

## Л Е Т Ч И К - Г Е Н Е Р А Л . .

От рядового летчика до директора ведущего научно-исследовательского института, от инженера-механика до действительного члена Академии наук СССР — таковы основные этапы творческого пути Виктора Сергеевича КУЛЕБАКИНА (1891—1970). Лауреата Государственной премии, лауреата премии имени Яблочкова, присуждаемой за выдающиеся открытия в теории электричества, академика Кулебакина с полным основанием можно назвать «отцом авиационной электроэнергетики».

По окончании Московского высшего технического училища Кулебакин был рекомендован для подготовки к профессорскому званию. Однако начавшаяся первая мировая война круто изменила его научные планы. В 1914 году В. С. Кулебакина призвали в армию и, как инженера, назначили в авиационные войска, где первое время он занимался сборкой и ремонтом авиационных двигателей и самолетов. В 1915 году сдал летные испытания и получил права пилота-авиатора, после чего окончил теоретические курсы в Гатчинской школе военных летчиков. Так В. С. Кулебакин стал одним из первых военных летчиков нашей страны. Служба в военной авиации определяла одно из основных направлений научной деятельности В. С. Кулебакина.

С 1917 года начинается основная педагогическая и научная деятельность В. С. Кулебакина. Параллельно с нею он принимает деятельное участие в решении многих практических инженерных задач. Занимался работами по электрооборудованию Подмосквовного каменноугольного бассейна, рядом заданий, связанных с разработкой плана ГОЭЛРО. Одновременно принимал активное участие в налаживании производства и в конструировании новых типов магнето, авиационных свечей для электрического зажигания и ряда электрических машин специального назначения, всемерно содействуя быстрейшему развитию нарождавшейся в то время советской авиации. С 1920 по 1926 год Кулебакин состоял постоянным членом Научного комитета Управления Военно-Воздушных Сил, возглавляя организованную в то время Комиссию по ночным полетам и непрерывно оказывал научно-техническую помощь как консультант ряда заводов.

Под руководством В. С. Кулебакина была проделана большая научно-исследовательская работа в области авиационной светотехники. Виктор Сергеевич занимался, в частности, проблемой освещения для ночных полетов, проводил исследования по отражению света от земных покровов и вращающихся винтов самолета и теоретически обосновал методы расчета освещения открытых пространств. Основные результаты этих работ способствовали разработке новейших систем самолетов и аэродромов.

В 1921 году по инициативе Владимира Ильича Ленина создается Государственный научно-экспериментальный электротехнический институт. В. С. Кулебакин — один из его организаторов.

В 1923 году В. С. Кулебакин возглавил кафедру электротехники в только что созданной Н. Е. Жуковским Военно-воздушной академии.

В 1933 году В. С. Кулебакин был избран членом-корреспондентом, а в 1939 году действительным членом Академии наук СССР. С этого времени В. С. Кулебакин связывает свою деятельность в различных областях с большой научной, руководящей и организационной работой в Академии наук. Будучи председателем Комитета телемеханики и автоматики Академии наук СССР, В. С. Кулебакин осуществил преобразование его в Институт автоматики и телемеханики и стал его первым директором.

Многолетние исследования и работы в области авиационной электроэнергетики В. С. Кулебакин совместно со своими учениками обобщил в капитальном четырехтомном труде «Электрификация самолетов».

Вся жизнь академика Кулебакина, отданная советской науке, делу повышения оборонной мощи нашего государства, может служить хорошим примером для подрастающего поколения.

Один из его многочисленных учеников, кандидат технических наук В. С. Фролов, работает над книгой, посвященной жизни и творчеству Виктора Сергеевича. Думаю, что публикуемые ниже три фрагмента будут интересны читателям «Науки и жизни».

Герой Социалистического Труда, академик  
А. ИШЛИНСКИЙ.

## О Т А В Т О Р А

В последние годы жизни тяжелая болезнь приковала Виктора Сергеевича к постели. Но он продолжал много и плодотворно работать. Частенько Виктор Сергеевича, находившегося на лечении, навещали его ученики, ставшие к тому времени сами маститыми учеными. Беседовал он и с нами, «новобранцами от науки» — тогда адъюнктами Военно-воздушной инженерной академии имени профессора Н. Е. Жуковского. Немало довелось мне услышать историй, связанных с первыми шагами отечественного воздухоплавания и самолетостроения. Эти рассказы, а также записки, тетради и документы, любезно предоставленные автору вдовой академика, Анной Демьяновной Кулебакиной, и легли в основу этих трех небольших отрывков, в которых Виктор Сергеевич вспоминает о раннем периоде своей жизни.

