

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ

Б.Д. Мамаджанов

к.т.н. доцент кафедрой “Электротехника, электромеханика и электротехнологий” Андиганского машиностроительного института
E-mail: bm02717272@gmail.com,

А.Ш. Шукуралиев

заведующий кафедрой “Электротехники, электромеханики и электротехнологий” Андиганского машиностроительного института
E-mail: superyigit77@mail.ru,

Ш.С. Манноббоев

старший преподаватель кафедры “Электротехники, электромеханики и электротехнологий” Андиганского машиностроительного института
E-mail: shuxratbekmannobboyev@gmail.com,

АННОТАЦИЯ

В данной статье отмечается, что электрическая емкость рабочего органа ДСУ является одним из важнейших его параметров, приводится общий методический подход определения емкости одной из распространенной системы разноименно заряженных электродов в теории диэлектрической сепарации - бифилярной обмотки и дан анализ, полученным формулам по определению электроемкости создаваемой этой системой.

Ключевые слова: бифилярной обмотки, систем электродов, соседних электродов, диэлектрической сепарации, характерным является, емкостей электродов.

Методический подход к определению емкости бифилярной обмотки. Как показал анализ научных работ, общим для всех систем электродов, используемых в диэлектрических сепарирующих устройствах является то, что соседние электроды находятся под разным потенциалом. В связи с этим они изолированы между собой и могут быть установлены либо вплотную, либо с зазором на каркасе (основании). выполненном либо из диэлектрика, либо из токопроводящего материала [2]. На электроды может быть подано напряжение до 1 кВ, а иногда и выше [1-3]. Для большинства электродов, используемых в

ДСУ, характерным является то, что расстояние между центрами (осями) соседних электродов намного больше расстояния между поверхностями соседних электродов. В связи с этим заряды на электродах скапливаются на малых поверхностях соседних электродов и их влиянием на поле удаленных электродов можно пренебречь. Это позволяет сформулировать общий методический подход к определению электрической емкости рабочих органов диэлектрических сепарирующих устройств, сущность которого сводится к тому, что электрическую емкость рабочих органов ДСУ можно представить как совокупность частичных емкостей электродов, разделенных диэлектриком, с помощью которых все проводники (электроды) системы связаны между собой.

Следовательно, емкость, создаваемая системой разноименно заряженных электродов, в общем случае может быть определена по формуле:

$$(1) \quad C = \sum C_i + \sum \tilde{C}_i = C_i(N-1) + \tilde{C}_i(N-1) = (C_i + \tilde{C}_i)(N-1), \quad \Phi,$$

где: C_i - - частичные емкости, создаваемые разноименно заряженными электродами, Φ ;

C_i - частичные емкости, создаваемые электродами и токопроводящим каркасом рабочего органа, Φ ;

N - общее количество разноименно заряженных электродов.

При большем числе электродов, а, следовательно, при большем числе частичных емкостей естественно считать, что емкость системы разноименно заряженных электродов пропорциональна N , а не $(N-1)$.

Таким образом, определение электрической емкости системы электродов, используемых в рабочих органах ДСУ, сводится к определению частичных емкостей, образованных либо электродами, либо электродами и токопроводящим каркасом (основанием) рабочего органа ДСУ.

Емкость бифилярной обмотки. В нашей работе был реализован методический поход при определении электрической емкости бифилярной обмотки, установленной на цилиндрическом рабочем органе ДСУ.

На рисунках 1 и 3 изображены рабочие органы диэлектрических барабанных сепараторов. Каркас одного рабочего органа выполнен из диэлектрика (Рис.1), каркас другого (Рис.3) - из электропроводящего материала. На оба каркаса уложена бифилярная обмотка.

Благодаря тому, что на каркасе провода обмотки, находящиеся под разным потенциалом, укладываются вплотную, заряды на соседних (контактируемых) электродах скапливаются на малых поверхностях и их влиянием на заряды удаленных электродов можно пренебречь. Такое приближение носит название

приближения двухпроводной бифилярной линии [2-3].

Пусть длина цилиндрического каркаса L , радиус каркаса R (Рис.1), радиус провода r , толщина изоляции провода a (Рис.2,а). Тогда на длине цилиндрической поверхности L укладываются N витков двух проводной линии длиной $2\pi R$. Это количество витков двух проводной линии образует $(N-1)$ емкостей.

