности представляет большие математические трудности и вместе с тем мало важен с точки зрения оценки работы системы.

Ниже вводятся следующие обозначения:

- $I'_{1m}, I'_{2m}, U'_{1m}, U'_{2m}$  — амплитудные значения основной гармоники токов и линейных напряжений первичной и вторичной обмоток;  
 $B'_m, B_m^{III}$  — амплитудные значения основной и третьей гармоник индукции в железе (предполагается сечение железа одинаковым в ярме и сердечниках);  
 $aw = \frac{kw}{l}$  — мгновенное значение ампер-витков в единицу длины магнитной цепи, соответствующее этому обозначению эффективных величин:  $AW = \frac{Iw}{l}$ ;  
 $\lambda$  — отношение  $\frac{B^{III}}{B'}$ .

Если пренебречь влиянием воздушных зазоров, то соотношение между мгновенными значениями намагничивающих ампер-витков и индукцией определяется кривой намагничивания железа сердечников, или, точнее, петлей гистерезиса. Незначительное влияние гистерезиса при нормальных насыщениях позволяет ограничиться рассмотрением кривой намагничивания.

На основании кривой намагничивания, пользуясь графоаналитическим методом Фишер-Гиннена, нетрудно построить кривые, связывающие  $B_m^{III}$  и  $AW_m^{III}$  при заданных величинах  $B'_m$  при чисто реактивном сопротивлении в цепи тока третьей гармоники. Способ построения этих кривых изложен в указанных выше работах<sup>8</sup>.

На рис. 4 показана характерная кривая  $B_m^{III} = f(AW_m^{III})$ . Очевидно, что кривая возможных соотношений между током  $I_m^{III}$  и напряжением  $U_m^{III}$  будет подобна этой кривой, если пренебречь рассеянием и активным сопротивлением обмоток. По схеме рис. 3 внешняя цепь представляется постоянной емкостью. Так как напряжение на зажимах емкости пропорционально току, то, зная емкость, можно на рис. 4 провести прямую  $B_m^{III} = K_x A W_m^{III}$ , где  $K_x$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от параметров трансформатора и емкости. Точки пересечения прямой линии с кривой определяют условия электрического равновесия.

Кривые рис. 4 по своему характеру вполне тождественны кривым, объясняющим опрокидывание фаз основной гармоники в обычных цепях с насыщенным железом и емкостью<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> См. сноски 5 и 7.

<sup>9</sup> Р. Рюденберг, Явления неустойчивости в электрических установках.

<sup>5</sup> R. Kiefer, Über Kippschwingungen dreifacher Frequenz in magnetisch-unverketteten Drehphasentransformatoren, E и M. стр. 921, 1928.

<sup>6</sup> W. Lampert, Oberwellen doppelter und bruchzahliger Frequenz in Drehstromnetzen mit Sternsterngeschalteten Transformatoren und geerdetem Nullpunkt, A. f. E., стр. 1160, 1929.

<sup>7</sup> Г. С. Бернштейн, Высшие гармоники, генерируемые трехфазными групповыми трансформаторами. Труды ЛИИ № 14, электротехнический выпуск IV, 1936.

предлагается вместо схемы замещения Osborn схема, данная на рис. 5. Эта схема состоит из источника э. д. с. третьей гармоники  $E_{\text{вн}}^{\text{III}}$ , индуктивного сопротивления  $X_{\phi}^{\text{III}}$ , излучающегося с током  $I^{\text{III}}$ , и сопротивлений рассеяния обмоток трансформатора. Активные сопротивления не приносятся во внимание ввиду их незначительной величины в сравнении с индуктивными. Схема рис. 5 в сочетании с емкостью вполне отражает ферро-резонансный характер цепи. Зависимость  $X_{\phi}^{\text{III}} = f(I^{\text{III}})$  может быть определена, исходя из построения рис. 4.

Аналитический расчет токов третьей гармоники, соответствующий схеме рис. 5, для простейшего случая сводится к следующей формуле:

$$I^{\text{III}} = \frac{E_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\text{вн}}^{\text{III}} + kX_{\phi}^{\text{III}}} \quad (1)$$

представляет собой э. д. с., равную напряжению третьей гармоники при  $X_{\text{вн}}^{\text{III}} = \infty$ ;

$X_{\text{вн}}^{\text{III}}$  — реактивное сопротивление внешней цепи, включающее сопротивление рассеяния обмотки трансформатора;

$X_{\phi}^{\text{III}} = X_{\phi}$  — фиктивное сопротивление, вводимое в схему замещения;

$k$  — функция  $I^{\text{III}}$ , определяемая графическим построением;

$\frac{E_{\text{вн}}^{\text{III}}}{I_{\kappa}^{\text{III}}}$  — отношение напряжения третьей гармоники при разомкнутой цепи к току третьей гармоники при разомкнутой и короткозамкнутой цепи.

Приблизительные значения  $E_{\text{вн}}^{\text{III}}$  и  $I_{\kappa}^{\text{III}}$  легко могут быть

получены по кривым зависимости  $\frac{E_{\text{вн}}^{\text{III}}}{E'} = f(B')$  и  $\frac{I_{\kappa}^{\text{III}}}{I'} = f(B')$ . Таким образом определение  $E_{\text{вн}}^{\text{III}}$  и  $X_{\phi}^{\text{III}}$  не встречает затруднений.

Индуктивные сопротивления и емкость внешней цепи определяются обычными приемами, применяющимися для схем с любой последовательностью при расчетах по методу симметричных составляющих. Сопротивления рассеяния отдельных обмоток трансформаторов в схеме замещения рис. 5 определяются потоками рассеяния, создаваемыми токами третьей частоты, нулевой последовательности, протекающими в одном направлении в обеих обмотках. Эти сопротивления, вообще говоря, зависят от соотношения между токами протекающих токов. Так как сопротивления рассеяния обмоток в нашей задаче имеют второстепенное значение, то для упрощения будем считать их постоянными; деление их возможно путем умножения нормального значения рассеяния трансформатора на ориентировочные коэффициенты, учитывающие взаимное расположение обмоток сердечника.

Зависимость коэффициента  $k$  от отношения  $\frac{X_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\phi}^{\text{III}}}$  находится построением, которое на рис. 6 выполнено для индукции третьей гармоники  $B_m^{\text{III}} = 14000$  Г. На этом рисунке представлена кривая  $B_m^{\text{III}} = f(AW_m^{\text{III}})$ , построенная, исходя из нормальной кривой намагничивания трансформаторной стали. Предполагается, как это делается в схеме Osborn, что  $\frac{B_m^{\text{III}}}{I^{\text{III}}} = \text{const}$ , то кривая рис. 6 была бы прямой линией  $AB$ . Тангенс угла, образуемого этой прямой с осью абсцисс, определяет величину  $X_{\phi}^{\text{III}}$ . Отрезок  $OK = B_m^{\text{III}}$  пропорционален  $I^{\text{III}}$ . Ранее указывалось, что величины  $B_m^{\text{III}}$  и  $AW_m^{\text{III}}$  в условиях электрического равновесия при реактивном сопротивлении в цепи третьей гармоники могут быть найдены, как ординаты точек пересечения кривой  $B_m^{\text{III}} = f(AW_m^{\text{III}})$  с прямой  $B_m^{\text{III}} = K_x X_{\phi}^{\text{III}}$ . Прямые, проходящие через начало

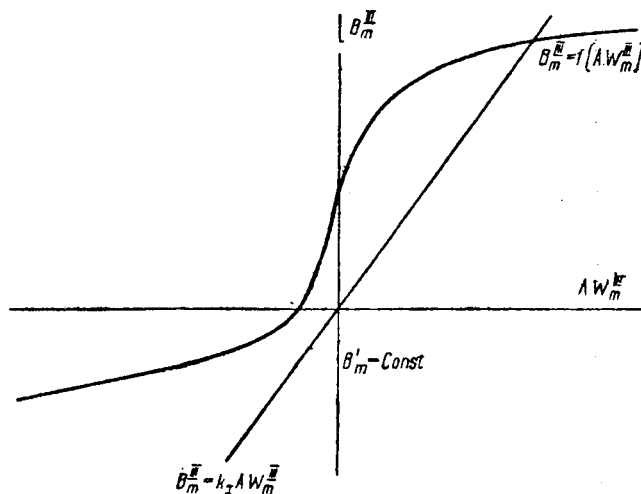


Рис. 4

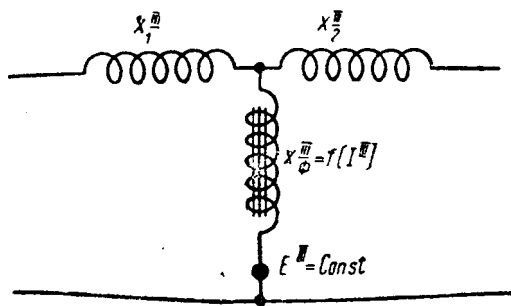


Рис. 5. Новая схема замещения

координат, соответствуют различным значениям  $X_{\text{вн}}$ . Для определения отношения  $\frac{X_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\phi}^{\text{III}}}$ , соответствующего каждой прямой, на рисунке проведены пунктирные линии через точку  $L$  пересечения кривой  $B_m^{\text{III}} = f(AW_m^{\text{III}})$  с осью абсцисс и точку  $L'$ , симметричную  $L$  относительно оси ординат. Отношение засечек, делаемых прямыми  $B_m^{\text{III}} = K_x AW_m^{\text{III}}$  на пунктирной линии к отрезку  $OK = B_m^{\text{III}}$ , равно  $\frac{X_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\phi}^{\text{III}}}$ , напри-

мер для луча 13  $\frac{X_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\phi}^{\text{III}}} = \frac{Ld}{OK}$ .

Если бы через точку  $K$  и точку пересечения одного из лучей с кривой  $B_m^{\text{III}}$  провести прямую, то тангенс угла между этой прямой и осью абсцисс определил бы величину  $X_{\phi}^{\text{III}}$ , необходимую, чтобы при линейной зависимости  $B_m^{\text{III}} = f(AW_m^{\text{III}})$  получился бы тот же результат, что и при действительной кривой. Так как  $X_{\phi}^{\text{III}} = kX_{\phi}^{\text{III}}$ , то для определения величины  $k$  достаточно из точки пересечения луча с кривой  $B_m^{\text{III}}$  опустить перпендикуляр на ось ординат и взять отношение его отрезка между осью ординат и прямой  $AB$  ко всей его длине; например, для луча 13  $k = \frac{cb}{ca}$ . На рис. 6 нанесена сетка из лучей, проходящих через начало координат, с помощью ко-

торых построена искомая кривая  $k = f\left(\frac{X_{\text{вн}}^{\text{III}}}{X_{\phi}^{\text{III}}}\right)$ , показанная на рис. 7. Луч 1-15 проведен касательно нижней части кривой и определяет теоретический момент опрокидывания фаз. Лучи в первом и третьем квадрантах отвечают емкостному характеру внешней цепи, лучи во втором квадранте соответствуют индуктивности. В первом случае  $X_{\text{вн}}^{\text{III}}$  считаем отрицательным (вычитаемым из  $kX_{\phi}^{\text{III}}$ ), во втором случае положительным.

Д. М. Пиотровский, Исследование режима холостого хода трансформаторов. „Электричество“ № 1, 1935.

Рихтер, Электрические машины, ч. 3, см. также работу автора, сноска 7.

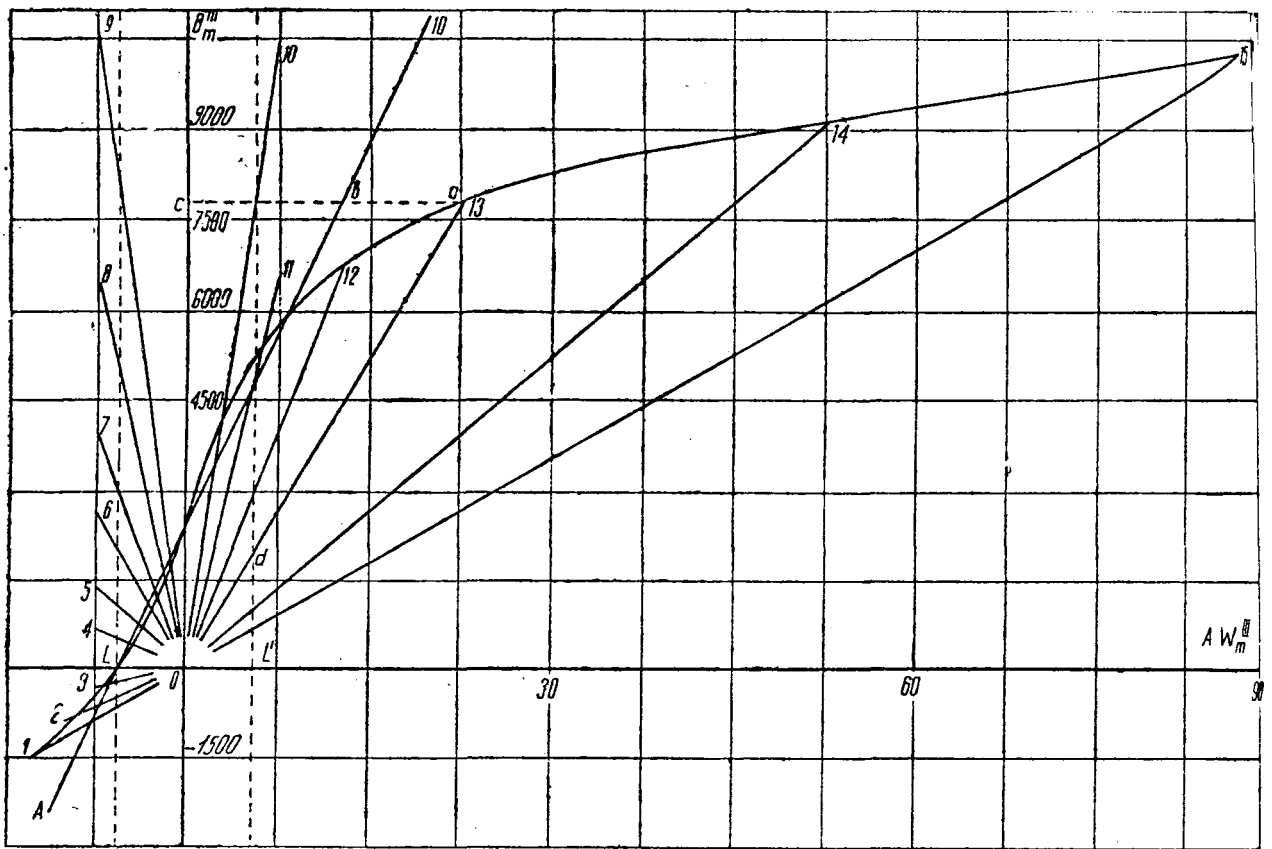


Рис. 6. Вспомогательный график для построения кривой  $k = f\left(\frac{X_{00}^{III}}{X_{00}^{II}}\right)$  при  $B_m^I = 14000 \text{ G}$

Из рис. 7 видно, что при внешних сопротивлениях, близких к нулю, значение коэффициента  $k$  мало отличается от единицы, при очень больших внешних сопротивлениях  $k \approx 1,5$ . Для расчета наибольших возможных напряжений при ма-

лых отрицательных значениях  $\frac{X_{00}^{III}}{X_{00}^{II}}$  необходимо пользоваться

пунктирной ветвью кривой рис. 7. Эта ветвь отвечает неустойчивому режиму, сопровождающемуся очень большими напряжениями третьей гармоники.

Применение предлагаемой схемы замещения поясним на примере сети рис. 8, состоящей из генераторной станции, повышающей подстанции, линии передачи 110 kV, понижающей подстанции и ряда отходящих от нее линий. На понижающей подстанции предположена ненормальная схема соединения обмоток трансформаторов —  $\lambda/\lambda$ . Заземление нейтрали всех трансформаторов осуществляется через

разъединители, обозначенные на схеме цифрами. Сеть замещения всей сети показана на рис. 9.

Прежде всего необходимо определить реактивные сопротивления цепи третьей гармоники и электродвижущие силы  $E^{III}$ . Все величины нами приводятся к напряжению 110 kV.

Для всех трансформаторных групп принимаются следующие данные: мощность одной группы — 30 000 kVA; напряжение повышающих трансформаторов —  $6,3/110 \pm 5\% \text{ kV}$ , понижающих —  $110/38,5 \text{ kV}$ ; ток холостого хода  $I_0 = 0,4\%$ ;  $I_k = 13,3 \text{ A}$ ; индукция  $B_m^I = 14000 \text{ G}$ .

Кривая намагничивания — обычная для трансформаторов стали и, следовательно, совпадающая с кривой, принятой для построения рис. 6. Реактивное сопротивление рассеяния обмоток трансформаторов при нормальной частоте нормальной работе  $\varepsilon_s = 10\%$ .

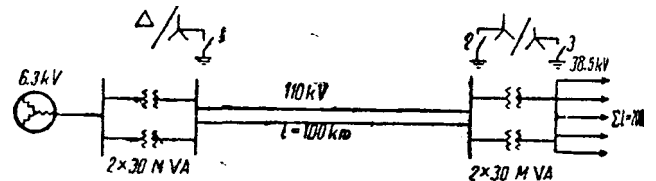


Рис. 8. Схема сети к примерному расчету

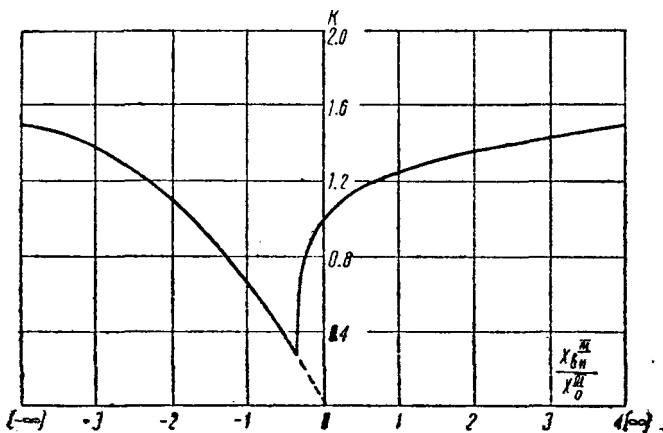


Рис. 7. Кривая зависимости  $k$  от  $\frac{X_{00}^{III}}{X_{00}^{II}}$

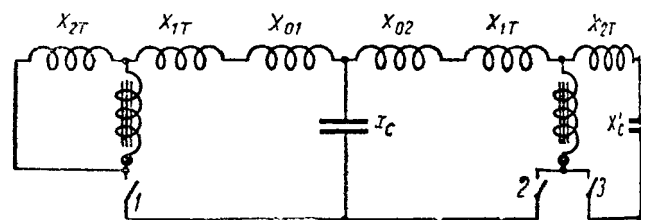


Рис. 9. Эквивалентная схема замещения сети для расчета третьей гармоники

приближенно реактивное сопротивление обмотки 110 кВ:

$$X_1^{III} = 3 \cdot 1,25 \cdot 0,1 \frac{110^2}{30} = 150 \Omega;$$

Этого напряжения:

$$X_2^{III} = 3 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \frac{110^2}{30} = 30 \Omega.$$

Продвижающая сила третьей гармоники  $E^{III}$ , равная величине  $U_0^{III}$  при  $I^{III} = 0$ , находится с помощью кривых  $f(B'_m)$ . При  $B'_m = 14000$  Г это отношение может быть равным 0,51; таким образом

$$E^{III} = 0,51 \cdot \frac{110}{\sqrt{3}} = 32,3 \text{ кВ}.$$

для обеих подстанций определяется, исходя из номинального напряжения линии, пренебрегая фактическим расением напряжений.

определения  $X_0$  необходимо найти  $I_k^{III}$ . Отношение легко установить с помощью кривых  $\frac{I^{III}}{I^I}, \frac{I^V}{I^I}$ ,

$f(B'_m)$ . При  $B'_m = 14000$  Г и полагая

$$\frac{I^{III}}{I^I} = 0,52; \quad \frac{I^V}{I^I} = 0,22; \quad \frac{I^{VII}}{I^I} = 0,075$$

приближенно написать:

$$I_k^{III} = I \frac{0,52}{\sqrt{1 + 0,52^2 + 0,22^2 + 0,075^2}} = 6,1 \text{ А};$$

тественно:

$$X_0^{III} = \frac{32300}{6,1} = 5300 \Omega.$$

Индуктивное сопротивление линий определяется по формуле Carson для системы нулевой последовательности  $I_1$ , а для одной фазы имеет следующий вид:

$$X = 0,0087 f \log \frac{2,085 \cdot 10^{-1}}{R \sqrt{\lambda f}} \frac{\Omega}{\text{км}}. \quad (2)$$

в формуле  $R$  — средний геометрический радиус проводов, в расположении всех трех проводов в одной плоскости:

$$R = \sqrt[3]{0,179 r a^2},$$

— радиус провода,

— расстояние между проводами. Принимая  $r = 0,7$  см,  $a = 400$  см, получаем:

$$R = 51 \text{ см}.$$

— проводимость земли в абсолютных единицах, — частота в герцах.

ставляя в формулу (2)  $\lambda = 10^{-13}$  и  $f = 150$ , им:

$$X_L^{III} = 3,95 \frac{\Omega}{\text{км}}.$$

Сопротивление двух параллельных цепей линии:

$$3,95 \frac{100}{2} = 193 \Omega.$$

Средняя проводимость одной фазы линии по отношению к земле:

$$b_c = \frac{0,0507 f \cdot 10^{-6}}{\log \frac{2h}{R^I}} \frac{\text{С}}{\text{км}}. \quad (3)$$

Высота проводов над землей; принимаем  $h = 1000$  см

Загнер и К. Эванс, Метод симметричных состав-

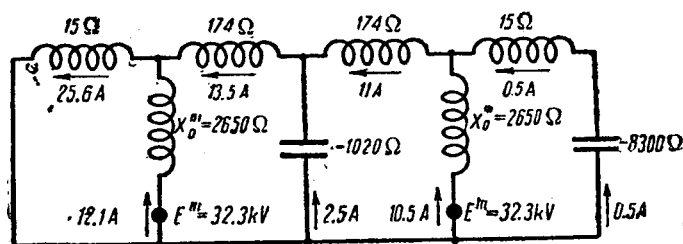


Рис. 10. Распределение токов третьей гармоники

$R' = \sqrt[3]{\frac{4}{3} r a^2}$  — средний геометрический радиус для выбранного расположения проводов. После подстановки значений  $a$  и  $r$  получим:

$$R' = 56 \text{ см}.$$

Согласно формулы (3):

$$\frac{1}{b_c} = 2,04 \cdot 10^5 \Omega/\text{км}.$$

Емкостное сопротивление всех линий на фазу

$$X_c^{III} = \frac{2,04 \cdot 10^5}{2 \cdot 100} = 1020 \Omega.$$

Индуктивное сопротивление линий 35 кВ не вводится в расчет ввиду его незначительного влияния. Емкостное сопротивление определяется так же, как и для линий 110 кВ. Принимая  $h = 800$  см,  $a = 300$  см и  $r = 0,625$  см, найдем, что емкостное сопротивление всех 200 км сети 35 кВ составляет 8300 Ω.

Реактивные сопротивления всех элементов расчетной схемы показаны на рис. 10, при этом распределенные постоянные линий замещены сосредоточенными, включенными по схеме Г. По подсчитанным значениям э. д. с. и реактанс ниже определяются токи и напряжения третьей гармоники для трех случаев заземления нейтрали.

1. Заземлена нейтраль стороны 110 кВ понижающих трансформаторов (разъединители 2 включены, разъединители 1 и 3 отключены); в этом случае по формуле (1) величина тока третьей гармоники от трансформаторов понижающей подстанции

$$I^{III} = \frac{32300}{75 + 99 + 1020 + k 2650} = 175 \text{ А}.$$

Величина  $k = 0,25$  определена по кривой рис. 7 в соответствии с отношением  $\frac{X_{sh}^{III}}{X_0^{III}} = 0,32$ .

Напряжение третьей гармоники на шинах 110 кВ понижающей подстанции

$$U^{III} = 32300 + 175 (0,25 \cdot 2650 + 75) = 161800 \text{ В}.$$

Это напряжение превышает напряжение основной гармоники в  $161800/636 = 2,54$  раза. Соответственно максимальная величина суммарного напряжения превышает нормальное в 3,54 раза.

