

Инж. В. К. ЩЕРБАКОВ.

## О ВЛИЯНИИ ИМЕЮЩЕГОСЯ У ЭЛЕКТРОДОВ ИЗОЛЯТОРОВ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ЗАПАС ПРОЧНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ВОЛН АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ.

### I.

Как известно, большая часть случаев перекрытия изоляторов на линии вызывается атмосферными перенапряжениями, которые имеют чаще всего характер импульсов с продолжительностью, не большей 100 микросек. Способность изоляторов выдерживать без разряда действие импульсов характеризуется величиной минимального разрядного напряжения. Это понятие предполагает, что мы имеем дело с конкретной формой кривой напряжения в зависимости от времени. Эту зависимость можно выразить так:

$$V = V_a f(t)$$

где  $V_a$  — есть амплитуда импульса, а  $f(t)$  — некоторая функция времени. Во всей совокупности импульсов, которые обладают тем или иным значением  $V_a$ , но определенным выражением  $f(t)$ , мы имеем некоторое определенное значение  $V_a$ , стоящее на границе между значениями, вызывающими и не вызывающими разряда. Эту величину и называют „минимальным импульсным разрядным напряжением“. Оно, следовательно, связано с определенным ходом функции  $f(t)$ . Ход импульса и, соответственно  $f(t)$ , состоит обыкновенно, как показывает ряд катодных осциллограмм, снятых на линиях, из одной восходящей от нуля до  $V_a$  части, называемой „фронтом“ импульса и ниспадающей после  $V_a$  части, называемой „хвостом“ импульса и иногда переходящей на некотором протяжении через нулевую линию. Если на изолятор действует импульс, амплитуда которого немного превышает минимальное разрядное напряжение, то в некоторый момент на хвосте импульса происходит разряд по изолятору, при чем фактическое напряжение в момент, непосредственно предшествующий разряду, ниже амплитуды импульса. Время, истекшее до фактического разряда, называют „временем запаздывания“, при чем таковое принято теперь отсчитывать от момента на кривой импульса, соответствующего амплитуде 50-периодного разрядного напряжения, хотя было бы принципиально правильнее отсчитывать его от момента,

соответствующего разрядному напряжению при выпрямленном напряжении, каковое несколько выше предыдущего.

В течение последних лет было произведено в Америке несколько работ, относящихся к измерению импульсных разрядных напряжений и времени запаздывания. В этих работах еще не подвергался рассмотрению вопрос о влиянии напряжения, которое имелось на объекте до действия импульса, на величину разрядного напряжения и время запаздывания. В большинстве этих опытов объект не был под напряжением в момент, предшествующий действию импульса, а в других был под выпрямленным напряжением случайной величины. В данной работе и поставлен на изучение вопрос о влиянии начального напряжения.

В работе высоковольтной аппаратуры иногда приходится встречаться с явлением коронирования на тех или других элементах устройств. Существуют конструкции, как принятые у втулок АЕГ коронирующие кольца, у которых намеренно пользуются этим явлением для того, чтобы достичь определенного положительного технического результата, именно повышения разрядного напряжения, обнаруживаемого при 50-периодном испытании,—или как кольца из плоского железа, применяемые в качестве защитной арматуры для гирлянд на американских линиях передач на 220 кв., где можно ожидать, что при неблагоприятной погоде на них появится корона при рабочем напряжении. Практически разрядное напряжение при таких кольцах при 50-периодном испытании лишь немного ниже, чем у гирлянд, защищенных кольцами немецкой конструкции. Естественно, отсюда возникает вопрос о том, не влияет ли присутствие короны на минимальное разрядное напряжение.

Основание к тому, чтобы ожидать такого влияния, в следующем: при действии импульса, по достижении последней величины коронного напряжения, возникают частичная ударная ионизация и объемные заряды в некоторой зоне электрического поля. При наличии уже до действия импульса некоторой ионизации и объемных зарядов в поле—можно было бы предполагать, что уже как бы пройдены некоторые предварительные этапы разряда и вследствие этого укорачивается его время запаздывания и поэтому, при ионизированном промежутке минимальное разрядное напряжение должно снизиться.

Еще одно обстоятельство заставляет также думать о значительной роли предварительной короны на электродах изоляции, подверженной импульсным перенапряжениям. Это обстоятельство заключается в том, что разряд между шарами, при небольших расстояниях между ними, при приложении импульсных напряжений идет без запаздывания или почти без запаздывания. То же самое наблюдается при разрядах под воздействием импульсов в случае пластинчатых электродов с закругленными краями. Т. е. там, где электроды образуют более или менее равномерное поле, разряд при импульсах идет без запаздывания. Объяснить подобное явление можно просто: под влиянием электрических сил поля ударная иони-

зация возникнет одновременно во всех частях поля и в этом случае не требуется времени на все большее и большее расширение зонь ударной ионизации.

С этой точки зрения выходит, что если какие-то условия делают вокруг электродов, с неравномерным полем между ними, некоторую зону проводящей, тем самым выравнивают поле между электродами, то на пробой искрового промежутка при этих условиях потребуется значительно меньшее время или совсем не потребуется, в масштабах наших измерений времени.

Можно полагать, что корона как раз является таким условием.

Корона как бы расширяет об'ем электрода, выравнивает до некоторой степени поле и приближает это поле к полю между шарами или цилиндрами большого диаметра.

Координация изоляции в целях защиты от перенапряжений начинает широко применяться в настоящее время. Импульсные характеристики изоляции являются при этом основой координации. Импульсные характеристики представляют собою связь амплитуды импульсного разрядного напряжения или коэф. импульса и время запаздывания. Превышение же амплитуды импульсного разрядного напряжения над значением разрядного напряжения при 50 периодах, связан с необходимостью затраты некоторого времени на процесс разряда. Воздействуя т. о. на время запаздывания разряда, можно совершенно изменять импульсные характеристики изоляции.

При этом условии мог бы быть иной подход при выборе и конструировании изоляции электрических установок, обычно подверженный в эксплуатации воздействию импульсными напряжениями, через различного рода перенапряжения.

## II.

Для исследования поставленного выше вопроса автором, пользуясь оборудованием Отд. Выс. Напр. Всесоюзного Электротехнического Ин-та, было поставлено значительное число экспериментов.

В основном содержание опытов сводилось к выявлению коэф. импульса при разряде на электродах, подверженных предварительной короне.

Было рассмотрено влияние на коэф. импульса короны постоянного тока и короны переменного синусоидального тока (50 пер/сек). При этом особое внимание уделено выявлению значения фазы короны переменного тока в момент приложения импульса. Интенсивность короны также менялась.

Опыты начаты с наиболее простого об'екта—острий. Затем испытаны кольца втулок АЕГ и защитные кольца подвесных гирлянд. Предварительное испытание острий имело целью выяснение наиболее правильного направления опытов с последующими об'ектами.

Импульсное напряжение получилось от ударных контуров, соединенных по схеме Магх'а. Амплитуды импульсов измерялись искровыми вольтметрами. Желаемая форма импульсов достигалась подбором определенной величины сопротивлений утечки.

Принципиальная схема опытов представлена на рис. 1.

На электродах изолятора, помощью источника постоянного или переменного тока, создается разность потенциалов, больше т. н. начального напряжения коронирования. Изменяя разность потенциалов на электродах изолятора, меняют интенсивность короны на электродах.

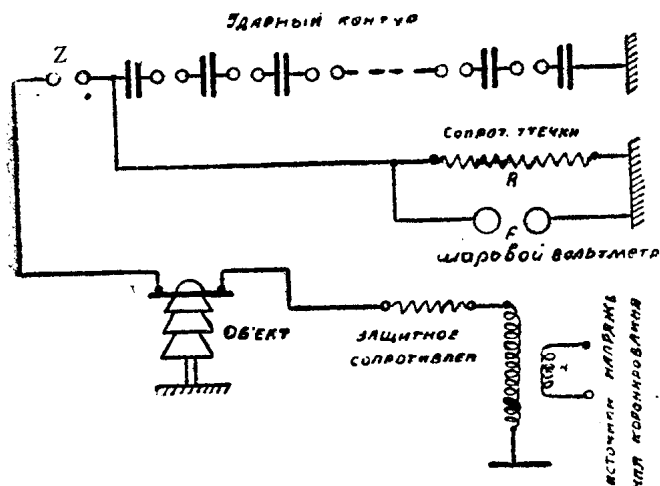


Рис. 1.

Импульсные напряжения формы, представленной на фиг. 2, генерирует ударный контур, который во время своей зарядки отделен от объекта искровым промежутком Z. В противном случае зарядное напряжение контура внесло бы дополнительное коронирующее

воздействие на электроды изолятора.

Форма импульса контролировалась вычислением и осциллограммами. Вычисления и осциллограммы показали, что фронт импульса во время всех опытов оставался достаточно крутым (1—2 ми-сек.) и что след. процессом на фронте импульса можно было пренебречь.

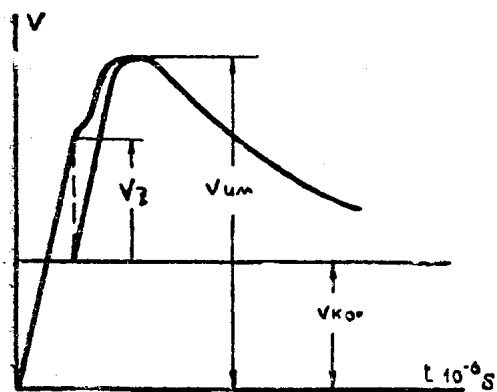


Рис. 2.