Следовательно, электрическая емкость бифилярной обмотки рабочего органа ДСУ, уложенной на цилиндрическом каркасе (Рис. 2.1-1), может быть подсчитана по формуле:

$$C = C_g(N-1), \text{ Ф} \quad (2)$$

Где: C_g - емкость двух проводов бифилярной обмотки (одной пары витков) длиной $l=2\pi R$.

Емкость двух проводов бифилярной обмотки (C_g) - это по существу межвитковая (межэлектродная) емкость C_{12} (Рис.2.б), которая может быть подсчитана по формуле:

$$C_g = \frac{\pi \varepsilon_{\text{уср}} \cdot l}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}} = \frac{\sqrt{2} \pi^2 R \varepsilon_{\text{уср}}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}}, \text{ Ф} \quad (3)$$

где: $\varepsilon_{\text{уср}}$ - усредненное значение абсолютной диэлектрической проницаемости межэлектродной среды, Ф/м.

Количество витков бифилярной обмотки может быть определено по формуле:

$$(4) \quad N = \frac{L}{2r + 2a}$$

Подставляя (3) и (4) в (2), получаем расчетную формулу для определения электрической емкости бифилярной обмотки рабочего органа ДСУ, уложенной на изоляционном каркасе (Рис.1):

$$(5) \quad C = \frac{\sqrt{2} \pi^2 R \varepsilon_{\text{уср}}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}} \left(\frac{L}{2r + 2a} - 1 \right), \text{ Ф}.$$

При определении напряжения на любой паре витков бифилярной обмотке [7], необходимо знать емкость C_0 на одном метре ее длины (l_0). Это важный параметр бифилярной обмотки может быть подсчитан по формуле:

$$\Phi \quad (6) \quad C_0 = \frac{\pi \epsilon_{\text{уср}} \cdot l_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}},$$

где: l_0 - длина бифилярной обмотки, равной 1 метру, м.

Бифилярная обмотка рабочего органа ДСУ, уложенная на диэлектрическом цилиндрическом каркасе

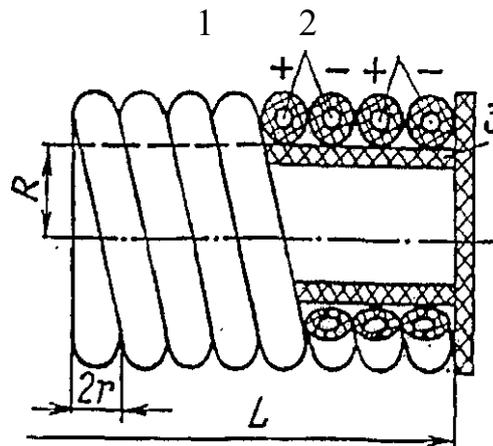


Рис.1

1 - провод (электрод); 2 - изоляция проводов; 3 - каркас.

Элемент бифилярной обмотки рабочего органа ДСУ установленной на диэлектрическом каркасе (а) и схема замещения (б)

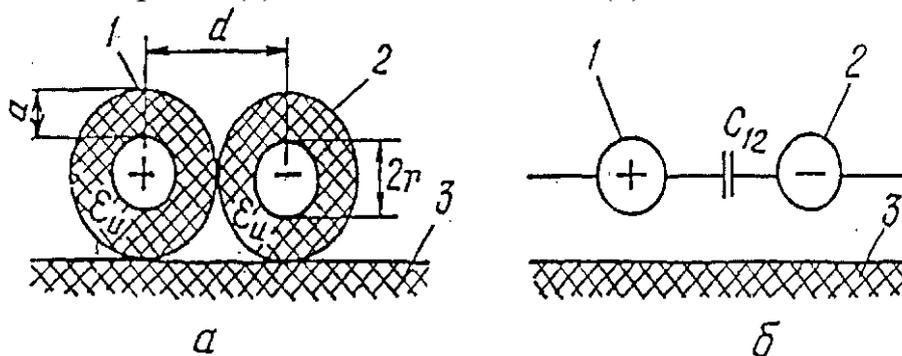
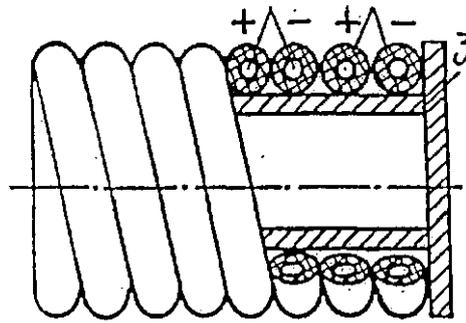


Рис.2

1,2- провода (электроды) бифилярной обмотки; 3 - диэлектрический каркас.

