

## ՄՏԱՏԻԿ ԿՈՆԴԵՆՍԱՏՈՐՆԵՐԻ ՄԱՐՏԿՈՑՆԵՐԻ ԿԱՐՈՂՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՈՒՄԸ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐԱԿԱՆ ՋԵՌՆԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. ԱԼԻԽԱՆՅԱՆ  
ԻՖՅԵՆԵՐ

Ժողովրդատնտեսական մեծ նշանակություն տալով արդյունաբերական ձեռնարկությունների և էներգոսիստեմի ցանցերի էլեկտրական տեղակայումների կարողության գործակցի ( $\cos \varphi$  բարձրացմանը, խնդիր է դրված բոլոր սիստեմներում կարողության միջին կշռային գործակցը հասցնել մինչև 0,92—0,95:

Կարողության գործակցի բարձրացումը 0,01-ով, Սովետական Միության էլեկտրակայանների միևնույնության բոլոր էներգետիկ սիստեմներում բերձատում է էլեկտրաէներգիայի կորուստները սիստեմի ցանցերում և սպառողների մոտ՝ տարեկան հարյուրավոր մլն. կվտժ չափով:

Հայկական ՄՍՈՒ Ժողովրդատնտեսի էներգոսիստեմի և ձեռնարկությունների ցանցերում այդ թիվը հասնում է 600—700 հազ. կվտժ, որոնցով կարելի է լրացուցիչ արտադրել, օրինակ՝ 33 տոննա ալյումինիում կամ 100 տոննա պղինձ, կամ 220 տոննա կալցիումի կարբիդ, կամ 1 մլն. մետր գործվածքներ, կամ 100 հազար հատ ավտոդոդեր և այլն:

Հայկական ՄՍՈՒ-ի պայմաններում, որտեղ էներգետիկ աղբյուր հանդիսանում է Սեանա լճի բացթողնվող ջրերի դարավոր պաշարների էներգիան և յուրաքանչյուր խորանարդ մետր ջուրը արտադրում է ընդամենը 1,43 կվտժ էլեկտրաէներգիա, կարողության գործակցի բարձրացման, ինչպես նաև Սեանա լճի ջրերի տնտեսման հարցի ժողովրդատնտեսական կարևորությունը ավելի ակնհայտ է դառնում:

1952—1953 թվականներից, Հայկական ՄՍՈՒ Ժողովրդատնտեսի արդյունաբերական ձեռնարկու-

թյունների գծով ամբողջովին վերցրած, կարողության գործակցի բարձրացման շնորհիվ, կարողության միջին կշռային գործակցը 1957 թվականի վերջում հասել է մինչև 0,908-ի:

$\cos \varphi$  բարձրացումը իրականացվել է, գլխավորապես, արհեստական եղանակով, այսինքն՝ ռեակտիվ կարողության կոմպենսացիայի միջոցով, հիմնականում ստատիկ կոնդենսատորներով:

Չնայած հարցի կարևորությանը, ստատիկ կոնդենսատորների ընդհանուր տեղադրված կարողությունը 1958 թվականի հունվարի 1-ին ժողովրդատնտեսի ձեռնարկությունների գծով կազմում է ընդամենը 12 հազ. կվտժ:

Իսկ սպառողների ցանցերում ռեակտիվ կարողության կոմպենսացիայի առավելագույն էֆեկտին հասնելու, միջին կշռային  $\cos \varphi$  մինչև 0,95 հասցնելու համար անհրաժեշտ է սիստեմի զանազան հանգույցներում ռեակտիվ բեռնավորումը կոմպենսացնել մոտ 60 հազ. կվտժ մեծությամբ:

Ստատիկ կոնդենսատորների միջոցով ռեակտիվ կարողության կոմպենսացման համեմատաբար ցածր տոկոսը (20%) հիմնականում բացատրվում է կոնդենսատորների պակասությամբ:

