

ՀՀ ԿՐԹՈՒ ԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒ ԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒ ԹՅՈՒՆ  
ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒ ԹՅԱՆ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒ ԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ  
ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼ ՍԱՐԱՆ

## **ՏԱԹԵՎԻԿ ԱՇՈՏԻ ՓԱՅՏՅԱՆ**

**Լ ԵՌՆԱՅԻՆ ՂԱՐԱԲԱՂԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒ ԹՅԱՆ ՀՈՒ ՄՔԱՅԻՆ ԲԱԶԱՅԻ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒ ՄԸ ՄԻՆԻ ԳՈՐԾԱՐԱՆՈՒ Մ ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒ ԹՅԱՆ  
ՀԱՄԱՐ**

## **Ա Տ Ե Ն Ա Խ Ո Ս ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն**

Ե.23.01- «Շինարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ, շինարարական  
նյութեր և շինարարական մեխանիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական  
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Գիտական ղեկավար՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր  
Ա.Մ. Սաֆարյան

ԵՐԵՎԱՆ 2018

**ԲՈՎԱՆԻԱԿՈՐ ԹՅՈՐ ԵՆ**

ՆԵՐԱՃՈՒ ԹՅՈՒՆ.....

**ԳԼՈՒԽ1. ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԱԿՆԱՐԿ**

1.1. Պորտլ անդգեմենտի արտադրութեան միջին զործարան ..... 9

1.2. Պորտլ անդգեմենտի էներգախնայող արտադրութեան ..... 16

**ԳԼՈՒԽ2. ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ԵԼԱՆՅՈՒԹԵՐ**

2.1. Ցեմենտի արտադրութեան բնական հումքային ելանյութեր ..... 25

2.2. Ցեմենտի արտադրութեան տեխնածին հումքային ելանյութեր ..... 33

**ԳԼՈՒԽ3. ԼՂՀ-ՈՒՄ ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ԲԱՉԱՆ**

3.1. ԼՂՀ-ում պորտլ անդգեմենտի արտադրութեան հումքի կազմը, հատկութեան ներքև պաշարները ..... 42

3.2. Պորտլ անդգեմենտային կլինկերի հումքային խառնուրդի կազմի ընտրութեան ..... 60

3.3. Պորտլ անդգեմենտի հումքային բովախառնուրդի հաշվարկը, թրծումը և ստացված ցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հատկութեան ներքև ..... 85

**ԳԼՈՒԽ4 ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՍԻԵՄԱԵՎ ՄՈՏԱԿՈՐ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿ**

4.1. Միջին զործարանում պորտլ անդգեմենտի արտադրութեան տեխնոլոգիա ..... 106

4.2. Մոտավոր տնտեսական արդյունավետութեան ..... 114

**ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ** ..... 120

**ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ** ..... 122

## ՆԵՐՈՒՆ

**Աշխատանքի արդիականությունը:** Հայաստանի Հանրապետության ցեմենտի արտադրությունների Լեռնային Ղարաբաղի Հանրապետությունից (ԼՂՀ) (կամ Արցախի Հանրապետությունից) տարածքային առումով հեռու լինելը և ավտոտրանսպորտով ցեմենտի փոխադրման բավականին մեծ ծախսերը արդիական են դարձնում ԼՂՀ-ի տարածքում ցեմենտի արտադրության հնարավորության հարցը մինի (փոքրածավալ) գործարանի կառուցման միջոցով: Այդ նպատակով կատարվել են ԼՂՀ-ի հումքային բազայի հետազոտություններ՝ ցեմենտի արտադրության հնարավորության ուղղությամբ:

Մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը հնարավորություն է տալիս արդյունավետորեն լուծել տարածաշրջանում ցեմենտի տեղային (լոկալ) պակասի խնդիրը, բացի այդ, ցեմենտի մշտական բարձր պահանջարկը ներդրողների համար երաշխիք է ֆինանսները շահավետորեն ներդնելու գործի մեջ, իսկ տարածաշրջանն ապահովել աշխատատեղերով և առաջիկա տարիների ընթացքում: Կապակցանյութի հիմնական տեսակի՝ պորտլանդցեմենտի արտադրության զարգացման ժամանակակից փուլի հիմնական խնդիրը դրա արտադրության ակտիվացումն է և արդյունավետության բարձրացումը: Ցեմենտի արտադրությունը կապված է էներգետիկական մեծ ծախսերի հետ, որոնք առաջանում են հումքային բաղադրիչների և կլինկերի աղացման, խառնման, բարձր ջերմաստիճանային թրծման արդյունքում: Ցեմենտի ինքնարժեքում էներգետիկական ծախսերի մասնեբաժինը հասնում է 30...40%: Էներգակիրների և տրանսպորտային ծառայությունների գնաճի տեմպերը ավելի արագ են զարգանում քան ցեմենտի վաճառքի գինը, ինչի հետևանքով տուժում են ցեմենտ արտադրող ձեռնարկությունները: Բացի էներգածախսերի իջեցումից, ցեմենտ արտադրող գործարանը լուծում է նաև բնապահպանական խնդիրներ, որոնք նույնպես ծախսեր են պահանջում և այդ պարագայում չպետք է տուժի արտադրության Էկոնոմիկան և ցեմենտի որակը [1...3]:

Վերոհիշյալի հետ կապված՝ տարբեր տեխնոլոգիական և վառելիք պարունակող թափոնների կիրառման միջոցով կլինկերի արտադրության

Էներգածախսերի նվազեցման խնդրի լուծումը արդիական է և ներկայանում է որպես ցեմենտի արդյունաբերության զարգացման հիմնական ուղղություններինց մեկը [4]:

