ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. М. КАРАПЕТЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРЕДВИЖНЫХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УСТАНОВКАХ

В передвижных электрифицированных установках, питающихся гибким неэкранированным кабелем, величина перенапряжения в разлечных точках установки зависит от волновых параметров кабеля и электродвигателя. Вопрос волновых параметров неэкранированного кабеля был рассмотрен раннее [1, 2]. Для рассмотрения волнового процесса требуется также определение коэффициента связи между жилами кабеля, определение роли намотанного на барабан кабеля в процессе распространения волн и знание волновых параметров электродвигателя. Настоящая статья посвящена рассмотрению указанных вопросов. Задача определения коэффициента связи между жилами неэкранированного кабеля рассматривается впервые. Немногочисленные лятературные данные о волновых параметрах машин показывают, что эти нараметры зависят, в основном, от конструкции и схемы соединения обмоток машин. При этом параметры машин могут различаться до 5 раз [3]. Некоторые попытки их теоретического определения [3] не дали результатов, пригодных для практического применения.

В статье приводятся данные по волновым параметрам машин полученные опытным путем на одной установке Ленинградского политехнического института [2].

Определение коэффициента связи K_{ck} . На величину перенапряжения между фазами двигателя и его корпусом оказывает значительное влияние величина коэффициента связи между тремя фазовыми и нулевыми жилами кабеля. Опыты производились на двух типах гибких кабелей напряжением 1,0 кв, типа КШЭП, сечением 4×10 мм² и 3,0 кв сечением $3 \times 2,5 + 3 \times 1,0$ мм². С учетом работы установки, опыты производились при следующих условиях [1, 2]:

а) кабель с экраном (из алюминисвой фольги толщиной 0,03 мм) был намотаи на барабан;

б) кабель без экрана был поднят над землей на 25-30 см.

в) кабель без экрана лежал по всей длине на земле.

Эти условия не полностью охватывают реальную работу кабеля. но позволяют определить диапазон изменений К_{ск} во время его работы.

Коэффициет K_{cs} определяется по двум схемам, принеденным на рис. 1. Волна U_1 подавалась на три параллельно соединенные жилы (рис. 1а) и измерялась индуктированное напряжение U_2 на четвертой 3. Изв. ТИ, № 4.

нулевой жиле. В конце кабеля все жилы его были соединены в параллель и заземлены. Коэффициент связи K_{ex} определяется следующим отношением амплитуд U_{1} и U_{1} :

$$K_{0s} := \frac{U_k}{U_1}.$$
(1)

Изолированная в начальной точке жила (на рис. 1а — нулевая жила) не принимает участия на процессе распространения электромагнитной



Рис. 1. Схема соединения жил для определения коэффициентов связи между жилами кабеля.

волны по трем остальным жвлам и получает потенциал, который индуктируется в данной точке пространства электромагнитным полем этих жил. Ток в изолированной жиле отсутствует. Соответствующая картина имеет место и в схеме по рис. 16. В обоях

случаях (рис. 1а и б) рассматриваеся стадия процесса до отражения волны от конца кабеля,

Уравнения электромагнитных воли в жилах кабеля, в соответствии с соединением, показанным на рис. 1, будут иметь вид [4]:

$$U_{1} = I_{1} \cdot Z_{11} + I_{2} \cdot Z_{12};$$

$$U_{2} = I_{2} \cdot Z_{22} + I_{1} \cdot Z_{12}.$$
(2)

Ho tak kak $l_2 = 0$, to

$$U_1 = I_1 Z_{11}; \quad U_2 = I_1 Z_{12}, \tag{3}$$

где I, - ток в трех параллельных жилах кабеля.

Для схемы по рис. la получим следующее выражение K_{ск}:

$$K_{\rm od} = \frac{D_2}{U_1} = \frac{Z_{\rm ve}}{Z_{\rm u}},$$
 (4)

где: Z₁₂ — взаимное волновое сопротивление жил кабеля;

> Z₁₁ — собственное волновое сопротивление жил кабеля.

Аналогично, для схемы по рис. 16 получим:

$$K_{ra2} = \frac{Z_{12}}{Z_{22}}$$
, (5)

где Z₂₂ - собственное полновое сопротивление жил кабеля.

