

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԴԱՎԻԹ ՎԱՆՈՒՇԻ ԴԱՎԹՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ՓԱԿ ՑԻԿԼՈՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ
ԾԱԽՍՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

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

Գիտական ղեկավար՝ տ.գ.դ., պրոֆ.
Մարինկա Քաջիկի Բաղդասարյան

ԵՐԵՎԱՆ 2019

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	4
1. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ԾԱԽՍՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ	9
1.1. Արտադրական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հիմնախնդիրները	9
1.2. Տեխնոլոգիական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հայտնի մեթոդների վերլուծությունը	14
1.3. Ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների կիրառումը հանքաքարի մանրացման գործընթացում	31
1.4. Եզրակացություններ	34
2. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍԻՆԽՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՑՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ	36
2.1. Հանքաքարի աղացի բանեցման էլեկտրաշարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված կորուստների գնահատումը	36
2.2. Հանքաքարի մանրացման գործընթացներում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի վերլուծությունը ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման տեսանկյունից	46
2.3. Եզրակացություններ	56
3. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍՊԱՌՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՈՒՄՆ ԷԼԵԿՏՐԱԲԱՆԵՑՄԱՆ ՍԻՆԽՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՑՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ	58
3.1. Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչներ ընդգրկող արտադրական գործընթացներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման	58

հաշվարկի մեթոդիկա	
3.2. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորություններն ըստ օգտագործվող տոպոլոգիական սխեմաների	67
3.3. Սինխրոն շարժիչների միջև պահանջվող ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդրի լուծումը	92
3.4. Եզրակացություններ	98
4. ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍՊԱՌՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ ՄԻՋՈՑ	99
4.1. Սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունների բացահայտման տեղեկատվության ալգորիթմի մշակում	99
4.2. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող սինխրոն շարժիչների գրգռման ռեժիմի կարգավորիչի մշակումը	106
4.3. Եզրակացություններ	114
ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ	116
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ	118

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Թեմայի արդիականությունը: Առաջնային էներգառեսուրսների արդյունահանման և տեղափոխման ծախսերի մշտական թանկացումը էներգաապահովման նոր խստացված պահանջներ է ներկայացնում արդյունաբերական ձեռնարկություններին: Էներգատնտեսման արդյունավետությունը մեծապես պայմանավորված է համապատասխան քաղաքականության իրականացմամբ, որը ընդհանրական է բոլոր արդյունաբերական ձեռնարկությունների համար անկախ նրանց էներգատարության աստիճանից: Էներգախնայողության հիմնախնդիրների դիտարկումը և դրանց արդյունավետ լուծումը առանձնակի նշանակություն է ստանում էներգատար արդյունաբերական ձեռնարկությունների համար: Իրենց էներգատարությամբ առանձնանում են հանքահարստացման արդյունաբերական ձեռնարկությունները, որոնցում ներառված հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացի էներգատնտեսումն առանձնակի գիտատեխնիկական հետաքրքրություն է ներկայացնում:

Մանրացման գործընթացում օգտագործվող մեխանիզմները բանեցվում են պատահականորեն փոփոխվող բեռով հզոր էլեկտրաշարժիչների միջոցով, ինչի պատճառով էլեկտրաէներգիայի ռացիոնալ օգտագործումը դառնում է բազմագործոն և դժվար լուծելի խնդիր: Էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար կիրառվող մեթոդների և միջոցների ընտրությունը հիմնականում պայմանավորված են տվյալ արդյունաբերական ձեռնարկությունում իրականացվող գործընթացների և գործողությունների տեխնոլոգիական առանձնահատկություններով և օգտագործվող էլեկտրասպառիչների աշխատանքային ռեժիմներով:

Նկատի ունենալով, որ հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչները կարող են հանդիսանալ ռեակտիվ հզորության աղբյուր ռեակտիվ հզորության սպառիչներ հանդիսացող հանքաքարի ջարդիչների, դասակարգիչների, խյուսամղիչ պոմպերի էլեկտրաբանեցման ասինխրոն շարժիչների համար նպատակահարմար է գործընթացի էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար դիտարկել

սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունները: Ռեակտիվ էներգիայի անհարկի հոսքի փոքրացումը, գեներացվող ռեակտիվ հզորության արդյունավետ օգտագործման հաշվին, հնարավորություն է տալիս զգալի չափով իջեցնել էլեկտրաէներգիայի կորուստը ցանցում:

Էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը միտված ռեակտիվ հզորության կոմպենսացմանը վերաբերող հայտնի աշխատությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ դրանց կիրառությունը մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում նպատակահարմար չէ, որը պայմանավորված է գործընթացում օգտագործվող բազմատեսակ ու բազմափուլ տեխնոլոգիական սխեմաներով, տեխնոլոգիական և էներգետիկական գործոնների փոփոխման անկանոնությամբ: Այդ պատճառով էլ հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսումը համակարգում առաջացող հզորությունների արդյունավետ օգտագործմամբ, տեխնոլոգիական և էներգետիկական գործոնների հաշվառումով արդիական խնդիր է:

Առաջարկվում է մշակել հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման այնպիսի մեթոդ, որը հաշվի առնելով տեխնոլոգիական գործընթացներում օգտագործվող սպառիչների աշխատանքային ռեժիմները, դրանց ազդեցությունները միմիանց վրա, ինչպես նաև ստեղծված տեխնոլոգիական վիճակը կապահովի էլեկտրաէներգիայի զգալի տնտեսում:

Աշխատանքի նպատակը: Ատենախոսության նպատակը հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման մեթոդի մշակումն է ռեակտիվ հզորության սպառման արդյունավետության բարձրացման ճանապարհով՝ գործընթացում օգտագործվող բազմատեսակ ու բազմափուլ տեխնոլոգիական սխեմաների տոպոլոգիաների, օգտագործվող էլեկտրաբանեցման շարժիչների աշխատանքային ռեժիմների և ստեղծված տեխնոլոգիական իրավիճակների հաշվառումով:

Աշխատանքում առաջադրված նպատակն իրագործելու համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- արտադրական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հիմնախնդիրների վերլուծություն,
- տեխնոլոգիական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հայտնի մեթոդների վերլուծություն,
- ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների գնահատում հանքաքարի մանրացման գործընթացում և դրա կիրառման հիմնավորում՝ էլեկտրաէներգիայի տնտեսման տեսանկյունից,
- հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված կորուստների գնահատման մոդելի մշակում,
- հանքաքարի մանրացման գործընթացներում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի վերլուծություն՝ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման տեսանկյունից
- հանքաքարի մանրացման գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսում ապահովող հաշվարկի մեթոդիկայի մշակում՝ էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունների կիրառմամբ,
- սինխրոն շարժիչների միջև ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդրի ձևավորում և լուծում,
- սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունների բացահայտման համար անհրաժեշտ տեղեկատվության ապահովման ալգորիթմի մշակում,
- գրգռման ռեժիմի կարգավորիչի մշակում:

Գիտական նորույթը

1. Մշակվել է հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող տարբեր հզորությամբ սինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստների գնահատման մոդել, որը կարող է կիրառվել էլեկտրաէներգիայի անհարկի ծախսերի բացահայտմանը, հետազոտմանը և տնտեսմանը միտված որոշումների ընդունման համար:

2. Մշակվել է ո թվով ասինխրոն և m թվով սինխրոն շարժիչներ ընդգրկող տեխնոլոգիական գործընթացում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հաշվարկի մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս ենթակայանի հաղորդաձողի վրա ապահովել լրիվ հոսանքի այնպիսի արժեք որի դեպքում հզորության գործակիցը մոտ է մեկին՝ անկախ սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների բեռնավորման աստիճանից:

3. Մշակվել և լուծվել է սինխրոն շարժիչների միջև պահանջվող ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդիրը՝ էլեկտրաէներգիայի տնտեսում ապահովող գործոնների հաշվառումով:

4. Մշակվել է տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների միջև կապի օբյեկտիվ տեղեկատվության ստացման ալգորիթմ, որը հնարավորություն է տալիս բացահայտել տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող մեխանիզմների և էլեկտրասպառիչների վարքի փոփոխությունը:

Պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները

1. Ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստների գնահատման մոտեցումները:

2. Տարբեր բեռնավորման աստիճաններով ո թվով ասինխրոն և m թվով սինխրոն շարժիչներ ընդգրկող տեխնոլոգիական գործընթացում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հաշվարկի մեթոդիկան:

3. հանքաքարի մանրացման գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունների գնահատման ալգորիթմը:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը:

Տարբեր բեռնավորման աստիճաններով ասինխրոն և սինխրոն շարժիչներ ընդգրկող տեխնոլոգիական գործընթացում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հաշվարկի համար մշակված մեթոդիկան հնարավորություն է տալիս հետազոտել տարատեսակ կառուցվածքով տոպոլոգիական սխեմաներով մանրացման գործընթացների էներգետիկական պարամետրերը, գնահատել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման միջոցով՝ արտադրամասում օգտագործվող տարբեր թվով և հզորությամբ ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների դեպքում:

Մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի աշխատանքն ապահովող հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված ակտիվ հզորության գնահատման մաթեմատիկական մոդելը և համակարգչային ծրագիրը հնարավորություն են տալիս տարբեր հզորության սինխրոն շարժիչների համար գնահատել ակտիվ հզորության, գեներացվող ռեակտիվ հզորության և ակտիվ կորուստների արժեքների փոփոխությունները էլեկտրամեխանիկական համակարգի տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում:

Էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունների բացահայտման ալգորիթմը հնարավորություն է տալիս օբյեկտիվ տեղեկատվություն ստանալ դիտարկվող տեխնոլոգիական գործընթացի և դրանում օգտագործվող մեխանիզմների և էլեկտրասպառիչների վարքի մասին: Նշված տեղեկատվությունն առանձնակի կարևորություն է ստանում էներգատնտեսման գործառույթների պատշաճ իրականացման համար:

Հրապարակումները: Կատարված հետազոտությունների հիմնական դրույթներն ու արդյունքները զեկուցվել և քննարկվել են «Էլեկտրական մեքենաներ և ապարատներ» ամբիոնի գիտական սեմինարներում և ՀԱՊՀ-ի տարեկան գիտաժողովում (2015թ., 2017թ.),

Ատենախոսության դրույթներն ու արդյունքներն արտացոլված են 7 հրատարակված աշխատություններում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացություններից և օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքը շարադրված է 125 էջի վրա, պարունակում է 64 նկար, 24 աղյուսակ և 91 անուն ընդգրկող գրականության ցանկ:

1. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ԾԱԽՍՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ

1.1. Արտադրական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հիմնախնդիրները

Առաջնային էներգառեսուրսների արդյունահանման մշտական թանկացման պայմաններում և շրջակա միջավայրին հասցրվող վնասները նպաստում են էներգախնայողությանը ներկայացվող պահանջների խստացմանը:

Տնտեսական տեսանկյունից էներգետիկական ռեսուրսները դիտարկվում են որպես սպառողական արժեք ստեղծող արտադրության միջոց: Էներգառեսուրսների ազդեցությունը արդյունաբերության արդյունավետության բարձրացման վրա երկակի է:

Աշխատանքի արտադրողականությունը բարձրանում է կենդանի աշխատանքը նյութականացվածով փոխարինման արդյունքում: Մյուս կողմից էներգառեսուրսների ծախսի փոքրացումն, ըստ էության, տնտեսում է նյութականացված աշխատանքը և դրանով իսկ անմիջականորեն ազդում է արտադրության արդյունավետության վրա [1]:

Էներգախնայողությունը բնութագրվում է հետևյալ գործոններով՝

- նյութականացված աշխատանքի ծախսի կրճատում,
- միավոր ժամանակում ստեղծված սպառողական արժեքի զանգվածի աճ:

Վերջինս արտահայտվում է արտադրանքի արտադրողականության աճով՝ բարձր որակական ցուցանիշների ապահովմամբ,

- կենդանի և նյութականացված աշխատանքների ծախսերի հարաբերակցության փոփոխումով՝ որն արտահայտվում է արտադրության ավտոմատացմամբ, մեխանիզացմամբ, գիտատեխնիկական առաջընթացի հնարավորությունների կիրառմամբ:

Տարբեր գնահատումների համաձայն էներգետիկական ռեսուրսների հիմնական սպառողները արդյունաբերական ձեռնարկություններն են [1-3]: Արդյունաբերական ձեռնարկությունների կողմից սպառվող էլեկտրաէներգիան աճում է՝ պայմանավորված ոչ միայն նոր արտադրությունների ներդրմամբ, այլ նաև

տեխնոլոգիական գործընթացների որակական փոփոխությամբ, աշխատանքի արտադրողականության մեծացմամբ և արտադրական մշակույթի բարձրացմամբ:

Չնայած այն հանգամանքին, որ պարբերաբար մեծանում է էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը, սակայն այն չի կարող նվազեցնել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդրի կարևորությունը: Դա հիմնականում պայմանավորված է նրանով, որ էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանն ուղղված միջոցառումների համար կատարված ծախսը նշանակալի փոքր է, քան էլեկտրաէներգիայի արտադրման և էներգառեսուրսների արդյունահանմամբ պայմանավորված շրջակա միջավայրին հասցրած վնասների վերացման ծախսերը: Հաշվի առնելով վերոնշյալն առանձնահատուկ կարևորություն է ստանում էներգատար արդյունաբերական ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը: Միաժամանակ հարկ է նշել, որ էլեկտրաէներգիայի տնտեսումն արտադրական ձեռնարկություններում անհրաժեշտ է իրականացնել միավոր արտադրանքի վրա ծախսվող էլեկտրաէներգիայի հաշվով ապահովելով՝ բարձր արտադրողականություն և որակական ցուցանիշներ:

Արդյունաբերական ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիան հիմնականում ծախսվում է էլեկտրաբանեցման և լուսավորության ապահովման համակարգերում, էլեկտրատեխնոլոգիական համալիրներում:

Արդյունաբերական ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի տնտեսումն ընդունված է իրականացնել հետևյալ ուղիներով [4, 5].

1. Էլեկտրամատակարարման համակարգի ռացիոնալ աշխատանքի ապահովում: Այն մեծապես պայմանավորված է ձեռնարկության նախագծման փուլում ընտրված էլեկտրամատակարարման սխեմայով ու էլեկտրասարքավորումներով, ինչպես նաև արտադրության ընթացքում համակարգի կիրառման արդյունավետությամբ: Համակարգը նախագծելիս անհրաժեշտ է բացառել թերբեռնված ռեժիմում աշխատող տրանսֆորմատորների, շարժիչների առկայությունը:

Էլեկտրամատակարարման գործող համակարգերում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը կարելի է հասնել էլեկտրասպառման ռեժիմների կառավարման, լարման

կարգավորման և էլեկտրաընդունիչների պարապ ընթացքի ռեժիմների կրճատման ճանապարհով:

2. Էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառում: Առկա տեխնոլոգիայի բարելավում, նոր տեխնոլոգիայի ներմուծում, էներգախնայող սպառիչների ներմուծում, տեխնոլոգիական մեխանիզմների կարճատև աշխատանքային ռեժիմներից խուսափում:

3. Էլեկտրասպառման նորմավորում: Արդյունաբերական ձեռնարկություններում սպառվող էլեկտրաէներգիայի պլանավորման հիմքում ընկած է էներգետիկական և արտադրական ցուցանիշների փոփոխման օրինաչափությունը: Էներգասպառումը նորմավորվում է արտադրվող միավոր արտադրանքի համար՝ էլեկտրաէներգիայի տեսակարար ծախսի տեսքով:

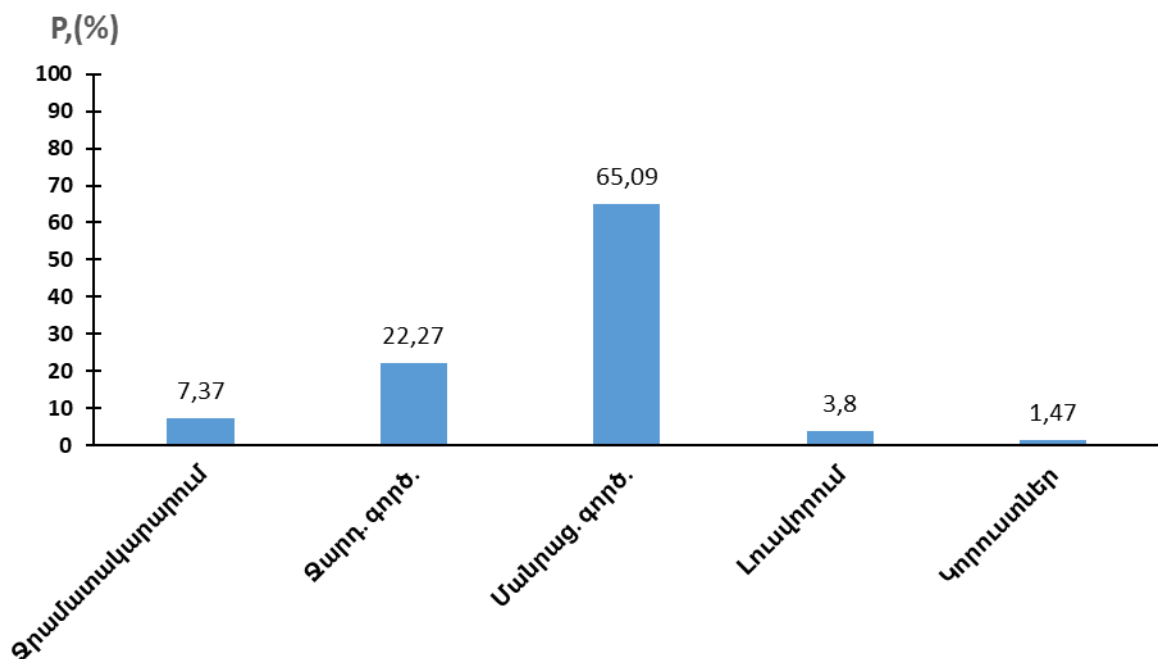
Չնայած այն հանգամանքի, որ արդյունաբերական ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար առկա են ընդհանրական ուղիներ, այնուամենայնիվ դրանց գործնական կիրառությունը պայմանավորված է արտադրական գործընթացի յուրահատկությամբ, մասնավորապես դրանում օգտագործվող էլեկտրասպառիչներով, տեխնոլոգիական մեխանիզմներով և համալիրներով, ինչպես նաև էլեկտրամատակարարման համակարգով: Այսպիսով, կարելի է արձանագրել, որ էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը վերաբերող յուրաքանչյուր խնդիր լուծելիս, անհրաժեշտ է համակողմանի պատկերացում ունենալ համապատասխան արտադրության՝ մասնավորապես տեխնոլոգիական գործընթացի յուրահատկության, դրանցում օգտագործվող էլեկտրաբանեցման շարժիչների, մեխանիզմների, դրանց աշխատանքային ռեժիմների մասին:

Էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործման արդյունավետության բարձրացումը հատկապես կարևոր է էներգատար արդյունաբերական ճյուղում՝ նպաստելով դրա կայուն զարգացմանը: Արդյունաբերության էներգատար ճյուղերից է հանքարդյունաբերությունը՝ որին բնորոշ է էներգասպառման առաջանցիկ աճը արդյունաբերական արտադրանքի աճին: Հանքարդյունաբերության էլեկտրասպառման աճը առաջանում է ոչ միայն արտադրանքի բացարձակ աճով, այլ նաև տեխնոլոգիայի որակական փոփոխությամբ, հանքի արդյունահանման

հանքերկրաբանական պայմանների բարդացմամբ, բնապահպանական միջոցառումների իրականացմամբ:

Հանքարդյունաբերության ոլորտում աշխատանքներն իրականացվում են հանքի արդյունահանման և մետաղական խտանյութի ստացման տեխնոլոգիական փուլերով:

Իր հերթին մետաղական խտանյութի արտադրությունն իրականացվում է հանքաքարի մանրացման և ֆլոտացման տեխնոլոգիական գործընթացների հանրագումարով: Նկատի ունենալով ֆլոտացման գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի ոչ մեծ քանակը [6, 7] մեր կողմից վերլուծվել են ջարդման, մանրացման գործընթացներում էլեկտրաէներգիայի արտադրական և ոչ արտադրական ծախսերը (նկ. 1.1-1.3) [8]:

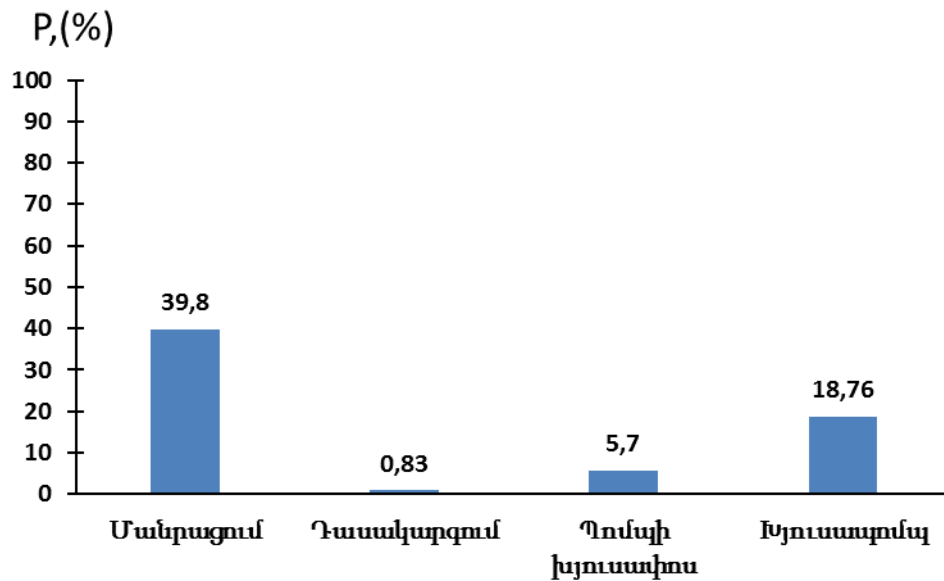


Նկ.1.1.1. Էլեկտրաէներգիայի ծախսի բաշխվածությունը նախաֆլոտացման գործընթացում

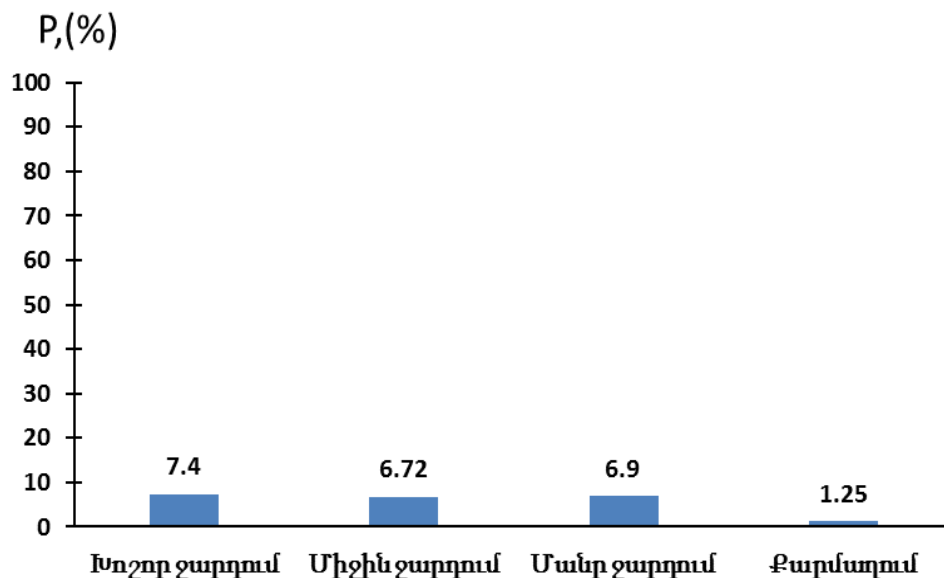
Նկ. 1.1-ից երևում է, որ նախաֆլոտացման գործընթացում էլեկտրաէներգիայի սպառման հիմնական մասն ընկնում է հանքաքարի մանրացման և ջարդման վրա: Այդ պատճառով էլ անհրաժեշտություն է առաջացել դիտարկել էլեկտրաէներգիայի ծախսի

բաշխվածությունները հանքաքարի մանրացման և ջարդման գործընթացներում ընդգրկված գործողություններում:

Նկ. 1.1-1.3-ում բերված էլեկտրաէներգիայի ծախսի բաշխվածությունը ստացվել է տարբեր տարիներին Հայաստանի հանրապետությունում շահագործվող մի քանի հանքահարստացման ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի ծախսի համար արձանագրված տվյալների միջինացման ճանապարհով:



Նկ.1.2. էլեկտրաէներգիայի ծախսի բաշխվածությունը հանքաքարի մանրացման գործընթացում



Նկ.1. 3. էլեկտրաէներգիայի ծախսի բաշխվածությունը հանքաքարի ջարդման գործընթացում

Նկատի ունենալով, որ իր էներգատարրությամբ, տեխնոլոգիայի յուրահատկությամբ, տարբեր արտադրություններում կիրառելիությամբ առանձնանում է հանքարդյունբերությունում, քիմիական և շինարարական նյութերի արտադրություններում լայն կիրառություն ստացած հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացը սույն աշխատանքում դիտարկվել է այդ գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները:

1.2. Տեխնոլոգիական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հայտնի մեթոդների վերլուծությունը

Հայտնի են էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը վերաբերող բազմաթիվ և բազմաբնույթ գիտական աշխատություններ, որոնք կարելի է կիրառել տարաբնույթ տեխնոլոգիական գործընթացներում: Նկատի ունենալով այդ հանգամանքը, սույն բաժնում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը վերաբերող աշխատությունների վերլուծությունն իրականացվել է ելնելով տարբեր տեխնոլոգիական գործընթացներում դրանց կիրառման նկատառումներից, նշանակությունից ու գիտական հետաքրքրությունից:

1.2.1. էլեկտրաէներգիայի ծախսերի տնտեսումն էլեկտրամատակարարման համակարգի աշխատանքի արդյունավետության բարձրացման միջոցով:

Զգալի գիտատեխնիկական հետաքրքրություն են ներկայացնում այն աշխատությունները, որոնք միտված են գործող կամ նախագծվող արտադրություններում էլեկտրամատակարարման համակարգի արդյունավետության բարձրացմանը:

Արդյունաբերական ձեռնարկությունների էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հարցերի կախվածությունը էլեկտրամատակարարման որակից մանրամասնորեն դիտարկվել են [9-11] աշխատություններում: Դրանցում ներկայացվում են՝

- էլեկտրամատակարարման համակարգի կանոնավոր աշխատանքը խաթարող էլեկտրաէներգիայի որակի վրա բացասական ազդեցություն ունեցող հիմնական պատճառներն ու աղբյուրները [9]:

- Էներգամատակարարման տեխնիկատնտեսական հաշվարկների կիրառական հնարավորություններն, ինչպես նոր նախագծվող, այնպես էլ վերակառուցվող արտադրամասի համար: Բերվում են լարման որակի բարձրացման, էլեկտրաէներգիայի տնտեսման, էլեկտրամատակարարման համակարգում կոմպենսացնող սարքավորումների կարգավորման մեթոդներ [10],

- Էլեկտրական ցանցի ռեժիմների կառավարման և պլանավորման սկզբունքային հարցերը. Էլեկտրաէներգիայի կորուստներ, ռեակտիվ հզորության կոմպենսացիա, էլեկտրաէներգիայի որակ [11]:

- Ցանցում կորուստների հաշվարկի մեթոդներ, կորուստների վերլուծման, նորմավորման մեթոդներ, էլեկտրաէներգիայի կորուստների նվազեցման միջոցառումների նկարագրություններ և օպտիմալ հզորությամբ կոմպենսացնող սարքավորումների ընտրություն [11]:

Հանքահարստացման ձեռնարկությունների էլեկտրամատակարարման հարցերին է նվիրված Բ. Դեկոպովի, Ռ. Զագրինովսկու, Ա. Կուպերբերգի աշխատությունը: Աշխատության հեղինակներն ամենայն մանրամասնությամբ ներկայացրել են հանքահարստացման ձեռնարկության էլեկտրամատակարարման համակարգի մշակման ընթացակարգը, հանքահարստացման համալիրի տեխնոլոգիական առանձնահատկությունների, շինարարական, էլեկտրամոնտաժային, թողարկման և կարգաբերման պահանջների հաշվառմամբ [12]: Էլեկտրամատակարարման համակարգի սխեմայի մշակման համար [12] աշխատության հեղինակներն որպես չափանիշ ընդունել են նվազագույնի բերված ծախսը, որն իրենից ներկայացնում է ընթացիկ և միանվագ ծախսերի հանրագումարը [12]՝

$$3 = C + E_N K ,$$

որտեղ E_N - ը էլեկտրաֆիկացման անվանական գործակիցն է, K -ն միանվագ կապիտալ ներդրումներն են, C - ն՝ կանոնավոր շահագործման դեպքում տարեկան ընթացիկ ծախսերը, որը որոշվում է գործող նորմատիվի միջոցով.

$$C = E_p K + E_a K + C_g :$$

Այստեղ E_p - ն՝ ընթացիկ վերանորոգմանը և սպասարկմանը հատկացման գործակից, E_a - ն՝ մաշվածքամարման հատկացման գործակից, C_9 - ն՝ էլեկտրաէներգիայի կորուստները:

Հարկ է նշել, որ էլեկտրամատակարարման համակարգը մշակելիս հեղինակները հաշվի են առել՝

1. էլեկտրատեխնիկական հաղորդակցության համար պահանջվող լրացուցիչ տարածքը, այն դեպքերի համար, երբ դրանք տեղակայվում են մինչ արտադրական մասնաշենքը եղած տարածքում:

2. Ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման համար պահանջվող ծախսերը:

3. էլեկտրաէներգիայի որակի ազդեցությունը հանքաքարի հարստացման տեխնոլոգիական գործընթացի վրա:

4. Բաշխիչ ցանցերում ռելեական պաշտպանության և հակավթարային ավտոմատիկայի կիրառման անհրաժեշտությունը՝ համակարգի հուսալի աշխատանքի ապահովման համար:

1	Մուտքային տվյալների բանկի ձևավորում
2	Ձեռնարկության սպառողների – հզորության կարգավորիչի (Ս-ՀԿ) ցուցակի ձևավորում
3	Ս-ՀԿ համալիրի ֆունկցիոնալ կառուցվածքի մշակում
4	Իրական ժամանակի խնդրի մշակում
5	Ս-ՀԿ համալիրի կառավարման համակարգի տեխնիկական միջոցների ընտրություն
6	Ս-ՀԿ համալիրի կառուցում
7	Համալիրի գործունեությունը կարգավորող փաստաթղթերի մշակում

Նկ. 1.4. Ս-ՀԿ համալիրի ձևավորման ալգորիթմ

Հանքահարստացման ձեռնարկությունների համար էլեկտրասպառման օպտիմալ ռեժիմի ձևավորմանն է նվիրված Գ. Խրանուսովի աշխատությունը: Հեղինակը առաջարկում է արտադրական ձեռնարկությունում սպառողների – հզորության կարգավորիչի (Ս-ՀԿ) հատուկ համալիրի կառուցում: (Ս-ՀԿ) համալիրը կիրառելի է ինչպես գործող, այնպես էլ նոր նախագծվող ձեռնարկությունների համար: Նկ. 1.4 - ում ներկայացված է (Ս-ՀԿ) համալիրի պարզեցված ալգորիթմը [13]:

Ձեռնարկության Ս-ՀԿ ցուցակի ձևավորման համար առաջարկվում է հետևյալ սկզբունքը. բոլոր էլեկտրաընդունիչները անկախ իրենց նշանակությունից, ըստ էներգամատակարարման հուսալիության, տեխնոլոգիական և ձեռնարկության էլեկտրասպառման ռեժիմների կարող են լինել որպես արդյունավետ Ս-ՀԿ: Ս-ՀԿ համալիրի գործունեությունն ապահովող ալգորիթմի և ծրագրի մշակման ժամանակ նախատեսվում է էլեկտրական բեռի գրաֆիկների օպտիմալացված կառուցվածքի ձևավորում՝ երկխոսության ռեժիմում, համակարգիչ, ինչպես նաև բեռի կարգավորման մասին որոշում ընդունող անձ [13]:

Ս-ՀԿ համալիրի ֆունկցիոնալ կառուցվածքն որոշվում է էլեկտրասպառման սահմանափակման, Ս-ՀԿ-ի էլեկտրամատակարարման համակարգի կառուցվածքով և տեխնիկական բազայով:

Իրական ժամանակի խնդիրներն ապահովում են. էլեկտրական բեռի գրաֆիկների պլանավորումը, Ս-ՀԿ-ի կառավարման որոշումների ընդունման ժամանակի որոշումը, բեռի կարգավորման համար Ս-ՀԿ-ի առաջնահերթությունների սանդղակի կառուցումը [13]:

Ս-ՀԿ-ի կառավարման համակարգի տեխնիկական միջոցների ընտրությունը կատարվում է ելնելով ձեռնարկության համար ձևավորված էլեկտրական բեռի գրաֆիկի գաղափարախոսությունից և ձեռնարկության իրական հնարավորություններից: Օգտագործվող տեխնիկական միջոցները պետք է ապահովեն հեռահսկման, հեռաչափման, ինչպես նաև ձեռնարկության էներգասպառման ռեժիմների կազմակերպարտադրական, տեխնոլոգիական և շահագործողական ցուցանիշների մշակման հնարավորություններ, արտադրական իրավիճակների

փոփոխման պայմաններում ՍՀԿ-ի կառավարման որոշումների ընդունման և իրականացման հնարավորություն [13]:

ՍՀԿ-ի համալիրի նախագծումն իրականացվում է նոր կառուցվող և արդեն գործող հանքահարստացման արտադրական ձեռնարկությունների համար:

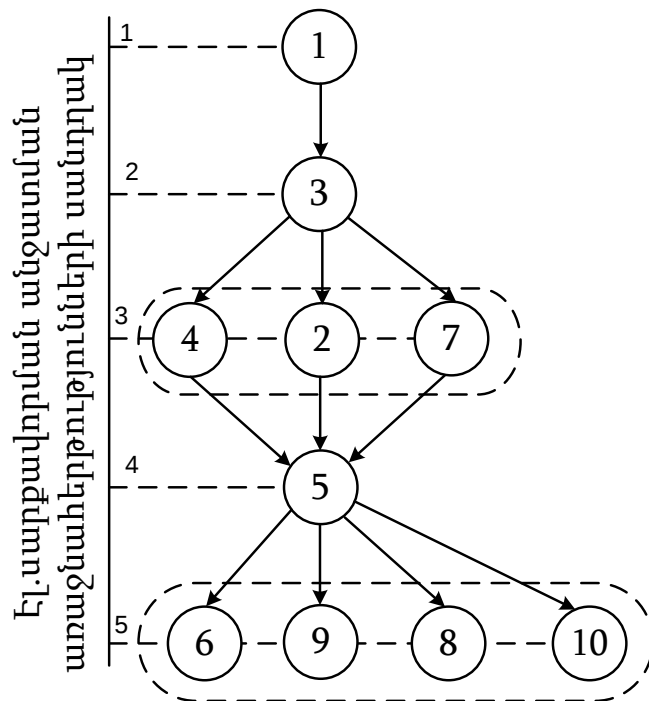
Համալիրի մշակման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել էլեկտական բեռի առավելագույն հզորությունների դեպքում բեռի կարգավորման խորության տնտեսական հիմնավորումը և օգտագործվող սարքավորումների տեխնիկական հնարավորությունները:

1	Մուտքային տվյալների բանկի ձևավորում
2	ՍՀԿ-ի դասակարգում
3	Կազմակերպական, տեխնոլոգիական ռեժիմների, էլեկտրասպառման, շահագործման հուսալիության ցուցանիշների ընթացիկ չափվող տեղեկատվության բանկի ձևավորում
4	Կառավարման որոշման ընդունման սահմանային պահի որոշում
5	Բեռի կարգավորման ՍՀԿ-ի առաջնահերթությունների սանդղակի կառուցում
6	ՍՀԿ-ի համար ձեռնարկության բեռի կարգավորման նախադրման որոշում
7	ՍՀԿ-ի կառավարման ռազմավարության ընտրություն
8	Կառավարման ազդեցությունների գնահատում
9	Ելքային տվյալների բանկի ձևավորում

Նկ. 1.5. ՍՀԿ-ի գործունեության իրականացման պարզեցված ալգորիթմ

ՍՀԿ-ի համալիրի նախագծումն արդեն գործող ձեռնարկության համար բարդ խնդիր է: Դա բացատրվում է նրանով, որ ՍՀԿ-ի ձևավորումը և աշխատանքային գրաֆիկն իրականացվում են գործող արտադրական գործընթացի ընթացիկ ցուցանիշները հաշվի առնելով: Նկ. 1.5-ում ներկայացված է ՍՀԿ-ի գործունեության պարզեցված ալգորիթմը [13]:

Առանձնակի գիտական արժեք ունի Սվերդլովսկի Լեոնային և մանկավարժական ինստիտուտի աշխատակիցների կողմից լեռնահանքային ձեռնարկությունների էլեկտրասպառման կառավարման համար մշակված համակարգը: Այդ համակարգը թույլ է տալիս էլեկտրաէներգիայի սահմանափակ ռեժիմներում էլեկտրասպառիչների բեռի կարգավորման առաջնահերթությունների սահմանման միջոցով ապահովել լեռնահանքային ձեռնարկության էլեկտրասպառման ռեժիմների կառավարման բարձր արդյունավետություն՝ շահագործական, տեխնոլոգիական և կազմակերպական ոչ ամբողջական ֆորմալիզմի պայմաններում [14]:



Նկ. 1.6. Էլեկտրաընդունիչների անջատման առաջնահերթության G գրաֆիկ կառուցվածքը. 1 - պոմպ_1, 2 - կոմպրեսոր_1, 3 - վերամբարձ սարքավորում, 4 - կոմպրեսոր_3, 7 - կոմպրեսոր_4, 8 - ջարդիչ, 9 - պոմպ_3, 10 - օդափոխիչ

Նկ. 1.6.-ում ներկայացված է [14] աշխատության հեղինակների կողմից առաջարկված G գրաֆի կառուցվածքը 10 էլեկտրասպառիչների համար: Յուրաքանչյուր i -րդ էլեկտրասպառիչ ունի իր առաջնահերթությունը, որը հանձնարարված է ամբողջ թվի միջոցով: Առաջնահերթությունների $F_i(x)$ համախումբը ձևավորում է օբյեկտների անջատման բառարանագրական հաջորդականություն: Համաձայն ներկայացվածի որոշումների ընդունման պրոցեդուրայի նպատակային ֆունկցիան ներկայացվում է հետևյալ տեսքով [14].

$$G = \text{Lex min } F_i(x), \quad 1 \leq i \leq I,$$

որտեղ I - ն օգտագործվող էլեկտրասպառիչների թիվն է:

[15-18] աշխատություններում արտադրական ձեռնարկությունների սպառման համար պահանջվող էլեկտրաէներգիայի նորմավորումը դիտարկվում է էլեկտրաէներգիայի ծախսերի տնտեսման տեսանկյունից: Թվարկված աշխատություններից առանձնակի ուշադրության է արժանի Վ. Օլեյնիկովի մենագրությունը, որում հեղինակն առաջարկել է հանքաքարի արդյունահանման, ջարդման, մանրացման, դասակարգման գործողություններում, ինչպես նաև ընդհանուր կոմբինատային էլեկտրաէներգիայի ծախսերի պլանավորման և նորմավորման մեթոդիկաներ՝ տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների հաշվառումով: Էլեկտրաէներգիայի ծախսի նորմավորման մեթոդիկան մշակելիս ընդունվել են, որ [18]

- սարքավորումները տեխնիկապես սարքին են,
- աշխատանքներն իրականացվում են տեխնոլոգիական գործընթացով նախատեսված ռեժիմներին համապատասխան,
- տեխնոլոգիական մեխանիզմներն ըստ հզորության և արտադրողականության բեռնավորված են պլանավորված մակարդակով:

1.2.2. Էլեկտրաէներգիայի տնտեսումը հանքաքարի մանրացման գործընթացում էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառմամբ

Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը նվիրված բազմաթիվ աշխատություններից առավել

ընդգրկուն և համակողմանի հետազոտություն է ներառում [6, 7, 19, 20] աշխատություններն, որոնցում կատարվել են.

