

# Особенности движения зарядов в вакууме и в проводнике. Экстратоки размыкания

Геннадий Ивченков, к.т.н.  
kashey@kwic.com

Проанализированы парадоксы в особенностях движения электронов в вакууме и в проводнике. Известно, что для движения электронов проводимости в проводнике требуется стороннее электрическое поле, в то время, как свободный заряд (заряженная частица) может двигаться в вакууме без сопротивления и внешнего поля. Рассмотрены существующие теории проводимости. Сделан вывод о необходимости дальнейшего исследования этого феномена. Рассмотрен феномен возникновения экстраток размыкания. Выявлен парадокс принципиального различия случаев замыкания и размыкания индуктивности. Высказано предположение о связи феномена мгновенного исчезновения магнитного поля при размыкании с «эффектом дальнего действия темной энергии»

## 1. Движение зарядов в вакууме и проводнике

- Свободный заряд (заряженная частица) может лететь в пространстве без торможения если на него не действуют сторонние поля.
- Для поддержания движение зарядов (тока) в проводнике необходим внешний (сторонний) источник ЭДС, создающий электрическое поле в проводнике. Квантовую теорию проводимости не рассматриваем, так как в ней полностью теряется физика процесса. Согласно же классической теории Друде – Лоренца (1) заряды в проводнике («электронный газ») образуются из внешних оболочек атомов и являются как бы «коллективными» для всех атомов проводника. Так как эти «коллективные» электроны как бы «свободные», то они имеют возможность теплового движения. При этом за счет теплового движения они развивают очень высокую скорость

( $V = \sqrt{\frac{3kT}{m_e}}$ ), но их длина пробега очень мала, так как они сталкиваются с

ионами решетки. Вообще-то, они сталкиваются не с ионами, а с их электронными оболочками, так как расстояние между ионами намного больше их размера и размера электрона (хотя положительно заряженные ионы, вообще-то, должны притягивать электроны). Модель эта, конечно, весьма приближенная – при «соударении» эти электроны возбуждают внешние оболочки ионов. При этом они тормозятся (отдают энергию внешним электронам оболочки), атом релаксирует и, соответственно,

излучает (тепловое излучение). Чем выше температура, тем больше скорость электронов и тем «глубже» электроны проникают в электронную оболочку атома, возбуждая нижние орбитали, которые при релаксации испускают излучение с большей энергией и с более короткой длиной волны ( $\nu = \frac{E}{h}$ ). Так как распределение скоростей электронов имеет случайный

характер, то и спектр теплового излучения – непрерывный.

- Так или иначе, при приложении сторонней ЭДС в проводнике появляется электрическое поле и сила, приложенная к зарядам. Электроны под действием силы вначале разгоняются по направлению поля, но сразу сталкиваются с ионами решетки и гасят скорость и тепловую и набранную за счет приложенного стороннего поля, передавая энергию ионам (1). Таким образом, скорость гасится, по идее, полностью (вся энергия электронов должна передаться электронной оболочке иона), но почему-то остается скорость дрейфа (упорядоченное движение) в направлении приложенного стороннего поля (?). Это, согласно данной теории, является как бы добавкой к тепловому движению электронов, так как тепловое движение направлено во все стороны одинаково и взаимно компенсируется. То есть, в отличие от случая свободного заряда, разгона заряда полем нет (он гасится при соударении) и остается только скорость дрейфа, зависящая от приложенного стороннего электрического поля, то есть, от силы, приложенной к заряду. Тепловое движение электронов (их соударение с ионами) не приводит к нагреву проводника, так как проводник находится в тепловом равновесии со средой. При дрейфе электронов появляется некая дополнительная вероятность соударения дрейфующих электронов с ионами. То есть появляется сопротивление движению и обмен энергией между электронами и ионами. В результате появляется электрическое сопротивление и нагрев проводника. Электрическое сопротивление также объясняется рассеянием электронов (они же являются и волной) на акустических колебаниях кристаллической решетки - фононах (рассеяние Бриллюэна). При температуре, близкой к абсолютному нулю тепловое движение электронов и колебания кристаллической решетки прекращаются и начинают действовать волновые свойства электронов, которые помогают электронам как бы «обтекать» ионы и электрическое сопротивление обнуляется. Таким образом получается, что скорость электронов проводимости при протекании тока в проводнике очень мала (мм/сек), но ток в проводнике устанавливается практически мгновенно (со скоростью света?) (1), так как заряды в проводнике как бы передают эстафету – электрическое поле заряда толкает соседний. При снятии сторонней ЭДС заряды мгновенно останавливаются. Причина такой «мгновенности» обсуждается ниже во втором разделе статьи. Кроме того, течение тока в проводнике замкнутого контура (например, соленоида) осложняется взаимодействием движущихся электронов проводимости с магнитным полем контура.
- Вообще-то, в этом разделе не сказано ничего нового - просто очень кратко изложены современные (и не очень) теории проводимости. Они, вроде бы, объясняют механизм движения зарядов (электронов) в проводнике. Но

