СЕРГЕЙ ГЕРМАН-ГАЛКИН,
проф. Института судовой электротехники и автоматики Морской академии в Щецине (Польша), проф. университета ИТМО
ggsg@ya.ru

КАРЛ АВГУСТ ШТЕЙНМЕЦ — УЧЕНЫЙ, ИНЖЕНЕР, КОНСТРУКТОР, ИЗОБРЕТАТЕЛЬ, ПЕДАГОГ

Статья посвящена 150-летию известного ученого Карла Августа Штейнмеца.

СТРАНИЦЫ ЖИЗНИ

Сто пятьдесят лет назад, 9 апреля 1865 г., в городе Бреслау (Силезия) в семье немецкого рабочего-литографа родился Карл Август Штейнмец (рис. 1). Из-за серьезных проблем со здоровьем как врожденного, так и приобретенного характера (Карл был маленького роста и имел горб) он рано начал читать, стремился получить максимум разнообразных знаний. Уже в гимназии проявились его незаурядные способности к естественным наукам, математике и иностранным языкам. Семья жила бедно, и, не имея достаточных денежных средств, Карл стал подрабатывать репетиторством. Несмотря на физические недостатки, он пользовался большим уважением среди сокурсников как образованный, умный и очень добрый человек.

В 1882 г. Штейнмец с отличием окончил гимназию и без экзаменов был зачислен на философский факультет Бреславского университета. Блестящие знания, трудолюбие, общительность Карла снискали ему большое уважение студентов и профессоров. Уже на первом курсе он становится членом математического общества при университете. В соответствии с традициями того времени Карл был принят в «Корпорацию студентов», где, в отличие от многих, увлекавшихся спортом, кутежами и дуэлями, все свое время он тратил на учение. Корпоранты, по традиции дававшие прозвища своим членам, нарекли Штейнмеца Протеем — в честь изворотливого мифического существа, способного менять свой вид. И действительно, Штейнмец легко превращался из математика в богослова, из философа в экономиста, с успехом находил ответы на многие сложные вопросы в жизни и науке. Позднее, легализовавшись в Америке под именем Чарлз, он прибавил к этому имени корпоративное прозвище Протеус. Так в науке появилось одно из блестящих имен — Чарлз Протеус Штейнмец.

РИС. 1. ▶ Карл Август Штейнмец (1865-1923)

В 80-е годы в Германии умами молодежи завладевают социал-демократические идеи. Штейнмец становится активным членом нелегального кружка социалистов и редактором социал-демократической газеты. Под угрозой ареста с помощью друзей он бежит из Германии в Швецарию, где поступает в Цюрихский политехникум для завершения высшего образования. В годы своего вынужденного пребывания в Цюрихе Штейнмец проникается твердой уверенностью в том, что электротехника является самым прогрессивным направлением развития промышленности и общества в целом, что в полной мере соответствовало его социал-демократическим убеждениям. Видимо, в этот период он и решил посвятить свою жизнь служению этой новой науке.

В 1889 г. Штейнмец с блеском заканчивает политехникум и решается перебраться в США, где полиция не преследовала социалистов. Дальнейшая жизнь и научная работа Штейнмеца проходила в Америке. После нескольких лет мытарств, в 1893 г. он становится ведущим специалистом фирмы General Electric Company (GEC), в которой и проработал всю жизнь (рис. 2), живя в небольшом, но ставшем благодаря ему широко известным городе Скинектади (шт. Нью-Йорк).

Штейнмец любил природу, птиц, животных и трогательно относился к детям, которые также тянулись к нему. За его непривлекательной внешностью скрывалась душа очень доброго человека, всегда готового помочь каждому, кто в этом нуждался. Он имел на фирме открытый счет, но никогда не копил денег, раздавая их бедным. Вся его жизнь — это сплошной труд. В результате утомительной поездки по западным штатам с циклом лекций по электричеству, подорвавшей его и без того слабое здоровье, в возрасте 58 лет Штейнмец умер (26 октября 1923 г.). Вся Америка скорбила в связи с кончиной Штейнмеца. Когда гроб с его

телом опускали в могилу на кладбище в Скинектади, на предприятии гигантского концерна General Electric на пять минут были прекращены все работы.

До конца своих дней Штейнмец оставался верен социал-демократическим взглядам. Он был первым зарубежным ученым–электротехником, с восторгом воспринявшим известие о плане ГОЭЛРО и сразу опубликовавшим в авторитетном американском журнале *Electrical World* статью, в которой призывал американские фирмы оказать России финансовую помощь для реализации этого плана. Об этом он писал В. И. Ленину и сожалел, что по состоянию здоровья не может посетить Россию и оказать ей посильную помощь. Ленин ответил Штейнмецу очень доброжелательным письмом, они обменялись фотографиями.

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

К началу профессиональной деятельности Штейнмеца в электротехнике благодаря трудам Ампера, Фарадея, Максвелла, Ома, Кирхгофа и др. уже были открыты практически все основополагающие законы и осуществлены значительные практические решения в области генерирования, передачи и использования электрической энергии.