На рис. 2 изображены осциллограммы воли напряжения U_1 и U_2 на кабеле 1,0 кв. лежащем на земле, при опыте



Рис. 2. Осциалограммы воли напряжения в пачале кабеля 1.0 кв, лежащего на демле и включенного согласно рис. 1а. 1. Волва напряжения U₁ первой группы жил кабеля: 2. Индуктированное напряжения U второй группы жил

во схеме рис. 1а для волны $t_{\phi}/t_{e} = 3,0/40$ мксек. Результаты опытов сведены в табл. 1.

|--|

| Обозначение по рис. 1 | Кабель 1,0 кв сеч. 4×10 м.н ² Ампанту-Данна фрол- да па- дающен водны водны коэффи- циент связи кск | | | Кабель 3.0 кв сеч. 3×2,5+3>1.0 мм ² Амплитула надающей полны U ₁ Плина фрон- полны издающей нолны Idp/In Коэффи- полны Idp/In | | | Условия ра! оты кабеля | |
|--------------------------|---|------------------|-------------------|---|--|------------------------------|-----------------------------------|--|
| | вольт | мксек Мксек | - | 80.Abm | .ЧКСЕК .ЧКСЕК | - | | |
| a | 600 | 2,7/10 | 0,46 | 700 | 2,7/10 | 0,66 | 4 | |
| б | 1000 | 2,7/10 | 0,22 | 700 | 2,7/10 | 0,65 | Urg _ | |
| a | 700 | 3,0/40 | 0,52 | 750 | 04\0,E | 0,65 | n e | |
| б | 900 | 3,0.40 | 0,27 | 750 | 3,0.40 | 0.64 | and pole | |
| a | 800 | 1,6/1,3 | 0,54 | 850 | 1,6/4,3 | 0,57 | 100 | |
| 6 | 800 | 1,6/4,3 | 0,32 | 850 | 1,6/4.3 | 0,56 | 22 | |
| a 6 9 | 990 1050 — | 2,1/35 2,1/35 | 0,91 0,85 — | 750 790 1100 1030 | 2,7/40 2,7/40 1,6/4,3 1,6/4,3 | 0,92 0,92 0,95 0,94 | โลกักปร แกวเมราม แกร 36พ.86ที่ | |
| Δ | 1200 | 2,7/40 | 0,94 | 1100 | 1,3/4,5 | 0,87 | 10 | |
| 6 | 1060 | 2,7/40 | 0,85 | _ | _ | - | aca MAG | |
| 4 | 875 | 1,3/4,5 | 0,90 | - | - | - | H C | |
| б | 940 | 1,3/4.5 | 0,78 | - | — | - | IQ. | |

Определение волновых сопротивлений Z_{11} , Z_{22} и Z_{12} . Как видно вз рвс. 3, кабель имеет три волновых сопротивления Z_{13} , Z_{22} и Z_{12} . В силу (2) при граничном условии $U_3 = 0$, соответствующем заземлению одной из жил кабеля, получим:

$$l_1 = \frac{Z_{12}}{Z_{22}} = -l_2 \qquad (6$$

Подставляя уравнение (6' в первос из уравне ний (2), получим:

$$U_1 = I_1 \left(Z_{11} - \frac{Z_{12}^2}{Z_{22}} \right),$$

или же



Рис. 3. Схема частичных полновых сопрогинлений кабеля при эзземлении одной жизы.

(7).

 $Z_{\rm M} = \frac{U_{\rm I}}{I_{\rm I}} = Z_{\rm II} - \frac{Z_{\rm I2}^2}{Z_{\rm 22}} \cdot$

Имея уравнения (4), (5) и (7), можно напысать следующие выражения для собственных и взанмных волновых сопротивлений:

$$Z_{13} = \frac{Z_{s1}}{1 - K_{c2} \cdot K_{c2}} ; \qquad (8)$$

$$Z_{\rm m} = \frac{Z_{\rm pl} \cdot K_{\rm cal}}{K_{\rm cal} \left(1 - K_{\rm cal} \cdot K_{\rm cal}\right)}; \tag{9}$$

$$Z_{11} = \frac{Z_{11} \cdot K_{cu1}}{1 - K_{cu1} \cdot K_{cu2}}$$
(10)

где данные о величине эквивалентного волнового сопротивления Z_{sh} , определенные согласно рис. 3, приводятся в работе [1]. Значения K_{cut} и K_{cut} , определенные выше экспериментально, приводятся в таблице 1.