2. Заземлена нейтраль стороны 35 кВ понижающих трансформаторов (включен разъединитель 3, отключены разъединители 1 и 2) на понижающей подстанции, работает только одна группа. Для этого случая:

$$I^{III} = \frac{32300}{30 - 8300 + k 5300} \frac{110}{38,5} = 27,2 \text{ А}.$$

$$k = 0,92 \text{ соответствует } \frac{X_{sh}^{III}}{X_0^{III}} = \frac{8264}{5300} = 1,56.$$

Напряжение на шинах 38,5 кВ подстанции:

$$U^{III} = 32300 \frac{38,5}{110} + 27,2 (0,92 \cdot 5300 + 36) \frac{38,5}{110} = 27600 \text{ В}.$$

$$\frac{U^{III}}{U} = \frac{27,6 \cdot \sqrt{3}}{38,5} = 1,24.$$

$$\frac{U_m}{U} = 2,24.$$

3. Заземлены нейтрали всех обмоток трансформаторов (включены разъединители 1, 2 и 3). При этом варианте приходится считаться с наличием э. д. с. третьей гармоники в двух точках сети. Первоначально токораспределение находится в предположении  $k=1$ . Дальнейшее уточнение возможно путем изменения  $k$  и последовательного приближения. На рис. 10 показано распределение токов третьей гармоники

при  $k=1$ . Из рисунка видно, что значения  $\frac{X_{\text{вн}}^{III}}{X_0^{III}}$  для каждой подстанции не превосходит 0,1—0,2. При этих отношениях  $k$  мало отличается от единицы и поэтому распределение токов рис. 10 можно считать окончательным. Определение напряжений третьей гармоники в отдельных точках сети не представляет затруднений.

Первые два из рассмотренных случаев, как видно из расчета, представляют громадную опасность для системы с точки зрения значительных перенапряжений третьей гармоники, возникающих в трансформаторах и передающихся в сеть.

Третий случай в смысле непосредственных перенапряжений безопасен, но он связан с большим риском случайного разземления нейтрали на повысительной подстанции; кроме того,

этот случай сопровождается значительными токами гармоник, протекающими по проводам линий пере

В заключение остановимся на работе трансформаторной понижающей подстанции с изолированной нейтралью. Такой случай характеризуется тем, что в сети отсутствуют гармоник, а в фазовом напряжении трансформатора появляется третья гармоника, равная  $E^{III}$ . В примере в фазовом напряжении сети не может быть третьей гармоники, поэтому полная величина  $E^{III}$  оказывается нейтрально группы и землей.

Резюмируя, можно сказать следующее:

1. Путем теоретических подсчетов можно установить, при соединении обмоток трансформаторной группы по схеме  $\Delta/\Delta$  с заземленной нейтралью обмоток, присоединенных к линии, в неблагоприятных случаях максимальное напряжение может превысить нормальное фазовое в 4—5 раз. Видно, что такие перенапряжения совершенно недопустимы.

2. При соединении трансформаторной группы по схеме  $\Delta/\Delta$  при изолированной нейтрали обеих сторон напряжение третьей гармоники не превысит 50—60% нормального. В обычных условиях это напряжение по отношению к земле должно прийти на сторону нейтрали трансформаторной группы. Для трансформаторов, имеющих полную изоляцию со стороны нейтрали, такой режим может оказаться опасным.

3. При наличии у трансформаторной группы хотя бы одной обмотки, соединенной треугольником, напряжение третьей гармоники при обычных встречающихся параметрах настолько незначительно, что его можно практически считать отсутствующим.

## Дуговые статоры, как электрические аппараты для вращения рабочих машин<sup>1</sup>

### SEGMENTAL STATORS USED AS ELECTRICAL APPARATUS FOR WORKING MACHINE DRIVING

П. А. Фридкин

Завод „Электросила“ им. С. М. Кирова

**ПОЛЕЗНАЯ** мощность, которую можно получить от дуговых статоров:

$$P = f_t S V, \quad (7)$$

где  $f_t$  — вращательная сила в кг, возбуждаемая в ободу роторного органа каждым квадратным сантиметром активной поверхности дугового статора;

$S$  — активная поверхность статора в  $\text{см}^2$ ;

$V$  — окружная скорость у активной поверхности обода роторного органа в  $\text{м/сек}$ .

Мощность  $P$  и окружная скорость  $V$  обычно являются исходными данными для проектирования аппарата, поэтому окружная сила  $F_t$ , равная  $f_t S$ , легко определяется по формуле:

$$F_t = \frac{P}{V} = P \cdot \frac{\pi D n}{60} = \frac{60 P}{\pi D n}.$$

Таким образом, чтобы найти искомую активную поверхность  $S$  дугового статора, нужно лишь знать величину  $f_t$ .

Нормально, при обычных электротехнических материалах

$$f_t \leq 0,5 \text{ кг/см}^2.$$

Следующей задачей проектировщика является наиболее рациональный подбор множителей — длины дуги  $L$  и осевого размера статорного пакета  $l$  составляющих площадь  $S$ :

$$S = Ll = \beta \pi D l. \quad (8)$$

$\beta$  обозначает здесь коэффициент окружения, т. е. доля всей окружности, составляемая дугой статора. При одном и том же  $S$  все удовлетворяющие ей значения  $\beta$  и  $l$  размещаются на равносторонней гиперболы. Выбор одной наивыгоднейшей

пары множителей из всех возможных вариантов еще задача расчетно-конструктивного характера, которая, как было указано, не может решаться вне и изолированно от особенностей требований рабочих машин. Для некоторых машин может по совокупности исходных условий оказаться наивыгоднейшим коэффициент окружения 0,2, для других — 0,7, для третьих — 0,4 и т. д. Дуговые статоры замечательны именно тем, что многочисленность возможных для них значений коэффициента окружения позволяет широко варьировать числа полюсов, магнитное рассеяние, зазор и все другие основные электромеханические и конструктивные величины, которые благодаря этому могут быть получены наивыгоднейшими применительно к каждому данному случаю конкретные исходные условия.

Во многих случаях, когда мощность, диаметр и коэффициент окружения дугового статора достаточно велики, статорную секцию можно секционировать, т. е. выполняться из двух или более, притом обязательно многофазных, дуговых секций, каждая из которых отнимается или приставляется к роторному органу и вращает его совершенно независимо от остальных секций. Такое секционирование дуговых статоров при больших их мощностях и размерах дает следующие преимущества:

1. Изготовление и припасовка к рабочей машине отдельных дуговых секций мощного и большого дугового статора проще и удобнее, чем изготовление и припасовка всего статора.

2. Повреждение обмотки одной дуговой секции еще не останавливает машину. Замена же одной секции требует значительно меньше времени, труда и технических приспособлений, чем возобновление целого статора. Таким образом, стоимость резерва значительно меньше при секционировании.

3. Секционированный статор позволяет осуществлять

<sup>1</sup> Окончание. Начало см. в № 7, 1937. В порядке обсуждения. Ред.

и машины при гораздо меньших толчках тока в сети, возможно поочередное включение секций при пуске. Наконец, секционированный статор больших размеров может отрегулировать и установить меньший безопасный ток при целом статоре.

Рассмотрим некоторые особенности конструкции и работы роторной зоны рабочей машины.

Роторной зоной  $R$  мы называем ту кольцевую часть обода ротора, колеса или другого ротационного органа, с которой магнитно сцепляется дуговой статор  $S$  и на которую он оказывает свои вращательно-действующие поля (рис. 4).

В зависимости от осевого размера роторная зона составляет ту часть ротационного органа. Так например, при диаметре барабана чесальной машины в 1000 мм достаточный осевой размер роторной зоны этого барабана — 500 мм. При осевом размере маховика одного типа прокатного стана в 500 мм достаточно удовлетворяет осевой размер роторной зоны в 115 мм.

В том случае, если толщина ферромагнитного обода роторного органа мала для канализации магнитного потока, этот обод в необходимой осевой своей части может быть усилен утолщенным или же наращен поясом из полосового железа. В последнем случае роторная зона именуется роторным поясом.

Роторный пояс из полосового железа получают также те же роторные органы, ободы у которых деревянные или из другого парамагнитного или диамагнитного вещества.

Во всех случаях эта зона должна иметь в нормальной своей части достаточно большую омическую проводимость и малое магнитное рассеяние.

Массивный ферромагнитный обод роторного органа рабочей машины должен был бы, на первый взгляд, обладать благодаря своему большому сечению большой омической проводимостью. Однако не все равные части этого сечения пропускают равные токи и не все эти вторичные токи являются эффективными.

Чем больше мы удаляемся от активной поверхности обода, тем меньше число силовых линий потока статора сцепляется с равными частями сечения обода. По направлению к активной периферии обода к неактивной, индуктируемые токи будут, при прочих равных условиях, убывать по линейному закону. Кроме того, в том же направлении возрастает индуктивное сопротивление нитевидных проводников. Все это делает малоценной в роли проводника весьма значительную часть сечения массивного обода. Более или менее эффективен в этом отношении лишь тот слой сечения, который ближе всего расположен к зазору.

Электропроводимость самого массивного обода обычно недостаточна и необходимо принимать меры для увеличения ее. Для этой цели могут быть использованы следующие два способа: 1) обычная беличья клетка, состоящая из аксиальных стержней, замыкаемых кольцами, и 2) лакирование или шоопирование<sup>2</sup> медью активной поверхности роторной зоны.

Нанесение сплошной медной прослойки на активной поверхности обода ротационного органа должно сочетаться: а) с уменьшением сечения короткозамыкающих колец, б) с близким их расположением к активной периферии обода, в) электрическим контактом между прослойкой меди и кольцами, г) непосредственным контактом между кольцами обода и д) с наибольшим возможным укорочением аксиального размера роторной зоны.

Уменьшение зазора за счет медной прослойки на активной поверхности обода компенсируется частично, а во многих случаях полностью уменьшением коэффициента Картера; доведением до нуля роторных зубовых ампер-витков намагничивания; уменьшением ампер-витков намагничивания ротора и уменьшением двоякоцепленного рассеяния. Выходя от режима работы беличьей клетки асинхронного мотора каждый элемент беличьей клетки ротационного органа, вращаемого дуговым статором, бывает под индукционным током только в течение доли каждого оборота, равной

$$\frac{L}{\pi D} = \beta. \quad (9)$$

Процесс «лакирования» нами кратко именуется процессом «шоопирования» — процессом металлизации поверхности металла электрическими методами. «Шоопированием» принято обозначать тот же процесс металлизации, но с помощью электролитических методов.

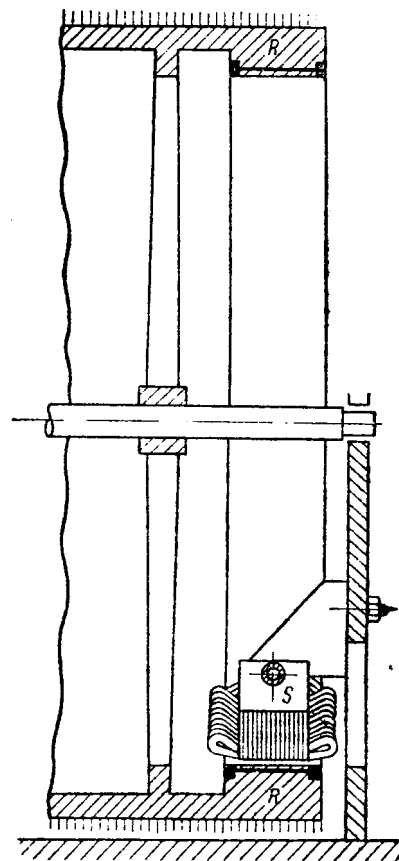


Рис. 4

Поэтому в элементах беличьей клетки ротационного органа выделяется сравнительно меньше тепла, и они имеют более низкую температуру нагрева.

Это дает возможность, даже без учета лучших условий рассеивания тепла теплопроводной и открытой для отдачи в окружающую среду массой ротационного органа, допустить для элементов его беличьей клетки плотность тока,

превышающую в  $\sqrt{\frac{1}{\beta}}$  раз плотность тока в роторе мотора. В связи с этим для расчетов беличьей клетки роторной зоны нами введено понятие об эквивалентной по количеству развиваемого тепла плотности тока  $j_{rs}$ , которая равна действительной плотности  $j_r$ , помноженной на  $\sqrt{\beta}$ :

$$j_{rs} = j_r \sqrt{\beta}. \quad (10)$$

Итак, сечение элементов беличьей клетки может быть здесь меньше в  $\sqrt{\frac{1}{\beta}}$  раз за счет их прерывистости кратковременного режима работы.

Кроме того, сечение элементов может быть еще и дальше понижено за счет того, что массивный ферромагнитный ротационный орган является параллельным по отношению к беличьей клетке короткозамкнутым контуром, доля электропроводности которого от общей проводимости роторной зоны может быть доведена рациональным ее конструированием и при мягком железе до 75% и выше.

При пуске машины режим работы роторной зоны имеет свои существенные особенности.

Средняя индукция на поверхности роторной зоны  $B_m$  почти вдвое, а в некоторых случаях и более чем вдвое падает при пуске из-за увеличенного при пусковом токе падения напряжения в обмотке статора.

Для достижения возможно большей средней индукции при пуске необходимо, чтобы наибольшая часть напряжения поглощалась при этом режиме ротором, а не статором. Если, однако, эта наибольшая часть напряжения будет поглощаться индуктивным, а не активным сопротивлением, то  $\cos \varphi_2$  при пуске будет мал, а значит будет мала и вращательная сила. Поэтому важно, чтобы при пуске было велико именно активное сопротивление роторной зоны.



Этому условию удовлетворяет в наибольшей мере массивная ферромагнитная роторная зона со стержневой или линкаторной беличьей клеткой.

При пуске, когда частота индуктивного тока роторной зоны больше, чем при нормальной работе, имеет место так называемый скин-эффект, вследствие чего увеличивается активное сопротивление роторной цепи. Это явление гораздо более резко протекает в ферромагнитных проводниках, чем в парамагнитных или диамагнитных, а именно: увеличение эффективного сопротивления пропорционально  $\sqrt{\mu}$ , где  $\mu$  — магнитная проницаемость. Принимая во внимание, что  $\mu$  измеряется несколькими тысячами, железные зубцы, рассматриваемые как проводники тока, практически оказываются как бы выключенными в момент пуска. Поэтому, эффективное сопротивление роторной зоны возрастает, а весь пусковой ток принимают на себя лишь медные стержни со своими кольцами. Однако при токах скольжения скин-эффект практически близок к нулю и массивные железные зубцы как бы автоматически снова включаются в качестве электропроводящего контура, параллельно к медной или алюминиевой беличьей клетке роторной зоны.

Таким образом ротационный орган, вращаемый дуговым статорм, характеризуется высоким коэффициентом эффективности пуска. Этот коэффициент представляет собой частное от деления кратности пускового момента на кратность пускового тока.

$$k_0 = \frac{M_0}{M_n} : \frac{I_k}{I_n} = \frac{m_M}{m_I}. \quad (11)$$

Кроме того, при дуговом статоре вращающий момент возбуждается непосредственно на ободе ротационного органа машины, а не на промежуточных передачах к ней. Это означает, что моменту вращения, возбуждаемому статорм, не приходится преодолевать добавочные моменты трения при пуске в приводных подшипниках и передачах. Чаще всего мы встречаемся здесь при пуске не с жидкостным, а с полусухим или даже сухим трением, и это создает добавочные моменты сопротивления, создаваемые гнездами трения самого привода при пуске.

В числе пусковых особенностей машин при дуговых статорах имеется еще и меньшее кинетическое сопротивление машин благодаря отсутствию ротора, зубчатых и других движущихся приводных элементов. Эта особенность статоров, т. е. их сравнительная безинертность очень важна там, где мы имеем частые пуски и реверсы.

Работа элементов роторной зоны под дуговым статорм имеет свои энергетические особенности. Вступая под статор, каждый проводник роторной зоны независимо от момента вступления приходит в соприкосновение и затем сцепляется с краевыми пучками магнитных линий статора обязательно набегающей своей стороной. Между тем нормальным является такой режим работы, когда магнитное поле опережает роторные проводники и когда, следовательно, эти проводники сцепляются с магнитными линиями не набегающей, а сбегающей своей стороной.

Отсюда первый вывод: в момент входа роторного проводника под статор направление тока в этом проводнике противоположно нормальному, т. е. в этот момент создается эффект электрического торможения.

Какова величина этого тормозящего тока?

Скорость  $V$ , с которой роторный проводник сцепляется с магнитными линиями статора, будет: 1) полной окружной скоростью  $V_r$  — при входе роторного проводника под статор или же 2) скоростью скольжения  $V_s$  — после входа проводника под дуговую статор.

Соответствующие э. д. с.  $E_r$  и  $E_s$  и токи  $I_{rk}$  и  $I_{rn}$ , индуцируемые в проводниках при скоростях  $V_r$  и  $V_s$ , будут прямо пропорциональны им.

При нормальном рабочем режиме машины скорость  $V_r$  больше скорости скольжения  $V_s$ , по крайней мере в десять с лишним раз. Таким образом, если за нормальный принять ток  $I_{rn}$ , соответствующий скольжению 5%, то

$$I_{rk} = I_{rn} \frac{V_r}{V_s} = I_{rn} \frac{0,95}{0,05} = 19 I_{rn}. \quad (12)$$

Такой толчок тока может быть охарактеризован, как режим короткого замыкания. Электрические потери, вызываемые такими толчками, могут рассматриваться как джоулевые потери кратковременного к. з. в токопроводящих элементах роторной зоны, набегающих под дуговую статор.

Далее эти потери также называются нами — концевыми потерями к. з. или просто концевыми потерями, а участок

под статорм, где эти потери имеют место, может называться участком к. з.

Если  $L_k$  — длина этого участка, а  $t_r$  — пазовое в роторной зоне, то

$$M = \frac{L_k}{t_r}$$

дает количество роторных проводников, охватываемых хаотическим режимом к. з.

Для расчета этих потерь автором предложена следующая формула:

$$P_k = M \frac{B_{\max}^2}{2} \cdot \pi V_r^2 \frac{R}{Z^2} 10^{-16} [\text{W}].$$

Здесь означают:

$B_{\max}$  — амплитуда индукции на входящем конце дуги статора в G;

$L$  — активный осевой размер пакета статора в см;

$V_r$  — окружная скорость роторной зоны в см/сек;

$R$  и  $Z$  — активное сопротивление и импеданс одного проводника роторной зоны вместе с прилегающей к нему участком короткозамыкающих колец.

Из формулы следует, что для снижения потерь необходимо добиваться максимального уменьшения э. д. с. и увеличения сопротивления этих роторных контуров входе их под статор.

Рассмотрим далее магнитное регулирование помощью статоров, действующих на ротационные органы этих машин механических сил.

При круговых статорах радиальные силы магнитного тяжения между активными поверхностями статора и ротора взаимно уравниваются, и равнодействующая  $F$  сил, как понятно, равна в нормальных условиях нулю.

В отличие от кругового статора для дугового характерно неравенство:

$$F \neq 0.$$

Сила  $F$ , существенно отличная от нуля, направлена к активной поверхности статора. Положение дугового статора относительно ротационного органа машин может быть выбрано нами таким, чтобы силами одностороннего магнитного тяжения этого статора можно было воспользоваться для решения самых разнообразных технических задач, основой которых составляет идея магнитного регулирования действующих на рабочую машину механических сил. Поясним это на примере.

В работе машин барабанного типа нередко большие нагрузки на опорные подшипники со стороны их тяжелого барабана. Это ведет к увеличению размеров и веса подшипников и потерь трения, к усиленному нагреву и сокращению срока их службы.

Дуговые статорм со своими односторонними силами магнитного тяжения  $F$  дают возможность сильно уменьшить силу давления  $Q$  в таких коренных подшипниках машин тем самым значительно облегчить условия их работы. Для этого дуговой статор должен быть размещен относительно ротационного органа таким образом, чтобы односторонняя сила магнитного тяжения статора оказалась под углом (рис. 5).

Силу  $F$  можно вычислить по формуле:

$$F = \frac{1}{2} \left( \frac{B}{5000} \right)^2 S \frac{\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2}{\varphi},$$

где  $B$  — индукция на поверхности зубцов роторной зоны в G;

$S$  — поверхность всех роторных зубцов, охватываемая магнитными полями дугового статора в см<sup>2</sup>;

$\varphi$  — центральный угол дуги статора в радианах;

$\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — углы, образуемые положительным направлением координатной оси с пограничными радиусами дуги статора; косинусы этих углов, фигурирующие в формуле, должны быть взяты со своими знаками, так как  $\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2$  есть не арифметическая разность, а алгебраическая.

Нормально на каждый квадратный сантиметр активной поверхности дугового статора можно получить подъемную силу в пределах до 2,5 кг.

Обратимся ко второму примеру возможного применения односторонних магнитных сил дуговых статоров.

Вывод этой формулы здесь автором опущен.

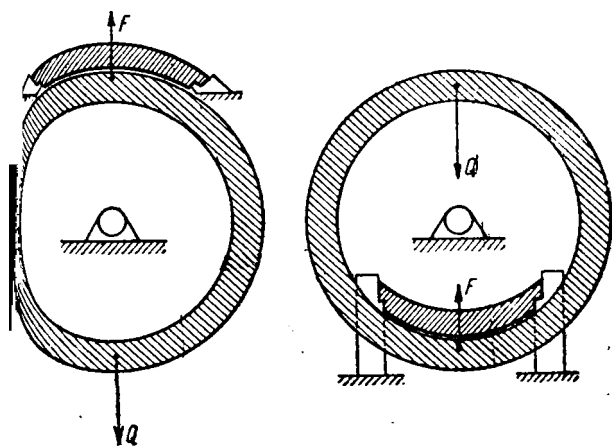


Рис. 5

При прокатке металла силы упругости деформируемых валков отжимают верхний валок кверху, а нижний — книзу. Эти силы достигают весьма больших размеров и восприимчивы у обоих валков соответствующими верхними подшипниками. Из-за интенсивности износа точность прокатываемых профилей постепенно нарушается от замены вкладышей к другой.

Из-за замены вкладышей быстро изнашиваются вкладыши значительны. Особенно значительны также потери энергии на трение при прохождении болванки валах.

Дуговым статором специальной формы можно компенсировать действие указанных сил упругости. На рис. 6 схематически изображен такой статор и его положение относительно валков. Статор этот — с двойной активной поверхностью.

В данном специальном типе статора, предназначенном для одновременного вращения двух смежно расположенных роторных органов (даже разного диаметра), может оказаться наиболее короткой кольцевая обмотка, общая для двух активных поверхностей. При такой общей кольцевой обмотке синхронные скорости на обеих активных поверхностях мы будем всегда иметь взаимосвязанными по абсолютной величине и по направлению. Однако можно сделать эти скорости на обеих активных поверхностях независимыми друг от друга выполнением на каждой активной поверхности статора своей двухслойной обмотки.

Рассмотрим третий пример использования сил одностороннего магнитного тяжения.

Во всех тех случаях, где момент от касательных сил электромагнитной реакции не чрезмерно велик, силы одностороннего магнитного тяжения могут быть использованы для замены болтов и других механических деталей, предназначенных для крепления статоров на своих опорах. Благодаря магнитному креплению дуговых статоров на их опорах, статоры могут конструктивно оформляться в виде дуговых накладок, свободно и легко приставляемых или отнимаемых в выключенном состоянии, или свободно открываемых и закрываемых подобно крышкам в люках.

На рис. 3 показана ручка у дугового статора. Эта ручка соответствует статорам мощностью приблизительно до 10 kW и сделана для оформления статора в виде ручного аппарата, который можно быстро и легко устанавливать у рабочих машин, а также легко и удобно переносить, когда это необходимо.

Относительно подъемных магнитных сил дуговых статоров необходимо еще отметить то важное обстоятельство, что при пуске благодаря этим силам длительность процесса сухого или полужидкостного трения в коренных подшипниках ротационного органа машины резко сокра-

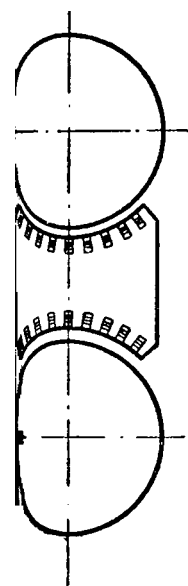


Рис. 6

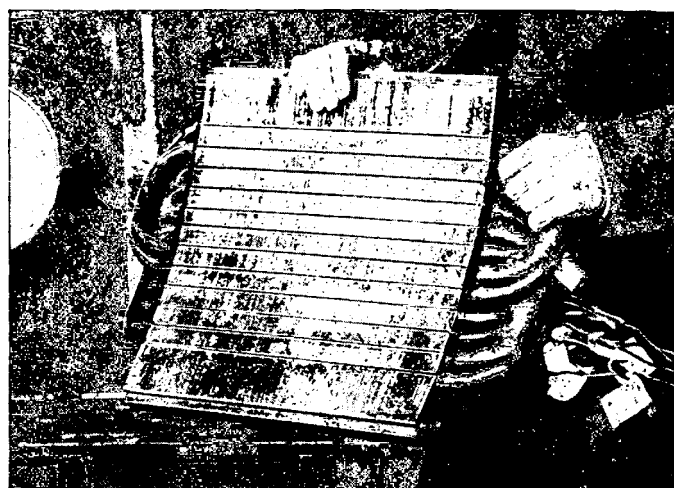


Рис. 7

щается. Это во многих случаях очень важный исходный фактор для работы самой машины.

Также уменьшается длительность сухого или полужидкостного трения после каждой остановки, так как сокращается выбег машины, лишенной вращающихся элементов обычного привода (ротор, зубчатки, ремни, шкивы).