## СЛУЧАЙ С ЦВЕТАМИ

**Подмосковье. Санаторий «Архангельское».** Ранняя осень. С балкона-лоджии открывается перспектива типичного в своей спокойной красоте среднерусского пейзажа. Изумрудные луга и синяющий вдали лес. Кругом цветы, цветы.

— Помните, как у Расула Гамзатова, — говорит Виктор Сергеевич, — «есть глаза у цветов». Я с детства любил собирать цветы, составлять букеты, делать из бутонев аранжировку. Знаете, и потом, много лет спустя, проверяя электронную начинку воздушных кораблей, в разноцветных жгутах самолетных проводов мне временами чудились нежные жидки гладиолусов, гвоздик или маков. А с цветами у меня связан один прелюбопытный эпизод.

В 1915 году окончил я теоретические курсы в Гатчинской школе пилотов. Шла первая мировая война. В конце лета довелось мне перегонять «нюпоры» с аэродрома подо Львовом, верст за сто — сто пятьдесят. У этих английских самолетов (или, как тогда говорили, аэропланов) нередко барахлил мотор. Так что любой перегон был одновременно и испытательным полетом. Особенно часто отказывала система зажигания, магнето. Поэтому я ничуть не удивился, когда механик перед взлетом

принес мне парочку свечей зажигания: «Возьмите на всякий случай. Авось, пригодится...»

Уже потом один мой ученик проведет большое теоретическое исследование магнето, найдет способы повышения его надежности. А пока приходилось действовать таким образом.

Взлетел. Дал круг над аэродромом. Смотрю, механик внизу машет руками, но что хочет «сказать» — не разобрать. Я тоже помахал рукой. Радио на борту в ту пору не было, так что весь полет летчик был предоставлен себе. Скорость самолета тогда развивал поменьше даже, чем теперь мотоцикл выжимает на шоссе. Приборной доски и в помине не было. Высотомар для удобства пристегивал ремешком к коленке. Скольжение — самолет пошел «блинчиком» — чувствовал щекой, да и вообще весь полет проходил как бы эмоциональнее, что ли. Ведь и до земли рукой подать. Все полеты были «бреющими», или «стригущими». День выдался прелестный, «хрустальный». На закате лета такие бывают. Видимость, как говорят пилоты, «миллион на миллион», без дымки. Под крылом медленно проплывают перелески, жнивье, деревушки с черепичными крышами. В поле крестьяне скирдуют сено. Пролетаешь



В. С. Кулебакин — один из первых военных авиаторов. Юго-западный фронт, 1915 год.

над ними — разогнут на минутку спины, обернутся на звук моей воздушной таратайки, приставят ладонь от солнца. И снова за работу.

Закладываю виражи, неглубокие, конечно. Самолет повинуется легкому повороту руля. Настроение прелестное. Набегающий поток воздуха доносит аромат лугов, сжатого сена. Кажется, во всем гармония и даже какая-то идиллия. И душу переполняет ощущение какой-то легкости, восторга.

Вдруг словно качнуло меня нисходящим потоком от ельника. Зачихал мотор. Туда-сюда акселератором — никакого результата. Залахло дьявольской «казанской смесью», которой мы из-за недостатка бензина запраляли моторы. Делать нечего, надо садиться. Конечно, проблема выбора посадочной площадки не то, что у реактивного истребителя. Но все же нужны глазомер и реакция.

Планирую на луг в стороне от ржаного поля. По инерции пробежал мой «ньюпор» весь луг, носом вошел в пшеничное поле. Рубанул винт пару раз тугие колосья и остановился.

Стал копаться в моторе. Так и есть, свеча одна покрылась нагаром, на корпусе «цвета побежалости». Заменяю ее. Но старую не выбросил, сунул в карман кожаной куртки.

А на лугу цветов — просто диву даешься. Колокольчики, васильки, кашка, ромашка. Не удержался и стал собирать букет. Отхожу от самолета все дальше. Смотрю, из-за холма что-то блеснуло. Раз, другой. Присмотрелся: это косари мне навстречу спешат. В основном женского пола. Обрадовался было. Да только вид у них чересчур воинственный. И косы держат, как пики. Впереди могучий мужик в выцветшем бархатном картузе.

