

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ ԼԻԱՆԱ ԱՐՏԵՄԻ

**ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՄԲ ՏԻՐԻՍՏՈՐԱՅԻՆ ԿԵՐՊԱՓՈԽԻՉՆԵՐՈՒՄ
ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԿՈՄՈՒՏԱՑՆՈՂ ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Ե.09.01 - «Էլեկտրատեխնիկա, էլեկտրամեխանիկա, էլեկտրատեխնոլոգիաներ»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ 2021

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

ВАРДАНЯН ЛИАНА АРТЕМОВНА

**РАЗРАБОТКА КОММУТИРУЮЩЕГО КОНДЕНСАТОРА В ТИРИСТОРНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.09.01 - “Электротехника, электромеханика, электротехнологии”

ЕРЕВАН 2021

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ)

Գիտական ղեկավար՝ տ.գ.թ. Պ.Հ. Խաչատրյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տ.գ.դ. Բ.Մ. Մամիկոնյան
տ.գ.թ. Վ.Ն. Սարգսյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ «Էներգետիկայի գիտահետազոտական ինստիտուտ» ՓԲԸ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2021թ. ապրիլի 16-ին, ժամը 14⁰⁰-ին Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում գործող ԲՈԿ-ի 038 մասնագիտական խորհրդի նիստում:
Հասցեն՝ Հայաստան, 0009, Երևան Տերյան փող., 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2021թ. մարտի 1-ին:

Մասնագիտական խորհրդի
գիտական քարտուղար, տ.գ.թ.՝



Ա.Լ. Մայիլյան

Тема диссертации утверждена в Национальном политехническом университете
Армении (НПУА)

Научный руководитель: к.т.н. П.О. Хачатрян

Официальные оппоненты: д.т.н. Б.М. Мамиконян
к.т.н. В.Н. Саргсян

Ведущая организация: ЗАО “Научно-исследовательский институт
энергетики”

Защита диссертации состоится 16-го апреля 2021г. в 14⁰⁰ часов на заседании специализированного совета ВАК 038, действующего при Национальном политехническом университете Армении, по адресу: Армения, 0009, Ереван ул. Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПУА.
Автореферат разослан 1-го марта 2021г.

Ученый секретарь
специализированного совета, к.т.н.:



А.Л. Маилян

ԱՏԵՆԱԽՈՍԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Տնտեսության տարբեր ճյուղերում բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպափոխիչների նկատմամբ հետաքրքրությունն անընդհատ աճում է՝ պայմանավորված տեխնիկայի զարգացումով: Բարձր հաճախության տիրիստորային կերպափոխիչները լայն կիրառություն ունեն էլեկտրաֆիկացված տրանսպորտում, մետաղների հալեցման և մշակման սարքավորումներում և այլն:

Ժամանակակից տնտեսության մրցակցային պայմաններում նոր տեխնիկատնտեսական պահանջներ են ներկայացվում բարձր հաճախության տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորներին: Նման պայմաններում կարևորվում է բարձր հաճախության տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորների զանգվածաչափային ցուցանիշների բարելավումը և աշխատանքային հաճախության ու հուսալիության բարձրացումը, քանի որ բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպափոխիչների հոսանքափակման համար նախատեսված կոմուտացնող կոնդենսատորները զբաղեցնում են կերպափոխիչների ամբողջ ծավալի 30...40%-ը: Այդ ուղղությամբ կատարվում են բազմաթիվ աշխատանքներ, որոնց արդյունքում մշակվում և ներդրվում են կոմուտացնող կոնդենսատորների պարամետրերի բարելավման մեթոդներ և միջոցներ:

Չնայած բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորների հետազոտման և բարելավման ուղղությամբ ձեռք բերված արդյունքներին, այդ բնագավառում դեռևս առկա են մի շարք չլուծված խնդիրներ՝ կոնդենսատորների ցածր տեսակարար հզորություն, ցածր հաճախություն և հուսալիություն, ինչպես նաև մեծ զանգվածաչափսեր, որոնց բարելավմանն ուղղված կոնդենսատորի սեկցիայի կառուցվածքի չափսերի փոփոխումը երկու գալարախողովակի առկայությամբ արդիական խնդիր է:

Աշխատանքի նպատակը: Ատենախոսության հիմնական նպատակը բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորի տեխնիկական բնութագրերի բարելավումն է՝ նոր կառուցվածքային լուծումների առաջադրմամբ:

Գիտական նորույթը:

1. Մշակվել է կոմբինացված շրջադիրներով և պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկով ստիպողական հովացումով կոմուտացնող կոնդենսատորի սեկցիայի տեսական հետազոտության և պարամետրերի հաշվարկի մեթոդակարգը:

2. Բացահայտվել և իրականացվել է կոնդենսատորի տեսակարար հզորության մեծացման հնարավորություն, որը թույլ է տալիս ընդլայնել կոնդենսատորի կիրառելիությունը:

3. Մշակվել են երկու գալարախողովակով հովացում իրականացնող կոնդենսատորի նոր կառուցվածքի տեսական դրույթները և հաշվարկի մեթոդակարգը:

Պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները:

1. Պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկի և կոմբինացված շրջադիրների կիրառմամբ ու գալարախողովակներով հովացման շնորհիվ կոմուտացնող կոնդենսատորի տեսակարար հզորության մեծացում:

2. Շրջադիրների եզրում էլեկտրական դաշտի կարգավորմամբ առավելագույն տեսակարար հզորության ապահովում:

3. Կոնդենսատորների տեսակարար հզորության մեծացում երկու գալարախողովակով հովացման դեպքում:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը: Մշակվել է բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպափոխիչներում երկու հովացնող գալարախողովակով կոմբինացված շրջադիրներով և պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկով կոմուտացնող կոնդենսատորի նոր կառուցվածք, որը թույլ է տալիս բարձրացնել տեսակարար ռեակտիվ հզորությունը, աշխատանքային հաճախությունը և հուսալիությունը, ինչպես նաև զգալիորեն փոքրացնել զանգվածաչափսերը:

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել են կերպափոխիչների համար հովացնող երկու գալարախողովակով կոնդենսատորներ, որոնց հաշվին նվազեցվում են կոնդենսատորի զերտաքացումները երկու անգամ, որը հնարավորություն է տալիս հաճախությունը մեծացնել երկու անգամ:

Հրապարակումները: Կատարված հետազոտությունների հիմնական դրույթներն ու արդյունքները զեկուցվել և քննարկվել են «Էլեկտրական մեքենաներ և ապարատներ» ամբիոնի գիտական սեմինարներում և ՀԱՊՀ-ի տարեկան գիտաժողովում (2018թ.):

