



МИХАИЛ ОСИПОВИЧ ДОЛИВО-ДОБРОВОЛЬСКИЙ (1862—1919)



оследнее десятилетие прошлого столетия ознаменовалось в технике событиями, которые можно назвать новым промышленным переворотом. Этот переворот, все последствия которого ещё до сих пор не выявились, оказавший глубочайшее влияние на технику и мировую экономику, создал возможность коревой реконструкции силового аппарата народного хозяйства на базе электрификации и самого широкого внедрения электрической энергии в технологию. Этот переворот заключался во внедрении в практику многофазных, в частности трёхфазного, переменных токов и в связи с этим в практическом разрешении проблемы передачи электрической энергии на большие расстояния.



Михаил Осипович Доливо-Добровольский является создателем техники трёхфазных переменных токов и первым, кто на базе этой техники сделал возможным передачу электрической энергии с места её производства на практически произвольно большое расстояние к месту потребления. Имя этого великого электротехника, крупного учёного и замечательного конструктора электрических машин и аппаратов принадлежит истории техники, а вместе с тем и истории культуры человечества. На какую бы сторону жизни и деятельности современного человека мы ни обратили внимания — всюду мы видим прямые или косвенные результаты трудов Доливо-Добровольского. Его имя всегда будет являться символом неутомимых творческих исканий инженера и глубоко революционной научно-технической мысли.

Труды его — образец замечательно удачного применения данных науки для самых широких практических целей.

Михаил Осипович Доливо-Добровольский родился 3 января 1862 года в Петербурге в семье чиновника.

В 1872 году семья М. О. Доливо-Добровольского переехала в Одессу, и он поступил в Одесское реальное училище. Блестяще окончив курс реального училища, он поступил в Рижский политехнический институт, решив посвятить себя деятельности инженера-механика. Своё обучение в высшей школе М. О. Доливо-Добровольский начал в 1880 г.; студенчество в это время было весьма активно политически, и М. О. Доливо-Добровольский принимал непосредственное участие в деятельности студенческих революционных кружков. За участие в «беспорядках», связанных с мартовскими событиями 1881 г., М. О. Доливо-Добровольский был исключён из числа студентов без права поступления в какое-либо русское высшее учебное заведение. Двери высшей школы на родине закрылись перед М. О. Доливо-Добровольским на неопределённое время, и у него оставался один выход — поступить в одну из зарубежных высших технических школ. В это время электротехника уже зародилась как самостоятельная новая отрасль техники, а трудами наших соотечественников Яблочкова, Чиколева и Лодыгина получила ряд многообещающих и широких практических применений. Электротехникой заинтересовался М. О. Доливо-Добровольский ещё в Рижском политехническом институте, и при решении вопроса о том, куда переходить после репрессий, которым он подвергся в России, он остановился на Дармштадтском высшем техническом училище. С осени 1881 г. по 1884 г. М. О. Доливо-Добровольский обучался на машиностроительном факультете в Дармштадте, изучая специально электротехнику. Электротехника того времени была, собственно говоря, техникой постоянного тока. Пренебрежительное и недоверчивое отношение к технике переменных токов было тогда характерным для подавляющего большинства электротехников. К тому времени прошло всего несколько лет с тех пор, как П. Н. Яблочкову удалось доказать практическую возможность и важность применения переменного тока, в частности для питания известной «свечи Яблочкова». Только что появились для осветительных установок первые генераторы переменного тока, построенные под сильным влиянием успехов электрического освещения свечами Яблочкова. Такое положение в области электротехники не могло не сказаться на постановке преподавания электротехники и на подготовке инженеров-электриков. Высшая школа воспитывала тогда молодёжь почти исключительно на идеях генерирования и применения постоянного тока. М. О. Доливо-Добровольский, выдающиеся инженерные способности которого сказались уже в ранних студенческих работах, в совершенстве изучил постоянный ток и его применение. На последнем курсе в Дармштадте он сделал довольно существенное изобретение: он впервые предложил пусковую схему для шунтового двигателя постоянного тока, что оказало непосредственное и сильное влияние на развитие электрического привода на постоянном токе.