Ցեմենտի արդյունաբերությունում կուտակվել է արտադրական թափոնների օգտագործման մեծ փորձ: Առավել հանգամանալից ուսումնասիրվել և ցեմենտի արտադրման ձեռնարկություններում կիրառվում են դոմնային և ֆոսֆորային խարամները, մոխիրը և ջերմային էլեկտրակայանների մոխրախարամային խառնուրդները, պիրիտային և կոլչեդանային թերայրուկները, գունավոր մետաղների հատիկախարամները և այլ արտադրական թափոններ [5...7]: Ավելի քիչ են ուսումնասիրված և մեծ կիրառում չունեն ածխահարստացման գործարանների թափոնները, որոնց ծավալները կարող են բավարարել ցեմենտի բոլոր գործարանների պահանջարկը՝ արտոլանդցեմենտային կլինկերի արտադրության համար որպես հումքային բովախառնուրդ օգտագործելու դեպքում: Հումքային բովախառնուրդի բաղադրության մեջ ածուխ պարունակող բաղադրիչներում ծելու դեպքում բարձրանում է դրա էներգետիկ պոտենցիալը, որը կարող է ոչ միայն իջեցնել կլինկերի թրծման համար տեխնոլոգիական վառելիքի ծախսը, այլ նաև բարձրացնել հումքի ռեակցիոն ունակությունը, արագացնել կլինկերներում միներալ ագոյացման գործընթացները և բարձրացնել ցեմենտների ակտիվությունը: Կլինկերի թրծման ժամանակ ածխային մասնիկների լրիվ այրումը նպաստում է կլինկերում ծակոտկեն հատիկների ձևավորմանը, ինչը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել դրանց աղացման ծախսերը [8...11]:

Բնական և ավանդական հումքերի համեմատ տեխնածին հումքն ավելի էներգապես հազեցված է, քանի որ հիմնական արտադրանքը ստանալիս այն անցնում է մեխանիկական, քիմիական, ջերմային և այլ մշակումներ: Նշվածի հետ կապված՝ այդպիսի հումքի օգտագործումը կարող է հանգեցնել էներգածախսերի իջեցման, ուստի և արտադրվող շինարարական նյութերի ինքնարժեքի նվազեցման: Տեխնածին հումքի վերամշակման սկզբունքներն ու առանձնահատկությունները, ինչպես նաև դրանցից շինարարական նյութերի ստացման տեխնոլոգիաների ներդրումը արդիական է և պահանջում է գիտականորեն հիմնավորված լուծումներ [12...16]:

ԼՂՀ-ում գեմենտի արտադրության համար միակ հնարավոր տարբերակը ժամանակակից միևնույն գործարանի կառուցումն է [17]:

**Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները:** Աշխատանքի հիմնական նպատակն է՝ տեխնածին թափոնների հիման վրա հոլմբային բովախառնուրդի բաղադրության մշակումը, որի արդյունքում հնարավոր է մեծացնել բովախառնուրդի էներգետիկ պոտենցիալը և դրա հաշվին իջեցնել թրծման էներգածախսերը և միևնույն ժամանակ ապահովել հիմնական կլիներային միներալների օպտիմալ քանակի առաջացումը:

Առաջադրված նպատակի իրագործման համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- գեմենտի արտադրության համար ԼՂՀ-ի հոլմբային բազայի և տեխնածին թափոնների հետազոտությունը,
- հիմնական կլիներային միներալների անհրաժեշտ քանակությամբ սինթեզի համար հոլմբային բովախառնուրդի մշակումը և քիմիական բաղադրության օպտիմալ բնութագրերի հետազոտությունը,
- հոլմբային բովախառնուրդի և ածխի թափոնների \$իզիկաքիմիական ազդեցության հետազոտությունը,
- օգտագործվող թափոնների հաշվարկի արդյունքով կազմված հոլմբախառնուրդից ստացված գեմենտի որակական բնութագրերի հետազոտությունը,
- արտլանդգեմենտի ստացման տեխնոլոգիական սխեմայի ներկայացումը, գեմենտի արտադրության ժամանակ տեխնածին թափոնների օգտագործման տնտեսական արդյունավետության գնահատումը:

**Յետազոտության մեթոդիկան:** Յետազոտությունները կատարվել են քիմիական, ապարաբանական, ռենտգենաֆազային, դիֆերենցիալ-թերմիկ և \$իզիկամեխանիկական եղանակներով:

**Աշխատանքի գիտական նորոլթը:**

- Տեսականորեն հիմնավորված և գործնականորեն ապացուցվել է կրաքարային թափոններից, սուլֆիդային պղնձահանքի հարստացման գործարանի թափոնակույտային «պոչերից», ածուխների հարստացման

«արչերից» բաղկացած հուժքային բովախառնուրդից (KH-0,91, n-2,38 և p-1,45) պորտլանդցեմենտի կլինկերի ստացման հնարավորությունը:

- Քիմիական և ռենտգենաֆազային վերլուծությունների մեթոդով ստացված կլինկերների միներալոգիական բաղադրության հետազոտությունները ցույց են տվել՝ հաշվարկված հուժքախառնուրդից ստացված կլինկերը բնութագրվում է ալիտի բարձր պարունակությամբ, բելիտի ու եռակալցիումական ալյումինատի ցածր քանակությունը չի հանգեցնում ազատ CaO-ի առաջացմանը:
- Սահմանվել է, որ բազմաբաղադրիչ սիլիկատային համակարգերի հալման ժամանակ կլինկերագոյացումը տեղի է ունենում հավասարակշռային մոտ պայմաններում սիլիկատագոյացման գործընթացի ավարտի պահին:
- Հուժքի ոչ ավանդական աղբյուրների օգտագործմամբ հնարավորություն է ստեղծվում ակտիվացնել կլինկերի առաջացման ֆիզիկաքիմիական պրոցեսները, առավել ապեսյուրացնել կալցիումի օքսիդը՝ հեղուկ ֆազայի քանակի ավելացման և դրամածուցիկության նվազեցման հաշվին, արդյունքում սինթեզվում է բարձր ակտիվությամբ ցեմենտային կլինկեր:

**Աշխատանքի գործնական նշանակությունը:** Հետազոտվել և հիմնավորվել է տեխնածին, այդ թվում՝ ածխահարստացման թափոնների՝ որպես պորտլանդցեմենտային հուժքախառնուրդի բաղադրիչների օգտագործելու հնարավորությունը:

Լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքներով բացահայտվել է, որ տեխնածին թափոնները հուժքախառնուրդի արժեքավոր բաղադրիչներն են, որոնք հնարավորություն են տալիս ակտիվացնել ցեմենտի արտադրության հիմնական պրոցեսները և ապահովել CEM I 32,5N/ՈԼ 400 ժՕ դասի պորտլանդցեմենտի կայուն թողարկումը:

Պորտլանդցեմենտային կլինկերի արտադրության համար հուժքային բովախառնուրդի առաջարկված բաղադրությունը հնարավոր է ստանալ ավելի ցածր ջերմաստիճաններում, ինչի հետևանքով իջնում է վառելիքի ծախսը:

1 տոննա ցեմենտի արտադրության ժամանակ խնայվում է միջինը 20 մ<sup>3</sup> գազ, 1մ<sup>3</sup> գազի արժեքը 136 դրամ կազմելու դեպքում ստացվում է 2720 դրամ խնայողություն: Տարեկան 100 հազ. տոննա ցեմենտի արտադրության դեպքում միայն գազի խնայողությունը կկազմի 272 մլն դրամ:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ պորտլանդցեմենտ ստանալիս հնարավոր է օգտագործել տեղական տեխնածին թափոնները, ինչի շնորհիվ լուծվում է այնպիսի կարևոր բնապահպանական հիմնախնդիրը, ինչպիսին տարածաշրջանում թափոնների օգտահանումն է (ուտիլացումը):

**Պարտաւնության ներկայացվում են:**

- Մինի գործարանների գործունեության փորձի և տնտեսական մեխանիզմի առանձնահատկությունների վերլուծության արդյունքները և ցեմենտի արտադրության տեղակայման պայմանները:
- Ցեմենտի արտադրության արդյունավետության բարձրացման հնարավորությունները ռեսուրսախնայողության և տեղական հումքային պաշարների հիման վրա:
- Տեխնածին թափոնների՝ որպես պորտլանդցեմենտի հումքային խառնուրդի բաղադրիչ, օգտագործման հնարավորությունների վերլուծության արդյունքները:
- Պորտլանդցեմենտի արտադրության համար ԼՂՀ հումքային բազայի հետազոտությունները:
- Հաշվարկված հումքային բովախառնուրդի ռեակցիոն ունակությունը և կլինկերագոյացման պրոցեսի \$իզիկաքիմիական առանձնահատկությունները:
- Ստացված ցեմենտի որակական բնութագրերի որոշումը:
- Ցեմենտի արտադրության առաջարկվող տեխնոլոգիական սխեմայի օգտագործման մոտավոր տնտեսական արդյունավետության գնահատումը:

**Հետազոտության արդյունքների հավաստիություններ:** Գիտական դրույթների, եզրակացությունների և առաջարկությունների հավաստիությունն ու հիմնավորվածությունը հաստատվում են.

փորձարարական հետազոտությունների նշանակալի ծավալով, հետազոտման տարբեր մեթոդների օգտագործման ժամանակ բացահայտված հարաչափերի գույքամիտությունամբ, տեսական հաշվարկներից և փորձնական հետազոտություններից ստացված արդյունքներով:

Ուսումնասիրություններն ու փորձարկումներն իրականացվել են համաձայն գործող Պետական ստանդարտների, օգտագործվել են ժամանակակից ապարագիտական, ֆիզիկաքիմիական, դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային, ֆիզիկամեխանիկական հետազոտման եղանակները:

Լաբորատոր ուսումնասիրությունների արդյունքները կատարվել են «Հորիզոն-95»

ՍՊԸ-ում, «Լեռնամետալուրգիա» ՓԲԸ-ում, ՀՀԳԱԱ «Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտ»: Փորձարկումների ակտը ներկայացված է ատենախոսական աշխատանքում:

**Հետազոտության արդյունքների նախադրձահավանությունը:**

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են ՃԾՀԱՀ-ի «Քիմիա, կապակցող նյութեր և սիլիկատներ», «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիա», «Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիա և կազմակերպում» ամբիոնների համատեղ նիստում, ինչպես նաև Ռուսաստանի Դաշնության Սանկտ-Պետերբուրգ քաղաքում 2013թ. կայացած «Ճարտարապետության և շինարարության արդի հիմնախնդիրները» խորագրով V Միջազգային գիտաժողովում:

**Ատենախոսության հրապարակումները:** Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու հետազոտության արդյունքները հրապարակված են 7 գիտական հոդվածներում:

**Ատենախոսության կազմը և ծավալը:** Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 4 գլխից, եզրակացություններից, օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքը շարադրված է համակարգչային եղանակով տպված 131 էջի վրա՝ ներառելով 32 նկար, 43 աղյուսակ, 165 անուն գրականության ցանկ և հավելվածներ (2 էջ):