При этом в первой половине XIX в. изучался и использовался преимущественно постоянный ток, в результате чего в жизнь вошли гальванопластика (Фарадей, Якоби), телеграф (Шиллинг, Морзе, Уитстон), телефон (Белл), внедрено электрическое освещение (Лодыгин, Яблочков, Эдисон), созданы основные электрические машины постоянного тока: электродвигатели (Якоби, Дэвенпорт, Грамм, Пачинотти, Сименс, Эдисон) и генераторы (Пикси, Якоби, Холмс, Сименс, Эдисон). Конец XIX в. ознаменовался решительным наступлением переменного тока благодаря революционным изобретениям Теслы и Доливо-Добровольского, поддержанным крупнейшим промышленником Вестингаузом.

Что касается теоретической электротехники, то ее величайшим достижением являлась, безусловно, всеобъемлющая электромагнитная теория Максвелла. Однако практические расчеты базировались на законах Ома, Кирхгофа, Ампера и Фарадея, созданных для электрических и магнитных цепей постоянного тока. Электрические машины переменного тока, которые выпускались в Америке преимущественно компаниями General Electric и Westinghause, требовали для своего расчета совсем иных методов и представлений.

В начальный момент научной, изобретательской и производственной деятельности Штейнмеца жесткая конкуренция происходила между представителями двух научных школ. Первая из них, базирующаяся на идеях «короля изобретателей» Эдисона, разрабатывала и довольно успешно внедряла генерирующие, передающие и нагрузочные установки постоянного тока. Вторая сосредоточила все свои силы на разработке и внедрении устройств переменного тока. Штейнмец с самого начала был сторонником второй школы, его первые теоретические работы явились фундаментом практических разработок и широких внедрений электрических машин переменного тока, чем он и занимался, проработав до конца жизни в компании General Electric.

Первым важным открытием К. Штейнмеца, принесшим ему мировую известность, был вывод уравнения для определения потерь на перемагничивание в ферромагнитных магнитопроводах машин переменного тока (потерь на гистерезис). В то время электрические машины и трансформаторы строились на основе грубых эмпирических соображений. Электрики обладали некоторыми знаниями (а скорее, чутьем) о качественных свойствах процессов при электромагнитных и электромеханических преобразованиях.

Закон гистерезиса Штейнмеца впервые позволил дать количественную оценку этим процессам и тем самым, по выражению Кельвина, стал основой науки электромеханики. Методы определения потерь при проектировании электрических машин сыграли огромную роль в прогрессе электромашиностроения. Молодому ученому и инженеру-конструктору в то время исполнилось 27 лет. Он начинает посещать заседания известного американского института инженеров-электриков и вскоре становится его членом. Выступления ученого пользуются большим интересом и собирают значительные аудитории. Уже в 36 лет Штейнмец становится президентом этого института, который впоследствии наградил его почетной золотой медалью Эдисона.

Диапазон научных и экспериментальных исследований Штейнмеца охватывает практически все важнейшие направления сильноточной электропромышленности. Предметом патентов на его изобретения становятся генераторы, электродвигатели,

РИС. 2. ▼ 23 апреля 1921 г., день приезда Эйнштейна и специалистов из GEC на радиостанцию Маркони

трансформаторы, разрядники, электротермические и светотехнические устройства, выпрямительная техника. В 1903 г. Штейнмец построил один из первых высокочастотных индукторных генераторов, вырабатывающий напряжение с частотой 10 кГц.

Для изучения физических процессов, сопровождающих удары молнии, в 1921 г. Штейнмец спроектировал и построил генератор импульсов напряжением 120 кВ и мощностью около 1 МВт (рис. 3).

СИМВОЛИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Конец XIX начало XX в. ознаменовались значительными достижениями в области построения однофазных и трехфазных цепей переменного тока. Становится предельно ясным, что дальнейшее развитие электроэнергетики будет опираться главным образом на применение трехфазных переменных токов. Их использование открывает широкие возможности по концентрации производства электроэнергии, передаче, распределению и использованию ее для промышленного производства. Главным препятствием по освоению уже разработанных устройств переменного тока, их осмыслению и дальнейшему совершенствованию являлось отсутствие теории и базирующихся на этой теории методов их расчета.

Такая теория и методы расчета были разработаны Штейнмецем, за них в 1902 г. Гарвардский университет присвоил ему ученую степень магистра искусств, а Юнион-Колледж — степень доктора философии.

Первый доклад Штейнмеца под названием «Комплексные числа и их применение в электротехнике» был сделан в 1893 г. в Чикаго на Международном электротехническом конгрессе. В 1897 г. выходит его первый фундаментальный труд «Теория и расчет явлений переменного тока», вскоре переведенный на немецкий и французский языки (к 1916 г. этот труд уже выдержал пять изданий).