Влияние хвоста импульса (см. рис. 2) можно ожидать более значительным и потому в продолжении всех опытов контроль формы хвоста был обеспечен.

Схема ударного контура позволяет варьировать форму хвоста в широких пределах. Для этого необходимо изменять величину сопротивления утечки. В самом деле, закон изменения напряжения на хвосте импульса выражается формулой:

$$V_x = V_a' e^{-\frac{t}{Rc}}$$

(разряд емкости на омические сопр.),

где  $V_a$  — амплитуда импульса,

$V_x$  — мгновенное значение импульса в зоне хвоста в момент времени  $t$ , которое отсчитывается от фронта волны, принимаемого, ради простоты операции, за вертикальный.

Время спада напряжения импульса на хвосте до половины значения амплитуды (см. рис. 2), которое принято в американской

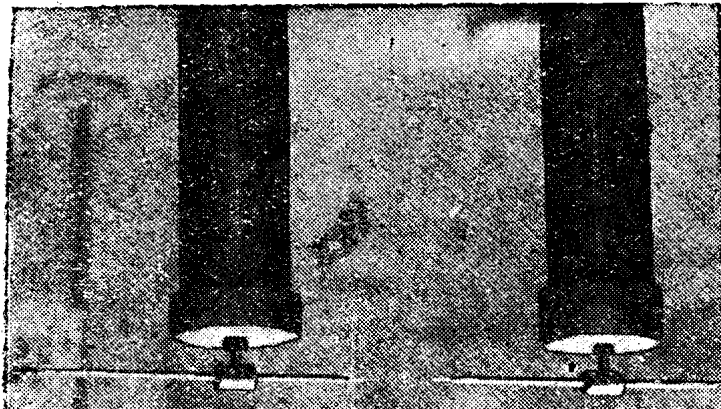
литературе, называть длину импульса, и которое обычно выра-  
жается в микросекундах—получается отсюда как:

$$t_0 = \ln 2 CR$$

### III.

## КОРОНА ОТ ВЫПРЯМЛЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Импульсное напряжение получается от ударного контура, состо-  
ящего из 2-х элементов  $C_1$  и  $C_2$ , емкостью каждый—0,0154 микро-  
фарады. Контур питается от выпрямительной установки с максимаь-



Объект — острия (рис. 3).

Схема для получения отрицательного импульсного напряжения  
короны от постоянного напряжения: знак короны — \*

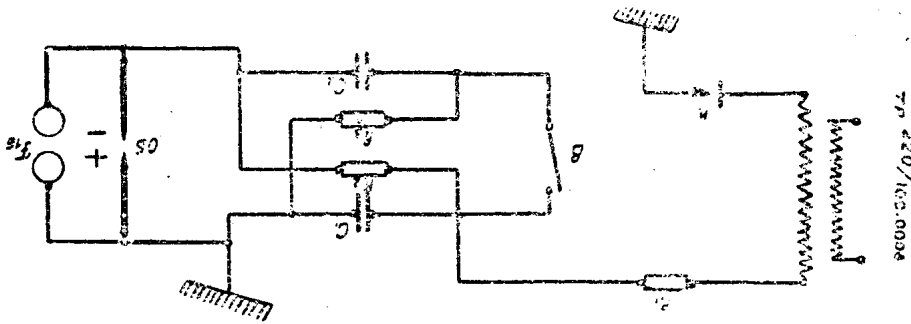


Схема работы (рис. 4).

ными напряжениями 100 киловольт. Наибольшее напряжение кон-  
тура (амплитуда)—180 киловольт.

В этом случае

$$t_0 = \ln 2 CR = 0,6931 \cdot 0,0154 \cdot R = 0,00106 R \text{ мк-сек, т. е. для полу-}$$

чения импульсов длиной: 10, 20, 30 и т. д. микросекунд, нужно  
взять сопротивлений утечки примерно: 1000, 2000, 3000 и т. д. омов.  
Падение напряжения конденсаторов может зависеть от сопро-  
тивления  $R_1$ . В случае недостаточно большого сопротивления  $R_1$ ,  
трансформатор может подпитывать конденсаторы в момент раз-  
рядки и тем самым увеличивать длину импульса. В данном случае

сопротивление  $R_1$  выбиралось порядка нескольких сот тысяч омов и его влияние т. о. было исключено.

Управление схемой заключалось в следующем. При разомкнутом выключателе „В“ производится зарядка конденсатора  $C_1$  через сопротивление  $R_1$  и конденсатора  $C_2$  через сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . Затем замыкается выключатель „В“ и соединяет конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  последовательно.

Скорость нарастания импульсного напряжения определяется сопротивлением дуги выключателя „В“. Включение проводилось путем падения массивной штанги, обладающей к моменту возникновения дуги, значительной скоростью, гарантирующей быстрое падение сопротивления дуги. Как уже указывалось выше, подсчеты и осциллограммы подтвердили предположение о большей скорости нарастания напряжения на фронте импульса (порядка  $1/2$ —2 микросекунд).

Безусловно нужно было ожидать значительного влияния на результаты эксперимента знака импульса и знака короны. Поэтому исследование велось при различных знаках импульса и короны. Схема фиг. 4 дает импульсы знака „—“ (везде будет понимать полярность относительно земли) и корону тоже со знаком „—“.

Импульсы положительной полярности получались по схеме рис. „5“.

При разомкнутом выключателе „В“ и расстоянии между шарами искрового промежутка „F“, несколько большем пробивного расстоя-

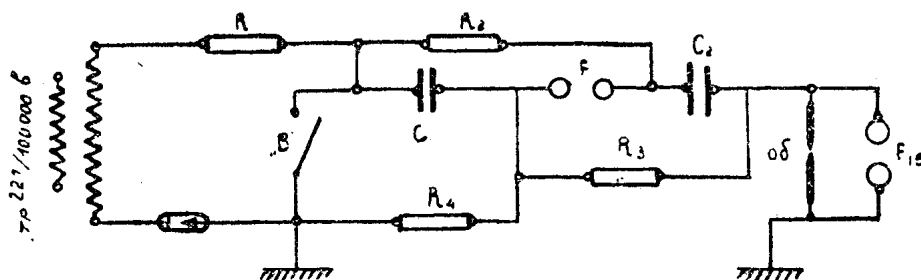


Рис. 5.

ния при максимальном напряжении выпрямительной установки, конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  заряжаются, первый через сопротивления  $R_1$  и  $R_4$ , второй— $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $R_4$ .

Замыкая выключатель „В“, удваиваем разность потенциалов на шарах искрового промежутка „F“ и тем самым приводим к пробое этот промежуток и включению конденсаторов последовательно. Из схемы видно, что в этом случае на объект поступает заряд со знаком „+“ (полярность источника напряжения определяется катодом). Корона в схеме рис. 5 имеет положительную полярность. Для того, чтобы в обеих схемах получить корону обратного знака, нужно отделить объект от генератора импульсов искровым промежутком и питать корону на электродах объекта напряжением обратной полярности.

Результаты опытов сведены в виде кривых на рис. 6. Эти результаты в основном сводятся к следующему:

а) Присутствие короны на электродах, в форме острий, в момент приложения к электродам импульсного напряжения, сказывается на величине импульсного разрядного напряжения незначительно.

в) Совпадение полярности импульса и короны снижает разрядное напряжение, против такового без короны.

Результаты опытов как будто бы дали совершенно определенный ответ на вопрос о том, сколь значительно сказывается предварительная корона на прочности искрового воздушного промежутка и при чем ответ отрицательный.

Однако условия этих предварительных опытов имели значительную ограниченность. Так, 1) во время опытов напряжение короны было всегда не более половины амплитуды импульса, 2) острия (иглы), создавая интенсивную корону непосредственно около электродов, имеют все же малый диапазон распространения этой короны, а след. и малую зону ударной ионизации, 3) влияние короны от переменной разности потенциалов, которая в практике и имеет место, главным образом, в разбираемых опытах, совершенно не учтено.

#### IV.

### КОРОНА ОТ ПЯТИДЕСЯТИПЕРИОДНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПЯЖЕНИЯ.

Корона от переменной разности потенциалов предполагает изменение во времени и степени и знака коронирования. Поэтому для детального изучения влияния отдельных моментов переменной короны необходимо иметь возможность повторного наблюдения влияния одной и той же фазы короны на величину импульсного разрядного напряжения.