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու արդյունքներն արտացոլված են հրատարակված տաս գիտական աշխատությունում, որոնցից չորսը՝ գյուտի արտոնագիր:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, չորս գլխից, եզրակացություններից և օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքը շարադրված է 110 էջի վրա, պարունակում է 16 նկար, 22 աղյուսակ և 111 անուն ընդգրկող գրականության ցանկ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված է խնդրի արդիականությունը, ձևակերպված են հետազոտության նպատակը և խնդիրները, ներկայացված են գիտական նորույթը և ատենախոսական աշխատանքի կիրառական նշանակությունը, ինչպես նաև պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Առաջին գլխում կատարվել է տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորների համեմատական վերլուծություն:

Կոմուտացնող կոնդենսատորների տեխնիկական բնութագրերի բարելավման նպատակով հետազոտվել և վերլուծվել են կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորների տարատեսակները, փաթեթման սխեմաները, հովացման մեթոդներն ու միջոցները:

Կատարված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հայտնի աշխատություններում մշակվել են կոմուտացնող կոնդենսատորների կառուցվածքներ և հովացման հարցերի գործնական կիրառություն ունեցող մեթոդներ ու միջոցներ, կատարվել են նշանակալի տեսական և փորձարարական հետազոտություններ: Չնայած բարձր հաճախության տիրիստորային կերպափոխիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորների հետազոտման և բարելավման ուղղությամբ ձեռք բերված արդյունքներին, այնուամենայնիվ առկա են կոմուտացնող կոնդենսատորների տեխնիկական բնութագրերի բարելավման հնարավորություններ: Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նշված բնագավառում գոյություն ունեն մի շարք թերություններ՝ ցածր տեսակարար հզորություն, ցածր հաճախություն և հուսալիություն, ինչպես նաև մեծ զանգվածաչափսեր: Մինչդեռ, վերոնշյալ պարամետրերը մեծ դեր են կատարում կոմուտացնող կոնդենսատորների աշխատանքում:

Սույն աշխատանքում կոմուտացնող կոնդենսատորների կառուցվածքների և հովացման հարցերի խնդիրը դիտարկվել և ուսումնասիրվել է այլ տեսանկյունից՝ կոնդենսատորների չափսերի փոքրացման, աշխատանքային հաճախության և հուսալիության բարձրացման միջոցով:

Նշված խնդրի լուծման իրականացման համար ընտրվել են հետևյալ հիմնական ուղղությունները՝ կոմբինացված շրջադիրների և պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկի կիրառում երկու գալարախողովակի առկայության դեպքում՝ կոմուտացնող կոնդենսատորների հաճախության մեծացման համար, շրջադիրների կորացված եզրում կոնդենսատորի էլեկտրական դաշտի հետազոտում առավելագույն տեսակարար հզորության ապահովման նպատակով, կոնդենսատորի սեկցիայի կալակի տրամագծի օպտիմալ ընտրություն տեսակարար հզորության բարձրացման նպատակով, երկու հովացնող գալարախողովակով կոնդենսատորների հաճախության և տեսակարար հզորության բարձրացման եղանակի մշակում, հաշվարկային եղանակով և ստացված արդյունքների փորձարարական հաստատմամբ մշակված կոնդենսատորի ջերմատվության գործակցի որոշում՝ նմանության թեորեմի կիրառմամբ:

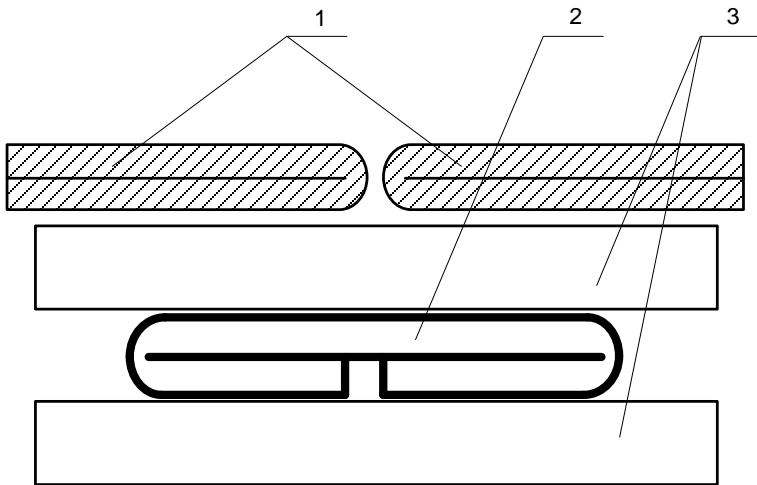
Երկրորդ գլխում առաջարկվել է կոնդենսատորի կատարելագործված սեկցիայի կառուցվածք երկու գալարախողովակի առկայությամբ, ըստ որի շրջադիրների և դիէլեկտրիկի հաստությունների հարաբերությունը վերցված է 1,5, իսկ նրբաթիթեղային շրջադիրները ճակատային մասերում զոդված են: Տվյալ կառուցվածքի ընտրությունը հիմնականում կատարվել է հայտնի MKV տեսակի կոմուտացնող կոնդենսատորների հետ համեմատության միջոցով: Նշված կառուցվածքով սեկցիան կազմված է երկկողմանի մետաղապատված թղթից և այլումինե նրբաթիթեղային շրջադիրներից:

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա հնարավորություն է ստեղծվում բացահայտել և իրականացնել կոնդենսատորի տեխնիկական բնութագրերի բարելավում՝ նոր կառուցվածքային լուծումների առաջադրմամբ: Այսինքն՝ տվյալ կոնդենսատորն ունի սեկցիայի կառուցվածքի փոփոխված, ավելի կոնկրետ լավացված չափսեր:

Քանի որ հիմնական համեմատությունը կատարվել է MKV տեսակի կոնդենսատորների հետ, հարկ է նշել, որ տվյալ կոնդենսատորներում դուրս ցցված երկկողմանի մետաղապատված շրջադիրների միացումը կատարվում է մետաղապատման միջոցով: Նոր կառուցվածքային լուծումների առաջադրմամբ կոմուտացնող կոնդենսատորի սեկցիայի դեպքում միացումը կատարվում է զոդման եղանակով: Նշված եղանակի առավելությունն այն է, որ մեծ գերբեռնվածությունների դեպքում հնարավորություն է ստեղծվում բարձրացնել կոնտակտային հանգույցների (միացումների) հուսալիությունը: Այս կերպ հնարավոր է դառնում վերացնել նաև ակտիվ կորուստները: Զոդման տարբերակը կոմուտացնող կոնդենսատորների համար կարելի է համարել բավականին օգտակար հնարավորություն:

Կարևոր հանգամանք է համարվում նաև այն, որ բացահայտված սեկցիայի կառուցվածքում ընտրված չափսով այլումինե նրբաթիթեղի միջոցով է հնարավոր դառնում զգալիորեն փոքրացնել մետաղապատված շրջադիրի չափսերը, մասնավորապես՝ լայնությունը: Այս փոքրացումը կազմում է մոտավորապես երկու անգամ՝ պահպանելով պոլիպրոպիլենային թաղանթի թույլատրելի լայնությունը:

Բացահայտված սեկցիայի կառուցվածքը թույլ է տալիս կոմուտացնող կոնդենսատորների համար ունենալ ավելի բարձր տեսակարար պարամետրեր՝ համեմատած գոյություն ունեցողների հետ (նկ. 1):



Նկ. 2.1. Կոմուտացնող կոնդենսատորի կառուցվածքով սեկցիայի փաթաթման սխեմա.