— Вот он, — злобно так говорит и на меня вилами тычет, — германский шпион.

Я даже от неожиданности букет уронил. Все кругом шумят, а одна голенастая крестьянка, что побойчее, выступает:

— Наши в окопах гниют, а он для своей мамзели цветики собирает...

Тут я немного в себя пришел.

— Русский я, — говорю. — Пилот... — И на свой аэроплан показываю. А на нем, как на грех, еще английские опознавательные знаки. Союзников «подарочек».

— Пилот, а цветочки рвет, — заголосила самая «активная».

По-видимому, в ее голове никак не укладывалась сама возможность подобного сочетания.

— Шпион германский! — несется со всех сторон.

Сильна была в то время вера в вездесущих шпионов и лазутчиков. Все неудачи на фронте легко было списывать на их счет. И невдомек было многим, да и мне в том числе, что обер-шпион сидит в самом Генеральном штабе. Уже много позже узнали мы, что военный министр Сухоминолов продавал важнейшие военные секреты чуть ли не самому кайзеру, срывал и без того

скудные поставки на фронт оружия и боеприпасов, пытался прикрывать выпуск уникальных по тому времени русских бомбардировщиков «Илья Муромец». Но все это стало ясно потом. А тогда, как сейчас вижу: идет на меня мужик с вилами наперевес. Прямо-таки ослеп от злобы. А бабы все кричат: «Порешить его!»

Вытащил скоренько из внутреннего кармана документы.

— Вот мое удостоверение. Здесь все написано, что я русский пилот. Номер моего отряда...

Да где там, никто и не слушает. Тут один старичок, правда, засомневался:

— Может, и впрямь русский! И говорит по-нашему...

Но голенастая опять в крик:

— Какой русский! Брешет он все!

И вся армада опять на меня наступает. Бабы косами перед собой мельтешат. Могучий мужик совсем рядом дышит, аж вспотел от ярости.

Ну, думаю, плохо дело. А у самого ни браунинга, ни ракетницы, чтоб пугануть. Сунул ненужное теперь удостоверение в боковой карман кожаной куртки. Чувствую: что-то мешаает. Эге, да это электрическая свеча. Та самая, что в воздухе откачала. Выхватил ее, за кончик держу, как лимонку.

— Ложись! — кричу. — Сейчас взрыв будет!

И метнул свечу под ноги одноглазому. Тот так и грохнулся оземь. Бабы врассыпную. Особую прыть старичок развил, скроился в канавке. А я — ходу до своего аэроплана. Влетел в кабину, как шаровая молния. Сижу, сквозь прозрачный козырек наблюдаю. А что сделаю? Взлететь сам не могу, даже укрыться, как сейчас, кабинетным фонарем нельзя — не было его тогда. Очнутся мои недруги и «порешат» «ньюпор» вместе с его пилотом.

И вдруг слышу звон бубенцов. Из-за холма вынырнула таратайка. Пехотный офицер и еще двое в штатском. Видели, значит, как я снижался. Предъявил свое удостоверение. Офицер объяснил селянам, кто я есть.

Удивительное дело: заулыбались. Подошли ближе, крылья осторожно ощупывают. Помогли запустить мотор. Больше всех усердствовал тот могучий мужик.

На остальной части маршрута так же мягко светило солнышко. От земли шел запах скошенного сена. Изумрудные луга медленно проплывали под крылом. Но ощущения прежнего восторга у меня уже не было...

## ВОЛЬНООПРЕДЕЛЯЮЩИЙСЯ И АВТОР «МЕРТВОЙ ПЕТЛИ»

На русско-германском фронте Виктор Сергеевич служил в 6-й роте VII авиационного корпусного отряда. Бывший студент МВТУ, которому прочили профессорское кресло, стал вольноопределяющимся. Здесь, в действующей армии, судьба столкнула Кулебакина с В. Г. Соколовым —

одним из пионеров воздухоплавания, питомцем Севастопольской авиационной школы, которую он окончил в 1912 году. Случалось сообщать принимать им новенькие аэропланы и сразу же после испытательных полетов перегонять на Юго-западный фронт, в район Жолкиева. Здесь стоял XI корпусной авиационный отряд. Возглавлял его популярнейший летчик того времени, основоположник высшего пилотажа Петр Николаевич Нестеров. Он окончил ту же Гатчинскую авиационную школу, что и Кулебаки, но на год раньше.