На основания приведенных формул (8), (9) и (10) подсчитаны величины взаимных и собственных волновых сопротивлений для кабелей на напряжение 1.0 и 3.0 км. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2

| Кабель 1,0 ка сеч. 4 🗙 10 жм | | | Кабель 3,0 кв сеч. 3 × 2,5 + + 3 × 1,0 мм ¹ | | | | arey | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------|--------------|
| Длнна фоонта | Собственное волновое сопротивление | | Взаныное волновое сопрот. | Данна фронта | Собственное волновые сопротивление | | Ваанмное полновое сопрот. | GOTH # | |
| и дляна падаю- шся водны | 3-х рабо- чих жил кабеля Z ₂₁ | Нулевой жнам кабеля Z12 | межау рабочей и нулс- вой жн- ламн Z ₁₂ | н занка пазаю- шей воаны t _ф /t ₁ | 3-х рабо- чих жил кабеля Z | Нуясаой жнаы кабсая Zза | межау рабочей н нуле- вой жн- дами | Acanette pa | |
| ЦКСЕК] МКСЕК | ом] | ож | ом | MKCeK) MKCEK | жо | ом | ом | | |
| 2,7/10 2,7/40 1,6/4,3 | 22,2 21,1 25,6 | 45,5 40,2 43,3 | 10,2 11,0 13,9 | 2,7/10 2,7/40 1,6/4,3 | 43,7 43,3 38,2 | 41,4 44,6 38,8 | 28,8 28,5 21,7 | Экраниоо вашны | KAÓCA |
| 2,7/40 1,1/5,6 | 210 | 222 | 187 | 2,7/40 1,6/1,3 | 206.4 346.0 | 206,4 350,0 | 190 ,0 328,0 | Кабель полиат идд | BOLMAC |
| 2,7/40 | 190 | 210 | 178 | - | _ | | _ | Ki Geal sewia H | 3CM C |

Как показали эксперименты, величниы К_{са} могут изменяться в инроких пределах в зависимости от условий работы кабеля, что объясняется изменением волновых сопротивления Z₁₁, Z₁₁, Z₁₂,

Для экранированного кабеля 1.0 ка величина собственного волнового сопротивления 3-х жил Z₂₁ меньше (рис. 1а), чем собственное волновое сопротивление одной жилы Z₂₂ того же кабеля (рис. 16). следовательно $K_{cw1} > K_{cw2}$. Для экранированного кабеля 3,0 кв $K_{cw1} \approx K_{cw2}$ (на-за равномерного расположения расщепленной нулевой жилы кабеля $Z_{11} \approx Z_{22}$). При поднятом и лежащем на земле кабеле Z_{11} и Z_{22} мало отличаются друг от друга, так как их величины. в основном, зависят от глубины залегания поверхности нулевого потенциала.

Теоретическое определение собственных и взаимных волновых сопротивлений гибких неэкранированных кабелей при различных условиях их работы с учетом глубины залегания поверхности иулевого потенциала, а так же влияние изменения магиитного потока в жилах при крутых подъемах напряжения, затруднительно. Этот вопрос требует дальнейшего рассмотрения.

Волновые процессы в кабеле, намотанном на барабан. Во вреия работы передвижной машины число витков кабеля на барабане кожет изменяться [1, 2] в больших пределах. С изменением числа витков кабеля изменяются индуктивность и емкость кабеля относительно корпуса машины или же земли (металлический барабан смонтирован на передвижной машине).

Расчетно-теоретическое определение индуктивности или емкости и рассмотрение волновых процессов, полностью или частично намотанного на барабан кабеля, является затруднительным. Поэтому исследования волновых процессов в кабеле, намотанном на барабан, вроизводились экспериментальным путем на металлическом макете барабача, имеющего размеры кабельного барабана электротракторного

агрегата типа XT3-12. Макет барабана был собран из железа толщиной 0,3 м.м. При работе с кабелем 1,0 кв на барабан наматывалось 96 витков (4 слоя по 24 витка в каждом), а при кабеле на напряжение 3,0 кв—351 виток (9 слоев по 39 витков в каждом).

Форма волны напряжения в конце кабеля (крива 2, рис. 4) и форма волыамперной характеристики, показанной на рис. 5, указывают, что кабель, намотаиный на барябан, имеет экачительную индуктивность. Эта индуктивность с емкостью кабеля относительно корпуса барабана (которая имеет незначительную величику), представляет колебательный контур с определенной частотой собственных колебаний. Поэтому часть кабеля, намотаниая на барабан, может



Рис. 4. Осниялограмым поли напряжения и начале (1) и в конце (2) 1.0 кв кабеля, намотанного на барабан.