Выполненные образцы дуговых статоров. За время с конца 1929 г. и до конца 1936 г. нами были рассчитаны, сконструированы, осуществлены и испытаны пять конструкций дуговых статоров для хлопковых кард-машин и одна конструкция дугового статора для хлопкового очесывающего валика.

Во всех этих работах кард-машина служила и продолжает поныне служить как бы моделью машины для решения многих общих и частных задач, выдвинутых идеей неподвижных электрических аппаратов для вращения рабочих машин.

Основные конструктивные данные первого экспериментального статора (рис. 7) следующие:

|   |            |
|---|------------|
| Расчетная мощность . . . . .                | 0,9 kW     |
| Диаметр активной поверхности . . . . .      | 127,0 см   |
| Коэффициент окружения . . . . .             | 8,4%       |
| Длина дуги статора . . . . .                | 33,5 см    |
| Ширина пакета . . . . .                     | 34,0 "     |
| Число полюсов . . . . .                     | 2          |
| Расчетная синхронная скорость . . . . .     | 188 об/мин |
| Число пазов на полюс-фазу . . . . .         | 2          |
| Обмотка — катушечная, Y, на 50 Hz . . . . . | 200 V      |
| Общий вес статора . . . . .                 | 20 kg      |
| Вес опорных деталей статора . . . . .       | 22 "       |

В качестве роторной зоны использовалась наружная, т. е. игольчатая поверхность барабана. Иглы барабана высотой 9 мм служили элементом магнитной цепи. По расчету, на поверхности чугуна барабана под иглами должна была быть уложена медь в количестве 9,2 kg (оптимальный вариант), но ввиду задуманного уже к тому времени более совершенного образца статора выполненный экспериментальный образец был установлен и испытан на машине с барабаном, как он есть, т. е. без меди.

Очень слабый пусковой момент 39% скольжения, к. п. д. в 19%, коэффициент мощности 0,39, чрезмерный, понятно, нагрев статора из-за этого, — таковы были опытные показатели экспериментального статора.

Тем не менее вращение рабочей машины от неподвижного электрического аппарата стало реальным фактом.

Вторая конструкция дугового статора (рис. 8) была спроектирована нами в ЛОНИТИ<sup>4</sup> в мае 1932 г. Выполнена она на Ленинградском заводе «Электросила» и на заводе им. К. Маркса в мае 1933 г. Эта конструкция статора в отличие от первой была запроектирована для установки над внутренней массивной поверхностью чесального барабана, а не над наружной — игольчатой его поверхностью.

<sup>4</sup> Ленинградское отделение научно-исследовательского института текстильной промышленности.



Рис. 8

Выключение игольчатой поверхности барабана из числа элементов магнитной цепи позволило сократить ширину статорного пакета с 34 см до 8,0 и уменьшить потери в железе и меди статора.

Кроме этого, роторной зоной служило здесь, вместе с чугунным барабаном, еще и плотно посаженное на его внутреннюю поверхность кольцо из полосового железа с беличьей медной клеткой.

Всего были выпущены три таких кардных барабана и десять статоров.

На рис. 9 изображен момент установки статора на лапки кронштейна. Болты или другие механические крепления здесь излишни, так как в работе статор закрепляется на опорах своим магнитным полем.

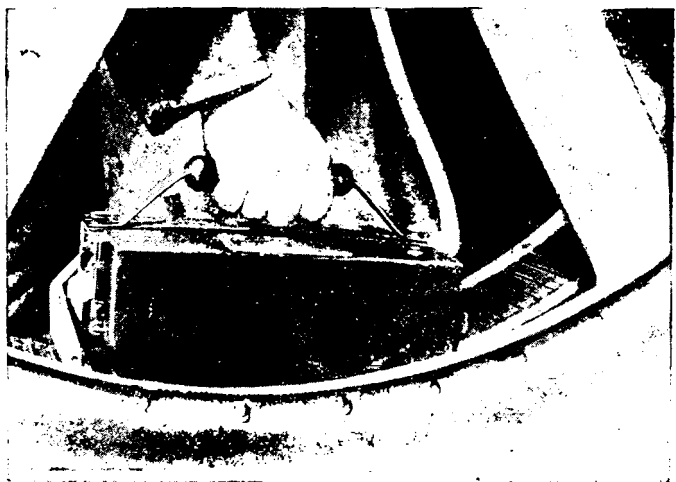


Рис. 9

Ниже сопоставлены главные опытные данные вт и первой конструкции статора (табл. 1).

Таблица

|   | Эксперимен-<br>тальный<br>статор | Второй<br>констру-<br>ирова- |
|---|----------------------------------|------------------------------|
| Коэффициент полезного действия . . .<br>мощности . . . . .  | 0,19<br>0,39                     | 0,19<br>0,39                 |
| Время разбега барабана машины<br>при расчетном напряжении 127 V<br>на фазу в мпс . . . . .              | Не брал<br>с места               | 3,0                          |
| Время, в течение которого статор<br>мог вращать свою машину с хлоп-<br>ком, не перегреваясь выше норм . | 0                                | 20                           |
| Скольжение при холостом ходе ба-<br>рабана в % . . . . .  | 39                               | 20                           |
| Вес статора в kg . . . . .  | 20                               | 12                           |

Время работы в 20 min относится к статору с из-  
впоследствии приданной ему нами обмоткой с уменьшен-  
числом проводников большего сечения на фазу, так  
в первоначальном своем виде, в каком обмотка была за-  
ектирована, статор давал отказ в пуске кард-машин  
нагрузкой.

Исследования этой серии статоров в ЛОНИТИ в течение мая — сентября 1933 г. дали возможность установить о наличии концевых потерь короткого замыкания. Основываясь на полученных опытных данных и наблюдениях дальнейших теоретических изыскания привели к заключению о пропорциональности этих концевых потерь квадрату индукции в статоре на одном конце статора, в связи с чем были устроены компенсационные катушки у полупромышленного статора. Эти катушки 1) значительно снизили концевые потери, выровняли токи фаз и 2) приблизили действительное число оборотов к расчетному.

Третья конструкция дугового статора была закончена проектированием в ЛОНИТИ в конце 1933 г.

Новые статоры в количестве восьми экземпляров были запроектированы четырехполюсными на 226 синхронизмов/мин при токе 50 Гц применительно к кард-машинам типа Шерли, на производство которых переходил тогда ленинградский завод им. К. Маркса.

Ниже приводятся главные проектные данные этих стан-  
ров:

|   |         |
|---|---------|
| Коэффициент окружения . . . . .                     | 18,0 %  |
| Длина дуги статора . . . . .                        | 51,8 см |
| Ширина пакета . . . . .                             | 6,4 "   |
| Число пазов на полюс-фазу . . . . .                 | 2,5     |
| Пазовое деление статора . . . . .                   | 1,44 см |
| Общее число пазов статора . . . . .                 | 35      |
| Статоры с компенсационными катушка-<br>ми . . . . . |         |
| Бараны без вставных железных ко-<br>лец . . . . .   |         |

Четыре статора были спроектированы с кольцевой обмоткой, четыре — с катушечно-кольцевой. По расходу меди вариант равноценны.

Статоры были выполнены заводом „Электросила“, кармашники — заводом им. К. Маркса.

Число кард-машин, выпущенных для дуговых стартеров этой конструкции,— три. Первая из них была выпущена в январе 1934 г.

Смонтированная в январе 1934 г. в Центральном научно-исследовательском институте текстильной промышленности (ЦНИТИ) кард-машина с дуговым статором с тех пор находится там в регулярной эксплуатации, не имея, как указывают работники института, ни одного простоя по вине статора.

На рис. 10 представлен один из статоров рассматриваемой серии. Приводим главные данные испытания ее.



Рис. 10

|  |                      |
|--|----------------------|
| Коэффициент полезного действия . . . .                               | 0,42                 |
| „ мощности . . . . .   | 0,59                 |
| Время разбега барабана при расчетном напряжении на фазу . . . . .    | 1,6 min              |
| Возможная длительность работы статора под полной нагрузкой . . . . . | Неограниченное время |
| Скольжение при обычной нагрузке на валу . . . . .                    | 12,5%                |

1 октября-ноябре 1934 г. были закончены нами в ЛОНИТИчеты и основные чертежи четвертой по счету серии дуговых статоров. Статоры эти были выполнены в сентябре — октябре 1935 г. заводом „Электросила“ им. Кирова на среднемис Наркомтяжпрома.

Отличия новой серии статоров от предыдущей заключались в следующем: 1) число полюсов — шесть; 2) половина статоров из легированного железа толщиной 0,35 мм; 3) расщепленная индукция в зазоре — 3840 G; 4) варьирование пазового деления у статора в пределах 12,25—14,7 мм и в роторной зоне в пределах 13—21 мм.

Всего было выпущено применительно к этим статорам три машины.

Как и следовало ожидать, лучшие во всей своей совокупности результаты дали дуговые из легированного железа в сочетании с роторным пазовым делением 13 мм.

Главные данные их испытаний:

|   |        |
|---|--------|
| Коэффициент полезного действия . . . .            | 0,53   |
| „ мощности . . . . .                              | 0,68   |
| Скольжение при обычной рабочей нагрузке . . . . . | 11,40% |

На рис. 11 один из статоров четвертой конструкции изображен установленным на своем месте — в окне рамы кард-машинки, на опорных лапках, прибранных к раме.

В дальнейшем эта конструкция была модернизирована. Причиной для модернизации обмотки послужили следующие соображения.

Из всех выполненных конструкций дуговых статоров и их опытных данных к. з. расходились с расчетными. Это расхождение было настолько крупным, что трудно было отнести его за счет какого-либо наименьшего слабого полного электрического сопротивления машины. Так, например, по расчету вторая конструкция должна была дать к. з. в 24 А, опытный же ток к. з. был получен только 15 А; у третьей конструкции по расчету ожидался к. з. около 19,5 А, а опыт дал около 13. У четвертой — расчетный ток к. з.—15,7 А, опытный — меньше 11 А.

При составлении опытных значений коэффициента мощности с расчетными показали, что гораздо больше, чем по расчету, получается, главным образом, индуктивное, а не емкостное сопротивление машины.

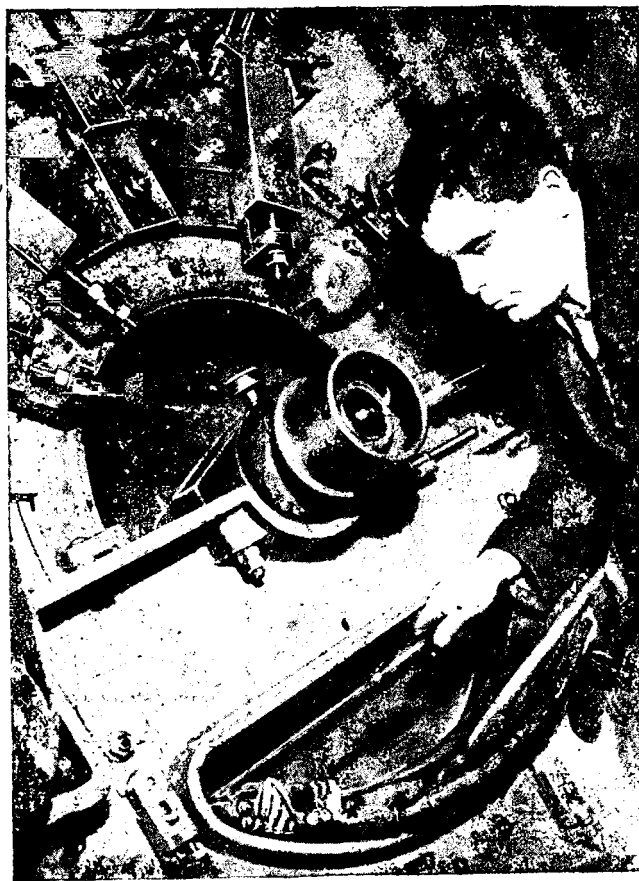


Рис. 11

С другой стороны, также резко выше расчетного получалось на опыте скольжение у всех машин, несмотря на достаточно малые омические сопротивления беличьих клеток.

Отсюда, по совокупности всех этих фактов, был сделан нами следующий вывод: слишком значительная часть потока не достигает роторной зоны и рассеивается в статоре.

Тогда у одного из статоров четвертой конструкции катушечная обмотка была заменена двухслойной секционной обмоткой с укороченным шагом и увеличенным на 6,25% числом витков в фазе.

Ниже приводятся главные опытные данные этого статора по сравнению с предыдущим (на машине с роторным пазовым шагом 13 мм) (табл. 2):

Таблица 2

|  | Катушечная обмотка | Двухслойная обмотка с укороченным шагом |
|--|--------------------|---|
| Мощность короткого замыкания в kW                                    | 2,4                | 4,2                                     |
| Ток короткого замыкания в А . . . .                                  | 10,4               | 15,5                                    |
| Максимальная мощность в kW . . . .                                   | 0,85               | 1,5                                     |
| Длительность периода пуска машины под полной нагрузкой в min . . . . | 1,5                | 0,83                                    |
| Номинальный к. п. д. . . . .   | 0,53               | 0,64                                    |
| Номинальный cos φ . . . . .  | 0,63               | 0,72                                    |
| Скорость машины под полной нагрузкой в об/мин . . . . .              | 203                | 211                                     |

Выполненный образец дугового статора с двухслойной секционной обмоткой изображен на рис. 12.

На рис. 13 представлено изменение к. п. д. и cos φ кард-машинных дуговых статоров, начиная от первой конструкции



Рис. 12

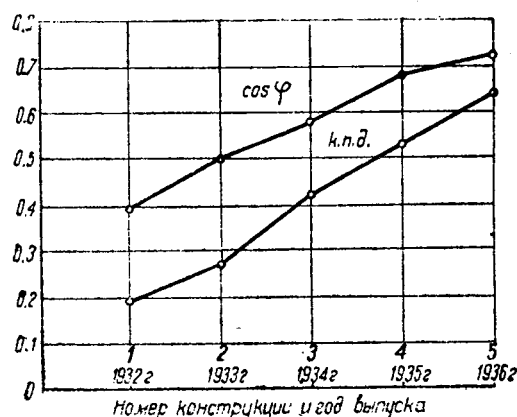


Рис. 13

и кончая пятой. Под номерами конструкций на оси абсцисс указаны годы их выполнения.

По сравнению с принципиальными возможностями, заложенными в дуговых статорах, энергетические показатели, реализованные к настоящему времени, безусловно, еще малы. Необходимо еще до конца устранить кочевые потери или сократить их до практически ничтожных значений.

Для дуговых статоров больших мощностей эти потери в процентах к этим мощностям сами по себе получаются малыми. Необходимо, однако, получить то же самое для статоров малых мощностей, малых коэффициентов окружения и больших скоростей магнитного поля.

Ниже в таблице собраны важнейшие технико-экономические показатели уже выполненных и работающих дуговых статоров.

Под индексом МР в таблице приведены для сравнения данные современного моторно-редукторного привода, состоящего из электродвигателя ТПФ-30/6 и зубчатой передачи.

Сводные данные настоящей таблицы составлены на основании спецификации заводов-изготовителей, монтажных и эксплуатационных опытных данных.

Общее количество машино-часов, проработанных до настоящего времени дуговыми статорами на кард-машинах, превышает двадцать тысяч.

В регулярной эксплуатации находятся в настоящее время 3 кард-машинных дуговых статора третьей, четвертой и пятой конструкций и два очесывающих валика.

Табл.

Технико-экономические данные дуговых статоров

| №                               | Данные  | Дуговой статор |
|---------------------------------|---|----------------|
| <b>1. Исполнительные</b>        |   |                |
| 1                               | Номинальная мощность на валу рабочей машины kW . . . . .  | 1,0            |
| 2                               | Заготовительный вес динамной стали в kg . . . . .   | 20,0           |
| 3                               | Штамповочные угары динамной стали в kg . . . . .  | 7,5            |
| 4                               | Заготовительный вес прочих стальных деталей в kg . . . . .  | 4,6            |
| 5                               | Заготовительный вес меди в kg . . . . .   | 7,4            |
| 6                               | Отношение изолированной меди к неизолированной . . . . .  | 0,85           |
| 7                               | Число штампов . . . . .   | 1              |
| 8                               | Число моделей для литья . . . . .   | 1              |
| 9                               | Число типов станков и машин, необходимых для обработки деталей привода в условиях рационализированного производства . . . . . | 7              |
| 10                              | Число деталей в сборке и разборке . . . . .   | 11             |
| <b>2. Монтажно-установочные</b> |   |                |
| 11                              | Максимальный вес детали в монтаже в kg . . . . .  | 16,3           |
| 12                              | Вес всех деталей электропривода в kg . . . . .  | 19,7           |
| 13                              | Затраты труда на сборку и первоначальную припасовку электропривода в человеко-часах . . . . .                                 | 0,2            |
| 14                              | Необходимое число человек для монтажа электропривода . . . . .  | 1              |
| <b>3. Эксплуатационные</b>      |   |                |
| 15                              | Добавочный объем здания, требуемый электроприводом у машин, в м³ . . . . .  | 0              |
| 16                              | Число гнезд трения и износа . . . . .   | 0              |
| 17                              | Максимальная длительность простоя машины из-за аварии одной из деталей электропривода в h . . . . .                           | 0,02           |
| 18                              | Средние годовые простои и другие потери машинного времени по вине электропривода при двухсменной работе в h . . . . .         | 0              |
| 19                              | Средние годовые затраты труда на обслуживание и ремонт электропривода при двухсменной работе в h . . . . .                    | 2,25           |
| 20                              | Шум работающего электропривода в децибелах . . . . .  | 0,3            |
| 21                              | Коэффициент эффективности пуска . . . . .   | 0,61           |
| 22                              | Рабочий к. п. д. . . . .  | 0,62           |
| 23                              | Рабочий коэффициент мощности . . . . .  | 0,70           |
| <b>4. Прочие</b>                |   |                |
| 24                              | Вибрации, получаемые машиной от электропривода . . . . .  | Отсутствуют    |
| 25                              | Разладки машины, вызываемые вибрациями электропривода . . . . .   | Отсутствуют    |

Подготавливается теперь к выполнению конструкция вых статоров мощностью 200 kW для шаровых углеразных мельниц и конструкция кард-машинных статоров серийного их выпуска согласно приказу Наркомтяжпро от 22 сентября 1936 г.

# О переходном режиме асинхронного двигателя при внезапном изменении нагрузки на валу

ASYNCHRONOUS MOTOR PERFORMANCE AT SUDDEN LOAD FLUCTUATION

Л. Б. Гейлер  
Москва

ВНЕШЕНИЯ для переходного режима асинхронного двигателя при внезапном изменении нагрузки на его валу, обычно, в предположении прямолинейности механической характеристики двигателя, т. е. считая, что

$$\frac{s}{M} = \frac{s_n}{M_n} = \text{const}, \quad (1)$$

— скольжение,

$M$  — момент двигателя, а индекс  $n$  относится к номинальному режиму.

В этом скольжение и крутящий момент двигателя в переходном процессе выражаются, как известно<sup>1</sup>, экспоненциальными функциями. Такое решение, годное для большинства случаев практики, становится, однако, неприемлемым, когда:

двигатель работает со значительными толчками нагрузки, вблизи своего опрокидывающего момента, или когда для привода выбран двигатель с большим опрокидывающим скольжением, как это имеет место у специальных короткозамкнутых двигателей (известны двигатели, у которых опрокидывающее скольжение равно 1, т. е. опрокидывающий момент совпадает с пусковым).

Некоторые авторы были предприняты попытки решения движения асинхронного двигателя для случая нестационарного процесса, исходя из аналитической зависимости, которую предложил Kloss. Однако, при этом получается настолько громоздкое и ненаглядное решение, что исключается всякая возможность пользоваться им для подбора на практике или для целей анализа. Кроме того, такое решение дает зависимость времени  $t$  от скольжения  $s$  в трансцендентной форме и потому, например, не позволяет непосредственно находить величину скольжения  $s$  для заданного промежутка времени  $t$ , считая от начала процесса. Еще более затруднено определение величины момента  $M$  двигателя в функции времени  $t$ .

Вместо этого предлагается краткий и наглядный метод нахождения зависимостей  $M = f(t)$  и  $s = f(t)$  в течение нестационарного процесса двигателя, возникающего под действием внешнего изменения нагрузки на его валу до величины  $s = \text{const}$ . Метод этот основан на применении уравнения движения электропривода в относительных единицах, предложенного в свое время автором<sup>2</sup>. Однозначно должно быть рассмотрено новое выражение для механической характеристики асинхронного двигателя.

Механическая характеристика асинхронного двигателя в устойчивой части. Аналитическая зависимость, которую предложил Kloss

$$\frac{M}{M_k} = \frac{2}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}},$$

хотя и дает достаточно удовлетворительные значения во всем диапазоне от  $s = 0$  до  $s = 1$ , но неудобна для исследований по причинам, отмеченным выше. К тому же при исследованиях приводов, например, с ударной или пульсирующей нагрузкой нас может интересовать только устойчивая часть характеристики двигателя. Эти соображения дают возможность заменить формулу Kloss другим выражением, представляющим механическую характеристику в виде отрезка параболы, а, именно:

$$\frac{M}{M_k} = 1 - \left(1 - \frac{s}{s_k}\right)^2 \quad (2)$$

или

$$\frac{M}{M_k} = \frac{s}{s_k} \left(2 - \frac{s}{s_k}\right). \quad (2')$$

Сравнение ординат моментов, получаемых из формулы Kloss и предлагаемой нами параболической формулы, а также величина разности ординат в процентах приведены в табл. 1, а также на кривых рис. 1.

Как видно из табл. 1 и кривых рис. 1, максимальная ошибка в величине момента составляет всего 7,45% при  $\frac{s}{s_k} = 0,3$ , что вполне допустимо. Для нас же особенно важным является то обстоятельство, что ошибка сводится к нулю у крайних точек кривой и, следовательно, условия вблизи точки опрокидывающего момента наиболее близки к действительным.

Решение в относительных единицах для переходного режима. Исходим из уже ранее выведенного нами уравнения движения электропривода в относительных единицах<sup>3</sup>,

$$m_x = - \frac{ds_x}{dt_x}. \quad (3)$$

Здесь относительный движущий момент  $m_x$ , относительное скольжение  $s_x$  и относительное время  $t_x$  берутся по отношению к основным параметрам, характеризующим электропривод. При прямолинейной механической характеристике

<sup>3</sup> См. сноску 2.

См. Л. Б. Гейлер, К теории работы электропривода новыми массами. „Электричество“ № 20, 1935.

Л. Б. Гейлер, Новая форма уравнения движения электропривода, „Электричество“ № 18, 1936.