Վերոհիշյալ սահմաններում ռեակտիվ կարողության կոմպենսացմանը հասնելու համար, անպայմանորեն, անհրաժեշտ է ավելացնել ստատիկ կոնդենսատորների կարողությունը: Սակայն ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների մըշտական միացումը, ինչպես այդ շատ դեպքերում արվում է, չի տալիս ցանցերում նվազագույն կորուստներ պահպանելու լրիվ էֆեկտը:



Իրոք, սլաքազգույն և շահագործման համար տիպիկ դեպքում ակտիվ կորուստները ցանցի էլեմենտներում հավասար են ակտիվ և ռեակտիվ բեռնավորումներից առաջացած կորուստների հանրահաշվական գումարին, այսինքն՝

$$\Delta P = \frac{P^2 R}{U^2} + \frac{Q^2 R}{U^2} \quad (\text{կվտ}):$$

Միևնույն ժամանակ հայտնի է, որ սպառողների մոտ տեղադրված ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողությունը որոշվում է հաշվարկի միջոցով, կոնկրետ կարողության գործակցի միջին տարեկան բեռնավորումից մինչև  $\cos \varphi_1$  կոմպենսացիան և տրված սխեմայի առաջադրած  $\cos \varphi_2$ -ից հետևելու ֆորմուլայով՝

$$Q_{\text{կո}} = P_{\text{սխ}} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (\text{կվտ}):$$

Սակայն գործնականում և հատկապես ռեակտիվ կարողության դեֆիցիտի դեպքում սխեմայի կամ նրա առանձին հանդույցների լարումը խիստ տատանվում է էլեկտրաէներգիայի սպառողները հեռավորվել բեռնավորման փոփոխությունից:

Ռեակտիվ բեռնավորման պակասեցման կամ աճի դեպքում ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների մշտական միացումը տնտեսապես չի արդարացվում, քանի որ աճում են ցանցերի ռեակտիվ կարողության հոսքի կորուստները ուղղակի կամ հակառակ ուղղությամբ՝  $\pm \frac{Q^2 R}{U^2}$  մե-

ծուկյամբ հաշվարկային ռեժիմի հանդեպ:

Հաշվի առնելով աշխատանքային լարման մեծությունը նոմինալի սահմաններում պահպանելու տեխնիկա-տնտեսական մեծ նշանակությունը, ծագում է ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության ավտոմատիկ կարգավորման անհրաժեշտությունը: Դա կնպաստի կորուստների պակասեցմանը և կարողության գործակցի բարձրացմանը, ապահովելով ստատիկ կոնդենսատորների ավելի ճիշտ և տնտեսողական օգտագործումը:

Մարտկոցների կարողության ավտոմատիկ կարգավորումը պետք է իրականացվի կոնդենսա-

տորների մասնակի միացմամբ կամ անջատմամբ: Նրանց և թիվն ու  $P_{\text{սխ}}$  կարողությունը լուրջաբանչյուր առանձին դեպքում որոշվում է, նախած ցանցի տվյալ հանգույցում  $\Delta U$  լարման կամ  $\Delta P$  ռեակտիվ բեռնավորման փոփոխությունը:

Տրված մտկարդակի վրա լարումը պահպանելու նպատակով, մարտկոցների կարողության ավտոմատիկ կարգավորման լրիվ էֆեկտը կարող է ձեռք բերվել, եթե նա մասսայաբար կիրառվի էլեկտրաէներգիայի սպառողների մոտ:

Այդ դեպքում ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության կարգավորող մասի դոմարային մեծությունը պետք է որոշվի լարումից սպառողների ռեակտիվ կարողության կախումը ցույց տվող ստատիկ բնութագրերի համաձայն և բաշխվի առանձին սպառողների միջև՝ նրանց մոտ տեղադրված ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողությանը համեմատական կերպով:

1-ին նկարում բերված են փորձնական եղանակով ստացված կորագծերը, որոնք ցույց են տալիս ռեակտիվ բեռնավորման կախումը լարումից՝  $Q = I(U)$  կարողության որոշակի գործակիցների ( $\cos \varphi$ ) դեպքում, էներգոսխեմայի էլեկտրաէներգիայի զանազան բնույթի սպառողների համար: Կորագծերի բնույթը մյուս սպառողների համար, լարման նշված փոփոխությունների սահմաններում, համանման է բերվածներին:

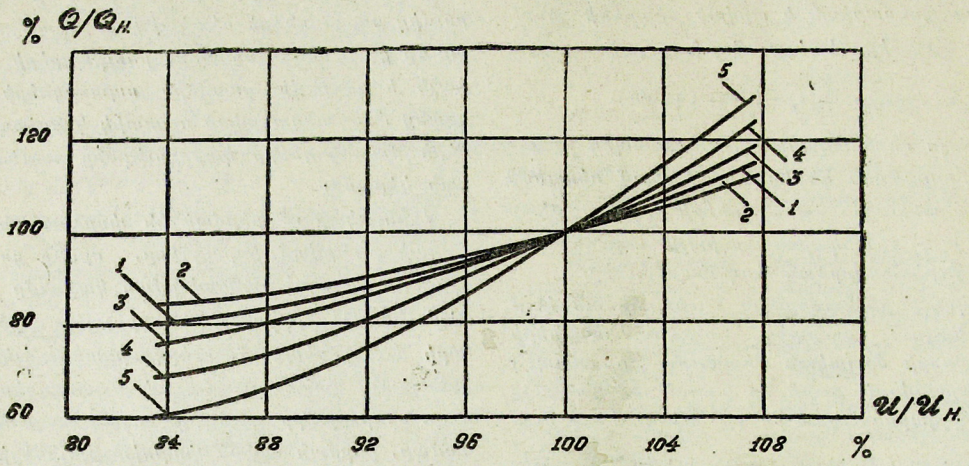
Սակայն, կարողության ավտոմատիկ կարգավորումը նույնպես ապահովում է էլեկտրաէներգիայի տնտեսման էֆեկտը կորուստների պակասեցման հաշվին ավտոմատացված մարտկոցների ամեն մի, նույնիսկ փոքր թվի դեպքում:

Պարզեցված համար բերենք հետևյալ թվական օրինակը: Վերցնենք Երևան քաղաքի ֆարրիկա-գործարանային շրջանի պայմաններին մոտ սընման և բաշխիչ ցանցի որևէ հանգույց, որը բաղկացած է թե՛ կաբելային, և թե՛ օդային 6 կվ գծերից: Այդ գծերին միացված են արդյունաբերական ձեռնարկություններ  $P_1 = 60000$  կվտ և  $Q_1 = 37000$



կվառ ընդհանուր բեռնավորումով կարողութ-  
յան միջին կշռային գործակցի՝  $\text{OSF} = 0,85$  դեպ-  
քում, ինչպես նաև ստատիկ կոնդենսատորների  
մարտկոցներ: Ենթադրենք, թե այդ հանգույցի  
համար ռեակտիվ կարողությունը գրեթե լիովին  
կոմպենսացվում է և կարողության միջին կշռային  
գործակիցը (պարզության համար) հասցվում է  
մինչև 1,0: Այն ժամանակ ստատիկ կոնդեն-  
սատորների գումարային կարողությունը կուպիտ  
կերպով արտահայտած՝ կլինի.

$$Q = P \cdot (\text{ig}\varphi - \text{ig}\varphi_2) \cong 36500 \text{ կվառ.}$$



Նկ. 1.  $Q=f(U)$  կորագծերը զանազան ապառողների համար, որտեղ  $Q_n$  նորմալ ռեակտիվ  
բեռնավորումն է նորմալ  $U_n$  լարման դեպքում:

Ընդունենք, որ մարտկոցների՝ ըստ ժամանա-  
կի փոփոխվող կարողությունը կազմում է

$$\Delta Q_u = 0,3 Q_u,$$

այսինքն՝ կարողության կարգավորումը կատար-  
վում է 30%-ի սահմաններում: Այն ժամանակ  
կոմպենսացվող կարողության ներքին սահմանը  
կլինի.