Каждый аэроплан был в ту пору буквально на вес золота. Поэтому Соколов не раз упрекал меня:

— Ну что вы, вольноопределяющийся, придираетесь. Второй аэроплан отказывается принять. Так не годится...

— Но ведь у него же не отрегулировано управление,— возражаю я.— У самой земли аппарат начинает задирать нос.

— Так это же не худо: аэроплан быстрее уйдет в воздух.

— Не худо! — искренне удивился я.— Прошу посмотреть сюда.— И извлек из папки бережно сложенный лист ватмана, обернутый в голубоватый пергамент. Это был график знаменитой «поляры Жуковского».

— Вот смотрите. На взлете, когда еще скорость мала, угол атаки нельзя резко увеличивать. Иначе — срыв воздушного обтекания. Видите, как падает подъемная сила.

Мне вспоминались добрые глаза моего учителя — профессора Н. Е. Жуковского; всегда волнуемый, открывающий что-то новое, лабораторный практик; дискуссии о том, вытеснит ли дирижабль аэроплан; свою первую научную работу: «Вот вам, батенька, задание: опишите раскладку аэродинамических сил на этой диковинной кривой, которую хотят выписать в небе наши воздухоплаватели...»

Скрипучий голос не хотевшего сдаваться Соколова возвращал к действительности:

— Gladko было на бумаге, да забыли про овраги, а по ним ходить. Все это теория. Если тянет нос, то в случае чего прижму коленом рычаг. И все дела.

— Коленом-то прижать можно. На взлете. А в бою? — не сдавался я.

Соколов, конечно, догадывался, на что я намекал. В отряде Нестерова числилось десять летчиков. Но два из них были «безлошадные» — повредили свои аэропланы. Разбил самолет — значит, выбыл из строя. Вдобавок поручик Гавин сбился с курса, сел, израсходовав бензин, в непригодном расположении и вынужден был поджечь свой самолет. Поручик Мрачковский с наблюдателем Генерального штаба капитаном Лазаревым были сбиты во время разведки в глубоком тылу противника. Они вернулись на третьи сутки и привели с собой пленного австрийца (этот эпизод какой-то корреспондент «Нивы» по ошибке приписал Нестерову, что дало повод авторам его биографии повторить ошибку).

На всю русскую армию запасной самолет был только у Нестерова. Он его получил как награду за знаменитую «мертвую петлю» и ряд блестящих перелетов перед самой войной. Причем подаренный самолет «моран» развивал скорость 135 километров в час, то есть на 35 километров больше, чем «ньюпор». По тому времени это считалось уже достижением.

Так как у Нестерова было два самолета, то он полагал своим долгом выполнять задания за двух летчиков и летал утром и вечером. Крепким здоровьем он похвастаться не мог и сильно уставал от большого нервного напряжения. Не щадя себя, Нестеров долетался до того, что однажды, когда возвратился с разведки, упал в обморок. В этот день он летал три раза. Несмотря на требование врача перестать летать минимум месяц, Нестеров после двух дней отдыха снова был в воздухе.

Когда он погиб, совершив первый в истории мировой авиации воздушный таран, в некоторых газетных заметках, в особенности заграничных, Нестерова характеризовали как отчаянного человека («бесшабашная голова»), готового на то угодно, только бы прославиться. Эта характеристика ни в коей мере не соответствовала действительности. Нестеров, будучи новатором в области такого рискованного и, прямо скажем, небезопасного дела, как воздухоплавание (парашютов в ту пору у пилотов не было), каждое свое начинание долго вынашивал. Об этом я прекрасно знал. Еще будучи студентом, я восхищался не только природной интуицией «рыцаря неба», но и его глубоким проникновением в суть аэродинамики, постановкой таких проблем, которые подчас ставили в тупик не только летных инструкторов, но и ученых мужей. Нестеров доказывал, что в авиашколах курсантов обучают пилотажу неправильно, что для резкого, крутого поворота надо давать гораздо больший крен. Если же крен перейдет 45 градусов, утверждал Нестеров, то рули поворота и высоты меняют свое назначение. Местному авиационному начальству подобные высказывания казались невозвратительной ересью.

— А ведь прав-то поручик, — улыбаясь в густую бороду, говорил Жуковский о Нестерове на семинаре по теории воздухоплавания.

Прикинул и я на нескольких аэродинамических моделях: точно, прав. Возникает эффект перекрестного влияния каналов. Когда продольная плоскость аэроплана «уходит» от вертикали, аэродинамические рули словно меняются местами. Если пилот будет управлять по-прежнему, ему не миновать катастрофы.

