

ТЕХНИКА-МОЛОДЕЖИ

Ежемесячный популярный производственно-технический и научный журнал ЦК ВЛКСМ

1950 г.

18-й ГОД ИЗДАНИЯ

ДЕКАБРЬ № 12

Адрес редакции: Москва, Новая площадь, 6/8
Тел. К 0-27-00, доб. 4-87 и 5-87



Инженер Ф. ВЕНТКОВ

Рис. С. ВЕДУМЫ

Как много сказано этими короткими словами: 400 000 вольт! В них яркое свидетельство нового, еще невиданного научно-технического прогресса нашей родины.

Совсем недавно, около трех десятилетий тому назад, была построена в нашей стране первая высоковольтная линия электропередачи, с напряжением 110 тысяч вольт. Всего 10 тысяч киловатт должна была получить по ней Москва от Каширской ГЭС — первенца электрификации.

И вот мы планируем, а через несколько лет введем в строй высоковольтные линии для передачи из Сталинграда и Куйбышева в Москву, на расстоянии до 1 000 км, двух миллионов киловатт! Напряжение этих линий будет 400 000 вольт — самое высокое в мире напряжение промышленного тока!

Только на базе самой передовой в мире советской науки и техники возможно решение таких грандиозных задач! Только сталинская эпоха великих свершений, эпоха великих преобразований природы обеспечивает такой поистине чудесный прогресс инженерной мысли, создает невиданный простор для практического приложения последних достижений науки и техники. Так в нашей стране мысль ученого и инженера, воплощаясь, становится материальной базой создаваемого советским народом коммунистического общества.

Подобно тому, как величественные стройки коммунизма и вызываемые ими преобразования природы сравнимы по масштабам с целыми геологическими переворотами, можно сравнить сверхвысокое напряжение в 400 000 вольт с титанической силой молнии.

Уместно вспомнить, что первым в мире «победителем молнии» был отец русской науки, гениальный исследователь электрических явлений Михаил Васильевич Ломоносов. Он дал теорию возникновения грозового электричества, исследовал атмосферное электричество, сделал важнейшее, гениально-простое изобретение по защите людей и строений от разрядов молнии — молниеотвод.

Целое созвездие светил русской науки, верных последователей прогрессивных, материалистических традиций Ломоносова, в течение почти двух веков продолжало работать над вопросами электротехники, вырывая у природы одну ее тайну за другой. В их числе мы можем назвать прославленные имена Василия Петрова, Павла Яблочкова, Александра Лодыгина, Федора Пироцкого, Александра Столетова, Дмитрия Лачинова, Михаила Доливо-Добровольского, Николая Славянова, Александра Попова и многих других, чьи замечательные труды поставили могучую силу электричества на службу человечеству. Традицию великого новаторства подхватили и продолжили советские ученые и инженеры — участники разработки и осуществления плана ГОЭЛРО в сталинских пятилетках в области электрификации.

И как новое достижение этого труда нескольких поколений русских ученых возникнут соперничающие с молнией высоковольтные линии наших электропередач! И не только соперничающие, но и во многом превосходящие ее. Ибо что такое с точки зрения электротехника-экономиста молния? Всего только электрический разряд, стоимостью... в 50 копеек! Высоковольтные же линии передадут в Москву электроэнергию на сотни миллионов рублей в год.

Да и не только экономически, а, так сказать, и «в откры-

том бою» побеждают молнию советские инженеры! Высоковольтные линии напряжением в 400 000 вольт будут иметь изоляцию, способную противостоять кратковременным разрядам молнии или другим случайным перенапряжениям, сопоставимым с напряжениями в миллионы вольт!

Трудно переоценить значение всех этих замечательных фактов, когда советские люди, вооруженные передовой наукой, побеждают стихии земли и неба!

Взглянем на карту нашей родины. Она привлекает к себе восхищенные взоры всех наших друзей, всех честных людей мира. Вот исторические места грандиозных строек коммунизма: величайшая река Европы наша красавица Волга, седой Днепр, древняя Аму-Дарья, южные русские и украинские степи, туркменские пустыни.

Грандиозные задания сталинского плана преобразования этих огромных пространств поражают воображение. На этих пространствах будут сооружены 7 гидроэлектростанций, которые будут ежегодно вырабатывать в среднем до 22 миллиардов киловатт-часов электроэнергии — столько, сколько не вырабатывают электростанции всей Италии.