парадокс остается – почему для движения электронов в проводнике необходимо прикладывать стороннее электрическое поле, в то время, как заряд движется в вакууме без сопротивления и при отсутствии электрического поля? А, если оно есть, то заряд в вакууме разгоняется, в то время, как для разгона заряда (электрона) в проводнике необходимо переменное (возрастающее) электрическое поле. И, опять же, если поле снимается, то заряды мгновенно останавливаются. Так что вопрос остается открытым.

## 2. Импульс размыкания. Экстратоки размыкания

**При заряде и разряде индуктивности импульсы фарадеевой ЭДС принципиально отличаются.** Автором были проведены измерения импульсов ЭДС, возникающих при заряде и разряде индуктивности. Схема измерений представлена на рис. 1. Катушка L1 с большим количеством витков периодически подключалась и отключалась от источника питания (12 В батарейка). Фарадеева ЭДС, возникающая при этом, снималась с катушки L2 с малым количеством витков, что снижает шунтирование контура L1 внутренним сопротивлением осциллографа. При заряде и разряде L1 импульсы ЭДС в соседнем контуре L2 регистрировались осциллографом (рис. 1).

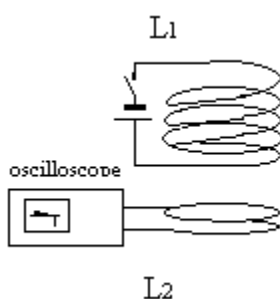


Рис. 1

Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

Зарегистрированные импульсы, приведенные на рис. 2А, это фарадеева ЭДС ( $E = f(t)$ ), наведенная в контуре L1 и трансформированная в контур L2. Она является производной от магнитного потока  $E_{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$  и, так как магнитный поток пропорционален току в

контуре, то  $E_{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt} \propto \frac{dI}{dt}$ .

Тогда импульсы тока в контуре L1, зарегистрированные в контуре L2, являются интегралом  $I = \int kE_{\Phi} dt$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности, связывающий  $\Phi$  с  $I$  и индивидуальный для каждого контура. Этот коэффициент назван индуктивностью контура  $L$  ( $\Phi = LI$ ) (1). Тогда выражение для тока будет:  $I = \int \frac{1}{L} E_{\Phi} dt$ . Графики фарадеевой ЭДС  $E_{\Phi}$  и тока  $I$  приведены на рис. 2В.

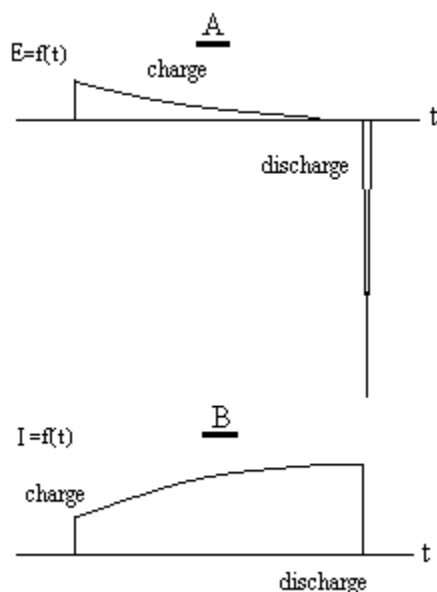


Рис. 2

На графике А можно видеть, что импульсы ЭДС при заряде и разряде  $L1$  принципиально отличаются как по полярности, так и по форме и амплитуде. При заряде вначале наблюдается практически мгновенное появление фарадеевой ЭДС (рис. 2), которая затем плавно спадает - так импульс переходит в постоянный ток, который не наводит фарадееву ЭДС. При отключении  $L1$  от источника питания возникает очень короткий импульс противоположной полярности с большой амплитудой на порядки превышающей напряжения питания, которая зависит от времени разрыва цепи. В данном случае импульс ЭДС при замыкании питания  $L1$ , зарегистрированный в  $L2$ , составил порядка 1 В, в то же время, как импульс ЭДС в  $L2$  при размыкании  $L1$  был более 20 В.