Соколов, сослуживец Нестерова, рассказывал мне о жарких дискуссиях по теории и практике полета, которые велись в офицерском собрании на Печерске (рядом с Киево-Печерской лаврой, где стояла авиарота). Особенно запомнились мне слова Нестерова о воздухе как о рабочей среде воздухоплатателя. «Военный летчик должен владеть своим аэропланом в совершенстве, — убежденно говорил он. — Ему во

время войны придется вести воздушный бой, а для этого он должен уметь выходить из любого положения. В воздухе — везде опора».

«В воздухе — везде опора» — эта фраза пришла по душе профессору Жуковскому. И он любил, лукаво прищурясь, заканчивать ею доказательства далеко не простых законов аэромеханики.

На теоретических курсах авиации при МВТУ, которые с увлечением посещали почти все мы, студенты, обсуждалась еще одна идея «рыцаря неба» — возможность совершить на аэроплане «мертвую петлю». Совершить, несмотря на почти единодушное недоверие бывалых авиаторов и насмешки зарубежных авторитетов — теоретиков воздухоплавания.

И вот 27 августа 1913 года в Киеве на Святошинском аэродроме русский военный летчик выполнил первую в мире «мертвую петлю», получившую впоследствии название «петли Нестерова». Значение «петли Нестерова» в высшем пилотаже огромно. Выдающийся летчик Валерий Чкалов писал: «Мы с любовью и гордостью вспоминаем славного русского летчика — капитана Нестерова. Его «мертвая петля» стала достоянием многих советских авиаторов». Сохранился рисунок, вычерченный Нестеровым после «благословения» своего предприятия «отцом русской авиации» — профессором Николаем Егоровичем Жуковским.

## ЛЮБОВЬ К ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ

Кулебакин страстно увлекся не только воздухоплаванием, но и новой, совсем еще тогда молодой наукой — электротехникой. Предстояло решить множество технических проблем, чтобы электричество обрело права гражданства не только на земле, но и на борту летательных аппаратов.

Двадцатые годы XX века... Электричество дерзко «стартует» в небо. Однако на самолете ему еще не доверяют. Так, на самолет ставят электрические фары, но одновременно устанавливают и осветительные парашютные ракеты, приводимые в действие вручную при помощи бауленовского троса. В кабине монтируют внутренний телефон для связи между собой

членов экипажа, но тут же дублируют его архистаринной пневматической почтой. Здесь патроны с вложенными в них записками передаются от одного члена экипажа к другому по трубам, подгоняемые потоком встречного воздуха. То же касалось и внутрикабинного освещения. Опасаясь, что перегорят все лампочки, подсвечивающие пилоту аэронавигационные приборы, каждого члена экипажа снабжали карманным фонарем.

В этот период среди конструкторов самолетов и эксплуатационного персонала еще не было преодолено недоверие к авиаторам — специалистам по электротехнике. Несмотря на это, самолетные электрики Г. Н. Васильев, К. В. Рогов, В. П. Краснушкин, Б. Л. Кербер, Б. И. Овчинников и другие уже тогда смело предлагают использовать огромные и чрезвычайно гибкие возможности электрической энергии для измерения количества бензина в топливных баках, создания приборов для самолетовождения, приведения в движение аэродинамических рулей и т. д.

В то время я работал над разрешением крайне важных для авиации проблем, связанных с запуском и обеспечением бесперебойной работы авиадвигателя. В системе зажигания двигателя внутреннего сгорания для воспламенения горючей смеси применялось магнето.

Первые авиационные электротехнические приборы создавались на базе весьма упрощенных, прикидочных расчетов. Теории магнето в ту пору не было. Возникла настоятельная необходимость дать научно обоснованную оценку эффективности магнето различных типов, выпускаемых у нас и за рубежом. Это помогло бы нашим заводам наладить производство электрических систем зажигания, собранных по наилучшей схеме.

В России производство магнето было налажено на Подольском заводе швейных машин и на специальном небольшом заводике. Естественно, заводские конструкторы еще мало учитывали специфику работы и применения магнето на борту летательного аппарата. Оно было громоздким и довольно тяжелым. Но самое главное, электрические системы зажигания были недостаточно надежны.