Общая мощность новых станций превысит четыре миллиона киловатт. Это в четыре раза больше мощности всех электростанций дореволюционной России. Но дело не в сравнении с прошлым, а в значении этих станций для будущего. Каждый киловатт мощности равнозначен физическому труду 10 человек. Значит, мощность новых ГЭС может заменить труд 40 миллионов человек — что составляет население всей Англии!

Электричество властно войдет в быт жителей колхозных городов; оно станет главной силой сельскохозяйственного производства. На полях будут работать электротракторы и электрокомбайны. Силой электричества будут выполняться самые тяжелые и трудоемкие работы в животноводстве, птицеводстве, при переработке технических культур, молочных продуктов, консервировании фруктов и т. д.

Обилие электричества и воды позволит совершить грандиозные, величайшие за все время существования человеческой культуры преобразования природы. Засушливые степи и мертвые пустыни обратятся в цветущие сады, тучные нивы, зеленые луга, хлопковые плантации, леса и дубравы. Будут остопавлены суховей, отступит засуха, изменится климат.

Повсюду на обновляемых территориях возникнут новые промышленные высоко электрифицированные предприятия, порты, железные дороги. Все эти районы опояшет густая сеть распределительных линий электропередач и подстанций.

Однако потребить на месте и в близлежащих районах огромное количество электроэнергии, которое дадут волжские электрогиганты, невозможно. Даже при самом широком введении электричества в земледелие и другие отрасли народного хозяйства Поволжья, Заволжья и Прикаспия более половины всей выработанной энергии еще останется. А ведь электроэнергию в таких огромных количествах нельзя «консервировать» или «хранить» на складе. Это единственная в своем роде продукция, производство которой должно строго соответствовать ежесекундному потреблению. Поэтому оставшуюся энергию предусмотрено направлять для дополнительного электроснабжения всех отраслей народного хозяйства Москвы.

Ежегодно московская энергосистема будет получать от

вожских гигантов более десяти миллиардов киловатт-часов. Это равносильно тому, что энергетическое хозяйство нашей столичной энергосистемы пополнилось бы четырьмя десятками новых тепловых электростанций по 50 тысяч киловатт каждая! Сколько средств, материалов и труда, не говоря уже о времени, нужно было бы вложить, чтобы построить эти сорок электростанций? Чтобы они могли работать с полной нагрузкой, потребовалось бы ежегодно добывать из-под земли и привозить по железным дорогам шестьсот пятьдесят тысяч вагонов подмосковного угля — 13 миллионов тонн! Вот сколько угля сохранил передача в Москву электроэнергию Куйбышевской и Сталинградской гидростанций!

С радостным волнением мы смотрим на карту. От Куйбышева, как и от Сталинграда, до Москвы тысяча километров. На такое огромное расстояние еще никогда и нигде в мире не передавали электрическую энергию. До сих пор «чемпионом» дальности электропередачи считалась американская линия от Боулдердамской гидростанции, протяженностью 428 километров при напряжении 287 тысяч вольт. Советская энергетика кладет «чемпиона» на обе лопатки: тысяча километров — это более чем вдвое превышает американский «мировой рекорд»!

Без техники сверхвысоких напряжений в 400 000 вольт было бы невозможно экономично передать электрическую энергию на такие расстояния. А в нашей стране огромных пространств и крупнейших в мире запасов гидроэнергии (в три с половиной раза превышающих запасы Америки и в пять раз — гидроресурсы Канады) это особенно важно.

Этот великий путь развития электротехники указан учителями человечества Марксом и Энгельсом, Лениным и Сталиным.

«Электрическая энергия дешевле паровой силы... ее гораздо легче передавать на очень большие расстояния...» — писал Ленин.

«...электрический ток очень высокого напряжения при сравнительно малой потере энергии можно передавать... на такие расстояния, о каких до сих пор и мечтать не смели... это открытие окончательно освобождает промышленность почти от всяких границ, полагаемых местными условиями, делает возможным использование также и самой отдаленной водяной энергии, и если вивчале оно будет полезно только для городов, то в конце концов оно станет самым мощным рычагом для устранения противоположности между городом и деревней...» — так писал Энгельс.