## **ԳԼՈՒԽՈՒ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԱԿՆԱՐԿ**

### **1.1. Պորտլ անդեմենտի արտադրության միևնույն գործարան**

Ցեմենտի արտադրության զարգացումը անցել է մի շարք փուլեր, որոնք տարբերվում են ինչպես ռազմավարական ուղղվածությամբ, այնպես էլ առաջնահերթ մարտավարական խնդիրների լուծմամբ: ԱՊՅ երկրների ցեմենտի արտադրությունը այժմ գտնվում է բեկումնային ժամանակաշրջանում, և նրա ապագան մեծ հաշվով կախված է առաջիկա զարգացման համար նախատեսված մեթոդներից: Անշուշտ, կարևոր ռազմավարական խնդիր է ցեմենտի արտադրության համար ծախսվող էլեկտրաէներգիայի և վառելիքի կտրուկ նվազեցումը: Մարտավարական խնդիրները ձևավորվում են առկա հումքի բազայի, տեխնոլոգիական գործընթացի և արտադրական սարքավորումների վիճակի հիման վրա: Հաշվի առնենք այն հանգամանքը, որ էներգիայի սպառումը նվազեցնելու համար զգալի արդյունքի կարելի է հասնել միայն գործարաններում արտադրության չոր եղանակի ներդրման դեպքում [1...4, 12, 18]:

Հումքային բազայի նպատակային փոփոխությունը, ի հաշիվ տեխնածին հումքի օգտագործման, ցեմենտի արտադրության վերակառուցման անկյունաքարն է: Ներկայումս նույնիսկ

ամենաառաջարկեմ արտասահմանյան ընկերությունները ցեմենտի նոր արտադրություն նախագծելիս ավելի շատ կենտրոնանում են տարբեր արդյունաբերական թափոնների օգտագործման վրա [19, 20]:

Մարտավարական խնդիրների լուծումներից մեկը կարող է դառնալ տվյալ տարածաշրջանի տեխնածին թափոնների վերամշակմամբ մինի գործարաններում պրոտլանդցեմենտի արտադրություն կազմակերպելու հնարավորությունը: Մինի գործարանները, որոնք ունեն տարեկան մինչև 100 հազ. տոննա արտադրական ծավալ, ցեմենտի հիմնական մատակարարն են եղել մինչև 20-րդ դարի կեսերը: Հետագայում գործարանները սկսեցին մեծացնել, և այսօր ցեմենտի գործարանների արտադրական ծավալը հասնում է տարեկան 1 մլն և ավելի տոննայի [21]:

Հայտնի է, որ թրծման և պրոտլանդցեմենտի կլինկերի արտադրության տեխնոլոգիաների զարգացումը, ինչպես նաև տվյալ տեխնոլոգիան կիրառող թրծման սարքավորումների նորացումը անցել են մի քանի փուլ: Մինչև 19-րդ դարի 80-ական թվականները կլինկերի թրծումը կատարվում էր միայն հորանային վառարաններում: Թրծման վառարանների վերելքի շրջանից հետո՝ 19-րդ դարում, եկավ դրանց անկման ժամանակաշրջանը, և դրանք փոխարինվեցին պրոտլանդցեմենտի արտադրության համար նախատեսված 1885 թ. ստեղծված պտտվող վառարաններով: Վերջիններիս ներդրման պատճառը հորանային վառարանների ցածր արտադրողականությունն էր, փուլային բնույթը և ստացվող կլինկերի ցածր որակը: Հորանային վառարաններում թրծումը այնպիսի տեխնոլոգիա էր, որը դժվարությամբ էր ենթարկվում ավտոմատացման և ստանդարտացման: Հորանային վառարանների համընդհանուր փոխարինումը պտտվող վառարաններով շարունակվեց մինչև 1930 թ.: Պտտվող վառարանների կիրառմամբ հնարավորություն ստեղծվեց ցեմենտի արտադրությունը դարձնել անընդմեջ՝ միևնույն ժամանակ ապահովելով վառելիքի ավելի արդյունավետ օգտագործում և առավել որակյալ արտադրանք: Պտտվող վառարաններն աստիճանաբար կատարելագործվեցին և մեր օրերում դարձել են կլինկերի ստացման հզոր սարքավորումներ: Հորանային վառարանների երկրորդ ծնունդը տեղի ունեցավ 20-րդ դարի կեսերին: Դրանց հանդեպ կրկին մեծացավ հետաքրքրությունը՝ կապված նոր կառուցվածքների ստեղծման հետ. դրանց միջոցով թրծումը կատարվում էր առանց ընդմիջումների [21]:

Այ դպիսի վառարանները օգտագործվում էին Գերմանիայում երկրորդ համաշխարհային պատերազմի ժամանակահատվածում, դրանք կիրառում են գտել նաև Եվրոպայում և միջարքայլ երկրներում:

20-րդ դարի վերջում պորտլանդցեմենտարտադրողները կրկին անցան պտտվող վառարանների կիրառմանը, որոնք ապահովում էին ավելի բարձր արտադրողականություն, ինչը չափազանց կարևոր հանգամանք էր՝ կապված շինարարական արդյունաբերության կողմից ցեմենտի հանդեպ աճող պահանջարկի:

Մեր օրերում ցեմենտկարելի է արտադրել ինչպես խոշոր, այնպես էլ միևնույն գործարաններում: Մինչև 300 տ/օր սահմանված հզորությամբ ցեմենտի գործարանները համարվում են միևնույն (փոքրածավալ) գործարաններ [21...23]:

Ցեմենտի միևնույն գործարան հասկացությունը ներառում է ոչ միայն մասշտաբների փոքրացման իմաստը, այլ նաև սոցիալ-տնտեսական պայմաններին համապատասխանող արդյունավետ տեխնիկական համակարգի պատրաստումը:

Ցեմենտի արտադրության միևնույն գործարանների կառուցման համար հիմնական փաստարկներն են.