Нам удалось нащупать «ахиллесову пятю» магнето, связанную с особенностями работы коммутационного устройства. Не прекращая исследований, я возглавил эксперименты в МВТУ, а затем и в ГЭЭИ — Государственном научно-экспериментальном электротехническом институте (ныне Всесоюзный электротехнический институт имени В. И. Ленина). В 1921 году я опубликовал теоретическое исследование физических процессов в магнето высокого напряжения. Оно подкреплялось результатами многочисленных экспериментов с новейшими моделями электроприборов завода



В. С. Кулебакин за настройкой схемы для снятия характеристик магнето.

Генерал-майор инженерно-технической службы, начальник кафедры Военно-воздушной инженерной академии имени профессора Н. Е. Жуковского **Винтор Сергеевич Кулебанин**. 1952 год.

и ряда важнейших иностранных фирм. Монография «Авиационные магнето высокого напряжения» стала впоследствии настольной книгой инженера-электрика. В ней впервые были подробнейшим образом рассмотрены весьма сложные явления, возникающие в электрических цепях со сталью, содержащих несимметричные воздушные промежутки.

В те годы в ГЭИ велись эксперименты по разработке специальных сплавов для постоянных магнитов. Возглавлял группу Н. А. Минкевич. Кроме меня, в его группе работали известные электротехники-материаловеды А. С. Займовский, А. М. Сенкевич и др. Усилиями этой группы, работавшей в творческом содружестве с заводскими инженерами, был создан специальный сплав—кобальтовая магнитная сталь. Она превосходила по всем основным характеристикам применявшиеся в ту пору хромистые и вольфрамовые стали. Авиационные конструкторы, озабоченные устрашающим ростом габаритов самолетной аппаратуры, получили хороший подарок: постоянный магнит стал совсем миниатюрным, не утратив всей мощи создаваемого им магнитного потока.

В 1924 году нам удалось создать первое отечественное магнето оригинальной конструкции. Это было первое в мире магнето так называемого коммутаторного типа. В нем применялись высококачественные кобальтовые стали. Магнето было портативным и весило совсем немного по сравнению с аналогичными зарубежными образцами. А главное, имело гораздо более высокие эксплуатационные и электрические характеристики, нежели выпускавшиеся в то время магнето различных типов.

Правда, это магнето было создано, так сказать, «на рост» нашей электротехнической промышленности, нацелено на перспективу. Кобальт в ту пору был весьма дефицитным. Поэтому тогда широкого применения это магнето, естественно, еще найти не могло. Лишь позднее оно получило распространение.

Другая находка нашей экспериментальной группы—создание противопомеховых бортовых устройств, повышающих чистоту радиоприема.

Еще на заре авиации первые радиосвязные устройства смело «шагнули» в небо. Уже в 1913 году отечественный четырехмоторный бомбардировщик «Илья Муромец» был оснащен радиотелеграфной станцией. В 1919 году при испытаниях радиотелефонного оборудования оказалось, что на земле оно работает вполне неплохо, но вот в воздухе... Во время полета в наушниках стоял такой треск, что разобрать команду с земли или самому пилоту передать вниз четкий доклад практически было невозможно. Система электрического зажигания, установленная на авиадвигателе,



прочно «забивала» все полезные радиосигналы. Это не удивительно: на самолете появились два оказавшихся «несовместимыми» высокочастотных устройства. Уровень радиопомех, создаваемых системой зажигания, был крайне высок.

Пришлось немало потрудиться, создавая различные системы экранирования. В результате удалось выявить природу и частотный спектр помех, а значит, и создать надежный экран, «не пускающий» их на вход радиоприемника. Роль экрана стала играть гибкая металлическая оплетка, которой окружали электропровода. Так, известный по опытам Фарадея его знаменитый металлический стакан пригодился и в воздухоплаваньи. С тех пор в автомобилях и на самолетах провода, по которым течет переменный ток, стали заключать в экранирующий металлический чулок.

Экранировка, правда, сама обусловила новую проблему: необходимость учитывать при конструировании так называемую «распределенную емкость» экрана. Дело в том, что даже изолированный провод, заключенный в известный «фарадезв стакан», не выпускающий наружу электромагнитные волны, сам становится электрическим элементом—конденсатором. Но конденсатором не обычным, емкость которого можно подсчитать по нехитрой формуле школьного учебника, а своего рода высоковольтной длинной линией электропередачи. А расчеты здесь неизмеримо сложнее. Вплоть до последнего времени оптимальная конструкция, расчет и монтаж экранированной системы зажигания—непростая задача и требует от авиационного инженера-электрика хороших практических навыков и солидной математической подготовки.