Таблица 1

| $\frac{s}{s_k}$      | 0 | 0,1   | 0,2   | 0,3   | 0,4  | 0,5  | 0,6   | 0,7   | 0,8   | 0,9   | 1 |
|----------------------|---|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|---|
| $\frac{M}{M_k}$      |   |       |       |       |      |      |       |       |       |       |   |
| по формуле Kloss     | 0 | 0,198 | 0,385 | 0,551 | 0,69 | 0,8  | 0,881 | 0,938 | 0,975 | 0,99  | 1 |
| по параболе          | 0 | 0,190 | 0,360 | 0,510 | 0,64 | 0,75 | 0,84  | 0,91  | 0,96  | ~0,99 | 1 |
| разность ординат в % | 0 | 4,04  | 6,5   | 7,45  | 7,25 | 6,25 | 4,65  | 2,98  | 1,54  | ~0    | 0 |



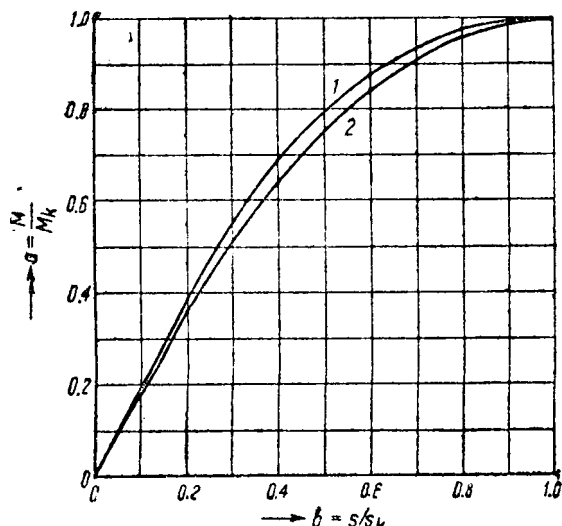


Рис. 1. Сравнение характеристик асинхронного двигателя: 1) —  $a = \frac{2}{b + \frac{1}{b}}$  [Kloss]; 2) —  $a = 1 - (1 - b)^2$  [параболическая характеристика]

двигателя такими параметрами являются:

$$\left. \begin{aligned} \text{номинальный момент } M_n, \text{ т. е. } m_x &= \frac{M_{\partial s}}{M_n}, \\ \text{номинальное скольжение } s_n, \text{ т. е. } s_x &= \frac{s}{s_n}, \\ \text{номинальное время } T_n = \frac{n_0 G D^2 s_n}{375 M_n}, \text{ т. е. } t_x &= \frac{t}{T_n}. \end{aligned} \right\}$$

Поскольку мы сейчас имеем дело с криволинейной механической характеристикой двигателя, определяющими ее параметрами будут:

$$\left. \begin{aligned} \text{опрокидывающий момент } M_k, \text{ т. е. } m_x &= \frac{M_{\partial s}}{M_k}, \\ \text{опрокидывающее скольжение } s_k, \text{ т. е. } s_x &= \frac{s}{s_k}, \\ \text{номинальное время по отношению к} \\ \text{опрокидывающим значениям параметров} \\ T_k = \frac{n_0 G D^2 s_k}{375 M_k}, \text{ т. е. } t_x &= \frac{t}{T_k}. \end{aligned} \right\}$$

Пусть приращение момента на валу двигателя происходит до величины  $m_a$  (относительная величина). Уравнение (2) в относительных величинах напишется так:

$$m_{\partial} = 1 - (1 - s_{\partial})^2, \quad (2'')$$

где индекс  $\partial$  относится к двигателю. Очевидно, относительный движущий момент:

$$m_x = m_{\partial} - m_a = 1 - (1 - s_{\partial})^2 - m_a = (1 - m_a) - (1 - s_{\partial})^2,$$

что по подстановке в основное уравнение (3) с учетом равенства (2'') дает:

$$\begin{aligned} dt_x &= - \frac{ds_x}{(1 - m_a) - (1 - s_x)^2} = - \frac{d(1 - s_x)}{(1 - m_a) - (1 - s_x)^2} = \\ &= - \frac{d\sqrt{1 - m_{\partial}}}{(1 - m_a) - (1 - m_{\partial})}. \end{aligned} \quad (4)$$

Практический интерес представляет только случай, когда  $m_a = \frac{M_a}{M_k} > 1$ . Поэтому, обозначая любую из двух величин  $(1 - s_x)$  или  $\sqrt{1 - m_{\partial}}$

для простоты через  $x$ , а величину  $(m_a - 1)$  через  $a^2$ , приведем уравнение (4) к виду (одинаковому для момента и для скольжения):

$$dt_x = - \frac{dx}{a^2 + x^2} \quad (4')$$

решение которого

$$t_x - t_{x_0} = \frac{1}{a} \left( \arctg \frac{x_0}{a} - \arctg \frac{x}{a} \right).$$

Мы получили весьма простое решение и притом как для момента, так и для скольжения, объясняется особенностями выбранного нами выражения для параболической зависимости. Это решение может быть представлено в виде семейства кривых (для разных параметров  $a$  и  $x_0 = \sqrt{1 - m_{\partial 0}}$ ), которые будут давать по результату для каждого конкретного примера расчета.

Начиная отсчет времени с момента  $t_{x_0} = 0$  и подставляя вместо  $a$  и  $x$  их значения, получаем после ряда преобразований полные решения:

$$\frac{M}{M_k} = 1 - a^2 \operatorname{tg}^2 \left( \arctg \frac{\sqrt{1 - \frac{M_0}{M_k}}}{a} - a \frac{t}{T_k} \right) = \varphi(t)$$

и для скольжения

$$\frac{s}{s_k} = 1 - b \operatorname{tg} \left( \arctg \frac{1 - \frac{s_0}{s_k}}{b} - b \frac{t}{T_k} \right) = \psi(t).$$

Здесь:

$$a = \sqrt{\frac{M_a}{M_k} - 1}, \quad b = \frac{s_a}{s_k} - 1, \quad s_a = s_k \frac{M_a}{M_k}.$$

Чтобы определить время  $t_k$ , за которое двигатель под действием удара дойдет до предельного скольжения  $s_k$ , разный предельный момент  $M_k$ , нужно положить в равенстве  $M = M_k$ , после чего получаем в результате соответствующих преобразований:

$$t_k = \frac{T_k}{a} \arctg \frac{\sqrt{1 - \frac{M_0}{M_k}}}{a}.$$

При большой величине отношения  $\frac{M_1}{M_k}$ , т. е. когда  $a$  можно приближенно принять:

$$t_k \approx \frac{T_k}{a^2} \sqrt{1 - \frac{M_0}{M_k}}.$$

Чтобы упростить решения (6) и (7) и сделать их более наглядными, а также сравнимыми с решениями, полученными

на основе прямолинейных характеристик момента ( $\frac{M}{M_k} = \text{const}$ ), заменим в (6) и (7) величины дуг их тангенса т. е. примем приближенно  $\arctg x \approx x$ . Такая замена допустима еще в пределах  $0 < x < 0,5$ , т. е. коль скоро  $\frac{M_1}{M_k} \approx$

$\frac{M}{M_k} \gg 0,5$ . Тогда получаем:

$$\frac{M}{M_k} \approx 1 - \left\{ \sqrt{1 - \frac{M_0}{M_k}} - \left( \frac{M_a}{M_k} - 1 \right) \frac{t}{T_k} \right\}^2$$

и

$$\frac{s}{s_k} \approx \frac{s_0}{s_k} + \left( \frac{s_a}{s_k} - 1 \right) \frac{t}{T_k}.$$

Если предположить, что внезапное приращение момента происходит при холостом ходе двигателя ( $M_0 = 0$ ), то формула (10) получает дальнейшее упрощение:

$$\frac{M}{M_k} = 1 - \left\{ 1 - \left( \frac{M_a}{M_k} - 1 \right) \frac{t}{T_k} \right\}^2.$$

или

$$\frac{M}{M_k} = 1 - \left( 1 - \frac{t}{T_k} \right)^2,$$

еличина

$$T'_k = \frac{T_k}{\frac{M_a}{M_k} - 1} \quad (13)$$

т быть названа некоторой фиктивной постоянной времени, вводимой только для удобства расчета. Сравнивая формулу (12') с приводившейся ранее формулой (2) для момента функции скольжения, устанавливаем полную идентичность

этих формул, с той только разницей, что  $\frac{s}{s_k}$  заменено на  $\frac{t}{T_{k1}}$ . Отсюда делаем вывод, что для построения кривой  $M = \varphi(t)$  можно использовать заданную механическую характеристику двигателя  $M = f(s)$ , но только изменить в ней масштаб абсцисс.

В заключение отметим, что решение задачи, поставленной в настоящей статье, лишней раз показывает, насколько облегчаются, а главное обобщаются расчеты при пользовании предложенным нами уравнением движения в относительных единицах.

## Импульсные испытания высоковольтных кабелей

### IMPULSE TESTS ON HIGH VOLTAGE CABLES

Л. И. Рытов и А. И. Блохин  
Ленинград, завод «Севкабель»

**ОСТАНОВКА** данной работы, проводившейся в период 1934—1935 гг., была вызвана необходимостью более глубокого изучения поведения кабеля и кабельной арматуры в условиях эксплуатации и потребностью в исследовании координации изоляции кабеля с его арматурой, а также всей электрической системой. Целью работы являлось получение предварительных данных по электрической прочности при импульсах и импульсных характеристиках высоковольтной кабельной продукции завода «Севкабель».

Испытания производились при помощи импульсного генератора завода «Севкабель» на 1600 kV катодного осциллографа.

**Методика испытаний.** Импульсный генератор завода «Севкабель» выполнен по схеме Маркса и содержит 16 пар цилиндрических конденсаторов, расположенных на ступенчатой деревянной конструкции. На каждой ступени расположены параллельно соединенных конденсаторов.

Емкость каждого конденсатора равна  $0,05 \mu F$ , максимальное зарядное напряжение — 100 kV.

Таким образом емкость генератора в ударе  $C_{уд} = 0,00625 \mu F$ , энергия  $W_{уд} = 8000 Wsec$ .

Демпферное и регулирующее сопротивление (рис. 1)

выбраны таким образом, чтобы при испытании образцов кабеля емкостью порядка  $10^{-8} F$  получалась стандартная волна  $1,5/40 \mu sec$  с максимальной амплитудой импульса порядка 1300 kV на испытуемом объекте.

Импульсный генератор сконструирован Электротехнической лабораторией завода. Изготовление конденсаторов и монтаж генератора произведены заводскими монтажниками под руководством инж. Н. Арензова.

Диаметр измерительных шаров равен 1 м, причем заземленный шар спускается на

блоке с потолка, в то время как второй шар расположен над последней ступенью конструкции генератора.

В качестве диэлектрика в конденсаторах применена кабельная бумага, пропитанная нормальным кабельным компаундом. Изготовление конденсаторов производилось на специальной машине.

При осциллографировании пользовались катодным осциллографом конструкции Всесоюзного электротехнического института, являющимся одной из первых ее моделей.

Импульсный генератор при осциллографировании волны включался автоматически со стороны выпрямительной установки катодного осциллографа путем нарушения режима напряжения на первой паре промежуточных шаров.

На рис. 1 представлена примененная схема совместной работы катодного осциллографа с импульсным генератором. Правая часть схемы изображает импульсный генератор, левая часть — выпрямительную установку катодного осциллографа.

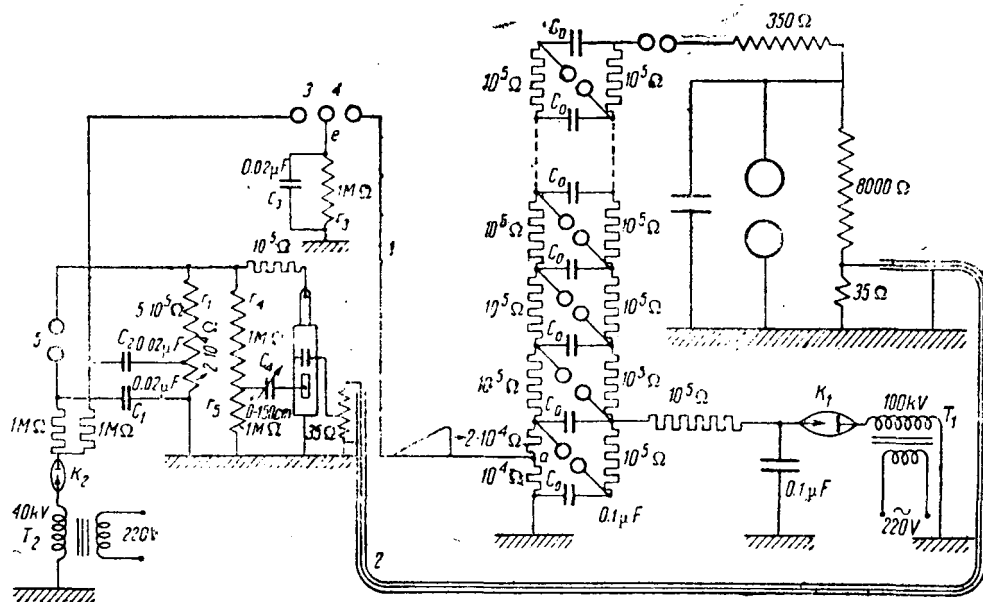


Рис. 1. Схема совместной работы катодного осциллографа и импульсного генератора

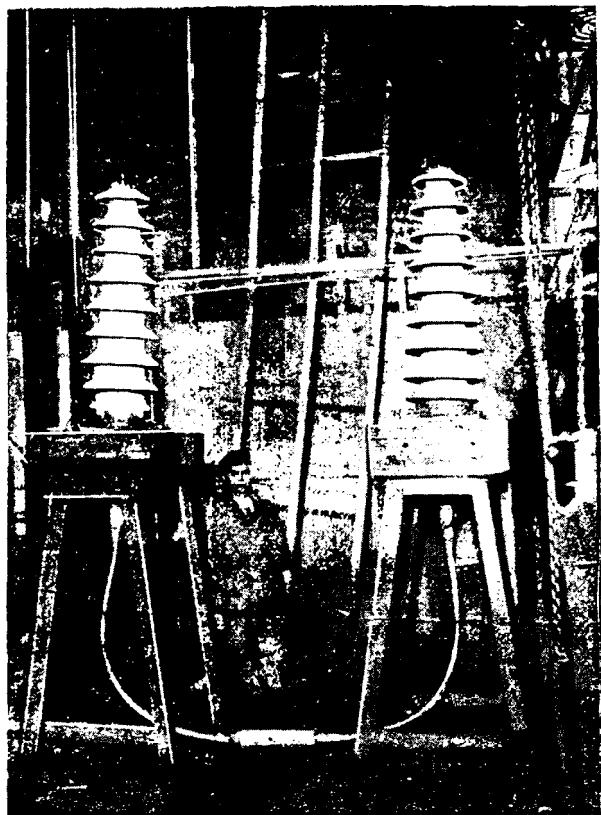


Рис. 2. Образец 35-kV кабеля с соединительной муфтой, смонтированного для импульсных испытаний

Генератор и осциллограф расположены в разных помещениях. Связь между ними осуществлялась воздушным проводом 1, передававшим импульс со стороны осциллографа в момент подачи напряжения на разрядную трубку, и кабелем 2, подводящим исследуемую волну к осциллографу.

Действие всей схемы протекает в следующем порядке: трансформатор  $T_1$  через кенотрон  $K_1$  заряжает все конденсаторы  $C_0$  импульсного генератора. Все шаровые разрядники, входящие в схему Маркса, раздвинуты на расстояние, близкое к разрядному, но несколько превышающее его. Разряд импульсного генератора происходит при посылке волны в точку  $a$ . При этом повышается напряжение и происходит пробой первой, нижней пары шаров, и затем разряд между всеми остальными шарами. Приходящая в точку  $a$  волна должна быть такого знака, чтобы увеличивать разность потенциалов между первой парой шаров и в изображенной схеме должна быть отрицательной.

Посылка волны в точку  $a$  совершается в момент, когда осциллограф оказывается подготовленным к записи волны, и происходит в следующем порядке: трансформатор  $T_2$  через кенотрон  $K_2$  заряжает конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$ . Искровой промежуток 5 пробивается в момент, когда на протяжении конденсатора  $C_1$  в процессе зарядки достигается соответствующей величины.

При пробое разрядника 5 разряжается разряд конденсатора  $C_1$  на сопротивление, близкое к сопротивлению  $r_4$  и  $r_5$  осциллографа. Искровой промежуток 5 пробивается в момент, когда на протяжении конденсатора  $C_1$  в процессе зарядки достигается соответствующей величины.

Искровой промежуток 5 пробивается в момент, когда на протяжении конденсатора  $C_1$  в процессе зарядки достигается соответствующей величины. Искровой промежуток 5 пробивается в момент, когда на протяжении конденсатора  $C_1$  в процессе зарядки достигается соответствующей величины.

Запаздывание создается следующим образом: средний шар трехшарового разрядника  $e$  приобретает в процессе разряда конденсатора  $C_2$  потенциал относительно земли. Вследствие этого в некоторый момент, запаздывающий по отношению к моменту возникновения напряжения на разрядной трубке осциллографа, происходит пробой промежутка 4 и посылка волны в точку генератора. Величина запаздывания между моментом начала записи временной развертки и моментом разряда импульсного генератора регулируется изменением расстояния 4 величин  $r_4$  и  $r_5$ . Временная развертка осуществляется непосредственно от выпрямительной установки катодного осциллографа благодаря применению соотношения  $r_4$  и  $r_5$  и конденсатора  $C_4$ .

**Испытания продукции завода „Севкабель“.** Ничего не приводятся результаты нескольких испытаний проведенных по описанной методике.

**Импульсная прочность 35-kV кабеля** (рис. 2). Конструктивные данные испытанного кабеля следующие: кабель с жилой Липро, диаметр по жиле — 15 мм, толщина бумажной изоляции — 9 мм. Концевые маслonaполненные муфты испытываемых образцов были рассчитаны на напряжение, значительно превышающее импульсное пробивное напряжение кабеля.

Исследовались 3 образца длиной 7 м каждый. В результате проведенных испытаний оказалось, что 35-kV, кабель пробивается одиночным импульсом при напряжении порядка 600 kV многократными (около 100) импульсами напряжением порядка 550 kV.

**6-kV концевая однофазная муфта типа К-04 для наружной установки.** Испытания муфты преследовали установить напряжение перекрытия по поверхности изолятора и минимальное допустимое расстояние между осями двух концевых изоляторов соседних фаз при импульсном напряжении.

Напряжение перекрытия изолятора оказалось равным 105 kV, а искомое минимальное расстояние — 185 мм. При меньшем расстоянии при импульсном напряжении выше 105 kV перекрытие происходит не по изолятору данной фазы, а между двумя соседними фазами.

**35-kV соединительная муфта.** Муфта была смонтирована на 35-kV кабеле следующих конструктивных размеров: диаметр жилы — 15 мм, толщина бумажной изоляции — 9 мм. Чтобы предотвратить перекрытие по поверхности концевых заделок, были использованы заделки повышенной прочности и применены 110-kV изоляторы. Испытанные 4 образца соединительной муфты пробивались при следующих напряжениях 450, 510, 425, 550 kV. Вскрытие образцов показало, что во всех

<sup>1</sup> Эта часть схемы предложена инж. Д. В. Быковым.

<sup>2</sup> Анализ этой схемы дан И. С. Стекольниковым в статье „Катодный осциллограф для контактного осциллографирования“. «Электричество» № 12, 1933.

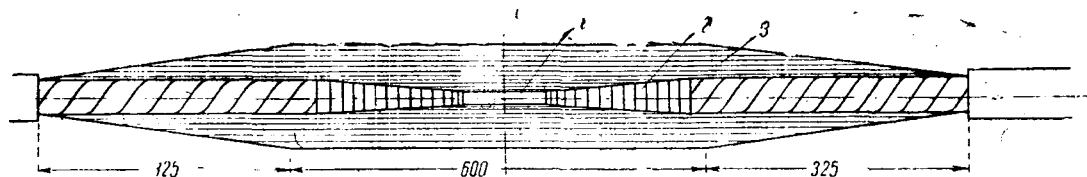


Рис. 3. Эскиз намотки 110-kV соединительной муфтой. 1 — соединительный сжим; 2 — ступени бумажной изоляции; 3 — кембриковая намотка

ная характер пробоя одинаков; повреждение распространяется по бумаге вдоль ступенек, находящихся в конструкции соединительной муфты. Испытание показало, что импульсная прочность 110-kV соединительной муфты ниже прочности 110-kV кабеля.

**110-kV маслонаполненный кабель.** Конструктивные данные испытанного кабеля следующие: диаметр по жиле — 29,4 мм; толщина бумажной изоляции — 16 мм. Образцы кабеля длиной по 1 м были смонтированы с нормальными 110-kV шевыми изоляторами. Испытание производилось путем последовательного повышения амплитуды импульса.

#### Первый образец:

| амплитуда | число импульсов |
|-----------|-----------------|
| 320 kV    | 20              |
| 485 »     | 14              |
| 620 »     | 14              |
| 700 »     | 17              |
| 800 »     | 16              |
| 900 »     | 1               |

Кабель пробился первым импульсом при 900 kV.

#### Второй образец

| амплитуда | число импульсов |
|-----------|-----------------|
| 600 kV    | 5               |
| 700 »     | 9               |
| 800 »     | 6               |

Этот образец пробился на шестом импульсе при напряжении 800 kV.

Приведенные результаты и результаты аналогичных испытаний на других образцах дают возможность оценить импульсную прочность 110-kV маслонаполненного кабеля в 800—900 kV при однократном импульсе. Следует указать, что эта величина импульсной прочности мало отклоняется от встречающихся в иностранной литературе цифр импульсной прочности маслонаполненных кабелей<sup>3</sup>.

**110-kV соединительная муфта** (рис. 3). Муфта нормального типа, применяемая при монтаже 110-kV кабеля изолирована лентой из кембрика, пропитанного в масле, применяемом в маслонаполненном кабеле. Согласно данным испытания двух образцов импульсная прочность соединительных муфт, в которых применен отечественный кембрик производства завода МЭИЗ, равна 650 kV. Испытание третьего образца, в котором применен импортный кембрик ГЕС, показало более высокую импульсную прочность муфты. При этом пробой произошел в кабеле, т. е. величина импульсной прочности муфты оказалась выше 800 kV.

Вышеописанные испытания, являясь сравнительно малочисленными, дают лишь ориентировочные результаты. Однако и эти предварительные результаты могут оказаться полезными для эксплуатирующих организаций, так как в нашей литературе такого рода сведения до сих пор не опубликованы<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> См., например, АИЭЕ, март 1933.

<sup>4</sup> При проведении этой работы нам была оказана помощь со стороны руководителя лаборатории завода инж. Д. В. Быкова.

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВЕ

## Статическое электричество, как возможная причина пожар и взрывов на производстве<sup>1</sup>

STATIC ELECTRICITY AS THE POSSIBLE CAUSE FOR FIRES AND EXPLOSIONS

Н. Г. Дроздов

Московский энергетический институт им. В. М. Молотова

Во многих производствах основными материалами — объектами обработки, а равно и побочными продуктами являются диэлектрики, которые в технологическом процессе подвержены трению между собой или о металлические и неметаллические части установок, машин, станков. Помимо непосредственного трения, в некоторых моментах обработки имеет место размельчение или разрыв. И то и другое обусловливает образование электростатических зарядов. В результате между заряженными и заземленными частями создается значительная разность потенциалов. Непосредственно у заряженных тел в воздухе градиент потенциала может достигнуть достаточно высокой величины, происходит ионизация воздуха, а затем периодические или устойчивые искрения. Очевидно, при наличии в воздухе рабочих помещений паров или пыли воспламеняющихся веществ взрывоопасной концентрации эти искрения неминуемо должны повести к взрыву и пожару.

Наиболее сильно страдают от искрений статического электричества химические производства, имеющие дело с бензином, спиртом, эфиром, ацетоном и другими органическими растворителями, например; резиновые заводы, заводы синтетического каучука, синтетического хинина, лаковые (особенно заводы целлюлозных лаков), анилокрашные, клееночные и др.

Не менее опасны разряды статического электричества для заводов и фабрик, где производственные процессы связаны с образованием органической пыли и созданием в воздухе цехов аэрозолей, как, например: в сахарных, крахмально-паточных, мукомольных и им подобных заводах. В ряде производств можно встретить отдельные сопряженные с генерированием электростатических зарядов операции, могущие оказаться причиной пожаров. Сюда прежде всего относится просеивание легко воспламеняющихся порошков через различные сита (барабанные, грохота), отсос пыли из цехов по трубопроводам и через мешочные фильтры.

Далее следует указать на часто имеющие место пожары в сельском хозяйстве при работе молотилок, в хлопкоочистительных фабриках, в элеваторах при транспортировке зерна конвейером.

Наблюдаются взрывы бензинохранилищ, проходящие главным образом тотчас же после заполнения бензином надземных баков. Не меньшей вероятностью взрывов и пожаров обладает транспортировка по трубам взрывоопасных жидкостей, особенно бензина как имеющего наибольшее применение в различных производствах.

Кроме непосредственной опасности, электростатические заряды сами по себе, а также незначительные искрения и тихие разряды, ими вызываемые, обуславливают нарушение нормальной работы и увеличивают брак продукции. Это действие хорошо известно в бумажных фабриках, где в результате больших потенциалов на тонкие дорогие сорта бумаги оседает слой пыли. В прядильном и ткацком производстве заряды волокон обуславливают склеивание ниток в моток и дасращивание волокон.

В типографиях благодаря зарядам при настижке и печатании происходит подергивание бумаги, неправильное складывание ее в стопу. Часто тормозится работа фальцовочных и клееночных машин. Все это приводит к увеличению брака и к снижению производительности труда. Увеличение брака электростатические заряды причиняют в фотохимической промышленности — производстве фотографических пленок. Притянутые зарядами из воздуха частицы пыли загрязняют целлулоид, а незначительные разряды оставляют на светочувствительной эмульсии пятна и ветвистые следы, имеющие вид фигур Лихтенберга.

Не имея возможности в рамках журнальной статьи иллюстрировать сказанное примерами целлосальных взрывов и пожаров, имевших место в сахарной, крахмальной промышленности, в элеваторах и бензинохранилищах и т. д.<sup>2</sup>, остановимся лишь на некоторых мероприятиях по защите от разрядов статического электричества.

Наиболее общим для всех производств генератором электрических зарядов являются ремenni передачи. В этих передачах происходит скопление электричества на ремнях. Часто заряды обладают очень высоким потенциалом, достигающим 50—70 kV. Ремень приобретает потенциал тотчас же после сбега с шкива и на своей длине второго шкива он сохраняет его величину неизменной. Рис. 1 — результат многочисленных

<sup>1</sup> Краткое содержание доклада, прочитанного автором на заседании кафедры электроматериаловедения МЭИ 16 ноября 1936 г.

<sup>2</sup> Интересующимся можно рекомендовать книги „Die Explosions“, D. Pösch и автора „Электричество трения: причина взрывов и пожаров“.

автора, наглядно это иллюстрирует. Величина потенциала зависит от ряда факторов, особенно от влажности окружающего воздуха, материала и скольжения ремня.