Окончив с высшими оценками Дармштадтское высшее техническое училище, М. О. Доливо-Добровольский сразу получил возможность самостоятельно работать в качестве конструктора у незадолго перед этим организованной в Германии электротехнической Эдисоновской компании, впоследствии преобразованной в фирму «Всеобщая компания электричества». На предприятиях этого концерна М. О. Доливо-Добровольский работал всю свою жизнь, за исключением периода 1903—1909 гг., когда он работал в Швейцарии, и периода 1914—1918 гг., когда он, являясь русским подданным, во время мировой войны покинул пределы Германии.

Первые работы М. О. Доливо-Добровольского в качестве практического инженера относились к системам постоянного тока. Занимаясь разработкой практических задач из этой области, М. О. Доливо-Добровольский не отрывался от важнейших течений и событий теоретической мысли. Ему стали известны теоретические работы итальянского физика и электротехника Галилео Феррариса по вращающемуся магнитному полю, в которых было указано, что два переменных тока, отличающихся по фазе на 90° , могут производить работу в соответственно расположенных магнитных полях, действуя на могущий вращаться медный цилиндр. Как известно, идеи Феррариса вначале не обратили на себя внимания широких кругов электротехников, тем более, что сам Феррарис утверждал, что коэффициент полезного действия при таком способе получения механической работы не будет превышать 50%. Не прошли мимо работ Феррариса два молодых электротехника, которые приобрели впоследствии мировую известность: серб Никола Тесла и русский М. О. Доливо-Добровольский. Тесла, исходя из принципа вращающегося магнитного поля, построил двухфазные генератор и двигатель переменного тока. Его работы были подробно доложены Американскому институту инженеров-электриков в мае 1888 г. Построенные им двухфазные электрические машины не содержали ни скользящих контактов, ни коммутатора, либо коллектора. Для их действия достаточно было трёх проводов вместо четырёх. На Ниагарской гидроэлектростанции, построенной в 1896 г., были установлены такого рода двухфазные генераторы переменного тока.

М. О. Доливо-Добровольский по-своему, совершенно оригинально, глубоко научно подошёл к вопросу о теории и применении вращающегося магнитного поля. Изучение некоторых явлений в машинах постоянного тока, предпринятое для совершенно других целей, не имевших связи с явлением вращающегося магнитного поля, привело его интуитивно к признанию ошибочности выводов Феррариса. Он предполагал, что коэффициент полезного действия электродвигателей, действующих на принципе вращающегося магнитного поля, может быть значительно выше 50%, а следовательно, так называемые многофазные электрические машины переменного тока могут получить большое значение для практики. С 1888 г. М. О. Доливо-Добровольский начал изучать многофазные системы, для которых он установил особое название, утвердившееся в электротехнической терминологии. М. О. Доливо-Добровольский поставил себе задачу создать вращающееся поле,

более совершенное, чем двухфазное, полученное и применённое Тесла в своих электродвигателях. После ряда изысканий он построил в 1888 г. первый трёхфазный генератор переменного тока мощностью около 3 киловатт, от которого он привёл в действие свой первый трёхфазный двигатель со статором в виде кольца Грамма, питаемого в трёх точках, и ротора в виде сплошного медного цилиндра. Дальнейшие работы привели его к построению трёхфазного двигателя с ротором из литого железа с насаженным полым медным цилиндром. Этот ротор оказался лучше первого; ещё более совершенным оказался следующий тип ротора — с беличьим колесом. Одновременно М. О. Доливо-Добровольский исследовал соединения звездой и треугольником и экспериментировал с токами различных напряжений и с машинами, имеющими разное число пар полюсов. В течение года он разрешил главнейшие проблемы, связанные с построением трёхфазных электрических машин, и в 1889 г. результаты его трудов были продемонстрированы на опытной установке, поразившей всех электротехников своими небольшими размерами при заданной мощности трёхфазного двигателя. Налицо было начало нового периода в развитии применения электричества для практических целей, хотя не все это признавали. Среди лиц, которые сдержанно отнеслись к полученным им результатам, был Т. А. Эдисон, посетивший М. О. Доливо-Добровольского в 1889 г. и непосредственно познакомившийся с его трёхфазной системой.