Получается, что ток в  $L1$  появляется сразу, вызывая появление импульса фарадеевой ЭДС, которая затем плавно спадает по мере зарядки индуктивности.

Форма импульса тока (рис. 2В) представляет собой прямоугольник с сглаженным углом при заряде и с прямым углом при размыкании. То есть, ток в контуре выходит на стационарное значение не сразу, а в течении некоторого времени, в то время, как ток при размыкании прекращает течь практически мгновенно.

Для примера на рис. 3 приведен график прямоугольного импульса тока и его

производной  $\frac{dI}{dt}$ :

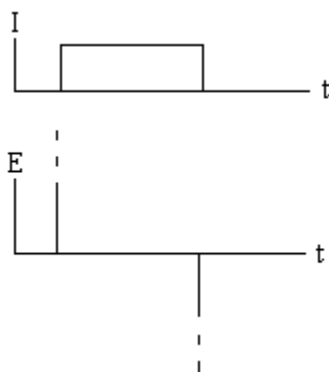


Рис.3

Кстати, импульс ЭДС при размыкании напоминает дельта-функцию – импульс бесконечно большой амплитуды за бесконечно малое время. Дельта-функция является производной ступенчатой функции Хэвисайда. Их формы приведены на рис. 4.

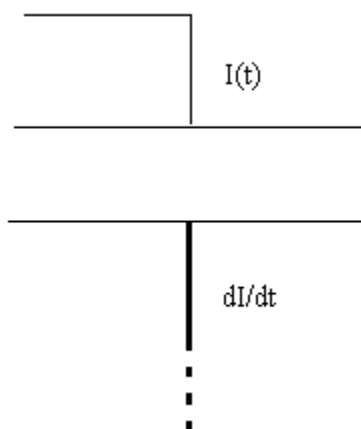


Рис.4

Получается, что ток при размыкании прекращается практически мгновенно. Магнитное поле катушки тоже исчезает мгновенно. Тогда ускорение (отрицательное) электронов получается как бы бесконечно большим. Соответственно, фарадеева ЭДС также получается бесконечно большой.

Появление тока при замыкании и его прекращение при размыкании в некоторых источниках иллюстрируется течением воды в трубе. Открыли заслонку и вода сразу потекла. Закрыли – сразу остановилась. Но для воды это не так. Участки воды «обмениваются между собой информацией» за счет акустической волны в среде. Когда открываем заслонку вода на другом конце трубы не сразу начинает течь, а с задержкой

$\Delta t = \frac{l}{v}$ , где  $l$  - длина трубы, а  $v$  - скорость звука в воде (порядка 1 км/сек). При этом

на конце трубы у заслонки образуется разрежение. При закрытии заслонки вода на другом конце еще не знает, что нужно остановиться и продолжает течь, давя на остановившуюся воду у заслонки и создавая приличное давление. Это называется «гидроударом», который иногда разрывал трубы, вызывая аварии. При этом труба должна быть длинной и полностью заполненной водой.

**В принципе, аналогию «гидроудара» можно было бы использовать и для случая течения тока в проводнике.** В этом случае задержка составляет  $\Delta t = \frac{l}{C}$ , где  $C$  – скорость света в предположении, что скорость распространения поля заряда в проводнике равна  $C$ . Тогда ток на другом конце проводника продолжает течь в течении времени  $\Delta t$  и на разомкнутом конце проводника концентрация электронов должна резко возрасти (как гидроудар). Соответственно возрастает и заряд и напряжение между концами проводника создавая искру. Так как  $\Delta t$  очень мало, то это смотрится как бесконечно короткий импульс. Все бы было хорошо – это объясняет появление высокого напряжения при размыкании, но это должно было бы работать для прямого проводника с очень малой индуктивностью (катушку индуктивности пока не рассматриваем) одинаково и при замыкании и при размыкании (см. графики на рис. 3). То есть, при замыкании ток на дальнем конце еще «не знает», что нужно течь. На замкнутом конце появляется разряжение электронов проводимости и положительный заряд, который должен также вызывать искру. **Но вот это для прямого проводника не наблюдается - нет никакого импульса высокого напряжения ни при замыкании, ни при размыкании.** Это распространяется также и на безиндукционные катушки с бифилярной намоткой.