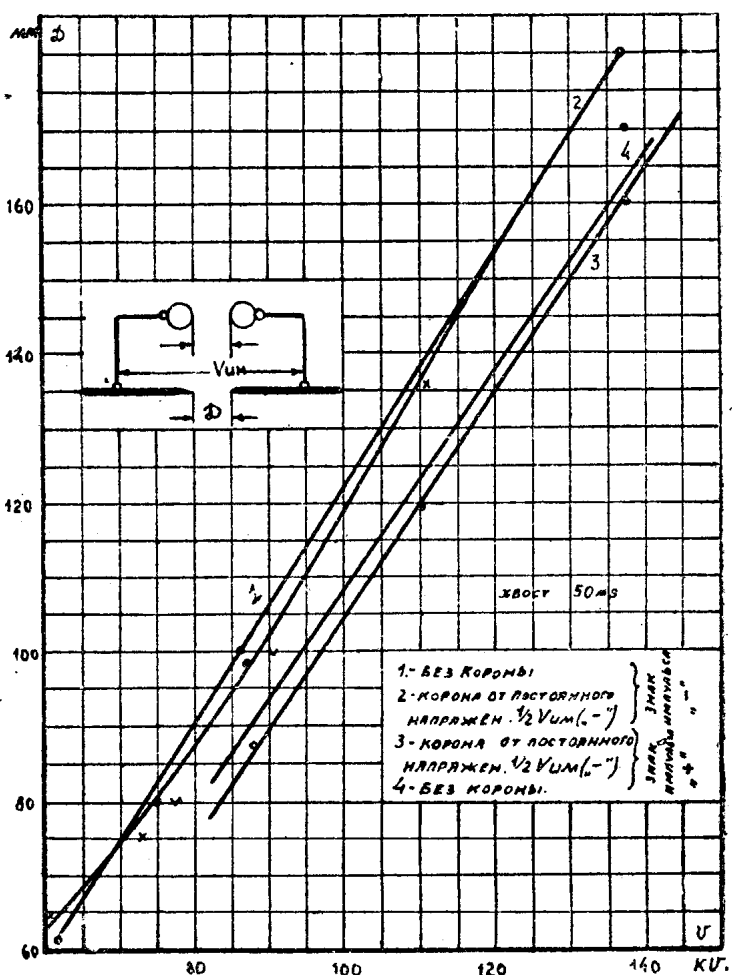


Рис. 6.

Последнее достигается в данной работе помощью особого приспособления для зажигания (приведения в действие) ударного контура, в виде синхронного включателя, позволяющего бросить импульс на объект в

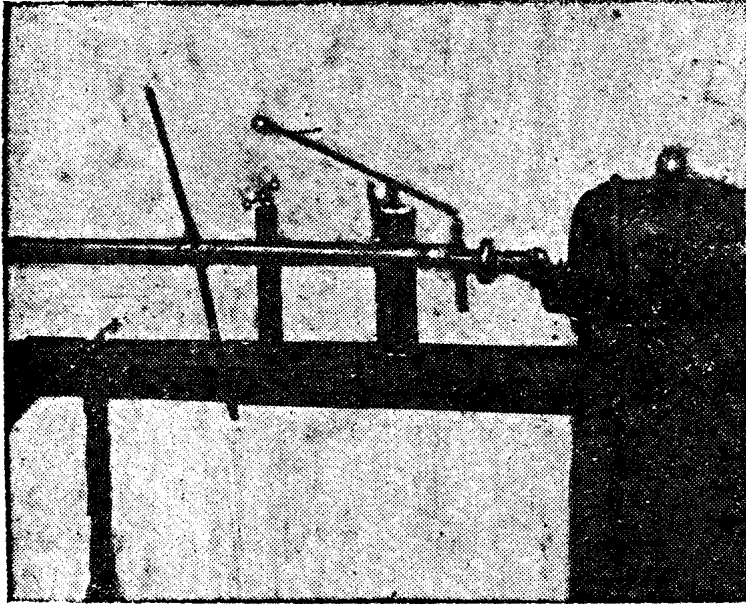


Рис. 7.

любой желаемый момент (фазу) переменной короны. Синхронный включатель, рис. 7, приводится во вращение синхронным мотором. Мотор включается на переменное напряжение параллельно трансформатору, питающему корону на объекте.

Каждый раз, когда вращающаяся медная спица включателя замыкает цепь зажигания контура, импульсное напряжение с некоторым,

очень незначительным, запаздыванием, бросается на объект. Устанавливая положение спицы включателя в различное, но закрепленное в данный момент положение относительно ротора мотора, можно получить замыкание цепи зажигания контура в любой момент кривой синусоидального переменного тока, питающего и корону и мотор включателя.

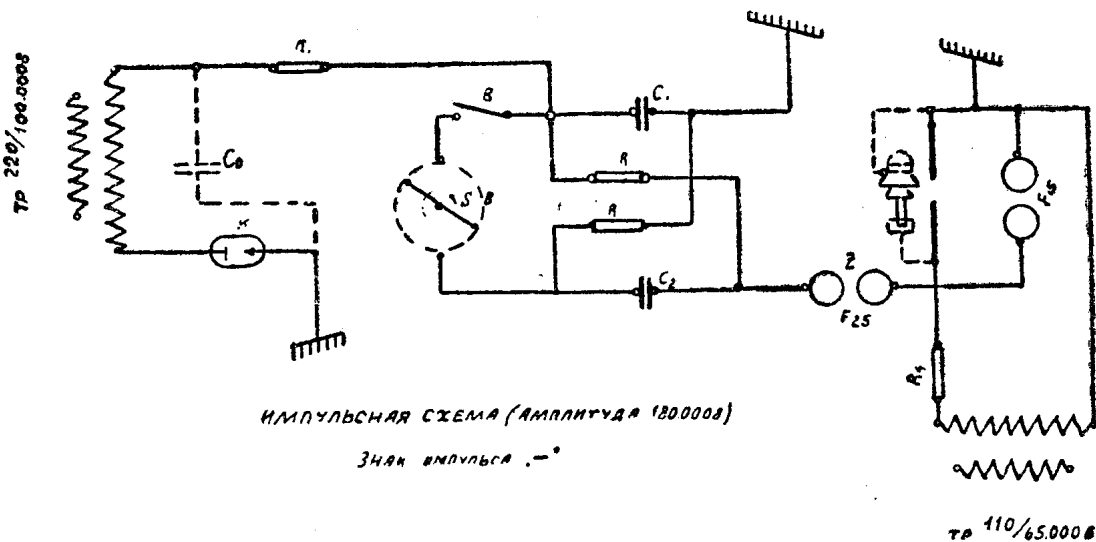


Рис. 8.

Схемы работы с переменной короной и импульсами с максимальной амплитудой до 180 kv представлены на рис. 8 и 9.



Корона питается от трансформатора 110/65000 вольт, приключенного к объекту через защитное сопротивление „ $R_5$ “.

ИМПУЛЬСНАЯ СХЕМА (АМПЛИТУДА 180 000 В МИК)  
ЗНАК ИМПУЛЬСА

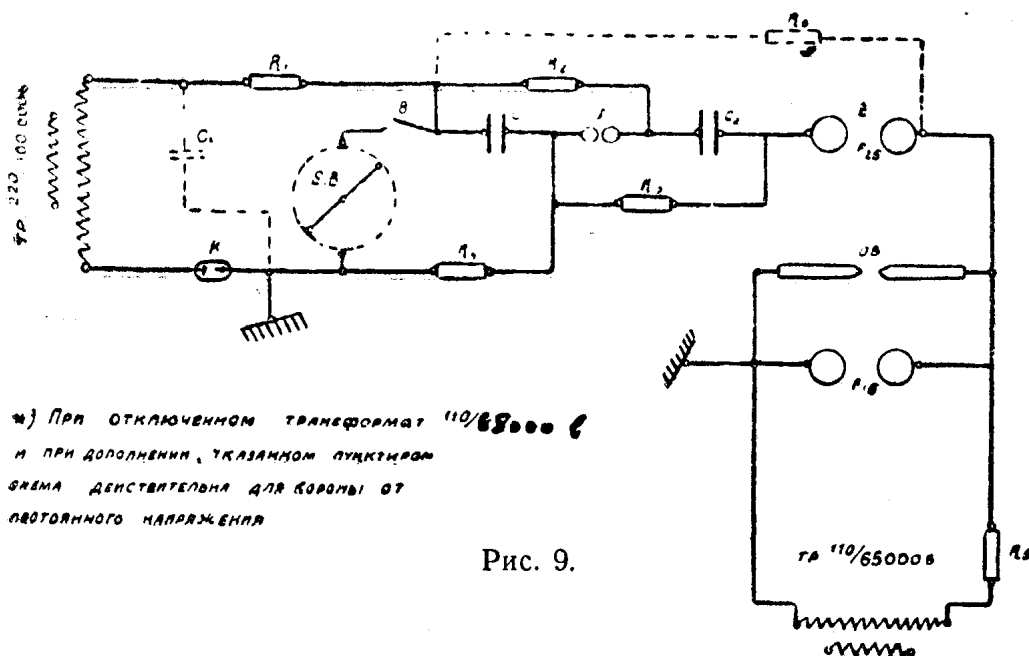


Рис. 9.

### 1. Объект—острия.

Предварительные опыты с переменной короной и остриями не дают возможности сделать какое-либо заключение, т. к. характер кривых (рис. 11) заставляет предполагать вмешательство в процесс опыта какого-то фактора, не учтенного ранее. Разбор причин искажения результатов опыта сделан ниже.

### 2. Объект—штыревой изолятор (6 kv раб. напр.).

В этом случае (см. рис. 12) корона влияет также, как и в случае опытов с короной от выпрямленного напряжения. Совпадение полярности импульсов и короны приводит к снижению запаса прочности штыревого изолятора в отношении импульсных напряжений. Однако это снижение относительно невелико.

Прежде чем перейти к опытам с более высокими напряжениями и иными объектами, выясняются причины искажения результатов опытов в случае острий и переменной короны. Сделать это исследование было необходимо, т. к. в противном случае подобное искажение результатов опытов возможно могло получаться и в дальнейшем.

При переходе к опытам с переменной короной в схему генератора импульсов пришлось ввести дополнительный искровой промежуток „ $Z$ “ (см. рис. 8). Назначение искрового промежутка „ $Z$ “—отделить объект от воздействия источника, заряжающего ударный контур, т. к. теперь корона питается от специального трансформатора.

По этой схеме объект тогда лишь становится под импульсное напряжение, когда отделительный промежуток „ $Z$ “ будет пробит.

При этом, оказывается, пробой промежутка „Z“ происходит под воздействием не только импульсного напряжения, но и напряжения трансформатора, питающего корону.