- հանքաքարի աղացների էլեկտրաբանեցումն ապահովող էլեկտրամեխանիկական համակարգի աշխատանքային ռեժիմների վրա ազդող հիմնական գործոնների գնահատում և վերլուծություն,

- հանքաքարի աղացի աշխատանքային ռեժիմի և բանեցման շարժիչի սպառման ակտիվ հզորության ազդանշանի սպեկտրի հետազոտություն և վերլուծություն,

- մանրացման գործընթացի էներգետիկ և տեխնոլոգիական պարամետրերի հետազոտման մեթոդի մշակում, ֆիզիկական մոդելի ստեղծում, փորձարկում և արդյունքների հետազոտում,

- հանքաքարի աղացի աշխատանքն ապահովող էլեկտրաբանեցման համակարգի դինամիկական բեռնվածքի լավարկման խնդրի ձևակերպում, մաթեմատիկական նկարագրություն և լուծման ալգորիթմի մշակում,

- հանքաքարի աղացի բանեցման համակարգի շարժիչի թողարկման ռեժիմի հետազոտման մաթեմատիկական մոդելի և սինխրոն ռեժիմում շարժիչի կայուն աշխատանքի ապահովման պայմանների մշակում,

- հանքաքարի մանրացման գործընթացի էլեկտրասպառման լավարկման խնդրի դրվածքի, մաթեմատիկական նկարագրության և լուծման ալգորիթմի մշակում,

- մանրացման գործընթացի էլեկտրասպառման արդյունավետության մեծացումն ապահովող կառավարման համակարգի մշակման կառուցվածքային սխեմայի առաջադրում,

- մանրացման գործընթացի էլեկտրաէներգիայի տեսակարար ծախսերի նորմավորման մեթոդի մշակում:

Էներգախնայողությանը միտված տարբեր լուծումներից առավել արդյունավետ, շուտ ետգնվող և քիչ կապիտալ ներդրումներ պահանջող տարբերակներից է հաճախականային կարգավորվող ասինխրոն էլեկտրաբանեցման կիրառումը [21], որը թույլ է տալիս լավարկել մանրացման գործընթացում օգտագործվող ջարդիչների, պոմպերի, օդափոխիչների և այլ էլեկտրասպառիչների աշխատանքային ռեժիմները բեռնվածքի փոփոխման լայն միջակայքում:

Չնայած ժամանակակից փոխակերպիչների թվացյալ մեծ արժեքին, ներդրված միջոցների փոխհատուցվելիությունը էներգառեսուրսների տնտեսման և արդյունավետության այլ բաղադրիչների հաշվին չի գերազանցում միջինում 1,5 տարին:

Հաճախության փոխակերպիչի օգտագործմամբ ստեղծվում են հետևյալ տեխնիկական հնարավորությունները [21].

- արագության կարգավորում 0-ից մինչև անվանական և անվանականից բարձր,
- սահուն արագացում և արգելակում,
- թողարկման, աշխատանքային և վթարային ռեժիմներում հոսանքի սահմանափակում անվանականի մակարդակում,
- սարքավորումների մեխանիկական և էլեկտրական մասերի ծառայության ժամկետի երկարացում,
- որոշ սարքավորումներ ազատվում են,
- հաճախության փոխակերպիչի տեղադրումը հնարավոր է ստանդարտ բաշխիչ բջջում՝ ազատված սարքավորումների տեղում:

Առանձնակի հետաքրքրություն է ներկայացնում Վ.Ա. Չուվաշեվի և այլոց կողմից հեղինակած աշխատությունում դիտարկված և հանքարդյունաբերությունում օգտագործվող էներգախնայող ասինխրոն մեքենաները, որտեղ առաջարկվում է նոր կառուցվածքով ասինխրոն մեքենա, մասնավորապես առաջարկվում է ռոտորի կարճ միացված ալյումինե փաթույթը փոխարինել կարճ միացված պղնձյա փաթույթով [22]: Դա շատ բարդ տեխնոլոգիական պրոցես է, բայց տալիս է զգալի արդյունք ի համեմատ ալյումինե կառուցվածքով ասինխրոն մեքենաների: Նոր սերնդի ասինխրոն մեքենաներն ունենալով նույն գաբարիտային չափերը, ունեն ավելի մեծ հզորություններ, մոտ 30-70% բարձր արդյունավետություն նախորդ սերնդի ասինխրոն մեքենաների համեմատ: Բացի այդ ավելի հուսալի, խնայող և հեշտ թողարկվող են:

Հայտնի է ավտոմատ կառավարման ադապտիվ համակարգ, հիմնված բաշխիչ կարգավորիչների և հանքաքարի մեծության փոքրացման բաշխված պարամետրերի ֆունկցիայի վրա: Դա կարող է իրականացվել արտադրական կոնտրոլերների հիմքի վրա, հանքահարստացման կոմբինատի ջարդող-մանրացնող համալիրի

համաձայնեցված ադապտիվ կառավարման կիրառությամբ: Առաջարկվող կառավարման համակարգը թույլ է տալիս ջարդող-մանրացնող համակարգում նվազագույնի հասցնել միավոր արտադրանքի ծախսը, հասնել արտադրական գծի առավելագույն արտադրողականության և նվազեցնել բեռնվածությունը մանրացման վերջնական փուլում, ինչը իր հերթին նպաստում է ընդհանուր էլեկտրասպառման նվազեցմանը [23]:

Ասիմետրիկ էլեկտրաբանեցումով կենտրոնախույս պոմպի էներգատնտեսող ռեժիմների ապահովմանն է միտված [24] աշխատությունը: Ասիմետրիկ շարժիչ – կենտրոնախույս պոմպ համակարգի համար լուծվել է օպտիմալացման խնդիր, որի էությունը կայանում է նրանում, որ պոմպի հանձնարարված ծախսի և շարժիչի ռոտորի հանձնարարված արագության համար որոշվում է հաճախության և լարման ամպլիտուդի այնպիսի արժեքներ, որոնց դեպքում կորուստները շարժիչում հասցրվում են նվազագույնի: Նվազագույն կորուստները վերաբերում են սպառող հզորության նվազագույնին և շարժիչի առավելագույն ՕԳԳ-ին: Սկալյար հաճախականային կառավարման համար ստացվել են պարզագույն տեսք ունեցող կարգավորման վոլտ-հաճախային բնութագրեր [24].

$$\begin{cases} f = \left(\frac{U^*}{k_{Uf}} \right)^{a_{uf}}, & f < f_{zp}, \\ U^* = 1, & f \geq f_{zp}: \end{cases}$$

Այստեղ f_{zp} - ն հաճախության սահմանային արժեքն է, k_{Uf} -ը վոլտ-հաճախային բնութագրերի մոտարկման գործակիցն է, U^* - ը՝ լարման հարաբերական արժեքը, a_{uf} - ը՝ վոլտ-հաճախային բնութագրերի մոտարկման աստիճանը:

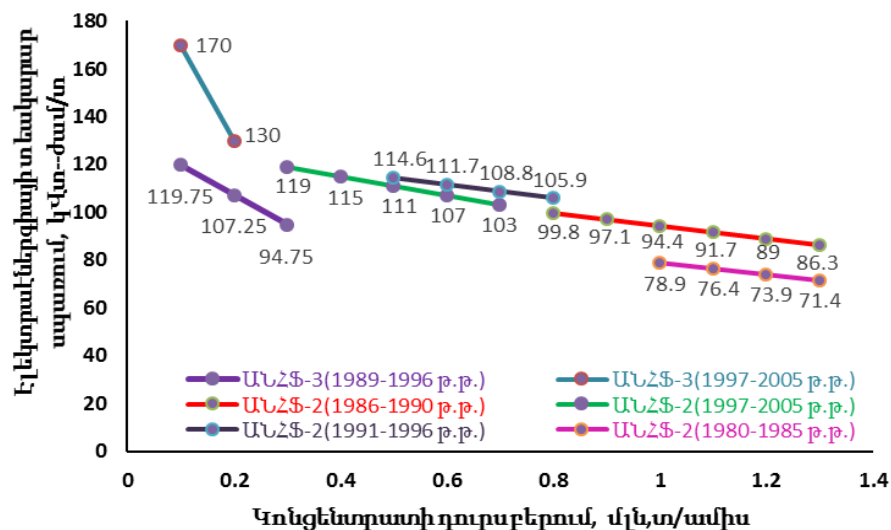
[25] աշխատության հեղինակը լեռնահանքային ձեռնարկություններում օգտագործվող էլեկտրական ընդունիչների աշխատանքային ռեժիմները դիտարկել է 3 բնութագրիչ խմբերով.

1. երկարատև չփոփոխվող կամ քիչ փոփոխվող բեռնվածքավ ռեժիմ (կոմպրեսորների շարժիչներ, պոմպեր, օդափոխիչներ, ջարդիչներ, աղացներ, չորացնող թմբուկներ, և այլն),

2. կարճատև բեռնվածքի ռեժիմ (հիդրավլիկ փակադակ, մետաղակտրման հաստոցների աջակցող մեխանիզմների բանեցման շարժիչներ),

3. կարճատև կրկնվող բեռնվածքով ռեժիմ (ամբարձիչների շարժիչներ, եռակցման ապարատներ, էքսկավատորներ):

Աշխատությունում որպես լեռնամետալուրգիական ձեռնարկությունների էլեկտրասպառման տարբերիչ առանձնահատկություններ նշվում են էլեկտրաէներգիայի մատակարարման և սպառման գրաֆիկի անհավասարաչափությունը, ձեռնարկության էլեկտրասպառիչներին էլեկտրաէներգիայի անընդհատ մատակարարումը, էլեկտրաէներգիայի համապատասխան որակի ապահովումը, ինչպես նաև էլեկտրասպառման ռեժիմների կախվածությունը տեխնոլոգիական գործոններից, որը վճռորոշ դերակատարություն ունի էլեկտրաընդունիչի սպառող հզորության չափաքանակի վրա: Աշխատության հեղինակը Ապատիտ հարստացման ֆաբրիկայի օրինակով ներկայացրել է էլեկտրաէներգիայի տեսակարար ծախսի փոփոխությունը տարբեր տարիների համար (նկ.1. 7) [25]:



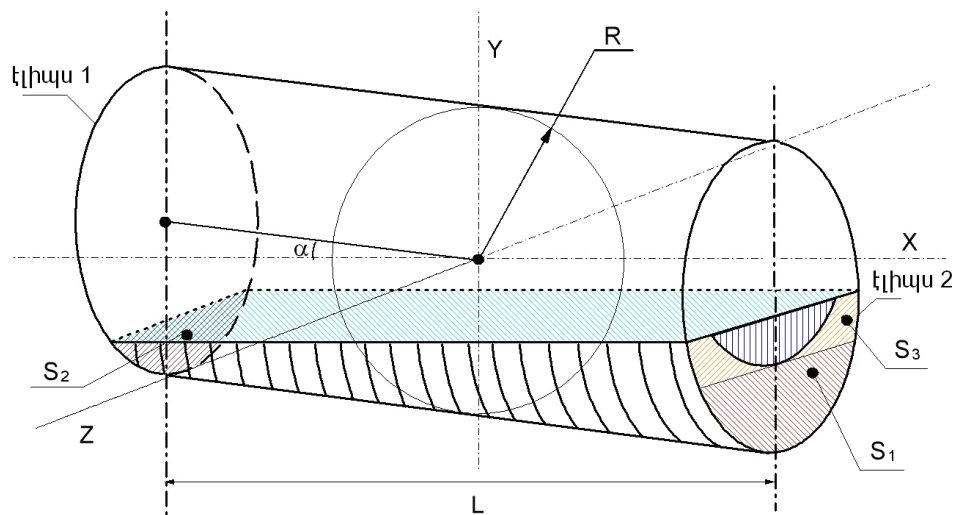
Նկ. 1.7 «Ապատիտ» հարստացման ֆաբրիկայի օրինակի վրա բերված էներգետիկական բնութագրերը

Բացի վերոնշյալից [25] աշխատության հեղինակը լեռնահանքային ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի ծախսի կառավարման համար առաջարկել է.

- էլեկտրասպառման վերլուծման համար տեղեկատվական-մոդելավորող համակարգի ներդրում,
- օգտագործվող մեխանիզմների, սարքավորումների էլեկտրասպառման օրինաչափությունների բացահայտում,
- էներգաաուդիտի անցկացում և էներգախնայող միջոցառումների իրականացում:

Մեկ տոննա նյութի մանրացման համար ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման նպատակով [26-28] աշխատություններում մշակվել և առաջարկվել է կատարելագործված կառուցվածքով հանքաքարի աղաց, որը հայտնի կառուցվածքի նկատմամբ ապահովում է մինչև 21 % էներգատնտեսում:

Առաջարկվող կատարելագործված կառուցվածքով հանքաքարի աղացը իրենից ներկայացնում է էլիպսաձև հիմքերով գլանաձև մետաղական թմբուկ, որը α անկյունով շեղված է պտտման հորիզոնական առանցքի նկատմամբ (նկ. 1.8):



Նկ. 1.8. Կատարելագործված կառուցվածքով հանքաքարի աղացի պատկերը

Կատարելագործված կառուցվածքով հանքաքարի աղացն էլեկտրաէներգիայի տնտեսումն իրականացնում է ի հաշիվ նրա, որ թմբուկի յուրաքանչյուր պտույտի դեպքում ներառացային բեռը տեղաշարժվում է, ինչպես լայնական, այնպես էլ երկայնական առանցքի ուղղությամբ, ապահովելով միավոր ժամանակում բեռի ինտենսիվ մանրացում [26-28]:

1.2.3. Սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործումը հանքահարստացման ձեռնարկություններում

Փոփոխական հոսանքի շարժիչները, ինչպես նաև էլեկտրաէներգիայի պարամետրերի փոխակերպման միջոցները (տրանսֆորմատորներ, բնական կոմուտացիայով կառավարվող ուղղիչներ) բացի ակտիվ էներգիայից, սպառում են որոշակի չափով ռեակտիվ էներգիա: Ռեակտիվ հզորության կոմպենսացիան բերում է ռեակտիվ էներգիայի հոսքի փոքրացման, որը թույլ է տալիս նվազեցնել էլեկտրական ցանցերում էլեկտրաէներգիայի կորուստները մինչև 30% [29]: Հայտնի են ոչ մեծ թվով աշխատություններ, որոնցում հետազոտվել են հանքաքարի խտանյութի արտադրությունում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հիմնախնդիրները սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման տեսանկյունից: [30] աշխատությունում սինխրոն շարժիչների կողմից ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման նպատակով գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը դիտարկվում է շարժիչի շահագործման տեխնոլոգիայի օպտիմալացման տեսանկյունից: Մասնավորապես մշակվել է մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս գնահատել իր աշխատանքային ռեսուրսների զգալի մասը սպառած, շարժիչի որպես ռեակտիվ հզորության կոմպենսատոր օգտագործման հնարավորությունը: Հեղինակները աշխատանքի հիմքում դրել են հետևյալ գաղափարը. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացող ակտիվ հզորության կորուստների նվազեցման միջոցով մեծացնել երկարատև աշխատանքային ռեսուրս սպառած շարժիչի մեկուսացուման ծառայության ժամկետը:

[31] աշխատության հեղինակները առաջարկել են ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայնավորված կորուստների հաշվարկի մեթոդիկա, ինչպես նաև երաշխավորություններ տարբեր հզորությամբ սինխրոն շարժիչները որպես ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման միջոց կիրառման համար: Մշակված մեթոդիկայով կատարվել են հաշվարկներ: Աղյուսակ 1.1-ում ներկայացված է տարբեր հզորությամբ և քանակությամբ շարժիչների կիրառման դեպքում արտադրվող ռեակտիվ հզորության և դրանով պայմանավորված ակտիվ հզորության կորուստների հաշվարկային արժեքները: Հարկ է նշել, որ սույն աշխատությունում բոլոր հետազոտությունները

որոշվել է գրգռման հոսանքների օպտիմալ արժեքները: Հարկ է նշել [32]-ում ներկայացված մեթոդի կիրառման համար անհրաժեշտ է տեղեկատվություն ունենալ համակարգում առկա էլեկտրական սարքավորումների և հաղորդակցման գծերի տեխնիկական բնութագրերի մասին:

Էլեկտրաէներգիայի կորուստների նվազեցման ընդհանրական մոտեցումները ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների կիրառմամբ դիտարկվել է [33] աշխատությունում: Աշխատության հեղինակները առաջարկել են Էլեկտրաէներգիայի սպառման ռեժիմների օպտիմալացման երեք խումբ [33]՝

1. Քանակական օպտիմալացում, որի դեպքում տեղի ունի էլեկտրաէներգիայի սպառման չափերի էական փոփոխություն: Այն ներառում է էլեկտրաբանեցումների ռացիոնալ հզորությունների ընտրություն, էլեկտրատեխնոլոգիական պրոցեսների ռացիոնալ միջին հոսանքների ընտրություն, քիչ տնտեսող սարքավորումների փոխարինում ավելի տնտեսողների և այլն: Այս ուղղությունը նաև կարելի է անվանել էլեկտրաէներգիայի առանձին սպառիչների օպտիմալացում:

2. Որակական օպտիմալացում, որի դեպքում տեղի ունի էլեկտրաէներգիայի որակի ցուցանիշների էական բարելավում էլեկտրասպառման աննշան փոփոխությունների դեպքում: Այստեղ օպտիմալացվում է էլեկտրասպառման ռեժիմի այնպիսի պարամետր, ինչպիսին է լարումը, ինչպես նաև լարման հետ կապված՝ ռեակտիվ հզորությունների վերաբաշխումը: Այս ուղղությունը կարելի է անվանել լարմամբ և ռեակտիվ հզորությամբ կառավարման օպտիմալացում:

3. Ժամանակավոր օպտիմալացում, այսինքն էլեկտրասպառման փոփոխություն՝ օրվա ընթացքում առանց գումարային էլեկտրասպառման էական փոփոխության: Այս ուղղությունը կարելի է անվանել էլեկտրասպառման գրաֆիկների օպտիմալացում:

Արտադրական ձեռնարկություններում հզորության գործակցի լավարկված մեծության ապահովման հնարավորությունները, բնական և արհեստական ճանապարհներով ռեակտիվ հզորության կոմպենսացմամբ ուսումնասիրվել են, [29, 34, 35] աշխատություններում:

Բնական ճանապարհով՝

- սպառիչների աշխատանքի ռեժիմների բարելավմամբ,
- նոր տիպի կառուցվածքով շարժիչների կիրառմամբ,
- շարժիչների և տրանսֆորմատորների թերբեռնման բացառմամբ,
- էլեկտրաշարժիչների վերանորոգման որակի բարձրացմամբ,
- ֆազային ռոտորով ասինխրոն շարժիչները բարձր հզորության գործակից ($\cos\varphi$) ունեցող կարճ միացված ռոտորով ասինխրոն շարժիչներով փոխարինելով, եթե տեխնոլոգիական պրոցեսը թույլ է տալիս,

- հնարավորության դեպքում փոխարինել ասինխրոն շարժիչները գերգրգռմամբ աշխատող սինխրոն շարժիչներով:

Արհեստական ճանապարհով հզորության գործակցի օպտիմալ մեծությունը ստացվում է հատուկ կոմպենսացնող սարքավորումների (ռեակտիվ հզորության գեներատորների) էլեկտրամատակարարման համակարգի համապատասխան կետերում տեղադրման ճանապարհով:

[36] աշխատությունում էլեկտրասարքավորումները սնող էլեկտրամատակարարման բաշխիչ ցանցում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման նպատակով մշակվել է էլեկտրաբանեցման հաստատուն հոսանքի շղթայում կոմպենսացնող ուղղիչների խմբի կառավարման անկյունների հարաբերակցությունների որոշման ալգորիթմ: Լուծվել են սինխրոն շարժիչների խմբում գրգռման հոսանքների հարաբերակցության և շարժիչների ու էլեկտրաբանեցման կերպափոխիչների ռեակտիվ հզորության հարաբերական բեռնման հարաբերակցության օպտիմալացման խնդիրները:

Արտադրական գործընթացներում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հայտնի մեթոդների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ զգալի հետազոտական աշխատանք և հնարավորություններ են ստեղծվել արտադրական ձեռնարկությունների էլեկտրամատակարարման համակարգերի էլեկտրաէներգիայի կորուստների նվազեցման ուղղությամբ՝ էլեկտրամատակարարման համակարգի տարրերում (գեներատորներում, տրանսֆորմատորներում, բաշխիչ ցանցերում), էլեկտրաընդունիչներում (էլեկտրաբանեցման շարժիչներում և այլ տեսակի էներգիայի կերպափոխիչներում): Նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ անկախ

ձեռնարկությունում օգտագործվող տեխնոլոգիական գործընթացի առանձնահատկություններից, էլեկտրամատակարարման համակարգում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հիմնահարցերն ընդհանրական բնույթ են կրում, այս ուղղությունը հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը միտված խնդրի լուծման համար հետաքրքրություն չի ներկայացնում:

Հանքահարստացման ձեռնարկություններում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը միտված աշխատությունների համեմատական վերլուծության արդյունքում հանգել ենք ներքոնշյալ եզրակացությանը:

1. էլեկտրամատակարարման համակարգի էլեկտրաէներգիայի ծախսերի տնտեսմանն ուղղված աշխատություններն ընդհանրական բնույթ ունեն: Դրանց իրականացումը հիմնականում պայմանավորված չէ արտադրական գործընթացների տեխնոլոգիական առանձնահատկություններով: Նպատակահարմար է էլեկտրամատակարարման համակարգի էլեկտրաէներգիայի ծախսերի տնտեսմանը միտված քայլեր իրականացնել յուրաքանչյուր արդյունաբերական ձեռնարկության նախագծման փուլում:

Հաշվի առնելով, որ դիտարկվող ատենախոսական աշխատանքը նպատակաուղղված է մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանն՝ էլեկտրամատակարարման համակարգի հետազոտման վերաբերյալ աշխատությունները չեն կարող կիրառվել առաջադրված խնդրի լուծման համար:

2. էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառման հնարավորությունները բազմազան են՝ սկսած տարատեսակ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կառավարման համակարգերի բարելավումից, տեխնոլոգիական և էներգետիկ ցուցանիշների հաշվառումով էլեկտրասպառման լավարկման խնդրի լուծումից, նոր էներգախնայող սպառիչների ներմուծումից, մինչև նոր կատարելագործված կառուցվածքով մեխանիզմների կիրառումը:

էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառմանը վերաբերող հայտնի աշխատություններում ստացված առանձին արդյունքներ կարող են կիրառվել

պատահական բնույթ ունեցող տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման նոր լուծումների առաջադրման համար:

3. Հանքահարստացման ձեռնարկություններում սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործմանը վերաբերող հայտնի աշխատություններն ընդհանրական բնույթ են կրում և դրանք առավելապես կիրառելի են էլեկտրամատակարարման համակարգի էլեկտրասպառիչների կամ կանխատեսվող բեռով աշխատող տեխնոլոգիական գործընթացների համար, ինչը հատուկ չէ հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացին:

Հաշվի առնելով վերլուծության արդյունքում արված եզրակացությունները՝ հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանն ուղղված խնդիրների առաջադրման և հետագա լուծման համար առանձնակի հետաքրքրություն է ներկայացնում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման կիրառման հնարավորությունները, տվյալ գործընթացի տեխնոլոգիական առանձնահատկություններից ելնելով:

1.3. Ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների կիրառումը հանքաքարի մանրացման գործընթացում

Կոմպենսացնող կոնդենսատորների օգտագործումը ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման համար, ոչ միշտ է նպատակահարմար:

Կոնդենսատորները բնութագրվում են ակտիվ հզորության կորուստներով, որոնք բերում են դրանց տաքացմանը: Այդ կորուստները կախված են կիրառված լարման, հաճախության և ունակության մեծություններից: Կոնդենսատորում կորուստները կախված են նաև դիէլեկտրիկի հատկություններից, որոնք որոշվում են դիէլեկտրիկական կորուստների անկյան տանգենսով: Կոնդենսատորի տեսակից և կիրառման բնագավառից կախված կորուստները կարող են կազմել 0,5-ից մինչև 4 Վտ/կՎար [37]:

Կոնդենսատորները շատ զգայուն են լարման կորի սինուսոիդալ տեսքի աղավաղման նկատմամբ, այսինքն հոսանքի բարձր հարմոնիկների նկատմամբ:

Արդյունքում կոնդենսատոր թափանցող բարձր հարմոնիկների պատճառով կտրուկ մեծանում է ակտիվ հզորության կորուստները կոնդենսատորում, ինչը բերում է դրանց լրացուցիչ տաքացմանը [37-39]:

Իրականում հանքաքարի մանրացման գործընթացում կոմպենսացնող կոնդենսատորների կիրառման նկատմամբ ոչ նպատակահարմարությունը պայմանավորված է ոչ միայն վերը թվարկված թերություններով, այլ այդ գործընթացում օգտագործվող էլեկտրասպառիչներով:

Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի իրականացման համար օգտագործվում են ինչպես հզոր սինխրոն, այնպես էլ ասինխրոն էլեկտրաբանեցումներով էլեկտրամեխանիկական համակարգեր: Էլեկտրաէներգիայի կորուստները զգալիորեն պայմանավորված են առաջացող էներգետիկ հզորությունների սպառման արդյունավետությամբ, ինչը կարող է նպաստել էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը:

Մանրացման փակ ցիկլով գործընթացում օգտագործվող հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման համար օգտագործվող հզոր սինխրոն շարժիչները կարող են հանդիսանալ ռեակտիվ հզորության աղբյուր ռեակտիվ հզորության սպառիչներ հանդիսացող հանքաքարի ջարդիչների, դասակարգիչների, խյուսամոլիչ պոմպերի էլեկտրաբանեցման ասինխրոն շարժիչների համար:

Հանքաքարի մանրացման գործընթացն իրականացնող էլեկտրասարքավորումների աշխատանքային ռեժիմները պայմանավորված են օգտագործվող տեխնոլոգիական սխեմայի տոպոլոգիայով, սխեմայում օգտագործվող սարքերի տիպով, քանակով, գործընթացի իրականացման անկայուն բնույթով և մշակվող խտանյութին ներկայացվող որակական պահանջներով, հետևաբար դիտարկվող արտադրական գործընթացում օգտագործվող սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունների անհարկի արտահոսքի կանխումը և գեներացման արդյունքում առաջացող ակտիվ հզորության կորուստների նվազեցումն ավանդական ճանապարհով հնարավոր չէ իրականացնել: Պարզ է, որ մանրացման գործընթացում օգտագործվող էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչների կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության և ասինխրոն էլեկտրաշարժիչի սպառման համար

պահանջվող ռեակտիվ հզորության արժեքները անհրաժեշտ է դիտարկել տեխնոլոգիական գործընթացի առանձնահատկությունները հաշվի առնելով [40]:

Կատարված վերլուծությունը հաստատում է հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման անհրաժեշտությունը և դրա իրականացման հնարավորությունները: Միաժամանակ պայմանավորված հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվող բազմատեսակ ու բազմափուլ տեխնոլոգիական սխեմաներով և ստեղծվող տեխնոլոգիական իրավիճակների բազմազանությամբ, գործընթացում օգտագործվող էլեկտրական բեռի փոփոխման դինամիկությամբ, անհրաժեշտություն է առաջացել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը դիտարկել նորովի մոտեցմամբ:

Առաջարկվում է մշակել հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման այնպիսի մեթոդ, որը հաշվի առնելով տեխնոլոգիական գործընթացներում օգտագործվող սպառիչների աշխատանքային ռեժիմները, դրանց ազդեցությունները միմիանց վրա, ինչպես նաև ստեղծված տեխնոլոգիական վիճակը կապահովի էլեկտրաէներգիայի զգալի տնտեսում ի հաշիվ ռեակտիվ հզորության արդյունավետ սպառման [40]:

Ռեակտիվ հզորության սպառման արդյունավետության բարձրացման ճանապարհով հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար նախատեսվում են լուծել հետևյալ խնդիրները.

- հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված կորուստների գնահատման մաթեմատիկական մոդելի մշակում,
- Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի վերլուծություն՝ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման տեսանկյունից,
- Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչներ ընդգրկող արտադրական գործընթացներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացում ապահովող հաշվարկի

մեթոդիկայի մշակում, կիրառություն ստացած տոպոլոգիական սխեմաների համար էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունների գնահատում,

- ռեակտիվ հզորություն գեներացնող սինխրոն շարժիչների միջև ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդրի ձևավորում ու լուծում,
- սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման համար անհրաժեշտ տեղեկատվության ապահովման ալգորիթմի մշակում,
- գեներացվող ռեակտիվ հզորության կարգավորիչի մշակում:

1.4. Եզրակացություններ

1. Հանքաքարի ջարդման, մանրացման գործողությունների ընթացքում էլեկտրաէներգիայի արտադրական և ոչ արտադրական ծախսերի վերլուծման արդյունքում հիմնավորվել է հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման առաջնահերթությունները:

2. Հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման նոր հնարավորությունների բացահայտման համար վերլուծվել են արտադրական ձեռնարկություններում և հանքահարստացման ֆաբրիկաներում էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը վերաբերող հայտնի աշխատությունները:

3. Արվել են եզրակացություններ էլեկտրամատակարարման համակարգի, էներգախնայող տեխնոլոգիաների և սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունների ուղղությամբ ստացված գիտատեխնիկական արդյունքների կիրառման վերաբերյալ՝ հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի ծախսերի տնտեսման հիմնախնդիրների լուծման համար:

4. Մանրացման գործընթացի և դրա իրականացման տոպոլոգիական սխեմաների առանձնահատկություններից ելնելով առաջարկվել է տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը դիտարկել ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների կիրառման տեսանկյունից՝

գործընթացներում սպառվող էլեկտրաէներգիայի մասին օբյեկտիվ և համակողմանի տեղեկատվության ստացման ապահովմամբ:

2. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍԻՆԽՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՑՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

2.1. Հանքաքարի աղացի բանեցման էլեկտրաշարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված կորուստների գնահատումը

Հզոր արդյունաբերական ձեռնարկությունների ռեակտիվ հզորության կոմպենսացումը բերում է սնող ցանցի բեռնաթափմանը ռեակտիվ հզորության ներհոսքից, ինչը էապես նվազեցնում է լարման կորուստները և բարելավում է էլեկտրաէներգիայի որակը բաշխիչ ցանցում [41]: Միաժամանակ հայտնի է, որ սինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների գեներացման ժամանակ առաջանում են ակտիվ հզորության կորուստներ [42]:

Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի ապահովման համար օգտագործվում են սինխրոն շարժիչներ, որոնց կոմպենսացման հնարավորությունների բացահայտման համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել սինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների գեներացման ժամանակ առաջացող ակտիվ հզորության կորուստները և դրանց փոփոխման դինամիկան: Չնայած այն հանգամանքին, որ սինխրոն շարժիչի կողմից ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության կորուստները դիտարկվել, հաշվարկվել, իսկ առանձին շարժիչների համար տրվել են նաև դրանց առանձին բաղադրիչների հաշվարկային արժեքների մեծությունները [32, 42, 43], այնուամենայնիվ հանքաքարի աղացի էլեկտրաբանեցման շարժիչի համար դրա ուսումնասիրությունը գիտատեխնիկական հետաքրքրություն է ներկայացնում, որը պայմանավորված է հետևյալով.