Станавливаясь здесь на замеченных законах влияния перечисленных факторов на величину потенциала<sup>3</sup>, укажем путь разработки мер.

Мероприятия можно разбить на две группы: снижающие потенциалы до безопасной величины и совершенно удаляющие с ремня заряды, не допускающие искрения даже при наличии высоких потенциалов.

В первой группе прежде всего как наиболее стандартно относятся методы снятия зарядов с ремней с помощью металлических заземленных приспособлений (гребенки, щетки, ролики). Эти приспособления не могут быть рекомендованы, так как требуют тщательного за собой ухода и наблюдения. В противном случае они превращаются в свою противоположность, т. е. сами обуславливают искрение. Наиболее удачным решением вопроса является общее увлажнение воздуха цехов до 55% или местное увлажнение участков ремня в шкивах. Эти мероприятия затрудняют в силовом отношении увлажнение ремня образованием и накоплением зарядов. И тот и другой сподает удовлетворительные результаты, но не в условиях производства приемлем.

К этой же группе относится смазывание ремня раствором глицерина в воде (примерно пополам), осуществляемое периодически насосом. Такое смазывание, конечно, эффективно, но одновременно увеличивает скольжение ремня.

В выработки защитных мер можно применить цип проводящего ремня. Это легко создать, в первых, прошивкой или вплетением в ремень медных проволочек и, во-вторых, покрытием внутренней поверхности ремня проводящим материалом. Первое мероприятие страдает тем недостатком, что с течением времени целостность проводящих элементов нарушается, во втором же случае есть опасность увеличить скольжение. Все же автору представляется наиболее эффективным из всех методов именно этот. Автором была найдена смазка, увеличивающая электричество смазка, не увеличивающая скольжение. Она изготавливается из машинного масла и канифоли с добавлением сажи или графита. При этом сажу можно наносить на ремень после смазки его указанным составом. Проверка действия такой смазки показала полную ее пригодность: на ремнях заряды отсутствовали.

Вторую группу мероприятий составляет удаление ремня на достаточное в соответствии с величиной потенциала расстояние всех металлических заземленных частей. Это расстояние в среднем должно быть менее 15—20 см, так как на практике часто встречающаяся величина потенциала составляет примерно 10—15 kV. Особенно необходимо это за состоянием сеточных ограждений, не допускающая каких-либо повреждений проволоки. Отметим, что зачастую на заводах все защитные мероприятия ограничиваются заземлением валов с помощью щеточных механизмов. Это заземление уже заземленных через стены, подшипники,

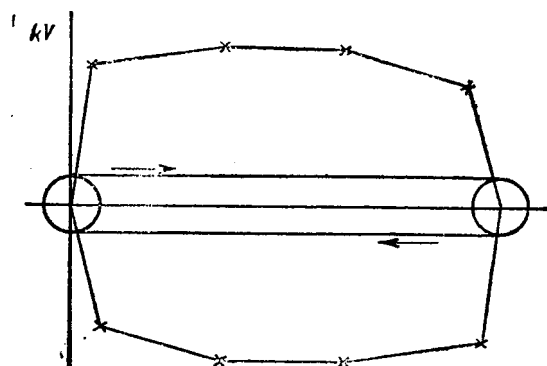


Рис. 1

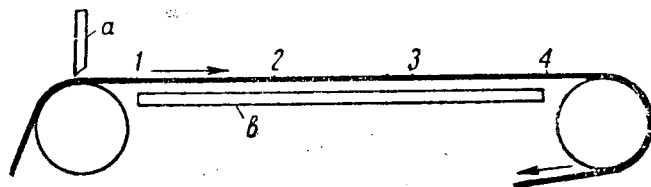
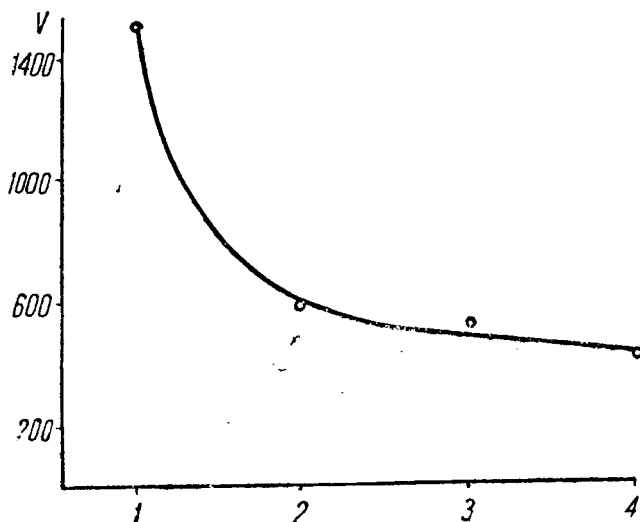


Рис. 2. Схема шпреди́нг-машины. *a* — нож; *b* — паровая плита (цифрами намечены точки замеров потенциала, рис. 2)

подвески валов не может считаться каким-либо мероприятием и применяется по недоразумению. Правда, в некоторых специальных случаях производственных установок оно может иметь смысл, но лишь тогда, когда подшипник является единственным местом ухода зарядов шкива, т. е. когда образование одной только масляной пленки вокруг вала может его изолировать.

На заводах резиновой промышленности наибольшее внимание с точки зрения возможности пожаров от искровых разрядов статического электричества привлекают шпреди́нг-машины и мачетельные аппараты. На первых производится прорезинивание тканей, а во вторых — бесшовные резиновые изделия типа сосок, перчаток и т. п. Подлежащая прорезиниванию ткань проходит по резиновому валу под стальным ножом, около которого по всей длине его накладывается резиновая масса (рис. 2). Благодаря трению ткани о вал, а главным образом разрыву резиновой массы ткань тотчас





же за ножом получает значительный потенциал, убывающий по длине машины (рис. 3). При соответствующих условиях (низкая влажность, особенно в зимние морозы, прорезинивание ворсистой или шерстяной ткани и т. д.) происходят искровые разряды электричества ткани на нож и вспышки паров бензина, а затем и самой ткани. Такие вспышки, особенно зимой, довольно часты.

Мероприятия защиты здесь могут быть направлены на уничтожение трения как причины появления зарядов или на превращение резинового слоя в полупроводящий материал. Последний способ, осуществлявшийся прибавлением к резиновому клею 0,1—3% олеиновокислого магния, желательных результатов не дал, и все попытки в этом направлении потерпели неудачу. Некоторые авторы предполагают избежать трения переконструированием самой машины с тем, чтобы ткань двигалась вместе с нагретой электрическим током стальной бесконечной лентой. Проверка модели дала хорошие результаты. Однако в такой машине не была бы целиком уничтожена генерирующая заряды причина. Остается разрыв резиновой массы под ножом, и это заставляет сомневаться в должном эффекте мероприятия.

Автором в своей работе найдено, что незначительное увлажнение ткани перед тем как ее пускать на машину должно заметно снизить потенциалы. Поэтому одним из способов борьбы с искрением является увлажнение ткани за ножом и создание одновременно в этом месте заземления металлического контакта с тканью. Осуществить это можно посредством алюминиевой треугольной трубы, подкладываемой под ткань у ножа, через которую пропускают пар. Через тонкие отверстия на стороне трубы, обращенной к ножу, пар увлажнит ткань, создавая тем самым условия отвода зарядов с наружной покрытой резиновым клеем поверхности.

Производство бесшовных изделий заключается в многократном макании в резиновый клей соответствующих изделий стеклянных болванок. В этом процессе металлические детали аппарата, а равно и болванки заряжаются. Накопившиеся заряды обуславливают искрение, в результате чего происходят вспышки паров бензина внутри аппарата и пожар. Пока единственным мероприятием

в этом случае является тщательное заземление всех металлических частей.

Необходимо отметить, что на резиновых лентах есть еще один очаг искрения статического электричества, могущий причинить чрезвычайно много вреда и повлечь за собой несчастные случаи, это конвейера клейки галош, в которых прачтубумажная прорезиненная лента движется по деревянным роликам. Избавиться от искрения здесь очень легко: все деревянные ролики жестко и заземлить.

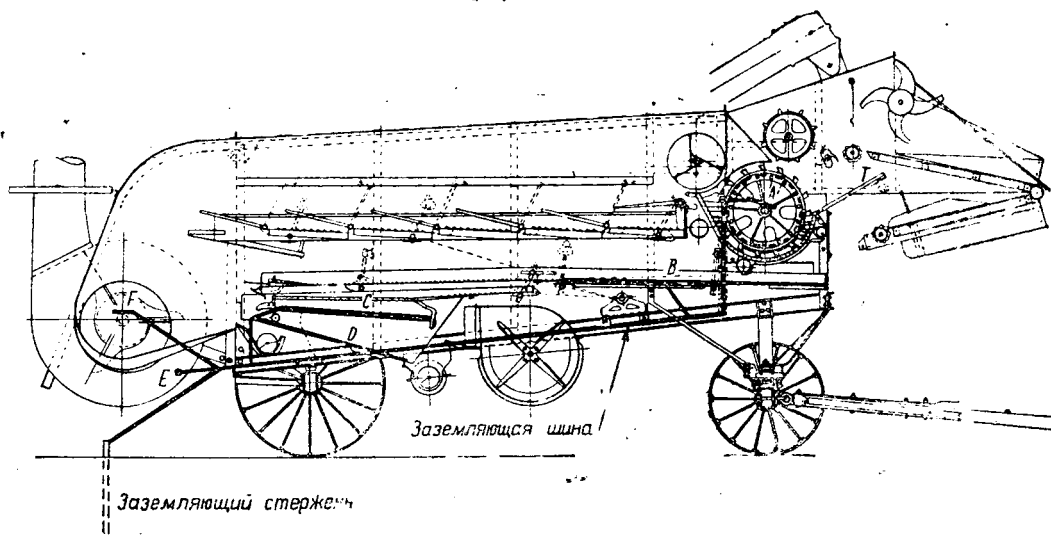
В производствах, связанных с образованием органических веществ, эта пыль или порода может быть объектами производства и обработки, например, просеивания и размельчения, когда ситы подвергаются неизбежному трению, итд. побочными продуктами, и в качестве таковых, сасывается по трубам через фильтры. И в том и другом случае пыль служит источником зарядов, и если она горюча (сахар, сера, мука, проф и др.), то при искрении обеспечен взрыв.

Средствами против искрений в таких производствах могут быть:

1. Заземление всех металлических частей, с которыми пыль соприкасается в процессе обработки. Например, заземление металлических сит при просеивании. Автором при исследовании работы сита хотя и барабанных сит установлена эффективность этого мероприятия. В незаземленном барабане сита наблюдались искры длиной 3—4 см, прекратившиеся после заземления; замеры потенциалов дали нулевые показания прибора. Трубы, по которым отсасывается пыльный воздух, должны быть между собой во фланцах электрически соединены и заземлены.

Мешочные фильтры, на которых скапливаются заряды, рекомендуется со стороны входа в них воздуха снабдить заземленными металлическими сетками.

2. Нейтрализация зарядов аэрозолей (взвешенных в воздухе частиц пыли) противоположными зарядами частиц другой пыли. Так например, в случае угольной пыли заряды ее могут нейтрализоваться зарядами сланцевой пыли. Это мероприятие требует, во-первых, определения знака зарядов частиц пыли и, во-вторых, допустимости по производственным условиям создания других аэро-



противоположными зарядами, что не везде применимо.

Наконец, очевидно, увлажнение воздуха способствует снижению потенциалов и тоже может быть рекомендовано там, где это возможно.

В молотилках в процессе их работы выделяется большое количество легко воспламеняющейся пыли. Сама пыль, а также и движущиеся деревянные детали машин приобретают и накапливают заряды. Замечено, что высокий потенциал возникает при обмолоте пшеницы, зараженной головней. Образование заряда способствует сухой, жаркой погоде. В результате происходит искрение, зажигающее пыль внутри машины.

Аналогичные явления наблюдаются и в джип-хлопкоочистительных машинах.

Основным и эффективным способом является тщательное заземление металлических частей, что показано на рис. 4 для молотилки.

Как уже указывалось, электростатические заряды ввиду с опасностью пожаров и взрывов, которые они обуславливают, увеличивают брак и понижают производительность труда на отдельных этапах работы. В целях ликвидации этих последствий в заграничной практике встречаются мероприятия.

Первое — это увлажнение воздуха цехов до состояния «рабочего климата», т. е. до состояния, позволяющего бесперебойно работать. Создается благоприятный климат простым выпуском в цех пара, что небезопасно в смысле ожогов рабочих и рекомендовано ни в коем случае быть запрещенным.

Второе же мероприятие, наиболее эффективное и приемлемое, заключается в нейтрализации зарядов, скопившихся на обрабатываемом материале, или воздуха, ионизированного специальными электрическими нейтрализаторами, работающими через трансформатор на 10—15 kV вторичного напряжения. Ионизация происходит в разрывной трубке, разрез которой представлен на рис. 5. Такой нейтрализатор с успехом может быть применен, например, в бумажной промышленности и вообще там, где работа его самого не представляет опасности.

Ввиду образования электростатических зарядов в различных производствах многообразны. Поэтому нельзя предложить или выработать общие методы защиты предприятий от искровых разрядов. В каждом отдельном случае защитное мероприятие может быть эффективно тогда, когда оно базируется на детальном изучении работы

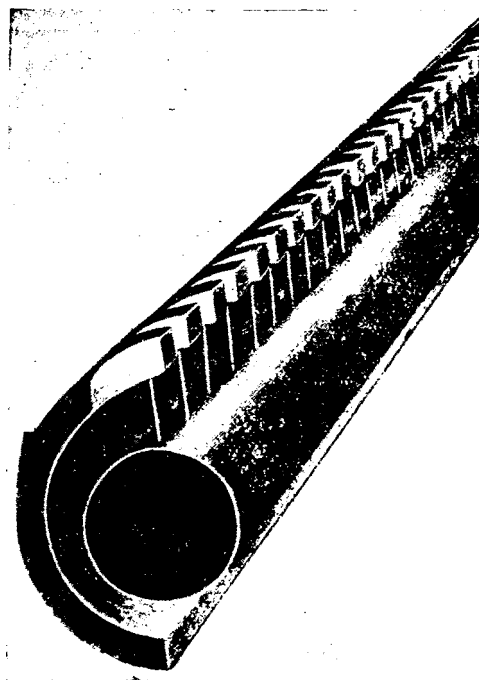


Рис. 5

той или другой производственной установки с учетом всех конкретных условий. Тем не менее все же можно указать основные элементы этих мер. Они заключаются в следующем:

- 1) заземлении всех металлических частей, могущих в процессе работы или по характеру конструкции оказаться изолированными от земли и при генерировании зарядов способными их аккумулировать;
- 2) изменении конструкции машин и аппаратов с целью избежать нежелательного трения материалов, особенно трения между диэлектриками;
- 3) создании искусственного пути отвода зарядов в землю;
- 4) превращении или замене диэлектрических материалов и их поверхностей, генерирующих заряды, полупроводниками там, где эта замена возможна по технологическим соображениям;
- 5) нейтрализации зарядов зарядами противоположного знака за счет ионизации воздуха электрическим разрядом или за счет заряженных твердых частиц (аэрозоли);
- 6) удалении от заряженных частей на значительное расстояние всех металлических заземленных деталей.

## Электропечная промышленность США

# MANUFACTURE OF ELECTRICAL FURNACES IN THE USA

Г. Л. Элштейн

Моск. Электротехн. ин-т

**ПРОИЗВОДСТВО** электрических печей как дуговых, так и сопротивления в США в значительной мере отличается по своей организации от производства высокотемпературного оборудования, о котором я говорил в моих предыдущих статьях<sup>1</sup>. Это обусловлено тем обстоятельством, что электротепличное производство не является пока особо ярко выраженным объектом монополизации, и потому до поры до времени ему предоставляют развиваться на базе полукустарной инициативы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Я посетил (январь 1936 г.) ряд электропечных предприятий; среди них были как специализированные заводы, так и печные цехи универсальных электротехнических предприятий; наконец, мне была предоставлена возможность повидать ряд печей в эксплуатации и услышать отзывы о работе их со стороны потребителей.

В качестве основного характерного момента следует отметить, что в противовес крупным фирмам, объединяющим ряд отраслей электротехнической продукции, специальные электропечные заводы (за исключением электропечных цехов больших электротехнических фирм) носят характер явно выраженных мелких кустарных предприятий с очень небольшим инженерно-техническим персоналом, не превышающим 15—20 чел.; у некоторых же фирм, дела которых за последние годы пошли сильно вниз, число конторских работников снижается еще более, доходя, например, у Американской электропечной компании в Бостоне до 7—8 чел., из которых к техническому делу имеет отношение не более половины.

Вторым положением, весьма характерным для этих заводов, является необычайно малая оснащенность их оборудованием. Станки, как правило, старые и приспособленные для производства на них самых разнообразных операций.

На одном из заводов я заметил достаточно большое число станков, поставленных на колеса, благодаря которым в широкой мере используются возможность не передвигать тяжелых объектов обработки к станку, а наоборот, станки к этим объектам. По мнению администрации завода это создает весьма большую гибкость в использовании оборудования и значительно упрощает технологический процесс и направление тех потоков продукции, которые на заводе существуют.

Заслуживает упоминания и тот факт, что подъемные приспособления на этом же заводе управляются при помощи кнопочной системы с земли и тем рабочим, которому в тот или иной момент нужен кран для перемещения обрабатываемого им предмета.

Для электропечных заводов США является также характерным моментом необычайно широко развитая кооперация как с другими заводами, поставщиками основных элементов оборудования (металлических отливок, огнеупоров, жароупорных материалов), так и с заказчиками; кооперация с этими последними основывается на широчайшей готовности, с которой потребители идут на сборку печей на заинтересованном предприятии.

Несмотря на то, что этот участок электропромышленности имеет, как указывалось, минимальное и часто вообще непригодное специально для этих целей оборудование, продукция, выпускаемая электропечными заводами, отнюдь не может квалифицироваться как отсталая или неполноценная; наоборот, и это можно констатировать по отзывам как нашей, так и европейской технической прессы, электропечная промышленность США является одной из наиболее богатых как по вложенным в нее идеям, так и по характеру выполнения.

Остановимся на кратком описании заводов и их продукции, какие пришлось видеть и о которых представилось возможным получить те или иные сведения.

Предметом производства завода Мура (Питтсбург; фирма носит название Лектромелт) являются дуговые печи; разное

<sup>1</sup> См. „Электричество“ № 17 и 20. [www.bo](http://www.bo)

образие по мощностям производимых типов печей велико: строятся печи, начиная от 11 кг до 30-т; последняя цифра впрочем не является предельной, и завод берется строительство 50-т печей. Целевое назначение печей весьма разнообразно: они применяются как для личных видов плавки стали, чугуна, ферросплавов, для неметаллических термических процессов (наплавка карбида кальция). Дуговые печи Мура нашли себе применение на наиболее крупных металлопромышленных предприятиях США, в том числе и на заводах Форда, Дженерал Моторс и др. Вот самый краткий список деталей из металла, сваренного в них: коленчатые валы для автомобилей, пружины различного рода, магнитные буквы и знаки, металл для проводов, тормозные диски, винты, разъемы, кольца, цилиндры моторов и т. д.

Печи изготавливаются одного из следующих типов: с маятниковым сводом, с отводным сводом, лабораторные. Наиболее интересны и относительно меньше всего известны печи с отводным сводом, в которых для отодвигания сводов использован такой принцип. Собственно свод на одном конце имеет прилив с глубоким сквозным коническим вырезом. В этот вырез входит специальный конический палец, поднимаемый из нижнего положения при помощи гидравлического или масляного пресса. После того как палец целиком войдет в вырез, он, продолжая двигаться вверх, приподнимает свод. Вращая свод в нижнее положение вокруг пальца как оси, его можно отодвинуть от камеры печи для беспрепятственной загрузки ее сырьем. В обратном процессе свод ложится на камеру, конический палец уходит из сцепления с ним, и печь может совершить все необходимые движения так, как если бы свод был жестко связан с печью.

Чтобы свод под влиянием своей тяжести не прогибался и не покоробился, он в ряде точек оттянут стальными тросами к центральной оси вращения, как это видно на рис. 1 а подобной печи.

Как отдельные детали печи, так и печь в целом выполнены очень красиво и культурно. Электрододержатели поддерживаются на полых стальных круглых колонках с тщательной отделкой, сами они также обработаны очень внимательно; печь покрыта алюминиевой краской, ве- долговечной и жаростойкой. Характерным моментом является самое широкое применение сварки взамен клепки; это последние иногда и применяется, то она используется только для механической связи конструкции в процессе сборки, но в дальнейшем даже по местам клепки производится сварка. Трубопровод внутреннего охлаждения обдувается также приварен к кольцу. Подъем дверок печи осуществляется пневматическим.

В качестве характерных технико-экономических параметров печей системы Мура я привожу далее данные фирмы о типах печей промышленного характера. Они сведены в следующую табл. 1.

В своем проспекте фирма указывает, однако, что в промышленности эксплуатации сплосью и рядом величина расхода энергии значительно снижается: так, трехтонная печь расходувала на тонну стали и чугуна (плавка того и другого металла производилась в одной и той же печи) в одном случае 1500 кВт в другом 505 кВт. При отливке металла на основном департаменте (форизующем шлаке расход энергии в той же печи (по данным фирмы) был равен 540 кВт/т при месячном выпуске 1500—1800 т.

Что касается расхода электродов, то по данным фирмы для той же печи он был равен 3,75–5,0 kg/t угольных 2,1–2,8 kg/t графитовых.

Как ко всяким фирменным данным, и к этим надо относиться с определенной степенью осторожности. Однако посещения одной фирмы, пользующейся печами Мура в вьеровской сталальной компании в Милвоки, был пров расход энергии на тонну продукции для печи в 3

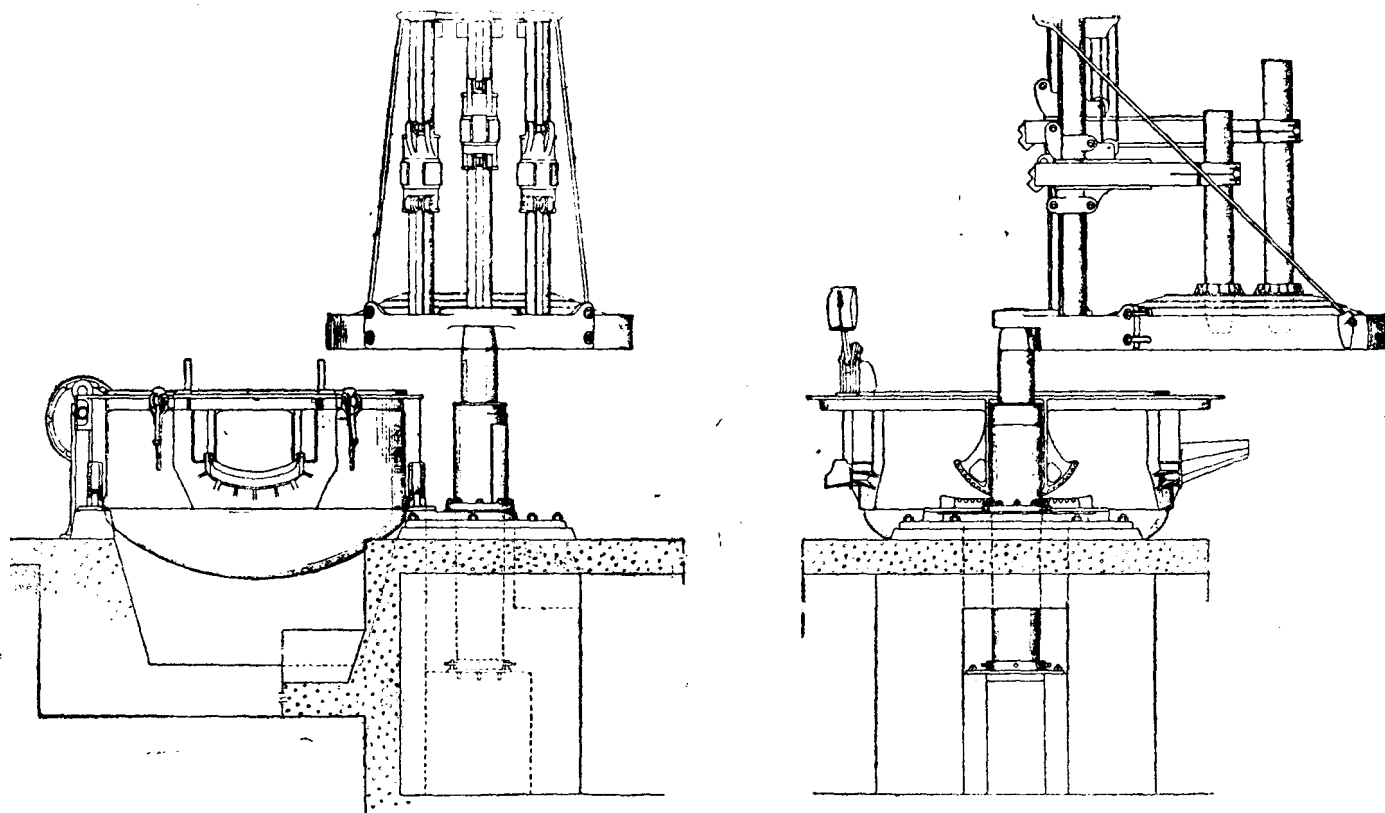


Рис. 1. Разрез по трехфазной дуговой печи Мура с откидным сводом

зависит от рода предельного подогрева печи, что лишь не на много превышает данные фирмы.