Считается, что при зарядке индуктивности возникает противодействие движению заряда, приводящее к установлению постоянного тока в катушке индуктивности (известно, что при постоянном токе в катушке фарадеева индукция отсутствует). То есть, это что-то вроде электродинамической инерции (принцип Ленца), а приложенная для разгона энергия переходит в энергию магнитного поля с некой задержкой. Причем, как и механическая инерция, она не тормозит заряды, а как бы препятствует их разгону. А при размыкании цепи она, соответственно, должна препятствовать мгновенной остановке тока – картина должна быть симметричной. Соответственно, возникает фарадеева индукция, распространяющаяся и на расположенные рядом контуры, что и наблюдается (см. рис. 1, 2).

Но, вопреки высказанному предположению о симметричности, для замкнутого контура (индуктивности) картина получается принципиально другая – медленное замыкание с небольшой амплитудой сигнала и очень короткий импульс размыкания с очень большой амплитудой сигнала (рис. 2). И формы сигналов принципиально другие. Тогда получается, что в этом случае механизмы нарастания тока и его прекращения – другие.

Тогда получается, что при размыкании принцип Ленца не действует и не препятствует остановке тока – ток останавливается мгновенно. На графике  $\Phi_t$  появляется ступенька, производной от которой является очень короткий импульс с большой амплитудой (рис. 2, 3), похожий на Дельта-функцию (рис. 4). А энергия, запасенная в индуктивности, мгновенно отдается в виде импульса. Возможно длительность импульса не бесконечно мала, а равна  $\Delta t = \frac{l}{C}$  - времени прохождения некой волны вдоль проводника, если, конечно, она движется со скоростью  $C$ . И здесь, опять же, почему-то не работает инерция Ленца, которая должна препятствовать мгновенной остановке тока.

**Существуют несколько вариантов формального объяснения импульса размыкания:**

Например, это иногда объясняется формулой для постоянной времени последовательной цепочки L R:  $\tau = \frac{L}{R}$ , где L – индуктивность, R – сопротивление. Так

как катушка индуктивности имеет сопротивление R, то при замыкании контура время его зарядки определяется по этой формуле и, следовательно, ток в катушке устанавливается не сразу, а с задержкой. При размыкании сопротивление контура R практически становится бесконечно большим и тогда постоянная времени  $\tau \rightarrow 0$ . Все это было бы хорошо, но это только формальное объяснение, не отражающее физики процесса, так как **ток не может течь в сопротивлении с  $R \rightarrow \infty$**  (тем более, что там разрыв контура, а не некий проводник с  $R \rightarrow \infty$ ) и, таким образом, эта формула – чисто формальная и для нахождения постоянной времени разряда  $\tau_p$  не работает.

Тогда, если в данном случае индуктивность участвует в задержке импульса при замыкании ( $\tau = \frac{L}{R}$ ), то выходит, что, так как при размыкании формула  $\tau = \frac{L}{R}$  не работает, то получается, что при размыкании индуктивность как бы не участвует, а имеет место только «мгновенная» (за время  $\Delta t = \frac{l}{C}$ , где l - длина проводника)

остановка тока? Кроме того, величина тока в установившемся режиме никак не зависит от индуктивности, а зависит только от активного сопротивления катушки

$I = \frac{U}{R}$ . А, так как ток не зависит от индуктивности катушки, то согласно «гидроудару»

импульс размыкания должен быть такой же, как будто бы индуктивности вообще не было (просто проводник – см. выше по тексту). А индуктивность создает в этом случае только задержку импульса при замыкании  $\tau$ . В литературе (3) обычно опускается случай размыкания без нагрузки. Там «для наглядности» контур при размыкании подключают к нагрузке, например, к лампочке, которая при размыкании ярко вспыхивает – вот мол энергия, накопленная в индуктивности возвращается. А вы попробуйте без нагрузки. Тогда куда же переходит энергия, накопленная в индуктивности? Понятно, что в энергию импульса. А если сопротивление при размыкании стремится к  $\infty$ ? Тогда мощность импульса ( $P = I^2 R$ ) и при  $I \rightarrow \infty$  и  $R \rightarrow \infty$  и  $P \rightarrow \infty$ ? А этот импульс – это же фарадеева ЭДС за счет мгновенного изменения магнитного поля. То есть получается, что поле заряжается медленно за время  $\tau$ , а разряжается мгновенно. Интересно, а если заряжать сверхпроводящую катушку, у которой сопротивление практически отсутствует. И какое же время зарядки  $\tau$  будет? Равно нулю, а ток зарядки равен бесконечности?