Штейнмец убедительно доказал, что анализ процессов в цепях переменного тока возможен только с помощью высшей математики. Разработанный им символический метод расчета сложных цепей переменного тока принес ученому всемирную известность. Этот метод позволил тригонометрические операции над векторными изображениями синусоидальных функций времени заменить алгебраическими операциями над комплексными числами. Оказалось к тому же, что интегрально-дифференциальные уравнения для мгновенных значений в стационарных процессах могут быть заменены алгебраическими уравнениями для комплексных изображений. Метод, разработанный Штейнмецом, быстро получил распространение, вошел в учебники и с успехом применялся инженерами-электриками и радиотехниками. Символический метод расчета электрических цепей переменного тока следует считать одной из величайших заслуг Штейнмеца: на протяжении более чем ста лет он входит в курсы электротехники всех университетов мира. Этот метод также называют «методом комплексных амплитуд», хотя справедливей было бы называть его преобразованием Штейнмеца по аналогии с преобразованиями Хевисайда, Фурье, Лапласа.

В наши дни продолжением и дальнейшим развитием этого метода следует считать «метод результирующего вектора», широко используемый при анализе асинхронных электрических машин и синтезе современных систем управления, базирующихся на применении силовой электроники и микропроцессорной техники. В последние годы идеи Штейнмеца нашли свое отражение в теории «мгновенной мощности». Эта теория легла в основу синтеза систем управления активными фильтрами, позволившими компенсировать все неактивные составляющие полной мощности в электроэнергетических передающих и распределяющих сетях. ●

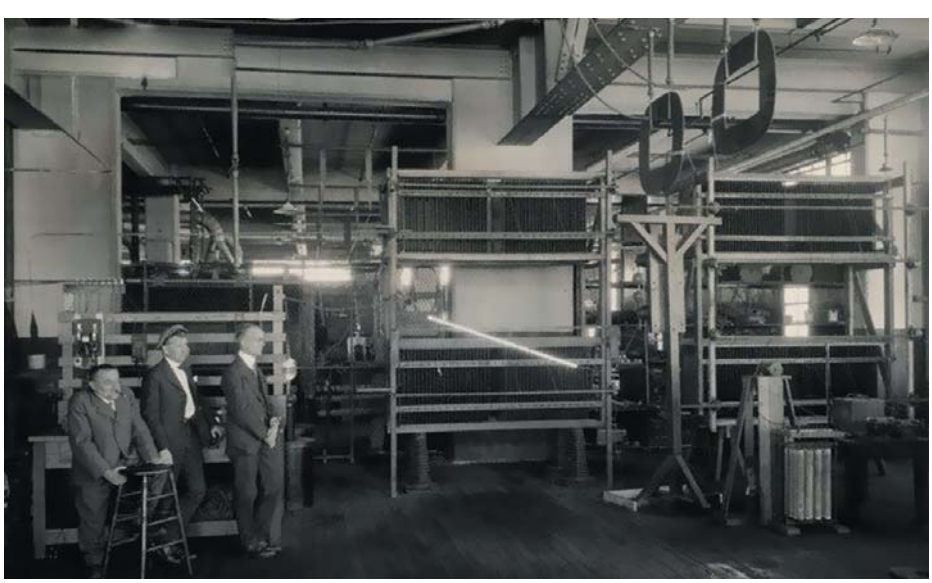

РИС. 3. ▼ Генератор импульсов в лаборатории Штейнмеца

Полный текст статьи размещен на сайте журнала

ЛИТЕРАТУРА.

1. Белкинд Л. Д. Чарлз Протеус Штеймнец. М.: Изд-во «Наука». 1965.
2. Шателен М. А. Профессор Ч. Штейнмец // Электричество. 1923. № 12.
3. Штейберг Я. А. Письмо из-за океана // Наука и жизнь. 1980. № 4.
4. История электротехники. Под ред. акад. И. А. Глебова. М.: изд. МЭИ. 1999.
5. История электротехники и электроэнергетики. [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Т. А. Боякова, С. А. Бояков. Красноярск: ИПК СФУ. 2008.
6. Надеев А. И. Лекции по истории электротехники. Уч. пособие для студентов вузов. Астрахань. 2004.
7. Ковалев В. З., Щербаков А. Г., Хамитов Р. Н. История электротехники. Уч. пособие. Омск. 2006.
8. Ковач К. П., Рац И. Переходные процессы в машинах переменного тока. М.—Л.: Госэнергоиздат. 1963.
9. Ботвинник М. М., Шакарян Ю. Г. Управляемая машина переменного тока. М.: Наука. 1969.
10. Akagi H. et al.: Generalized theory of instantaneous reactive power in three-phase circuits // Conf. Rec. IPEC'83. Tokyo. 1993.
11. Strzelecki R., Supronowicz H. Filtracja harmonicznych w sieciach zasilających prądu przemennego. Wydawnictwo «Adam Marszałek». Toruń. 1998.