Большая изящность по выполнению и конструкции и продукты небольшие лабораторные печи; они снабжены рядом конических приспособлений, облегчающих работу с ними, например, двойным регулированием электродов — по высоте и углу между электродами (т. е. расстоянию между ними). Большие печи этого типа (емкостью до 200 kg) могут быть снабжены электрическим регулированием электродов. Одна из подобных печей показана на рис. 2.

В то время как производством дуговых печей в США занимается небольшое число фирм (среди которых описанная фирма, несомненно, играет одну из ведущих ролей), в Европе, напротив, в том или ином исполнении изготавливается многочисленными заводами. Виденные мною предприятия — GEC, Вестингауз, Американская электропечная компания, Общество электропечей в Селеме, Холкрофт, Госкинс, Лис-Норсруп — далеко не исчерпывают списка, хотя с точки зрения качественной и количественной характеристики их производства являются вполне достаточными.

К числу технических новинок, введенных в производство стандартной продукции, относятся широкое внедрение так называемого «контроля атмосферы» в большинстве процессов обработки металла и, с другой стороны, входящий во всеобщее применение способ печной пайки мелких деталей.

С точки зрения техники печного дела печи для пайки не представляют собой ничего нового — это те же печи сопро-

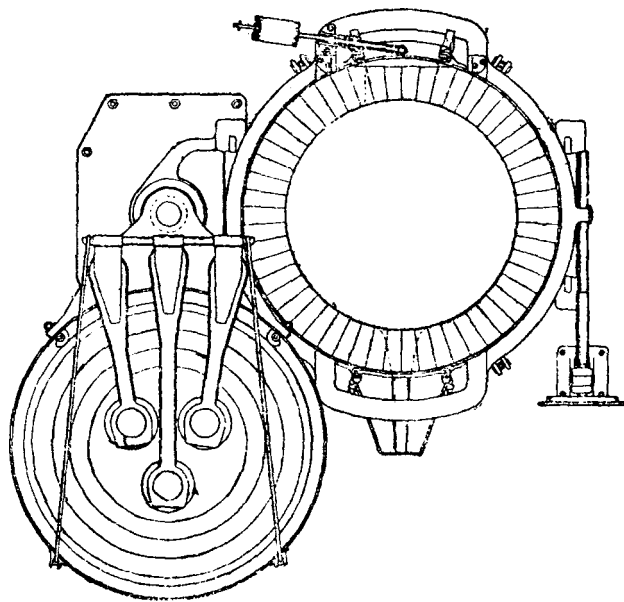


Рис. 1а. План печи Мура с откидным сводом

Таблица 1

| Размер печи t | Средняя емкость t | Средняя продолжительность плавки h | Производительность за 8 h | Расход энергии в kWh |         | Максимальная загрузка t | Ср. потр. мощн. kVA |
|---------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------|-------------------------|---------------------|
|               |                   |                                    |                           | сталь                | чугун   |                         |                     |
| 40—15         | 20—24             | ок. 2                              | 100—150                   | 500                  | 475     | 25                      | 5000—7000           |
| 6—10          | 10—12             | 1—2                                | 60—100                    | 500—550              | 475—525 | 15                      | 2000—5000           |
| 3             | 6                 | 2                                  | 30—36                     | 525—575              | 500—550 | 10                      | 1200—2500           |
| 1,5           | 3                 | 2                                  | 15—18                     | 550—600              | 525—575 | 5                       | 800—1500            |
| 1             | 2                 | 2                                  | 10—12                     | 600—650              | 575—625 | 3,25                    | 500—750             |
| 0,5           | 1                 | 2                                  | 5—6                       | 675—725              | 600—650 | 1,5                     | 275—375             |
| 0,25          | 0,5               | 2                                  | 2,5—3                     | 725—775              | 650—700 | 0,75                    | 150—250             |
| 0,0227        | 0,0227            | 1                                  | 0,25                      | 950                  | 900     | 0,0295                  | 45                  |

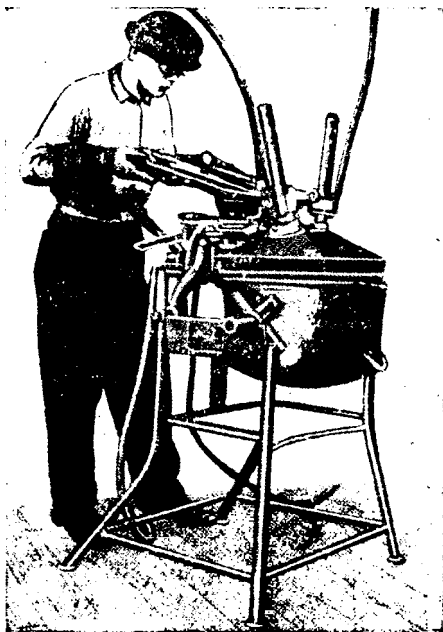


Рис. 2. Лабораторная дуговая печь Мура на 22,5 кг

тивления для термической обработки металла, преимущественно конвейерного (для более низких) и толкательного типа (для более высоких температур). За время продвижения по печи спаиваемые детали успевают прогреться до требуемой температуры, переходят затем в охлаждающую камеру, где поддерживается температура около  $110^{\circ}$ , из которой затем и извлекаются в готовом виде. В качестве сплавляющих металлов применяются сплавы серебра, латуни и чистая медь. Наилучшей пайка получается при применении в качестве сплавляющего металла меди, для работы с которой и режим печи и температуру подобрать оказывается значительно более легким, чем для прочих припоев. Это объясняется тем, что медь — единственный из металлов, применяемых в чистом виде, почему и процесс с ней оказывается наиболее независимым от тех условий, которые приходится учитывать при расчете термического режима для элементов, входящих в сплавы и ведущих себя часто закономерно.

Предельными температурами для пайки серебряными припоями являются  $760-870^{\circ}$  в зависимости от рода припоя; для латуни  $950-1095^{\circ}$ ; для меди  $1150^{\circ}$ .

Обычно припой изготавливается в виде проволоки, диаметр которой зависит от объекта пайки, тонкой ленты или же, в виде порошка. В первых двух случаях он наворачивается на изделие в месте пайки без особых приспособлений, если это изделие по существу таковых не имеет (например наличие желобков, шеек, впадин), слегка закрепляется путем заделки концов и в таком виде поступает в печь. При использовании порошкообразного припоя он может наноситься в виде лаковой или клеящей пленки на поверхность, подлежащую скреплению.

Качество пайки обычно бывает настолько высоким, что готовая продукция при испытании разрывается не по месту

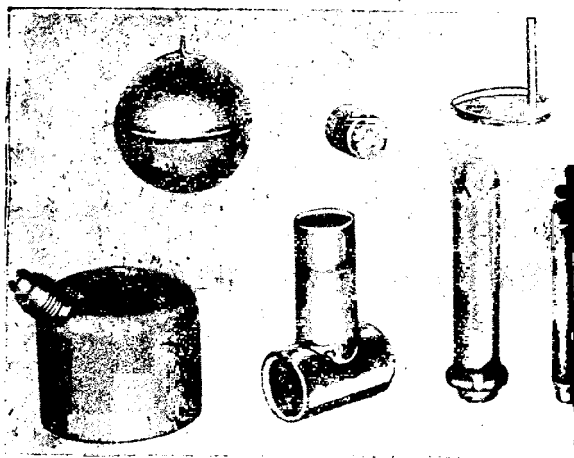


Рис. 4. Детали для рефрижератора, спаянные в печи при помощи медного припоя

пайки. В практике производства в США подобный метод скрепления металлических деталей между собой входит в широкое употребление, и им пользуются даже для самых ответственных деталей. Так, на одном из заводов мне показывали скрепленные при помощи печной пайки полости пропеллерного винта для аэроплана. На рис. 3 и 4 показан ряд деталей, соединенных между собой описанным выше способом.

В печах для пайки обычно применяется контроль атмосферы, к краткому описанию которого мы теперь перейдем.

По существу под контролем атмосферы американские техники понимают возможность окружения обрабатываемого объекта атмосферой газа, активно не действующего на обрабатываемый металл или же действующего в определенном направлении. Первоначально такую атмосферу принято было создавать при помощи водорода чистого или в смеси с азотом; существовавшие для этого установки разлагали аммиак и в результате разложения получали газ, состоящий из  $75\%$  водорода и  $25\%$  азота. Однако такой способ создания атмосферы оказался весьма дорогим из-за высокой стоимости получения газов; в дальнейшем начинаются попытки найти в различных направлениях к получению возможно более дешевых газов. Эти попытки, очевидно, увенчались успехом при достаточно разнообразном характере решения задачи. Так, ГЕС в качестве сырья для своего контроля атмосферы пользуется обычным светильным газом (бутаном или пропаном), который в особом сосуде подвергается разложению; при этом процессе из газа извлекаются все те составные части его, которые могут оказывать окисляющее действие на обрабатываемый объект (кислород, водяные пары, окислы углерода и др.); вся остальная масса газа направляется в печь, в которой создает завесу, исключающую возможность проникновения к обрабатываемым предметам окисляющих начал. Аппарат для контроля атмосферы ГЕС показан на рис. 5. Установка состоит из камеры сжигания, в которой

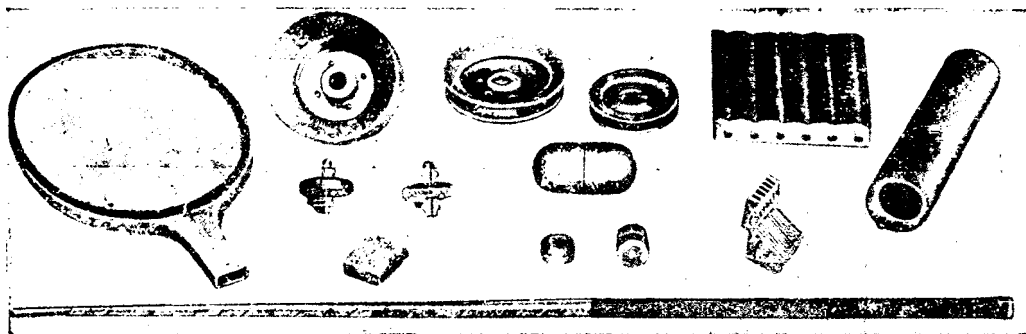


Рис. 3. С образцы деталей, спаянных в печи при помощи медного припоя

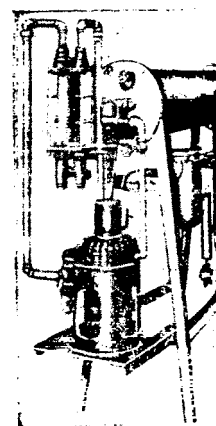


Рис. 5. Аппарат для контроля атмосферы

изывалось, газ перерабатывается; охлаждающего змея, экстрагирующего пары влаги; очистителя, удаляющего следы кислорода; компрессорной установки для поддержания постоянного давления контрольного газа, на счетчика газов и воздуха и регулятора подачи их возможности модификации смеси. Такие аппараты для подачи газов имеют весьма большой диапазон по пропускной способности — от 6 до 600 м<sup>3</sup>/h.

Нагревание газа и заполнение им печи производится весьма просто. Подготовленный газ направляется в печь по трубопроводу, расположенному внизу дверец печи; в трубах сделано большое число отверстий, из которых газ истекает; будучи нагретым, газ создает огневую завесу перед печью, высота которой достаточна для охвата всего дверного пространства, тем самым исключает возможность проникновения в печь холодных газов. Подобное же устройство применено и в печи для контроля атмосферы Американской электропечной компании (рис. 6).

Завод Американского электропечного общества в Бостоне в настоящее время представляет собой лишь слабое отражение того, чем он был в момент расцвета американской промышленности (непосредственно после мировой войны). В то время число работающих на нем было больше, чем сейчас, то в момент моего посещения это число свелось к 20 чел., часть которых обслуживает технический отдел и контору; таким образом непосредственно в производстве работают не свыше 12—14 чел. В связи с этим завод вместо четырехэтажного, правда, небольшого кирпичного корпуса, занятого им ранее, размещается сейчас в части одного этажа площадью около 200 м<sup>2</sup>: столько же было отведено для склада.

Ассортимент печей, серийно изготавливаемых фирмой, чрезвычайно велик; он фактически обнимает почти все существующие типы небольших печей сопротивления — закалочные, отпускные, отжигательные, для легкоплавких металлов, масляные и масляные ванны; часть печей изготавливается, как и раньше, с контролем атмосферы. В качестве индивидуальных типов завод берется изготавливать печи любой величины и пропускной способности, включая толкательные, конвейерные, ретортные самых разных типов и назначений. Производство завода при этом весьма ограничено по номенклатуре и, несомненно, очень старое.

В качестве нагревательных элементов в этих электропечах применяется либо нихром (для температур нагрева свыше 900°) либо глобар (для температур до 1370°). Тот и другой поступает на завод со стороны в виде никелевой проволоки или лент и глобаровых стержней; на заводе проволоке или ленте придается та или иная форма в соответствии с конструкцией печи.

Подготовка проволоки или ленты идет вручную, как и прежде почти на всех заводах этой отрасли промышленности. Равным образом со стороны же поступают все материалы огнеупорных материалов и обмуровочных изделий. На заводе собираются все стандартные каталожные печи (всех типов) и изготавливаются сборочные и рабочие печи всех прочих печей, монтируемых на местах. К числу последних относятся нестандартные типы. На заводе же производятся приборы контроля за исключением измерительных приборов и коммутационных приспособлений.

Завод производит следующие стандартные печи:

Горшковые печи для графитирования, соляные и циановые для температур до 900°. Пропускная способность от 45 до 300 kg/h<sup>2</sup>.

Горшковые печи для легкоплавких металлов (свинца, олова, белого металла); температура 510°. Потребная мощность 15 kW. Пропускная способность: свинца — 150 kg/h, баббита 635 kg/h, олова — 545 kg/h<sup>2</sup>.

Горшковые печи для алюминия и легких сплавов; температура 900°. Пропускная способность 41 и 68 kg/h<sup>2</sup>.

Печи для термической обработки стали; температура нагрева — нагревательные элементы — глобаровые. Печи могут быть снабжены контролем атмосферы. Потребление мощности от 20 до 60 kW.

Печи для подогрева, закалки, отпуска, отжига; температура до 1036°; нагревательные элементы — нихромовые. Потребление мощности от 10 до 100 kW. Пропускная способность от 50 до 450 kg/h.

Отпускные воздушные печи с вентиляцией (типа Гомо) для температур в 650°. Потребление мощности от 17 до 39 kW.

Масляные отпускные ванны для температур до 315°. Пропускная способность от 205 до 450 kg/h. Потребная мощность от 27 до 45 kW.

При  $t^{\circ} = 810^{\circ}$ .

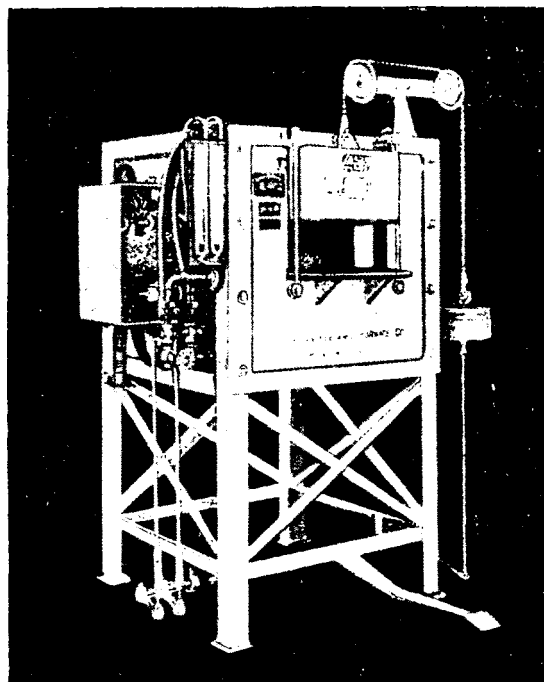


Рис. 6. Печь Американской электропечной компании для термической обработки стали с контролем атмосферы

Кроме стандартных, завод изготавливает ряд печей по индивидуальным заказам. Такие печи, установленные этой фирмой, я имел возможность осмотреть на Торрингтонском заводе Американской стальной компании, выпускающей всякой системы коньки, в том числе роликовые, стальные удила, мелкое оружие, полицейские свистки, дубинки и пр. В числе печей имеются ретортные печи с одной и двумя вращающимися ретортами, заполняемыми обрабатываемыми деталями (например шариками для роликовых коньков, стальными трубками для удил и т. д.). Вращение реторт создает глубокое перемешивание предметов и гарантирует равномерную и всестороннюю термическую обработку их. Сами реторты, а равно и все части для передвижения деталей в самой печи сделаны из металла, не боящегося высоких температур. На том же заводе установлен и тип небольших закалочных печей, масляных ванн и лабораторных печей.

В качестве контрольного прибора служит потенциометр Броуна регистрирующий, основанный на принципе компенсации э. д. с. термопары; термопара состоит в зависимости от допустимых температурных пределов из пар: железо-константан (до 1204°), хромел-алюмел (до 1316°) и платина-родистая платина (до 1649°).

Внешний вид печей даже при длительной их работе не оставляет желать ничего лучшего; покрытие их алюминиевой краской целиком предохраняет их от внешних признаков износа.

Интересен предохранитель, гарантирующий продукцию от пережигания в случае чрезмерного повышения температуры в печи: он состоит из тонкой золотой проволоки, вводимой через отверстие в обмуровке внутри печи. Если по каким бы то ни было причинам при повышении температуры сверх предельно допустимого значения нормальное контрольное приспособление не сработает, эта золотая проволока переплавляется и разрывает цепь катушки напряжения контактора, который после этого выключает главную рабочую цепь тока.

В то время как этот завод специализировался, главным образом, на изготовлении небольших печей стандартных типов, завод Общества электропечей в Селеме (Охайо) строит по преимуществу электрические и газовые печи больших размеров, индивидуализированных типов, с большой производительностью и механически сложные (толкательные, конвейерные, с регенеративным процессом и т. д.).

Завод Госкинса в Детройте представляет собой предприятие, только весьма малая часть которого загружена изготовлением печей, по существу же — этот завод с прекрасной поставленной процессом изготовления самых разнообразных видов жароупорных материалов, главным образом, нихрома (выпускаемого под названием «Кроме»). Этому производству,

до определенной степени родственному производству печей сопротивления, посвящено здесь весьма много внимания.

Для производства нихрома завод имеет большой хорошо оборудованный цех, в котором происходят все процессы, начиная от варки основного сырья и кончая горячим и холодным прокатом продукта. Таким образом по существу здесь имеется полное оборудование основных цехов кабельного завода. Основное сырье — никель и хром — плавится в пяти индукционных печах при частоте в 3500 Hz. Емкость печей всего 816 кг, причем четыре печи имеют каждая емкость по 136 кг, а одна — 272. Выдача плавок в меньших печах происходит через каждые 30 min, а в большой — через 40—45 min. Расплавленный металл разливается по формам прямоугольного сечения для ленты и круглого — для проволоки. Горячее волочение снижает диаметр полуфабриката до 6,3 mm ( $1/4"$ ), дальнейшее волочение происходит холодным способом через волоочильные доски и глазки; предельный минимальный размер проволоки — 0,0023 mm.

Основные виды жароупорных материалов носят название: хромел А, хромел С и копел. Составы их соответственно таковы: 80% никеля и 20% хрома; 61% никеля, 23% железа и 16% хрома; 55% меди и 45% никеля. Целевое назначение каждого из этих металлов таково: хромел А (металл, известный у нас под названием нихрома) используется для нужд нагрева; хромел С является материалом, значительно более дешевым, но не корродирующим лишь при нормальных атмосферных условиях или при нагреве в закрытых помещениях (камерах); он весьма пригоден для нагревательных бытовых приборов, а также, учитывая то обстоятельство, что сопротивление его в 70 раз выше сопротивления меди, для всякого рода сопротивлений; наконец, копел, обладающий температурным коэффициентом, практически равным нулю, находит применение в электроприборостроении. Предельные температуры нагрева этих металлов равны соответственно 1093, 861 и 483°. Характер прироста сопротивления (в процентах) в функции от повышения температуры показан в нижеследующей табл. 2.

Таблица 2

| Температура<br>°C  | 20 | 93  | 205 | 315 | 427 | 538 | 649 | 760 | 871 | 982 | 1093 |
|--------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Хромел А . . . . . | 0  | 1,4 | 2,9 | 4,5 | 6,0 | 6,7 | 6,5 | 6,0 | 5,9 | 6,3 | 7,0  |
| С . . . . .        | 0  | 1,1 | 2,9 | 4,7 | 6,2 | 7,4 | 8,0 | 8,6 | 9,7 | —   | —    |

Сопротивление при 20° каждого из этих металлов равно 108,3; 112,3 и 48,8  $\mu\Omega$  см<sup>3</sup> соответственно.

Печное производство Госкинса является относительно небольшим; центр внимания здесь обращен на лабораторные печи различного вида. Они предназначаются для лабораторной термической обработки металла, определения термических параметров его, определения термических характеристик топлива и т. д. Температура в них не превосходит 1093°, и нагревательные элементы изготовлены из хромела А, навитого в виде спиралей той или иной формы, обогревающих внутреннее помещение печи. Мощности их невелики: они не превосходят 5 kW; для работы их требуется обычно низкое напряжение, так что при пользовании ими нужен понижающий трансформатор.

Быть может еще в большей степени, чем у Госкинса, электропечное дело отстает перед основным видом продукции — производством точных измерительных приборов — у Лидс — Норсрупа. Фактически фирма производит только один тип печей Гомо, с размерами рабочей части от 365 (диаметр)  $\times$  405 (высота) mm<sup>2</sup> до 980  $\times$  760 mm<sup>2</sup> для вертикальных печей; изготавливаются также горизонтальные печи этого же типа. Потребление мощности в первых выражается цифрами от 13 до 75 kW; при изготовлении этих печей с контролем атмосферы параметры печей несколько меняются в пределах от 203  $\times$  305 до 825  $\times$  810 mm<sup>2</sup> при потреблении мощности от 4,6 до 36 kW.

Заслуживает внимания контрольный прибор Микромакс, устанавливаемый Лидс — Норсрупом на своих печах, — особый тип весьма точного и чувствительного уравновешенного потенциометра. Остановиться на этом приборе интересно же

потому, что этот прибор в самых разнообразных случаях является основным и доминирующим на заводском производственном объекте, находящим себе применение не только для целей теплового контроля печи. По сути Микромакс является своеобразным весьма интересным компенсационным мостиком: э. д. с. термопары уравновешивается в нем некоторым стандартным напряжением, соответствующим взаимоотношению между сопротивлениями двух переменных по относительной величине, но по сумме сопротивлений плеч. Впрочем э. д. с. термопары в нем может быть заменена э. д. с. любого иного источника в регистрации источника. Благодаря этому прибор приобретает характер универсального, и возможности его применения необычайно широки (например для регистрации напряжений, частот, мощностей и т. д.).

Механизм прибора весьма сложен, почему в настоящей очерке я ограничиваюсь только элементарным описанием его. Передвигаемый при установлении компенсационного взаимоотношения плеч с сопротивлениями рычаг при помощи соответствующим образом устроенного точного механизма в движение проволоку сопротивления и одновременно записывающее приспособление. В результате этого на ленте фактически записывается положение рычага и контакта на подвижной проволочке. Прибор может быть при соответствующей переделке использован для визуальных показаний. В случае использования для регистрирующей записи возможна как непрерывная, вой, так и точками. Наконец, специальная выполненная работа дает возможность одновременной записи точками скольких цепей (до 16). В этом последнем исполнении прибор снабжен моторчиком, обычно синхронным, который приращивает соответствующего коммутационного приспособления, определенный промежуток времени разрывая цепь какой-либо одной термопары и присоединяет другую, за ней тем и т. д. Все источники э. д. с. от указанных термоэлементов систематически и в определенном порядке обходятся с некоторым промежутком времени, обычно в 1 min, между последовательными отметками. Если таким образом прибор должен вести одновременную регистрацию четырех цепей, то полный цикл обхода продолжается 4 min; впрочем, длительность интервала между записями может быть в определенных пределах регулируема. Для того чтобы точки на кривых были ясно различимы между собой, записывающим в этом типе прибора заменена печатанием от специального печатающего колеса, бегущего синхронно с мотором и коммутационным приспособлением. Обычно такое устройство, кроме точки, выбивает и цифровой индекс. Общий вид прибора и записи его на ленте при последнем типе показаны на рис. 7.