Также существует другое объяснение (опять же, формальное) аномально высокого напряжения при размыкании. Согласно закону Ома  $U = IR$ . И, если ток продолжает течь («гидроудар»), а сопротивление стремится к  $\infty$ , то и напряжение  $U \rightarrow \infty$ . Все бы было ничего, но ток принципиально **не может течь по некому проводнику с «сопротивлением»  $R \rightarrow \infty$** . Так что и это «объяснение» не работает.

Считается, что в магнитное поле катушки при зарядке перекачивается энергия

$E_m = \frac{LI^2}{2}$ , которая «по идее» должна отдаваться при размыкании, что и происходит.

Это никак не укладывается в принцип «гидроудара». **Кстати** (как было отмечено

выше), в обычном проводнике или в безиндукционной катушке импульс размыкания не наблюдается. Выходит, что импульс размыкания непосредственно связан с индуктивностью, а «гидроудар» здесь не работает. И импульс размыкания непосредственно связан с магнитным полем, а не со скоростью распространения поля в проводнике.

Ситуацию может несколько прояснить достаточно обоснованное предположение (2) о том, что магнитное поле, так же как и электрическое является деформацией некой «тонкой структуры эфира» (в (2) ее назвали электродинамической «темной энергией» (не путать с «антигравитационной «темной энергией», расширяющей Вселенную), которая возникает как результат движения зарядов в этой среде. Согласно этому предположению импульс тока за время  $\tau$  постепенно «взводит пружину» деформируя «темную энергию». Эта «деформация» держится пока в катушке течет установившийся ток. И эта «деформация» мгновенно исчезает, возвращаясь в исходное положение («пружина спускается»), высвобождая запасенную энергию, а «спусковым крючком» является мгновенная остановка тока в контуре.

Считается, что, индуктивность  $L$  и энергия поля  $E_m = \frac{LI^2}{2}$  зависят от объема

соленоида (катушки):  $L = \mu_0 n^2 W$  (2), где  $W$  – объем контура ( $W \approx dl$ , где  $d, l$  – диаметр и длина катушки),  $n$  – число витков в катушке («деформация» от каждого витка складывается). Тогда получается, что «темная энергия» содержится в объеме катушки и деформируется протекающим током, то есть как бы сжимается как газ в объеме. Необходимо отметить, что, вообще-то, область магнитного поля не ограничивается катушкой, а выходит за ее пределы. То есть в этом предположении есть существенное допущение, такое же, как и в законе Фарадея, где учитывается только магнитный поток, пересекающий контур. Тогда, если предположить, что деформация «среды» есть ее давление, то при снятии каким-либо образом этого давления («открытия баллона»), «газ» как бы расширяется. То есть, при прекращении течения тока эта структура как бы мгновенно расширяется (снимает деформацию) до исходного значения (что-то вроде адиабатического расширения газа при взрыве), вызывая импульс ЭДС. Причем, есть два варианта появления импульса ЭДС.

- Первый – это классический фарадеев из за быстрого изменения магнитного потока  $U_\Phi = \frac{d\Phi}{dt}$ .
- Второй – лоренцев из за «разлетания» магнитного поля («темной энергии») из катушки при его «расширении»  $U = Bvl$  при  $B \perp v$ . Или  $F = q[\vec{v} \times \vec{B}]$ , где  $F$  – сила, приложенная к зарядам в проводнике. Тогда, если «взрыв» идет во все стороны, то проводник как вы движется относительно «убегающего» поля и относительная скорость поле-проводник направлена внутрь катушки. Все было бы ничего, но если разобраться поточнее, то получается, что эта модель не работает. В работе (5) была сделана попытка сведения воедино фарадеева и лоренцева механизма наведения ЭДС (как раз для подобного случая), которая оказалась неудачной. Эти два механизма отличаются принципиально и движение проводника относительно поля не аналогично движению поля («магнитных силовых линий») относительно проводника. То есть, аналогия с «расширяющимся газом» не работает.