- հայտնի հետազոտությունները կատարվել են այն նկատառումով, որ սինխրոն շարժիչի կոմպենսացման հնարավորությունը պետք է օգտագործվի էլեկտրամատակարարման համակարգում,

- հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվում են տարբեր հզորությամբ սինխրոն և ասինխրոն շարժիչներ, որոնց աշխատանքային ռեժիմները

պայամանվորված են բազմատեսակ պատահական բնույթ ունեցող տեխնոլոգիական գործոններով,

- հանքաքարի մանրացման գործընթացում կոմպենսացման նպատակով օգտագործվող ռեակտիվ հզորությունը տեխնոլոգիական գործոններով պայմանավորված կարող է փոփոխվել, ինչի արդյունքում կփոխվի նաև ակտիվ հզորության կորուստները:

Կատարված մեկնաբանությունները հաստատում են, որ հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվող աղացի բանեցման շարժիչների կողմից ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության կորուստների ուսումնասիրությունն անհրաժեշտ է իրականացնել ակտիվ հզորության կորուստների որոշման հայտնի առնչությունների կիրառմամբ և դրանցում տեխնոլոգիական գործոնների հաշվառման առնչությունների ինտեգրմամբ:

Սինխրոն շարժիչի կողմից ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության կորուստները որոշվում են [40].

$$\Delta P_C = A_1 \frac{Q_C}{Q_{CN}} + A_2 \left(\frac{Q_C}{Q_{CN}} \right)^2, \quad (2.1)$$

Հաշվի առնելով (2.1)-ը՝ սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության դեպքում տեսակարար կորուստները կլինեն.

$$\Delta = \frac{\Delta P_C}{Q_C} = A_1 \frac{1}{Q_{CN}} + A_2 \frac{Q_C}{(Q_{CN})^2}, \quad (2.2)$$

որտեղ Q_C - ն, Q_{CN} - ը համապատասխանաբար սինխրոն շարժիչի արտադրած և անվանական ռեակտիվ հզորություններն են; P_{CN} - ը, P_C - ն համապատասխանաբար սինխրոն շարժիչի անվանական և փաստացի ակտիվ հզորություններն են,

A_1 - ը և A_2 - ը հաշվարկային մեծություններ են, որոնց որոշման համար օգտագործվել են սինխրոն շարժիչում գումարային կորուստների որոշման բանաձևը՝ երբ շարժիչը աշխատում է անվանականից տարբեր ռեժիմում [32].

$$\begin{aligned}\Delta P_C &= P_M + P_{\mathcal{O}} + P_f = P_M + P_{\mathcal{O}N} \left(\frac{I_1}{I_{1N}} \right)^2 + P_{fN} k_f^2 = \\ &= P_M + P_{\mathcal{O}N} \left(\left(\frac{P_C}{P_{CN}} \right)^2 \cos^2 \varphi_N + \left(\frac{Q_C}{Q_{CN}} \right)^2 \sin^2 \varphi_N \right) + P_{fN} k_f^2,\end{aligned}\quad (2.3)$$

որտեղ P_M - ը շարժիչի մեխանիկական կորուստն է ($P_M = 0,02 P_{CN}$) [36], $P_{\mathcal{O}N}$ - ն կորուստներն են ստատորի փաթույթում հոսանքի անվանական արժեքի դեպքում, P_{fN} - ը գրգռիչի անվանական հզորությունն է, I_1 - ը և I_{1N} - ը՝ համապատասխանաբար ստատորի անվանական և փաստացի հոսանքները, k_f - ը՝ գործակից, որը որոշվում է հետևյալ կերպ [32].

$$k_f^2 = \left(\frac{I_f}{I_{fN}} \right)^2 = k_{f1}^2 + 2k_{f1}(1 - k_{f1}) \frac{Q_C}{Q_{CN} \alpha'} + (1 - k_{f1})^2 \frac{Q_C^2}{(Q_{CN} \alpha')^2}, \quad (2.4)$$

I_f - ը, I_{fN} - ը համապատասխանաբար գրգռման հոսանքի անվանական և ընթացիկ արժեքներն են, α' - ը հաշվարկային մեծություն է, որը որոշվում է համաձայն [32]-ի՝

$$\alpha' = \frac{\sqrt{1 + 2x_d \sin \varphi_{CN} + x_d^2 \left(1 - \frac{(P_C \cos \varphi_{CN})^2}{P_{CN}^2} \right)} - 1}{x_d \sin \varphi_{CN}}:$$

(2.4)-ը տեղադրելով (2.3)-ի մեջ առանձնացնելով հզորության ակտիվ և ռեակտիվ բաղադրիչները և ռեակտիվ բաղադրիչների համար կատարելով համապատասխան նշանակումները ստացվել են A_1 և A_2 մեծությունների հաշվարկային բանաձևերը:

Չնայած այն հանգամանքի, որ որոշ շարժիչների համար առանձին տեղեկագրերում բերված են A_1 -ի և A_2 -ի հաշվարկային արժեքները, սակայն դրանք կիրառելի չեն հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող շարժիչների ռեակտիվ հզորության գեներացման ժամանակ ակտիվ հզորության կորուստների հաշվարկման համար՝ պայմանավորված բեռի փոփոխման պատահական բնույթով՝ ինչը բերում է P_C/P_{CN} հարաբերության փոփոխությանը:

Հանքաքարի աղացի բանեցման սինխրոն շարժիչի ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների փաստացի արժեքներն որոշվում են հետևյալ առնչություններով.

$$P_C = \frac{P_0 + P_x + P_{dop}}{\eta}, \quad (2.5)$$

$$Q_C = \frac{P_C \sin \varphi_{cN}}{\cos \varphi_{cN}}, \quad (2.6)$$

որտեղ P_x - ը պարապ ընթացքի հզորությունն է, որը ծախսվում է առանց ներաղացային բեռի թմբուկի պտտման համար, P_{dop} - ը հզորության լրացուցիչ կորուստներն են պայմանավորված առանցքակալների շփումով ներաղացային բեռի առկայության դեպքում, P_0 - ն օգտակար հզորությունն է, որը ծախսվում է ներաղացային բեռը շարժման մեջ դնելու համար, η - ն՝ ՕԳԳ - ն, $\cos \varphi_{cN}$ - ը՝ սինխրոն շարժիչի հզորության գործակցի անվանական մեծությունը:

P_0 , P_x և P_{dop} հզորությունները համապատասխանաբար որոշվում են հետևյալ կերպ [43]՝

$$P_0 = \frac{\sqrt{2gV\gamma g\sqrt{2R}}}{6\pi} S_o, \quad P_x = 6\sqrt{RL}\psi, \quad P_{dop} = C_M P_x,$$

որտեղ γ - ն մանրացվող նյութի ծավալային խտությունն է (տ/մ³), L - ը աղացի թմբուկի երկարությունն է (մ), R - ը աղացի թմբուկի շառավիղն է (մ), V - ն աղացի թմբուկի աշխատանքային ծավալն է (մ³), ψ - ն թմբուկի պտտման հարաբերական արագությունն է, C_M - ը գործակից է, որը կախված է աղացի չափերով և նրա լցման աստիճանով և որոշվում է ըստ գրականությունում բերված մեկնաբանության [44], S_o - ն՝ սպառող հզորության չափողականություն չունեցող գործակից:

S_o -ի մեծությունը կախված է աղացի լցման աստիճանից, թմբուկի պտտման արագությունից և մանրացվող զանգվածի և թմբուկի պատերը պաշտպանող մետաղական ֆուտերվածքի հետ ունեցած շփման գործակցից [44]:

S_0 հզորության գործակցի արժեքները ստացվել են լցման աստիճանի տարբեր արժեքների համար փորձնական կորերի (նկ. 2.1) մոտարկման արդյունքում: Ստորև բերված են տարբեր լցման աստիճանների համար ստացված բազմանդամները [45]:

երբ $K = 0,5$

$$S_0 = 28,812920 - 2,168077\psi + 0,065249\psi^2 - 0,000967\psi^3 + 7,107313 \cdot 10^{-6}\psi^4 - 2,073603 \cdot 10^{-8}\psi^5,$$

երբ $K = 0,45$

$$S_0 = 26,618135 - 1,964739\psi + 0,057887\psi^2 - 0,000837\psi^3 + 5,985340 \cdot 10^{-6}\psi^4 - 1,694106 \cdot 10^{-8}\psi^5,$$

երբ $K = 0,4$

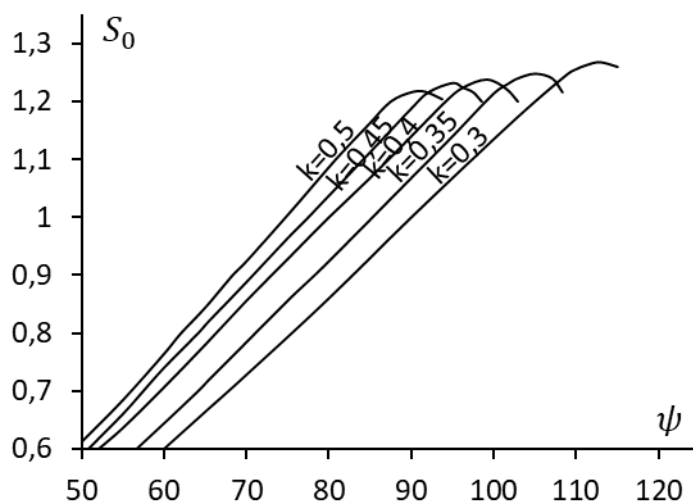
$$S_0 = 31,757849 - 2,255118\psi + 0,062162\psi^2 - 0,000853\psi^3 + 5,796219 \cdot 10^{-6}\psi^4 - 1,558991 \cdot 10^{-8}\psi^5,$$

երբ $K = 0,35$

$$S_0 = 35,610955 - 2,359808\psi + 0,062298\psi^2 - 0,000809\psi^3 + 5,198920 \cdot 10^{-6}\psi^4 - 1,322706 \cdot 10^{-8}\psi^5,$$

երբ $K = 0,3$

$$S_0 = 19,600904 - 1,226523\psi + 0,030767\psi^2 - 0,000378\psi^3 + 2,303077 \cdot 10^{-6}\psi^4 - 5,556115 \cdot 10^{-9}\psi^5 :$$



Նկ. 2.1. Հզորության գործակցի կախվածությունը թմբուկի պտտման հարաբերական արագությունից տարբեր լցման արժեքի դեպքում

Ստացված բազմանդամները թույլ են տալիս ստանալ սպառող հզորության գործակցի արժեքը աղացի լցման աստիճանի և պտտման հարաբերական արագության տարբեր արժեքների համար:

Հետազոտությունները կատարվել են հանքաքարի աղացի բանեցման համակարգերում լայն կիրառություն ստացած ДС213/34-32 (380կՎտ, 187պտ/րոպ), ДС213/29-24 (600կՎտ, 250 պտ/րոպ) և ДС213/44-36 (1100 կՎտ, 167 պտ/րոպ) սինխրոն շարժիչների համար: Դիտարկվել են այդ շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների գեներացման ժամանակ առաջացող ակտիվ հզորության կորուստների փոփոխությունները: Որպես տեխնոլոգիական մեխանիզմներ օգտագործվել են 2,7 x 3,6 մ, 3,2 x 3,1 մ և 3,6 x 4,0 մ չափերով հանքաքարի աղացները:

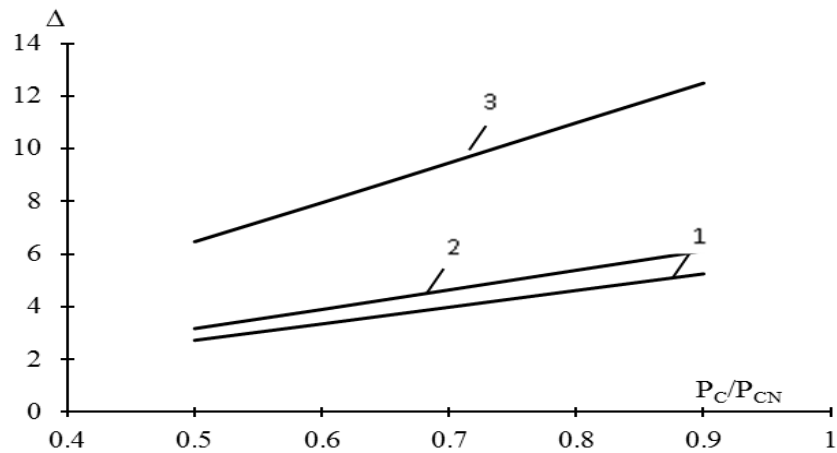
Բերված ալգորիթմի հիման վրա կազմվել է ծրագիր, որի պատկերը ներկայացված է նկ. 2.2-ում:

Շարժիչի մակնիշ	Gamma	k	հար.ար.	V	P _x	P _{dop}	P _o	P _v	P _{cd}	Q _{cd}	Q _{cdn}	alfa	k _{f1}	P _{en}	A ₁	A ₂	delta_P _{cd}	delta
ДС213/34-32	4	0,4	0,65	20,61...	19,89...	11,93...	244,5...	276,3...	345,4...	47,98...	52777...	5,080...	0,507...	0,000...	1967...	187,9...	1,7891988...	0,03728...

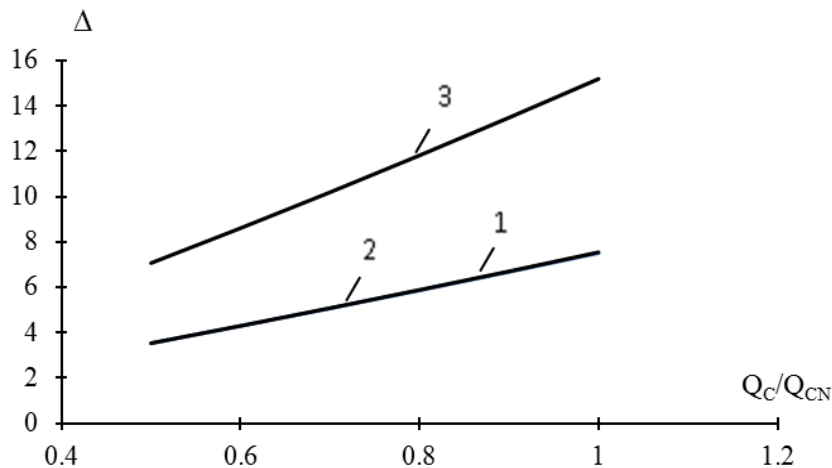
Նկ. 2.2. Տեսակարար հզորության կորուստների հաշվարկային ինտերֆեյսի դիմային պատկեր

Նկ 2.3-ում և 2.4-ում բերված են տարբեր սինխրոն շարժիչների ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների կախվածությունները ստատորի բեռից՝ ըստ ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների [45]:

Նկ. 2.3-ից և 2.4-ից հետևում է, որ բեռի անկմանը զուգընթաց ակտիվ հզորության կորուստները նվազում են: Ինչքան մեծ է շարժիչի հզորությունը, այնքան մեծ են կորուստները և այնքան շեշտակի է բեռի փոփոխությամբ պայմանավորված կորուստների փոփոխությունը:

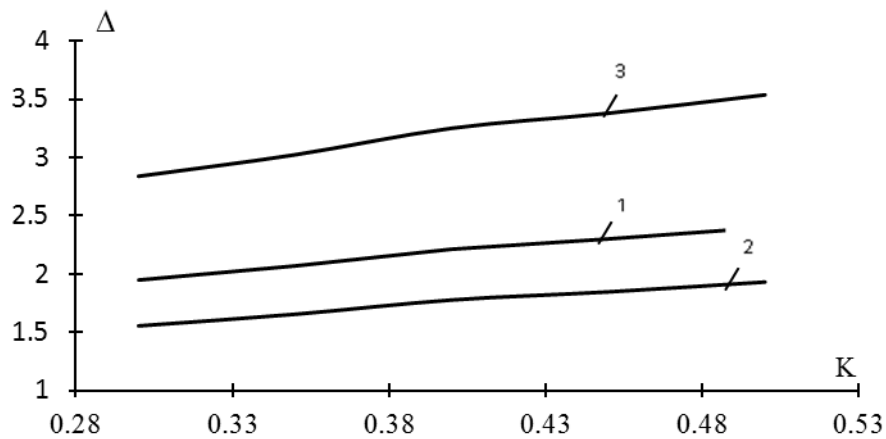


Նկ. 2.3. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների կախվածությունը ստատորի բեռից ըստ ակտիվ հզորության. 1- 1100 կՎտ, 2 - 600 կՎտ, 3 - 380 կՎտ հզորության շարժիչների համար:

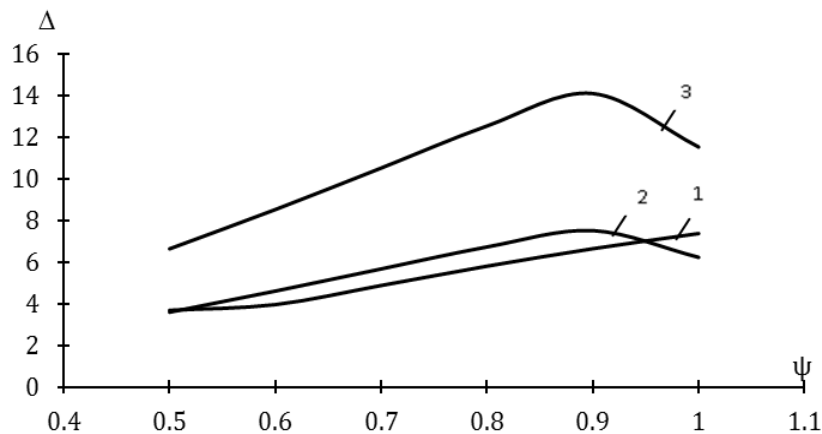


Նկ. 2.4. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների կախվածությունը ստատորի բեռից ըստ ռեակտիվ հզորության. 1- 1100 կՎտ, 2 - 600 կՎտ, 3 - 380 կՎտ հզորության շարժիչների համար:

Աղաց մատակարարվող հանքաքարի կարծրության, խոնավության, ինչպես նաև աղացի թմբուկի պատերը պաշտպանող մետաղական ֆուտերվաձքի մաշմամբ, պայմանավորված կարող են փոփոխման ենթարկվել աղացի լցման աստիճանը և թմբուկի պտտման հարաբերական արագությունը: Այդ պատճառով էլ վերոնշյալ բանեցման շարժիչների համար ուսումնասիրվել են ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների կախվածությունը աղացի լցման աստիճանից և թմբուկի պտտման հարաբերական արագությունից (նկ. 2.5, նկ. 2.6):



Նկ. 2.5. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների կախվածությունը աղացում հանքաքարի լցման աստիճանից. 1- 1100 կՎտ, 2 - 600 կՎտ, 3 - 380 կՎտ հզորության շարժիչների համար



Նկ. 2.6. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացման դեպքում ակտիվ հզորության կորուստների կախվածությունը աղացի պտտման հարաբերական արագությունից. 1- 1100 կՎտ, 2 - 600 կՎտ, 3 - 380 կՎտ հզորության շարժիչների համար:

Նկ. 2.5-ից հետևում է, որ աղացի լցման աստիճանի մեծացումը բերում է ակտիվ հզորության տեսակարար կորուստների մեծացման, որը առավել նկատելի է հզոր բանեցման շարժիչներով համակարգերում:

Աղացի թմբուկի պտտման հարաբերական արագության մեծացումը նախ բերում է կորուստների կտրուկ մեծացմանը մինչև $\psi = 0,9$, իսկ դրանից հետո, նվազում է (նկ. 2.6.):

Նկարագրված ալգորիթմով տարբեր էլեկտրաբանեցման շարժիչների համար հաշվարկվել են ռեակտիվ հզորությունների գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստների չափաբաժինը (ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների փաստացի մեծությունների նկատմամբ):

Աղյուսակ 2.1.

Աղաց - սինխրոն շարժիչ համակարգում ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստների հաշվարկային տվյալներ $\gamma = 2,4$ տ/մ³ դեպքում

$\angle/\angle$	Շարժիչի տեսակը	Շարժիչի հզորությունը, կՎտ	Շարժիչի պտուտաթվերը, պտ/րոպե	Q_c , կՎտ	P_c , կՎտ	Δ , %	ΔP_c , կՎտ
$K = 0,5$ $\psi = 0,9$	ԴС213/34-32	380	187	159,6	329,5	3,16	5,04
	ԴС213/29-24	600	250	175,5	362,4	2,24	3,93
	ԴС213/44-36	1100	167	292,4	603,8	2,45	7,16
$K = 0,5$ $\psi = 0,5$	ԴС213/34-32	380	187	81,5	168,3	2,92	2,38
	ԴС213/29-24	600	250	89,33	184,4	2,07	1,85
	ԴС213/44-36	1100	167	148,54	306,71	2,28	3,39
$K = 0,3$ $\psi = 0,9$	ԴС213/34-32	380	187	134,57	277,85	3,11	4,185
	ԴС213/29-24	600	250	146,87	303,25	2,19	3,22
	ԴС213/44-36	1100	167	243,68	503,14	2,4	5,85
$K = 0,3$ $\psi = 0,5$	ԴС213/34-32	380	187	76,919	158,82	2,91	2,24
	ԴС213/29-24	600	250	84,067	173,6	2,06	1,73
	ԴС213/44-36	1100	167	139,58	288,21	2,27	3,168

Աղյուսակ 2.2.

Աղաց - սինխրոն շարժիչ համակարգում ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստների հաշվարկային տվյալներ $\gamma = 3,6$ տ/մ³ դեպքում

$\angle/\angle$	Շարժիչի տեսակը	Շարժիչի հզորությունը, կՎտ	Շարժիչի պտուտաթվերը, պտ/րոպե	Q_{cd} , կՎտ	P_{cd} , կՎտ	Δ , %	Δ, P_c , կՎտ
$K = 0,5$ $\psi = 0,9$	ԴС213/34-32	380	187	228,42	471,63	3,12	7,13
	ԴС213/29-24	600	250	254,34	525,14	2,34	5,95
	ԴС213/44-36	1100	167	426,64	880,91	2,58	11,0
$K = 0,5$ $\psi = 0,5$	ԴС213/34-32	380	187	116,2	239,92	3,05	3,54
	ԴС213/29-24	600	250	129,04	266,44	2,15	2,77
	ԴС213/44-36	1100	167	216,15	446,31	2,37	5,12
$K = 0,3$ $\psi = 0,9$	ԴС213/34-32	380	187	190,91	394,19	3,18	6,07
	ԴС213/29-24	600	250	211,39	436,47	2,3	4,86
	ԴС213/44-36	1100	167	353,52	729,94	2,52	8,9
$K = 0,3$ $\psi = 0,5$	ԴС213/34-32	380	187	109,3	225,68	3,03	3,31
	ԴС213/29-24	600	250	121,15	250,14	2,14	2,59
	ԴС213/44-36	1100	167	202,71	418,55	2,35	4,76

Աղյուսակ 2.1-ում և 2.2-ում ներկայացված հաշվարկային արժեքները և կատարված վերլուծությունը փաստում է շարժիչի հզորության աճին զուգահեռ կորուստների փոփոխությունը պայմանավորված են շարժիչի պտտման արագությունից, օգտագործվող աղացի չափերից, լցման աստիճանից և նյութի ծավալային խտությունից:

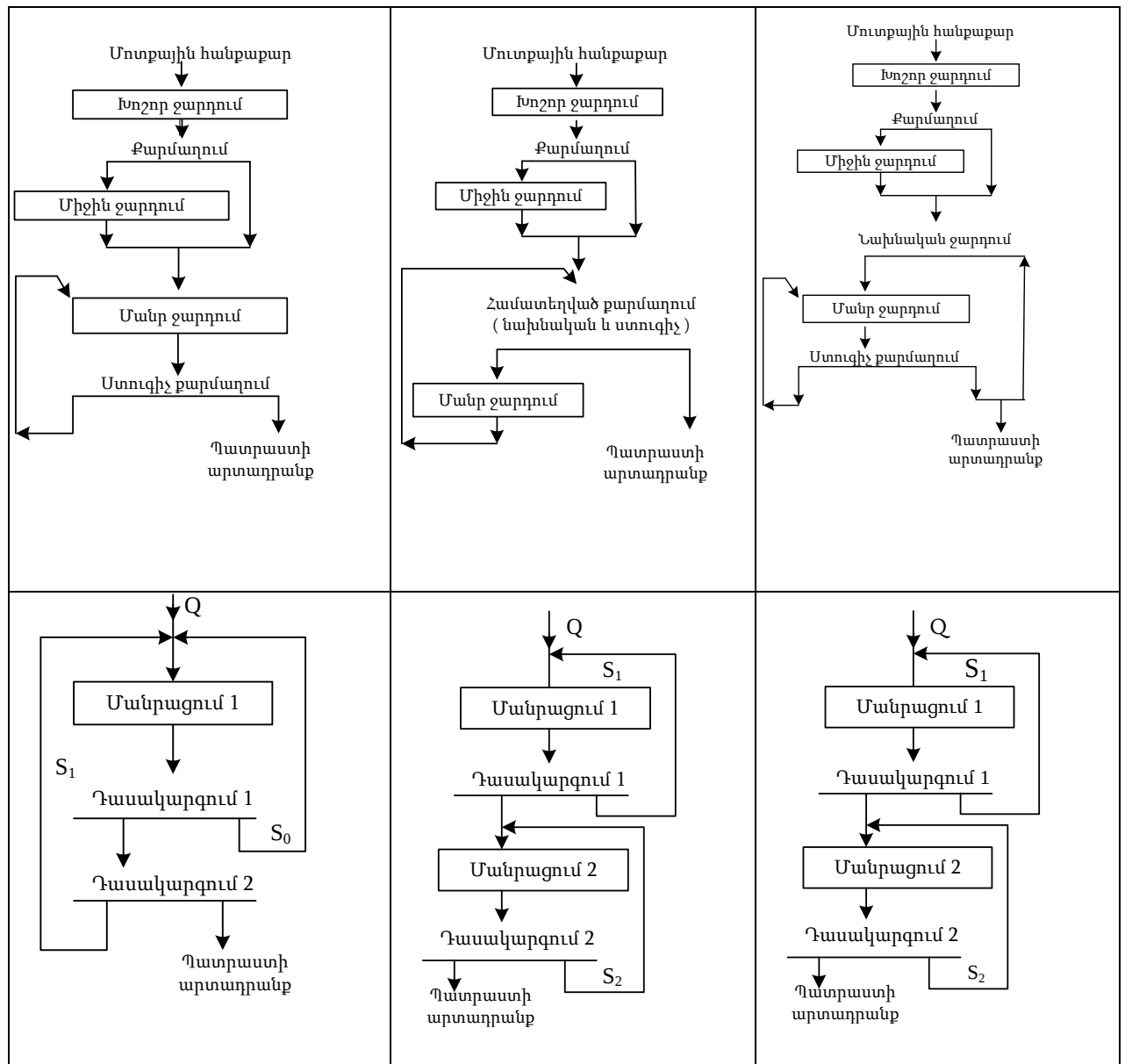
Ներկայացված մոդելը հնարավորություն է տալիս գնահատել տեխնոլոգիական գործընթացներում օգտագործվող տարբեր հզորության սինխրոն շարժիչների համար ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացած ակտիվ հզորության կորուստները և դրանց նվազագույն սահմանային արժեքները գործընթացի աշխատանքային ռեժիմների հաշվառումով: Ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել ոչ միայն հետազոտական նպատակներով, այլ նաև գործընթացի արատորոշման և կառավարման համակարգի մշակման համար:

2.2. Հանքաքարի մանրացման գործընթացներում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի վերլուծությունը ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման տեսանկյունից

Էներգաձախս տեխնոլոգիական գործընթացի պատշաճ կազմակերպումը պահանջում է դրա էներգետիկ հնարավորությունների արդյունավետ օգտագործում [46-48]: Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացների աշխատանքն ապահովելու համար օգտագործվում են տարատեսակ սինխրոն և ասինխրոն էլեկտրաբանեցումներով էլեկտրամեխանիկական համակարգեր: Կախված ձեռնարկության կառուցվածքից հանքաքարի ջարդիչները կարող են տեղակայվել ինչպես աղացների հետ նույն այնպես էլ առանձնացված արտադրամասերում: Հարկ է նշել նաև, որ որոշ խտանյութերի արտադրություններում ջարդիչների փոխարեն օգտագործվում են հզոր ինքնամանրիչ աղացներ: Դա բնորոշ է ոսկու խտանյութի, իսկ որոշ դեպքերում նաև պղնձի խտանյութի արտադրությանը: Ասվածից ելնելով մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը լուծելիս ջարդիչները և դրանց էլեկտրաբանեցման շարժիչները կարող են և՛ հաշվառվել և՛ չհաշվառվել: Քանի, որ սույն ատենախոսական աշխատանքում հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը դիտարկվում է համալիր, ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում հետազոտել ինչպես ջարդիչով այնպես էլ առանց ջարդիչի տեխնոլոգիական գործընթացները: Մյուս կողմից, պետք է հաշվի առնել, որ գործնականում ջարդման և մանրացման գործընթացն իրականացվում է բազմատեսակ տոպոլոգիական սխեմաների կիրառմամբ: Ստորև բերված են ամենահաճախ օգտագործվող ջարդման և մանրացման տոպոլոգիական սխեմաները (նկ. 2.7) [49]:

Արտադրական գործընթացում սինխրոն շարժիչի կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման համար անհրաժեշտ է հստակ պատկերացում ունենալ տվյալ գործընթացում համատեղ աշխատող սինխրոն շարժիչների կողմից արտադրվող և ասինխրոն շարժիչների սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորությունների մասին, այդ շարժիչների տարբեր տեխնիկական բնութագրերի

դեպքում: Նկատի ունենալով վերոգրյալը գնահատվել է, հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքն ըստ ռեակտիվ հզորության:



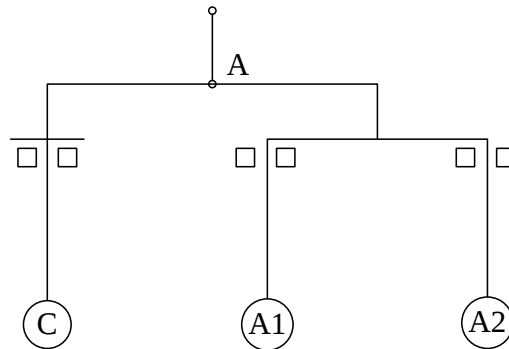
Նկ. 2.7. Ջարդման և մանրացման տոպոլոգիական սխեմաներ

Գնահատումների իրականացման նպատակով դիտարկվել է բարձրավոլտ ենթակայանի մեկ ընդհանուր հաղորդաձողին միացված սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի ընթացքում ռեակտիվ հզորության ծախսը, բաշխվածությունը և հզորության գործակիցը հաղորդաձողի վրա, շարժիչների տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում:

1. Սինխրոն շարժիչների անվանական և ասինխրոն շարժիչների տարբեր գերբեռնվածությունների դեպքում ռեակտիվ հզորության ծախսի և դրա բաշխվածության գնահատում [50]:

Հաշվի առնելով մանրացման գործընթացում գործնական կիրառություն ունեցող տոպոլոգիական սխեմաների բազմազանությունը և այն, որ սույն բաժնում դրված է սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի հետազոտումը և հնարավորությունների բացահայտումը արտադրվող և սպառվող ռեակտիվ հզորությունների տեսանկյունից դիտարկումները կատարվել են մեկ հաղորդաձողից (A կետից) սնվող մեկ սինխրոն և երկու ասինխրոն շարժիչների համար:

Նկ. 2.8-ում ներկայացված է մեկ ընդհանուր հաղորդաձողից սնվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների միացման կառուցվածքային սխեման:



Նկ. 2.8. Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների հաղորդաձողին միացման կառուցվածքային սխեմա

Ստորև ներկայացվում է հետազոտման ալգորիթմը:

Որոշվում են.

- սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորությունը՝

$$Q_{CN} = P_{CN} \operatorname{tg} \varphi_{CN}, \quad (2.7)$$

- ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունները

$$Q_{A1} = P_{A1} \operatorname{tg} \varphi_{AN}, \quad Q_{A2} = P_{A2} \operatorname{tg} \varphi_{AN}, \quad (2.8)$$

որտեղ P_{A1}, P_{A2} - ը ասինխրոն շարժիչների անվանական ակտիվ հզորություններն են,

$$P_{A1} = P_{A1N}, \quad P_{A2} = P_{A2N},$$

իսկ շարժիչի թերբեռնման կամ գերբեռնման դեպքում՝ $P_{A1} = mP_{A1N}$, $P_{A2} = mP_{A2N}$ (m - ը բեռնավորման գործակիցն է):

Շարժիչների համատեղ աշխատանքի ժամանակ գումարային հզորությունները կլինեն.

$$P_{\Sigma} = P_{CN} + P_{A1} + P_{A2}, \quad (2.9)$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{CN} + Q_{A1} + Q_{A2}: \quad (2.10)$$

Հզորության գործակիցը շարժիչների սնման A կետում (նկ. 2.8) կլինի.

$$\cos \varphi_A = \frac{P_{\Sigma}}{Q_{\Sigma}} \sin \varphi_A: \quad (2.11)$$

Տարբեր բեռնվածքների դեպքում ДС 213/24-32 մակնիշի սինխրոն և А02-62-2У3, А02-71-2У3 ասինխրոն շարժիչների համար ստացված հաշվարկային տվյալները ներկայացվել է աղյուսակ 2.3 - ում

Աղյուսակ 2.3

Հաշվարկային տվյալներ

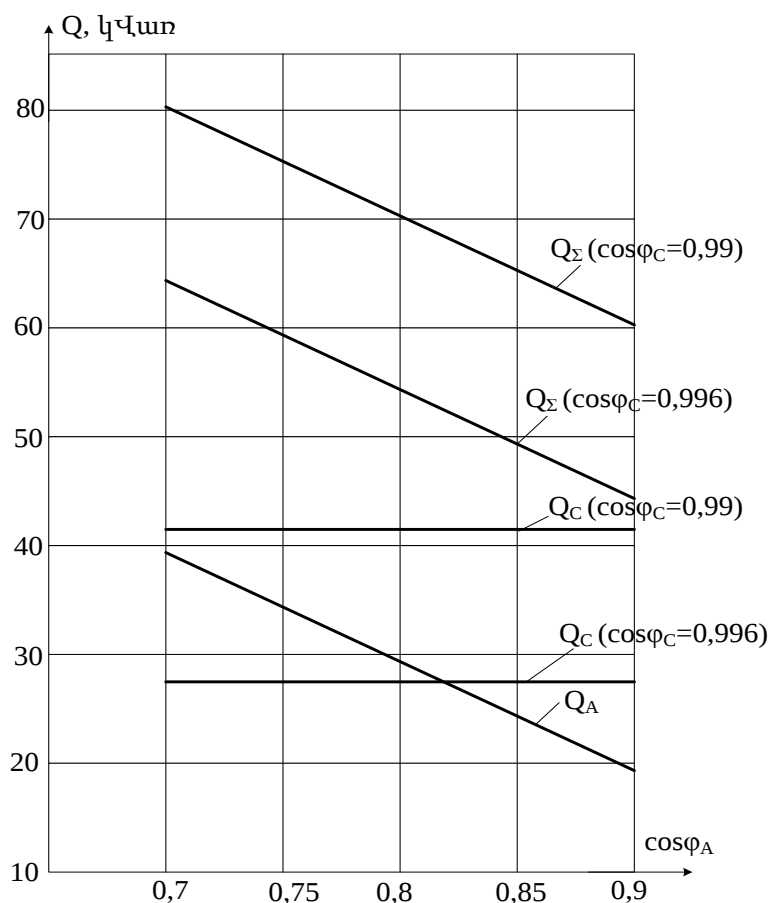
Բեռնվածություն/ Ռեակտիվ հզորություն	m=1	m=1,2	m=0,8
Q_C	140,4	140,4	140,4
Q_{A1}	7,95	9,55	6,36
Q_{A2}	10,3	12,35	8,23
$Q_A = Q_{A1} + Q_{A2}$	18,25	21,9	14,59
$Q_{\Sigma} = Q_C + Q_A$	158,65	162,3	159,0
$\cos \varphi_A$	0,906	0,907	0,905

Ինչպես երևում է բեռնավորման գործակցի մեծացմամբ մեծանում է ռեակտիվ հզորության ծախսը:

Դիտարկվել է տարբեր հզորության գործակիցներով ասինխրոն շարժիչների դեպքում սինխրոն շարժիչի սնման A կետում 0,99 կամ 0,996 հզորության գործակիցների ապահովման հնարավորությունները: Հաշվարկի արդյունքները բերված են աղյուսակ 2.4 –ում:

Հաշվարկային տվյալներ

Ասինխրոն շարժ.-ի հզոր. գործակից	Q_C , կՎառ	Ասինխրոն շարժ.-ի հզոր. գործակից	Q_{A1} , կՎառ	Q_{A2} , կՎառ	$Q_A = Q_{A1} + Q_{A2}$, կՎառ	$Q_\Sigma = Q_C + Q_A$, կՎառ	$\cos \varphi_A$
$\cos \varphi_C$		$\cos \varphi_{A1,2}$					
0,99	42	0,9	7,95	10,3	18,25	60,25	0,984
		0,85	10,54	13,64	24,18	66,18	0,982
		0,8	12,75	16,5	29,25	71,25	0,978
		0,75	14,96	19,36	34,32	76,32	0,975
		0,7	17,0	22,0	39,0	81,0	0,973
0,996	26,31	0,9	7,95	10,3	18,25	44,56	0,991
		0,85	10,54	13,64	24,18	50,49	0,989
		0,8	12,75	16,5	29,25	55,56	0,987
		0,75	14,96	19,36	34,32	60,63	0,985
		0,7	17,0	22,0	39,0	65,31	0,982



Նկ. 2.9. Համակարգի ասինխրոն և ասինխրոն շարժիչների պահանջվող ռեակտիվ հզորությունների կախվածությունը ասինխրոն շարժիչների հզորության գործակիցներից

Նկ. 2.9 -ում բերված է սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների պահանջվող ռեակտիվ հզորությունների կախվածությունները ասինխրոն շարժիչների հզորության գործակիցներից:

Նկ. 2.9 -ից հետևում է, որ ասինխրոն շարժիչի հզորության գործակցի աճին զուգահեռ դրա սպառման համար պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը նվազում է:

2. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության կախվածությունը բեռի θ անկյունից [50, 51]

Սինխրոն շարժիչի էլեկտրամագնիսական հզորությունը կախված սնման լարումից, գրգռման էլ.շու-ից, շարժիչի ստատորի փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրություններից և բեռի θ անկյունից արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով [32].

$$P_{EM} = m \left(\frac{U_C E_f}{x_d} \sin \theta + \frac{U_C^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta \right), \quad (2.12)$$

որտեղ x_d - ն ստատորի ֆազի ինդուկտիվ դիմադրությունն է ըստ երկայնական առանցքի, x_q - ն ստատորի ֆազի ինդուկտիվ դիմադրությունն է ըստ լայնական առանցքի, U_C - ն՝ ստատորի փաթույթին կիրառված ֆազային լարումը, E_f - ը՝ գրգռման էլեկտրաշարժ ուժը, θ - ն՝ հիմնական էլեկտրաշարժ ուժի և ցանցի լարման վեկտորների միջև ֆազային շեղման անկյունը:

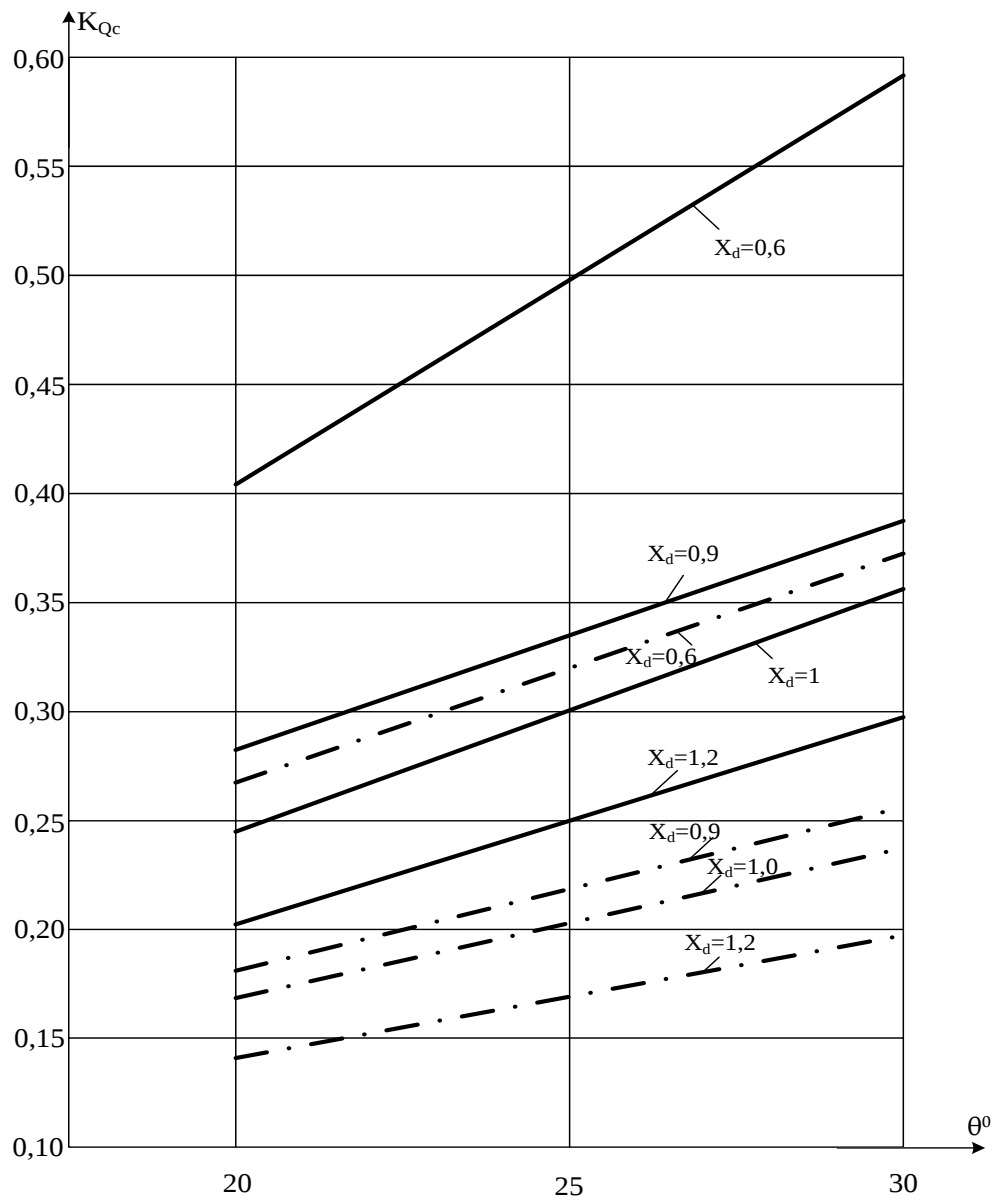
Հաշվի առնելով ռեակտիվ և ակտիվ հզորությունների կապը բնութագրող (2.7) արտահայտությունը ստանում ենք.

$$Q_C = m \left(\frac{U_C E_f}{x_d} \sin \theta + \frac{U_C^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta \right) \operatorname{tg} \varphi_c : \quad (2.13)$$

Շարժիչի ռեակտիվ հզորությունն արտահայտելով հարաբերական մեծություններով (2.13)-ը ստանում է հետևյալ տեսքը.

$$K_{Q_c} = \left(\frac{K_E K_u}{K_d} \sin \theta + \frac{K_u^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta \right) \operatorname{tg} \varphi_c : \quad (2.14)$$

Նկ. 2.10 - ում ներկայացված է սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գործակցի կախվածությունը շարժիչի θ անկյունից սինխրոն շարժիչի հզորության գործակցի տարբեր արժեքների դեպքում:



Նկ. 2.10. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գործակցի կախվածությունը
շարժիչի θ անկյունից (____ $\cos \varphi_c = 0,9$; ---- $\cos \varphi_c = 0,95$)

3. Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի ժամանակ ստեղծվող և սպառվող ռեակտիվ հզորությունների հաշվարկի ալգորիթմը և դրանց բաշխումը համակարգում [50]

Դիտարկվել է շարժիչների և սնող ցանցի պարամետրերի փոփոխման ընթացքում սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների որոշման հնարավորությունները՝ այնպես, որ ասինխրոն շարժիչների կողմից պահանջվող

ռեակտիվ հզորությունները կոմպենսացվեն սինխրոն շարժիչի կողմից՝ ապահովելով սնման A կետում $\cos\varphi = 0,9...0,99$:

Ստորև ներկայացվում է հաշվարկի ալգորիթմը՝

3.1. Մանրացման գործընթացում օգտագործվող սինխրոն շարժիչների տարբեր պարամետրերի համար որոշվում են՝

- ռեակտիվ հզորության հարաբերական արժեքները՝ $K_{Qc1}, K_{Qc2}, ..., K_{Qcn}$,

համաձայն (2.14) բանաձևի

- ռեակտիվ հզորությունների իրական արժեքները՝

$$Q_{C1} = Q_{CN} K_{Q_{C1}}, \quad Q_{C2} = Q_{CN} K_{Q_{C2}}, \quad \dots, \quad Q_{Cn} = Q_{CN} K_{Q_{Cn}}$$

3.2. Մանրացման գործընթացում օգտագործվող ասինխրոն շարժիչների տարբեր պարամետրերի համար որոշվում են՝

- ռեակտիվ հզորությունների հարաբերական արժեքները՝

$$K_{QA1}, K_{QA2}, ..., K_{QAn} :$$

Այդ գործակիցների որոշման մանրամասներին անդրադարձ է կատարվել [52] աշխատությունում: Համաձայն որի

- որոշվում է ասինխրոն շարժիչի ցանցից վերցված լրիվ ռեակտիվ հզորությունը [52].

$$Q_A = 3UI'_{2N} \left(\sqrt{m \frac{V_1}{V_3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2V_2^2 V_3}} + \frac{k_u}{k_f} \left(\operatorname{tg} \varphi_N - \frac{1}{V_1} \right) \sqrt{\frac{b_N k_u^2 + m k_f^2 \sqrt{V_2^2 - 1}}{2b_N k_u^2}} \right), \quad (2.15)$$

որտեղ I'_{2N} - ասինխրոն շարժիչի ռոտորի բերված հոսանքն է անվանական ռեժիմում,

$$k_f = f / f_N, \quad k_u = U / U_N, \quad \frac{P_{C \max}}{P_{CN}} = b_N, \quad V_1 = b_N + \sqrt{b_N^2 - 1}, \quad V_2 = \frac{b_N k_u^2}{m k_f^2},$$

$$V_3 = \left(V_2^2 + \sqrt{V_2^2 - 1} \right):$$

- որոշվում է ասինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության Q_{AN} անվանական արժեքը (2.15) հավասարումներից, երբ $m = k_u = k_f = 1$,

$$Q_{AN} = 3UI'_{2N} \left(\frac{1}{\sqrt{2b_N V_1}} + \left(\operatorname{tg} \varphi_{AN} - \frac{1}{V_1} \right) \sqrt{\frac{V_1}{2b_N}} \right) : \quad (2.16)$$

- որոշվում է ռեակտիվ հզորության հարաբերական արժեքը.

$$K_Q = \frac{Q_A}{Q_{AN}} : \quad (2.17)$$

Բերված արտահայտություններից որոշվում են Q_{A1} -ը, Q_{A2} -ը, $\dots$, Q_{An} -ը:

3.3. Գումարային հզորությունների որոշում

$$Q_{\Sigma 1} = Q_{C1} + Q_{A1}, \quad Q_{\Sigma 2} = Q_{C2} + Q_{A2}, \quad \dots, \quad Q_{\Sigma n} = Q_{Cm} + Q_{An}, \quad (2.18)$$

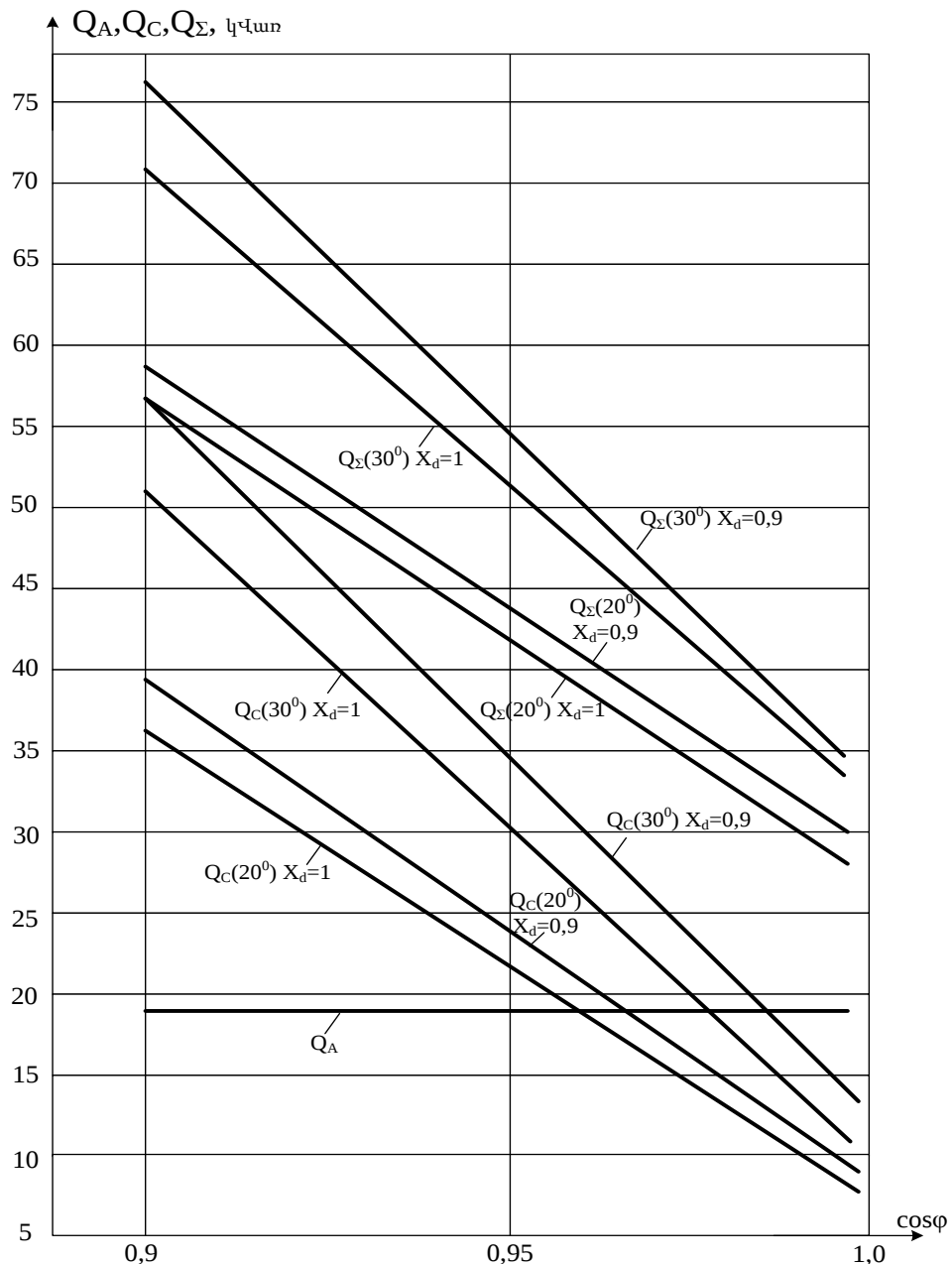
որտեղ՝ $Q_{\Sigma 1}, Q_{\Sigma 2}, \dots, Q_{\Sigma m}$ սինխրոն շարժիչի արտադրած գումարային ռեակտիվ հզորություններն են, $Q_{C1}, Q_{C2}, \dots, Q_{Cm}$ - սինխրոն շարժիչի սեփական աշխատանքի համար պահանջվող ռեակտիվ հզորություններն են, $Q_{A1}, Q_{A2}, \dots, Q_{An}$ - ասինխրոն շարժիչների սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորություններն են:

$Q_{\Sigma 1}, Q_{\Sigma 2}, \dots, Q_{\Sigma m}$ հզորությունների հայտնի արժեքների դեպքում հնարավորություն է ստեղծվում սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքի համապատասխան կարգավորման միջոցով ապահովել ինչպես սինխրոն շարժիչի արդյունավետ աշխատանքը, այնպես էլ կոմպենսացնել ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների պահանջը:

Բերված ալգորիթմի հիման վրա կատարված հաշվարկի արդյունքներով կառուցվել են կախվածություններ (նկ.2.11) որոնք հնարավորություն են տալիս գնահատել համակարգում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների փոփոխությունները դրանց բնութագրական պարամետրերի փոփոխման պայմաններում սնող ցանցում հզորության գործակցի պահանջվող արժեքի պահպանումով:

Կատարված վերլուծությունները թույլ են տալիս գնահատել տեխնոլոգիական գործընթացում միաժամանակ աշխատող ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների արտադրվող և սպառվող ռեակտիվ հզորությունների փոփոխությունը կախված նրանց աշխատանքային ռեժիմներից: Ստացված արդյունքները հաստատում են, որ սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքի կարգավորման միջոցով ասինխրոն շարժիչների պահանջվող ռեակտիվ հզորությունները կարող են կոմպենսացվել սինխրոն շարժիչի

կողմից՝ ապահովելով ենթահամակարգի հաղորդաձողի սնման կետում պահանջվող հզորության գործակցի արժեքը: Արձանագրված հետևության իրագործումը, մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում, ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման տեսանկյունից դիտարկելու համար անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել այնպիսի մոտեցումներ, որոնք հաշվի կառնեն փոփոխվող բեռով աշխատող մեծաթիվ շարժիչների համատեղ աշխատանքը:



Նկ. 2.11. Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորությունների կախվածությունները հաղորդաձողի հզորության գործակցից շարժիչների տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում

2.3. Եզրակացություններ

1. Մշակվել է մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի աշխատանքն ապահովող հանքաքարի աղացի բանեցման էլեկտրաշարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված ակտիվ հզորության կորուստների գնահատման մաթեմատիկական մոդել՝ գործընթացի տեխնոլոգիական ցուցանիշների հաշվառումով:

2. Մշակվել է համակարգչային ծրագիր, որը հնարավորություն է տալիս տարբեր հզորությամբ սինխրոն շարժիչների համար որոշել ակտիվ հզորության, գեներացվող ռեակտիվ հզորության և ակտիվ հզորության կորուստների արժեքները աղաց-շարժիչ էլեկտրամեխանիկական համակարգի տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում: Ստացված արդյունքները կարող են գործնական կիրառություն ունենալ, ինչպես ստացված կորուստների գնահատման, այնպես է գործընթացի կառավարման համակարգի մշակման համար:

3. Հիմնավորվել է հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների ըստ ռեակտիվ հզորության համատեղ աշխատանքի գնահատման անհրաժեշտությունը՝ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործման տեսանկյունից:

4. Հանքաքարի մանրացման գործընթացներում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի գնահատումն իրականացվել է բարձրավոլտ ենթակայանի ընդհանուր հաղորդաձողին միացված մեկ սինխրոն և երկու ասինխրոն շարժիչների համապատասխանաբար գեներացնող և սպառող ռեակտիվ հզորությունների փոփոխությունների դիտարկմամբ դրանց բնութագրական պարամետրերի փոփոխման պայմաններում սնող ցանցում հզորության գործակցի պահանջվող արժեքի պահպանումով:

5. Ստացվել են գրաֆիկական կախվածություններ, որոնք թույլ են տալիս գնահատել ասինխրոն շարժիչների պահանջվող ռեակտիվ հզորությունները, սինխրոն շարժիչի սեփական կարիքների համար անհրաժեշտ և արտադրած գումարային ռեակտիվ հզորություններն կախված հաղորդաձողի հզորության գործակցից շարժիչների տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում:

6. Կատարված վերլուծություններն ու գնահատումները հաստատում են, որ տեխնոլոգիական գործընթացում փոփոխվող աշխատանքային ռեժիմներով միաժամանակ աշխատող ասինխրոն և սինխրոն էլեկտրաբանեցման շարժիչների դեպքում հնարավոր է պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը կոմպենսացնել առանց լրացուցիչ ծախսի և միաժամանակ ապահովել ենթակայանի հաղորդաձողի սնման կետում պահանջվող հզորության գործակիցը:

**3. ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍՊԱՌՎՈՂ
ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՈՒՄՆ ԷԼԵԿՏՐԱԲԱՆԵՑՄԱՆ ՍԻՆԽՐՈՆ
ՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՑՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ**

**3.1. Սինխրոն և ասինխրոն շարժիչներ ընդգրկող արտադրական
գործընթացներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հաշվարկի մեթոդիկա**

Էներգատար արտադրական գործընթացներում էլեկտրական բեռի կառուցվածքը բազմաբնույթ է, որը պայմանավորված է հզոր սինխրոն էլեկտրաբանեցման շարժիչների և ասինխրոն շարժիչներով շարժաբերվող մեխանիզմների կիրառմամբ: Միևնույն տեխնոլոգիական գործընթացում սինխրոն և ասինխրոն էլեկտրաբանեցման համակարգերի համատեղ կիրառումը սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորություններ է ստեղծում ի հաշիվ ռեակտիվ հզորության տեղափոխման համար ծախսվող կորուստների և սինխրոն շարժիչի գրգռման համակարգի լավարկված ավտոմատացված կարգավորման, ինչը թույլ է տալիս ապահովել արտադրամասի էլեկտրական համակարգի առավելագույն հզորության գործակից ($\cos\varphi$) և օգտակար գործողության գործակից ($O\varphi\varphi$) [53, 54]:

Սինխրոն շարժիչներն ունեն երկու հիմնական առավելություն ասինխրոնների նկատմամբ. Կարող են աշխատել $\cos\varphi=1$ ռեժիմում և դրանով իսկ ցանցին տալ ռեակտիվ հզորություն և բացի այդ ապահովել մեծ բեռնավորման կարողություններ, քանի որ մոմենտի մեծությունը լարման մեծությունից կախված է առաջին աստիճանով ($M \propto U$) [55-57]: Նշված առավելությունների շնորհիվ բարձր հզորությամբ շարժիչները մեծ կիրառություն են ստացել միոցային պոմպերի, օդամուղի, հիդրավլիկ պոմպերի, աղացների և այլ էլեկտրաբանեցման համակարգերում: Բարձր հզորության (0.5...2 ՄՎտ) սինխրոն շարժիչները սովորաբար բացահայտ բևեռներով են, բարձրավոլտ են (բարձր 1 կՎ-ից) և դանդաղընթաց են ($p>1$), որոնց շնորհիվ դրանք կիրառվում են բարդ և աշխատատար արտադրական գործընթացներում:

Բարձր հզորության ասինխրոն շարժիչներն ունեն ցածր գին, շահագործման տեսանկյունից պարզ են և հուսալի: Նրանց հիմնական թերություններն են. հզորության

գործակիցը միշտ փոքր է 1-ից ($\cos\varphi < 1$), զարգացնում են մոմենտ, որը ցանցի լարումից կախված է երկրորդ աստիճանով ($M \propto U^2$) [55, 56]: Արտադրական գործընթացներում օգտագործվող էներգահամակարգերը հզոր են և ցանցի լարման փոփոխությունը թույլատրելի սահմանում է, հետևաբար ասինխրոն շարժիչների համար որպես թերություն կարելի է առանձնացնել նրա որպես ռեակտիվ հզորության սպառող հանդիսանալու հանգամանքը:

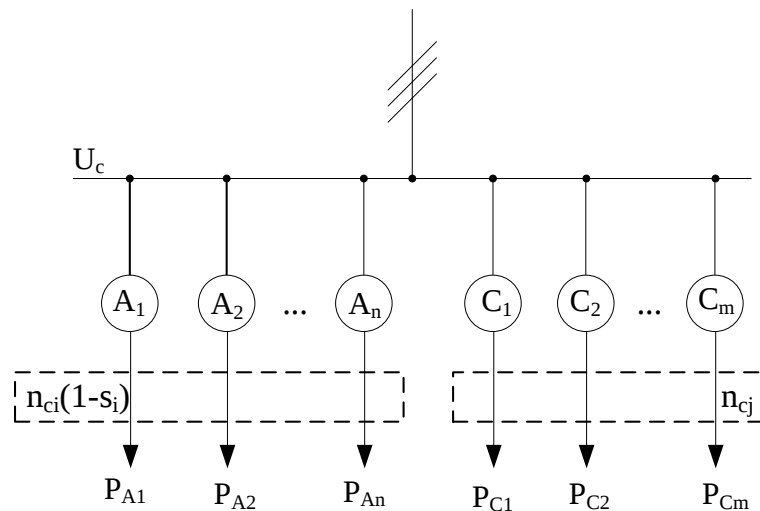
Սույն աշխատության նախորդ բաժիններում կատարված գնահատումները և ուսումնասիրություններն, որոնք վերաբերում են սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորություններին՝ միևնույն արտադրամասում համատեղ շահագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների պարագայում, անհրաժեշտություն են առաջացնում հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման խնդիրը լուծելու համար մշակել ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հաշվարկի մեթոդիկա:

Բեռի փոփոխման արդյունքում կոմպենսացնող սարքավորման միջոցով գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը փոխվում է առաջացնելով սնող ցանցի հզորության գործակցի հանձնարարված մակարդակի փոփոխություն: Հաշվի առնելով, որ հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվում է տարբեր տեսակի սինխրոն և ասինխրոն էլեկտրաբանեցումներով շարժիչներ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացումը $\cos\varphi$ -ի անհրաժեշտ մակարդակի պահպանմամբ միանգամայն իրականացվող խնդիր է: Այդ դեպքում պահանջվող հզորության գործակցի հաստատման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել յուրաքանչյուր շարժիչի աշխատանքային ռեժիմը և միայն դրա արդյունքում ապահովել սինխրոն շարժիչների միջոցով գեներացվող հզորությունների մակարդակները:

Հաշվարկի մեթոդիկան մշակվել է ելնելով մանրացման տեխնոլոգիական սխեմայում առկա $(n+m)$ թվով մեխանիզմների n ասինխրոն և m սինխրոն էլեկտրաբանեցման շարժիչների առկայությունից և բարձրավոլտ ենթակայանի մեկ ընդհանուր հաղորդաձողին դրանց միացման հանգամանքից (նկ. 3.1):

Նկ. 3.1-ում ներկայացված է ցանցի մեկ ընդհանուր հաղորդաձողին տարբեր բեռնավորման աստիճաններով n թվով ասինխրոն և m թվով սինխրոն շարժիչների

միացման պատկերը: Անհրաժեշտ է նշել, որ շարժիչները կարող են ունենալ տարբեր մեծությամբ հզորության գործակիցներ և ՕԳԳ, որոնք կախված են դրանց բեռնավորման աստիճանով և սինխրոն շարժիչների գրգռման հոսանքներով: Նկատի ունենալով ասվածը հաշվարկի մեթոդիկայի հիմքում դրված է սինխրոն շարժիչների այնպիսի աշխատանքային ռեժիմների հաստատման հնարավորությունները, որոնց դեպքում կգեներացվի տեխնոլոգիական գործընթացն ապահովող ասինխրոն շարժիչների սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորությունը՝ անկախ գործընթացում առկա շարժիչների բեռնավորվածությունից [58]:



Նկ. 3.1. m սինխրոն և n ասինխրոն շարժիչների ցանցի ընդհանուր հաղորդաձողին միացման սխեմա

3.1.1. n թվով ասինխրոն շարժիչների սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության որոշում

n թվով ասինխրոն շարժիչների սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության՝ $\sum_{i=1}^m Q_{Ai}$ որոշման համար անհրաժեշտ է գտնել յուրաքանչյուր i -րդ շարժիչի ՕԳԳ-ն՝ (η_{Ai}) և հզորության գործակիցը՝ $(\cos \varphi_{Ai})$ կախված տվյալ շարժիչի լիսեռի ելքում ասինխրոն շարժիչի P_{Ai} հզորությունից:

i -րդ ասինխրոն շարժիչի սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորությունը որոշվում է հետևյալ կերպ [55].

$$Q_{Ai} = m_1 U_c I_{Ai} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{Ai}} ,$$

որտեղ m_1 - ը ֆազերի թիվն է, U_c - ն սնման լարումն է, I_{Ai} i -րդ ասինխրոն շարժիչի ստատորի հոսանքն է, $\cos \varphi_{Ai}$ - ն՝ i -րդ ասինխրոն շարժիչի հզորության գործակիցն, որը որոշվում է հետևյալ կերպ.

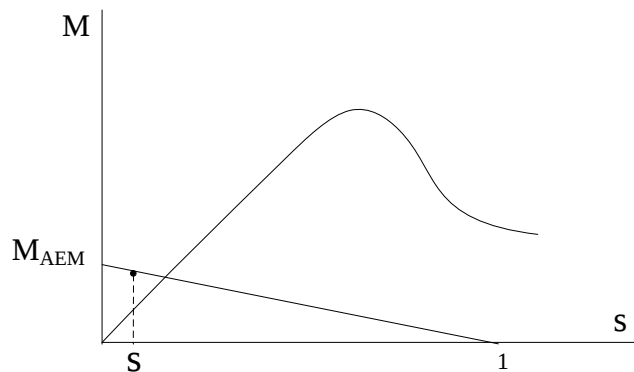
$$\cos \varphi_{Ai} = \frac{P_{Aoi}}{m_1 U_c I_{Ai}} :$$

i -րդ ասինխրոն շարժիչի օգգ-ն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$\eta_{Ai} = \frac{P_{Ai}}{P_{Aoi}} = \frac{P_{Ai}}{P_{Ai} + P_{ACi} + P_{AE1i} + P_{AE2i} + P_{Amexi} + P_{Adopi}} ,$$

որտեղ P_{Aoi} - ն i -րդ ասինխրոն շարժիչի սեղմակների վրա հզորությունն է, P_{Ai} - ն է i -րդ ասինխրոն շարժիչի օգտակար հզորությունն է լիսեռի վրա, P_{ACi} - ն մագնիսական կորուստն է i -րդ շարժիչի ստատորի պողպատում, P_{AE1i} , P_{AE2i} - ն կորուստներն են, համապատասխանաբար i -րդ շարժիչի ստատորի և ռոտորի փաթույթներում, P_{Amexi} - ն՝ i -րդ ասինխրոն շարժիչի մեխանիկական կորուստը, P_{Adopi} - ն՝ i -րդ ասինխրոն շարժիչի լրացուցիչ կորուստները: .

P_{ACi} , P_{Amexi} , P_{Adopi} հզորությունների արժեքները որոշվում են համաձայն [59] աշխատությունում ներկայացված առաջարկությունների:



Նկ. 3.2. Ասինխրոն շարժիչի էլեկտրամագնիսական մոմենտը և համապատասխան սահքը տրված բեռնվածքի դեպքում

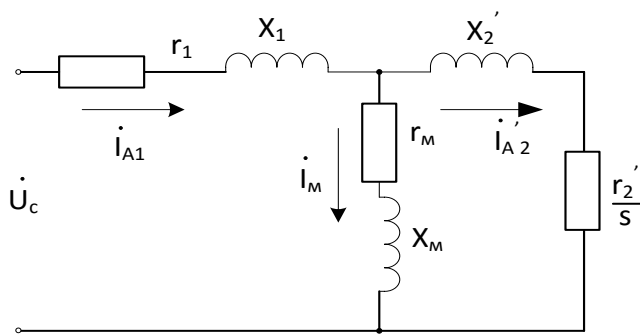
Համաձայն ասինխրոն շարժիչի էներգետիկական դիագրամի (նկ. 3.2) և փոխարինման T-աձև սխեմայի (նկ. 3.3) կազմվել է շարժիչի M_{AEMi} էլեկտրամագնիսական մոմենտի հավասարումների համակարգը [58, 60]՝

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{AEMi} = \frac{pm_1 U_c^2 \frac{r'_{2i}}{s_i}}{2\pi f_c \left(r_{1i} + c_{1i} \frac{r'_{2i}}{s_i} \right)^2 + (x_{1i} + c_{1i} x'_{2i})^2}, \\ M_{AEMi} = \frac{P_{AMXi}}{2\pi(1-s_{ci})n_{ci}} \end{array} \right\}, \quad (3.1)$$

որտեղ n_{ci} - i -րդ շարժիչի սինխրոն արագությունն է, r'_{2i} , x'_{2i} - i -րդ ասինխրոն շարժիչի ռոտորի փաթույթի բերված ակտիվ և ռեակտիվ դիմադրությաններն են, $c_{1i} = 1 - \frac{x_{1i}}{x_{mi}}$ - ն՝ i -րդ ասինխրոն շարժիչի T - աձև փոխարինման սխեման Γ - աձև սխեմայի բերման գործակից, p - ն բևեռների թիվն է, s_{ci} - ն i -րդ ասինխրոն շարժիչի սահքն է, P_{AMXi} - i -րդ ասինխրոն շարժիչի լրիվ մեխանիկական հզորությունը, որը որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$P_{AMXi} = P_{Ai} + P_{Amexi} + P_{Adobi}:$$

(3.1) համակարգի լուծումն իրականացվում է իտերացիոն մեթոդով, $(0,05...1,2)s_{Ni}$ միջակայքում:



Նկ. 3.3. Ասինխրոն շարժիչի T-աձև փոխարինման սխեմա

Նկ. 3.3-ում կատարվել են որոշ պարզ նշանակումներ, որոնք ներկայացված են ստորև.

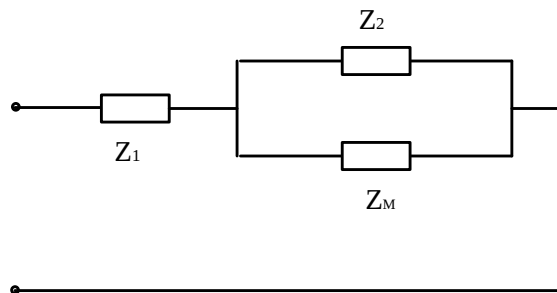
$$Z_1 = r_1 + jx_1, \quad (3.2)$$

$$Z_2 = \frac{r_2'}{s} + jx_2', \quad (3.3)$$

$$Z_M = r_M + jx_M, \quad (3.4)$$

$$Z_\Sigma = Z_1 + \frac{Z_2 + Z_M}{Z_2 Z_M} : \quad (3.5)$$

Բերված նշանակումները հաշվի առնելով նկ. 3.3-ում ներկայացված փոխարինման սխեման ընդունում է հետևյալ տեսքը (տես նկ. 3.4).

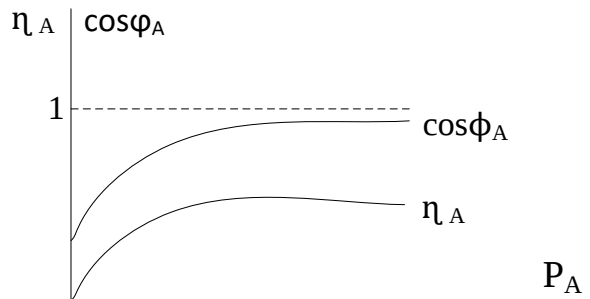


Նկ. 3.4 Ասինխրոն շարժիչի լրիվ դիմադրություններով ներկայացված T-աձև փոխարինման սխեմա

Քանի, որ գործ ունենք ոչ մաքուր ակտիվ բեռի հետ, այսինքն շղթայում բացի ակտիվ դիմադրությունից, ունենք նաև ինդուկտիվ դիմադրություն, այդ իսկ պատճառով այլ կերպ ենք որոշում դիմադրությունները: Մասնավորապես (3.5)-րդ հավասարման մեջ տեղադրելով համապատասխան մեծությունների արժեքները և կատարելով որոշակի մաթեմատիկական գործողություններ ստացվում են ակտիվ և ռեակտիվ դիմադրությունների արժեքները: Որոշվում են համապատասխանաբար հոսանքի ակտիվ և ռեակտիվ բաղադրիչները, դրանից հետո որոշվում է ստատորի հասանքի ակտիվ I_{Aai} , ռեակտիվ I_{Ari} բաղադրիչները և լրիվ հոսանքը I_{Ai} :

(3.1) հավասարումների համակարգի լուծմամբ որոշվում են M_{AEMi} - ն և s_{Ni} - ն, ինչը թույլ է տալիս հաշվել ստատորի և ռոտորի փաթույթներում կորուստները, օգտվելով ասինխրոն շարժիչի փոխարինման սխեմայից:

Բեռի տարբեր արժեքների համար կառուցելով $\cos \varphi_A = f(P_A)$ և $\eta_A = f(P_A)$ բնութագրերը (նկ 3.5), կարելի է յուրաքանչյուր i - րդ ասինխրոն շարժիչի համար ստանալ տվյալ բեռի դեպքում հզորության գործակիցը՝ $\cos \varphi_{Ai}$ և ՕԳԳ-ն՝ η_{Ai} :



Նկ. 3.5. Ասինխրոն շարժիչի հզորության գործակցի և ՕԳԳ-ի որոշման համար օգտագործվող կախվածության տեսքը

Տեխնոլոգիական գործընթացն ապահովող ասինխրոն շարժիչների կողմից սպառվող լրիվ ռեակտիվ հզորությունը, դրանց բեռնավորման աստիճանի հաշվառումով, որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$Q_{A\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_{Ai} : \quad (3.6)$$

3.1.2. m թվով սինխրոն շարժիչների համապատասխան աշխատանքային ռեժիմների ապահովումը պահանջվող ռեակտիվ հզորության որոշում

Պահանջվող գումարային ռեակտիվ հզորությունն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$Q_{c\Sigma} = \sum_{j=1}^m Q_{cj} :$$

Անվանական բեռի դեպքում յուրաքանչյուր j - րդ սինխրոն շարժիչի ստեղծած ռեակտիվ հզորությունն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$Q_{CNj} = m_1 U_{cj} I_{CNj} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{CNj}} :$$

Եթե դիտարկվող գործընթացում առկա են n թվով ասինխրոն և m թվով սինխրոն շարժիչներ, ապա j - րդ սինխրոն շարժիչի կողմից ապահովվող ռեակտիվ հզորությունը կլինի՝

$$Q_{Cj} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{Ai}}{\sum_{j=1}^m Q_{CNj}} Q_{CNj},$$

Յուրաքանչյուր j - թիվ սինխրոն շարժիչից պահանջվող Q_{Cj} ռեակտիվ հզորության ստեղծման համար անհրաժեշտ է որոշել այդ շարժիչի գրգռման հոսանքի համապատասխան մեծությունը, որի դեպքում բացի ռեակտիվ հզորությունից ապահովվում է նաև այդ շարժիչին անհրաժեշտ ակտիվ հզորությունը: Ելնելով ասվածից անհրաժեշտություն է առաջանում յուրաքանչյուր սինխրոն շարժիչի համար որոշել սպառման ակտիվ հզորությունը, ՕԳԳ-ն, հզորության գործակիցը և էներգետիկական դիագրաման:

j - թիվ սինխրոն շարժիչի ՕԳԳ-ն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$\eta_{Cj} = \frac{P_{Cj}}{P_{Coj}} = \frac{P_{CEMj} - P_{Cmexj} - P_{Cdopj} \left(\frac{I_{C1j}}{I_{C1Nj}} \right)^2}{m_1 U_{Cj} I_{C1j} \cos \varphi_{Cj}},$$

որտեղ P_{Coj} - ն j - թիվ սինխրոն շարժիչի ակտիվ հզորությունն է, P_{Cj} - ն j - թիվ սինխրոն շարժիչի օգտակար հզորությունն է լիսեռի վրա, P_{Cmexj} - ն մեխանիկական և օդափոխության կորուստներն են, P_{Cdopj} - ն j - թիվ սինխրոն շարժիչի անվանական բեռի դեպքում լրացուցիչ կորուստն է, I_{C1j}, I_{C1Nj} - ստատորի փաթույթի ընթացիկ և անվանական հոսանքներն են, P_{CEMj} - ն՝ j - թիվ սինխրոն շարժիչի էլեկտրամեխանիկական հզորությունը, $\cos \varphi_{Cj}$ - ն՝ j - թիվ սինխրոն շարժիչի հզորության գործակիցը:

j - թիվ սինխրոն շարժիչի էլեկտրամեխանիկական հզորությունը և հզորության գործակիցը որոշվում են (3.7) հավասարումների համակարգը խտրացիայի մեթոդով $\cos \varphi = 0,78 \dots 0,99$ միջակայքում լուծման արդյունքում [58]:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{CEMj} = Q_{Cj} \frac{\cos \varphi_{Cj}}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{Cj}}} - \frac{(m_1 r_{aj} I_{C1pj})^2}{1 - \cos^2 \varphi_{Cj}} - P_{CCj} \\ P_{CEMj} = P_{Cj} + P_{Cmexj} + \frac{P_{Cdopj} (I_{C1pj})^2}{(1 - \cos^2 \varphi_{Cj}) (I_{C1Nj})^2} \end{array} \right\}, \quad (3.7)$$

որտեղ P_{CCj} - ն մագնիսական կորուստն է j - թի սինխրոն շարժիչի ստատորի պողպատում, որը որոշվում է համաձայն [55] աշխատությունում բերված մեկնաբանության, P_{CENj} - ն՝ անվանական բեռի դեպքում էլեկտրական կորուստը ստատորի փաթույթում, P_{CfNj} -ն՝ անվանական բեռի դեպքում կորուստը գրգռիչի վրա:

j - թի սինխրոն շարժիչի ստատորի I_{C1aj} հոսանքը, նրա I_{C1pj} ռեակտիվ և I_{C1aj} ակտիվ բաղադրիչներն որոշվում են սինխրոն շարժիչի վեկտորական դիագրամից:

j - թի սինխրոն շարժիչի սպառման ակտիվ հզորությունը կլինի.