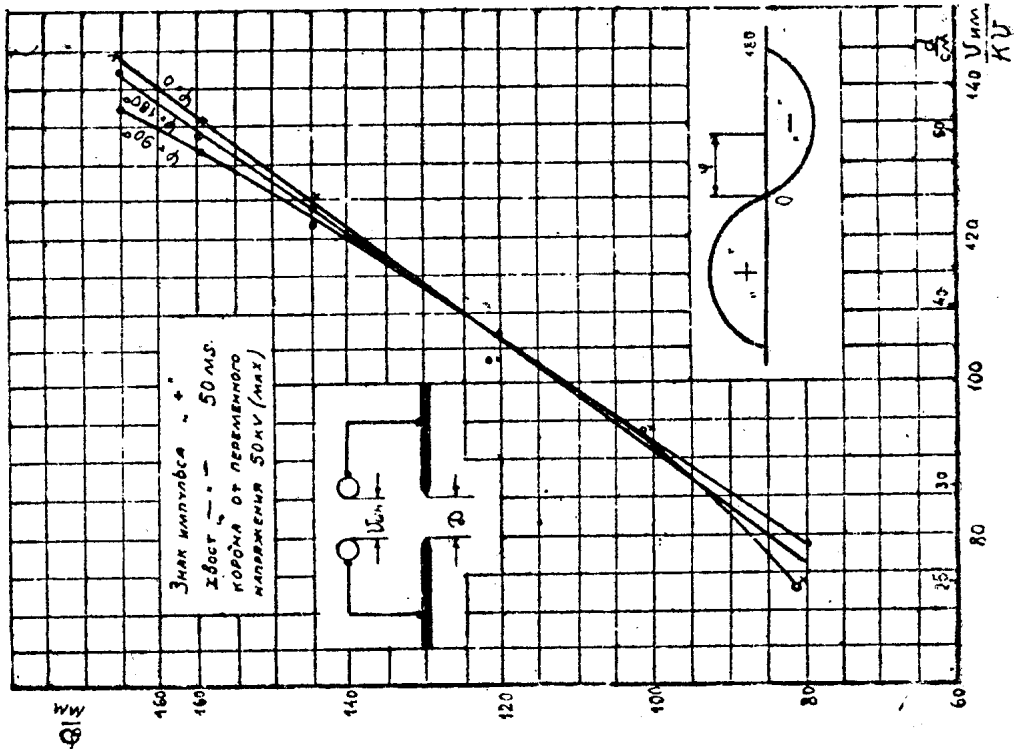


Рис. 10.

Шар отдельного промежутка, присоединенный к трансформатору, к моменту поступления импульсного напряжения, имеет не-

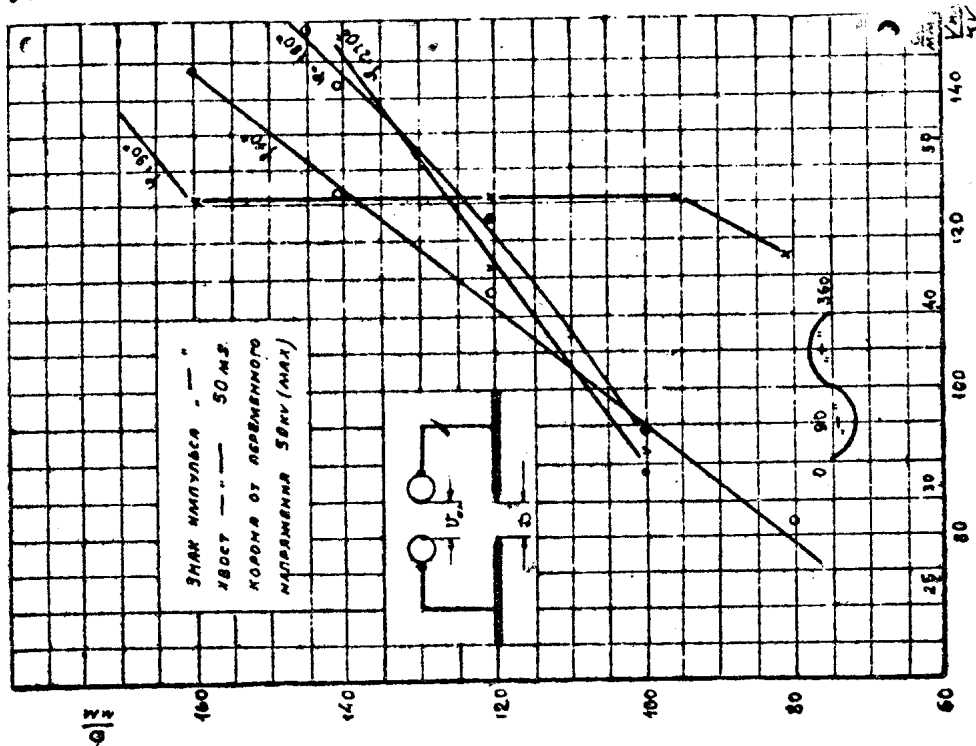


Рис. 11.

который определен потенциал  $V_{кор}$ , зависящий от фазы, на которую установлены муфта синхронного включателя, и от величины

установленного эффективного переменного напряжения трансформатора, питающего корону.

Другой шар того же отдельного промежутка, присоединенный к контуру, получает в момент приложения импульса потенциал последнего —  $V_{имп.}$ . Если  $V_{кор.} = 0$ , то пробой наступит в момент, когда нарастающий на фронте импульса потенциал —  $V_{имп.}$  станет равным  $V_{проб.}$  — пробивному напряжению отдельного промежутка. Если  $V_{кор.} \neq 0$ , то пробой наступит в момент, тогда нарастающий на фронте импульса потенциал  $V_{имп.}$  достигнет такой величины, что разность потенциалов по обеим сторонам промежутка станет равной его пробивному напряжению —  $V_{проб.}$  (рис. 13), т. е.

$$V_{имп.} - V_{кор.} = V_{проб.}$$

откуда:

$$V_{имп.} = V_{кор.} + V_{проб.}$$

Поэтому разряд произойдет при тем меньшем  $V_{имп.}$ , иначе говоря, в тем более ранний момент, чем меньше алгебраическая величина  $V_{кор.}$  по сравнению с  $V_{имп.}$ . При  $V_{кор.}$  со знаком обратным  $V_{имп.}$ , пробой наступит в еще более ранний момент, чем при отсутствии напряжения на втором шаре (т. е. в случае  $V_{кор.} = 0$ ).

Все сказанное иллюстрируется данными опыта рис. 14. Вышеприведенные рассуждения и данные опыта убеждают в том, что для избежания неодновременности и неопределенности пробоя отдельного промежутка, необходимо брать большие отношения амплитуды импульса к коронному напряжению, чем это было в первой серии опытов.

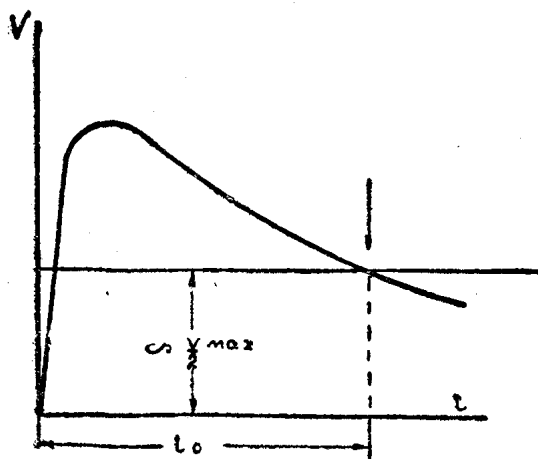


Рис. 13.

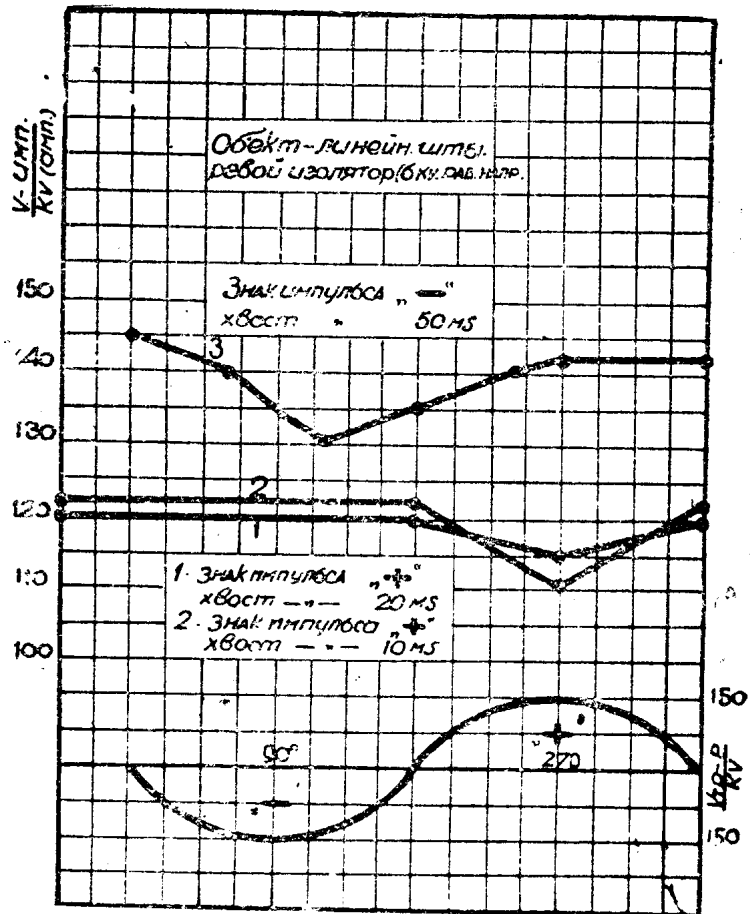


Рис. 12.