1 - նրբաթիթեղային կոմբինացված շրջադիրներ, 2 - երկկողմանի մեքաղապատված թուղթ, 3 - պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկ

Նոր կառուցվածքային լուծումների առաջադրմամբ կոմուտացնող կոնդենսատորի առավելությունն է նաև փոքր դիէլեկտրական կորուստների անկյան տանգենտը: Սա հնարավոր է լինում ապահովել ներքին ջերմահաղորդականության լավացման և բարձր տեսակարար հզորության շնորհիվ:

Ինչպես նաև մշակվել է փոքր չափման սահման ունեցող թվային կամրջակների միջոցով ունակության և կորուստների անկյան տանգենտի որոշման մեթոդակարգ: Վերջինս թույլ է տալիս մեծ ճշգրտությամբ որոշել ունակությունները նախագծման, արտադրության, ինչպես նաև երկարատև

շահագործման ընթացքում: Ներկայացված է չափման մեթոդ՝ P5079 փոփոխական հոսանքի ավտոմատ թվային կամրջակի կիրառմամբ 100 մկՖ-ը գերազանցող ունակություններ չափելու հնարավորությունը:

Դիտարկվել է հայտնի $C_1 \leq 100$ և $C_x > 100$ ունակություններով կոնդենսատորների հաջորդաբար միացումը:

Այս դեպքում ընդհանուր ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի չափված արժեքները համապատասխանաբար կլինեն՝

$$C_E = \frac{C_1 C_x}{C_1 + C_x}, \quad (1)$$

$$tg \delta_E = \frac{C_x tg \delta_1 + C_1 tg \delta_x}{C_1 + C_x}: \quad (2)$$

Երկու հաջորդաբար միացված կոնդենսատորների C_E և $tg \delta_E$ -ի չափման արդյունքների հիման վրա (1) և (2) արտահայտությունները կարելի է կիրառել մասնավորապես՝ մեծ ունակությամբ կոնդենսատորների C_x և $tg \delta_x$ -ի որոշման համար:

Որոշելով (1)-ը C_x -ի նկատմամբ, կստանանք՝

$$C_x = \frac{C_1 C_E}{C_1 - C_E}: \quad (3)$$

Տեղադրելով (3)-ը (2) արտահայտության մեջ և որոշելով $tg \delta_x$ -ի նկատմամբ, ոչ բարդ ձևափոխություններից հետո կստանանք՝

$$tg \delta_x = \frac{C_1 tg \delta_E - C_E tg \delta_1}{C_1 - C_E}, \quad (4)$$

որտեղ C_1 և $tg \delta_1$ -ը համապատասխանաբար հայտնի կոնդենսատորի ունակությունն ու կորուստների անկյան տանգենսն է ($C_1 < 100$ մկՖ), C_E և $tg \delta_E$ -ն՝ կամրջակով չափված երկու հաջորդաբար միացված կոնդենսատորների ընդհանուր ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի արժեքը: Այսպիսով, երկու հաջորդաբար միացված կոնդենսատորների մեկ չափման արդյունքների հիման վրա (3) և (4) արտահայտություններով կարելի է հաշվարկել 100 մկՖ ունակությամբ կոնդենսատորի ունակությունը և կորուստների անկյան տանգենսը:

Փորձարարական չափումների և հաշվարկների տվյալները բերված են աղ. 1-ում, որի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ սխալանքը չի գերազանցում 0,5%-ը:

Աղյուսակ 1

Կոնդենսատորների բլոկների ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի փորձարարական և հաշվարկային արժեքները

№	Փորձարարական արժեքներ			Հաշվարկային արժեքներ		Շեղումներ	
	C , մկՖ	C_E , մկՖ	$tg\delta_E$	C_C , մկՖ	$tg\delta_C$	$\Delta C, \%$	$\Delta tg\delta, \%$
1	45,49	6,581	0,0062	45,284	0,00617	0,45	0,48
2	45,49	6,581	0,0062	45,284	0,00617	0,45	0,48
3	37,59	6,389	0,0062	37,45	0,00618	0,37	0,32
4	164,47	18,29	0,0059	165	0,0059	0,3	0,5

Աղ. 2-ում բերված են ՍՑ-5-200 Մ4 մակնիշի կոնդենսատորների ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի որոշման արդյունքները: Տվյալ կոնդենսատորի անվանական ունակությունը կազմում է 200 մկՖ, որը 10%-ով տարբերվում է անվանականից: Ինչպես երևում է վերոնշյալ աղյուսակից առաջին երկու կոնդենսատորի ունակությունները գտնվում են բացասական թույլտվածքի սահմաններում, իսկ երրորդ կոնդենսատորի ունակությունը 1%-ով գերազանցում է թույլատրելի բացասական թույլտվածքը: Երկու և երեք կոնդենսատորների գումարային ունակությունները, որոնք որոշվում են առաջարկվող մեթոդակարգով, համընկնում են 0,3%-ը չգերազանցող սխալանքի հետ:

Աղյուսակ 2

ՍՑ-5-200 մակնիշի կոնդենսատորների ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի փորձարարական և հաշվարկային արդյունքները

№	Փորձարարական արժեքներ		Հաշվարկային արժեքներ		
	C_E , մկՖ	$tg\delta_E$	C_C , մկՖ	$tg\delta_C$	$\Delta C, \%$
1	29,29	0,0084	188,2	0,027	6,26
2	29,34	0,0098	187,87	0,042	6,45
3	29,14	0,0099	179,96	0,041	11,1
1+2	31,82	0,01	375	0,075	0,27
1+2+3	32,72	0,01	554,96	0,1	0,19