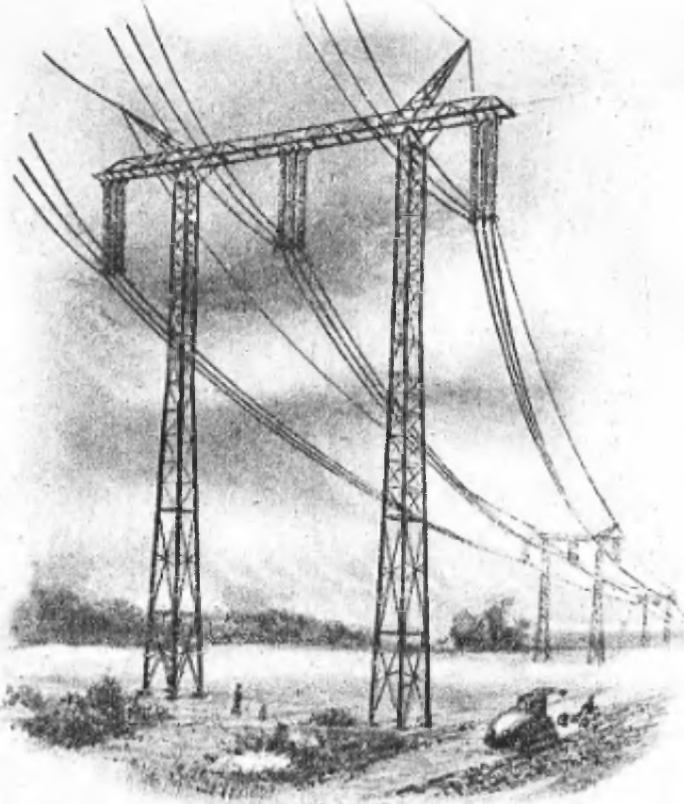
Настала пора осуществления в полной мере этих пророческих начертаний. Советские инженеры сталинской эпохи величайших преобразований природы и построения коммунизма впервые в мире будут включать гигантские электропередачи, протяженностью в тысячу километров каждая.

Но это не простое количественное увеличение расстояний электропередачи. Это будет и качественно новая техника передачи электрической энергии сверхвысокого напряжения в 400 000 вольт.

Десяти колоссальных гидроагрегатов Куйбышевской и Сталинградской электростанций обратят в электричество огромную водяную энергию Волги.

Из электрических генераторов ток выйдет при напряжении около 16 тысяч вольт и поступит в сверхмощные уникальные трансформаторы. Из них ток выйдет преобразованным: его напряжение повысится до 400 000 вольт, а сила этого тока снизится в 25 раз. Это и требуется для уменьшения бесполезных потерь энергии на нагревание проводов линий электропередачи. Ведь каждый процент предназначенной для передачи в Москву мощности равнозначен мощности нескольких сот сельских электростанций!

Нас поразят величественные размеры трансформаторов, выключателей тока, изолирующих гирлянд и других устройств открытых высоковольтных подстанций на 400 000 вольт, откуда электрическая энергия начнет свой путь в Москву.



Так будет выглядеть стальная мачта гигантской электропередачи, несущей ток от великих вожских гидроэлектростанций в столицу родины — Москву. Такая мачта по высоте равна примерно дому в 8—9 этажей. Всего на каждой линии будет установлено несколько тысяч таких мачт.

Но пройдем сначала по трассе.

Уже на расстоянии пятисот метров нам встретится первая гигантская опора грандиозной электропередачи. Представьте себе букву «П», в двадцать раз превышающую рост человека с шириной между вертикалями около пятнадцати метров.

Это одна из «рядовых» для нашей линии опор — промежуточная опора. Таких опор будет более двух тысяч — через каждые 500 метров. Размеры ее определены не случайно: она должна выдержать нагрузку от веса проводов и поддерживающих их гирлянд изоляторов.

А веса эти солидные. Судите сами. Вес километра провода для этих линий достигает почти одной тонны. Вес гирлянд изоляторов, в которой будет до тридцати элементов (а длина гирлянды до 6 метров!) составит 300 килограммов. Каждая опора держит не три провода, как во всех других высоковольтных электропередачах трехфазного переменного тока, а девять проводов и столько же гирлянд, так как в новых линиях каждая фаза разделена на три части. Опоры также должны выдерживать нагрузку от двух располагаемых в их самых высших точках грозозащитных тросов. Назначение этих тросов — принимать на себя прямые удары молнии и отводить их в землю без какой-либо опасности «шагового напряжения» для оказавшихся вблизи опоры людей или животных. Вес одного километра стального троса — около 600 килограммов.

Но, и кроме всех этих весов, надо учесть еще такие возможные нагрузки, как гололед. Ранней зимой или в начале весны, когда температура колеблется около нуля градусов, из влажного воздуха или тумана на проводах и тросах линий электропередачи откладываются нарастающие слои льда. При дальнейшем похолодании лед смерзается и может долгое время оставаться на проводах, создавая дополнительные немалые нагрузки.