рассматриваться в виде сосредоточенной индуктивности.

На рис. 6 представлены осциллограммы вольтамперной характеристики и волны напряжения в начале кабеля 3,0 кв для случая частичной намотки его на барабан (230 м кабеля лежало на земле, а 260 м было намотано на барабан).

Как видно из вышеприведенных осциллограмм, волна отражается от сосредоточенной индуктивности кабеля (точка "А" на кривой I. рис. 6), намотанного на барабан. В пределе, вследствие этого



Рис. 5. Осниллограммы польтамперной характеристики кабеля 1.0 кв. намотанного на барабли, при холостом (1) и короткозамкпутом его конце (2). отражения, нозможно удвоение амплитуды импульсной волны на жилах кабеля [5].



Рис. 6. Осниялограммы воли напряжения в начале (1) и в конце (2) 3.0 ка кабеля (230 м кабеля лежит на земле, 260 к намотано на барабан). В точке А на кривой "1" волна отражается вследствие индуктивности кабеля, намотанного на барабан.

В случае заземления одной из жил с двух сторон явление отражения от индуктивности барабана не наблюдается и кабель в целом можно рассматривать как объект, обладающий о пределенным волно-



Рис. 7. Осниялограммы воли напряжения п начале 3.0 ка кабеля, когда нулевая жила с диух сторон заземлена (230 м кабеля лежит на земле, 260 м илмотано на барабан). Волны "1", "2" и "3" соответствуют разомкнутому, короткозамкнутому и согласованному концу кабеля. ным сопротиллением. Это явление можно объяснить экрани ующим действием заземленной жилы. На рис. 7 приведены осциллограммы напряжении в начале кабеля для трех положений его конца (короткозамкнутое $R_{c2} = 0$ кривая 2, со включением согласующего сопротивления $R_c = Z_s$ крявая 3 и изолированное от земли $R_{c2} = \infty$ кривая 1).

Определение волновых параметров двигателя P=25 квт. и U=1,0 кв электротрактора типа ЭТЕ-25°.

Опыты по определению волновых царамстров двигателя проведены ниж.
 А. П. Сивковым.

Обмотки электрических машин при воздействии на них эпериодических воли напряжения обладают, подобно однородной линии, волновыми свойстваии. Такую обмотку можно в первом приближения характеризовать некоторыми волновыми параметрами. Значение этих параметров с учетом волновых параметров кабеля, имеетсущественное значение при разработке схем грозозащиты двигателей, установленных на передвижных машинах.

Методика определения волновых параметров электродвигателя аналогична соответствующей методике опытов с кабелем {2, 3}.

При определении волнового сопротивления двигателя опыты произволились при волие 2,7/30 мксек, $U = 600 \ s$, для одной, двух и трех фаз, соединенных в параллель. Для рассматриваемого случая окаавлось, что $Z_{*1} = 1100 \ o.m., Z_{42} = 500 \ o.m. н. Z_{33} = 302 \ o.m. Как видио,$ $<math>Z_{42} < 1/2 \ Z_{41}$ и $Z_{53} < 1/3 \ Z_{41}$.

Это характерно для большинства электрических машин, и является следствнем взаимных связей между фазами, искажающих волиовой процесс.

В реальных условиях работы передвижных машин сопротивлеине "корпус двигатель земля" — R_{34} изменяется [1] в широких пределах. Эквивалентное волновое сопротивления перелвижной машиим (Z_{44} последовательно с R_{-}) изменяется в зависимости от величины сопротивления заземления передвижной машины, т. е. от степени влажности и состояния поверхности грунта (рис. 8). Например, сопро-

тивление заземления гусеничного трактора, г. е. контактное сопротивление гусениц трактора с землей, меияется в пределах от 10 до 200 ом, в зависимости от состояния грунта. Поэтому интересно выяснить влияние совротивления заземления корпуса двигателя на сго эквивалентное волновое сопротивление.

В результате опытон выяснено, что с увеличением сопротивления зазсиления корпуса эквивалентное волновое сопротивление двигателя уне-

личивается. В частности, при $R_{18} = 10$, 100 и 300 ом Z_{13} соотве, ственно получается равным 332, 407 и 590 ом. Поскольку волновое сопротивление кабеля Z_8 значительно меньше волнового сопротивления двигателя Z_{s3} , то увеличение волнового сопротивления двигателя Z_{s3} за счет введения R_{38} не существенно влияет на величину перенапряжения в его обмотках, а при учете ковффициента связи кабеля K_{ex} эти перенапряжения будут еще меньше [2].