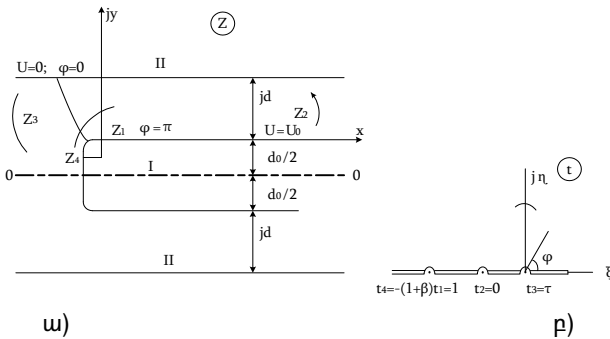
Ամփոփելով մեծ ունակությամբ կոնդենսատորների ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի որոշման համար առաջարկվող

մեթոդակարգը կարող ենք հաստատել, որ այն նպատակահարմար է կիրառել 100 մկՖ և ավելի ունակությամբ կոնդենսատորների, ինչպես նաև մեր կողմից առաջարկվող կոմուտացնող կոնդենսատորների համար արագագործ ավտոմատ թվային կամրջակների օգնությամբ:

Երրորդ գլխում կատարվել է կոմուտացնող կոնդենսատորների էլեկտրական դաշտի հետազոտումը և հաշվարկը, որի նպատակն է հնարավորինս փոքրացնել շրջադիրների եզրերում էլեկտրական դաշտի լարվածությունը հաստատուն լարման դեպքում:

Դիտարկվել է էլեկտրական դաշտի անհամասեռ տեղամասը կոնդենսատորի շրջադիրների եզրում: Հաշվարկային սխեման կազմվել է համապատասխանաբար ըստ նկ. 1-ում կատարված նշանակումների, որի տեսքը բերված է նկ. 2-ում:

Էլեկտրական դաշտի տեսքը ձևավորվել է շրջադիրներ (1) և (2)-ի միջև: Ինչպես երևում է նկ. 2-ից, հետազոտվող դաշտը մեծ ճշգրտությամբ որոշվում է x և y կոորդինատներով, որն իրենից ներկայացնում է հարթ-գուգահեռ դաշտ:



Նկ. 2. Էլեկտրական դաշտի հաշվարկը շրջադիրների եզրում.
 ա) դաշտի տեղամասը Z հարթությունում, բ) դաշտի տեղամասը t կիսահարթությունում

Վերջինիս լուծման համար կարելի է օգտվել դաշտի կոնֆորմային ձևափոխումներից, համապատասխանաբար կիրառելով Քրիստոֆել-Շվարցի բանաձևը:

Քրիստոֆել-Շվարցի բանաձևը համաձայն նկ. 2ա-ում պատկերված շրջադիրների փոխդասավորության սխեմայի, կորացված եզրերով դեպքի համար կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

$$\frac{dz}{dt} = C \frac{\sqrt{t+1} + \gamma\sqrt{t+1+\beta}}{t(t-\tau)}, \quad (5)$$

որտեղ C, γ, τ -ն հաստատուններ են, որոնք ենթակա են որոշման, β -ն՝ եզրերի կորացումը բնութագրող դրական թիվ:

Շրջադիրների եզրում էլեկտրական դաշտը բնութագրող հիմնական պարամետրերի ($n = d_0/d$ և ρ) համար մտցնենք սահմանային արժեքներ: n -ի նվազագույն արժեք կարելի է ունենալ այն դեպքում, երբ տրված d և ρ -ի համար d_0 -ն չի կարող մեծ լինել 2ρ -ից: Այս ամենը հաշվի առնելով սահմանային առավելագույն լարվածության մեծացումը կլինի՝

$$\frac{E_Z}{E_0} = \sqrt{1 + \frac{1}{\left[\frac{a \left(\frac{d_0}{2d} + 1 \right) \left(1 \pm \gamma \sqrt{1 + \frac{\beta(1-\gamma^2)}{d^2 \left(\frac{d_0}{2d} + 1 \right)^2}} \right)}{\gamma^2} \right]^2} \cdot \frac{1 + \gamma \sqrt{1 + \beta}}{\gamma \sqrt{\beta}}}. \quad (6)$$

որտեղ E_Z -ը շրջադիրի կորացված եզրում դաշտի լարվածությունն է, E_0 -ն՝ կոնդենստորի էլեկտրական դաշտի համասեռ տեղամասի լարվածությունը:

Ինչպես երևում է (6) հավասարումից, E_Z/E_0 հարաբերությունը կախված է n -ից և եզրի կորացման ρ շառավղից: n -ի հաշվարկների համար թույլ չտալով ոչ ավելի, քան 5,7% սխալանք, E_Z/E_0 հարաբերության բանաձևը պարզեցնում ենք, որպեսզի հաշվարկենք q տեսակարար հզորությունը՝

$$E_Z = E_0 \sqrt{\frac{4}{n^2 + 4n}} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{n+2}{n}\right)^2}, \quad (7)$$

որտեղ n -ը շրջադիրի հաստության հարաբերությունն է դիէլեկտրիկի հաստությանը:

Հաշվարկելով $n = 0,01 \dots 10$ տիրույթում E_Z -ի արժեքները (7) հավասարման օգնությամբ, բերված են E_Z/E_0 հարաբերության բանաձևերի և հայտնի բանաձևերի հաշվարկային տվյալների համեմատությունները, որտեղից բխում է, որ E_Z/E_0 հարաբերության արժեքները համընկնում են հայտնի բանաձևերով ստացված արժեքների հետ՝ $n = 0,01$ դեպքում հաշվարկվում է

$\sqrt{d/\pi\rho}$ բանաձևով, $n = 0,1$, ապա $1,4 \cdot \sqrt[3]{1 + \frac{d}{\rho}}$ -ով և $n = 1$ և $n = 10$, ապա

$\sqrt[3]{\left(\frac{n+2}{n}\right)^2}$ -ով:

Ստացված E_Z/E_0 հարաբերության արժեքները տեղադրում ենք q տեսակարար հզորության բանաձևի մեջ և ստանում՝

$$q = \frac{8,85E_Z^2\omega\varepsilon}{(1+n)\frac{4}{n^2+4n}\cdot\sqrt[3]{\left(\frac{n+2}{n}\right)^2}}, \quad (8)$$

որտեղ ω -ն անկյունային հաճախությունն է, ε -ը՝ դիէլեկտրական թափանցելիությունը:

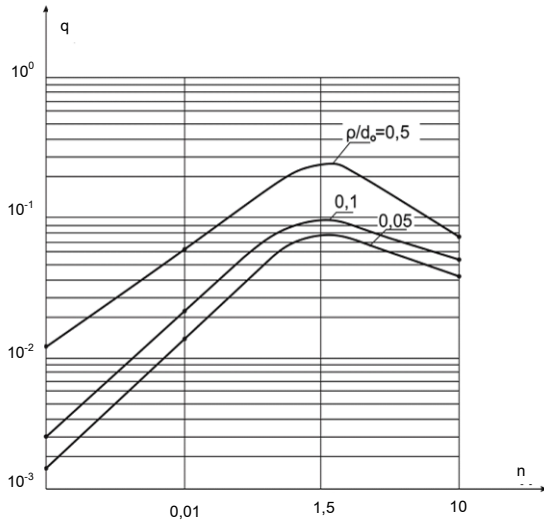
Արտահայտելով ունակության արժեքը և ակտիվ ծավալը երկրաչափական չափսերի միջոցով, որոշենք կոնդենսատորի տեսակարար ռեակտիվ հզորությունը՝

$$q = \frac{U^2\omega C}{V} = \frac{8,85E_0^2\omega\varepsilon}{1+d_0/d} = \frac{8,85E_0^2\omega\varepsilon}{1+n}, \quad (9)$$

որտեղ V -ն կոնդենսատորի ծավալն է:

Սվյալ խնդրի նպատակն է եղել գոյություն ունեցող կառուցվածքի վրա կատարել սեկցիայի պարամետրերի բարելավում: Ավելի կոնկրետ նվազեցնել առավելագույն լարվածության արժեքը պայմանավորված n -ի մեծացումով: Սա հնարավոր է, եթե մեծացնենք համասեռ տեղամասի E_0 լարվածությունը, որն էլ իր հերթին թույլ կտա մեծացնել կոնդենսատորի տեսակարար հզորությունը:

Տեխնիկական հնարավորությունների բացակայության պատճառով վերոնշյալ հաշվարկները ստացված են բավականին մոտավոր: Համակարգչային տեխնիկայի կիրառման պարագայում նույն խնդրի հետազոտումը հնարավորություն տվեց ստանալ այլ արդյունքներ, որոնք ավելի ճշգրիտ են: Հաշվարկների արդյունքում d_0/d հարաբերության համար ստացել ենք 1,75 արժեքը, սակայն հաշվի առնելով որոշակի տեխնոլոգիական խնդիրներ, ինչպիսիք են՝ շրջադիրների և պոլիպրոպիլենային թաղանթի ստանդարտ հաստությունները, նշված հարաբերությունն ընտրել ենք $n=1,5$: Ամփոփելով կարող ենք ասել, որ ելնելով տեխնիկական նկատառումներից և հաշվի առնելով q -ի օպտիմալ արժեքը, n -ի արժեքն ընտրվում է 1,5, այսինքն՝ $d_0/d=1,5$ հարաբերության դեպքում ստացվում է առավելագույն տեսակարար հզորություն (նկ. 3):



Նկ. 3. Տեսակարար հզորության գործակիցների կախումը n -ից տարբեր ρ -երի դեպքում ($\rho/d_0 = 0,05, 0,1, 0,5$)

Ուժային ինքնավերականգնվող կոնդենսատորի $n=1,5$ արժեքի ընտրությունը բերում է q տեսակարար հզորության աճի: Նշված պարամետրի աճով պայմանավորված ունենում ենք ավելի հզոր կոնդենսատոր միավոր ծավալում: Սա հնարավոր է իրագործել դիէլեկտրիկի d հաստության նվազեցման հաշվին, օրինակ՝ եթե շրջադիրի հաստությունը կազմում է 7...8 մկմ, ապա դիէլեկտրիկի հաստությունը կարելի է ընտրել 1,5 անգամ ավելի բարակ: Դիէլեկտրիկի d հաստության նվազեցմամբ պայմանավորված նվազում է առավելագույն լարվածությունը, հետևապես մեծանում է համասեռ տեղամասի E_0 լարվածությունը, որից քառակուսի անգամ մեծանում է q տեսակարար հզորությունը:

Ամփոփելով կարող ենք ասել, որ բացահայտվել է կոնդենսատորի տեսակարար հզորության մեծացման հնարավորություն, որը թույլ է տալիս ընդլայնել կոնդենսատորի կիրառելիությունը:

Կոնդենսատորների ջերմային ռեժիմների գնահատումը և կանոնակարգումը հատկապես արդիական են մի կողմից՝ չափսերի կրճատման, մյուս կողմից՝ տեսակարար ջերմանջատման հետ կապված:

Անցկացված հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ կոնդենսատորի ջերմային ռեժիմը կանոնակարգելու համար ամենառաջիկանալ պարամետր է

հանդիսանում լրիվ ջերմային դիմադրությունը: Ինչպես հայտնի է, ջերմային դիմադրություն է կոչվում երկու իզոթերմիկ մակերևույթների ջերմաստիճանների տարբերության և ջերմային հոսքի հարաբերության գործակիցը:

Այդ նպատակով հաշվարկվել է առավելագույն ջերմաստիճանի տարբերությունը և ռեակտիվ հզորությունը կախված D_0 փաթաթման շրջանակի տարբեր տրամագծերի կախված: Նաև իմանալով տեսակարար ջերմային դիմադրության արժեքը և սահմանելով թույլատրելի ջերմաստիճանի անկման արժեքը, երբ շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանը՝ $t_0 = 50^\circ\text{C}$ կարելի է որոշել կոնդենսատորի թույլատրելի ռեակտիվ հզորությունը կախված կրկին D_0 փաթաթման շրջանակի տրամագծից: Այս հաշվարկներ արդյունքում ստացվել է կոնդենսատորի տեսակարար հզորության կրկնակի և D_0 փաթաթման շրջանակի տրամագծից կախված:

Հորրոդ գլխում դիտարկվել են կոնդենսատորի ստիպողական ինտենսիվ հովացման հարցերը: Կոնդենսատորների առավել ինտենսիվ հովացում ստացվում է երկու գալարախողովակով հովացման դեպքում: Կոնդենսատորների հովացումը և ջերմատվության գործակիցի որոշումը ընդունված է որոշել նմանության մեթոդով՝ օգտագործելով Nu , Re և Pr -ի չափանիշները:

Մրրկային շարժման դեպքում ուղիղ խողովակում Nu չափանիշը կլինի՝

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}, \quad (10)$$

որտեղ Pr -ի չափանիշը աղյուսակային տվյալ է, իսկ Re -ի չափանիշը որոշվում հետևյալ բանաձևով՝

$$Re = \frac{V_w \ell}{\mathcal{G}_w}, \quad (11)$$

որտեղ որպես ℓ որոշիչ չափս այս դեպքում վերցվում է խողովակի d տրամագիծը:

Դուրս բերելով Nu -ի չափանիշը, R շառավղով գալարախաղավակի համար որոշում ենք α_T -ն՝

$$\alpha_T = Nu \frac{\lambda_w}{d} \left(1 + 1,77 \frac{d}{R} \right), \quad (12)$$