Вот почему нагрузка на опору достигает многих тонн в соответствии сама металлическая опора линий напряжением в 400 000 вольт должна иметь огромные размеры и вес. Мы уже упомянули, что каждая фаза разделена на три части, провод как бы расщеплен на три жилы. Это обеспечивает минимальность потерь на нагревание проводов и особенно вида потерь на «корону». Явление «короны» наблюдали, вероятно, многие, кому приходилось проходить вблизи линий электропередачи или высоковольтных подстанций. С проводов и других высоковольтных токоведущих частей происходит тихий разряд электрического тока в воздух: слышится характерный шум и легкий треск. В темное время суток «корону» не только слышно, но и видно: провода окружены голубоватым сиянием. Но эта красота может обойтись слишком дорого: если не принять меры, каждая линия электропередачи в 400 000 вольт будет терять ежегодно сотни миллионов киловатт-часов электроэнергии. Передача советская техника с этим мириться не может. Главная мера борьбы с «коронной» — увеличение радиуса провода. Так как ток проходит только по небольшому внешнему слою, хорошо было бы изготовлять провода линий в виде широких тонкостенных труб. Но не надо быть специалистом, чтобы понять, как трудно подвесить тысячи километров проводов-труб на линии электропередачи. Понятно, что и изготовление и перевозка таких необычных проводов для линий 400 000 вольт были бы очень сложны. Выход был найден в расщеплении фазы. Три провода, расположенные треугольником, взаимно экранируют друг друга своими электрическими полями и уменьшают коронные утечки тока. А от наличия дополнительных жил пропускная способность линии увеличивается. Значит, расщепление фазы вдвойне выгодно.

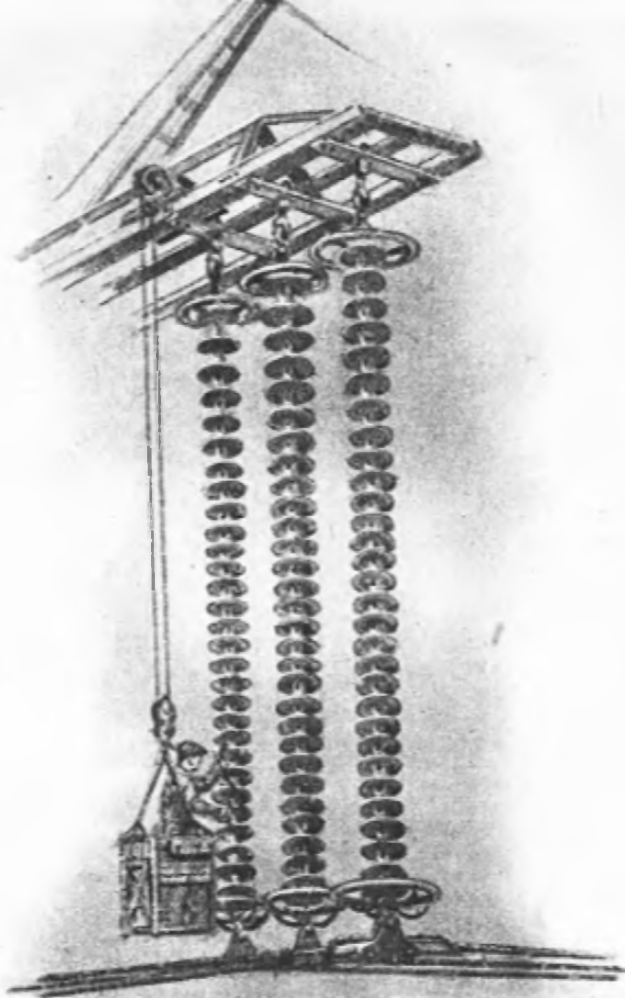
Нам потребуется двадцать часов безостановочной езды автомобилем, чтобы объехать всю тысячекilометровую трассу линии. На московском конце линии будут работать гигантские электрические машины — так называемые компенсаторы, чтобы исправить крупный недостаток, присущий всем установкам переменного тока. Дело в том, что обмотки каждого электродвигателя, трансформатора, катушки потребляют из сети кро-

ме «активного» тока, производящего работу нагревания или преодоления сопротивления проводника, еще и «реактивный» ток, создающий электромагнитное поле. Это поле периодически возникает, потребляя «реактивный» ток, а при своем исчезновении возвращает этот ток обратно к источнику энергии. Казалось бы, все хорошо. Сколько взято — столько возвращено. Но эти «путешествия» «реактивного» тока от Куйбышевской или Сталинградской гидроэлектростанций по линии создали бы в проводах дополнительные потери энергии. Чтобы всячески уменьшить эти потери и не лишить потребителей «реактивного» тока (иногда говорят «реактивной мощности»), на приемной подстанции, откуда энергия распределяется потребителям, будут включены в работу дополнительные электрические машины («синхронные компенсаторы»), отдающие в сеть необходимую потребителям «реактивную мощность».