Триумф системы трёхфазного тока относится к 1891 г., когда на Франкфуртской электротехнической выставке было произведено генеральное испытание этой системы в виде передачи электроэнергии от Лауффенского водоппада во Франкфурт на Майне (расстояние между «ими — 175 км). К этому времени М. О. Доливо-Добровольский стал строить мощные асинхронные трёхфазные двигатели и построил первые трёхфазные трансформаторы. В нескольких километрах от Гейльброна на р. Некаре, где родился Роберт Майер, один из творцов закона сохранения энергии, в живописном местечке Лауффене находился небольшой цементный завод, пользовавшийся для своих нужд энергией водоппада на р. Некар. Завод мог потреблять для своих нужд лишь небольшую часть получаемой энергии, и заводладельцы решили использовать её в полном масштабе посредством передачи в Гейльброн. Опыты Марселя Депре, произведённые в 1882 г. на Мюнхенской электротехнической выставке, показали принципиальную возможность такой передачи. Но к 1890 г. техника получила в результате трудов М. О. Доливо-Добровольского трёхфазный переменный ток. Используя это новое техническое средство, было решено устроить передачу электроэнергии из Лауффена не в близлежащий Гейльброн, а во Франкфурт-на-Майне. Эта задача была блестяще решена. Трёхфазным током напряжением 8500 вольт удалось передать на 175 км мощность в 300 лошадиных сил с коэффициентом полезного действия 77,4%. М. О. Доливо-Добровольский построил для этой установки повышающие и понижающие трёхфазные трансформаторы своей системы и асинхронный двигатель своей конструкции. Успех М. О. Доливо-Добровольского превзо-

шёл все самые смелые ожидания, и трёхфазный переменный ток стал с этого времени всеми признаваться и постепенно занял доминирующее положение в электротехнике. Передача электрической энергии на расстояние получила своё первое практическое разрешение при достаточно высоком коэффициенте полезного действия, положив, таким образом, начало решению комплекса проблем, входящих в широкое понятие электрификации.

На Франкфуртской выставке 1891 г. М. О. Доливо-Добровольскому удалось сделать ещё одно очень важное открытие: он обнаружил повышение напряжения на зажимах генератора в Лауффене при включении незамкнутой во Франкфурте высоковольтной линии. Он дал научное объяснение этому явлению, указав, что это есть реакция якоря генератора на ёмкостную нагрузку, опубликовав по этому поводу обстоятельную статью в 1891 г.

М. О. Доливо-Добровольскому принадлежит много других работ и изобретений, относящихся к разным областям электротехники. Так, им была построена трёхпроводная машина постоянного тока с индукционной катушкой для среднего провода, ряд измерительных электрических приборов с мягким железом, фазометр своей оригинальной конструкции и многочисленные другие электрические приборы и аппараты. Перечислить все его изобретения и усовершенствования, внесённые им в электротехнику, это значит не только изложить историю зарождения и развития систем трёхфазного тока, но и затронуть главнейшие моменты истории современной электротехники, среди основоположников которой М. О. Доливо-Добровольскому принадлежит ведущее место.

Интересно отметить некоторые особенности творческих методов М. О. Доливо-Добровольского. Во всех своих работах он тщательно, настойчиво доискивался до основных физических явлений в том или ином процессе, широко пользуясь интуицией учёного-электротехника и никогда не прибегая к математическому анализу явлений. М. О. Доливо-Добровольский создавал для себя рабочие гипотезы и производил на их основе инженерно-технические расчёты конструкций. Выполненные им на основании расчёта конструкции после испытания и анализа результатов давали М. О. Доливо-Добровольскому возможность оценить правильность понимания им сущности физического явления и пригодность принятой рабочей гипотезы. После М. О. Доливо-Добровольского не осталось теоретических работ, но все методы расчёта, установленные им, были всегда совершенно правильными и не потеряли своего практического значения до нашего времени.

М. О. Доливо-Добровольский положил много труда для научно-технической пропаганды применений трёхфазного переменного тока. Посредством бесед, научных диспутов, докладов и монографий он добился того, что у него в этом деле не осталось идейных противников. Те, кто лично знал М. О. Доливо-Добровольского, свидетельствуют, что он серьёзно относился к обоснованным возражениям и всегда готов был усвоить то полезное, что исходило от оппонентов. Но к необоснованным возражениям он относился с уничтожающей иронией, разбивая своих слишком лихих противников глубоко-

ко саркастическими замечаниями, облечёнными при этом в исключительно корректную внешнюю форму. Среди электротехников он был известен как бескорыстный консультант, много помогавший своими советами всем, а особенно молодым инженерам.