որտեղ λ_w -ն ջրի ջերմահաղորդականության գործակիցն է, կկալ/ժ·մ·աստ, R -ը՝ գալարախողովակի շառավիղը, մ:

Այսպիսով, Nu -ի չափանիշը կստացվի՝

$$\lg Nu = \lg 0,023 + 0,8 \lg 12000 + 0,4 \lg 7,06 = 1,9648:$$

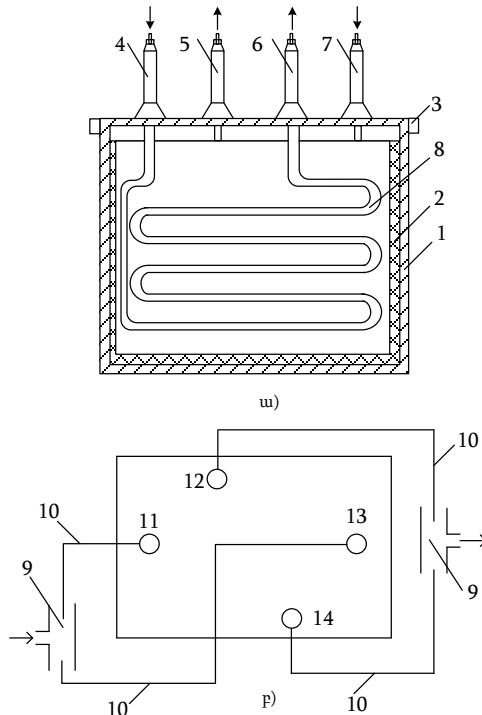
Մեկ գալարախողովակով հովացման դեպքում α_T ջերմաստվության գործակիցը կատարվի՝

$$\alpha_T = 93 \frac{0,515}{0,01} \left(1 + 1,77 \frac{0,01}{0,03} \right) = 7615 \text{ կկալ/}^\circ\text{ժ} \cdot \text{մ} \cdot \text{աստ կամ } 0,883 \text{ Վտ/սմ}^2 \cdot \text{աստ} \quad (13)$$

Մշակված կոնդենսատորի նոր կառուցվածքի շնորհիվ հնարավոր է դառնում մեծացնել ռեակտիվ հզորությունը կամ հաճախությունը:

Ջրային հովացումով կոնդենսատորի կափարիչի վրա տեղակայված ելուստային մեկուսիչներն այս դեպքում միևնույն ժամանակ հանդիսանում են գալարախողովակների մուտքեր և ելքեր:

Երկու գալարախողովակով ջրային հովացումով կոնդենսատորի ընդհանուր տեսքը բերված է նկ. 4-ում:



Նկ. 4. Երկու գալարախողովակով ջրային հովացումով կոնդենսատորի ընդհանուր տեսքը.

1 - իրան, 2 - իրանային մեկուսացում, 3 - կափարիչ, 4 և 7 - ելքային ելուստային մեկուսիչներ, 5 և 6 - լրացուցիչ ելուստային մեկուսիչներ, 8 - գալարախողովակ

Սառը ջուրը եռաբաշխիկի (9) միջոցով տրվում է առաջին և երկրորդ գալարախողովակների (8) մուտքերին: Եռաբաշխիկի (9) միջոցով ջուրը հեռացվում է գալարախողովակի (8) ելքերից (12), (14): Գալարախողովակի (8) միացումները կատարվում են մեկուսիչ ճկափողով (10): Մեկուսիչ ճկափողը (10) կարող է պատրաստված լինել օրինակ՝ պոլիէթիլենից, ռետինից և այլն: Յուրաքանչյուր գալարախողովակի հովացումը կատարվում է իրարից անկախ: Կափարիչի վրա տեղակայված են մեկուսացված ելուստները և հովացնող համակարգի խողովակների ծայրերը: Հետևաբար որպես ամփոփում կարող ենք ասել, որ հովացնող գալարախողովակները կոնդենսատորից դուրս միացվում են զուգահեռ, որն էլ թույլ է տալիս 5...10%-ով մեծացնել թղթ-նրբաթիթեղային (էլեկտրաջերմային) կոնդենսատորների ռեակտիվ հզորությունը:

α_T ջերմատվության գործակցի փորձարարական արդյունքները երկու հովացնող գալարախողովակի առկայության դեպքում ընկած են թղթե դիէլեկտրիկով և նրբաթիթեղային շրջադիրներով էլեկտրաջերմային կոնդենսատորների հաշվարկման մեթոդի հիմքում:

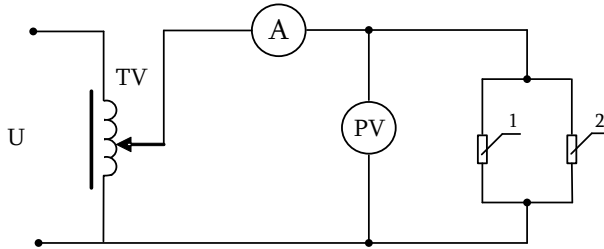
Ստորև ներկայացված է երկու գալարախողովակով էլեկտրաջերմային կոնդենսատորի նոր կառուցվածքի հաշվարկի մեթոդակարգը:

Փորձարարական ուսումնասիրություններն անցկացվել են մակետային նմուշի վրա, որն իրենից ներկայացնում է կոնդենսատորային տեսակի շրջադիրներ, որոնք միացված են 0,3 մ երկարությամբ գալարախողովակներին: Որպես տաքացուցիչ տարր, որն իմիտացնում (նմանակում) է կոնդենսատորային թղթի կորուստները, օգտագործվել են միակողմանի և երկկողմանի փաթաթվածքով տաքացուցիչներ: Հզորության հավասարաչափ բաշխման համար տաքացուցիչ տարրերի երկու կողմից տեղադրվել են 0,5 մմ հաստությամբ փայլարե շերտեր: Այս ամենի վրա էլ տեղադրվել է կոնդենսատորային թուղթ 80 մկմ հաստությամբ (10 շերտ կոնդենսատորային թուղթ):

Այսպես կոչված «սենդվիչը» տեղադրվում է ջրով հովացվող շրջադիրների միջև:

Տաքացուցիչ տարրին տրվել են լարումներ՝ կախված համապատասխան հզորություններից՝ 100, 200, 300 և 400 Վտ: Գալարախողովակների մուտքերում և ելքերում ջերմաստիճանները չափվել են սնդիկային ջերմաչափներով, որոնց չափման տիրույթը կազմում է 0...55 °C, իսկ բաժանքի ճշգրտությունը 0,1°C, ինչպես նաև ջերմաստիճանները չափվել են չինական արտադրության ինֆրակարմիր ջերմաչափի օգնությամբ, որոնց արդյունքներն իրարից տարբերվում են 0,1...0,2 °C-ով:

Երկու գալարախողովակով էլեկտրաջերմային կոնդենսատորի համար փորձերն անցկացվել են նկ. 5-ում բերված սխեմայի միջոցով:



Նկ. 5. Երկու գալարախողովակով էլեկտրաջերմային կոնդենսատորի փորձի կադրաման սխեմա.
1, 2 – գալարախողովակներ

Մակետային նմուշի և երկու գալարախողովակի առկայության արդյունքում α_T -ի հաշվարկային արդյունքները լավ համընկնում են α_T -ի փորձարարական արդյունքների հետ:

Փորձերի արդյունքները մեկ և երկու գալարախողովակով բերված են համապատասխանաբար աղ. 3 և 4-ում՝ ջրի նույն արագության դեպքում:

Աղյուսակ 3

Կոնդենսատորի գերփաքացումները մեկ հովացնող գալարախողովակի դեպքում

P , Վտ	t_1 , մուտք, °C	t_2 , ելք, °C	Δt , °C	α_T , Վտ/սմ ² ·աստ	V_w , մ/վ
100	31	31,2	0,2	5,3	1,2
200	31,7	32,1	0,4	5,3	

Աղյուսակ 4

Կոնդենսատորի գերփաքացումները երկու հովացնող գալարախողովակի դեպքում

P , Վտ	t_1 , մուտք, °C	t_2 , ելք, °C	Δt , °C	α_T , Վտ/սմ ² ·աստ	V_w , մ/վ
100	29,5	29,5	0	-	1,2
200	30,3	30,5	0,2	10,6	
300	31,3	31,6	0,3	10,6	
400	32,7	33,1	0,4	10,6	

Փորձարարական արդյունքներից հետևում է, որ գերտաքացույցների և համապատասխան ջերմատվության գործակիցների հարաբերությունը հավասար է երկուսի: Երկու գալարախողովակի առկայությունը նվազեցնում է կոնդենսատորի գերտաքացույցները երկու անգամ, հետևաբար կոնդենսատորների հաճախությունը կարելի է մեծացնել երկու անգամ:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ատենախոսությունում ստացված հետազոտության արդյունքները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ եզրակացությունները՝

1. Կոմուտացնող կոնդենսատորների կառուցվածքների և դրանց հովացման հարցերի հետազոտման և բարելավման հայտնի աշխատանքների վերլուծությունը հաստատում է, որ տարբեր հեղինակների կողմից մշակվել են կոմուտացնող կոնդենսատորների կառուցվածքների և դրանց հովացման հարցերի ուրույն մեթոդներ և միջոցներ: Առաջարկվում է խնդրի լուծումն իրականացնել բարձր հաճախությամբ տիրիստորային կերպավիժիչներում կիրառվող կոմուտացնող կոնդենսատորի տեխնիկական բնութագրերի բարելավումով՝ նոր կառուցվածքային լուծումների առաջադրմամբ:

2. Առաջարկվել է կոմուտացնող կոնդենսատորի կոմբինացված շրջադիրներով և պոլիպրոպիլենային դիէլեկտրիկով սեկցիայի տեսական հետազոտության և պարամետրերի հաշվարկի մեթոդակարգ:

3. Մշակվել է ավտոմատ թվային կամրջակների միջոցով մեծ ունակությամբ կոնդենսատորների ունակության և կորուստների անկյան տանգենսի որոշման մեթոդակարգ:

4. Լուծվել է շրջադիրների կորացված եզրում կոնդենսատորի էլեկտրական դաշտի նվազեցման խնդիրը՝ առավելագույն տեսակարար հզորության ստացման նպատակով:

5. Մշակվել է սեկցիայի կալակի D_0 տրամագծից կախված կոնդենսատորի տեսակարար հզորության կրկնակի աճի ստացման մեթոդակարգ:

6. Մշակվել են երկու գալարախողովակով կոնդենսատորի նոր կառուցվածքի տեսական դրույթները և հաշվարկի մեթոդակարգը:

7. Հաստատվել է երկու գալարախողովակով հովացվող կոնդենսատորի տեսակարար հզորության մեծացում երկու անգամ՝ գերտաքացույցների նվազեցման հաշվին:

**ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԹԵՄԱՅՈՎ ՀՐԱՊԱՐԱԿԿԵԼ ԵՆ ՀԵՏԵՎՅԱԼ
ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

1. **Хачатрян П.О., Кургинян Э.В., Варданян Л.А.** Определение емкости и тангенса угла потерь конденсаторов большой емкости с помощью автоматических цифровых мостов // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. - Ереван, 2016. - №1. - С. 56-61.

2. **Варданян Л.А.** Повышение рабочей частоты бумажно-фольговых конденсаторов за счет применения двух охлаждаемых водой змеевиков // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. - Ереван, 2018. - №2. - С. 69-76.

3. **Варданян Л.А., Хачатрян П.О.** Исследование основных режимов работы коммутационных конденсаторов при несинусоидальном напряжении // Вестник Инж. Академии Армении. - Ереван, 2018. Т.15, №4. - С. 536-541.

4. **Хачатрян П.О., Варданян Л.А.** Исследование конденсаторов с комбинированными обкладками и водяным охлаждением // Известия НАН РА и НПУА. Серия технических наук. - 2018. Т. LXXI, №3. - С. 311-319.

5. **Варданян Л.А.** Определение коэффициента теплоотдачи конденсаторов с охлаждаемыми водой одним и двумя змеевиками // Известия НАН РА и НПУА. Серия технических наук. - 2019. Т. LXXII, №3. - С. 375-381.

6. **Варданян Л.А.** Метод расчета электротермических конденсаторов с двумя охлаждающими змеевиками // Вестник НПУА: Сборник научных статей. - Ереван, 2019. - Часть 2. - С. 415-420.