Но не только наличие 50-периодного напряжения на одном из шаров отделительного промежутка ведет к неопределенности амплитуды импульса за отделительным промежутком, а как опыт показал (рис. 15), также и то обстоятельство, что два искровых промежутка, работающих последовательно, дают определенность ра-

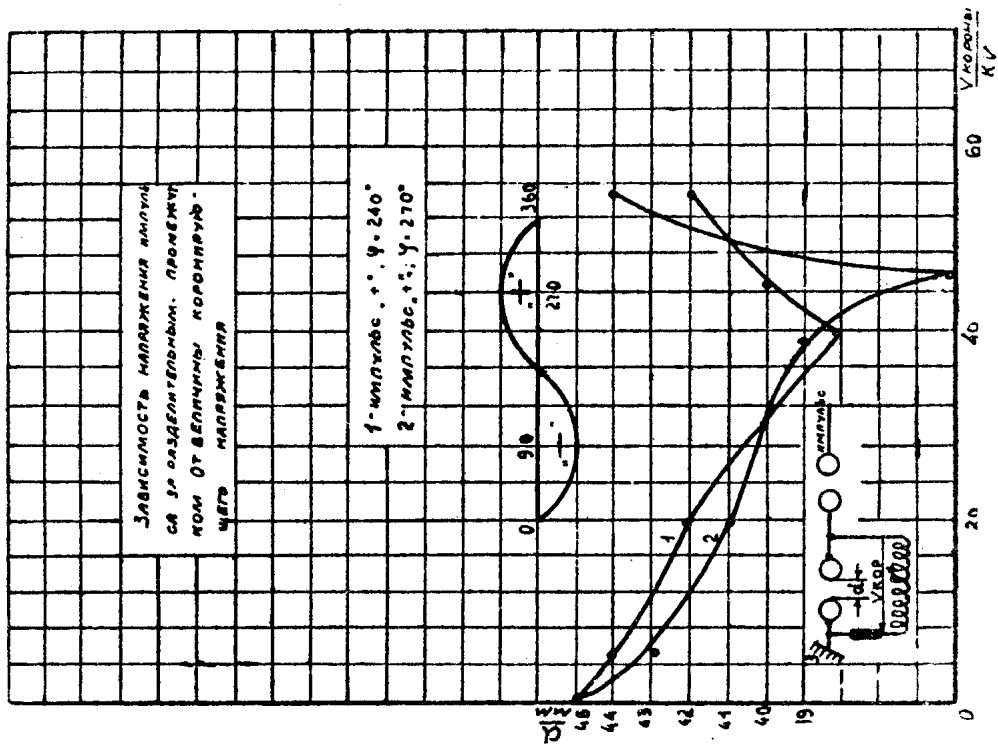


Рис. 14.

зависимость напряжения импульса на объекте от величины разд. промежутка

1) импульс и шаровое разрядное устройство  
2) амплитуда импульса 150 В  
3) амплитуда импульса 145 В  
4) амплитуда импульса 100 В  
5) амплитуда импульса 85 В

Рис. 15

Рис. 16

Рис. 17

U, В

Угол разд. КВ

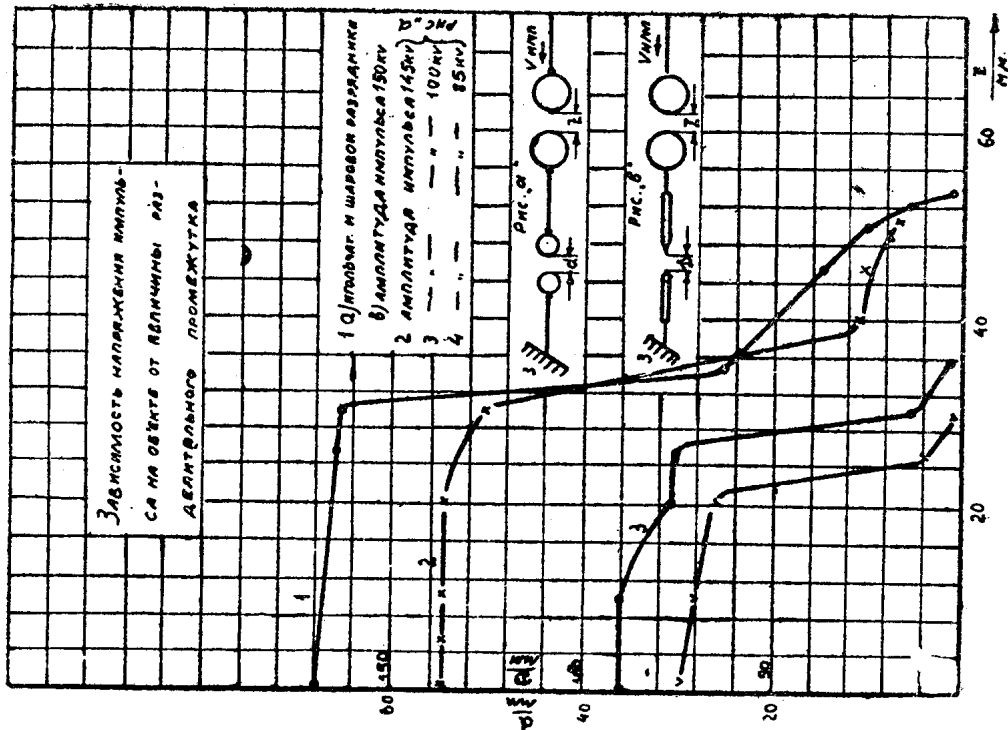


Рис. 15.

боты лишь для определенных соотношений величин этих промежутков и напряжения, приложенного к ним.

В работах с последующими объектами (подвесная гирлянда и проходная втулка), требующими более высоких амплитуд импульсов, указанные выше недостатки почти целиком устраняются.

### В. Объект—подвесная гирлянда, 8 элементов ПГ 4, 5.

Схема работы представлена на рис. 16. Здесь генераторный контур имеет максимальную амплитуду импульса 1500 киловольт и пи-

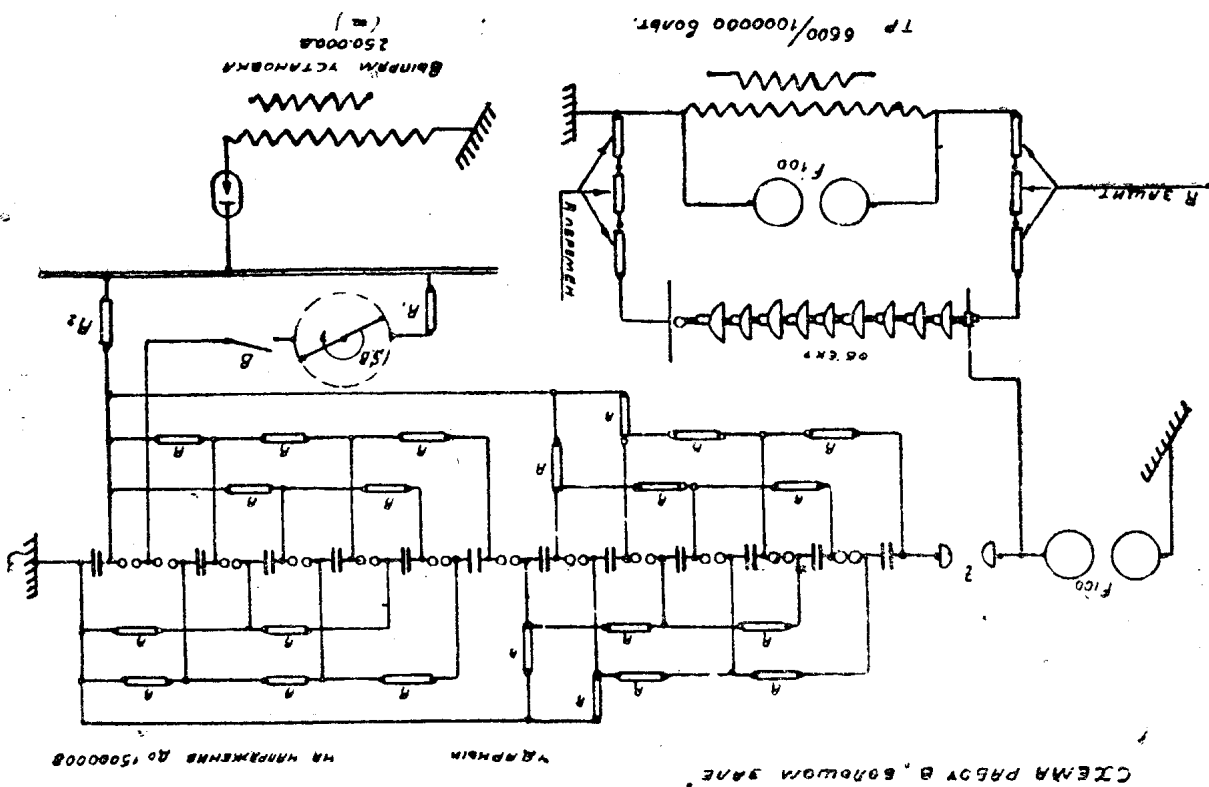


Рис. 16.