Бифилярная обмотка рабочего органа ДСУ, уложенная на электропроеиодящем, цилиндрическом каркасе

Рис.3



1 - провод (электрод) 2 - изоляция проводов; 3 - каркас.

Элемент бифилярной обмотки рабочего органа ДСУ, установленной на электропроводящем каркасе (а) и схема замещения (б)

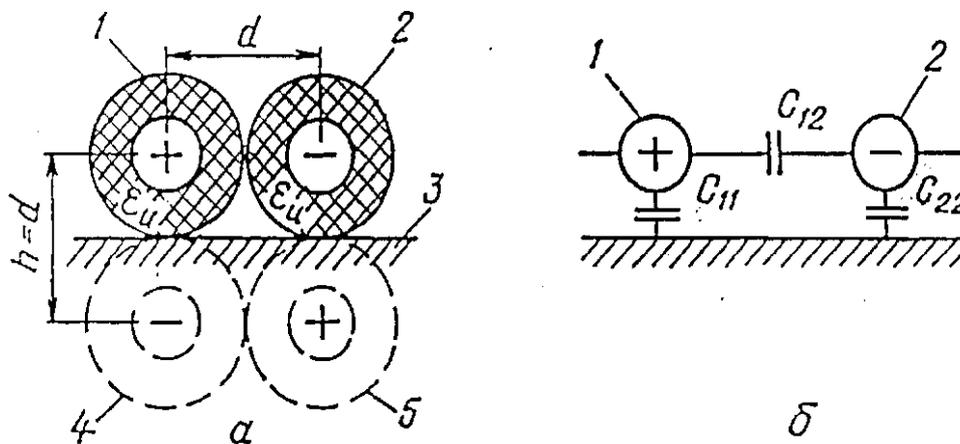


Рис.4

1,2 - провода; 3 - электропроводящий каркас; 4,5 - зеркальное отображение проводов;

Если же бифилярная обмотка уложена на металлическом каркасе (Рис.3), то появляются дополнительные частичные емкости на каждом витке обмотки C_{11} и C_{22} - частичные емкости между проводами и токопроводящим каркасом (Рис.4,б).

На рис.4,а изображен элемент бифилярной обмотки, лежащей на токопроводящем каркасе и схема замещения одного витка бифилярной обмотки. Через C_{12} на рис.4,б обозначена частичная или витковая (межэлектродная) емкость.

Для нахождения частичных емкостей C_{11} и C_{12} воспользуемся методом зеркального отображения, предложенным Д.Томсоном [3]. Согласно этому методу система провод-металлическая поверхность заменяется системой провод и его зеркальным отображением (Рис.5).

Из рис.5 видно, что емкость C_{110} можно рассчитать по формуле двух проводов бифилярной обмотки (3). Как следует, из рис.5, при знании емкости C_{110} , емкости C_{11} и C_{22} , образованные проводами бифилярной обмотки и токопроводящим каркасом, могут быть определены по формуле:

$$C_{11} = C_{22} = 2C_{110} = 2 \frac{\sqrt{2\pi^2 R \bar{\epsilon}_{\text{уср}}}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}}, \quad \Phi,$$

(7)

где: $\epsilon_{\text{уср}}$ - усредненная абсолютная диэлектрическая проницаемость для емкости между электродом и каркасом, Ф/м.