7. Արտոնագիր №3224A, ԳՄԴ H01G 2/00. Զրային հովացումով կոնդենսատոր / **Լ.Ա. Վարդանյան, Մ.Ք. Բաղդասարյան, Պ.Հ. Խաչատրյան, Է.Վ. Կուրդինյան.** - Հրապարակված է 01.10.2018թ.:

8. Արտոնագիր №3252A, ԳՄԴ H01G 3/00. Ուժային ինքնավերականգնվող կոնդենսատոր / **Լ.Ա. Վարդանյան, Պ.Հ. Խաչատրյան.** - Հրապարակված է 28.12.2018թ.:

9. Արտոնագիր №3289A, ԳՄԴ H01B 17/00. Բարձրավոլտ մեկուսիչ կառուցվածք / **Է.Վ. Կուրդինյան, Պ.Հ. Խաչատրյան, Լ.Ա. Վարդանյան.** - Հրապարակված է 16.04.2019թ.:

10. Արտոնագիր №3374A, ԳՄԴ H01G 3/00. Ուժային ինքնավերականգնվող կոնդենսատոր / **Պ.Հ. Խաչատրյան, Է.Վ. Կուրդինյան, Լ.Ա. Վարդանյան.** - Հրապարակված է 16.03.2020թ.:

ВАРДАНЯН ЛИАНА АРТЕМОВНА

РАЗРАБОТКА КОММУТИРУЮЩЕГО КОНДЕНСАТОРА В ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

РЕЗЮМЕ

Актуальность работы. Наряду с техническим прогрессом повышается интерес к высокочастотным тиристорным преобразователям в различных отраслях экономики. Высокочастотные тиристорные преобразователи широко растут в связи с развитием техники. Высокочастотные тиристорные преобразователи широко используются в электрифицированном транспорте, при плавке металлов и разработке технологического оборудования и т.д.

В конкурентных условиях современной экономики к коммутирующим конденсаторам, используемым в высокочастотных тиристорных преобразователях предъявляются новые технико-экономические требования. В указанных условиях важное значение придается улучшению массогабаритных характеристик коммутирующих конденсаторов, используемых в высокочастотных тиристорных преобразователях, увеличению рабочей частоты и надежности, так как коммутирующие конденсаторы для высокочастотных тиристорных преобразователей занимают 30...40% от общего объема преобразователей. В этом направлении проводится большая работа, в результате чего разрабатываются и внедряются методы и средства улучшения параметров коммутирующих конденсаторов.

Несмотря на результаты, полученные при исследовании и совершенствовании коммутирующих конденсаторов, используемых в тиристорных преобразователях высокой частоты, в этой области все еще остается ряд нерешенных вопросов: низкая мощность, низкие частота и надежность, а также большие массогабариты. Решение этих вопросов, направленных на изменение размеров секционной конструкции конденсатора при наличии двух змеевиков, является актуальной проблемой.

Цель работы. Основная цель диссертации совершенствование технических характеристик коммутирующего конденсатора, используемого в тиристорных преобразователях высокой частоты, путем предложения новых конструктивных решений.

Научная новизна

1. Разработана методика теоретического исследования и расчета параметров секции конденсатора с принудительным охлаждением с комбинированными обкладками и полипропиленовым диэлектриком.
2. Обнаружена и реализована возможность увеличения удельной мощности конденсатора, что позволяет расширить его применимость.
3. Разработаны теоретические положения и методика расчета новой конструкции конденсатора, осуществляющего охлаждение двумя змеевиками.

Основные выводы

Результаты исследования, полученные в диссертации, позволяют сделать следующие выводы:

1. Анализ известных работ, направленных на совершенствование конструкций коммутирующих конденсаторов, и исследование вопросов их охлаждения подтверждает, что разными авторами были разработаны различные методы и средства улучшения параметров коммутирующих конденсаторов и решения вопросов их охлаждения. Решение проблемы предлагается реализовать совершенствованием технических характеристик коммутирующего конденсатора, используемого в тиристорных преобразователях высокой частоты, путем предложения новых конструктивных решений.

2. Предложена методика теоретического исследования и расчета параметров секции коммутирующего конденсатора с комбинированными обкладками и полипропиленовым диэлектриком.

3. Разработана методика определения емкости и тангенса угла потерь конденсаторов большой емкости с использованием автоматических цифровых мостов.

4. Решена задача уменьшения электрического поля конденсатора на изогнутых краях обкладок с целью получения максимальной удельной мощности.

5. Разработана методика получения двойного увеличения удельной мощности конденсатора в зависимости от диаметра D_0 оправки.

6. Разработаны теоретические положения и методика расчета новой конструкции конденсатора, охлаждаемого двумя змеевиками.

7. Установлено увеличение удельной мощности конденсатора, охлаждаемого двумя змеевиками, в два раза за счет уменьшения перегрева.

**DEVELOPING A COMMUTATING CAPACITOR FOR HIGH-FREQUENCY
THYRISTOR CONVERTERS**

SUMMARY

Interest in high-frequency thyristor converters in various sectors of the economy is constantly growing due to the development of technology. High-frequency thyristor converters are widely used in electrified vehicles, metal smelting and processing equipment, etc.

Under the competitive conditions of the contemporary economy, new technical and economic requirements are introduced to the commutating capacitors used in high-frequency thyristor converters. Under such conditions, it is possible to improve the mass performance of the commutating capacitors used in high-frequency thyristor converters and increase the operating frequency and reliability, as the commutating capacitors for high-frequency thyristor converters occupy 30 to 40% of the converters total volume. Much work is carried out in this field, as a result of which, methods for improving the parameters of commutating capacitors are introduced and developed.

Despite the results of testing and improving the commutating capacitors used in high-frequency thyristor converters, there are still a number of unresolved issues in this area: low capacitance, low frequency and reliability, large mass to improve the size of the capacitor section construction by applying two coils.

The goal of the work. The main purpose of the dissertation is to improve the technical characteristics of the commutating capacitor used in high-frequency thyristor converters by proposing new construction solutions.

Scientific novelty

1. The methodology of theoretical research and calculation of parameters of the commutating capacitor section with forced cooling with combined plates and polypropylene dielectric has been developed.

2. The possibility of increasing the specific power of the capacitor has been revealed and implemented, which allows to increase the applicability of the capacitor.

3. Theoretical provisions of the new construction of the two-coil cooling capacitor and calculation methodology have been developed.

The main conclusions

The results of the research obtained in the dissertation allow to make the following conclusions:

1. The analysis of the well-known works on improving the constructions of the commutating capacitors the study of their cooling issues confirms that different authors have developed the means of the commutating capacitor constructions and their unique methods of their cooling problems and means. It is proposed to solve the problem by improving the technical characteristics of the commutating capacitor used in thyristor high-frequency converters by proposing new construction solutions.

2. The methodology of theoretical research and calculation of parameters of the commutating capacitor with combined plates and polypropylene dielectric has been proposed.

3. The methodology for determining the capacitance and the tangent of the loss of capacitors with high-capacitance by digital bridges has been developed.

4. The problem of reducing the electric field of the capacitor at the curved edge of the plates is solved in order to obtain the maximum specific power.

5. The methodology of obtaining double increase in capacitor depending on the D_0 diameter of the section mandrel has been developed.

6. The methodology of theoretical provisions and calculation for the new construction of a two-coil capacitor has been developed.

7. It has been confirmed that the specific power of the two-coil cooled capacitor increase twice the reduction of overheating.

B. Auef