тается от выпрямительной установки с наибольшим напряжением в 250 киловольт. Зажигание контура осуществляется через синхронный выключатель "S.B.". Амплитуда импульса измеряется шаровым промежутком "F<sub>100</sub>". Гирлянда подвесных изоляторов отделена от контура промежутком "Z", дабы избежать влияния зарядного напряжения на корону. Корона питается от трансформаторной группы 1000 киловольт наибольшего эффективного напряжения.

Напряжение короны измеряется шаровым вольтметром "F'<sub>100</sub>". Трансформатор, 1000 киловольт, защищен от воздействия импульсов особым большеомным сопротивлением.

Перед производством опытов схема была опробована на устойчивость амплитуды импульса за отдельным промежутком. Результаты сведены в нижеприведенную таблицу.

Проверка устойчивости амплитуды импульса за отдельным промежутком.

Импульсы „ — “

Напряжение короны 200 кв/тах.

Напряж. зарядки контура кв.	$V \text{ тран.} = 0$	$\varphi = 90^\circ$	$\varphi = 270^\circ$
	Амплитуда импульса в кв.		
68	$515 \times 1,41$	727	727
75	$570 \times$	800	800
80	$615 \times$	870	870
85	$645 \times$	910	910
90	$665 \times$	940	940
95	$695 \times$	980	980
100	$729 \times$	1030	1030
105	$749 \times$	1060	1060
115	$770 \times$	1090	1090

Форма импульса фотографировалась катодным осциллографом. Одна из осциллограмм приведена на рис. 17.

Для характеристики гирлянды подвесных изоляторов, как объекта

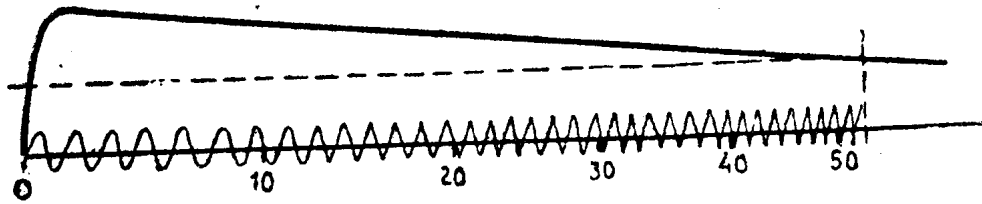


Рис. 17.

исследования, приводятся импульсные характеристики (рис. 18). Кривые показывают, что импульсное разрядное напряжение гир-

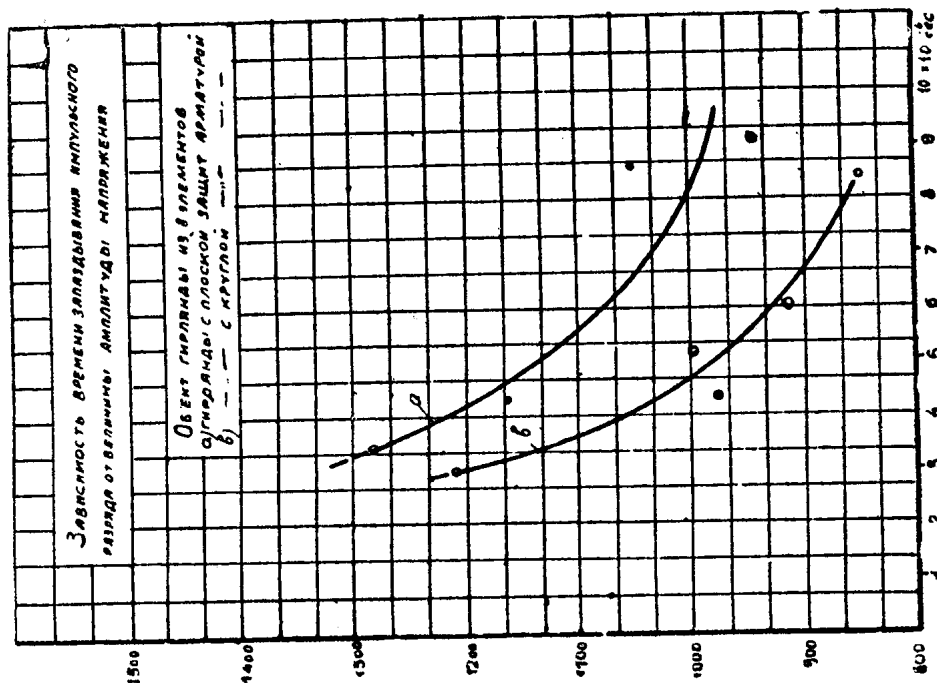


Рис. 18.

лнды с плоскими защитными кольцами выше, нежели таковое у гирлянды с круглыми кольцами, что, собственно, уже известно по опытам Торока.

В результате опыта получены кривые, как для слухая гирлянды

без колец, так и для слухая гирлянды, защищенной плоскими коль-

цами (рис. 19).

Эти результаты (рис.

20 и 21), подтверждают

предыдущие опыты, т.е.

при всех комбинациях

знаков короны и им-

пульса, с защитными

кольцами и без них,

влияние короны сказывается

на направлении

снижения разрядного

напряжения в случае

одноименности знаков

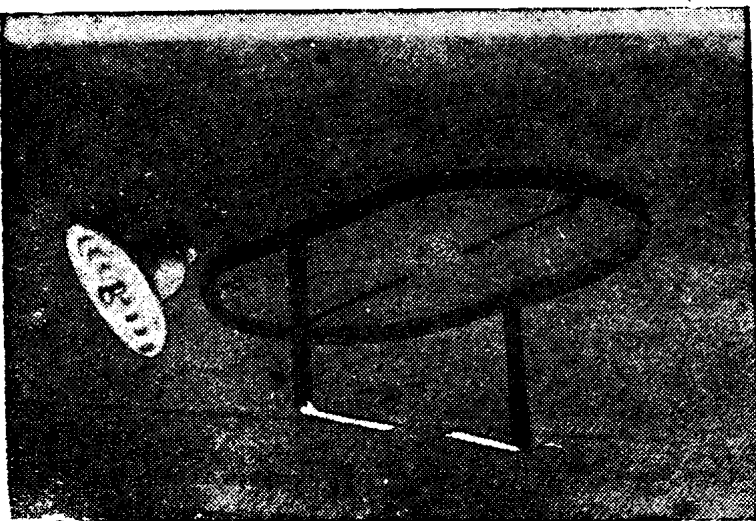
короны и импульса

и наоборот—увеличе-

ния разрядного напряжения

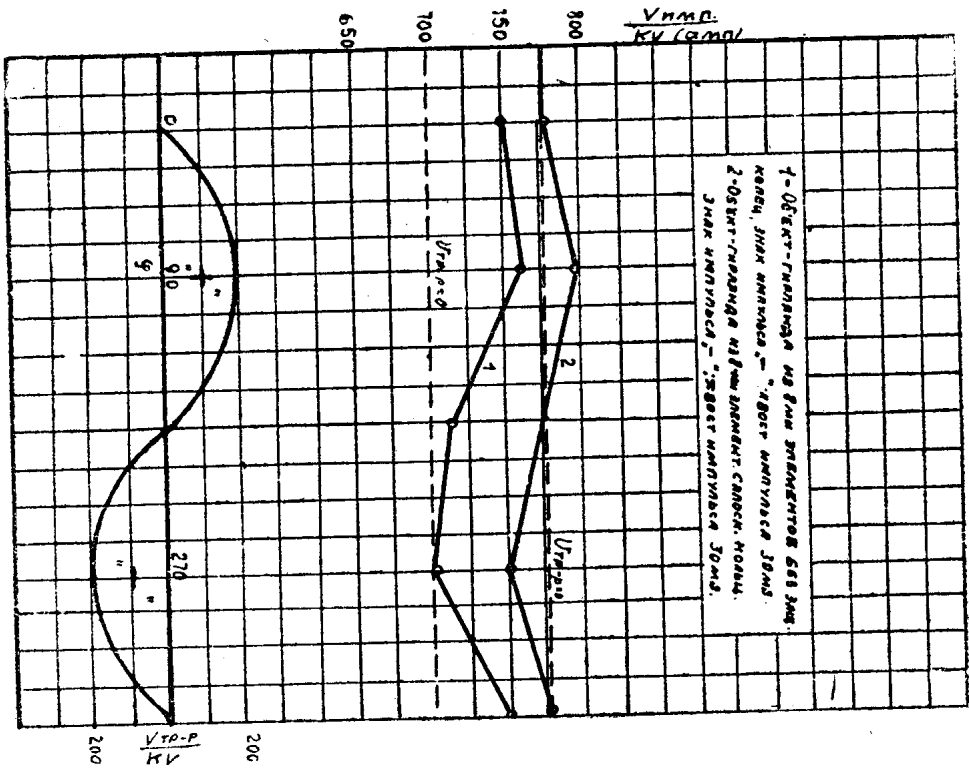
для слухая несовпадения знаков. В процентах это снижение и увеличение импульсного разряд-

Рис. 19.



ного [напряжения (даже для слухая с импульсами в 10 микросекунд) не превосходит 5—6%.

Рис. 20.