Так как C_{11} и C_{22} соединены последовательно и находятся в параллели с емкостью C_{12} (Рис.4,б), то электрическая емкость одной пары витков, лежащих на токопроводящем каркасе, C_g может быть определена по формуле [10]:

$$C_g^* = C_{12} + \frac{C_{11} \cdot C_{22}}{C_{11} + C_{22}} = \frac{\sqrt{2\pi^2 \epsilon_{\text{уср}} R}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}} + \frac{\sqrt{2\pi^2 R \bar{\epsilon}_{\text{уср}}}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}}.$$

(8)

Если диэлектрическая проницаемость $\epsilon_{\text{уср}}$ межвитковой частичной емкости C_{12} равна диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\text{уср}}$ емкости C_{11} и C_{22} , то формула для подсчета C_g принимает вид:

$$C_g^* = 2 \frac{\sqrt{2\pi^2 \epsilon_{\text{уср}} \cdot R}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}}, \quad \Phi. \quad (9)$$

Емкость одного метра длины бифилярной обмотки C^* , когда последняя лежит на токопроводящем каркасе (Рис. 2.1-3), определяется по формуле:

$$(10) \quad C_o^* = \frac{\sqrt{2\pi \epsilon_{\text{уср}} l_o}}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}},$$

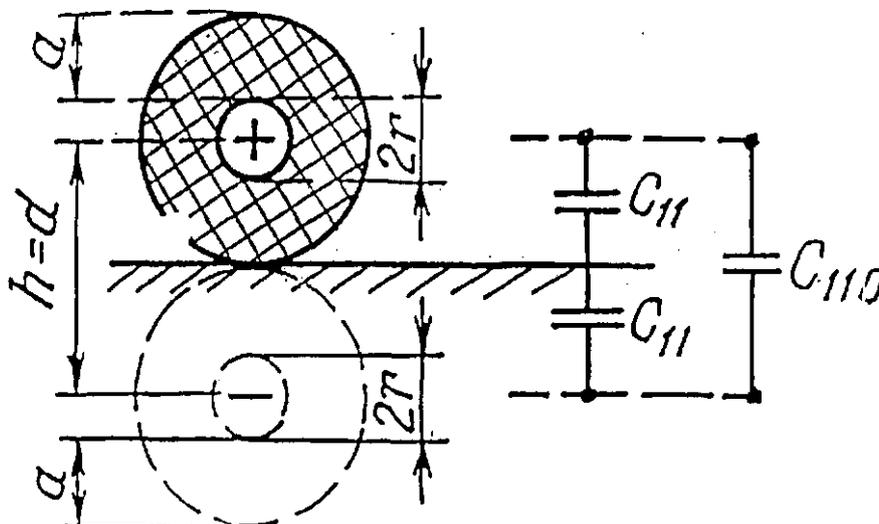
Полная же емкость C'_{xx} рабочего органа ДСУ, не загруженного семенами, в котором в качестве системы разноименно заряженных электродов взята бифилярная обмотка, уложенная на токопроводящем каркасе, будет определяться выражением:

$$(11) \quad C'_{xx} = 2 \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot \pi^2 \cdot R \cdot \epsilon_{\text{иср}} \cdot \left(\frac{L}{2r+2a} - 1 \right)}{\sqrt{\frac{d}{2r} - 1}}$$

Анализ полученных формул (5) - (11) показывает, что электроемкость создаваемая бифилярной обмоткой возрастает с ростом числа витков бифилярной обмотки. Параметры проводов (диаметр и межвитковое расстояние) также влияют на величину электроемкости. Так, с ростом длины бифилярной обмотки, диаметра проводов электроемкость возрастет. С ростом же межвиткового расстояния электроемкость бифилярной обмотки убывает. На величину электроемкости бифилярной обмотки влияет диэлектрическая проницаемость и толщина изоляции проводов, образующих бифилярную обмотку. Так, с ростом диэлектрической проницаемости изоляции электроемкость бифилярной обмотки возрастает, а с ростом толщины изоляции - убывает.

К расчету частичной емкости C_c , образованной проводом и металлической поверхностью, методом зеркального отображения

Рис.5



Характер изменения энергии (W), затрачиваемой источником напряжения на поляризации семян во времени (t) при питании бифилярной обмотки синусоидальным, напряжением (u).