В 1901 г. при организации Петербургского политехнического института М. О. Доливо-Добровольскому было сделано предложение занять в нём кафедру электротехники и, таким образом, возглавить первую русскую высшую школу сильноточной электротехники. Отсутствие в России электротехнических заводов, на которых М. О. Доливо-Добровольский мог бы продолжать свои технические и конструкторские работы и совместить научно-педагогическую деятельность с практической работой, удержало его от принятия приглашения. Между тем отношения его с немецкими предпринимателями, у которых он работал, были строго официальными и даже недружелюбными; он всегда во всём сохранял независимость суждений. На их предложения отказаться от русского подданства он отвечал резким отказом. При объявлении в 1914 г. войны М. О. Доливо-Добровольский немедленно уехал в Швейцарию и до 1918 г. жил в новой эмиграции. Последние годы своей жизни М. О. Доливо-Добровольский был занят мыслью о передаче энергии на большие расстояния, применяя постоянный ток высокого напряжения. Свои взгляды по этому вопросу он изложил в обстоятельном докладе «О пределах возможности передачи энергии на расстояние переменным током», вызвавшем чрезвычайно оживлённый, отчасти даже обострённый, обмен мнениями. В своём докладе М. О. Доливо-Добровольский указывал, что при передаче энергии на большие расстояния, исчисляющиеся сотнями и тысячами километров, влияние ёмкости и самоиндукции линии электропередачи ограничит применимость переменных токов для этой цели. Доказывая преимущества подземных кабельных сетей перед воздушными для дальних электропередач, он указывал, что для этого случая ещё более узки границы применимости переменного тока. Будущее развитие электротехники М. О. Доливо-Добровольский видел в дальних электропередачах постоянным током высокого напряжения по подземным кабелям. Как известно, эта проблема не потеряла своего значения и теперь, спустя более трёх десятков лет после того, как М. О. Доливо-Добровольский её выдвинул; она снова ставится в порядок дня как технически и экономически обоснованная и как весьма важная для народного хозяйства. М. О. Доливо-Добровольский разрабатывал этот вопрос до последних дней своей жизни. Смерть его, происшедшая 15 ноября 1919 года от сердечной болезни, прервала его работы в самом разгаре.

М. О. Доливо-Добровольский был многосторонне образован и исключительно культурен; трудно указать такую глубокую общечеловеческую проблему, в обсуждении которой М. О. Доливо-Добровольский не проявил бы оригинальности и глубины взглядов. Здесь ему на помощь приходило прекрасное знание мировой литературы и искусства. Все, кто его знал, отмечали

в нём не только наличие большого ума, твёрдого характера, но и особой сердечности — свойств, присущих действительно выдающимся людям. Его смерть, как смерть замечательного деятеля технического прогресса, прославившегося крупнейшими работами, и человека исключительной душевной чистоты, полного лучших побуждений, была встречена с неподдельной скорбью инженерами всего мира.



Главнейшие труды М. О. Доливо-Добровольского: *О соотношении различных величин при заряджении вторичных элементов*, «Электричество», 1884, № 8; *Заметки по теории и практике электролиза*, «Электричество», 1885, № 5—6; *Современное состояние техники трёхфазного тока*, «Электричество», 1900, № 4, № 5—6, а также статьи, из коих главнейшие: *Передача энергии трёхфазным током*, 1891; *О некоторых особенных явлениях в высоковольтных системах*, 1893; *Устранение индукции в телефонных сетях*, 1892; *О коэффициенте полезного действия трансформатора*, 1892; *О применении железа в электроизмерительных приборах*, 1913; *О пределах возможности передачи энергии на расстояние переменным током*, 1919.

О М. О. Доливо-Добровольском: *Капп Г., Лауффен-Франкфуртская передача энергии*, «Электричество», 1891 (стр.282); *Кузнецов Б.Г., Два века русской электротехнической мысли, там же*, 1937, № 11; *Урримова Б. И., Пятьдесят лет трёхфазного тока, там же*, 1940, № 1; *Белькинд Л. Д., М. О. Доливо-Добровольский. К 25-летию со дня смерти* «Электричество», 1945, № 3.

Источник: *Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники / Под ред. С.И. Вавилова. — М., Л.: Гос. изд-во техн.-теоретической лит-ры. — 1948.*