$$Q'_u = 25500 \text{ կվառ.}$$

Այժմ՝ ընդունենք, որ ցանցի մի հանգույցի

ընդհանուր ռեակտիվ բեռնավորումը՝  $Q$ , իջել է  
30 տոկոսով, իսկ ստատիկ կոնդենսատորների  
մարտկոցների կարողությունը՝  $Q_u$ -ն մնացել է ան-  
փոփոխ: Այն ժամանակ  $R \cong 0,4$  օհմ դեպքում  
կորուստները կիջնեն:

$$\Delta P = \frac{(2Q_1 - Q_u) Q_u \cdot R \cdot 10^{-3}}{U^2} = 6320 \text{ կվտ,}$$

որտեղ  $U$ -ն գծային լարումն է կվ-ով,  $R$ -ցանցի  
ավյալ հանգույցի բերված ակտիվ դիմադրությունը՝  
օհմ-ով, իսկ ավտոմատիկ կարգավորման շնորհիվ  
համապատասխանորեն 30 տոկոսով մարտկոցնե-

րի կարողության իջնելու դեպքում կորուստները  
կիջնեն արդեն

$$\Delta P' = 7500 \text{ կվտ,}$$

որի հետևանքով էլեկտրաէներգիայի տնտեսումը  
կատացվի հավասար

$$W = (P' - \Delta P) T' \cong 4000000 \text{ կվտժ,}$$

որտեղ  $T'$ -ը ռեակտիվ բեռնավորումների իջեցման  
ժամերի թիվն է՝ 3000 ժամ՝ տարվա ընթացքում:  
Տնտեսված էլեկտրաէներգիայի այդ քանակու-



թյունը հավասար է, մոտավորապես, նրանքին հիդրոէլեկտրական ամսական արտադրանքին:

Մարտկոցների կարողության կարգավորումը ամենուրեք մեքողջ սխտեմում կապահովի ակտիվ կարողության կորուստների առավելագույն իջեցումը, այսինքն՝ թույլ կտա տնտեսել տարեկան տասնյակ մլն. կվտժ էլեկտրաէներգիա:

1957 թվականին արդյունաբերական ձեռնարկությունների լարման կարգավորման հարցերին էներգետիկ արդյունաբերության գիտա-տեխնիկական ընկերությունը նվիրել է համամիութենական դիտա-տեխնիկական հասուկ խորհրդակցություն, որի ղեկուցումներում ուղղակի կամ անուղղակի կերպով շոշափվել են ռեակտիվ կարողության կոմպենսատորների, մասնավորապես ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների ավտոմատիկ կարգավորման ակտուալության և տեխնիկական անհրաժեշտության հարցերը:

Սովետական Միությունում ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության բազմաստիճանային կարգավորումը մինչև վերջին ժամանակները լայն մասշտաբներով դեռևս չէ կիրառվել և հազվագյուտ դեպքերում է հանդիպում:

Նկատի ունենալով ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության ավտոմատիկ կարգավորման ակտուալ և մեծ տեխնիկա-տնտեսական նշանակությունը, ՍՍՌՄ էլեկտրականայինների միինստիտուտի արդյունաբերական էներգետիկայի և էներգոհսկողության Պետական տեսչությունը, շահագործման փորձի կուտակման նպատակով, 1955 թվականին հանձնարարել է որոշ էներգոսխտեմների, այդ թվում նաև Հայէներգոյին, մի քանի ձեռնարկություններում կազմակերպել փորձնական տեղակայումներ:

Սովետական Միությունում իրականացված կամ իրականացման համար առաջադրված ավտոմատիկ կարգավորման շատ քիչ սխեմաների թվից կարելի է բերել հետևյալները.