Каждая из линий гигантской электропередачи будет передавать в Москву огромную мощность. При четырех линиях на каждую из них падает 500 тысяч киловатт. Это половина мощности всех электростанций царской России. Пожтию, что такие линии в особенности должны обладать исключительной надежностью, усиленной электрической и механической прочностью.

Они должны противостоять грозе, гололеду, ветру (предотвращать свистывание, «сдваску» и вибрацию проводов), противостоять электрическим перенапряжениям, перепадам от загрязнения изоляторов. Этот последний вид повреждений линий особенно широко распространен на высоковольтных передачах в капиталистических странах. Причина их — некультурная эксплуатация, а носят они романтическое название «аварии на восходе солнца».

Действительно, восход солнечного светла может в некоторых случаях приводить к погружению промышленных предприятий, подземного транспорта и других потребителей в полный мрак. Там, где за линиями не следят, на изоляторах накапливается пыль, содержащая окислы серы. На восходе солнца из тумана и влажного воздуха на изоляторы осаждаются роса. Окислы серы растворяются в ней, и образуется серная кислота. Изолирующие свойства поверхности изоляторов резко уменьшаются, и наступает поверхностный разряд



Подвеска «расщепленной» фазы. Каждая гирлянда изоляторов, состоящая примерно из 30 элементов, будет иметь длину до 6 метров.

высокого напряжения по гирлянде, или, иначе, «короткое замыкание на землю» через пробитую гирлянду и тело металлической опоры.

На каждой линии напряжением в 400 000 вольт будет до 700 тысяч изоляторов. Это грандиозное хозяйство даже при идеальной чистоте воздуха потребует непрерывного контроля.

Линии электропередач будут одновременно служить каналами оперативной телефонной (высокочастотной) связи дежурного персонала. По ним же будет осуществляться телеуправление агрегатами, телесигнализация и телеизмерение разных величин на шинах электростанции, напряжения тока, уровней воды в водохранилищах и др.

Над всеми этими сложными проблемами техники высокого напряжения в 400 000 вольт успешно работают советские ученые и инженеры.

Советские линии электропередачи напряжением в 400 000 вольт явятся началом создания возможного только в нашей стране социалистического планирования единой высоковольтной сети. Ими будет объединен в одно могущественное целое ряд энергетических систем, а затем, по мере строительства новых линий такого же сверхвысокого напряжения, и все энергетическое хозяйство СССР.

60 лет назад великий русский электротехник М. О. Доливо-Добровольский создал и продемонстрировал миру свое гениальное изобретение — трехфазный переменный ток. С помощью этой новой электрической техники он произвел передачу электрической энергии на расстояние в 175 километров.

Советские ученые и инженеры сталинской эпохи, гордые своей социалистической родиной, создают впервые в мире новую технику сверхвысокого напряжения для передачи энергии на расстояние в 1 000 километров!

Огромное количество энергии придет в Москву по проводам линий напряжением в 400 000 вольт. Эта энергия будет двигать машины и станки фабрик и заводов, механизмы и подъемники шахт, поезда электрифицированных железных дорог и электротракторы, питать миллионы «лампочек Ильича», мялки речных и воздушных портов.

Линии напряжением в 400 000 вольт — новое, величайшее достижение советской техники, поставленной на службу не человеконенавистническим целям войны, а мирным целям созидательного труда, целям построения коммунистического общества.

На этих схемах показана сущность «расщепления» фазы, проводимого с целью уменьшить потери энергии вследствие явления так называемой «короны», при которой происходит стекание электрического заряда в атмосферу. Пунктирными линиями условно показаны линии электрического поля, возникающего вокруг провода линии. Средний и нижний рисунки изображают различные приемы «расщепления» фазы. В обоих случаях электрические поля, окружающие провода «расщепленной» фазы, частично укладываются друг другу. В результате уменьшается «коронирование» фазы. Вверху показана обычная «нерасщепленная» фаза.