Из сказанного следует, что наиболее опасным для изоляции явяяется случай, когла $R_{\rm e}=0$, и поэтому в дальнейшем опыты проязводились при $R_{\rm au}=0$.



Рис. 8. Эквиналентная схема передвижной манины. 1 – корпус двигателя: 2-- кабель.

Тиблица З Парамстры волны Время двойного Средняя скорость ipotera 27 la /lu распространения MKCBKIMKCBK мксек BOJIIN VED M/MKCBK 0,5/9 1.1 245 1,1/6 1.3 210 2,7/30 184 1,5

Данные по определению средней скорости распространения колны V_{ср} по трем фазам обмотки приведены в таблице 3.

Как видно из габлицы, с уменьшением скорость распространения волны по обмотке двигателя несколько увеличивается. Это происходит из-за уменьшения индуктивности обмотки, вследствие уженьшения глубины проникания магиитного потока в железо статора при крутом фронте волны.

Данные значений затухания тав и деформации волны в обмотие двигателя К_{ав} для различных параметров волны приведены в табл. 4.

| | Таблица | | | |
|---------------------------------------|---------|------|--|--|
| Параметры волны 4.//в. мксек/мксек | Тан | Kap | | |
| 0,5/9 | 0,527 | 0,30 | | |
| 2,7/30 | 0,887 | 0,40 | | |
| | | | | |

Как вилно из таблицы 4, чем круче фронт волны и чем короче она, тем сильнее проявляются ивления затухвиня и деформации фронта волны. Эго объясняется тем, что и случае более крутых и корогких ноли максимум их частотного спектора двигается в сторону более высоких частот. При втом резка

растут потери в стали и в несколько меньшей степени диэлектрические потери в изоляции обмотки.

Существенно отметить, что затухание при волне 2,7/30 мксек, (наиболее близкой по параметрам к волнам ожидаемых грозовых перенапряжений) сравнительно невелико, что делает нейтраль двигателя наиболее опасной точкой схемы.

Заключение

Произведенные измерения при различных условиях работы неэкранированного кабеля показали, что коэффициенты связи между тремя рабочими и нулевой жилами сильно зависят от условий работи кабеля. Для обеспечения условий грозозащиты от атмосферного перенапряжения, расчетным следует считать случай распространения волны по полностью размотанному и лежащему на земле кабелю при параллельном соединении всех его жил. При этом в качестве расчетных величии коэффициента связи между рабочими жилами в нулевой жилой можно считать $K_{ck} > 0,8$.

Произведенные измерения показали, что часть кабеля, намотанного на барабан, можно рассматривать в волновом процессе как сосредоточенную индуктивность. От этой индуктивности волна отражается и в пределе возможно удвоение импульсного напряжения на жилах кабеля относительно земли.

Нанболее опасным случаем для двигателя является приход волны по трем фазам, при весьма малом сопротивлении заземления перелвижной машины $R_{\rm ам}$. В этом случае получается значительное повышение напряжения на главной изоляции нейтрали по сравнению с напряжением в начале обмотки. Поэтому в качестве расчетных параметров двигателей можно принимать данные, полученные при измерениях, для случая когда $R_{\rm ам} = 0$.

В качестве расчетных волновых параметров двигателя электрограктора ЭТЕ-25 ($P = 25 \ \kappa 6m$, $U = 1140 \ s$), определенных экспериментально при волне $= 2.7/30 \ {\it мксек/мксек}$, рекомендуется принять: эквивалентное волновое сопротивление двигателя $Z_{a3} = 300 \ om;$ время двойного пробега волны $2T_{ab} = 1,5 \ {\it мксеk}$: среднюю скорость распространения волны по обмотке V_{cp} . 180 ${\it м/мксеk}$; коэффициент затухания амплитуды волны по обмотке $\tau_{iab} \ll 0,9$; коэффициент деформации фронта

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность профессору М. В. Костенко за ценные указания. Автор благодарит также Н. А. Козырева, А. П. Сивкова и Л. С. Кротмана за оказанвую помощь в проведении экспериментов.