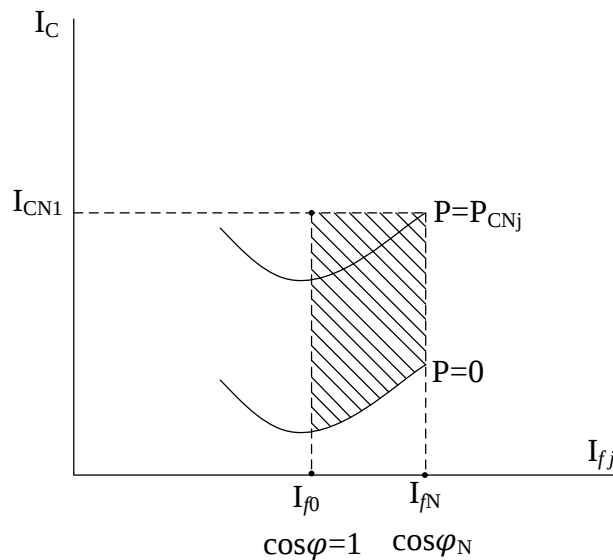
$$P_{Cj} = \frac{Q_{Cj}}{\tan \varphi_{Cj}} :$$

j - թի սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքը որոշվում է հետևյալ կերպ [61].

$$I_{fj} = \sqrt{\frac{1 + \beta_j^2 x_{dsj}^2 \cos^2 \varphi_{Cj} + \gamma_j^2 x_{dsj}^2 \sin^2 \varphi_{Cj} + 2\gamma_j x_{dsj} \sin \varphi_{Cj}}{1 + x_{dsj}^2 + 2x_{dsj} \sin \varphi_{Cj}}},$$

որտեղ $\beta_j = \frac{P_{Cj}}{P_{CNj}}$, $\gamma_j = \frac{Q_{Cj}}{Q_{CNj}}$ - j - թի սինխրոն շարժիչի բեռնավորման գործակիցներն են, x_{dsj} - ն՝ ինդուկցիոն դիմադրության հագեցված արժեքն է d առանցքով և նրա որոշման համար կարելի է օգտվել սինխրոն շարժիչի վեկտորական դիագրամից [59, 61]:

Անհրաժեշտ է նշել, որ ակտիվ և ռեակտիվ հզորությունների փոփոխման միջակայքերը պայմանավորված են շարժիչների անվանական տվյալներով, որոնք պետք է հաշվի առնել կարգավորման ավտոմատացված համակարգի մշակման ժամանակ:



Նկ. 3.6. Սինխրոն շարժիչի աշխատանքային միջակայքը

Նկ. 3.6-ում բերված է սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքի և ստատորի հոսանքի փոփոխման միջակայքերը $I_{f0} \leq I_f \leq I_{fN}$, $I_C \leq I_{CN}$:

Առաջարկվող մեթոդի կիրառումը հնարավորություն է տալիս ապահովել տվյալ արտադրամասի ռեակտիվ հզորության կոմպենսացումը, այսինքն ենթակայանի հաղորդաձողի վրա ապահովել լրիվ հոսանքի այնպիսի արժեք որի դեպքում $\cos\varphi$ -ն մոտ է մեկին՝ անկախ սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների բեռնավորման աստիճանից:

3.2. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորություններն ըստ օգտագործվող տոպոլոգիական սխեմաների

Նկատի ունենալով, որ հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով տեխնոլոգիական գործընթացն իրականացվում է տարատեսակ տոպոլոգիական սխեմաներով, որոնք ընդգրկում են տարբեր քանակությամբ մեխանիզմներ և էլեկտրաբանեցման շարժիչներ, անհրաժեշտություն է առաջանում ուսումնասիրել առավել լայն տարածում ստացած տոպոլոգիական սխեմաներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման արդյունքում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները:

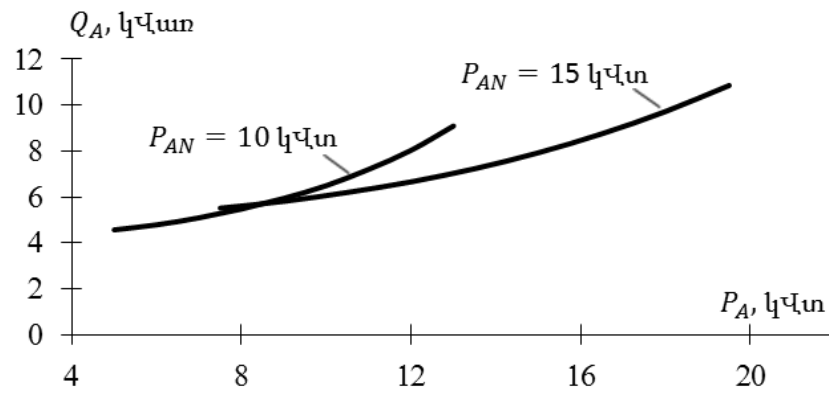
Գործնականում սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացված ռեակտիվ հզորության օգտագործումը կոմպենսացման նպատակով կարող է տարածվել նաև ջարդման գործընթացի վրա այն դեպքում երբ՝

- մանրացման և ջարդման գործողությունները կատարվում են մեկ արտադրամասում,

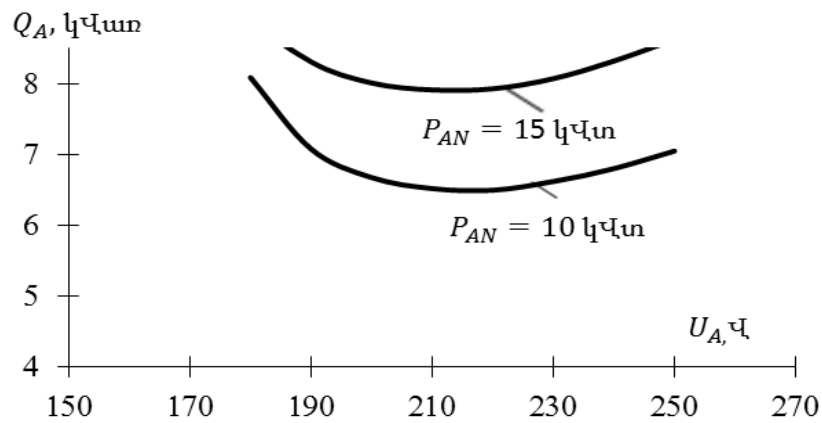
- մանրացման և ջարդման արտադրամասերը գտնվում են ենթակայանի հաղորդաձողին մոտ, այսինքն այնպիսի հեռավորությամբ, որ էներգիայի փոխանցումը նշանակալի կորուստներ չի առաջացնում:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը մեր կողմից դիտարկվել են ինչպես ջարդիչներ չընդգրկող, այնպես էլ ընդգրկող տոպոլոգիական սխեմաները:

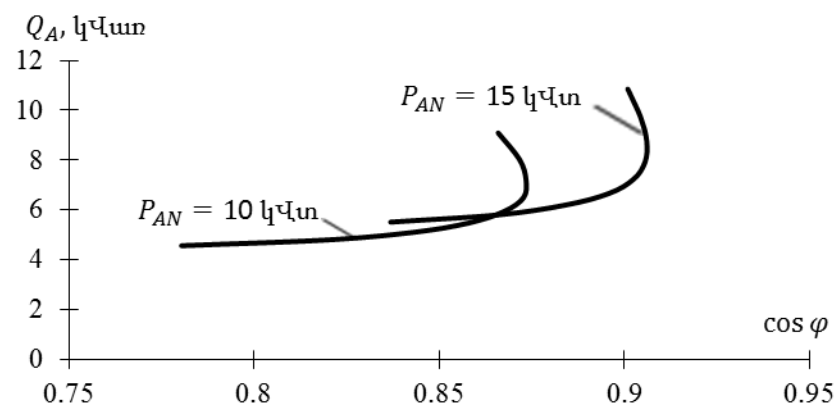
Հանքաքարի մանրացման գործընթացի առանձնահատկություններից կախված, համակարգում օգտագործվող էլեկտրաբանեցման ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների հզորության գործակիցները, ՕԳԳ-երը, կարող են ենթարկվել փոփոխությունների: Էլեկտրաբանեցման շարժիչների աշխատանքային ռեժիմների փոփոխությունները պայմանավորված են նաև այնպիսի էներգետիկական գործոններով, ինչպիսիք են՝ սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքի և սեղմակների վրա լարման արժեքներն ու շարժիչի հզորության գործակցի անվանական մեծությունը: Նկատի ունենալով վերոնշյալը դիտարկվել են տոպոլոգիական սխեմաներում օգտագործվող ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունները բեռնվածքից և սնման լարումից: Նկ. 3.7...3.12-ում բերված են չորս տիպի՝ համապատասխանաբար 10 կՎտ, 15 կՎտ, 75 կՎտ և 100 կՎտ հզորությամբ ասինխրոն շարժիչների կողմից սպառվող ռեակտիվ հզորությունների կախվածությունները բեռնվածքից և սնման լարումից [60]: Կախվածությունների ստացման համար կիրառվել են 3.1.1 ենթաբաժնում ներկայացված հաշվարկի մեթոդիկան:



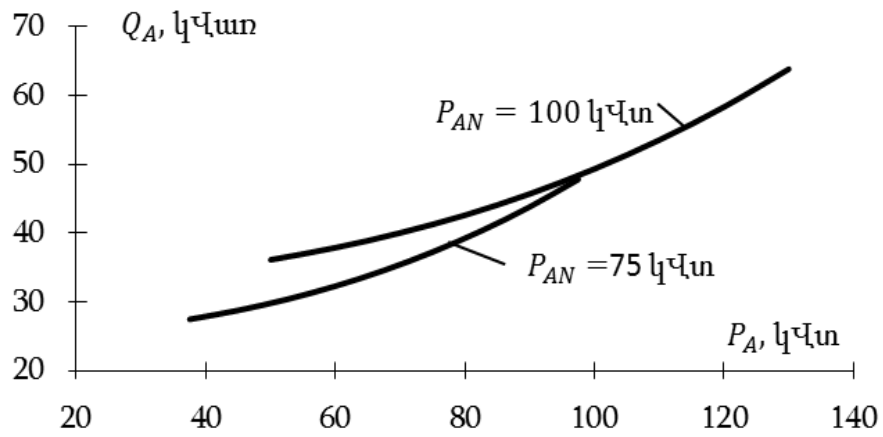
Նկ. 3.7. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը քեռնվածքից



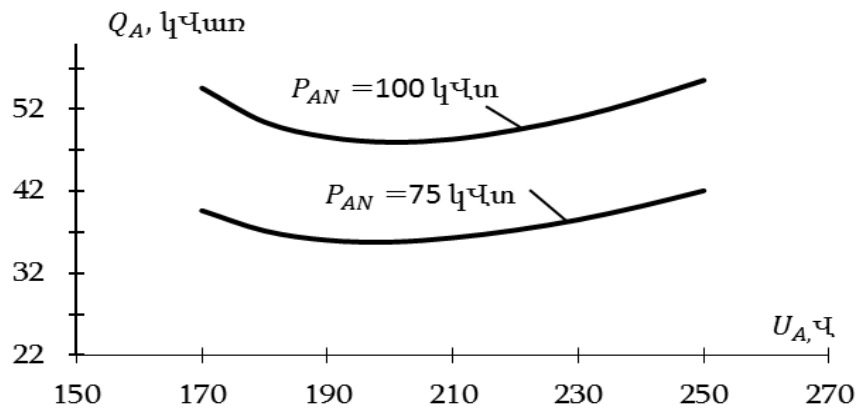
Նկ. 3.8. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը սնման լարումից



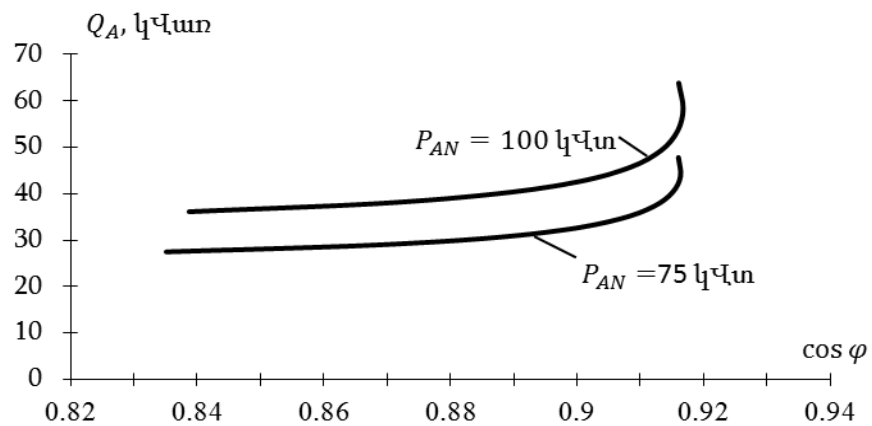
Նկ. 3.9. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը հզորության գործակցից



Նկ. 3.10. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը քննվածքից



Նկ. 3.11. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը սնման լարումից

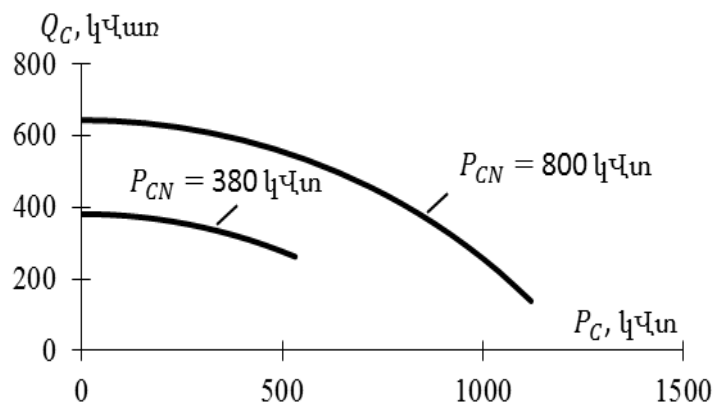


Նկ. 3.12. Ասինխրոն շարժիչի սպառող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը հզորության գործակցից

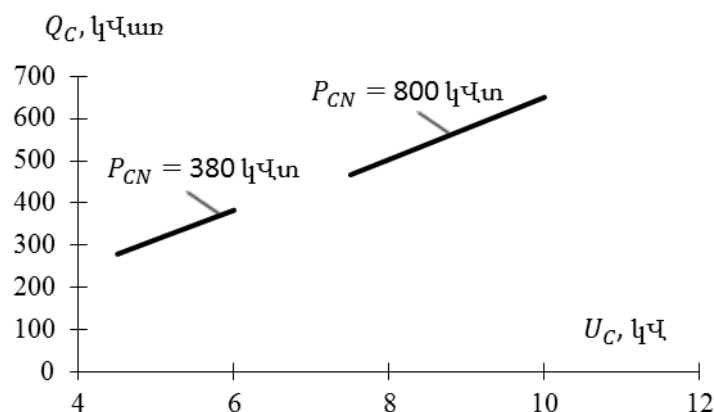
Ստացված կախվածությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ

- անկախ շարժիչի հզորությունից բեռնվածքի մեծացմանը զուգահեռ աճում է ասինխրոն շարժիչի սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորությունը,
- շարժիչի սնման լարման անվանականից տարբեր արժեքների դեպքում աճում է ասինխրոն շարժիչի սպառման համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորությունը,
- ասինխրոն շարժիչի սպառվող ռեակտիվ հզորությունը դանդաղորեն աճում է դրա հզորության գործակցի աճին զուգահեռ:

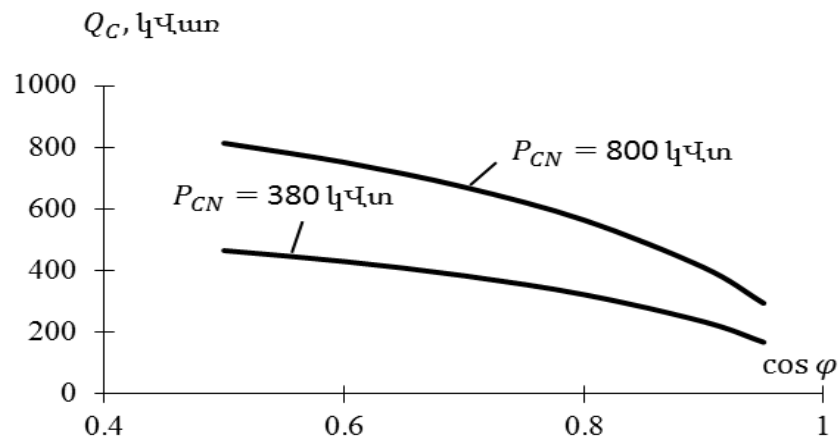
Նկ. 3.13...3.18-ում բերված են 380, 600, 800, 1250 կՎտ հզորությամբ սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացված ռեակտիվ հզորության կախվածությունները բեռնվածքից, ցանցի սնման լարումից և հզորության գործակցից [60]:



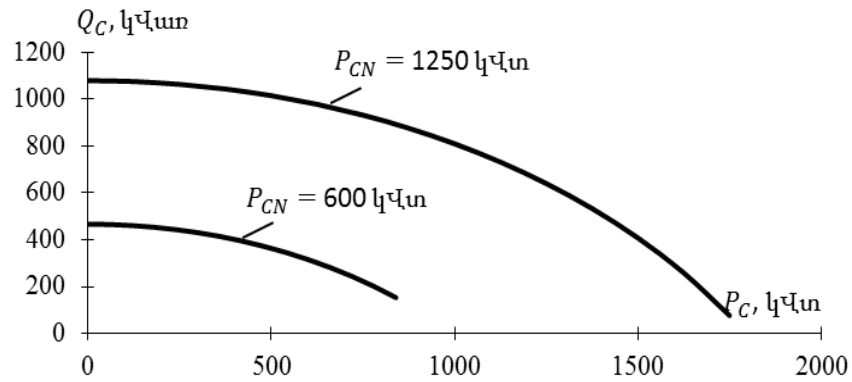
Նկ. 3.13. Սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության կախվածությունը բեռնվածքից



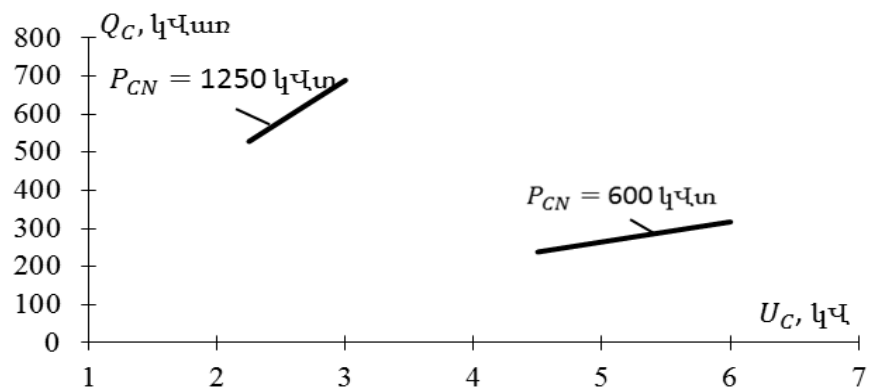
Նկ. 3.14. Սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը սնման լարումից



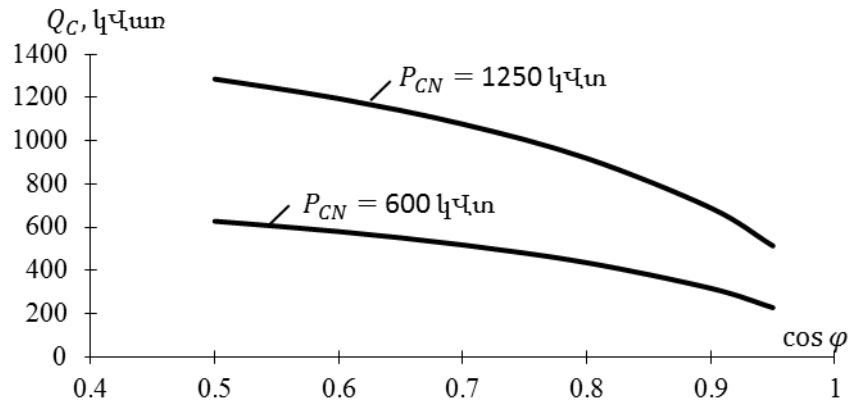
Նկ.3.15. Սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը հզորության գործակցից



Նկ.3.16. Սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը բեռնվածքից



Նկ.3.17. Սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը սնման լարումից



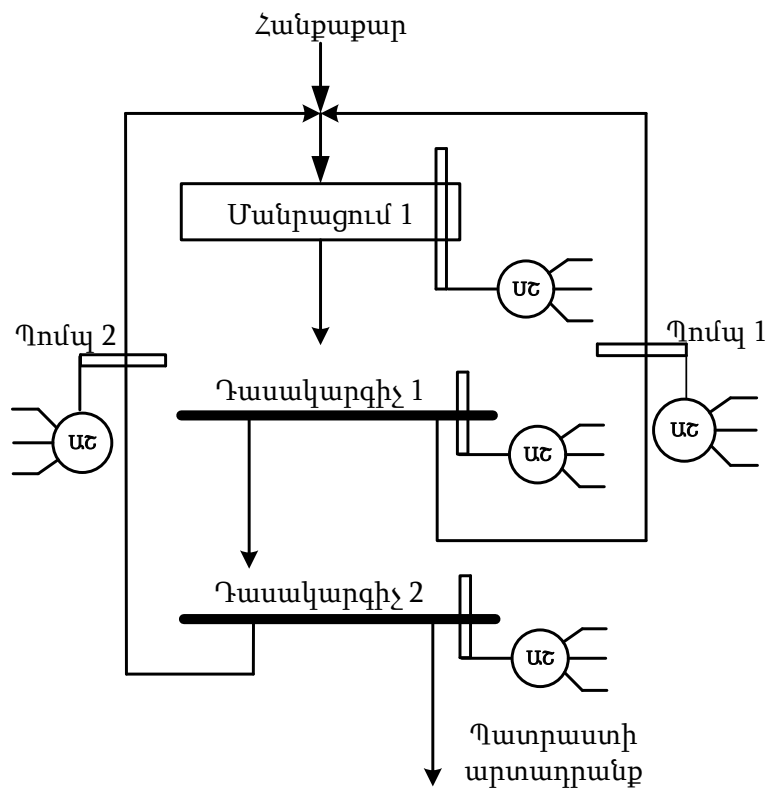
Նկ. 3.18. Սինխրոն շարժիչի կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորության կախվածությունը հզորության գործակցից

Նկ. 3.12-3.18 կախվածությունները կառուցվել են 3.1.2 ենթաբաժնում ներկայացված մեթոդիկայով: Այդ կախվածությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ

- անկախ շարժիչի հզորությունից բեռնվածքի մեծացմանը զուգահեռ նվազում է սինխրոն շարժիչի կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը,
- շարժիչի սնման լարման մեծացմանը զուգահեռ աճում է սինխրոն շարժիչի կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը,
- անկախ շարժիչի հզորությունից հզորության գործակցի մեծացմանը զուգահեռ նվազում է սինխրոն շարժիչի կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը:

Չնայած նրան, որ ներկայացված բնութագրերը պատկերացում են տալիս սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների, համապատասխանաբար, գեներացնող և սպառող ռեակտիվ հզորությունների որակական և քանակական փոփոխությունների մասին՝ ցանցի լարման և բեռի փոփոխությունների դեպքում, այնուամենայնիվ դրանք միանշանակ չեն կարող ընդունելի լինել հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի տոպոլագիական սխեմաներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունները էլեկտրաէներգիայի տնտեսման տեսանկյունից դիտարկման համար:

Նկ. 3.19-ում ներկայացված միափուլ մանրացման սխեմայում օգտագործվող մեխանիզմների բանեցման և ստացված խյուսի տեղափոխման համար օգտագործվել են թվով 4 ասինխրոն և մեկ սինխրոն շարժիչ: Օգտագործվող բանեցման շարժիչների համար կատարված հաշվարկի արդյունքում ստացվել են բեռի տարբեր արժեքների դեպքում սնման հաղորդաձողի վրա հզորության գործակցի արժեքները (աղյուսակ 3.1) [60]:

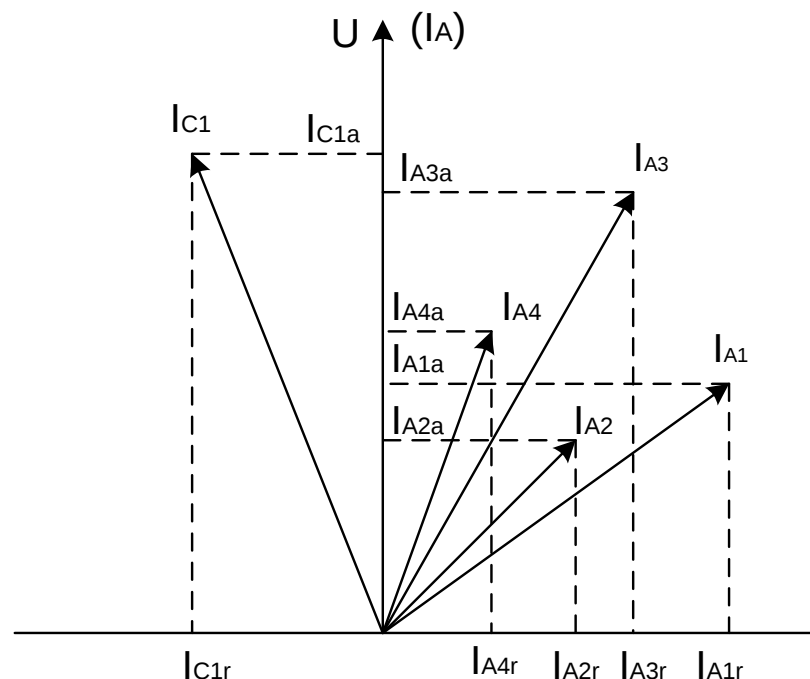


Նկ.3.19. Մանրացման միափուլ սխեմա

74

Մանրացման միափուլ սխեմայի՝ (նկ.3.19) հաշվարկային տվյալները

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,858	0,886	0,892	0,873	0,861
Պոմպ 2	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 1	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 2	75	37253,9				0,912	0,905
Աղաց	380	322398,19				0,8	0,884

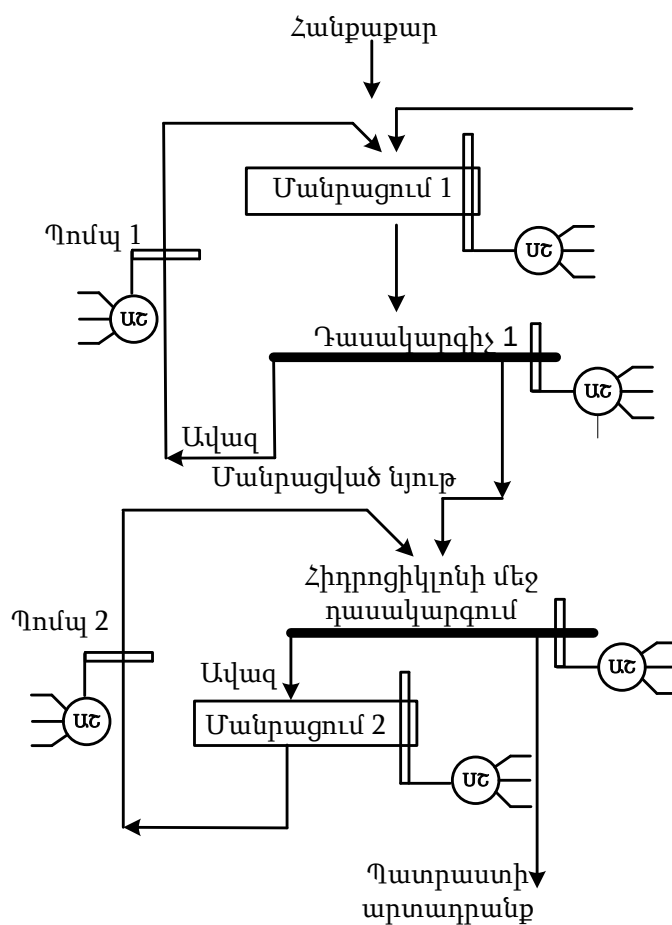


Նկ. 3.20. Մեկ սինխրոն և չորս ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ինդուկտիվ բնույթ

Նկ. 3.19 տուպոլոգիական սխեմայի համար, աղյուսակ 3.1-ում ներկայացված շարժիչների համար, կատարված հաշվարկներից երևում է, որ տվյալ հզորությամբ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կիրառման դեպքում, սինխրոն շարժիչի կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության 29% - ը լիովին բավարարում է սխեմայում

օգտագործվող ասինխրոն շարժիչների աշխատանքի համար պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը:

Նկ. 3.21-ում ներկայացված երկփուլ մանրացման սխեմայում օգտագործվող մեխամիզմների բանեցման և ստացված խյուսի տեղափոխման համար օգտագործվել են թվով 4 ասինխրոն և երկու սինխրոն շարժիչ: Օգտագործվող բանեցման շարժիչների համար կատարված հաշվարկի արդյունքում ստացվել են բեռի տարբեր արժեքների դեպքում սնման հաղորդաձողի վրա հզորության գործակցի արժեքները: Հաշվարկները կատարվել են շարժիչների տարբեր աշխատանքային ռեժիմների համար (աղյուսակ 3.2 և 3.3):

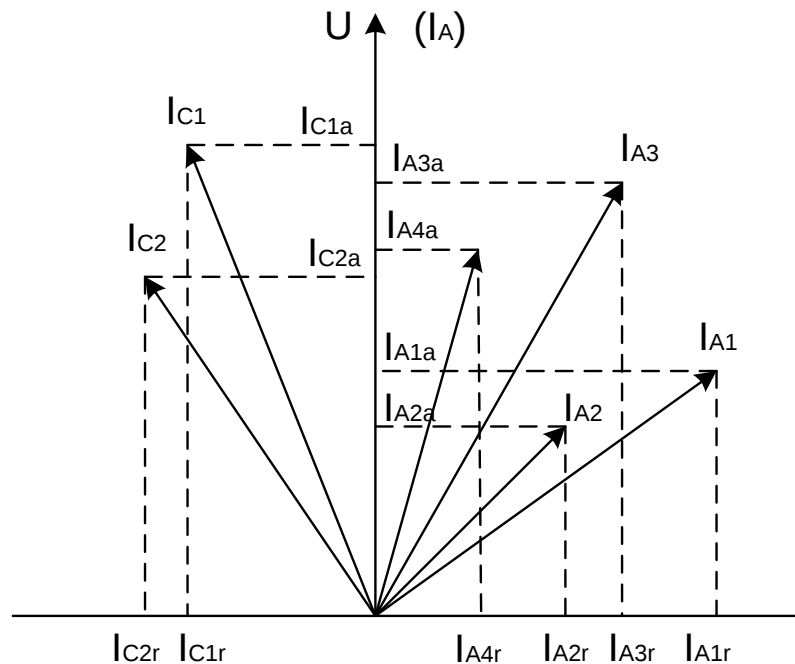


Նկ. 3.21. Մանրացման գործընթացի երկփուլ սխեմա

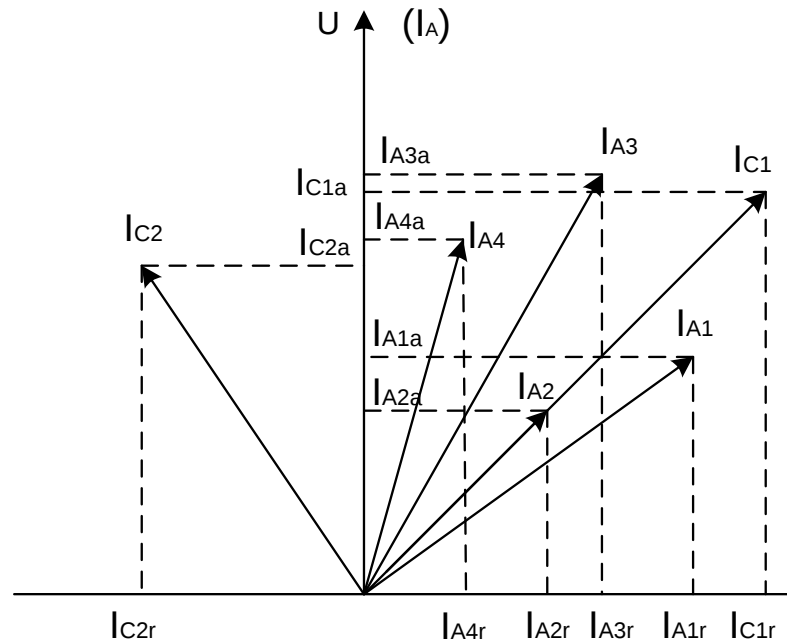
Նկ. 3.22-ում և 3.23-ում ներկայացված են նկ. 3.21-ում բերված երկփուլ տեխնոլոգիական սխեմայում օգտագործվող տարբեր ռեժիմներով աշխատող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքը բնութագրող վեկտորական դիագրամները:

Մանրացման երկփուլ սխեմայի՝ (նկ.3.21)-ի նկ.3.22-ին համապատասխան դեպքի
հաշվարկային տվյալները

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,941	0,945	0,940	0,873	0,861
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	380	322398,19				0,8	0,884



Նկ. 3.22 Երկուական սինխրոն և չորսական ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ



Նկ.3.23 Երկուական սինխրոն և չորսական ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչներից մեկի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս սինխրոն և չորս ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

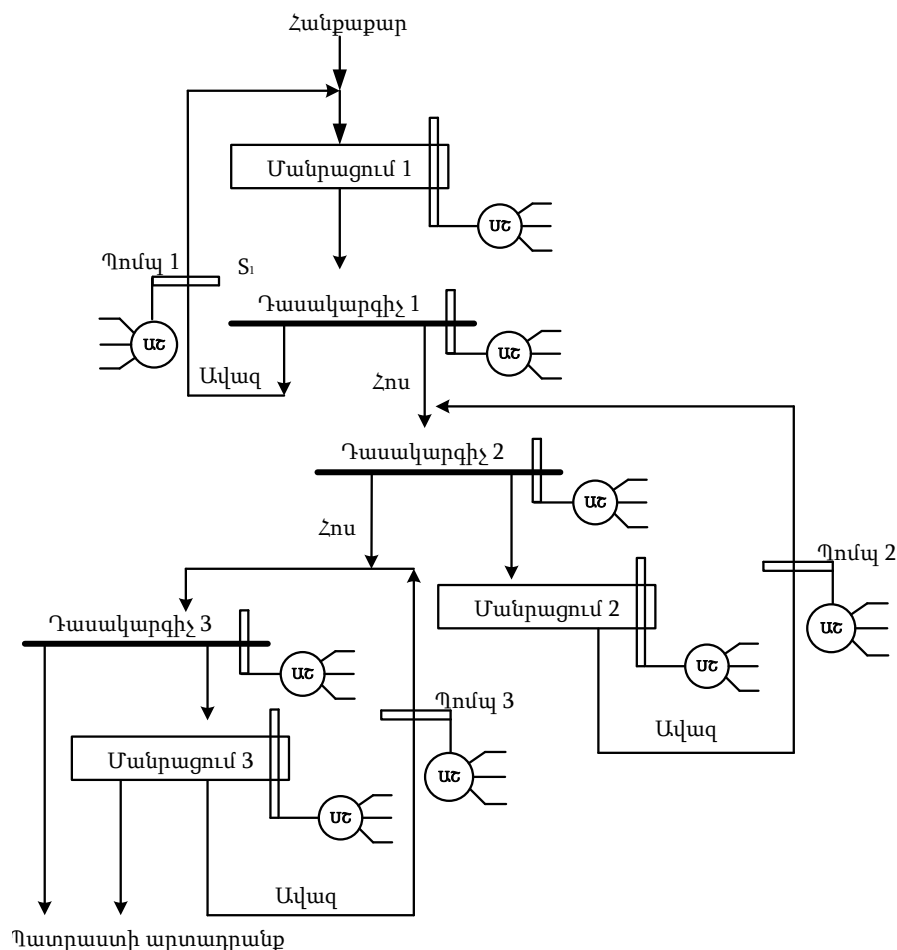
Աղյուսակ 3.3.