1. Մոսէներգոյի սխտեմի ցանցին միացված աղյուսի գործարանում 6 կվ, 240 կվառ ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների միաստիճան

կարգավորման սխեման, որը գործում է ձեռնարկությունը սնող գծի ռեակտիվ կարողության ուղղությունից [1]:

2. Ռոստովէներգոյի սխտեմից սնվող գյուղատնտեսական մեքենաշինության գործարանում 380 վ, 125 կվառ մարտկոցի միաստիճան կարգավորման սխեման, որը գործում է գործարանի ենթակայանի 380 վ հավաքման շինանների լարման փոփոխությունից:

3. Լենէներգոյի աբոնետ գործարաններից մեկում տեղադրված 6 կվ մարտկոցների կարգավորման միաստիճան սխեման գործում է նույնպես ենթակայանի շինանների լարման փոփոխությունից [2]:

4. Հայէներգոյի սխտեմում առաջարկված եռաստիճան կարգավորման սխեման, նայած լարման մակարդակին: Այդ սխեմայի տարբերիչ առանձնահատկությունը հանդիսանում է բազմաստիճան կարգավորման հնարավորությունը, քայլային փոփոխությունների կիրառման շնորհիվ [3]:

5. Լենէներգոյի սխտեմի ցանցին միացված ծանր մեքենաշինության գործարանում տեղադրված 380 վ, 200 կվառ մարտկոցների կարգավորման հինգաստիճանի կարգավորման սխեման, որը գործում է ենթակայանի բեռնավորման հոսանքից [4]:

Արտասահմանում և, մասնավորապես, ԱՄՆ-ում կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության կարգավորումը կիրառելու սկիզբը վերաբերում է 1940 թվականին, ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցները որպես ռեակտիվ կարողության կոմպենսացման միջոցներ արմատավորելուց 20—21 տարի հետո:

Ամերիկյան գրականության մեջ բերված տվյալների համաձայն, որոշ դեպքերում սխտեմի լարումը կարգավորվում է կոնդենսատորների միացմամբ, ընդ որում սովորաբար մեծ կարողություն կոնդենսատորների մարտկոցները միացնում են երկու կամ երեք աստիճաններով լարման չափից դուրս փոփոխումը կանխելու համար, երբ բեռնավորումը փոփոխվում է [5]:

Հետագայում ԱՄՆ-ում կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության կարգավորումը ըսկըսել է լայնորեն կիրառվել նաև միջին և փոքր կարողության արդյունաբերական տեղակայում-



ներում: Վերջին տարիներին որոշ ֆիրմաներ սկսել են մատակարարել կոնդենսատորների մարտկոցների կոմպլեկտը, որն ունի կարողություն ավտոմատիկ կարգավորիչներ:

1955 թվականին Ամերիկայում՝ Երևան եկան երկու ինքնուրույն սխեմաներ, որոնց համաձայն մարտկոցների կարողություն կարգավորումը կատարվում է յուրաքանչյուր ֆազում կոնդենսատորների միացման սխեման փոփոխելու միջոցով [6]:

Ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողություն ավտոմատիկ կարգավորումը կիրառվում է նաև Անգլիայում, Ֆրանսիայում և մյուս արևմտաեվրոպական երկրներում:

Մարտկոցների կարողություն կարգավորման անհրաժեշտությունը թելադրվում է էլեկտրամատակարարման բնագավառում տեխնիկայի ունեցած ժամանակակից մակարդակով, էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար մղված հետազապարհով և բոլոր էլեկտրատեղակայումների կարողության գործակցի բարձրացմամբ, ուժային կոնդենսատորների կարողության աճմամբ և այլն:

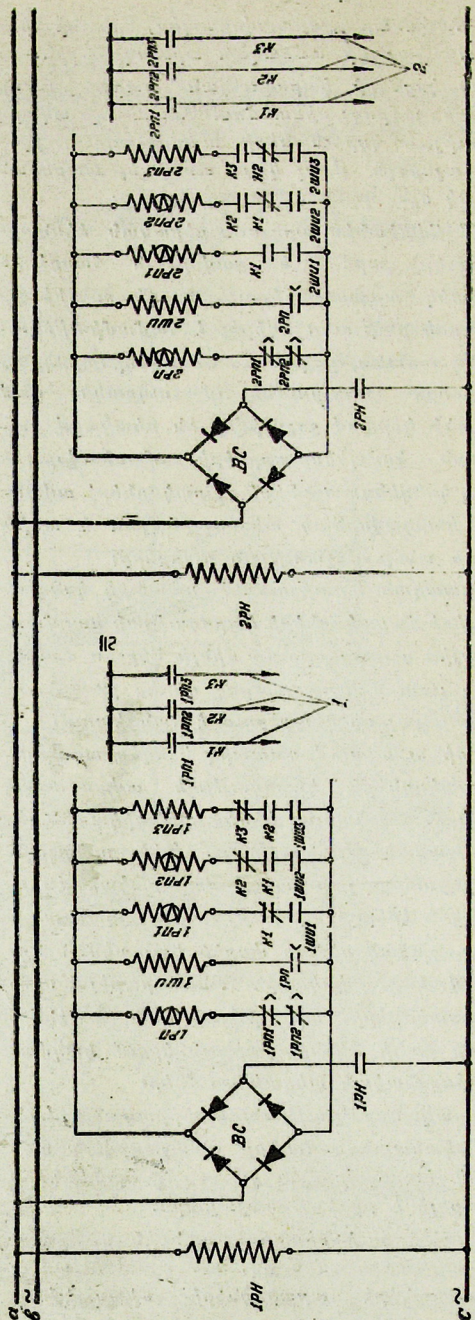
Բացի դրանից, կարգավորման անհրաժեշտությունը թելադրվում է խիստ զարգացած ցանցերում էլեկտրաէներգիայի որակի, լարման հաստատունության նկատմամբ արդյունաբերության ներկայացրած բարձր պահանջներով:

Այդ պատճառով սովետական էներգետիկայի և էլեկտրաարդյունաբերության առև ծառանում է մի ակտուալ խնդիր՝ արդյունաբերական ձեռնարկություններում արժանատվորել ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության ավտոմատիկ կարգավորումը:

Հայկական էներգոսիստեմի պայմաններում և, հատկապես, Երևանի հանգույցում կարգավորման անհրաժեշտությունը համեմատաբար շատ մեծ է, եթե նկատի ունենանք հետևյալը.

1. Սպառողների կարողությունների միջև եղած մեծ տարբերությունը, որն առաջին հզոր ագրեգատների անջատումների դեպքում առաջ է բերում լարման խիստ տատանումներ ցանցում և մյուս սպառողների շինաների վրա:

2. Երկու հերթափոխով աշխատող փոքր և մեծ կարողության ձեռնարկությունների խոշոր թիվը, որն առաջ է բերում ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների շահագործման անտնտեսողական ռեժիմը, երբ նրանք մնում են աշխա-



Նկ. 2. Ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների ավտոմատիկ կարգավորման հարգավորման սխեման



տանքում՝ բեռնավորման իրեցման դեպքում, հատկապես գիշերային ժամերին, երրորդ հերթափոխի ընթացքում:

Նորերս Հայկական ՍՍՌ ժողտնտիստրհի Արտադրատնտեսական բաժինը քննարկեց ինժ. Յու. Խոջաթիրյանի հետ հեղինակի առաջարկած «Ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների ավտոմատիկ կարգավորման» սխեման և որոշում ընդունեց 1958 թվականին ամ արմատավորել միջին կարողության ձեռնարկություններից մեկում:

2-րդ նկարում պատկերված է ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների ավտոմատիկ կարգավորման սարքի սխեման, որը նախատեսում է (մասնավոր դեպքում) լարման փոփոխությունից դործող եռաստիճան կարգավորում:

Սարքի մեջ քայլային փնտրիչի առկայությունը թույլ է տալիս շահահանափակել, գործնականորեն բանական սահմաններում, հավասար և անհավասար դիապազոններով աստիճանների թվի ընտրությունը: Սարքի սխեման պարզ է, դժվարություններ չի ներկայացնում գործող ձեռնարկությունների պայմաններում հավաքելու համար, հուսալի և թեթև ձևով է շահագործվում:

Այդ սխեմա՝ նախատեսում է մարտկոցների կարողության կարգավորումը երեք սեկցիաների միջոցով, որոնցից յուրաքանչյուրը միացվելով լարման իշնելու ժամանակ, կոմպենսացնում է համապատասխան ռեակտիվ բեռնավորումը, ապահովելով լարման և կարողության գործակցի նոմինալ արժեքների վերականգնումը (ավտոմատիկ կարգավորման սխեմայի մանրամասն նկարագրությունը հրապարակվել է «Промышленная энергетика» ժուռնալի № 12-ում, 1956 թ.):

Նշված սխեմայով կարելի է կատարել մարտկոցների կարողության կարգավորումը թե՛ ըստ լարման, և թե՛ ըստ ռեակտիվ բեռնավորման, որի համար անհրաժեշտ է միայն նվազագույն լարման ռելեի փոխարինել ինդուկցիոն ռելեով:

Միանգամայն ակնհայտ է, որ նոմինալ մակարդակի վրա լարումը պահպանելու համար ստատիկ կոնդենսատորների մարտկոցների ավտոմատիկ կերպով կարգավորվող մասի գումարային կարողությունը պետք է համաչափելի լինի ռեակտիվ կարողության այն դեֆիցիտի կամ ավելցուկի մեծության հետ, որոնք կարող են ծագել սխեմայի տվյալ հանգույցում:

Այդ կարողությունը կարող է բաշխվել մի շարք սպառողների միջև կամ կոնստրուկցիայի ցանցի որևէ կետում, նայած տեխնիկական նպատակահարմարությանը:

1955 թվականին ամերիկյան գրականության մեջ բերված տվյալների համաձայն, կոնդենսատորների մարտկոցների կարողության կարգավորումը իրականացվում է, երբ նրանց գումարային կարողությունը 20 տոկոսով բարձր է սխեմայի ակտիվ բեռնավորման գումարային մաքսիմումից [7]:

Ունակությունը ըստ սեկցիաների միացնելու հարմարանքը կարող է դիտվել ընդհանրապես նաև որպես էլեկտրահղորդման ղծերի լարման ավտոմատիկ կարգավորում, անկախ նրանց երկարությունից և լարումից, ռեակտիվ կարողության երկայնական ու լայնական կոմպենսացիայի ժամանակ, էներգոսխեմայի ակտիվ և ռեակտիվ կարողության հոսքերի վերաբաշխման դեպքերում:

Գ Ր Ա Կ Վ Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. К. Ф. Соловьев, Автоматическое управление работой косинусных конденсаторов высокого напряжения, «Промышленная энергетика», 1956, № 6.
2. К. И. Соколова, Г. Н. Шулятева. Схема автоматического устройства включения и отключения батарей статистических конденсаторов 6 кв. в зависимости от уровня напряжения на шинах подстанции, «Сб. инф. материалов Энергосбыта Леп-энерго», 1956, вып. 1.
3. А. И. Алиханян, Ю. Е. Ходжамирян, Автоматическое управление батареями статистических конденсаторов, «Промышленная энергетика», 1956, № 12.
4. Устройство для равномерной компенсации реактивной мощности при переменной нагрузке (предложение Г. А. Никитина), «Промышленная энергетика», 1956, № 8.
5. Transactions of the American Institute of Electrical Engineers. Volume 68, 1949, Part II.
6. P. M. Minder, Intermittently increased kilovolt output of large capacitor banks, «Power Apparatus and systems», 1955, № 19, стр. 749—752; «Electrical Engineering», 1955, № 7, стр. 579.
7. Б. А. Поляков, Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок для повышения коэффициента мощности, «Материалы научно-технического совещания по определению электрических нагрузок и регулированию напряжения промышленных предприятий», Госэнергоздат, 1957, вып. II.