В качестве э. д. с., подлежащей сравнению с напряжением термопары, может быть использовано любое напряжение в определенных по величине пределах. Благодаря наличию особого приспособления оно автоматически контролируется через относительно небольшие промежутки времени; так, для прибора с непрерывной записью контроль имеет место через каждые 45 min. В процессе измерения напряжение подравнивается до нормализованной для прибора величины.

Особо важными положительными моментами, характеризующими Микромакс, являются его точность и чувствительность. Что касается первой, то каждый прибор до выхода на рынок проходит испытание на заводе продолжительностью в 7 суток беспрерывно; для каждого прибора составляется индивидуальный паспорт. Что же касается чувствительности, то по данным фирмы прибором отмечены отклонения по шкале, равные по длине 0,025 mm при всей шкалы в 250 mm. Несмотря на все эти положительные моменты, стоимость прибора невелика, что обусловлено его массовым распространением, так и массовостью изготовления основных его деталей. Эта стоимость выражается, мой от 250 (с одинарной записью) до 700 (с 16-кратной записью) долларов.

Переходя к описанию электропечного производства других фирм, у которых этому виду электропромышленности посвящено относительно мало внимания, именно GEC, стингауз, я должен указать, что в этой области ни больших разнообразия ни больших достижений за последние годы отметить нельзя. Как и на мелких заводах, стандартным производством лишь малых объектов — горшковых печей яичного типа для малых величин загрузок и низкого потребления мощности.

Из этих типов оригинальной является конструкция кольчатых печей для светлого отжига стальных и медных деталей (проволочки, ленты); печи эти у нас известны и



температуре. В качестве большой принципиальной новинки отмечается выпуск 13 больших печей колокольного типа заводов Форда для отжига стальной ленты в бунтах. Каждая из печей рассчитана на потребление мощности 4 кВт и вмещает по 2 бунта, каждый весом по 7250 kg стальной ленты шириной в 1220 мм; размеры бунта по наружному и внутреннему диаметру — 1320 и 760 мм. Весомым вводится ГЭС и контроль атмосферы и печная пайка, однако все это имеется и у других фирм и спецификаций для ГЭС не представляет.

Интересно отметить, что в настоящее время в исследовательской лаборатории ведутся работы по изысканию жаростойкого материала, которому не присущи недостатки существующих, именно: материала с повышенной температурой плавления и со сведенным к малой величине коэффициентом линейного и объемного расширения, что позволит дать более мощную и солидную конструкцию печи. Однако пока, к сожалению, положительных результатов еще не получено, ГЭС продолжает пользоваться обычным нихромом и гло-

ри. Что касается печей индивидуального производства, то их выпуск ГЭС числится весьма большим количеством, но в последнее время новизны они уже утратили, так как широко известны литературным и рекламным фирмами. К числу таковых печей относятся печи для латуни, разогрева турбинных валов, кузнечные, эмаляционные, для отжига стекла и др.

В 1936 г. обо всех этих печах приходится говорить только на основании литературных данных; фактически же при посещении в цехах производства их не было совершенно, если не считать 2—3 десятка мелких горшковых печей типа Гомо; деятельность в этой области промышленности была настолько

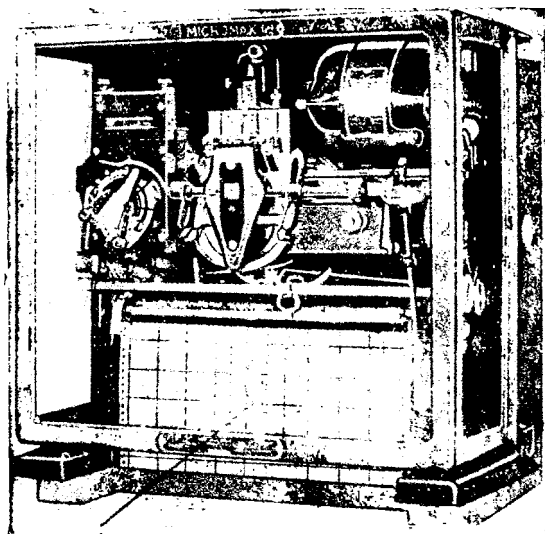
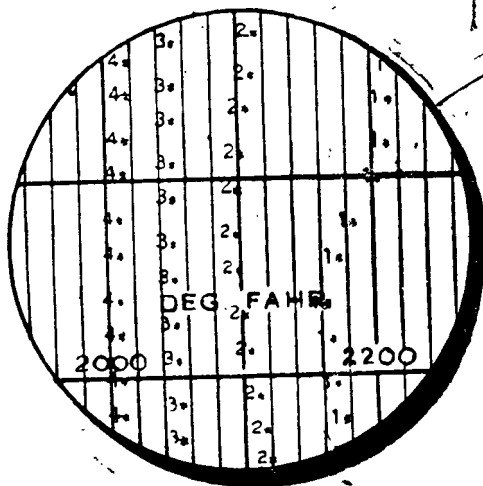


Рис. 7. Микромакс для регистрации температуры печи



велика, что само по себе помещение печного цеха в этот период временно было занято под ряд мелких работ, мало связанных с печестроением.

Общее создавшееся на основании осмотра этого участка электропромышленности впечатление таково, что техническая инициатива производства электропечей принадлежит не названным большим фирмам, а группе относительно мелких заводов, более гибких и способных приспособляться к индивидуализированным требованиям потребителя не только крупных, но и мелких объектов производства. Особенно ярко это выражено в настоящее время — период большой депрессии.

## РОНИКА

### Изучение искрового разряда в лаборатории перенапряжений ВЭИ

НАЧИНАЯ с 1935 г., в ВЭИ производятся работы по созданию совершенной модели фотографического аппарата с временной разверткой (по типу камеры Бойса). В журнале «Электричество» (№ 2, 1937 г.) была описана построенная в лаборатории перенапряжений камера, позволяющая получать окружную скорость фотопленки порядка 85 м/сек. При помощи этой камеры, пользуясь методом включения в ударный контур больших сопротивлений, впервые были получены пленки искрового разряда, на которых лидер, предшествовавший главному каналу, был виден с начала до конца<sup>1</sup>. Одна из снятых в большом количестве фотографий приведена на рис. 1. Частично упоминаемые фотографии Вальтера, полученные им при изучении искры от катушки Румкорфа,



Рис. 1

Влияние сопротивлений на развитие разряда достаточно подробно было рассмотрено в журнале «Электричество» № 12, 1936.



Рис. 2

в качестве лидера имеют незавершенные разряды, следующие друг за другом через относительно большие интервалы времени. Эти толчкообразно распространяющиеся элементы разряда, видимо, объясняются характером напряжения, даваемого индукторной катушкой.

Опубликованная в 1934 г. в *Nature* фотография искры содержит лишь небольшой отрезок разряда, предшествующего основному разряду, и не дает картины развития разряда.

На фотографии 1 лидер виден с самого начала, рост его происходит с положительного острия и до конца (на отрицательной плоскости). Здесь следует обратить внимание на чрезвычайно любопытное обстоятельство: послесвечение, которое при расшифровке снимков молнии обычно приписывается главному каналу, здесь образуется уже после прохождения лидера. При этом появление

послесвечения вблизи верхнего электрода ходит через определенный промежуток времени после прохождения лидера. По мере приближения лидера к плоскости интервал времени между прохождением через данную точку и окончанием послесвечения уменьшается, и приблизительно с половины длины искры послесвечение практически возникает тотчас же после прохождения лидера. Интересно отметить, что интенсивность послесвечения практически не изменяется с удалением от плоскости. Легко также получить многократный разряд. Подробное рассмотрение кривого разряда будет темой специальной работы.

Применяя метод торможения разряда сопротивлением, вводимым в ударный контур, можно изменить процесс развития искрового разряда, весьма близко напоминающего по внешнему виду молнию. Иллюстрацией сказанного может служить фотография 2, на которой воспроизведен разряд, показывающий характерный вид молнии с уменьшением главного канала, уменьшающимся по мере удаления от плоскости. Легко также получить многократный разряд. Подробное рассмотрение кривого разряда будет темой специальной работы.

И. С. Стекольников, А. П. Беляков,  
И. Н. Мякишев

## БИБЛИОГРАФИЯ

**ОСНОВНЫЕ СТАНДАРТЫ ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТАНДАРТЫ ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИЯ.** Л.-М. „Стандартгиз“. 1936. 255 стр., илл. 2000. Библиотека иностранных стандартов 5 руб.<sup>1</sup>

Сборник является одним из серии иностранных стандартов, выпускаемых Всесоюзным комитетом по стандартизации. В него вошло 15 стандартов девяти иностранных организаций.

Весь сборник разбит на два отдела. Первый из них (стр. 7—11) включает два стандарта: буквенные обозначения электрических величин (АИЕЕ, 17g1—1929) и стандартные напряжения (СЕВ, 46—1928). Нормы эти являются менее разработанными, чем аналогичные в ОСТ.

Второй отдел (стр. 11—255) состоит из стандартов по электрическим машинам и трансформаторам. Эти нормы в ОСТ в известных частях разработаны пока еще явно недостаточно. Поэтому с этой точки зрения этот отдел представляет больший интерес, хотя и тот и другой полезны в качестве справочного материала для работников нашей электропромышленности.

Значительную долю всех электромашиностроительных стандартов составляют британские и австралийские стандарты. Все они составлены в одном плане.

Они включают разделы: область применения стандарта, определения; классификация и типы машин; стандартные числа фаз, частота, напряжение и его форма кривой; номинальные величины; превышения температуры; ток и момент при перегрузках; коммутация; к. п. д. и cos  $\phi$ ; испытание высоким напряжением; испытания машин (поверочные, типовые и др.); сведения, указываемые на щитке; приложения.

Некоторое исключение составляют лишь формы нарудничные электромашины.

Вследствие чрезвычайной текстуальной близости однородных австралийских и британских стандартов некоторые

из них составителями сборника были объединены: помещался один из двух стандартов с примечаниями, указывающими на разницу в другом.

Временный австралийский стандарт, упомянутый выше, распространяется на машины с номинальной мощностью вместе с длительной перегрузкой выше 2,5 kW (или kVA) на каждый оборот в минуту, а также на все возбуждения непосредственного соединения с изоляцией классов В и В. Здесь даны определения перегрузкам и номинальным мощностям и нагрузке. Введено, как и во всех последующих стандартах сборника, определение терминов «изменения напряжения» или «саморегулирования», относящиеся ко всяким изменениям напряжения без внешнего регулирования при постоянной скорости. Интересно отметить, что французский стандарт (стр. 120) для этого вводит еще термин «кинетическое изменение напряжения при изменении скорости». Классификация машин австралийским стандартом дана лишь по системам охлаждения и скоростным характеристикам. Она отличается от ОСТ 3886.

Дана довольно гибкая шкала допусков для отклонения кривой напряжения (стр. 15), допускающая отклонения 5, 10 и 2½% в зависимости от мощности и наличия высших гармонических. Этого в ОСТ нет. В разделе на нагрев обращает на себя внимание указанная определенная поправка на температуру для возвышенных мест (стр. 19) и допуск охлаждающей среды при испытании до 40°.

Следует отметить также наличие во всех британских австралийских стандартах параграфа в отношении определенных требований к коммутации. Все указанные стандарты дают одинаковый текст и условия испытания высоким напряжением. Разница имеется лишь в значениях напряжений.

<sup>1</sup> По материалам библиографического сектора Государственной научной библиотеки ЦНТИ СССР.

этим нормам в отличие от ОСТ (№ 3888 А<sup>1</sup>, § 4) требуется необходимым измерить сопротивление изоляции (21, § 35, стр. 23, § 39) перед испытанием высоким напряжением. Предельное сопротивление в мегомах опирают из формулы:

$$\frac{\text{номин. напряж. вольты}}{1000 + \text{номин. kVA}}$$

Частота испытательного напряжения допускается в пределах от 25 до 100 Hz. Обуславливаются точно методы и продолжительность испытания высокого напряжения. В отношении к стандарту приведены подробные нормы по критериям испытательных напряжений разрядниками. Также даны классификация изолирующих материалов, прочие условия машины, измерения температуры и значения, которые необходимо указывать при запросах заказчика машин.

В нормах испытаний высоким напряжением для турбогенераторов (британский) также нет сильных отклонений от указанного выше австралийского стандарта, специфицированы лишь нормы испытательных напряжений, являющиеся выдержкой из общих норм испытания высоких напряжений.

Британский стандарт (стр. 80—107) на промышленные генераторы и двигатели с изоляцией класса А относится к машинам с мощностями, лежащими между 1 л. с. на каждые 1000 об/мин и 2 л. с. (или kW) на каждый об/мин с напряжением до 7 kV. Он не распространяется на турбогенераторы, одноякорные преобразователи, взрывобезопасные машины и возбудители непосредственного соединения. Здесь следует отметить введенную классификацию машин по способу защиты, чего предыдущих двух стандартах не было. Различают два типа машин. Более полно дана также классификация мощностей.

Стандарты на малые машины представляют для работников электропромышленности не меньший интерес. Это более верно, что они у нас разработаны мало, а так как потому, что малые машины находят все более широкое применение не только для специальных целей, но и для разнообразного общего пользования в различных отраслях промышленности и быта. Поэтому с этой точки зрения интересным является британский стандарт на двигатели мощностью менее 1 л. с. на каждые 100 об/мин. Он распространяется на двигатели коллекторные постоянного и переменного тока и асинхронные, не относится к «универсальным» двигателям (переменного постоянного тока).

В указанных нормах, кроме определений, классификации по способу защиты мощностей, норм на тепловой режим, нагрузочные способности, поверочные и типовые испытания, помещены также допуски на скорости вращения и шунтовых и серийных двигателей.

Одним из наиболее широко разработанных является британский стандарт на электрические двигатели и генераторы для рудников (стр. 136—178). Он распространяется на машины выше 1 kW (или kVA) на каждые 1000 об/мин изоляцией класса А и напряжением ниже 7 kV. Он не включает турбогенераторов, двигателей тяговых, врубочных машин и буровых инструментов. Стандарт состоит из трех подробных частей: 1) области применения; 2) конструктивных требований, предъявляемых к машинам, установленным в помещениях, где требуется взрывонепроницаемая оболочка; 3) то же, как и ч. 2, но для помещений, где не требуется такая оболочка; 4) требований к электрическому выполнению машин.

Интересно, что эти нормы дают здесь допуск для формы кривой напряжения генераторов переменного тока 10%.

Австралийский (временный) и британский стандарты (стр. 178—198) на тяговые двигатели (серийные) постоянного тока дают обычные разделы. По способу защиты двигатели классифицируют по семи типам. Они должны выдерживать перегрузку часовым током не меньше чем 50% при удовлетворительной коммутации, практически без искрения и повреждения поверхности коллектора.

При испытании высоким напряжением между обмоткой и корпусом дается напряжение двойное линейное плюс 10% V и минимум для австралийского 2000 V эффективного, для британского 2500 V. Тяговые двигатели, кроме этого, должны испытываться на номинальную скорость в часовом и длительном режимах, при этом допуск минимум 3%. Важным разделом здесь является также

нормы на испытание коммутации (стр. 194—5) двигателей, рассчитанных на линейное напряжение (§ 22), соединенных последовательно (§ 23), и для двигателей, работающих с рекуперацией (§ 24). Указаны пределы допусков и условия испытания.

Одним из самых, повидимому, интересных стандартов сборника для наших работников промышленности можно считать британский стандарт (стр. 198—222) на методы определения к. п. д. для всех машин, кроме тяговых. Нормы предусматривают применение непосредственного и косвенного методов определения к. п. д. Однако в отличие от ОСТ (№ 3887 А, § 3) граций к. п. д., при которых допустим тот или иной метод, здесь не дано. Считают, как правило, что к. п. д. должен определяться методом «суммарных потерь». Особенностью стандарта является четкое стандартное определение всех применяемых здесь терминов. Например, обычно не дают определения таким понятиям, как «холостой ход», в то время как часто этим названием определяется генератор, отключенный от сети, и генератор, включенный на параллельную работу, но ненагруженный. Ясно, что терминология не является удовлетворительной. Поэтому данный британский стандарт, кроме других определений, дает определение этому термину и аналогичным ему.

Классификация потерь усматривает потери: постоянные, зависящие от нагрузки, на возбуждение (или намагничивающий ток) и добавочные. Каждому типу потерь даны определения (в 14 параграфах). Методы определения потерь и их классификация даны для каждого типа машин отдельно. Следует отметить, что машины с «переменным воздушным зазором по длине полюсной дуги» рассматриваются как отдельный тип.

Часто различные способы учета дополнительных потерь дают большие отклонения для одних и тех же машин. При этом эти потери учитываются грубо. Поэтому детальная стандартизация учета добавочных потерь в британских нормах должна быть особо отмечена. Здесь для машин с постоянной скоростью даны поправочные таблицы, учитывающие добавочные потери в зависимости от нагрузки. Для машин постоянного тока дана поправочная таблица — учет добавочных потерь (стр. 204) — к к. п. д. в процентах, определенных по всем потерям, кроме добавочных. Эта таблица относится как к машинам без компенсационной обмотки, так и при ее наличии. Для шунтовых двигателей постоянного тока при регулировке скорости ослаблением поля дана отдельная таблица, которая в совместном использовании с первой дает поправку на добавочные потери. Для асинхронных машин дана аналогичная таблица на стр. 208. При сравнении этих трех таблиц оказывается, что последняя таблица является частью первой (машины с компенсационной обмоткой), выраженной вместо простых дробей (стр. 204) десятичными. Таким образом добавочные потери асинхронных машин учитываются точно так же, как и в машинах постоянного тока, с постоянной скоростью и компенсационной обмоткой.

Добавочные потери в трансформаторах и синхронных машинах по этим нормам учитываются по опытам к. з. и холостого хода. Для одноякорных и каскадных преобразователей даны поправочные таблицы, как и выше для 50 и 25 Hz. Все отмеченные таблицы, при нанесении их на график оказываются прямолинейными. Иначе говоря, поправки, учитываемые таблицами, дают прямую пропорциональную зависимость от нагрузки. Это упрощает интерполирование, предусматриваемое нормами.

Наконец, отметим еще швейцарский стандарт на электромашины и трансформаторы, состоящий из трех частей: 1) общей; 2) генераторов и двигателей, кроме, тяговых; 3) трансформаторов. Эти нормы дают обширную таблицу допусков в электрических машинах и трансформаторах (стр. 237—239).

В заключение отметим, что возникает сомнение в правильности текста § 37, стр. 57, где написано: «В особых случаях, как, например, для машин, соединенных последовательно, испытательное напряжение...». В то время как во всех остальных одинаковых в этой части стандартах (§ 36, стр. 21, § 48, стр. 89, § 37, стр. 153) мы в аналогичных местах читаем: «...В особых случаях, как, например, для машин с последовательным возбуждением, испытательное напряжение...»

Или в § 12, стр. 15, напечатано: «Двигатели с серийной характеристикой (соответствует двигателям США с серийной характеристикой скорости)...». В то время как в § 12 стр. 50 читаем: «Двигатели с серийной характеристикой

(соответствует двигателям США с изменяющейся скоростью)...»

Рассмотренный сборник иностранных стандартов, несомненно, окажет неоценимые услуги работникам электропромышленности не только как справочный, но и как подсобный технический материал. С другой стороны, издание серии аналогичных сборников из библиотеки ино-

странных стандартов послужит материалом, учитывающим иностранный опыт, при дальнейшей разработке ряд

Книга отредактирована и оформлена хорошо, издание должно быть значительно улучшено. (2000 экз.), безусловно, мал.

М. И. Ром

## НОВЫЕ КНИГИ

**АРОНОВ Р. Л., проф., Электрооборудование промышленных приводов.** Изд. 2-е, дополн. Харьков—Киев. Гос. научно-техн. изд-во Украины. 1936, 175 стр. с иллюстр., ц. 4 р. 20 к., перепл. 60 коп.

Работа посвящена вопросу о рациональном проекте привода и о правильной гармонизирующей связи конструкции машины—орудия, электродвигателя и аппаратов управления. Подробно развит отдел о характеристике двигателей. Изложению предпослан исторический обзор и анализ состояния машиноаппаратостроения в настоящее время. Книга рассчитана на студентов втузов.

**ГОЛОВИН А. Т., Электрооборудование кузнечно-прессовых машин.** Утверждено ГУУЗ НКТП в качестве учебного пособия для машиностроительных втузов. М.—Л., Главн. ред. лит-ры по машиностроению и металлообработке, 1936, 196 стр. с иллюстр., ц. 2 р. 90 к., перепл. 60 коп.

Руководство дает систематическое изложение вопросов электропривода наиболее распространенных типов машин.

**МЕДВЕДЕВ О. И., инж., Зануляющие устройства в фабрично-заводских установках** (проектирование и расчет). Харьков—Киев, Гос. научно-техн. изд-во Украины, 1937, 69 стр. с рис., ц. 1 руб.

Книга посвящена вопросам безопасности обслуживания установок высокого напряжения. В ней даны основы для выбора системы защиты от поражения электрическим током при осветительной, смешанной и силовой нагрузке. Приведены методы расчета зануляющих сетей и примерный расчет их. В приложении—примерный расчет заземления при изолированной нейтрали.

**СЕРДИНОВ С. М., инж., Руководство электромонтера тяговой подстанции.** М., Трансжелдориздат. 1937, 176 стр. с иллюстр., ц. 2 р. 50 к.

В задачу книги входит помощь работникам подстанций, повышающим свою квалификацию, и ознакомление

их не только с работой и конструкцией оборудования но и с достижениями лучших стахановцев на отдельных подстанциях электрифицированных железных дорог. Изложение рассчитано в основном на персонал ртутно-рямительных подстанций.

**СМАЙС Ч. Ф., Диэлектрическая постоянная и строение молекул.** Пер. с английск. под ред. проф. Я. К. Сыркина. Дополн. и перераб. проф. Я. К. Сыркиным и В. Васильевым. М., Главн. ред. химической лит-ры, 1933 стр. с рис., ц. 6 р. 50 к., перепл. 1 р. 25 к.

Книга Смайса посвящена изложению электрических метода изучения строения молекул. В ней систематизирован материал по измерению дипольных моментов свыше тысячи соединений. Измерения эти были сделаны в мае 1931 г. Советская редакция приложила таблицу Фазы и Вольфа, появившуюся в 1935 г., дополнив ее включением дипольных моментов, измеренных до начала 1936 г.

**ХРУЩОВ В. М., проф., Расчет токов короткого замыкания методом спрямленной внешней характеристики.** Харьков, Гос. научно-техн. изд-во Украины, 1937, 85 стр. с иллюстр., ц. 1 р. 75 к.

**Электрометаллургия водных растворов.** Под общ. ред. д-ра В. Энгельгардт. Перевод с немецк. Под ред. проф. Н. А. Изгарышева, Л. Химтеорет 1937, 464 стр. с иллюстр., ц. 10 р. 25 к., перепл. 1 р. 25 к.

Книга является результатом коллективного труда большого числа авторов. Это первая часть первого тома обширной работы по технической электрохимии. В ней подробно изложены методы электрометаллургии железа, марганца, хрома, никеля, кобальта, цинка, кадмия, ванадия, сурьмы, олова, свинца и ртути и описана постановка этих производств на западе и в США.

**Электрооборудование сильного тока.** Сводный каталог 1936 г. М., Главэнергопром. 1936, 423 стр. с иллюстр., ц. 30 руб.

форматор сверхвысокого напряжения. Helios № 3, 1937, стр. 72

В конце 1936 г. на Гермсдорфской высоковольтной испытательной станции был установлен единственный в своем роде трансформатор, дающий высокое напряжение — 1 000 000 V мощности в 1000 kVA. Этот трансформатор предназначен для испытания фарфоровых опорных и проходных изоляторов, конденсаторов больших емкостей, а также для проверки работы изоляторов в тумане и загрязненном состоянии.

Вследствие от тихих разрядов в арматуре изоляторов вызывали необходимость строить трансформатор мощностью в пределах 1000 kVA.

Трансформатор — однофазный. Обмотка низкого напряжения питана на 5000 V и выведена двумя ступенями, дающими возможность получать на стороне высокого напряжения 0) или 1 000 000 V.

Цели измерения предусмотрено со стороны высокого напряжения ответвление, дающее на своих зажимах напряжение в 1758 V.

Потери в к. з. у этого трансформатора равно 12,6% от номинального. Обмотки снабжены защитой от перенапряжения.

Якорь и сердечник трансформатора помещены в железный бак с маслом. Один из полюсов высоковольтной обмотки соединен непосредственно с землей, а другой полюс введен в испытательную камеру через маслостойкую трубу. Кожух трансформатора составлен из частей (со сваренными швами), имеющих каждая в диаметре 3,9 м, а в высоту 4,4 м. Общая высота всего трансформатора 11 м. Общий вес его — 70 т. Для ввода высоковольтного полюса в испытательную камеру предусмотрено отверстие шириной в 4 м, кроме того, пришлось еще установить 2 барьера из промасленной бумаги размером 3 × 3 и 3 × 4,5 м для защиты близлежащих объектов от действия электрического поля.