Մանրացման երկփուլ սխեմայի՝ (նկ.3.21)-ի նկ.3.23-ին համապատասխան դեպքի հաշվարկային տվյալները

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,866	0,888	0,893	0,873	0,861
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	380	322398,19				0,8	0,884

Աղյուսակ 3.2-ի և 3.3-ի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ միևնույն մեխանիզմների և դրանց բանեցման համապատասխան շարժիչների դեպքում սնման հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը ստացվում է մոտ մեկի, երբ սինխրոն շարժիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ

ասինխրոն շարիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ինդուկտիվ բնույթ: Միաժամանակ հարկ է նշել, որ Նկ. 3.21-ի տոպոլոգիական սխեմայի համար կատարված հաշվարկներից երևում է, որ տվյալ հզորությամբ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կիրառման դեպքում, սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության 23% -ը լիովին բավարարում է սխեմայում օգտագործվող ասինխրոն շարժիչների աշխատանքի համար պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը:

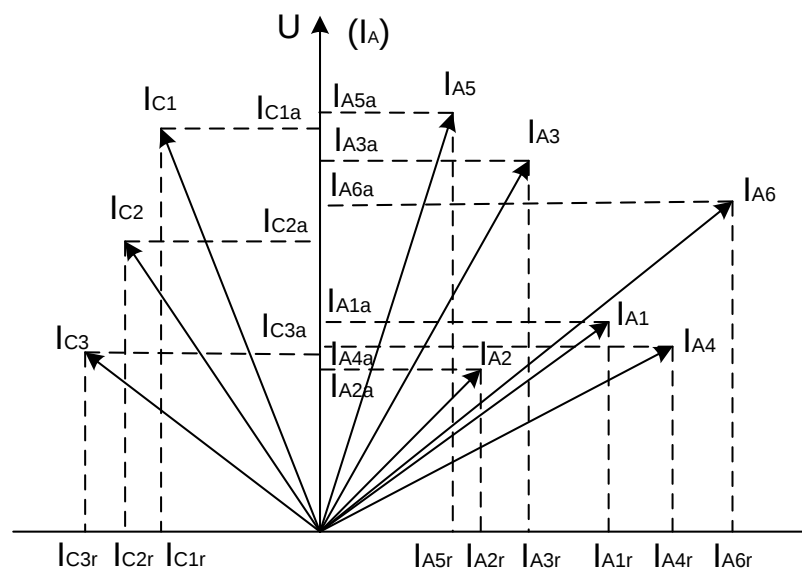


Նկ. 3.24. Մանրացման գործընթացի եռափուլ սխեմա

Նկ 3.24-ում ներկայացված եռափուլ մանրացման սխեմայում օգտագործվող մեխամիզմների բանեցման և ստացված խյուսի տեղափոխման համար օգտագործվել են թվով 6 ասինխրոն և 3 սինխրոն շարժիչ: Օգտագործվող բանեցման շարժիչների համար կատարված հաշվարկի արդյունքում ստացվել են բեռի տարբեր արժեքների դեպքում հաղորդաձողի վրա հզորության գործակցի արժեքները: Հաշվարկները կատարվել են շարժիչների տարբեր աշխատանքային ռեժիմների համար (աղյուսակ 3.4-3.6):

Մանրացման եռափուլ սխեմայի՝ (նկ.3.24)-ի նկ.3.25-ին համապատասխան դեպքի
հաշվարկային տվյալները

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,8783	0,8984	0,9019	0,873	0,861
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 3	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Դասակարգիչ 3	100	49344,99				0,913	0,903
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92
Աղաց 3	380	322398,19				0,8	0,884



Նկ.3.25. Երեք սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

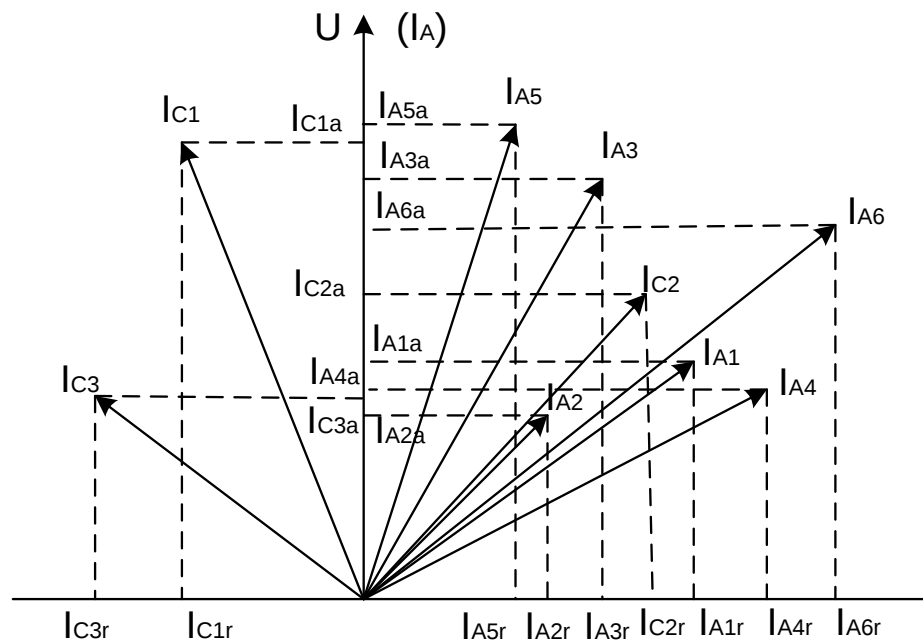
Նկ. 3.25 - 3.27-ում ներկայացված են նկ. 3.24-ում բերված եռափուլ տեխնոլոգիական սխեմայում օգտագործվող տարբեր ռեժիմներով աշխատող սինխրոն

և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքը բնութագրող վեկտորական դիագրամները:

Աղյուսակ 3.5

Մանրացման եռափուլ սխեմայի՝ (նկ.3.24)-ի նկ.3.26-ին համապատասխան դեպքի հաշվարկային տվյալներ

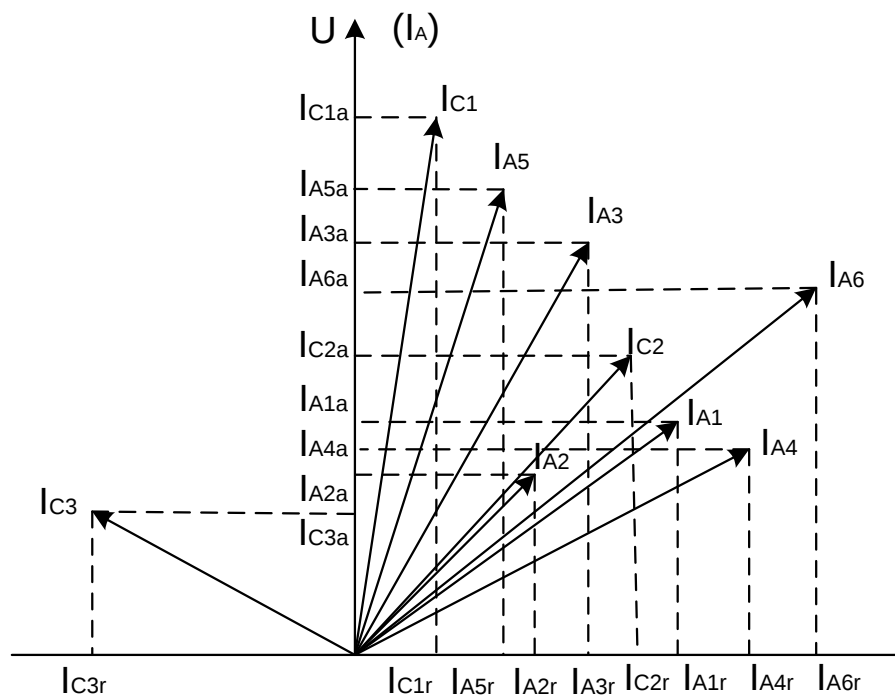
Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վառ	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,9290	0,9364	0,9328	0,873	0,861
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 3	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Դասակարգիչ 3	100	49344,99				0,9133	0,903
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92
Աղաց 3	380	322398,19				0,8	0,884



Նկ.3.26. Երեք սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչներից երկուսի հոսանքները ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

Մանրացման եռափուլ սխեմայի՝ (նկ.3.24)-ի նկ.3.27-ին համապատասխան դեպքի
հաշվարկային տվյալներ

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	ՕԳԳ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Պոմպ 1	10	6495,5	0,9617	0,9614	0,9540	0,873	0,861
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 3	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	13	6741,7				0,907	0,896
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Դասակարգիչ 3	100	49344,99				0,9133	0,903
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92
Աղաց 3	380	322398,19				0,8	0,884



Նկ. 3.27. Երեք սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչներից մեկի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս երկու սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

Աղյուսակ 3.4-ի, 3.5-ի և 3.6-ի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ միևնույն մեխանիզմների և դրանց բանեցման համապատասխան շարժիչների դեպքում շինայի վրա հզորության գործակիցը ստացվում է մեկին մոտ, երբ սինխրոն շարժիչներից մեկի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս երկուսին սինխրոն և վեց ասինխրոն շարժիչների հոսանքները ակտիվ-ինդուկտիվ բնույթի են: Միաժամանակ հարկ է նշել, որ նկ. 3.24-ի տոպոլոգիական սխեմայի համար կատարված հաշվարկներից երևում է, որ տվյալ հզորությամբ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կիրառման դեպքում, սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության 22% - ը լիովին բավարարում է սխեմայում օգտագործվող ասինխրոն շարժիչների աշխատանքի համար պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը:

Վերևում ներկայացված բոլոր տոպոլագիական սխեմաների համար շինայի վրա հզորության գործակիցը որոշվել է ելնելով հետևյալ մեկնաբանությունից.

Քանի որ խոսքը վերաբերում է ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքի պարագայում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացմանը, ապա անհրաժեշտություն է առաջացել վեկտորական դիագրամները ներկայացնել ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների համար համատեղ: Հայտնի է, որ ասինխրոն շարժիչների համար հոսանքի վեկտորը հետ է ընկած լարման վեկտորից, իսկ սինխրոն շարժիչների մոտ սովորաբար հակառակն է, այսինքն հոսանքի վեկտորը առաջ է ընկած լարման վեկտորից (նկ.3.20): Բայց կախված սինխրոն շարժիչի գրգռման հոսանքից, ինչպես նաև բեռնվածքից սինխրոն շարժիչի հոսանքի վեկտորը կարող է հետ ընկած լինել լարման վեկտորից : Եթե դիտարկում ենք մի քանի սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքը (և միաժամանակ բոլորը սնվում են նույն հաղորդաձողից), ապա կարող է լինել նաև այնպես, որ սինխրոն շարժիչներից մի քանիսի հոսանքների վեկտորները հետ ընկած լինեն լարման վեկտորից, իսկ մյուսներինը առաջ ընկած լինեն (նկ.3.23): Եթե վեկտորական դիագրամում հոսանքի վեկտորը պրոյեկտենք x -ի և y -ի առանցքների վրա, ապա համապատասխանաբար կստանանք հոսանքի ռեակտիվ I_r և ակտիվ I_a բաղադրիչները: Եթե դրանք արտահայտենք լրիվ հսանքով I - ով, ապա կստանանք՝ $I_r = I \sin \varphi$ և $I_a = I \cos \varphi$, որտեղ φ - ն հոսանքի և լարման վեկտորների միջև անկյունն է:

Իդեալական դեպքում $\cos \varphi = 1$, իսկ իրականում ցանկալի է, որ $\cos \varphi$ ձգտի 1-ի: Այսինքն ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների հոսանքների վեկտորների վեկտորական գումարից, պետք է ստացվի այնպիսի վեկտոր, որը կհամընկնի լարման վեկտորի հետ, այսինքն $\varphi \rightarrow 0$:

Ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների համար (նկ.3.20)-ին համապատասխան ռեակտիվ և ակտիվ հոսանքների բաղադրիչների գումարային մեծություններն որոշվում են.

$$\begin{cases} \sum I_{Aa} = I_{A1} \cos \varphi_1 + I_{A2} \cos \varphi_2 + I_{A3} \cos \varphi_3 + I_{A4} \cos \varphi_4 \\ \sum I_{Ar} = I_{A1} \sin \varphi_1 + I_{A2} \sin \varphi_2 + I_{A3} \sin \varphi_3 + I_{A4} \sin \varphi_4, \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_c \cos \varphi \\ \sum I_{cr} = I_c \sin \varphi, \end{cases} \quad (3.9)$$

Ասինխրոն շարժիչների համար գումարային հզորության գործակիցը կլինի.

$$\cos \varphi_A = \frac{\sum I_{Aa}}{\sqrt{\sum (I_{Aa})^2 + \sum (I_{Ar})^2}} : \quad (3.10)$$

Սինխրոն շարժիչների համար գումարային հզորության գործակիցը կլինի.

$$\cos \varphi_C = \frac{\sum I_{ca}}{\sqrt{\sum (I_{ca})^2 + \sum (I_{cr})^2}} : \quad (3.11)$$

Հաղորդաձողի վրա գումարային հզորության գործակիցն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$\sum \cos \varphi = \frac{\sum I_{Aa} + \sum I_{ca}}{\sqrt{(\sum I_{Aa} + \sum I_{ca})^2 + (\sum I_{Ar} + \sum I_{cr})^2}} : \quad (3.12)$$

Նկ. 3.22-ում բերված վեկտորական դիագրամի համար գումարային հզորության գործակիցը որոշվել է (3.8), (3.10), (3.11) և (3.12) հավասարումները կիրառելով, իսկ սինխրոն շարժիչների համար գումարային ընդհանուր ռեակտիվ և ակտիվ հոսանքները որոշվել են (3.13) հավասարման միջոցով

$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_{c1} \cos \varphi_1 + I_{c2} \cos \varphi_2 \\ \sum I_{cr} = I_{c1} \sin \varphi_1 + I_{c2} \sin \varphi_2: \end{cases} \quad (3.13)$$

Նկ. 3.23-ում բերված վեկտորական դիագրամի համար գումարային հզորության գործակիցը որոշվել է (3.8), (3.10), (3.11) և (3.12) հավասարումները

կիրառելով, իսկ սինխրոն շարժիչների համար գումարային ընդհանուր ակտիվ և ռեակտիվ հոսանքները համապատասխանաբար կստացվեն (3.14) հավասարման միջոցով

$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_{c1} \cos \varphi_1 + I_{c2} \cos \varphi_2 \\ \sum I_{cr} = I_{c1} \sin \varphi_1 - I_{c2} \sin \varphi_2 : \end{cases} \quad (3.14)$$

Նկ. 3.25 - ում բերված վեկտորական դիագրամի համար գումարային հզորության գործակիցը որոշվել է (3.10)-(3.12) հավասարումները կիրառելով, իսկ ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների համար գումարային ընդհանուր ռեակտիվ և ակտիվ հոսանքները կստացվեն (3.15) և (3.16) հավասարումների միջոցով.

$$\begin{cases} \sum I_{Aa} = I_{A1} \cos \varphi_1 + I_{A2} \cos \varphi_2 + I_{A3} \cos \varphi_3 + I_{A4} \cos \varphi_4 + I_{A5} \cos \varphi_5 + I_{A6} \cos \varphi_6 \\ \sum I_{Ar} = I_{A1} \sin \varphi_1 + I_{A2} \sin \varphi_2 + I_{A3} \sin \varphi_3 + I_{A4} \sin \varphi_4 + I_{A5} \sin \varphi_5 + I_{A6} \sin \varphi_6 , \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_{c1} \cos \varphi_1 + I_{c2} \cos \varphi_2 + I_{c3} \cos \varphi_3 \\ \sum I_{cr} = I_{c1} \sin \varphi_1 + I_{c2} \sin \varphi_2 + I_{c3} \sin \varphi_3 : \end{cases} \quad (3.16)$$

Նկ. 3.26 - ում բերված վեկտորական դիագրամի համար գումարային հզորության գործակիցը որոշվել է (3.10)-(3.12) և (3.15) հավասարումները կիրառելով, իսկ սինխրոն շարժիչների համար գումարային ընդհանուր ռեակտիվ և ակտիվ հոսանքները կստացվեն (3.17) հավասարման միջոցով.

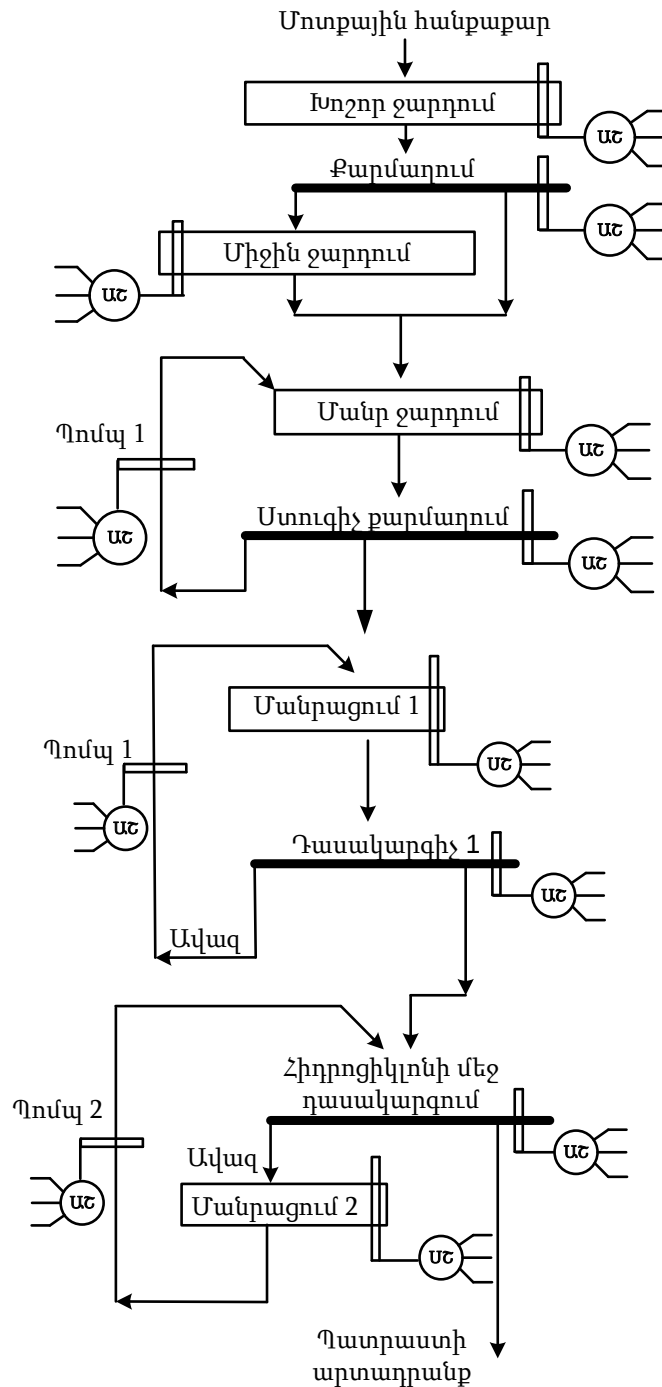
$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_{c1} \cos \varphi_1 + I_{c2} \cos \varphi_2 + I_{c3} \cos \varphi_3 \\ \sum I_{cr} = I_{c1} \sin \varphi_1 - I_{c2} \sin \varphi_2 + I_{c3} \sin \varphi_3 : \end{cases} \quad (3.17)$$

Նկ. 3.27-ում բերված վեկտորական դիագրամի համար գումարային հզորության գործակիցը որոշվել է (3.10)-(3.12) և (3.15) հավասարումները կիրառելով, հավասարումները նույնն են, իսկ սինխրոն շարժիչների համար գումարային ընդհանուր ռեակտիվ և ակտիվ հոսանքները կստացվեն (3.18) հավասարման միջոցով.

$$\begin{cases} \sum I_{ca} = I_{c1} \cos \varphi_1 + I_{c2} \cos \varphi_2 + I_{c3} \cos \varphi_3 \\ \sum I_{cr} = I_{c1} \sin \varphi_1 - I_{c2} \sin \varphi_2 - I_{c3} \sin \varphi_3 : \end{cases} \quad (3.18)$$

Դիտարկված տոպոլոգիական սխեմաների համար կատարված հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ սխեմաներում օգտագործվող սինխրոն շարժիչները գեներացնում են այնպիսի քանակությամբ ռեակտիվ հզորություն, որը լիովին բավարարում է մանրացման գործընթացում օգտագործվող ասինխրոն

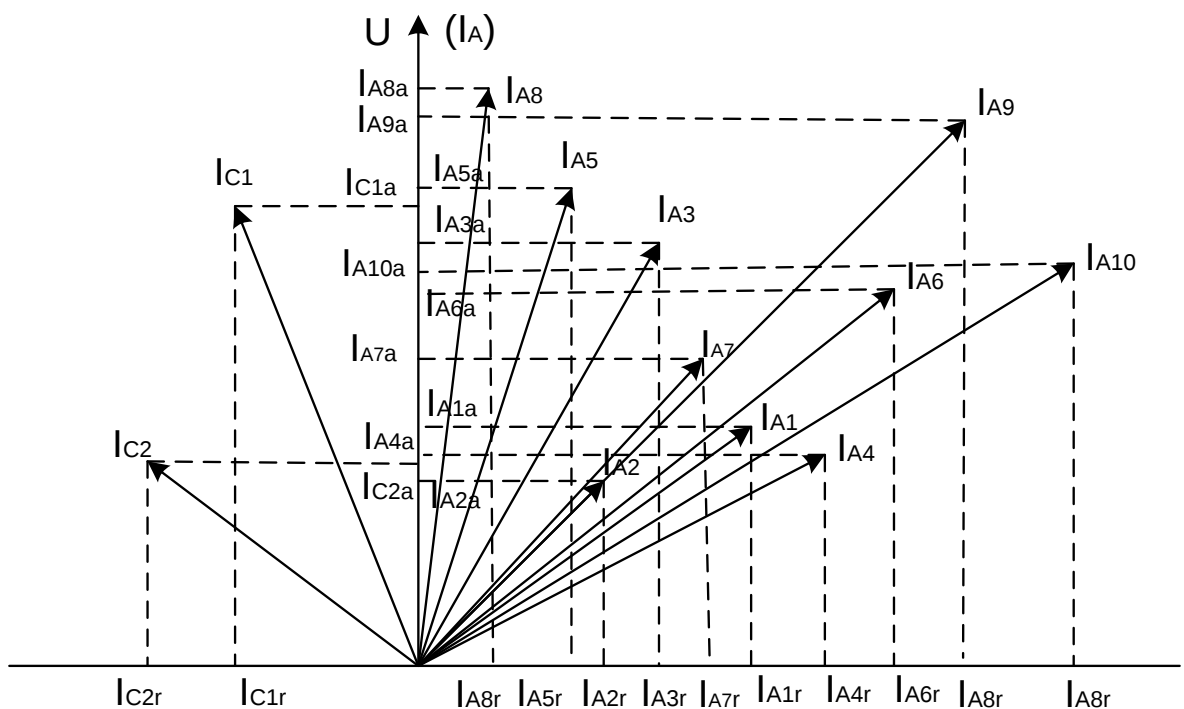
շարժիչների աշխատանքի համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման համար և բացի այդ առկա է ռեակտիվ հզորության լրացուցիչ քանակություն, որը հաջողությամբ կարող է օգտագործվել այլ սպառիչների համար: Տվյալ դեպքում առկա ռեակտիվ հզորությունը նպատակահարմար է կիրառել հանքաքարի ջարդիչների աշխատանքն ապահովող ասինխրոն շարժիչների համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման նպատակով:



Նկ. 3.28. Ջարդման և մանրացման գործողություններով համատեղված սխեմա

Նկ. 3.28-ում ներկայացված է ջարդման և մանրացման գործողությունների համալիր տոպոլոգիական սխեմա: Սխեմայում օգտագործվող մեխամիզմների բանեցման և ստացված խյուսի տեղափոխման համար օգտագործվել են թվով 10 ասինխրոն և 2 սինխրոն շարժիչ: Օգտագործվող բանեցման շարժիչների համար կատարված հաշվարկի արդյունքում ստացվել են բեռի տարբեր արժեքների դեպքում սնման շինայի վրա հզորության գործակցի արժեքները (աղյուսակ 3.7):

Նկ. 3.29-ում ներկայացված է նկ. 3.28-ում բերված ջարդման և մանրացման գործողություններով համատեղված տեխնոլոգիական սխեմայում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքը բնութագրող վեկտորական դիագրամները:



Նկ.2.29. Երկու սինխրոն և տաս ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչների հոսանքները ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

Նկ. 3.28 տոպոլոգիական սխեմայի համար կատարված հաշվարկներից երևում է, որ տվյալ հզորությամբ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կիրառման դեպքում, սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության 65,3% -ը լիովին

բավարարում է սխեմայում օգտագործվող ասինխրոն շարժիչների աշխատանքի համար պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը: Ստացված արդյունքները թույլ են տալիս արձանագրել, որ նույնիսկ հզոր ասինխրոն շարժիչների առկայության դեպքում առկա է ռեակտիվ հզորության բավականին պաշար, ինչը թույլ է տալիս m թվով սինխրոն շարժիչներից յուրաքանչյուրին ներկայացնել ռեակտիվ հզորության տարբերակված պահանջ, պայմանավորված դրա շահագործման առանձնահատկությամբ:

Աղյուսակ 3.7

Ջարդման, մանրացման գործողություններով համատեղված (նկ. 2.28) սխեմայի նկ.2.29-ին համապատասխան հաշվարկային տվյալներ

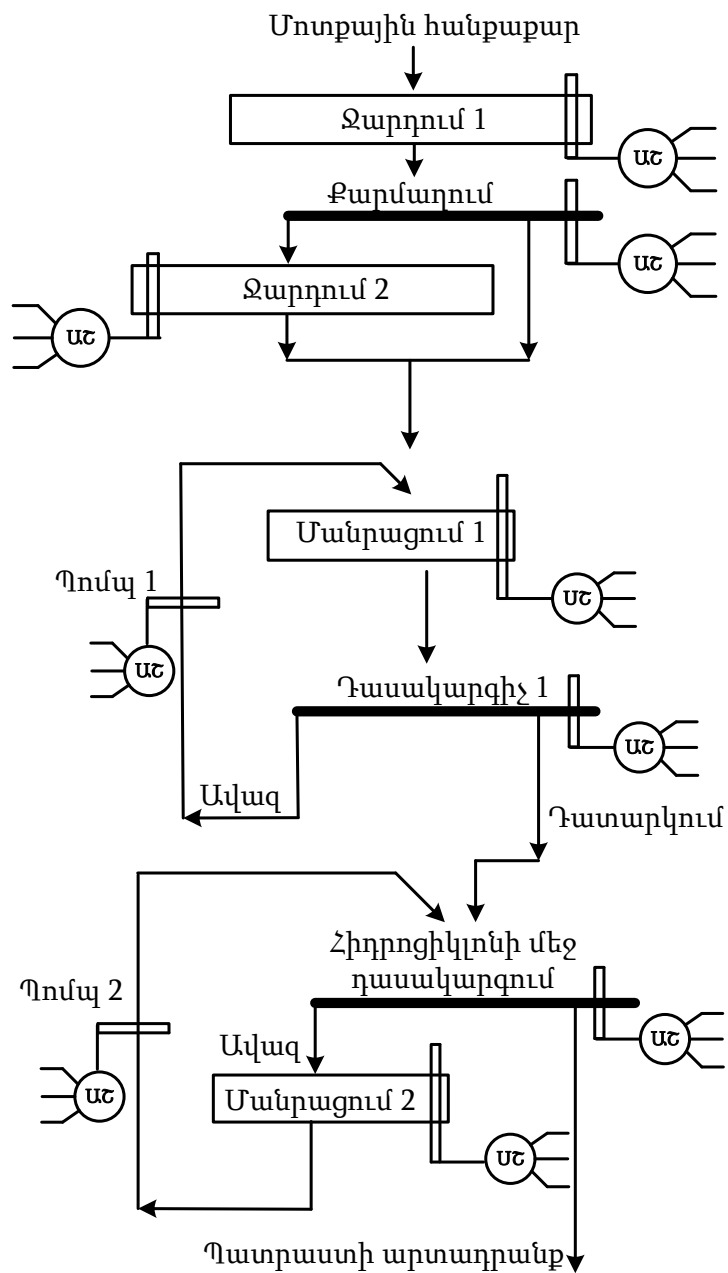
Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վահ	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	Օգգ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Խոշոր ջարդում	250	135907,7	0,869	0,8954	0,900	0,8913	0,9355
Միջին ջարդում	200	129516,5				0,8534	0,9431
Մանր ջարդում	100	49344,99				0,9133	0,903
Քարմաղ	10	6495,5				0,873	0,861
Ստ. քարմաղ	10	6495,5				0,873	0,861
Կոնվեյեր	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 1	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	100	49344,99				0,9133	0,903
Դասակարգիչ 2	75	37253,9				0,912	0,905
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92

Նկ. 3.30-ում ներկայացված է ջարդման և մանրացման գործողություններով համատեղված տոպոլոգիական սխեմայի մեկ այլ օրինակ, որի աշխատանքի ապահովման համար օգտագործվել են թվով 7 ասինխրոն և 2 սինխրոն շարժիչ:

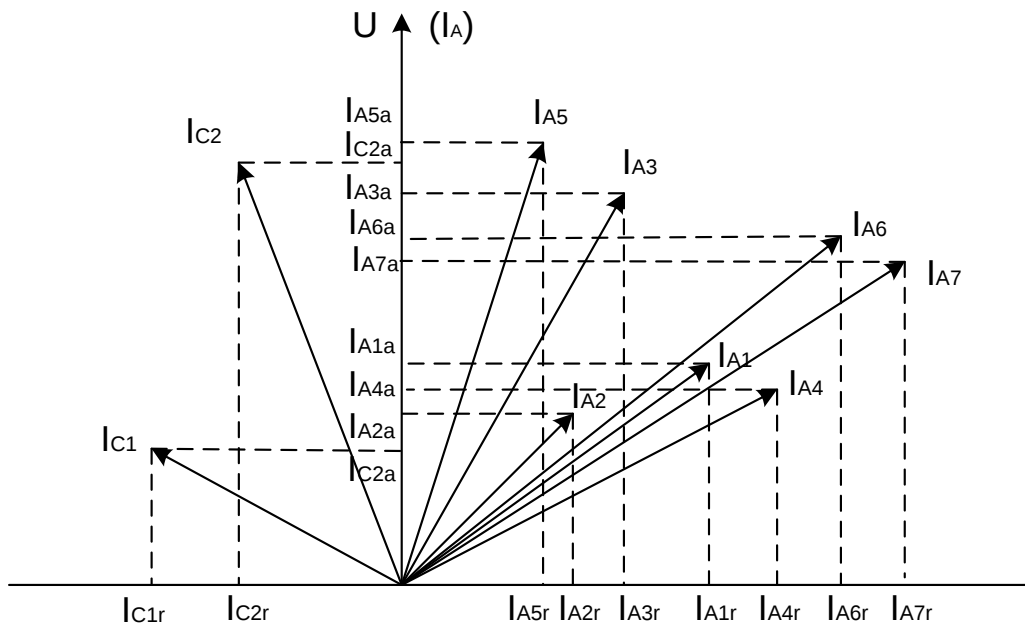
Օգտագործվող բանեցման շարժիչների համար կատարված հաշվարկի արդյունքում ստացվել են բեռի տարբեր արժեքների դեպքում սնման հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցի արժեքները (աղյուսակ 3.8, 3.9):

Նկ. 3.31 - 3.32-ում ներկայացված են նկ. 3.30-ում բերված ջարդման և մանրացման համատեղված տեխնոլոգիական սխեմայում օգտագործվող տարբեր

ռեժիմներով աշխատող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների համատեղ աշխատանքը բնութագրող վեկտորական դիագրամները:



Նկ.3.30. Զարդման և մանրացման գործողություններով համատեղված սխեմա

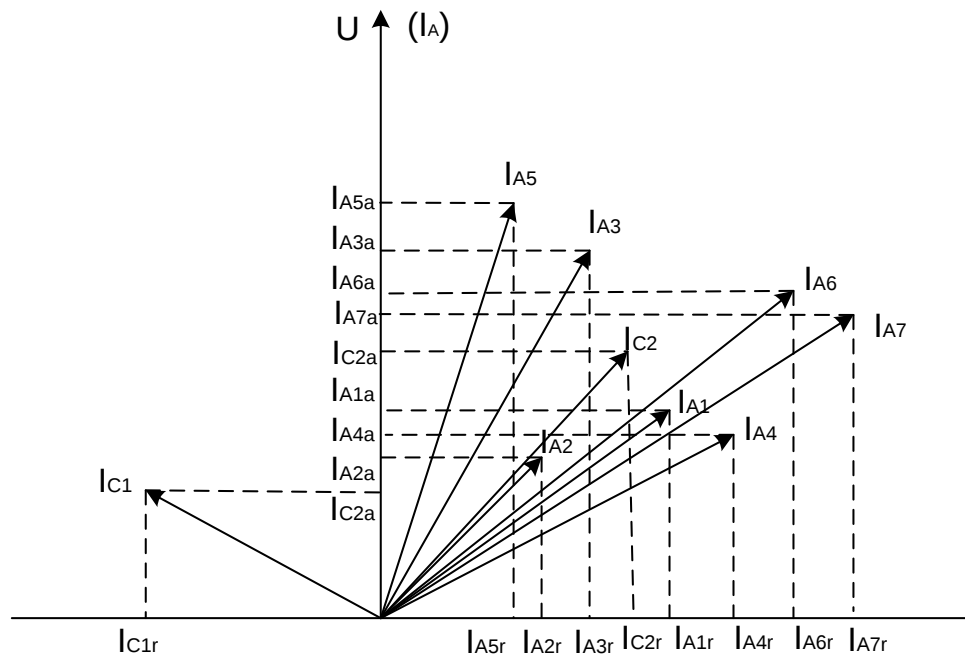


Նկ.3.31. Երկու սինխրոն և յոթ ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչների հոսանքներն ունեն ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

Աղյուսակ 3.8

Ջարդման, մանրացման գործողություններով համատեղված (նկ. 2.30) սխեմայի նկ.3.31-ին համապատասխան հաշվարկային տվյալներ

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_{CN} կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_{CN} , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	Օգգ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Ջարդում 1	250	135907,7	0,8663	0,8928	0,8984	0,8913	0,9355
Ջարդում 2	200	129516,5				0,8534	0,9431
Քարմաղ	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 1	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	100	49344,99				0,9133	0,903
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92



Նկ.3.32. Երկու սինխրոն և յոթ ասինխրոն շարժիչների վեկտորական դիագրամները, երբ սինխրոն շարժիչներից մեկի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս սինխրոն և յոթ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները՝ ակտիվ-ինդուկտիվ

Աղյուսակ 3.9

Ջարդման, մանրացման գործողություններով համատեղված (նկ. 2.30) սխեմայի նկ.3.32-ին համապատասխան հաշվարկային տվյալներ

Շարժիչներ	Անվանական ակտիվ հզորություն, P_N , կՎտ	Անվանական ռեակտիվ հզորություն, Q_N , Վար	Հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը, $\sum \cos \varphi$			$\cos \varphi$	Օգգ
			$k_N=0,7$	$k_N=1,0$	$k_N=1,3$		
Ջարդում 1	250	135907,7	0,8999	0,9163	0,9167	0,8913	0,9355
Ջարդում 2	200	129516,5				0,8534	0,9431
Քարմաղ	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 1	15	7928,6				0,905	0,886
Պոմպ 2	15	7928,6				0,905	0,886
Դասակարգիչ 1	100	49344,99				0,9133	0,903
Դասակարգիչ 2	75	37253,91				0,912	0,905
Աղաց 1	800	409142,2				0,9	0,947
Աղաց 2	600	315862,2				0,9	0,92

Աղյուսակ 3.8-ի և 3.9-ի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ միևնույն մեխանիզմների և դրանց բանեցման համապատասխան շարժիչների

դեպքում հաղորդաձողի վրա հզորության գործակիցը ստացվում է մեկին ավելի մոտ, այն դեպքում, երբ սինխրոն շարժիչներից մեկի հոսանքը ունի ակտիվ-ունակային բնույթ, իսկ մյուս սինխրոն և յոթ ասինխրոն շարժիչների հոսանքները ակտիվ-ինդուկտիվ բնույթի են: Նկ. 3.30 տոպոլոգիական սխեմայի համար կատարված հաշվարկներից երևում է, որ տվյալ հզորությամբ էլեկտրաբանեցման շարժիչների կիրառման դեպքում, սինխրոն շարժիչների կողմից գեներացվող ռեակտիվ հզորության 62%-ը ամբողջությամբ բավարարում է ասինխրոն շարժիչների կողմից պահանջվող ռեակտիվ հզորությունը, եթե շարժիչները աշխատում են անվանական ռեժիմում:

Հաշվարկները կատարվել են C# (C Sharp) ծրագրային միջավայրում:

Կատարված հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ անկախ սխեմայի բարդությունից համակարգում օգտագործվող սինխրոն շարժիչները կարող են լիովին բավարարել ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորության պահանջարկը և կախված այդ պահանջարկից ապահովել գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի շոշափելի տնտեսում:

3.3. Սինխրոն շարժիչների միջև պահանջվող ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդրի լուծումը

Սինխրոն շարժիչների գրգռման հոսանքի լավարկված արժեքի որոշումը հանքաքարի մանրացման գործընթացում անհրաժեշտ է դիտարկել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման տեսանկյունից, ինչը պահանջում է հաշվի առնել [62-71]

- էլեկտրաբանեցման շարժիչի շահագործման մեջ գտնվելու ժամանակը,
- շարժիչի բեռնավորվածության փոփոխությունը,
- ռեակտիվ հզորության պահանջարկը,
- տեխնոլոգիական գործոնների ազդեցությունը,
- մեկին մոտ հզորության գործակցի ապահովման հնարավորությունը:

Սինխրոն շարժիչների գրգռման հոսանքների լավարկված ռեժիմը հնարարավոր է ապահովել տվյալ տեխնոլոգիական գործընթացում կիրառվող m

սինխրոն շարժիչների միջև պահանջվող ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման արդյունքում:

Սինխրոն շարժիչների միջև ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխումը անհրաժեշտ է ապահովել պայմանավորված մի շարք հանգամանքներով, որոնք թվարկված են ստորև՝

1. Ասինխրոն շարժիչների սպառման և սինխրոն շարժիչների սեփական կարիքների համար անհրաժեշտ գումարային ռեակտիվ հզորությունը, որը գեներացվում է գործընթացն ապահովող սինխրոն շարժիչների միջոցով պետք է այնպես բաշխվի, որ ակտիվ հզորության կորուստների գումարային արժեքը լինի նվազագույն:

2. Ռեակտիվ հզորություն գեներացնող սինխրոն շարժիչի ՕԳԳ-ն պետք է հավասար կամ մեծ լինի իր անվանական արժեքներից:

3. Ենթակայանի մեկ ընդհանուր հաղորդաձողի վրա անհրաժեշտ է ապահովել մեկին մոտ հզորության գործակից:

Ելնելով վերոնշյալից ձևակերպվել է ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդրի մաթեմատիկական դրվածքը [58]

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m \Delta_j(\overline{Q}_c) = \Delta_1(\overline{Q}_c) + \Delta_2(\overline{Q}_c) + \dots + \Delta_m(\overline{Q}_c) \rightarrow \min \\ Q_{A\Sigma} \leq Q_{C1} + Q_{C2} + \dots + Q_{Cj} + \dots + Q_{Cm}, \\ \eta_{Cj} \geq \eta_{CNj}, \\ \Sigma \cos \varphi_j(\overline{Q}_c) \geq 0.99, \\ (Q_{c1}, Q_{c2}, \dots, Q_{cm}) = \overline{Q}, \quad Q_{cj}^- \leq Q_{cj} \leq Q_{cj}^+, \\ j = 1, 2, \dots, m : \end{array} \right. \quad (3.19)$$