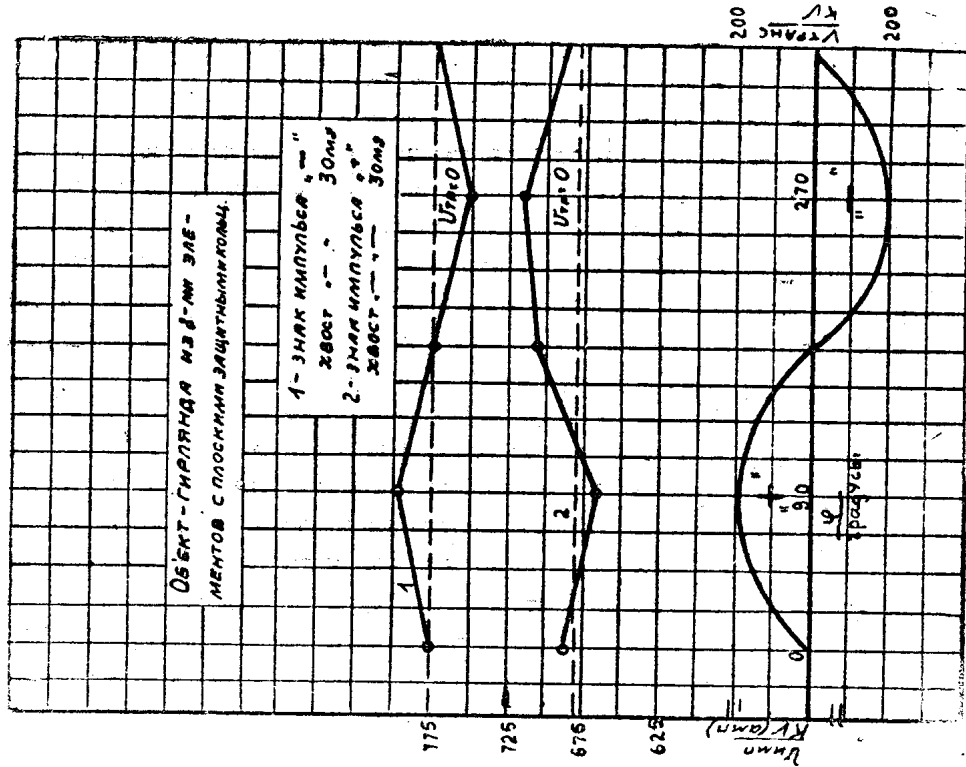


Рис. 21.

Гирлянда с круглыми кольцами (рис. 22), видимо, в силу слабой короны, показала почти полную независимость импульсного разрядного напряжения, от знака и величины напряжения короны.

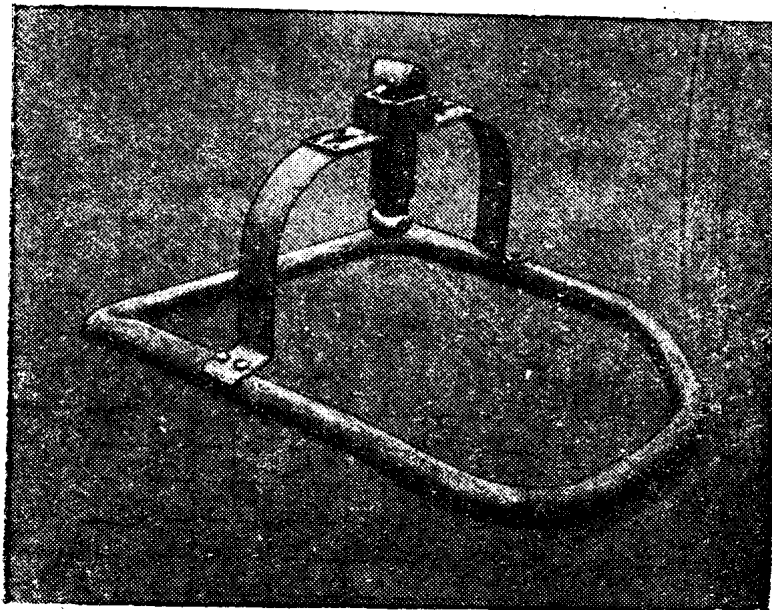


Рис. 22.

Гирлянда без колец имеет почти то же поведение, что и гирлянда с кольцами.



В продолжение всех опытов с гирляндой напряжение короны поддерживалось  $= \frac{220}{\sqrt{3}} = 127$  киловольт.

#### 4. Об'ект—проходная втулка. (Раб. напр. 110 кв, рис. 23).

Известно, что втулка конструкции АЕГ снабжается коронирующими кольцами, для повышения пятидесятипериодного разрядного напряжения. В настоящий момент достаточно известно, что т. н. коронирующие электроды повышают разрядное напряжение очень значительно и, исходя из этого, являются желательным элементом высоковольтной изоляции.

Однако электрическую устойчивость изоляции в эксплуатации

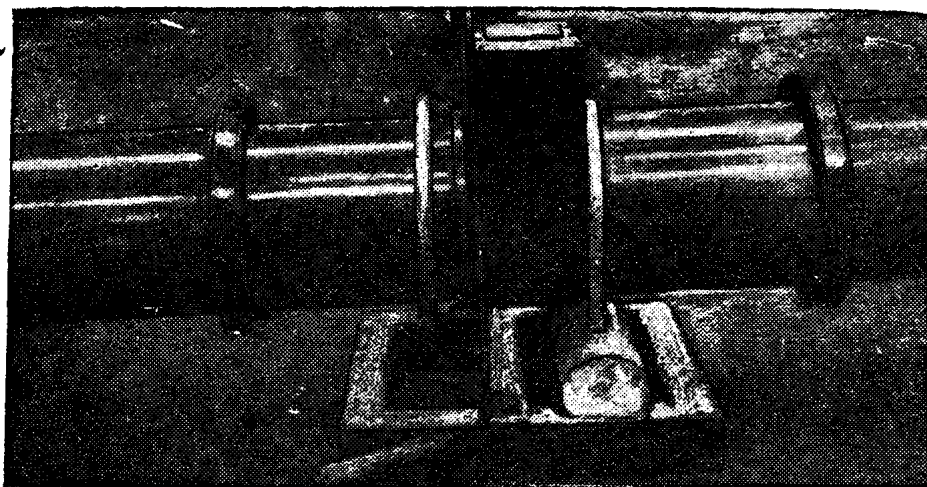


Рис. 23.

электрических установок определяет не пятидесятипериодное разрядное напряжение, а импульсное. И поэтому в применении к втулке АЕГ нужно выяснить два момента:

- а) как сказываются коронирующие кольца на импульсном разрядном напряжении и
- б) как влияет на импульсное разрядное напряжение предварительная корона на кольцах втулки.

На рис. 24 представлены результаты опытов при условиях: знак импульса „+“, втулка с защитными кольцами, втулка без защитных колец. Отсюда видно, что защитные кольца и в случае импульсных напряжений повышают разрядное напряжение, однако это повышение является незначительным и нам думается—практического значения не имеет.

То же самое получится и при импульсах отрицательной полярности, рис. 25.

Нужно отметить интересное явление: повышение, и очень значительное, разрядного напряжения при импульсах со знаком минус. На рис. 26 это повышение достигает 90%.

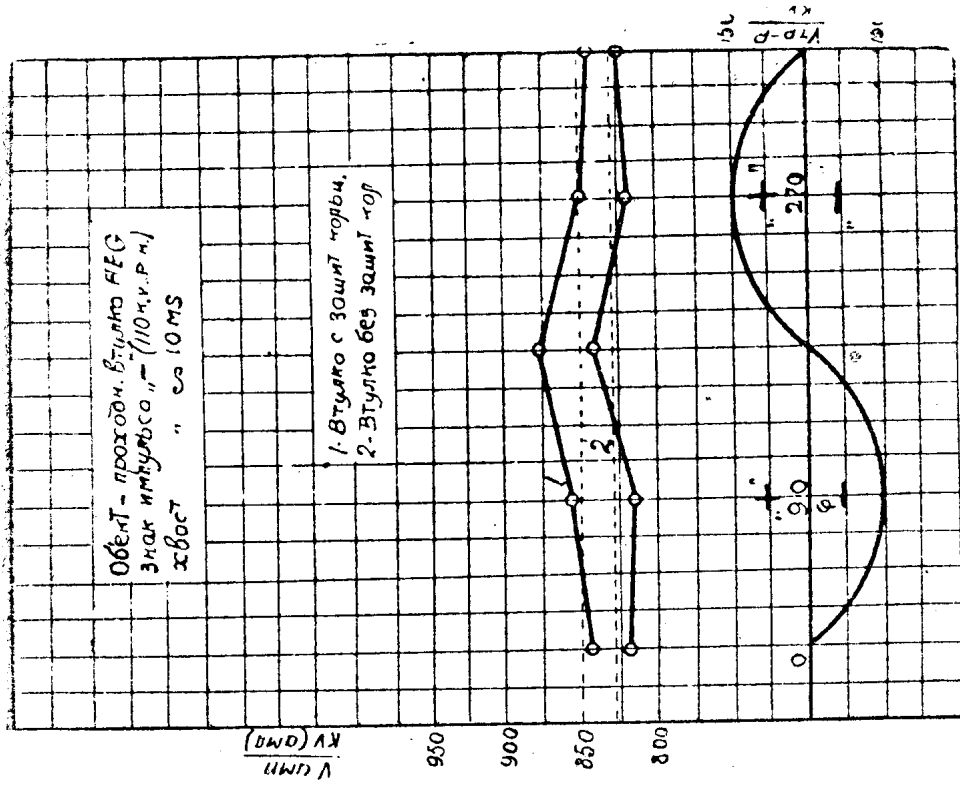


Рис. 25.