И. М. Шварц

THOMAS. Реактансы обратной последовательности синхронных машин. El. Eng. декабрь 1936, стр. 1378

Электромашинный комитет Американского института инженеров-электриков (AIEE) рекомендует измерять реактансы обратной последовательности по опыту двухполюсного к. з. (рис. 1).

$$X_2 = \frac{E_{ab}}{\sqrt{3} \cdot I_b} \cdot \frac{b W_{ab}}{E_{ab} I_b} \quad (1)$$

Однако этот метод предполагает, что измеряемые величины синусоидальны, чего в действительности не бывает за исключением случая, когда  $X''_d = X''_q$ .

Автор реферруемой статьи произвел теоретическое и экспериментальное исследование с целью выяснить, какая величина получается при измерениях по методу AIEE. В работе Park и Robertson (Transactions AIEE, апрель, стр. 544—535) было доказано, что действующий реактанс обратной последовательности зависит от параметров цепи, а именно:

в клеммовом к. з.

$$X_2 = \sqrt{X''_d \cdot X''_q} \quad (2)$$

При подведении к клеммам машины извне синусоидального напряжения обратной последовательности

$$X_2 = \frac{2 X''_d \cdot X''_q}{X''_d + X''_q} \quad (3)$$

в работе машины с относительно большим внешним индуктивным сопротивлением, включенным последовательно с обмоткой статора,

$$X_2 = \frac{X''_d + X''_q}{2} \quad (4)$$

В основании общих выражений для потокоцепления обмотки статора синхронной машины, данных Park (GER

1928, стр. 332—334), и используя работу Doherty и Nickle (Transactions AIEE, 1928, апрель, стр. 457—487), автор представляет выражение (1) и доказывает, что реактанс  $X_2$ , определяемый по методу AIEE, в действительности не соответствует клеммовому к. з. (уравнение 2), при котором про-

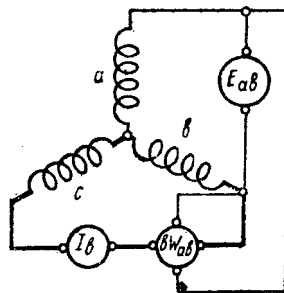


Рис. 1. Схема измерения реактанса обратной последовательности по AIEE

изводится измерение, а соответствует замыканию через внешний реактанс [уравнение (4)], т. е., что

$$X_2 (AIEE) = \frac{X''_d + X''_q}{2} \quad (5)$$

Кроме того, автор выводит соотношение:

$$X_2 (AIEE) = \frac{1 + b^2}{1 - b^2} \cdot \sqrt{X''_d X''_q} \quad (6)$$

где

$$b = \frac{\sqrt{X''_q} - \sqrt{X''_d}}{\sqrt{X''_q} + \sqrt{X''_d}} \quad (7)$$

Из соотношения (6) видно, что множитель  $\frac{1 + b^2}{1 - b^2}$  учитывает ошибку, вводимую присутствием высших гармонических при измерениях по методу AIEE. Для машин с полной демпферной клеткой, когда  $X''_d = X''_q$ , метод AIEE дает правильный результат, так как тогда  $b = 0$  и

$$X_2 (AIEE) = \sqrt{X''_d \cdot X''_q} \quad (8a)$$

Далее автор доказывает, что правильный результат может быть получен, если в уравнение (1) подставлять только первые гармоники, для чего необходимо снимать осциллограммы и кривые разлагать в ряд Фурье. Выводы автора подтверждаются многочисленными экспериментами, результаты которых хорошо совпадают с результатами теоретического исследования. В заключение отмечается, что хотя реактанс  $X_2$ , определяемый по методу AIEE, не применим для расчета клеммового короткого, он вполне применим для большинства расчетов работы сети, когда соблюдены условия, для которых действительно уравнение (4).

В. В. Енько

I. S. CAMERER. Измерение влажности воздуха с помощью термоэлемента. Die Messtechnik, Februar, 1937 B. XIII, H. 2, S. 21

Автор описывает метод измерения влажности воздуха с помощью термоэлемента, впервые примененного для этих целей Кохом.

Термоэлемент изготавливается из трех последовательно соединенных дифференциальных термопар медь—константан, смонтированных в виде почти правильного шестиугольника с помощью специальных креплений (рис. 1).

Диаметр применяемого провода—0,15 мм; длина каждой термопары—100 мм. Каждый спай через один помещается в стеклянную трубку длиной около 100 мм и наружным диаметром 0,75 мм. По исследованиям Коха последний не должен быть более 1 мм. Стеклянные трубки обматываются

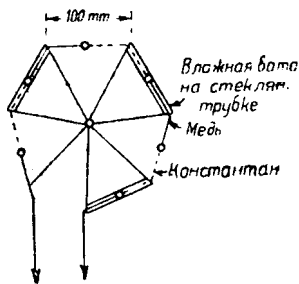


Рис. 1. Термоэлемент для измерения влажностей

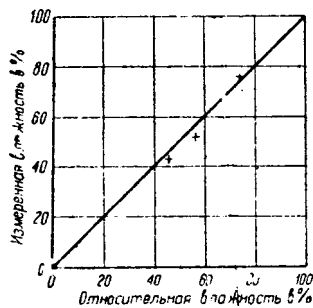


Рис. 2. Кривая проверки метода

тонким слоем влажной ваты. Электродвижущая сила термоэлемента определяется по формуле:

$$E = C \frac{R+r}{R},$$

где  $C$  — чувствительность прибора в мВ;

$R$  — сопротивление прибора в  $\Omega$  и

$r$  — сопротивление термоэлемента в  $\Omega$  (при данной конструкции около 10,15  $\Omega$ ).

Первоначально определяется разность температур спаев по э. д. с., затем температура воздуха также с помощью дифференциальной термопары.

По этим двум данным влажность в процентах находится с помощью психрометрических таблиц.

На рис. 2 приведены результаты проверки автора, которые показывают, что точность описываемого метода вполне достаточна, хотя метод этот применим только в интервале влажности воздуха от 50 до 100%.

В. А. Баев

#### Новые керамические конденсаторы ETZ, 25 февраля 1937, № 8, стр. 227

В области изготовления керамических конденсаторов, получающих за последнее время все большее применение, фирмой Steatit-Magnesia A.-G. достигнуты новые успехи. Этой фирмой выпущен материал под названием «Kerafar U», содержащий в своем составе не только двуокись титана  $TiO_2$ , что было характерно для прежних керамических материалов с высокой диэлектрической проницаемостью, но также и двуокись циркония  $ZrO_2$ . Диэлектрическая проницаемость нового материала порядка 60; уменьшение ее при повышении температуры на 100° составляет 6%. Тангенс угла потерь  $tg \delta$  около 0,0003 — 0,0005; он практически почти независим от температуры и частоты. Из новых конструкций конденсаторов с керамическим диэлектриком отмечаются цилиндрические конденсаторы для весьма высоких напряжений, обладающие одновременно очень большой механической прочностью, и ячеистые конденсаторы для более низких напряжений. Последний тип конденсатора представляет собой рамку с большим числом квадратных ячеек, боковые поверхности которых металлизированы и соединены в шахматном порядке друг с другом, образуя обкладки. Такие рамки собираются в свою очередь в пачки, образуя компактный конденсатор большой емкости.

Б. М. Тареев

#### КААН. Продолжение работ по электрификации австрийских государственных железных дорог. Е. & М. № 9, 28 февраля 1937, стр. 97—99

После многолетнего зстоя в работах по электрификации австрийской ж. д. сети запроектирован перевод на электрическую тягу участка Зальцбург—Линц протяжением 125 км, причем на части этого участка Зальцбург—Аттанг—Пухгейм протяжением 70 км уже начаты подготовительные работы. Участок этот двухпутный с руководящим подъемом 10,6‰, наименьший радиус кривой 285 м, путь допускает нагрузку в 20 т на ось подвижного состава. Годовой грузооборот в обоих направлениях 740 млн. т брутто. Питание участка предполагается от гидроэлектрических станций Ройме и Штубах II, имеющих однофазные агрегаты частоты 16 2/3, а также от Общества тирольских гидростанций через преобразовательные установки, преобразующие трехфазный ток 50 Гц в однофазный ток с частотой 16 2/3 Гц.

Однофазная линия передачи 100 кВ питает по Шварцах Санкт Вайт, от которой линиями 55 кВ питаются тяговые подстанции. Для участка Зальцбург—Пухгейм предусмотрены 2 тяговых подстанции в Штейндорфе и ганге. Кроме того, в Пухгейме, где к электрическому участку примыкает электрическая ж. д. каммергут (Salzkammergutbahn), предусмотрено питание контактной сети.

На каждой подстанции установлено по 2 трансформатора, дающих однофазный ток 16,5 кВ, 16 2/3 Гц в контактную сеть. Длительная мощность каждого трансформатора, причем каждый трансформатор после продолжительной работы под нагрузкой 4 MVA должен допускать 10-мин. перегрузку до 10 MVA. Контактная сеть имеет продольное и поперечное секционирование на станциях Ган-Эликсгаузен, Франкенмаркт и Вельс.

Цепная подвеска контактного провода обеспечивает надежное токоснимание при скоростях до 120 км/ч. Для сцепления контактной сети расстояние между опорами на прямом участке принято 75 м, вместо 60 м, принятого на участке Зальцбург—Вена. Вследствие этого тяжение контактного провода из твердотянутой меди повышено до 1000 кг, а в бронзовом несущем тросе — с 600 до 800 кг. На главных путях участка, общим протяжением 115 км, будет подвешен контактный провод сечением 100 мм<sup>2</sup> станционных путях сечением 65 мм<sup>2</sup>. Всего контактной сети намечено оборудовать 310 км одиночного пути. В связи общегосударственного значения во избежание перегрузки тяговых токов предполагается отвести от линии электрических ж. д., ж.-д. линии связи каблировать.

Подвижной состав на новом участке будет состоять из обращающихся на линии Зальцбург—Вена, а именно: 10 товарных электровозов  $B_0 + B_0$  весом 80 т с четырьмя тяговыми двигателями общей часовой мощностью 2200 л. с. (1620 кВт) и 9 пассажирских электровозов часовой мощностью 4000 л. с. (2930 кВт). На этом участке намечено также провести опыты с новым типом электровоза с двумя спаренными осями и одним тяговым двигателем.

Открытие движения на участке 1-й очереди Зальцбург—Пухгейм предполагается к 1 октября 1938 г. и от Пухгейма до Линца — к 1 октября 1939 г.

В. А. Соловьев

#### Сталеалюминиевые контактные шины. ETZ, 25 февраля 1937, № 8, стр. 214, 1937

Для замены дорогого и дефицитного медного провода, заменяемого в качестве контактного провода на электрифицированных железных дорогах, в крановых установках и других транспортных устройствах, германской фирмой Вальдман выпущены в продажу сталеалюминиевые шины. Различные нормальной шины (рис. 1): А-43 мм, В-52 мм, С-20 мм.

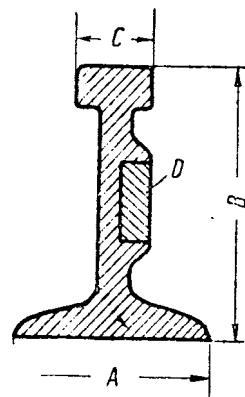


Рис. 1

сечение алюминиевой части D — от 80 до 450 мм<sup>2</sup>. Переменная — площадь между алюминием и сталью около 30 000 мм<sup>2</sup> на метр длины шины, так что распределение тока по шине достаточно благоприятно. Контактный башмак — чугуна, снятие тока даже при больших нагрузках осуществляется без искрения. Так как контактный башмак не касается поверхности алюминия, последний не подвергается истиранию.

Б. М. Тареев

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Доклад и заключительное слово товарища Сталина на Пленуме ЦК ВКП(б) . . . . .                                | 1  |
| Передовая — По-большевистски преодолеть отставание советского высоковольтного аппаратаостроения . . . . .    | 15 |
| Скоблина С. И. и Соколов Н. Н. — Тирит . . . . .   | 17 |
| Бернштейн Г. С. — Токи тройной частоты, генерируемые трансформаторами в электрических сетях . . . . .        | 23 |
| Фридкин П. А. — Дуговые статоры, как электрические аппараты для вращения рабочих машин . . . . .             | 28 |
| Гейлер Л. Б. — О переходном режиме асинхронного двигателя при внезапном изменении нагрузки на валу . . . . . | 35 |
| Рытов Л. И. и Блохин А. И. — Импульсные испытания высоковольтных кабелей . . . . .                           | 37 |
| Дроздов Н. Г. — Статическое электричество, как возможная причина пожаров и взрывов на производстве . . . . . | 40 |
| Эпштейн Г. Л. — Электропечная промышленность США . . . . .   | 44 |
| На обложке — Станция Киевская Московского метрополитена им. Л. М. Кагановича                                 |    |

**УЧЕЛЬ ОНТИ**

Главный редактор **А. П. Александрова**  
Редакцией **М. Г. Башкова**

**РЕДАКЦИЯ:** В. И. Вейц, М. Н. Грановская, Я. А. Климовицкий,  
Г. М. Кржижановский, И. С. Палицын, Н. А. Сазонов, М. А. Шателен,  
К. И. Шенфер, И. Г. Шипов.

**Ответ. редактор: Я. А. КЛИМОВИЦКИЙ**

В набор 10/IV 1937 г

Подписано к печати 19/V 1937 г.

Стат. формат 226 × 293. Печ. листов 7. У. а. л. 9,1

Главлита Б-16724. 1-я Журнальная тип. ОНТИ НКТП СССР. Москва, Денисовский пер., 30. Заказ. 863 Тираж 10.298 экз

## ВНИМАНИЕ!

По всем вопросам неправильного и несвоевременного получения журнала, а также в случае получения дефектного экземпляра обращайтесь по адресу:

МОСКВА 31, ПУШЕЧНАЯ ул., 9. Главная контора «ТЕХПЕРИОДИКИ» ОНТИ.

БЮРО ЖАЛОБ, тел. К 4-93-66.



# **ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПРИЕМ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО**

Год издания 58-й

24 номера в год

**ЖУРНАЛ ГЛАВЭНЕРГОПРОМА и ГЛАВЭНЕРГО НКТП и ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА АКАДЕМИИ НАУК СССР**

**В группе энергетических журналов СССР „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“ является  
основным научно-техническим органом, рассчитанным на инженеров и  
научных работников электропромышленности и электрохозяйства**

## **ПРОГРАММА ЖУРНАЛА**

Теоретические проблемы электротехники сильных токов. Основные вопросы электромашино- и аппарато-строения, техники высоких напряжений, электронной техники, автоматизации и электроизмерений. Основные вопросы проектирования и эксплуатации электростанций и электросетей, электрификации промышленности, транспорта, сельского хозяйства и быта СССР. Освещение научно-исследовательских работ институтов и заводов в области электротехники сильных токов, работ энергетических съездов и конференций. Основные вопросы подготовки кадров (программы, учебники), рационализации, стандартизации и норм в электропромышленности и электрохозяйстве. Критическая библиография о вновь выходящей электротехнической литературе. Обзоры электрификации СССР и капиталистических стран. Рефераты на статьи в иностранной электротехнической печати.

**Подписка принимается с апреля (с № 7)**

**Подписная цена: с апреля до конца года — 27 р.**

**на 6 мес. . . . . 18 р.**

**на 3 мес. . . . . 9 р.**

**Подписку и деньги направлять: Москва, Пушечная д. № 9  
Главная К-ра „Техпериодика“**

**Подписка также принимается отделениями и уполномоченными „Техпериодики“,  
магазинами и киосками Книгосбыта ОНТИ и почтой**

# КНИГОСБЫТ ОНТИ

## Труды Ленинградского Индустриального Института

Выходят с 1936 г. отдельными выпусками. Разделов всего 8.

Председатель редакционного совета директор ЛИИ В. Г. ЕВДОКИМОВ.

Ответственный редактор проф. П. Л. КАЛАНТАРОВ.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: Академики Бойков А. А., Бернштейн С. Н., Галеркин Б. Г., Иоффе А. Ф., Миткевич В. Ф., Павлов М. А., Павловский Н. Н. Заслуженные деятели науки и техники Радциг А. А., Шателен М. А. Профессора Виноградов Н. П., Гитлис В. Ю., Гухман А. А., Калантаров П. Л., Костенко М. П., Леви И. И., Николаи Е. Л., Павлов И. М. и Пиотровский Л. М. Ученый секретарь редакционного совета Е. А. ПАЛЬ.

## Содержание номеров журнала „ТРУДЫ ЛИИ“ на 1936 г. № 1

### РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ (выпуск 1)

1. Проф. В. П. Иванов. „Некоторые энергетические определения и классификационные предположения“
2. Проф. А. М. Залесский и Б. Я. Рябов „Зависимость потерь на корону от частоты“ и другие статьи
3. Л. А. Ломоносова „Трехфазная синхронная машина в режиме асинхронного тормоза“
4. Г. Б. Меркин и В. И. Коновалов „О конденсаторных моторах“
5. Л. П. Гнедин „Теоретическое и опытное исследование модернизированной схемы Кремера“.

Объем 9 авт. листов. Цена 2 руб.

### № 5 РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ (выпуск 2)

1. А. М. Деппиш „Квазипериодические процессы в результате одновременного возбуждения колебаний параметрическим и автопараметрическим путем в одной из схем с железом“.
2. Е. А. Паль „Упрощенный метод разложения кривых токов и напряжений несимметричных установившихся коротких замыканий синхронной машины“.
3. Проф. М. П. Костенко „Внезапное короткое замыкание синхронной машины“.
4. Проф. А. А. Горев „Основные уравнения неустановившегося режима синхронной машины“.
5. Проф. А. А. Горев и инж. С. Н. Анисимов „Вычисление движения ротора синхронной машины при переходе ее от одного установившегося режима работы к другому и экспериментальная проверка результатов“.
6. Л. А. Ломоносова „Диаграммы напряжения установившегося несимметричного короткого замыкания трехфазного синхронного генератора, основанные на методе симметричных составляющих“.
7. Л. А. Ломоносова „К вопросу теоретического исследования индуктивных сопротивлений трехфазной синхронной машины“.
8. Проф. Д. А. Завалишин и О. Г. Вегнер „Теория и основы расчета вентильного двигателя, коммутируемого с помощью тириستоров“.
9. З. А. Эллер „Двигатель двойного питания с последовательным соединением статора и ротора“.
10. Проф. В. К. Попов и инж. Ф. Н. Бегишев „Выбор между маховиковым и безмаховиковым приводом для неререверсионных механизмов с ударной нагрузкой“.
11. И. И. Казанцев „Защита двигателей в контакторных панелях типа КМК“.

12. А. В. Сорокин „Механическая и электрическая прочность советского фарфора в образцах“.
13. К. И. Пяртман „Градуировка клидонографа“.
14. Проф. М. Д. Каменский „Число уравнений при определении токораспределения в сетях по методу Герцога-Штарка и по методу Кольтри“.
15. Л. Л. Крапивенский „Условия наибольшей чувствительности моста Витстона“.

Объем — 36 авт. листов. Цена 10 руб.

### № 7. РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ (выпуск 3)

1. Л. А. Цейтлин и проф. П. Л. Калантаров „Расчет коэффициента самоиндукции системы прямолинейных параллельных шин прямоугольного сечения“.
2. Л. А. Ломоносова „Статические опыты для определения сверхпреходных индуктивных сопротивлений трехфазной синхронной машины“.
3. Проф. А. Б. Лебедев „Тепловые коэффициенты при рассмотрении нагрева тяговых электродвигателей как однородных тел“.
4. В. А. Беляков „Искрогашение в трамвайных контроллерах“.
5. С. В. Борисовский „Сопротивление движению поездной единицы пригородного сообщения при ходе по инерции“.

Объем — 8 авт. листов. Цена 2 руб.

### № 14. РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ (выпуск 4)

1. Инж. Л. А. Цейтлин „Расчет коэффициентов индукции плоских многоугольных контуров со взаимно перпендикулярными сторонами“.
2. Проф. М. А. Залесский, инж. Е. В. Калинин и К. И. Пяртман „Исследование затухания волн на линиях передач“.
3. Инж. Г. П. Соя „К вопросу о методике электрического расчета линий передач“.
4. Проф. В. А. Шевалин „Выбор рессорного подвешивания и параметров электровоза с точки зрения наилучшего использования его сцепного веса“.
5. Н. Н. Миролюбов и Ф. А. Гутбир „Защита линий электропередачи молниеотводами“.
6. Инж. Г. С. Бернштейн „Высшие гармоники, генерируемые трехфазными группами трансформаторов“.
7. Л. А. Ломоносова „Учет непостоянства индуктивного сопротивления нулевой последовательности в случае несимметричных установившихся коротких замыканий трехфазной синхронной машины“.

Цена 2 руб.

## Продажа в магазинах и киосках Книгосбыта ОНТИ и КОГИЗа

Желающие могут получить книгу по почте:

Москва, Рыбный пер., д. 2, помещение 28 „Технига—почтой“.

Ленинград, В. О. 4-я линия, д. 13 „Технига—почтой“.

Киев, ул. Свердлова, д. 2 „Технига—почтой“.

Книги высылаются наложенным платежом без задатка.

# Продолжается прием подписки на 1937 год на журналы

## Вестник электропромышленности 12 номеров в год

Подписная цена: на год — 24 руб.;  
на 6 мес. — 12 руб.;  
на 3 мес. — 6 руб.

## Вестник кочегара

12 номеров в год

Подписная цена: на год — 6 р. 60 к.;  
на 6 мес. — 3 р. 30 к.;  
на 3 мес. — 1 р. 65 к.

## Гидротехническое строительство 12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до конца  
года — 22 р. 50 к.  
на 6 мес. — 15 руб.;  
на 3 мес. — 7 р. 50 к.

## ДИЗЕЛЕСТРОЕНИЕ

12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до конца  
года — 13 р. 50 к.  
на 6 мес. — 9 руб.;  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

## МАШИНИСТ

12 номеров в год

Подписная цена: на год — 6 руб.;  
на 6 мес. — 3 руб.;  
на 3 мес. — 1 р. 50 к.

## Электрические станции

12 номеров в год

Подписная цена: на год — 21 руб.;  
на 6 мес. — 10 р. 50 к.;  
на 3 мес. — 5 р. 25 к.

## Бюллетень завода „Динамо“

12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до конца  
года — 13 р. 50 к.  
на 6 мес. — 9 руб.;  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

24 номера в год

Подписка принимается с апреля (с № 7)

Подписная цена: с апреля до конца  
года — 27 руб.;  
на 6 мес. — 18 руб.;  
на 3 мес. — 9 руб.

## ЭЛЕКТРОМОНТЕР

12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до конца  
года — 9 руб.  
на 6 мес. — 6 руб.;  
на 3 мес. — 3 руб.

## ЭНЕРГЕТИКА

4 номера в год

Подписная цена: на год — 16 руб.;  
на 6 мес. — 8 руб.

## Известия электропромышленности слабого тока 12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до кон  
года — 13 р. 50 к.  
на 6 мес. — 9 руб.;  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

## СВЕТОТЕХНИКА

12 номеров в год

Подписная цена: на год — 15 руб.;  
на 6 мес. — 7 р. 50 к.;  
на 3 мес. — 3 р. 75 к.

## Советское котлотурбостроение 12 номеров в год

Подписная цена: на год — 18 руб.;  
на 6 мес. — 9 руб.;  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

## ТЕПЛО и СИЛА

18 номеров в год

Подписная цена: на год — 36 руб.;  
на 6 мес. — 13 руб.

## Энергетическое обозрение выпуск электротехнический 12 номеров в год

Подписка принимается с июля (с № 7)

Подписная цена: с июля до кон  
года — 9 руб.  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

## Энергетическое обозрение выпуск теплотехнический 12 номеров в год

Подписка принимается с апреля (с № 4)

Подписная цена: с апреля до кон  
года — 13 р. 50 к.  
на 6 мес. — 9 руб.;  
на 3 мес. — 4 р. 50 к.

Подписку и деньги направлять по адресу: Москва 31, Пушечная 9, Главная к-ра „ТЕХПЕРИОДИКА“

Подписка также принимается: отделениями и уполномоченными „Техпериодики“, магазинам и киосками ОНТИ и всюду на почте.

### Адреса отделений:

Ленинград, проспект 25 Октября, внутри Гостиного двора, пом. 100.  
Киев, Горовица, 38, магазин № 1.  
Харьков, ул. Свердлова, 46.  
Горький, Октябрьская ул. 25, дом ИТР.  
Свердловск, Дом промышленности, 4-й эт., 2-й блок, комн. 46.

Днепропетровск, проспект Карла Маркса, 84.  
Ростов н/Д, ул. Энгельса, 79.  
Новосибирск, Красный проспект, 17.  
Сталино-Донбасс, 8-я линия, 28.  
Тбилиси, проспект Плеханова, 33.  
Одесса, ул. Ленина, 2.