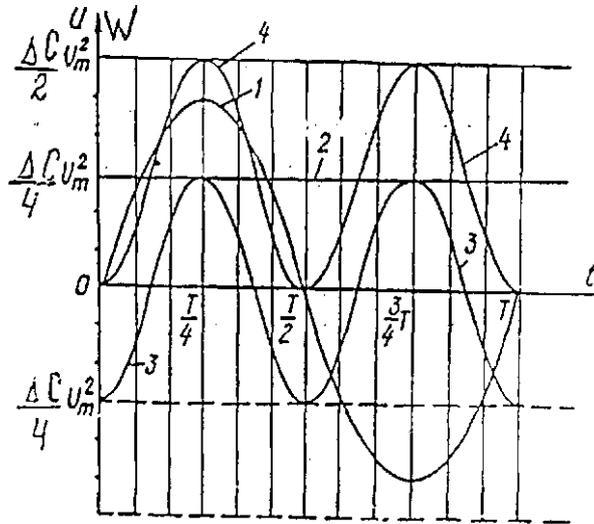


Рис.6

1- напряжение питания; 2 - постоянная составляющая энергии; 3 - переменная составляющая энергии.

Емкость бифилярной обмотки зависит также и от того, из какого материала изготовлено основание (каркас), на котором она уложена. Если бифилярная обмотка уложена на токопроводящем каркасе, то емкость этой системы может до 2-х раз быть больше, чем емкость бифилярной обмотки, но уложенной на изоляционном каркасе.

Следует отметить, что полученные расчетные формулы характеризуют емкость бифилярной обмотке рабочего органа ДСУ незагруженного семенами. Это емкость рабочих органов ДСУ в режиме холостого хода (C_{xx}). Величина C_{xx} является постоянной. Она зависит только от конструктивных параметров бифилярной обмотки и материала, из которого выполнена цилиндрическая поверхность (каркаса) рабочего органа в процессе работы ДСУ не изменяется.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Faye, F. R., Kelecha, A. M., Rakhmatov, A., Mannobboyev, S., & Abdunazarov, J. (2023). The impacts of improper curbside parking on traffic flow in semi-urban area, Ethiopia. In E3S Web of Conferences (Vol. 434, p. 02001). EDP Sciences.
2. Зокирова, И. 3. (2023). KLASSIFIKACIYA ELEKTROTEKHNOLICHESKIH USTANOVOK. «ОБРАЗОВАНИЕ И

HAYKA B XXI BEKE».

3. Mamadzhanov, B. D., & ugli Mannobboev, S. S. (2022). CONTROL OF THE ELECTRIC FIELD OF DIELECTRIC SEPARATING DEVICES BY THE SUPERIMPOSITION METHOD. INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876, 16(07), 37-41.

4. Rage, F., Mohammed, A., Takele, A., Ismailov, A., & Mannobboyev, S. (2023). Modelling and analysis of vehicle accident under mixed traffic conditions in Ilu Ababor zone, Ethiopia. In E3S Web of Conferences (Vol. 377, p. 02002). EDP Sciences.

5. Siddikov I. K., Boikhonov Z. U., Karimjonov D. D. Elements And Devices For Monitoring And Control of Energy Efficiency. The American Journal of Engineering and Technology (ISSN-2689-0984). – 2020.

6. Karimjonov D. D. et al. Study on determination of an asynchronous motor's reactive power by the current-to-voltage converter //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2023. – T. 1142. – №. 1. – C. 012023.

7. Kh S. I., Makhsudov M. T., Karimjonov D. D. Research of static characteristics of three-phase current sensors for control and monitoring of asynchronous motor filter-compensation devices //New intelligence technology: Past, Present and Future. – 2022. – C. 213-216.

8. Prete C.E., Cicero S.M. Influence of the hand picking, electric color sorting and fungicide treatment methods on seed quality of peanuts (*arachis hypogaea* L.) Escholha manual, selecao electrónica pela cor, tratamento fimgicida E. gualidade de sementes de amendoim // Anais Escola Superior Agr. "Luiz Queiroz".

9. 1987. V.41,N 1.- P.37-56.

10. Parnell A. The indentification of new wheat varieties using a standard electrophoresis method // Nat. Inst. Bot. - 1983. - V.I6, N 1. -P. 37 - 56.

11. Yuh - Yuan Shyy, Misra M.K. Automation of an air - screen seed cleaner.

12. St. Joseph (Mich.), 1987. - 18 c.- (Paper /Amer. Soc. of Agr. engineers; N 87 - 6038).

13. Cooke R.J., Draper S.R. The identification of wild oat species by electro-phoresis // Seed Sc. Tehnol. - 1966. -V.I 4, N 1. -P. 157- 167.