Որպես նպատակային ֆունկցիա օգտագործվել է սինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորության գեներացման հետևանքով առաջացող ակտիվ հզորության հարաբերական կորուստների $(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_j, \dots, \Delta_m)$ գումարը բնութագրող ֆունկցիան:

Ակտիվ հզորության հարաբերական կորուստը j -րդ սինխրոն շարժիչի համար որոշվում է հետևյալ կերպ՝

$$\Delta_j = \frac{\Delta P_{Cj}}{Q_{Cj}},$$

որտեղ ΔP_{Cj} - ն j -րդ սինխրոն շարժիչի ակտիվ հզորության կորուստն է:

Յուրաքանչյուր սինխրոն շարժիչից պահանջվող Q_{Cj} ռեակտիվ հզորությունը որոշվում է (3.19)-ում նկարագրված լավարկման խնդրի լուծման միջոցով:

(3.19)-ում ներկայացված լավարկման խնդրի մաթեմատիկական ձևակերպումը հնարավորություն է տալիս գտնել պահանջվող ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխվածությունը օգտագործվող սինխրոն շարժիչների միջև, որի դեպքում այդ շարժիչների տեսակարար ակտիվ հզորության կորուստների գումարային արժեքը կհասնի նվազագույնի՝ ապահովելով շարժիչների բարձր ՕԳԳ-ը և ընդհանուր սնման հաղորդաձողի վրա մեկին մոտ ակտիվ հզորություն: Յուրաքանչյուր շարժիչի գրգռման հոսանքի լավարկված արժեքը որոշվում է ըստ ռեակտիվ հզորության համար ստացված լավարկված արժեքից:

Օպտիմալացման խնդրի լուծման համար կազմվել է համակարգչային ծրագիր C# (C Sharp) միջավայրում: Այն ապահոված է տարաբնույթ տվյալների բազայով և հնարավորություն է տալիս օգտագործողին ընտրել

- տեխնոլոգիական գործընթացն ապահովող տոպոլոգիական սխեման,
- տվյալ սխեմայում օգտագործվող սինխրոն և ասինխրոն շարժիչների քանակը,
- ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների տեսակներն ու դրանց բնութագրիչ պարամետրերը,
- սինխրոն շարժիչների շահագործման մեջ գտնվելու ժամանակը և դրան համապատասխան գեներացվող ռեակտիվ հզորության առավելագույն սահմանային արժեքը [58],
- հանքաքարի աղացի լցման աստիճանը,
- աղացի թմբուկի պտտման հարաբերական արագությունը,
- հանքաքարի ծավալային խտությունը:

Նկ. 3.33-ում և նկ 3.34-ում ներկայացված են լավարկման խնդրի լուծման համար մշակված համակարգչային ծրագրի դիմային վահանակի պատկերները:

Form1

Տոպոլոգիական սխեմաներ

☐ Միափուլ
 ☒ Երկփուլ
 ☐ Եռափուլ

Ընտրել

Անիմիտորն շարժիչներ

Անիմիտորն շարժիչներ

Ընտրել

k

☐ 0.3
 ☐ 0.35
 ☐ 0.4
 ☐ 0.45
 ☐ 0.5

gamma

☐ 2.4
 ☐ 3
 ☐ 3.6
 ☐ 4
 ☐ 4.6

Երկփուլ տոպոլոգիական սխեմա

 $\omega)$

Օպտիմալացում

Տնարդրողական սխեմաներ

☐ Միափուլ

☒ Երկփուլ

☐ Եռափուլ

Ընտրել

Ասինխրոն շարժիչներ

Ընտրել

AO2-92-2Y3 100 կվտ
250 կվտ
250 կվտ
250 կվտ

Սինխրոն շարժիչներ

Ընտրել

DC 213/34-32 380 կվտ
DC 213/29-24 600 կվտ
DC 260/44-36 1100 կվտ
СДН-15-49-10 1250 կվտ
СДН-16-86-10 3200 կվտ

k

☐ 0.3

☐ 0.5

☐ 2.4

gamma

☐ 3

☐ 3.6

☐ 4

☐ 4.6

մինչև 3 տարի
4-10 տարի
11-16 տարի
17-20 տարի
21 տարուց ավել

Մաքրել բոլոր դաշտերը

Հաշվել

p)

Նկ. 3.33 Լավարկման խնդրի ծրագրի դիմային վահանակի պատկերը, ա) տոպոլոգիական սխեմայի ընտրություն, բ) շարժիչի բնութագրական տվյալների և տեխնոլոգիական տվյալների ընտրություն

Օպտիմալացում

Տրադիցիոնական սխեմաներ

☐ Միափուլ

☒ Երկփուլ

☐ Եռափուլ

Ընտրել

Անխնայող շարժիչներ

Ընտրել

AO2-92-2Y3 100 Կվտ
250 Կվտ
250 Կվտ
250 Կվտ

Սինխրոն շարժիչներ

Ընտրել

Մոդել	Տարի
DC 213/34-32	380 Կվտ մինչև 3 տարի
DC 213/29-24	600 Կվտ մինչև 3 տարի

k

☐ 0.3

☐ 0.35

☒ 0.4

☐ 0.45

☐ 0.5

gamma

☒ 2.4

☐ 3

☐ 3.6

☐ 4

☐ 4.6

	$\Sigma \Delta$	$Q_{-1}(76\%)$	$Q_{-2}(90\%)$	Δ_1	Δ_2	$\Delta_{P_cd_1}$	$\Delta_{P_cd_2}$	η_1	η_2	$\%_1$	$\%_2$	φ_1	φ_2	$\Sigma \cos \varphi$
*	2.6142E-05	174840,28	284276,018	4.583E-06	2.156E-05	0,801	6,129	0,8	0,927	76	90	93	113	0,955

Մաքրել բոլոր դաշտերը

Հաշվել

Նկ. 3.34. Լավարկման խնդրի լուծման արդյունքների դիտարկման վահանակ

Աղյուսակ 3.10-ում և 3.11-ում բերված են նկ. 3.21-ում ներկայացված երկփուլ սխեմայի և տարբեր բնութագրական պարամետրերի դեպքում ստացված լավարկված պարամետրերի արժեքները: Նկատի ունենալով, որ երկար շահագործվող շարժիչների մեկուսացումները մաշվում են և նրանց կողմից արտադրվող ռեակտիվ հզորությունները անհրաժեշտ է սահմանափակել շարժիչների անխափան աշխատանքի երկարաժամկետ ապահովման համար դիտարկվել են 2 դեպք՝ երբ շարժիչներ շահագործվել են մինչև 3 տարի և 4-ից 10 տարի:

Աղյուսակ 3.10

Երկփուլ մանրացման սխեմայի (նկ.3.21) համար լավարկման խնդրի լուծման արդյունքները, երբ երկու շարժիչներն էլ շահագործվել են 1-ից 3 տարի

Տեխնոլոգիական պարամետրեր		Սինխրոն շարժիչ 1	Սինխրոն շարժիչ 2	$\Sigma \Delta$	$\Sigma \cos \varphi$
γ	K	Q_{1opt}	Q_{2opt}		
2,4	0,45	161037,1	286399,555	0,36743	0,994
2,4	0,4	161037,1	286399,555	0,36713	0,994
3,0	0,45	174840,28	286399,555	0,36894	0,995
3,6	0,4	174840,28	286399,555	0,36899	0,995

Երկփուլ մանրացման սխեմայի (նկ.3.21) համար լավարկման խնդրի լուծման արդյունքները, երբ երկու շարժիչներն էլ շահագործվել են 4-ից 10 տարի:

Տեխնոլոգիական պարամետրեր		Սինխրոն շարժիչ 1 380 կՎտ	Սինխրոն շարժիչ 2 800 կՎտ	$\Sigma \Delta$	$\Sigma \cos \varphi$
γ	k	Q_{1opt}	Q_{2opt}		
2,4	0,45	126529,15	261851,022	0,37499	0,991
2,4	0,4	126529,15	261851,022	0,37465	0,991
3,0	0,45	174840,28	261851,022	0,37686	0,995
3,6	0,4	174840,28	261851,022	0,37712	0,995

Կատարված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ակտիվ հզորության գումարային տեսակարար կորուստները շատ փոքր են: Երկարատև շահագործված շարժիչների կիրառման դեպքում գրանցվել է կորուստների չնչին աճ, միաժամանակ հարկ է նշել, որ տեխնոլոգիական գործոնների տարբեր արժեքների դեպքում, անկախ շարժիչների շահագործված լինելու տևողությունից սնող հաղորդաձողի վրա ապահովվում է 0,99-ից ավելի հզորության գործակից:

3.2 բաժնում ներկայացված տեխնոլոգիական սխեմաների համար հաշվարկվել են մեկ ամսվա կտրվածքով էլեկտրաէներգիայի տնտեսման չափը (աղյուսակ 3.12):

Էլեկտրաէներգիայի տնտեսման չափաբաժիններն ըստ դիտարկվող տեխնոլոգիական սխեմաների

Սխեմայի համարը	Էլեկտրաէներգիայի տնտեսման չափը մեկ ամսվա կտրվածքով
Նկ. 3.21	1929,0 կՎտ
Նկ. 3.24	5271,15 կՎտ
Նկ.3.28	26856,0 կՎտ
Նկ. 3.30	24192,0 կՎտ

3.4. Եզրակացություններ

1. Ենթակայանի միևնույն հաղորդաձողին միացված ու ասինխրոն և ու ասինխրոն շարժիչների դեպքի համար մշակվել է ասինխրոն շարժիչների աշխատանքի համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության որոշման և այդ հզորության գեներացման դեպքում սինխրոն շարժիչների աշխատանքային ռեժիմների ուսումնասիրման մեթոդիկա:

Մշակված մեթոդիկայի համար կազմված համակարգչային ծրագրի միջոցով հնարավոր է հետազոտել տարատեսակ կառուցվածքով տեխնոլոգիական սխեմաների էներգետիկական պարամետրերը և գնահատել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման միջոցով՝ արտադրամասում օգտագործվող տարբեր թվով և հզորությամբ ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների դեպքում:

2. Բացահայտվել են մանրացման գործընթացում օգտագործվող տարատեսակ տեխնոլոգիական սխեմաներում ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման կիրառման հնարավորությունները:

3. Ստացվել են ռեակտիվ հզորություն գեներացնող սինխրոն և սպառող ասինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորության կախվածությունները բեռնվածքից և ցանցի սնող լարումից:

4. Հանքաքարի մանրացման գործընթացի միափուլ և երկփուլ տեխնոլոգիական սխեմաների օրինակների վրա գնահատվել են սինխրոն շարժիչների կոմպենսացման հնարավորությունները տարբեր հզորությունների շարժիչների կիրառման դեպքում: Հիմնավորվել է, որ գեներացվող ռեակտիվ հզորությունը լիովին բավարարում է հզոր ջարդիչների բանեցման շարժիչների համար անհրաժեշտ ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման համար:

5. Տրվել է ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման լավարկման խնդրի լուծման մաթեմատիկական ձևակերպումը: Լուծվել է սինխրոն շարժիչների միջև ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդիրը, որը հնարավորություն է տալիս ենթակայանի հաղորդաձողի վրա ապահովել մեկին մոտ հզորության գործակից:

4. ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՍՊԱՌՎՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏՆՏԵՍՄԱՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ ՄԻՋՈՑ

4.1. Սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման

հնարավորությունների բացահայտման տեղեկատվության ալգորիթմի մշակում

Էներգետիկական և տեխնոլոգիական ռեժիմների խաթարումը առաջացնում է էլեկտրաէներգիայի ծախսի փոփոխություն [72, 73]: Արդյունաբերական ձեռնարկություններում սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման համար անհրաժեշտ է օբյեկտիվ տեղեկատվություն ստանալ դիտարկվող տեխնոլոգիական գործընթացի և դրանում օգտագործվող մեխանիզմների և էլեկտրասպառիչների վարքի մասին: Նշված տեղեկատվության անհրաժեշտությունը առանձնակի կարևորություն է ստանում հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում էներգատնտեսման գործառույթների պատշաճ իրականացման համար: Դա պայմանավորված է ներքոնշյալով՝

- հանքաքարի մանրացման գործընթացում օգտագործվում են բազմատեսակ կառուցվածքով և տարբեր քանակությամբ էլեկտրասպառիչներով և մեխանիզմներով տեխնոլոգիական սխեմաներ,
- գործընթացի պատահական բնույթով, ինչը հիմնականում պայմանավորված է մանրացվող նյութի որակական բնութագրերով,
- գործընթացի էներգատարությամբ:

Նկատի ունենալով վերոնշյալը և հաշվի առնելով, որ էներգատնտեսմանը միտված հայտնի մեթոդները [74-76] հնարավորություն չեն տալիս համալիր դիտարկել էլեկտրաէներգիայի կորուստները հանքաքարի մանրացման գործընթացում անհրաժեշտություն է առաջացել ձևավորվել գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի վրա տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների ազդեցության վերլուծության և հսկման համալիր միջոց:

Հաշվի առնելով սույն աշխատության առաջին բաժնում ներկայացված մանրացման և ջարդման տեխնոլոգիական գործընթացներում էլեկտրաէներգիայի արտադրական և ոչ արտադրական ծախսերի վերլուծության արդյունքները և այն, որ

էլեկտրական բեռի կառուցվածքը պայմանավորված է կիրառվող տեխնոլոգիական սխեմայից, տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների վերլուծության, ինչպես նաև համալիր վերահսկման համար ուսումնասիրվել է տեխնոլոգիական գործընթացի մեջ մտնող յուրաքանչյուր գործողություն:

Դիտարկվող տեխնոլոգիական գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար օբյեկտիվ տեղեկատվության ստացման համար տեխնոլոգիական սխեման դիտարկվել է որպես տարբեր հանգույցներ համալիր:

Տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների հավաքածուի ձևավորման ընթացակարգը բերված է ստորև:

Հանքաքարի ջարդման և մանրացման սխեմաների համար տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների վերահսկման և վերլուծության ալգորիթմը ներառում է հետևյալ գործողությունները [8]՝

- խոշոր ջարդում,
- միջին ջարդում,
- մանր ջարդում,
- հանքաքարի մանրացում,
- տրված ուղղությամբ խյուսի մղում:

Սպառվող հզորության քանակական գնահատման համար անհրաժեշտ է կազմակերպել յուրաքանչյուր գործողության տեղեկատվության հավաքագրում և մշակում: Գործողությունների վարքի համալիր գնահատման նպատակով, դիտարկվող գործողության համար, առանձնացվել են էլեկտրասպառման վրա ազդեցություն ունեցող մուտքային և ելքային գործոնները: Աղյուսակ 4.1-ում բերված է վերահսկվող գործոնների թվարկումն ըստ գործողությունների [8]:

Յուրաքանչյուր գործոնի ազդեցության աստիճանը սպառվող հզորության վրա գնահատելու համար ստացվել են ստանդարտացված մասշտաբով ռեգրեսիայի հավասարումներ: Աղյուսակ 4.2-ում բերված են ռեգրեսիայի հավասարումները խոշոր ջարդման, մանրացման և խյուսի մղման գործողությունների համար:

Ըստ գործողությունների գործոնների վերահսկում

Հ/հ	Գործողության անվանումը	Էլեկտրասպառման վրա ազդող հսկվող մուտքային գործոնները	Էլեկտրասպառման վրա ազդող հսկվող ելքային գործոնները
1	Խոշոր ջարդում	արտադրողականություն (Q_{kd}), ջարդվող հանքաքարի խոշորություն (D_{kd}), կարծրություն (f_{kd})	սպառվող հզորություն (P_{kd})
2	Միջին ջարդում	արտադրողականություն (Q_{cd}), ջարդվող հանքաքարի խոշորություն (D_{cd}), կարծրություն (f_{cd})	սպառվող հզորություն (P_{cd}),
3	Մանր ջարդում	արտադրողականություն (Q_{md}), ջարդվող հանքաքարի խոշորություն (D_{md}), կարծրություն (f_{md})	սպառվող հզորություն (P_{md})
4	Հանքաքարի մանրացում	մանրացվող հանքաքարի խոշորությունը (D_m), հանքաքարի տեսակարար կշիռ (δ), աղացի լցման գործակից (K), աղաց մատակարարվող հանքաքարի արտադրողականություն (Q_{Ment})	սպառվող հզորություն (P_m), պատրաստի արտադրանքի արտադրողականություն (Q_{Mout})
5	Տրված ուղղությամբ խյուսի մղում	Խյուսի խտությունը (γ), ճնշման բարձրություն (H), պոմպի մատակարարում (Q_N)	սպառվող հզորություն (P_N)

Ռեգրեսիայի $a_0, a_1, \dots, a_i, \dots, a_h$ գործակիցները հաշվելու համար փորձարկման արդյունքները գրանցվում են դիտարկվող արժեքների մատրիցի տեսքով:

$$P = \begin{pmatrix} t_{p1} \\ t_{p2} \\ \vdots \\ \vdots \\ t_{pn} \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_{o1} & x_{11} & \cdot & \cdot & x_{h1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{oj} & x_{1j} & \cdot & \cdot & x_{hj} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{on} & x_{1n} & \cdot & \cdot & x_{hn} \end{pmatrix},$$

որտեղ n - ը սպառվող հզորության մեծության դիտարկումների քանակն է, h - ը՝ գործոնների թիվը:

Աղյուսակ 4.2

Ռեգրեսիայի հավասարումները խոշոր ջարդման, մանրացման և խյուսի մղման գործողությունների համար

Գործողության անվանումը	Հաշվի առնվող ֆակտորներ	Ռեգրեսիայի հավասարումներ
Խոշոր ջարդում	Q_{kd}	$t_P = a_o + a_1 t_{Qkd}$
	D_{kd}	$t_P = a_o + a_1 t_{Dkd}$
	f_{kd}	$t_P = a_o + a_1 t_{fkd}$
	Q_{kd}, D_{kd}	$t_P = a_o + a_1 t_{Qkd} + a_2 t_{Dkd}$
	Q_{kd}, D_{kd}, f_{kd}	$t_P = a_o + a_1 t_{Qkd} + a_2 t_{Dkd} + a_3 t_{fkd}$
Հանքանյութի մանրացում	Q_M	$t_P = a_o + a_1 t_{QM}$
	K	$t_P = a_o + a_1 t_K$
	D_M	$t_P = a_o + a_1 t_{DM}$
	δ	$t_P = a_o + a_1 t_\delta$
	Q_M, K	$t_P = a_o + a_1 t_{QM} + a_2 t_K$
	Q_M, K, D_M	$t_P = a_o + a_1 t_{QM} + a_2 t_K + a_3 t_{DM}$
	Q_M, K, D_M, δ	$t_P = a_o + a_1 t_{QM} + a_2 t_K + a_3 t_{DM} + a_4 t_\delta$
Տրված ուղղությամբ խյուսի մղում	γ	$t_P = a_o + a_1 t_\gamma$
	H	$t_P = a_o + a_1 t_H$
	Q_N	$t_P = a_o + a_1 t_{QN}$
	γ, H, Q_N	$t_P = a_o + a_1 t_\gamma + a_2 t_H + a_3 t_{QN}$

P մատրիցը ցույց է տալիս սպառվող հզորության դիտարկվող արդյունքները, իսկ X մատրիցը՝ դիտարկվող գործոնների արդյունքները, որոնք բերված են աղյուսակ 4.2-ում: X մատրիցի առաջին սյունը նախատեսված է գործոններից անկախ՝ a_o գործակցի որոշման համար, որը ընդունում են հավասար մեկի:

Ռեգրեսիայի գործակիցներն որոշվում են հետևյալ արտահայտությունների միջոցով [77, 78]՝

$$\begin{bmatrix} a_o \\ \cdot \\ a_i \\ \cdot \\ a_h \end{bmatrix} = A = C^{-1} X^T Y, \quad C^{-1} = (X^T X)^{-1},$$

որտեղ X^T - ն վերադասավորված X մատրիցն է:

Չնայած ռեգրեսիայի գործակիցները ցույց են տալիս տարբեր գործոնների ազդեցության աստիճանը սպառվող հզորության արժեքի վրա, այնուամենայնիվ նրանք ցույց չեն տալիս պատճառային կապը: Էլեկտրասպառման փոփոխման օրինաչափության հստակ վերլուծման և բացահայտման համար դիտարկվել է միջին հերթափոխային բեռնվածքի վրա հետևյալ մեծությունների ազդեցությունը.

Q_{cp} - պատրաստի արտադրանքի միջին ժամային արտադրողականություն,

$\sum_1^m P_D$ - ջարդիչների էլեկտրաբանեցման շարժիչների սահմանված գումարային

հզորություն,

$\sum_1^v P_M$ - բոլոր աղացների էլեկտրաբանեցման շարժիչների սահմանված

գումարային հզորություն,

$\sum_1^b P_{\Pi}$ - բոլոր խյուսապոմպերի էլեկտրաբանեցման շարժիչների սահմանված

գումարային հզորություն:

Հսկվող պարամետրերի համար ստացված արդյունքների մշակումը թույլ է տալիս ստանալ կոռելյացիայի գործակիցները ջարդման և մանրացման գործողությունների միջին հերթափոխային բեռնվածքների միջև, ինչպես նաև վերը

նշված ցուցանիշներից յուրաքանչյուրի հետ (աղյուսակ 4.3): Կոռելյացիայի գործակիցները [77] որոշվում են՝

$$r_{pp} = \frac{R_{pp}}{\sigma_p^2}, \quad r_{pq} = \frac{R_{pq}}{\sigma_p \sigma_q}, \quad r_{pr} = \frac{R_{pr}}{\sigma_p \sigma_r}, \quad r_{pv} = \frac{R_{pv}}{\sigma_p \sigma_v}, \quad r_{pz} = \frac{R_{pz}}{\sigma_p \sigma_z},$$

որտեղ $R_{pp} = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^{\ell} p(t)p(t+\tau), \quad R_{pq} = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^{\ell} p(t)q(t+\tau),$

$$R_{pr} = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^{\ell} p(t)r(t+\tau), \quad R_{pv} = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^{\ell} p(t)v(t+\tau), \quad R_{pz} = \frac{1}{\ell} \sum_{i=1}^{\ell} p(t)z(t+\tau),$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{\ell-1} \sum_{i=1}^{\ell} (p_i - \bar{p})^2}, \quad \sigma_q = \sqrt{\frac{1}{\ell-1} \sum_{i=1}^{\ell} (q_i - \bar{q})^2}, \quad \sigma_r = \sqrt{\frac{1}{\ell-1} \sum_{i=1}^{\ell} (r_i - \bar{r})^2},$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{\ell-1} \sum_{i=1}^{\ell} (v_i - \bar{v})^2}, \quad \sigma_z = \sqrt{\frac{1}{\ell-1} \sum_{i=1}^{\ell} (z_i - \bar{z})^2}, \quad \tau = (0, 1, 2, \dots, \ell) \Delta t, \quad \Delta t - \text{ն}$$

ժամանակի միջակայքն է:

Աղյուսակ 4.3

Էլեկտրաբանեցման շարժիչների հաստատված հզորությունների արժեքների աղյուսակ

N	t, րոպե	$P = P_{cp}(t)$	$q = Q_{cp}(t)$	$r = \sum_{i=1}^m P_D$	$V = \sum_{i=1}^v P_M$	$Z = \sum_{i=1}^b P_{II}$
1	0	p ₁	q ₁	r ₁	v ₁	z ₁
2	5	p ₂	q ₂	r ₂	v ₂	z ₂
3	10	p ₃	q ₃	r ₃	v ₃	z ₃
4	15	p ₄	q ₄	r ₄	v ₄	z ₄
5	20	p ₅	q ₅	r ₅	v ₅	z ₅
6	25	p ₆	q ₆	r ₆	v ₆	z ₆
7	30	p ₇	q ₇	r ₇	v ₇	z ₇
8	35	p ₈	q ₈	r ₈	v ₈	z ₈
9	40	p ₉	q ₉	r ₉	v ₉	z ₉
10	45	p ₁₀	q ₁₀	r ₁₀	v ₁₀	z ₁₀
11	50	p ₁₁	q ₁₁	r ₁₁	v ₁₁	z ₁₁
12	55	p ₁₂	q ₁₂	r ₁₂	v ₁₂	z ₁₂
13	60	p ₁₃	q ₁₃	r ₁₃	v ₁₃	z ₁₃

Աղյուսակ 4.4-ում ներկայացվել է Էլեկտրաբանեցման շարժիչների հզորությունների արժեքները միափուլ մանրացման սխեմայի օրինակի վրա:

Ներկայացված օրինակում օգտագործված տեխնոլոգիական սխեման իր մեջ ներառում է՝

- մեկ հանքաքարի աղաց՝ 600 կՎտ էլեկտրաբանեցման շարժիչով,
- մեկ ջարդիչ՝ 200 կՎտ էլեկտրաբանեցման շարժիչով,
- երկու խյուսամղիչ պոմպ՝ համապատասխանաբար 20 և 15 կՎտ էլեկտրաբանեցման շարժիչներով:

Աղյուսակ 4.4

Փորձնական տվյալների աղյուսակ

h/h	P_{av} , կՎտ	Q_{av} , տ/ժ	P_D , կՎտ	P_M , կՎտ	$P_{\Pi 1}$, կՎտ	$P_{\Pi 2}$, կՎտ
1	791	58	180,5	550	17,0	11,5
2	781	55	178	560	15,2	12,0
3	730	51	178	490	15,1	12,1
4	721,5	58,2	181	480	16,1	12,4
5	778	60	163	560	12	11,0
6	730,6	52,6	173	505	13,8	10,8
7	733,2	53,7	169	508	15,8	10,9
8	683,1	52,1	158	470	14,6	10,6
9	736,9	56,8	171	510	14,9	11,0
10	821,5	57,8	183	576	17,6	12,9
11	751,3	54,3	169	520	16,3	11,9
12	818,4	59	193	565,6	16,6	11,4
13	716,3	56,2	178	480.8	15,1	12,2
14	790,6	52,6	176	490	15,8	11,9
15	805,7	53	196	520	16,7	12,4
Միջին	759,27	55,35	176,43	519,03	15,51	11,67

Աղյուսակ 4.5-ում ներկայացված է դիտարկվող օրինակի համար ստացված միջին քառակուսային շեղումները և կոռելյացիայի գործակիցները:

Կոռելյացիայի գործակիցը գտնվում է -1-ից 1 սահմաններում [79]: Այն դեպքերում, երբ կոռելյացիայի գործակիցը մոտ է մեկին, ապա կապը ավելի խոր է, եթե մոտ է զրոին, ապա գծային կապը բացակայում է: Կոռելյացիայի գործակցի նշանի և արժեքի վերլուծությունը թույլ է տալիս ամբողջովին բացահայտել միջին հերթափոխային բեռնվածքների կապը պատրաստի արտադրանքի

արտադրողականության, բոլոր ջարդիչների, աղացների, խյուսապոմպերի բանեցման շարժիչների հզորության հետ: Ստացված բացասական կոռելյացիան ցույց է տալիս, որ մեկ պատահական մեծության մեծացման հետ մյուսը միջինում կնվազի:

Աղյուսակ 4.5

Միջին քառակուսային շեղումների և կոռելյացիայի գործակիցների հաշվարկային տվյալներ

$\sigma_{P_{av}}$	$\sigma_{Q_{av}}$	σ_D	σ_M	$\sigma_{\Pi 1}$	$\sigma_{\Pi 2}$
41,69035	3,794708	10,06207	35,0579	1,394103	0,694537
r_{pp}	r_{pQ}	r_{ppD}	r_{ppM}	$r_{pp\Pi 1}$	$r_{pp\Pi 2}$
0,01	0,92	0,669	0,787	0,125	0,092

Մշակված ալգորիթմը հնարավորություն է տալիս մանրացման գործընթացի էներգետիկ և տեխնոլոգիական ցուցանիշների վերաբերյալ օբյեկտիվ տեղեկության ստացման ճանապարհով բացահայտել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունները:

4.2. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում օգտագործվող սինխրոն շարժիչների գրգռման ռեժիմի կարգավորիչի մշակումը

Հաշվի առնելով, որ սույն աշխատության 3.3. բաժնում լուծված օպտիմալացման խնդիրը հնարավորություն է տալիս m թվով սինխրոն և n թվով ասինխրոն շարժիչների դեպքում որոշել գեներացվող ռեակտիվ հզորության օպտիմալ բաշխվածությունը սինխրոն շարժիչների միջև, իսկ վերջինիս միջոցով հնարավոր է որոշել պահանջվող գրգռման հոսանքի և լարման պահանջվող արժեքը, անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել կառավարման համակարգ, որը հնարավորություն է տալիս ապահովել համապատասխան գրգռման ռեժիմ:

Հայտնի է սինխրոն մեքենաների գրգռման ռեժիմների դիտարկմանը նվիրված մեծաթիվ աշխատություններ: Չնայած նրան, որ այդ աշխատություններում [80-84] դիտարկվել և լուծվել են գիտատեխնիկական հետաքրքրություն ներկայացնող խնդիրներ, այնուամենայնիվ դիտարկվող դեպքի համար դրանց կիրառումը

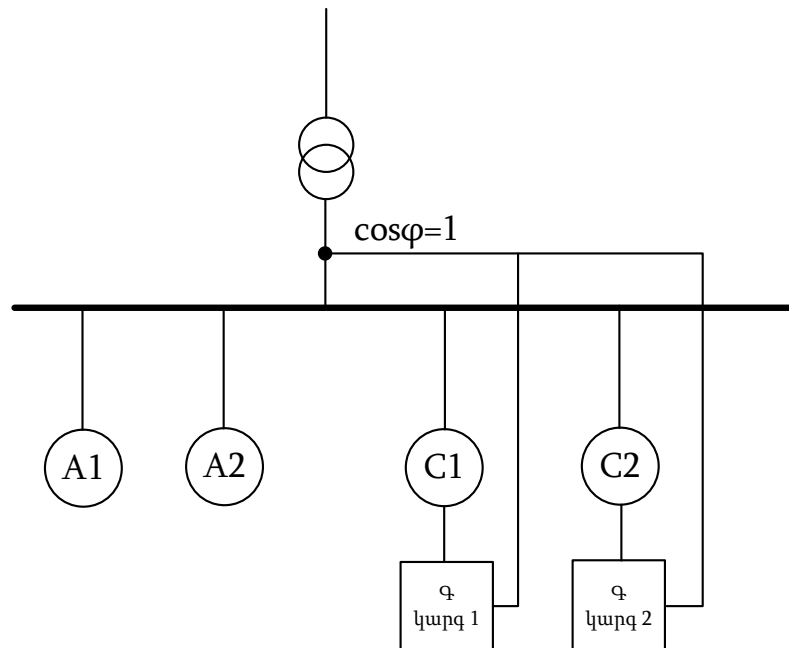
արդյունավետ չէ: Սույն բաժնում առաջադրվել է գրգռման լարման կարգավորման պարզ եղանակ:

Նկ. 4.1-ում ներկայացվել է գրգռման լարման կարգավորիչների միացման սխեման:

Ավտոմատ կարգավորման համակարգի մշակման համար օգտագործվել է գրգռման կարգավորման հետևյալ օրենքը [32]՝

$$u_f = u_{f0} + k_1(i_r - i_{r3}) + k_2 \frac{di_a}{dt} - k_3 i_f, \quad (4.1)$$

որտեղ u_f - ը գրգռման լարումն է, u_{f0} - ն գրգռման լարումն է շարժիչի պարապ ընթացքի ռեժիմում, i_r - ը, ստատորի հոսանքի ռեակտիվ բաղադրիչն է, i_{r3} - ը շարժիչի ստատորի հոսանքի ռեակտիվ բաղադրիչի հանձնարարված արժեքն է, i_a - ն ստատորի հոսանքի ակտիվ բաղադրիչն է, i_f - ը՝ հոսանքը գրգռման փաթույթում, k_1 - ը, k_2 - ը, k_3 - ը՝ փոխանցման գործակիցները:



Նկ. 4.1. Գրգռման լարման կարգավորիչների միացման սխեման

Ստատորի հոսանքի ակտիվ և ռեակտիվ բաղադրիչները արտահայտվել են θ անկյան և ստատորի փաթույթով հոսող i_d և i_q հոսանքներով: Ստատորի հոսանքի ակտիվ և ռեակտիվ բաղադրիչները կլինեն [85]՝

$$i_a = i_q \cos \theta - i_d \sin \theta, \quad i_r = i_d \cos \theta - i_q \sin \theta:$$

Այստեղ $i_q = \frac{U \sin \theta}{x_q}, \quad i_d = \frac{e_f - U \cos \theta}{x_d},$

որտեղ θ - ն ցանցի լարման վեկտորի և գրգռման փաթույթի կողմից ստատորի փաթույթում ինդուկցված էլշու-ի վեկտորի կազմած անկյունն է, x_d -ն, x_q - ն՝ ստատորի փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրությունները երկայնական և լայնական առանցքներով, i_d - ն և i_q - ն՝ ստատորի փաթույթով հոսող հոսանքներն՝ ըստ երկայնական և լայնական առանցքների, e_f - ը՝գրգռման էլշու:

Շարժիչի հզորության գործակիցը ($\cos \varphi$) որոշվել է հետևյալ կերպ [82]՝

$$\varphi = \begin{cases} \frac{\pi}{2} - \frac{i_a}{i_r} + \frac{1}{3} \left(\frac{i_a}{i_r} \right)^3, & \text{եթե } i_a < i_r \\ \frac{i_r}{i_a}, & \text{եթե } i_a > i_r \end{cases}$$

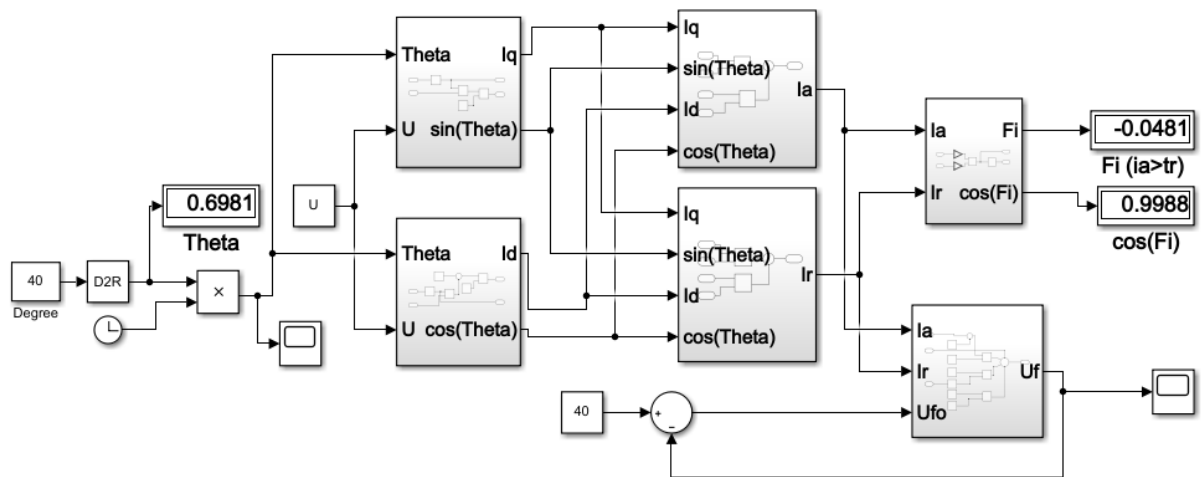
(4.1)-ում ներկայացված գրգռման կարգավորման օրենքի կիրառմամբ մշակված համակարգը փորձարկվել է աղյուսակ 4.6-ում ներկայացված դեպքերի համար

Աղյուսակ 4.6

Գրգռման կարգավորման համակարգի փորձարկման տվյալներ

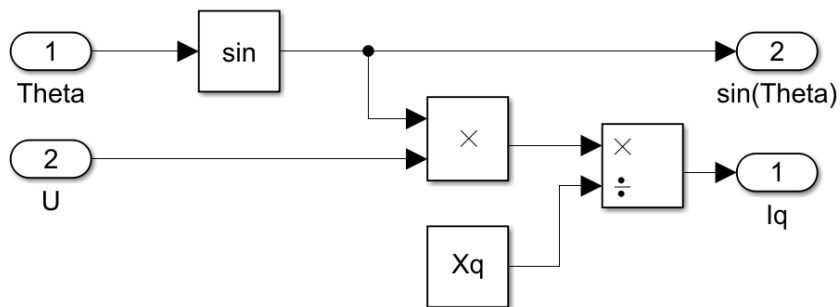
Շարժիչի տեսակը	Շարժիչի անվանական հզորությունը, կՎտ	Շարժիչի լարումը, Վ	Շարժիչի պտտման արագությունը, պտ/րոպե	Դիտարկվող դեպքեր
ԴС213/34-32	380	3000	187	U=3000Վ, U=3500Վ, U=2500Վ, $\theta = 40^\circ, \theta = 60^\circ, \theta = 85^\circ$
ԴС213/29-24	600	3000	250	
ԴС260/44-36	1100	3000	167	

Կարգավորիչի մոդելավորումն իրականացվել է Matlab ծրագրային փաթեթի Simulink միջավայրում [86, 87]: Նկ. 4.2-ում ներկայացված է առանց ինտեգրման կարգավորիչի համակարգի մոդելը $\theta = 40^\circ$ դեպքի համար:

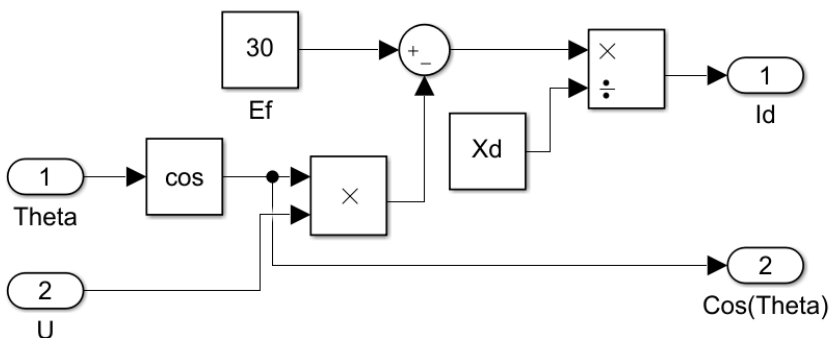


Նկ. 4.2. Առանց ինտեգրող կարգավորիչի համակարգի մոդելը $\theta = 40^\circ$ դեպքի համար

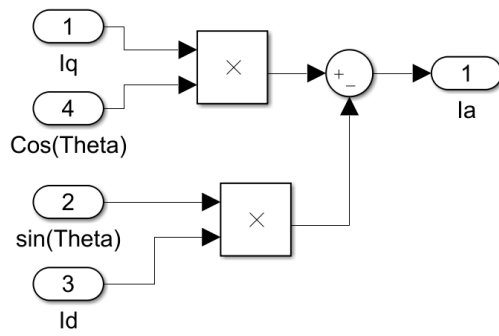
Բերված են նկ. 4.2-ում ներկայացված համակարգի առանձին բաղադրիչների Simulink մոդելները:



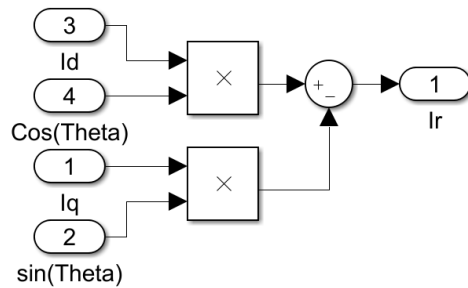
Նկ. 4.3. i_q -ի որոշման Simulink մոդելը



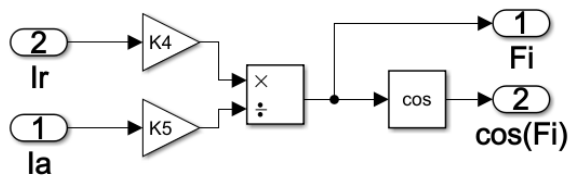
Նկ. 4.4. i_d -ի որոշման Simulink մոդել



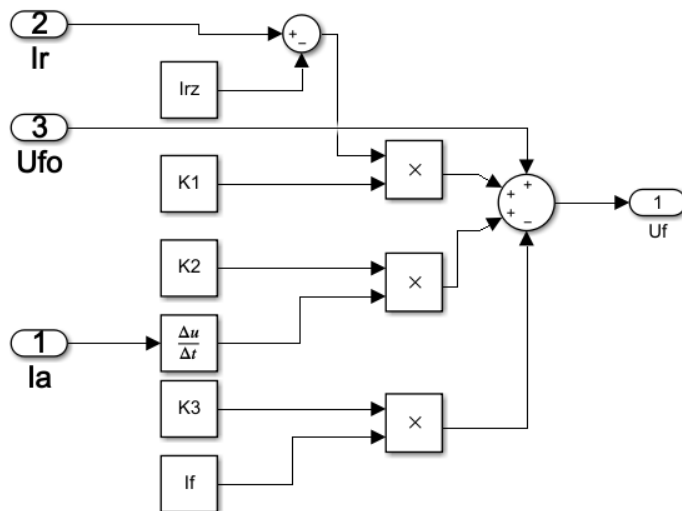
Նկ. 4.5. i_a -ի որոշման Simulink մոդել



Նկ. 4.6. i_r -ի որոշման Simulink մոդել



Նկ. 4.7 $\cos \varphi$ -ի որոշման Simulink մոդել

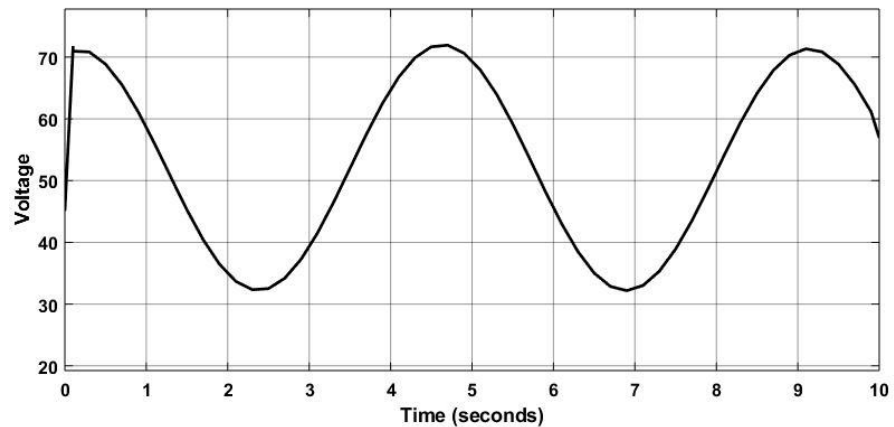


Նկ. 4.8 u_f -ի որոշման Simulink մոդել

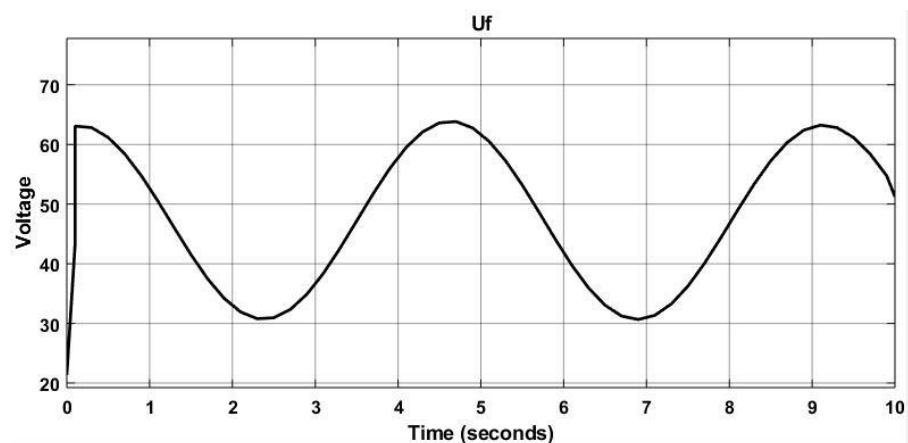
Simulink մոդելի միջոցով կատարված ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ համակարգի մուտքին տրված ազդանշանը ելքում անկայուն է (նկ. 4.9): Այդ

պատճառով էլ անհրաժեշտություն է առաջացել նախագծել կարգավորիչ [88, 89]: Նախ նախագծվել է համամասնական-ինտեգրալ-դիֆերենցիալ (ՀԻԴ) կարգավորիչ և համապատասխան գործողությունների արդյունքում ստացվել է, որ կարգավորիչի փոխանցման ֆունկցիայի ուժեղացման համամասնական և դիֆերենցիալ գործակիցները հավասար են զրոյի, ինչի արդյունքում կառավարման համակարգ է ներմուծվել ինտեգրող (Ի) կարգավորիչ: Ինտեգրող կարգավորիչի ելքային մեծությունը համեմատական է մուտքային մեծության ժամանակային ինտեգրալին: Ինտեգրող կարգավորիչի հիմնական առավելությունը կայանում է նրանում, որ բացակայում է կարգավորվող պարամետրի շեղումը հանձնարարվածից [90, 91]:

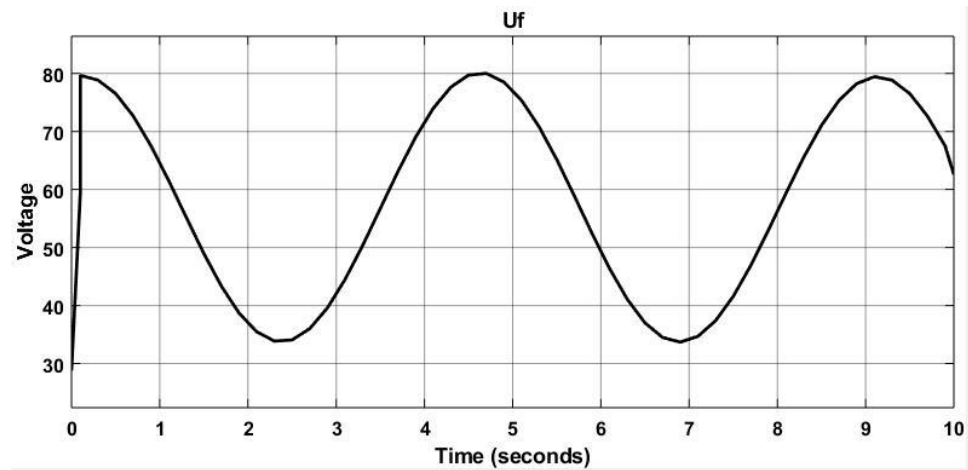
Ինտեգրող կարգավորիչի փոխանցման ֆունկցիան ունի հետևյալ տեսքը՝ $w(s) = K/s$: Նախագծման արդյունքում ստացվել է՝ $w(s) = 1000/s$:



ա)

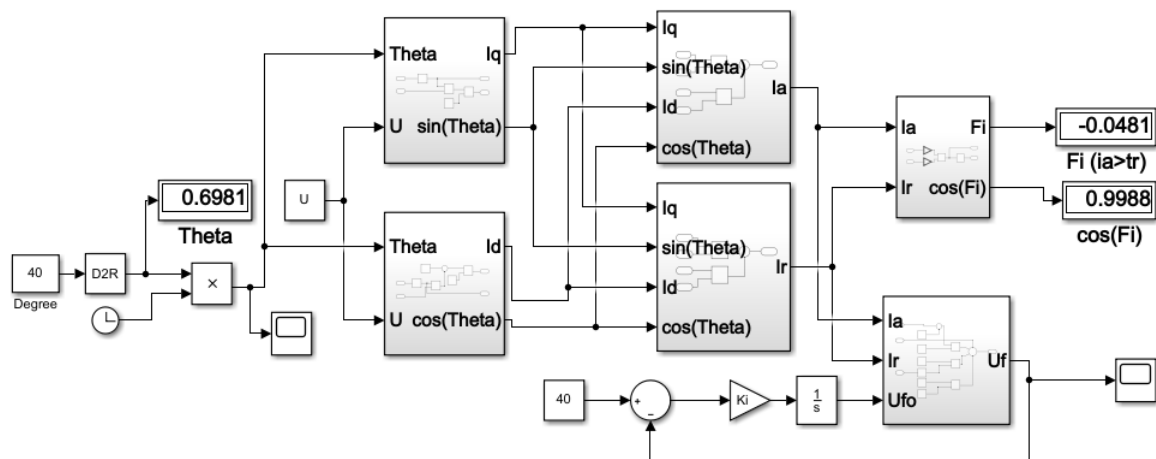


բ)



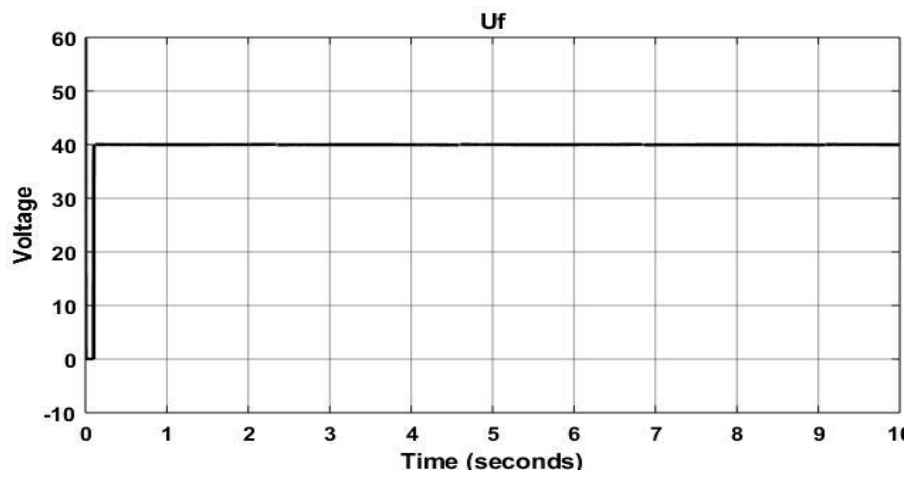
գ)

Նկ. 4.9. Գրգռման լարման ժամանակային կախվածությունները, ա) $\theta = 40^\circ$, $U = 3000$ Վ, $P=380$ կՎտ, բ) $\theta = 40^\circ$, $U = 2500$ Վ, $P=380$ կՎտ, գ) $\theta = 40^\circ$, $U = 3500$ Վ, $P=380$ կՎտ

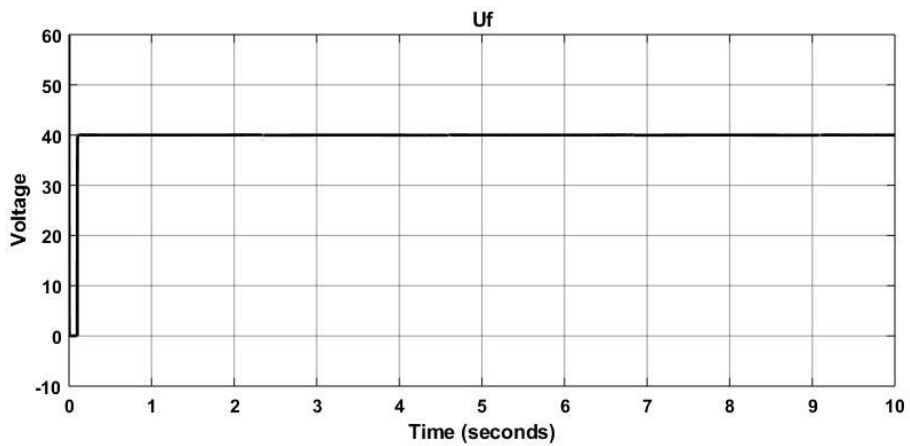


Նկ. 4.10. Ինտեգրող կարգավորիչով համակարգի մոդելը $\theta = 40^\circ$ դեպքի համար

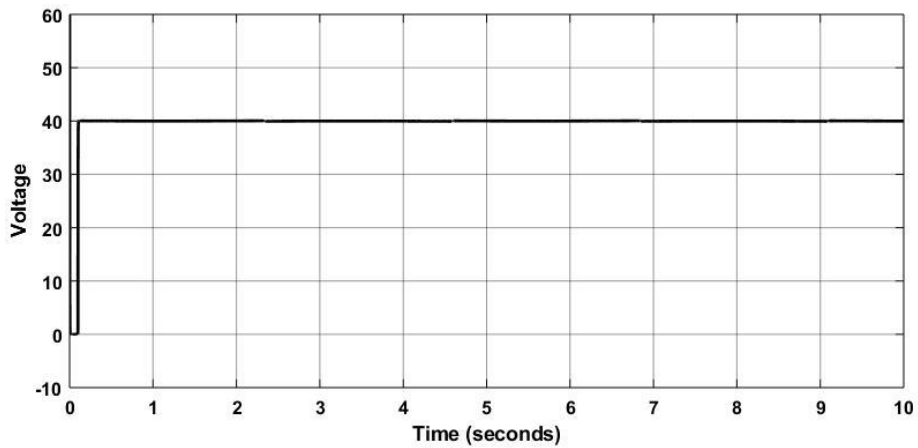
Նկ. 4.10-ում ներկայացված ինտեգրող կարգավորիչով ($K_i = 1000/s$) համակարգի մոդելի փորձարկման արդյունքում գրգռման լարումը կայունանում է (նկ.4.11): Դիտարկվող դեպքում համակարգին հանձնարարվել է ապահովել $u_f = 40$ Վ գրգռման լարում, ինչը և ապահովվել է անկախ շարժիչին մատուցվող լարման արժեքից: Կարգավորման համակարգի ուսումնասիրման արդյունքները ամփոփվել են աղյուսակ 4.7-ում: Աղյուսակից երևում է, որ հանձնարարված գրգռման լարումը հնարավոր է ապահովել անկախ շարժիչի հզորությունից, բեռնվածությունից և լարումից:



ա)



բ)



գ)

Նկ. 4.11. Գրգռման լարման ժամանակային կախվածությունները ինտեգրող կարգավորիչով համակարգում, ա) $\theta = 40^\circ$, $U = 3000$ Վ, $P=380$ կՎտ, բ) $\theta = 40^\circ$, $U = 2500$ Վ, $P=380$ կՎտ, գ) $\theta = 40^\circ$, $U = 3500$ Վ, $P=380$ կՎտ

Հանձնարարված $u_f = 40$ Վ գրգռման լարման դեպքում ինտեգրող կարգավորիչով համակարգի փորձնական արդյունքները

Ինտեգրող կարգավորիչով համակարգի դեպքում u_f -ի արժեքները				
Շարժիչի հզորությունը	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 60^{\circ}$	$\theta = 85^{\circ}$	Ա, Վ
380 կՎտ	39,96 Վ	39,98	40,26	2500
600 կՎտ	40,0 Վ	39,9	40,2	
1100 կՎտ	39,97 Վ	39,92	40,09	
380 կՎտ	39,98 Վ	39,92	40,25	3000
600 կՎտ	39,95 Վ	39,92	40,22	
1100 կՎտ	39,99 Վ	39,93	40,15	
380 կՎտ	40,0 Վ	39,88	40,23	3500
600 կՎտ	39,95 Վ	39,91	40,13	
1100 կՎտ	39,99 Վ	39,91	40,17	

4.3. Եզրակացություններ

1. Հիմնավորված է դիտարկվող տեխնոլոգիական գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար օբյեկտիվ տեղեկատվության ստացման անհրաժեշտությունը:

2. Սահմանվել է հսկման և վերլուծության ենթակա տեխնոլոգիական և էներգետիկական պարամետրերի ցուցակը: Ստացվել են նորմավորված մասշտաբով ռեգրեսիայի հավասարումներ՝ գնահատելու համար յուրաքանչյուր գործոնի ազդեցության աստիճանը սպառվող հզորության արժեքի վրա:

3. Հանքաքարի մանրացման գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունների հայտնաբերման համար մշակվել է տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների մասին օբյեկտիվ տեղեկության ստացման ալգորիթմ:

4. Matlab ծրագրային փաթեթի Simulink միջավայրում մշակվել է շարժիչի գրգռման լարման կարգավորիչ:

5. Կարգավորման համակարգի ուսումնասիրման արդյունքում պարզ է դարձել, որ հանձնարարված գրգռման լարումը հնարավոր է ապահովել անկախ շարժիչի հզորությունից, բեռնվածությունից և լարումից:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

1. Էլեկտրաէներգիայի տնտեսմանը նվիրված հայտնի աշխատությունների և հանքաքարի ջարդման ու մանրացման գործողություններում էլեկտրաէներգիայի արտադրական և ոչ արտադրական ծախսերի վերլուծման արդյունքում հիմնավորվել է հանքաքարի մանրացման փակ ցիկլով գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները, առաջնահերթությունները և նոր մեթոդի մշակման հիմնական ուղղությունը:

2. Հիմնավորվել է մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման իրականացումը ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման ճանապարհով՝ գործընթացի մասին օբյեկտիվ և համակողմանի տեղեկատվության ստացման ապահովմամբ:

3. Մշակվել է մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի աշխատանքն ապահովող հանքաքարի աղացի բանեցման սինխրոն շարժիչի ռեակտիվ հզորության գեներացմամբ պայմանավորված ակտիվ հզորության կորուստների գնահատման մաթեմատիկական մոդել՝ տեխնոլոգիական ցուցանիշների հաշվառումով, որը հնարավորություն է տալիս տարբեր հզորության սինխրոն շարժիչների համար որոշել ընթացիկ ակտիվ հզորության, գեներացվող ռեակտիվ հզորության և ակտիվ կորուստների արժեքներն աղաց-շարժիչ էլեկտրամեխանիկական համակարգի տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում:

4. Հաստատվել է, որ փոփոխվող աշխատանքային ռեժիմներով միաժամանակ աշխատող ասինխրոն և սինխրոն էլեկտրաբանեցման շարժիչներով գործընթացներում ասինխրոն շարժիչների կողմից պահանջվող ռեակտիվ հզորությունները կարող են կոմպենսացվել սինխրոն շարժիչի կողմից՝ ապահովելով ենթահամակարգի հաղորդաձողի սնման կետում պահանջվող հզորության գործակցի արժեքը:

5. Մշակվել է ռեակտիվ հզորության կոմպենսացում ապահովող հաշվարկի մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս հետազոտել տարատեսակ կառուցվածքով տոպոլոգիական սխեմաների էներգետիկական պարամետրերը և գնահատել էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հնարավորությունները ռեակտիվ հզորության

կոմպենսացման միջոցով՝ արտադրամասում օգտագործվող տարբեր թվով և հզորությամբ ասինխրոն և սինխրոն շարժիչների դեպքում:

6. Լուծվել է սինխրոն շարժիչների միջև ռեակտիվ հզորության լավարկված բաշխման խնդիրը, որը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել ակտիվ հզորության գումարային կորուստները, ինչպես նաև ենթակայանի հաղորդաձողի վրա ապահովել մեկին մոտ հզորության գործակից:

7. Մշակվել է տեխնոլոգիական և էներգետիկական ցուցանիշների մասին օբյեկտիվ տեղեկության ստացման ալգորիթ, որը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել հանքաքարի մանրացման գործընթացում սպառվող էլեկտրաէներգիայի ծախսի տնտեսման պոտենցիալ հնարավորությունները:

8. Matlab ծրագրային փաթեթի Simulink միջավայրում մշակվել է շարժիչի գրգռման լարման կարգավորիչ, փորձնական ճանապարհով բացահայտվել է նրա կիրառական հնարավորություններն անկախ շարժիչի հզորությունից, բեռնվածությունից և լարումից:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Барыкин Е.Е., Витушко А.В., Косматов Э.М. Исследование динамики удельных показателей электропотребления промышленных предприятий // Промышленная энергетика. - 1998. - № 3. - С. 2-7.
2. Тихомиров Ю.А., Печников В.И., Арефьева Н.В. Влияние роста энерговооруженности труда и энергосбережения на повышение эффективности общественного производства // Промышленная энергетика. -1990.- № 9. – С. 6-8.
3. Бойко Ф.К. Повышение эффективности использования оборудования и электроэнергии. – Алма-Ата: Наука, 1979. – 198 с.
4. Чоджой М.Х. Энергосбережение в промышленности /Пер. с англ. – М.: Metallurgia, 1982. – 270 с.
5. Никифоров Г.В., Заславец Б.И. Комплексное решение проблем электросбережения на металлургическом предприятии // Электрифик. металлург. предприятий Сибири. – 1997. – № 7. – С. 72-80.
6. Բաղդասարյան Մ.Բ. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացի էլեկտրաառժաման արդյունավետության մեծացման մեթոդներ. Մենագրություն / ՀՊՃՀ: - Երևան, 2005.-198 էջ:
7. Багдасарян М.К. Система управления процессом измельчения минерального сырья. - LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 184 с.
8. Багдасарян М.К., Шахнин В.А., Давтян Д.В. Алгоритм формирования комплексных мер для анализа потребляемой мощности в процессе обогащения минерального сырья // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. - 2017.- №1. -С. 29-39.
9. Волков Н.Г. Качество электроэнергии в системах электроснабжения: Учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет.-Томск: Изд-во ТПУ, 2010.- 152 с.
10. Овчаренко Д.Е., Розинский Д.И. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий. – Киев: Техніка, 1989. – 287 с.
11. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. – М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.
12. Декопов Б.И., Загриновский Р.И., Куперберг А.Д. Проектирование электроснабжения объектов горно-обогатительных предприятий. – М.: Недра, 1989. – 176 с.

13. Хронусов Г.С. Проблемные вопросы формирования оптимальных режимов электропотребления горных предприятий // Известия Вузов. Горный журнал.- 1987.- №10. - С. 121-129.
14. Хронусов Г.С., Ручьев Н.В., Школьник М.И. Управление электропотреблением горнорудного предприятия в периоды режимных ограничений электроэнергосистем // Известия Вузов. Горный журнал. – 1987. - №4. - С. 109-113.
15. Бацова С.В. Организация нормирования электроэнергии на промышленном предприятии. Экономическое стимулирование рационального использования электроэнергии // Литье и металлургия: Научно-производственный журнал. – 2010. – № 3 (56). – С. 131 - 133.
16. Идиятуллин Р.Г., Шуралев Д.В. Разработка теории расчета адекватных удельных норм электропотребления для нестационарных режимов загрузки предприятия // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.-2001.-№ 11-12. - С. 101-112.
17. Авакумов В.Н., Кузнецов Н.М. Анализ и нормирование электропотребления обогатительной фабрики // Промышленная энергетика. - 1987. -№ 12. - С. 4-5.
18. Олейников В.К. Анализ и планирование электропотребления на горных предприятиях. – М.: Недра, 1983. – 192 с.
19. Baghdasaryan M., Muradyan S. On the stable locking in to synchronism if the ore pulverizer electric drive // Problems of Applied Mechanics. - Tbilisi, 2008. - N 2 (31). - P.114 –118.
20. Багдасарян М.К., Аветисян А.М. Об устойчивости синхронного электропривода рудоразмольной мельницы // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН. – 2007. – Т. LX, №2. – С. 323-328.
21. Шеин Д. Применение энергосберегающих технологий при обогащении железной руды на ДОФ ОАО «ОлКон» // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции. <http://files.scienceforum.ru/pdf/2015/15821.pdf>
22. Энергосберегающие асинхронные двигатели для привода горных машин/ В.А. Чувашов, Ю.Н. Папазов, В.Ю. Чуванков, и др. // Электричество. - 2007. - №5. - С. 61-68.
23. Маринич И.А. Адаптивная система управления дробильно-измельчительным комплексом // Вестник ИрГТУ. – Иркутск, 2013. - №4 (75). - С. 24-29.
24. Лысенко О.А. Режимы энергосбережения установок центробежных насосов с асинхронными двигателями // Известия Томского политехнического университета. Техника и технологии в энергетике. – Томск, 2014. – Т. 325, № 4. – С. 133-141.

25. Кузнецов Н.М. Рациональное электропотребление на горных предприятиях / Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – М., 2012. – С. 128-135.
26. Մուրադյան Ս.Մ. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացն ապահովող էլեկտրամեխանիկական համակարգի օպտիմալացում. Տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսություն.- Երևան, 2009.- 138 էջ:
27. Багдасарян М.К., Мурадян С.М. Модель исследования полезной мощности, потребляемой усовершенствованной рудоразмольной мельницей // Вестник ГИУА. Серия Моделирование, оптимизация, управление. – Ереван, 2008. – Вып. 11, том 2. – С. 35-40.
28. Багдасарян М.К. К определению полезной мощности усовершенствованной конструкции барабанной мельницы // Горное оборудование и электромеханика. - М., 2010. - №11. - С.45- 48.
29. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. -М.: Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
30. Черный С.И., Бельчицкий А.П. Использование компенсирующей способности синхронных двигателей горных предприятий в современных условиях. - Днепропетровск: Национальный горный университет, 2007.-Том 78. - С. 119-124.
31. Веселов А.Е., Карпов А.С., Ярошевич В.В. Технико-экономическая оценка эффективности привлечения синхронных электродвигателей предприятий к генерации реактивной мощности // Вестник МГТУ.-М., 2009. - Том 12, №1.- С.83-88.
32. Вершинин П.П., Хашпер Л.Я. Применение синхронных электроприводов в металлургии. – М.: Металлургия, 1974. – 272 с.
33. Зайцев А.И., Плехов А.С. Минимизация потерь электроэнергии в промышленном и сельскохозяйственном производстве // Электротехнические комплексы и системы управления – Воронеж, 2008. - №2. - С. 4-8.
34. Белый В.Б. Электромагнитная совместимость элементов систем электроснабжения, содержащих устройства компенсации реактивной мощности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета.- Барнаул, 2009.- № 6 (56). - С. 62-65.
35. Герасименко А.А., Нешатаев В.Б. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии: Монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 218 с.

36. Плехов А.С., Охотников М.Н., Титов В.Г. Задачи идентификации и оптимизации при энергосберегающем управлении электроприводами и алгоритмы их решения // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2011. - № 3(90). - С. 215–225.
37. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях: Учебное пособие.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 186 с.
38. Михайлов В.В., Овчинников В.В., Салютин А.А. Оценка технико-экономической эффективности устройств компенсации реактивной мощности в условиях рыночных отношений // Промышленная энергетика. - 1995.-№7.-С. 41-42.
39. Фролов В.А. Выбор оптимального числа и мощности ступеней регулирования конденсаторной установки // Промэнерго. -1993.- N1. - С. 24-27.
40. Դավթյան Դ.Վ. Հանքաքարի մանրացման տեխնոլոգիական գործընթացում ծախսվող էլեկտրաէներգիայի տնտեսման հայտնի մեթոդների վերլուծություն // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. -2018.- Հ.15, N3.-էջ 399-404:
41. Фотиев М.М. Электрооборудование предприятий черной металлургии. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 200 с.
42. Веселов А.Е., Карпов А.С., Ярошевич В.В. Техничко-экономическая оценка эффективности привлечения синхронных электродвигателей предприятий к генерации реактивной мощности // Вестник МГТУ.- М., 2009.- Том 12, №1. - С.83-88.
43. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. - М.: Госэнергоиздат, 1984. -240 с.
44. Справочник по обогащению руд. -Том 1. - М.: Недра, 1972, - 447 с.
45. Բաղդասարյան Մ.Բ., Դավթյան Դ.Վ. Հանքաքարի մանրացման գործընթացում էլեկտրաէներգիայի տնտեսման համար սինխրոն շարժիչների ռեակտիվ հզորության կոմպենսացման հնարավորությունների օգտագործումը // ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու. - 2018. – Մաս 3. -էջ 693-698:
46. Bhukya Prasad, Debasish Basak Dr. Energy Saving Technologies in Industries- An overview // International Journal of Scientific and Research Publications. -2014. – Vol. 4, issue 4. -P.1-5.
47. Köwener, D., Jochem, E., Mielicke, U. Energy Efficiency Networks for companies – Concept, achievements and prospects // ECEEE Proceedings. – 2011.- Ed. 2.- P. 725–733.
48. Jochem E., Gruber E. Local learning networks on energy efficiency in industry – Successful initiative in Germany // Applied Energy. -2007.- 84.- P. 806–816.
49. Шинкоренко С.Ф. Техническое измельчение руд черных металлов- М.: Недра, 1988. - 221 с.

50. Baghdasaryan M., Gasparyan A., Davtyan D. Analysis of the Joint Operation of the Synchronous and Induction Motors Used in the Ore-grinding Processes // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. - 2018. -№ 3–4. –P. 46-53.
51. Առաքելյան Դ.Կ., Դավթյան Դ.Վ. Հանքաքարի աղացի բանեցման սինխրոն շարժիչի սպառման հզորության կորուստների գնահատումը տեխնոլոգիական և էներգետիկական գործոնների փոփոխման պայմաններում//ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու. - 2016. – Մաս 2.- էջ 508-513:
52. Baghdasaryan M.K., Gasparyan A.A., Arakelyan D.K. Analyzing the Main Factors Affecting The Reactive Power of Induction Motors Used in The Production of Metallic Concentrates // International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES).- 2016. - Vol. 4, issue 9. - P. 36-43.
53. Осин И.Л., Шакарян Ю.Г. Электрические машины. Синхронные машины. - М.: Высшая школа, 1990. - 304 с.
54. Воротницкий В.Э., Шакарян Ю.Г., Сокур П.В. О развитии и координации услуг по компенсации реактивной мощности // Энергоэксперт. – 2013.- №5 (40).- С.32-37.
55. Копылов И.П. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие. - М.: Энергия, 1980.-496 с.
56. Копылов И.П., Клоков Б.К. Справочник по электрическим машинам. – Т.2. – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456 с.
57. Moe Kay Thi Khaing. Power Factor Correction with Synchronous Condenser for Power Quality Improvement in Industrial Load // International Journal of Science and Engineering Applications. -2014.- Vol. 3, issue 3. P.39-43.
58. Baghdasaryan M., Mailyan A., Davtyan D. Using the Possibility of the Synchronous Motor Compensation in the Production Processes with Synchronous and Induction Motors // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. -2017. -№ 9–10. – P. 80-84.
59. Проектирование электрических машин. Изд. 3-е, переработ. и доп/ П.С. Сергеев и др.- М.: Энергия, 1969.-632 с.
60. Давтян Д.В. Экономия расхода электроэнергии в процессе измельчения руды с использованием компенсирующей способности синхронных двигателей // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. - 2018.- N2.- С.47-57.
61. Сиромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1984.-528 с.
62. Артемов А.И. Электроснабжение промышленных предприятий в примерах и задачах.- Смоленск, 2000. - 300 с.

63. Современные способы компенсации реактивной мощности крупных металлургических приводов/ Г.П. Корнилов, Т.Р. Храмшин, А.Н. Шеметов и др. // Изв. вузов. Электромеханика. -2009.- № 1. – С. 28–31.
64. Кигель Г.А., Трифонов В.Д., Чирва В.Х. Оптимизация режимов возбуждения синхронных двигателей на железорудных горно-обогатительных комбинатах // Изв. вузов. Горн. журн. –1981. – №7. – С. 107–110.
65. Корнилов Г.П., Семенов Е.А., Хабиров Р.Р. Определение компенсирующей способности синхронных двигателей с учётом влияния питающей сети // Изв. вузов. Электромеханика. - 2007.- № 5. – С. 72-73.
66. Кочкин В.И., Нечаев О.П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. - М.: НЦ ЭНАС, 2002.- 247 с.
67. Бакута В.П., Копырин В.С. Автоматизированное управление реактивной мощностью в узле нагрузки системы электроснабжения предприятия // Промышленная энергетика. - 2002. -№5.- С. 54-57.
68. Корнилов Г.П., Карандаев А.С., Шурыгина Г.В. Оптимальное регулирование возбуждения синхронного двигателя // Промышленная энергетика. - 1990.- №8. - С. 24-25.
69. Корнилов Г.П., Лазоренко А.С., Храмшин Т.Р., Шурыгина Г.В. Системы векторного регулирования возбуждения синхронного двигателя // Изв. вузов. Электромеханика. – 2004.- №2. - С. 28-31.
70. Багдасарян М.К., Аракелян Д.К. Исследование влияния отклонения напряжения на реактивную мощность синхронного двигателя // Вестник НПУА: Электротехника, энергетика. -2016.- N1.- С.27-36.
71. Исследование влияния динамических антивибраторов на повышение надежности приводов рудоразмольных мельниц / В.Н. Потураев и др. - В кн.: Надежность горных и транспортирующих машин: Сб. научн. тр.- Киев: Наукова думка, 1985. – С.95-102.
72. Кузнецов Н.М., Шуцкий В.И. Рациональное электропотребление на горнодобывающих и горно-обогатительных предприятиях / Рос. акад. наук.- Апатиты, 1997. - 211 с.
73. Ляхомский А.В., Бабокин Г.И. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий. - М.: Изд-во "Горная книга", 2012.- 232 с.
74. Карякин А.Л., Белов К.Д., Дегтярев Е.А. Прогнозирование потребления электроэнергии цехом агломерации на основе метода искусственных нейронных сетей // Изв.вузов. Горный журнал.- 2008.- № 8. – С. 128-129.

75. Папков Б.В., Шеголькова Т.М. Повышение эффективности электропотребления на промышленных предприятиях // Промышленная энергетика. - 1995. - N 12. – С. 21.
76. Кузнецов Н.М., Петров М.Г. Власов Ф.В. Анализ электропотребления на Стойленском горно-обогатительном комбинате // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).- 2005.- N6.- С. 268-274.
77. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. - М.: Физматлит, 2006.- 816 с.
78. Bretz F., Hothorn T., Westfall P. Multiple Comparisons Using R.-Boca Raton. - Chapman and Hall/CRC, 2010.- 205 p.
79. Барский Л.А., Рубинштейн Ю.Б. Кибернетические методы в обогащении полезных ископаемых. - М.: Недра, 1970.-312 с.
80. Низимов. В.Б. Пусковые характеристики синхронного двигателя при дискретном управлении контуром возбуждения // Проблемы создания новых машин и технологий. – 2001. – Вып. 1. – С. 34–38.
81. Hamata V. Solution of the Equation of Motion of a Synchronous Machine // Acta Technica Csav. – 1981. – Vol. 26, issue 6. – P. 688–699.
82. Абрамович Б.Н. Возбуждение, регулирование и устойчивость синхронных двигателей. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние, 1983. – 128 с.
83. Глебов И.А. Электромагнитные процессы систем возбуждения синхронных машин. – Л.: Наука, 1987. – 344 с.
84. Kyriakides E. An observer for the estimation of synchronous generator damper currents for use in parameter identification // IEEE Transactions on Energy Conversion. – 2003. – Vol. 18, issue 1. – P. 175–177.
85. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока.- Л.: Энергия, 1980. - 256 с.
86. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. - СПб.: Питер, 2008.- 290 с.
87. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения: Полное руководство пользователя. - М.: СОЛОН-Пресс, 2002. - 768 с.
88. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. - СПб.: Питер, 2005. - 336 с.
89. Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления. - Минск: Высшая шк., 2002. - 352 с.
90. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления / Пер. с англ. Б.И. Копылова. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. -832 с.

91. Денисенко В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации. Ч. 1 // Современные технологии автоматизации. - 2007. - №4. - С. 86-97.