Таким образом, остается только фарадеев вариант наведения импульса размыкания  $U_{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$ . Тогда получается, что магнитное поле может мгновенно

обнуляться в объеме катушки  $L$ , выделяя накопленную энергию подобно взрыву.

То есть, деформация «темной энергии» может мгновенно сниматься. Это что-то похожее на заводную пружину – заводится медленно, а спуститься может почти мгновенно, выделив запасенную энергию. Такое мгновенное действие может быть следствием «дальнодействия», когда изменения полей (гравитационного, электрического и магнитного) мгновенно передаются без задержки на другой конец Вселенной (на гравитационном «дальнодействии» стоит вся небесная механика). То есть, изменение деформации «темной энергии» является ступенчатым импульсом (не волной), который появляется во всех «уголоках Вселенной» сразу же и одновременно. Механизм этого явления не известен.

Если же катушку (пружину) соединить с нагрузкой, то выделение энергии будет постепенным с такой же скоростью, как и зарядка ( $\tau = \frac{L}{R}$ ). Но вот зарядить

индуктивность (завести пружину) мгновенно не удастся, если это не сверхпроводник (интересно, кто-нибудь это пробывал сделать?). В частности, на «Большом коллайдере» стоят мощные сверхпроводящие электромагниты, запитываемые униполярным генератором. Как там с зарядом и разрядом? Впрочем, у такого генератора тоже есть внутреннее сопротивление  $R$  (правда, крайне малое), через которое и осуществляется заряд. А если сделать униполярный генератор со сверхпроводящим диском, который заряжает сверхпроводящий магнит?

Вообщем, вопрос остается открытым.

### 3. Выводы

Таким образом, согласно (2) можно обосновно предположить, что ток, текущий в контуре взаимодействует с электродинамической «темной энергией» (то есть заряды летят в среде, именуемой «темной энергией»), деформируя эту структуру (что-то вроде ударной волны). Динамическая деформация ее и есть магнитное поле (таким образом магнитное поле визуализирует «темную энергию»). Причем, так как «темная энергия» всегда изначально деформирована внешними источниками на всех уровнях (начиная с галактических), то деформация, вызванная током в контуре является как бы «дополнительной» и после отключения тока она возвращается к исходному значению. В эту «дополнительную деформацию» перекачивается энергия, затраченная на преодоление электродинамической инерции – что-то вроде перехода кинетической энергии в потенциальную. Эта энергия «законсервирована» пока в контуре течет ток. Отключение его мгновенно высвобождает накопленную энергию. Ток останавливается и магнитное поле сразу исчезает, создавая импульс фарадеевой ЭДС. Формально длительность импульса размыкания равна  $\tau = \frac{L}{R}$  и, если  $R \rightarrow \infty$ , то  $\tau \rightarrow 0$ . Такой подход, как было отмечено выше, является неправильным – ток не может течь в проводнике с сопротивлением  $R \rightarrow \infty$  (тем более в разрыве контура), и симуляция импульса размыкания «гидроударом» также является неправильной. Длительность импульса размыкания и его амплитуда зависят от реальной нагрузки с  $R \neq \infty$ , в

которой реально может течь ток – вот тогда-то и работает формула  $\tau = \frac{L}{R}$ . Так как не существует измерительных приборов с входным сопротивлением  $R \rightarrow \infty$ , то измерить теоретически возможную величину импульса размыкания нельзя принципиально. Тем не менее, используя импульс размыкания в цепи с большим сопротивлением, можно, например, получить 1000 В от источника в 9 В (автор статьи это использовал в одном из приборов). Импульс размыкания широко используется на практике, например в системах зажигания автомобилей. Опять же, какой теоретически может быть длительность и амплитуда импульса – неизвестно. Это зависит от скорости распространения электрического и магнитного полей. То есть, или мгновенно (при «дальнодействии»), или со скоростью  $c$ .