Лаборатория электротехники АН Ариянской ССР

Поступило 15 2 1957

IF. IF. ԿԱԲԱՊԵSBILL

ԷԵԿՏՐԱԿԱՆԱՑՎԱԾ ՏԵՂԱՓՈԽԵԼԻ ՏԵՂԱԿԱՅՈՒՄՆԵՐՈՒՄ ԱԷԻՔԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐ

Ամփոփում

Գերլարումների չափը էլեկտրականացված տեղափոխելի տեղակայումգանազան էլեմենտներում, երը այդ տեղակայումները սնվում են առանց դրամի ճկուն կարելներով, կախված է նչված կարելի և տեղակայման էլեմենտների ալիրային պարամետրերից։

Առանց գրամի կարելի այիջային պարամետրերի մարցը լուսարանվել է նախկինում [1, 2]։ Սակայն այիջային երևույթների ուսումնասիրումը պամանջում է որոշել նաև

1) Կարելի կապի գործակիցը Նրա ջիդերի միջև։

2) Կարելի դերը ալիջային պրոցհաում, երբ նա փախախված է կա~ բելային խմբուկի վրաս 3) Էլնկարական շարժիչների ալիբային պարամնարերը.

Շարժիշների ալիթային պարամնտրերի տեսական որոշման մի ջանկ հիրը դործնական կիրառում շնն գտել։ Այդ իսկ պատճառով այժ շարժիշների ալիջային պարամնտրերը որոշում են փորձերի միջոցով։ Հոդվածում նշված փորձերը կատարվել են՝

1) befor about mouth gravit short furbitipp dem.

w) $\lim_{n \to \infty} h_1 = 1,0$ hd, 4×10 dd², p) $\lim_{n \to \infty} h_2 = 3,0$ hd, $3 \times 2,4 + 3 \times 1,0$ dd²,

2) Էլեկտրակած լարժիչի վրա (P 25 կվան U 1.14 կվ), որն օդտադործվում ЭТЕ-25 տիպի էլնկտրատրակտորի մեջ։ Կատարված փորձնրր ցույց և տվել ճետևյալը.

1) Առանց դրանի մկուն կարհլի կապի դործակիցը Նրա րանվորական և գրոյական ջիդհրի միջև կարող է փոփոխվել մեծ սանմաններում՝ կապի ված կարհլի աշխատանցի պայմաններից։ Ընդնանուր առմամբ, կապի գործակցի նաշվային մեծությունը նրա բանվորական և գրոյական ջիդհրի միջև կարելի է ընդունել – 0,8,

2) Ալիջային պրոցնաների ուսումնասիրման ժամանակ իմբուկի վրա փափախված կարհյը կարելի է զիտել որպես կնճտրոնացված ինդուկտի վություն, որից բարձր լարման ալիջը անդրադառնալով շանմանային դեպջում կարող է կրկնապատկվել։

3) Էլևկտրական չարժիչի համար ամենավտանդավոր դնպըն այն է, հրը բարձր լարման այիթը տարածվում է նրա նրեր ֆադնրով, իսկ անդա փոխելի մերենայի հողանցման դիմադրության մեծությունը մինիմում է։

4) Փորձնրի միջոցով որոշված է ելեկտրական չարժիչի (P , U = 1,14 կվ) ալիբային պալամնարեոր, երը $R_{14} = 0, t_{\pm}/t_{0} = 2.7/30$ մկվրկ, U = 600 վ լարժան տակ.

w) updfish uphp Swythph wifewift ghilugpai lait Z == 300 ods

 $p_{j_{2}} = p_{j_{2}} + p_{$

գ) <u>շարժիչի</u> փաթեույթեում այիրի տարածման միջին արադությունը V_{en.m.} = 180 մ/մկվրկ։

ЛНТЕРАТУРА

- Каранетян М. М. Водновые характеристики тибких кабелей передвижных установок. Изпестия АН Арм. ССР. том Х. № 3, 1957.
- Отчет ЛИИТ имени Калинина в Лаборитории электротехники АН Арм. ССР. 1. Исследование волновых параметров кабелей и двигателя электротракторного агрегата. 2. Исследование перенапряжений на электротракторе и разработка схемы его грозозащиты. Ленинград. 1954.
- Отчет ЛППП им. Калинина, Разработка методики исследования и преднарительние исследования волновых параметров электрических манния. Ленинград 1954.
- Сиротинский Л. И. Перенапряжения в защита от перенапря кений в электрических установках. Изд. ГЭИ, 1946.
- Костанко М. В. Атмосферные перенапряжения и грозозицита высоковольтных установок. Илд. ГЭИ, 1949.