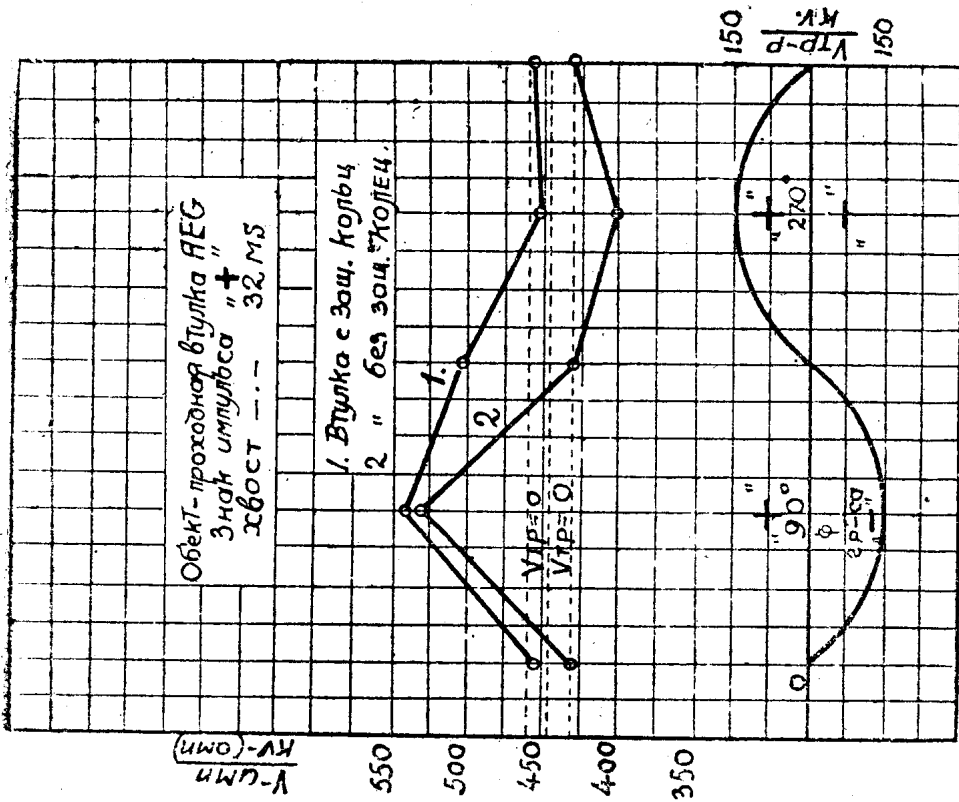


Рис. 24.

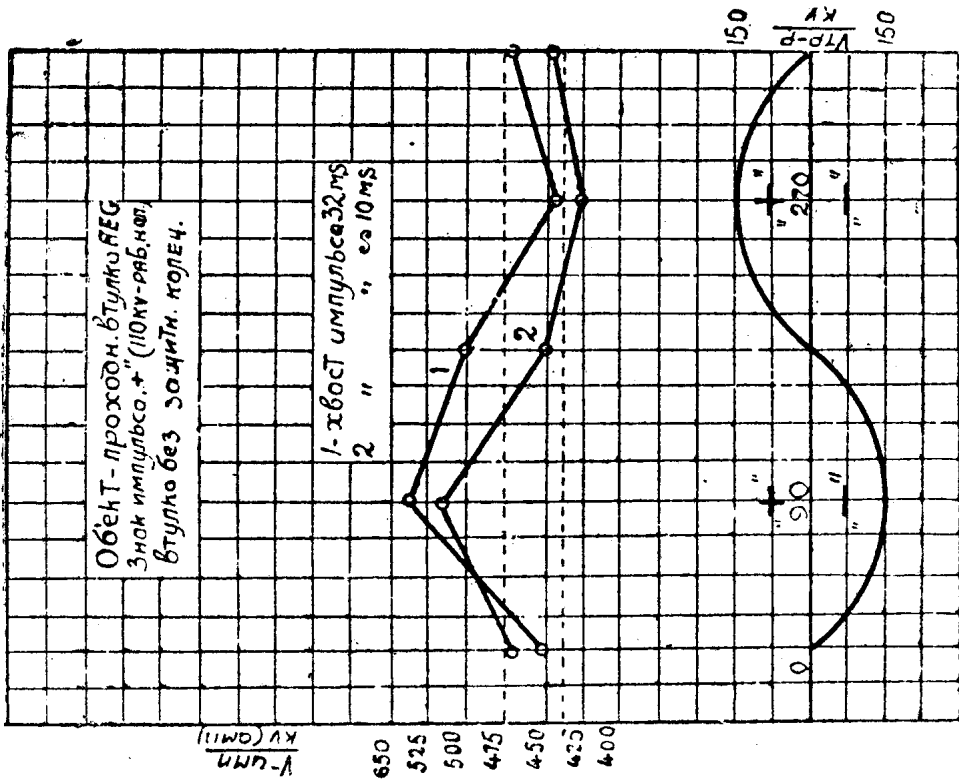


Рис. 27.

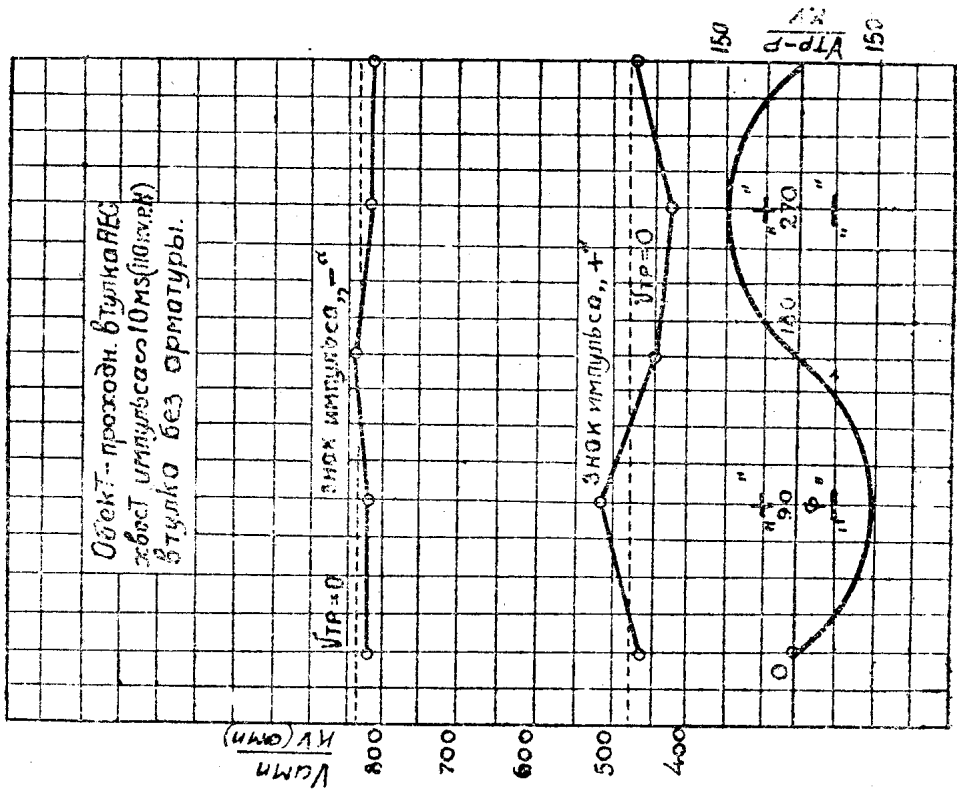


Рис. 26.

Влияние предварительной короны, в случае импульсов знака минус совершенно незначительно. В случае же положительных импульсов это влияние более значительно, но т. к. оно направлено в сторону повышения напряжения, а не снижения, то практического значения это явление не может иметь. Снижение же разрядного напряжения в этом случае получается очень незначительным.

Был также поставлен опыт для выявления влияния длины хвоста в совокупности с влиянием короны. Результаты представлены на рис. 27. Опыты проведены с импульсами длиной в 32 микросекунды и в 10 макросекунд. Как видно по кривым рис. 27, влияние хвоста импульса оказалось совершенно незначительным.

Примечание: Напряжение короны во всех случаях работы с проходной втулкой = 110 киловольт эф.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

1. Результаты опытов в основном подтвердили предположение, высказанное ранее, что предварительная ударная ионизация должна способствовать разряду при импульсах.

Во всех случаях имело место снижение импульсного разрядного напряжения, если приложению импульса предшествовала корона одноименного знака.

Однако это снижение, как правило, имеет размеры, не могущие изменить сколь либо значительно характеристики изоляции.

2. При положительных импульсах разрядное напряжение во всех случаях ниже такового при отрицательных импульсах. Особенно значительное снижение положительного импульсного разрядного напряжения обнаружено у проходной втулки.

3. Хвост импульса, в пределах от 10 до 50 микросекунд, сколько-либо значительного влияния на результаты опыта не оказал.

4. Можно предполагать, что с увеличением интенсивности короны, отмеченное влияние короны должно возрастать и приведет очевидно к очень значительному снижению импульсного разрядного напряжения. Опыты с коронирующими напряжениями, выше рабочего напряжения изоляции, затруднительны, по причине неустойчивости импульса за отделительным промежутком.

Однако исследование влияния коронирующих напряжений, значительно превышающее рабочее напряжение изолятора, не имеет практического смысла, т. к. в эксплуатации изоляторы могут подвергаться длительной нагрузке пятидесятипериодным напряжением  $\sqrt{3} V_{\phi}$  и то лишь в случае системы с незаземленной нейтралью.

5. Полученные результаты опытов могут иметь большое значение при дальнейшем изучении физических процессов при разрядах в воздухе и особенно при импульсных напряжениях.