Таким образом, при ускорении заряда приложенным электрическим полем появляется вторичное (фарадеево) электрическое поле. Различаются два случая – движение и разгон свободного заряда и зарядов в проводнике:

- Свободный заряд (заряженная частица) может лететь в пространстве без торможения если на него не действуют сторонние поля.
- Для поддержания движения зарядов (тока) в проводнике необходим внешний (сторонний) источник ЭДС, создающий электрическое поле в проводнике.
- Разгон свободного заряда осуществляется приложением любого (постоянного или переменного) электрического поля (1).
- Для ускорения зарядов в проводнике необходимо приложить возрастающую разность потенциалов от внешнего источника ЭДС. Мгновенно ускорится заряд не может.
- В обоих случаях фарадеево электрическое поле, в отличие от трехмерного электростатического, является направленным, вектор напряженности которого направлен вдоль вектора скорости и противоположен ему по направлению согласно принципа Ленца, что действует на свой заряд как инерция, препятствуя ускорению заряда.
- При отключении сторонней ЭДС, заряды в проводнике тормозятся с отрицательным ускорением, вызывая появление фарадеевой ЭДС. Причем, если разгон заряда может быть растянут по времени (индуктивность как бы заряжается), то при мгновенном отключении внешней ЭДС заряды в проводнике стремятся мгновенно остановиться. При этом отрицательное ускорение стремится к бесконечности, что вызывает очень большой импульс фарадеевой ЭДС (экстратоки размыкания), а энергия импульса равна энергии, запасенной в индуктивности при зарядке.
- В данном исследовании механическая инерция электронов не учитывается так как скорость электронов проводимости ничтожна (мм/сек), хотя формально она должна присутствовать как при замыкании, так и при размыкании.
- Симуляция импульса размыкания «гидроударом», которая часто используется в литературе, является неправильной.
- Объяснение импульса «разлетом» магнитного поля из катушки при размыкании является неправильным.

- Объяснения, основанные на формулах  $\tau = \frac{L}{R}$  и  $U = IR$  являются чисто формальными и неправильными, так как не отражают физики процесса хотя бы потому, что ток не может течь в некоем сопротивлении с  $R \rightarrow \infty$  и, особенно, в разрыве цепи.
- При размыкании магнитное поле в катушке мгновенно исчезает. То есть, мгновенно снимается деформация «темной энергии». Таким образом, мгновенное изменение состояния «темной энергии» является ее свойством, которое, по-видимому, связано с «эффектом дальнего действия темной энергии».
- Так как в безиндукционной катушке (с бифилярной намоткой) или в прямом проводе магнитное поле отсутствует и энергия не запасается, то, не смотря на ускорение зарядов при размыкании, импульс ЭДС не возникает.
- Мгновенно зарядить индуктивность невозможно. Заряд всегда идет через, как минимум, внутреннее сопротивление источника.
- Согласно (2) во всех случаях торможение и разгон заряда происходят в среде, предположительно именуемой «тонкой структурой эфира» или электродинамической «темной энергией» (не путать с «антигравитационной темной энергией», будто бы вызывающей расширение Вселенной). Электрическое и магнитное поля являются ее деформациями (статической и динамической). Она консервативна и противодействует изменению деформации (в данном случае изменению магнитного поля), создавая что-то вроде упомянутой электродинамической инерции (принцип Ленца). Ускорение заряда заряжает энергией эту среду (как пружину), которая отдает эту энергию при торможении (при отключении внешнего источника ЭДС). КПД этого процесса очень высок и приближается к единице. Вторичное фарадеево электрическое поле распространяется за пределы заряда и взаимодействует с другими зарядами. Фарадеева ЭДС, создавая вторичное электрическое поле, не тормозит свой заряд и связанную с ним частицу (оно действует на свой заряд как инерция). В частности, у электрогенераторов без нагрузки электродинамическое сопротивление отсутствует.

## Литература:

1. Яворский, Детлаф, «Справочник по физике», Наука, Москва, 1964
2. Г. Ивченков, «Темная энергия» и «темная материя», <http://new-idea.kulichki.net/?mode=physics>
3. «Индуктивность», Википедия, <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>
4. «Самоиндукция», <https://zaochnik.com/spravochnik/fizika/magnitnoe-pole/samoinduksija-energija-magnitnogo-polja/>
5. Г. Ивченков, «К вопросу об объединении фарадеевой и лоренцевой индукций в единый механизм», ИИИ, <http://www.ivchenkov.iri-as.org/index.html>