- տվյալ տեղանքի պահանջների բավարարման համար տարբեր կապակցանյութերի արտադրության հնարավորություն,
- որոշ տեղական արտադրության թափոնների տեսակների օգտահամար հնարավորություն,
- ցածր կապիտալ ներդրումներ,
- փաթեթավորման ծախսերի կրճատում, տեղական սպառողների կողմից չփաթեթավորված ցեմենտի իրացման հնարավորություն,
- ցեմենտի արտադրության համար թույլատրելի որակի հումքային նյութերի փոքր հանքավայրերի օգտագործում:

Արտադրության տեղակայումը այդ տարածքներում հնարավորություն է տալիս նախատեսել առավել հավասարակշռված զարգացում, ապահովելով՝

- բնակչության զբաղվածություն և տեղական արտադրանքի թողարկում,
- արտադրամասերում աշխատելու համար բարձր որակավորմամբ մասնագետների պահանջարկի նվազեցում, քանի որ միևնույն

գործարանների համար պահանջվում են համեմատաբար պարզ սարքավորումներ:

Մինի գործարաններում օգտագործվող հորանային վառարանները կրի թրծման կատարելագործված վառարաններ են: Նշված վառարանները շարունակում են օտագործվել Ավստրալիայում, մեծ քանակությամբ՝ Չինաստանում և Յնդկաստանում [21...23]:

Նյութի անհավասարաչափ տաքացման, վառարանի միջով անցնելու խնդիրները, որոնք բնորոշ են հին հորանային վառարաններին, ժամանակակից հորանային վառարաններում գրեթե ամբողջությամբ լուծվել են հատիկավորված (գրանուլացված) հումքի օգտագործման շնորհիվ: Հատիկավորված հումքի մատակարարման ժամանակ, որոնք կազմված են համաչափ հատիկներից, նկատելի է գազերի հոսքի հավասարաչափ դիմադրություն: Հորանային վառարաններում անհրաժեշտ է օգտագործել ցածր ռեակցիոն ունակությամբ վառելիք, օրինակ՝ մետաղագործական կոքս (քարածխի մշակված տեսակ) այրման գոտում կորուստների նվազեցման համար, որոնք առաջանում են այրման գոտում ածխածնի հետ ածխածնի դիօքսիդի ռեակցիայի հետևանքով: Այդպիսի ռեակցիան կորուստների է հանգեցնում վառելիքի ջերմային հարաչափերում և վառարանի անկայուն աշխատանքի աղբյուր է: Համարվում է, որ գազի և պինդ վառելիքի հպումների կրճատումը, երբ վառելիքը հատիկներով է, նվազեցնում է նշված արդյունքը, օրինակ, Ավստրալիայում հորանային վառարանը երկար տարիներ բավականին արդյունավետ է աշխատել, որպես վառելիք օգտագործելով գորշ ածուխ (ածխածնի աղբյուր), որը բարձր ռեակցիոն ունակ է: Ամբողջ աշխարհում օգտագործվող հորանային վառարանները որոշակի արդյունք են տալիս վառարանների արտադրողականության 1-ից 300 տոննա/օր սահմաններում [21...23]:

Յնդկաստանում չորս կազմակերպություն համարվում են մինի գործարանների համար տեխնոլոգիաների մշակողներ: Այդ կազմակերպություններն առաջարկում են հորանային վառարանների կատարելագործված կառուցվածքներ բեռնամբարձ տրանսպորտային սարքավորումների համակարգերի, արտադրանքի մանրացման և փաթեթավորման, ինչպես նաև աղտոտվածությունները հսկող համակարգերի զարգացմամբ: Նոր տեխնոլոգիաների մշակման ընկերության կողմից առաջարկվող կառուցվածքը տարբերվում է մյուս

կազմակերպությանների մշակույթներից նրանով, որ այս մեթոդով նախատեսվում է հումքային նյութերի խառնուրդ վառելիքային նյութերի հետ: Առաջարկվող տարբերակում ածուխը հումքային աղացմատուցելու փոխարեն առանձին մանրացվում և ավելացվում է հումքային նյութերի խառնման (հումոգենացման) փուլում [23]:

Փոքր մասշտաբներով ցեմենտի արտադրության համար օգտագործում են՝ «Ֆուլեր Պիցել»-ի («Фуллер Пизель») և «Ռեբ»-ի («Ред») տեխնոլոգիաներ, շարժվող ցանցով սարքավորումներ, պտտվող և ուղղաձիգ հորանային վառարաններ: Նշված բոլոր տեխնոլոգիաներն ունեն վերին և ստորին շեմ, որի սահմաններից դուրս դրանք դառնում են կամ տեխնիկապես անիրականանալի, կամ էլ տնտեսապես անհնար: Քանի որ առաջին երեք տեխնոլոգիաների առևտրային (կոմերցիոն) օգտագործումը բավականին սահմանափակ է, իսկ պտտվող վառարանն ունի 300...600 տոննա/օր արտադրողականություն, գործարանների համար հարմար է կիրառել ուղղաձիգ հորանային վառարան [21...23]:

Ինչպես արդեն նշվել է, ցեմենտի միևնույն գործարանները մեծ ծախսեր չեն կատարում տրանսպորտային փոխադրումների վրա, քանի որ դրանց փոխադրման պահանջմունքները այդքան նշանակալի չեն: Գերբեռնված տրանսպորտային ենթակառուցվածքով երկրում դա պետք է դիտարկել որպես շատ դրական գործոն:

Միևնույն գործարանները հումքի հանքավայրերի օպտիմալ հայթայթման ավելի շատ հնար-

րավորություններ ունեն: Փոքր հանքավայրերը, որոնք կարող են բավարարել միևնույն գործարանների պահանջները, ավելի շատ են, քան մեծ գործարանների համար հանքավայրերը: Միևնույն գործարանների համար հեշտ է գործարանի դիրքի օպտիմալ ընտրություն կատարել՝ դրանով նվազագույնի հասցնելով հեռավորությունը հիմնական սպառողներից, հանքավայրերից և էներգակիրներից: Ցեմենտի արտադրության համար կարելի է օգտագործել բազում ապակենտրոնացված թույլատրելի որակի հումքային նյութերի փոքր հանքավայրեր, այդ թվում՝ կրաքար, մերգել և կրակավ: Դրա հետ մեկտեղ էականորեն դյուրին է դառնում արտադրության ընթացքը և հանքավայրի օգտագործման իրավունքի ստացման արժեքը [21...23]:

Վատ գարգացած տրանսպորտային ենթակառուցվածքով և վերջնական սպառողներին ցեմենտի մատակարարման մեծ ծախսեր ունեցող շրջաններում մինի գործարաններն առավել մեծ պահանջարկ ունեն: Մինի գործարանների արտադրանքի հիմնական սպառողներ կարող են լինել խոշոր շինարարական կազմակերպությունները, ջերմաէլեկտրա և հիդրոէլեկտրակայանները:

Կապիտալ ծախսերի տեսանկյունից փոքր ցեմենտի գործարաններն ակնհայտ առավելություններ ունեն խոշոր ձեռնարկությունների նկատմամբ: Շինարարության ժամանակ դրանք նվազ աշխատատար են՝ կապիտալ շենքերի և կառույցների շինարարության կարիք չկա: Մինի գործարանը սովորաբար կարող է տեղակայվել հանգարային տիպի թեթև և արագ հավաքվող կառույցներում, ընդ որում առանց զանգվածային հիմքերի: Առանց թանկ մասնագիտացված ձեռնարկությունների ներգրավման՝ մոնտաժի կարճ ժամկետները նույնպես առավելություններ են: Մինի գործարաններում օգտագործվում է համեմատաբար էժան սարքավորում: Արդյունքում մինի գործարանների համեմատաբար ցածր գինը հնարավորություն է տալիս այս բիզնեսով զբաղվել քիչ կապիտալ ունեցող մարդկանց և կազմակերպություններին: Հնարավորություն է տալիս բանկերի ավելի ցածր ռիսկի գործոնով վարկավորել արդյունաբերության այս ճյուղը [21...23]:

Մինի գործարաններին սարքավորումների մատակարարման ժամկետները կազմում են 6-ից 8 ամիս: Այսպիսով, կապիտալ շինարարության և արդյունաբերական հզորությունների յուրացման ժամանակահատվածում հիմնական ներդրումները մինի գործարաններում կատարվում են մեկ տարուց մի փոքր ավելի ժամանակահատվածում: Համեմատության համար՝ այդ ժամանակահատվածը խոշոր արտադրության դեպքում կազմում է 2-ից 5 տարի: Գործարանների մեծամասնության համար այդ ժամանակաընթացքը կազմում է 3-ից 4 տարի [21, 22]:

Շուկայում հիմնականում առաջարկվում են մինի գործարանների բլոկամոդուլային կառուցվածք: Այդպիսի լուծումը հնարավորություն է տալիս աստիճանաբար մեծացնել կապիտալ ներդրումները: Բացի այդ, բլոկամոդուլային կառուցվածքը նշանակալիորեն բարձրացնում է ամբողջ արտադրության հուսալիությունը. մոդուլներից որևէ մեկի դադարեցման դեպքում մյուսները շարունակում են թողարկել արտադրանքը:

Շուկայում առաջարկվող միևի գործարանների շատ տեխնոլոգիաներում հնարավորություն կա օգտագործել վառելիքի բոլոր տեսակները (ածուխ, կոքս, նավթակոքս, գազ, մագուխ): Դրա հետ մեկտեղ, կախված ռեգիոնում վառելիքի գներից և առկայությունից, նվազում են դրանց ծախսերը: Սակայն հարկ է նշել, որ «որակ+գին» չափանիշի լավագույն լուծումը այդպիսի արտադրության համար ցածր բոցով վառելիքն է, օրինակ՝ կոքսային մանրուք-դոմնային արտադրանքների թափոնները [21...23, 159]:

Միևի գործարաններն անհրաժեշտսարքավորումներով ապահովելու և արտադրությունը արդյունավետ դեկավարելու դեպքում դրանք կարող են հանդես գալ խոշոր ցեմենտի գործարանների համար որպես օժանդակ կառույց: Արդյունքում միևի գործարանը կարող է բավարարել տեղական շուկայի պահանջները հատուկ տեսակի ցեմենտների արտադրությամբ, որոնց համար պահանջվում է արտադրության հաճախակի վերասարքաբերում, ընդ որում, դրանց արտադրությունը շահավետ է խոշոր գործարանների համար:

Միևի գործարաններում ցեմենտի արտադրությունը հեշտ և արագ փոխարկվում է նման տեխնոլոգիայով մեկ այլ արտադրանքի՝ կրի և այլ կապակցանյութերի արտադրության, տեղական մետաղագործական արտադրության խարամների հիման վրա ցեմենտի արտադրության: Դա հնարավորություն է տալիս միևի գործարանի շինարարության սկզբնական փուլում, անբավարար ֆինանսական միջոցների դեպքում, սկզբում շահագործման մեջ դնել կլինկերի մանրացման տեղամասը՝ օգտագործելով մեծ գործարանից գնված կլինկերը կամ մետաղագործական արտադրության խարամը (խարամապրտլանդցեմենտի արտադրության դեպքում): Այդպիսի լուծումը հաճախ հնարավորություն է տալիս սուղ սեփական և վարկային աղբյուրների դեպքում ինքնաֆինանսավորել շինարարության ավարտը:

Փաթեթավորման ծախսերի նվազեցումը հնարավոր է անմիջապես տեղական սպառողներին չփաթեթավորված ցեմենտի վաճառքի դեպքում, այդ թվում՝ տեղական շինարարական ձեռնարկություններին և բետոնի գործարաններին: Յարկ է նշել, որ փաթեթավորման ծախսերը ցեմենտի արժեքի մեջ կազմում են 10...15%:

Մինի գործարանները շատ ավելի դյուրին և խնայողաբար են աշխատում արդյունաբերության այլ ճյուղերի թափոնների մասնակի կամ ամբողջական օգտագործման համար:

Ցեմենտի մինի գործարանի բացումը տևում է մինչև 1,5 տարի և կարող է ներառել հետևյալ հիմնական փուլերը՝ հանքերի գնում, երկրաբանական հետախուզում, ցեմենտի գործարանի տեխնոլոգիայի մշակում, սարքավորումների և տեխնիկայի գնում, հումքի մատակարարում, պատրաստի ցեմենտի առաքում:

Ցեմենտի արտադրությունը կապված է մեծ էներգետիկ ծախսերի հետ, որոնք առաջանում են հումքային բաղադրիչների մանրացման և խառնման անհրաժեշտության, բարձր երմաստիճանային թրծման և կլինկերի մանրացման հետևանքով: Ցեմենտի ինքնարժեքի մեջ էներգետիկ ծախսերի մասնեբաժինը կազմում է 30...40% [21...23, 159]:

Ցեմենտի արդյունաբերության զարգացման հիմնական ուղղություններից մեկը տարբեր տեխնոլոգիական և վառելիք պարունակող թափոնների օգտագործման եղանակով կլինկերի արտադրության վրա ծախսվող էներգիայի նվազեցումն է:

Հումքային բովախառնուրդների կազմության մեջ ածուխ պարունակող բաղադրիչների ներմուծումը բարձրացնում է բովախառնուրդի ներուժը (պոտենցիալը), նվազեցնում է կլինկերի թրծման վրա ծախսվող տեխնոլոգիական վառելիքի ծախսը, բարձրացնում է հումքի ռեակցիոն ունակությունը, հետևաբար, ակտիվացնում է կլինկերներում հանքածևավորման գործընթացները և բարելավում ցեմենտների ակտիվությունը: Կլինկերի թրծման ժամանակ ածխային մասնիկների այրումը նպաստում է ծակոտկեն հատիկների ձևավորմանը և նվազեցնում դրանց մանրացման ծախսերը:

## **1.2 Պորտլ անդեմենտի էներգափնայողական արտադրություն**

Գիտատեխնիկական առաջընթացի առանձնահատկություններից մեկն է հանդիսանում արտադրության ծավալի ավելացումը: Արտադրության զարգացման արդյունքում տնտեսական շրջանառության մեջ ներառվում են մեծ քանակությամբ բնական ռեսուրսներ: Սակայն դրանց ռացիոնալ



օգտագործման աստիճանը չափազանց ցածր է: Տարեկան օգտագործվում է շուրջ 10 մլ դ տոննա հանքային և գրեթե այդքան էլ օրգանական հումքային նյութեր: Աշխարհի կարևորագույն օգտակար հանածոների մեծամասնության մշակումը և օգտահանումը ավելի արագ են տեղի ունենում, քան դրանց պաշարների ուսումնասիրությունը: ԱՊՅ երկրների արդյունաբերության ծախսերի մոտ 70%-ն ընկնում է հանքի, նյութերի, վառելիքի և էներգիայի վրա: Միաժամանակ էլ քային հումքի 10...99%-ը դառնում է թափոն, որն արտանետվում և աղտոտում է հողը, մթնոլորտը և ջրամբարները [19, 24, 25]:

Հանքային հումքի օգտագործումը հանգեցնում է թափոնների մեծ ծավալների կուտակմանը, իսկ դրանց հեռացումը և պահեստավորումը տնտեսապես արդարացված չի դառնում: Տարեցտարի ամբողջ աշխարհում աճում է արդյունաբերական արտադրությունը, և դրան զուգընթաց ավելանում է թափոնների քանակությունը՝ 8...10 տարում աճելով մոտավորապես 2 անգամ: ԱՄՆ-ում տարեկան առաջացող կոշտ թափոնների ընդհանուր կշիռը կազմում է 3,5 մլ դ տոննա, մեկ շնչի հաշվով՝ մոտավորապես 50 կգ: Աճում է էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործումը: Իր գոյության սկզբնական շրջանից մարդկությունն օգտագործել է մոտ 90 մլ դ տոննա պայմանական վառելիք: Հանքային հումքի համաշխարհային օգտագործման աճը հասնում է այնպիսի չափերի, որ դրա ֆիզիկական ծավալի կրկնապատկումը պետք է տեղի ունենայ ուրաքանչյուր 30 տարին մեկ, իսկ հանածո վառելիքինը՝ ավելի արագ: Ռեսուրսների օգտագործման հսկայական մասշտաբների շարունակական աճի պատճառով ավելի շատ ծախսեր են պահանջվում: Տարեցտարի աճող թափոնների զանգվածը բնական լանդշաֆտների քայքայման և շրջակա միջավայրի որակի նվազեցման գործոններից մեկն է: Արտադրական թափոնների մեծ քանակություններ են կուտակված հողաշերտերում: Թափոնների պահեստավորման համար տրամադրվում են մեծ հողատարածքներ: Այդ նպատակներով զբաղեցվում են անգամ գյուղատնտեսության համար պիտանի հողերի հարյուր հազարավոր հեկտարները: Թափոնների փոխադրման և պահեստավորման համար զգալի միջոցներ են պահանջվում: Արտադրական թափոնները բացասաբար են ազդում բնապահպանական գործոնների վրա [19]:

Նյութական ռեսուրսները կազմում են շինարարական արտադրության ծախսերի կեսից ավելին, քանի որ շինարարությունը օգտագործում է տարբեր արտադրությունների արտադրանքների ամբողջ ծավալի մեկ

երրորդը, այդ պատճառով արտադրական թափոնների օգտահանման առավել մացիոնալ ուղղությամբ դրանք որպես տեխնածին հումք օգտագործելն է՝ տարբեր տեսակի շինարարական արտադրանք (հիմնականում՝ շինարարական նշանակության) ստանալու համար: Շինարարության մեջ ռեսուրսների խնայողության խնդրի լուծումը հնարավոր է տեխնիկական, կազմակերպչական, տնտեսական գործոնների համալիր օգտագործման և գիտատեխնիկական առաջընթացի արագացման դեպքում [6, 13, 14, 19, 20, 25]:

Շինարարության մեջ ռեսուրսների խնայողության կարևորագույն գործոնը երկրորդական նյութական ռեսուրսների (արտադրական թափոնների) լայնածավալ օգտագործումն է: Արտադրական թափոնների կիրառմամբ ապահովվում է համեմատաբար մառցելի և հաճախ արդեն պատրաստի հումքի արտադրություն, որը տնտեսում է հումք ձեռք բերող և վերամշակող ձեռնարկությունների շինարարության համար նախատեսված կապիտալ ներդրումները և բարձրացնում է դրանց շահավետությունը: Արտադրական թափոնների մակարդակի բարձրացումը պետական նշանակության կարևորագույն խնդիր է:

Առավել հեռանկարային է արտադրական թափոնների օգտահանումը և դրանց օգտագործումը շինանյութերի արտադրության մեջ, ինչը հնարավորություն է տալիս մինչև 40% բավարարել հումքի կարիքները: Արտադրական թափոնների կիրառումը թույլ է տալիս 10...30%-ով նվազեցնել շինանյութերի պատրաստման ծախսերը՝ բնական հումքից դրանց արտադրության համեմատ, կապիտալ ներդրումների տնտեսումը այդ դեպքում կազմում է 35...50%: Արտադրական թափոնների կիրառման հիման վրա հնարավոր է ոչ միայն ավանդական, այլ և նորարարյունավետ շինանյութերի արտադրության զարգացումը: Նոր նյութերն ունեն բարելավված համալիր (կոմպլեքս) տեխնիկական հատկություններ և միաժամանակ նվազագույն ռեսուրսների տարողություն՝ ինչպես արտադրության, այնպես էլ օգտագործման ընթացքում [5, 6, 13, 14, 20, 25]:

Շինարարության բնագավառում առավել ռեսուրսատար է ցեմենտի արտադրությունը, ուստի պրոտլանդցեմենտի հումքային բովախառնուրդների մշակման հետազոտությունները զանազան երկրորդական նյութական ռեսուրսների (արտադրական թափոնների) օգտագործմամբ, ունեն ինչպես գիտական, այնպես էլ գործնական նշանակություն:

Գլխավոր արտադրական սարքավորումների տեխնոլոգիաներում կիրառվող տեխնիկական մակարդակը առայժմ հնարավորություն է տալիս հասնել էներգախնայման կտրուկ աճի: Միևնույն ժամանակ հոլմքի բաղադրության ճշտորոշումը թույլ է տալիս հասնել այնպիսի արդյունքի, որը մի շարք դեպքերում կարելի է համեմատել սարքավորումների նոր տեսակների ներդրման հետ [15, 16, 20]:

Տեխնիկական որոշումների մշակման համար ճիշտ ընտրված հայեցակարգը ապահովում է դրական արդյունքների համակարգ նախ՝ «էներգախնայողություն-արտադրողականություն-որակ» շղթայում: Յուրաքանչյուր դեպքի համար ընտրության սխեման (այլ կերպ ասած՝ մարտավարական խնդիրները) մշակվում է գոյություն ունեցող հոլմքի բազայի, տեխնոլոգիական գործընթացի վիճակի և արտադրական սարքավորումների մանրամասն հետազոտության, ինչպես նաև ցեմենտի արտադրությանը տարածական առումով անմիջականորեն մոտ գտնվող պոտենցիալ տեխնածին հոլմքի ուսումնասիրության հիման վրա [12, 19]:

Էներգետիկայի, մետալուրգիայի, ածխի վերամշակման արդյունաբերական կազմակերպությունների մեծ թիվը և դրա հետ կապված մեծաքանակ արդյունաբերական թափոնների առկայությունը, որոնք տարբերվում են իրենց քիմիական և հանքային բաղադրությամբ և պիրոֆիզիկական հատկանիշներով, լուրջ պատճառներ են ստեղծում հոլմքային խառնուրդների բաղադրությունը կազմելու հարցին մոտեցման արմատական փոփոխության համար: Ընդ որում, անհրաժեշտ է կողմնորոշվել ոչ միայն հայտնի թափոնների քիմիական բաղադրությամբ, այլև դրանց օգտագործման ժամանակ ակնկալվող տեխնիկական արդյունքով: Իսկ այդ ազդեցությունը կարող է շատ կարևոր լինել: Օրինակ, խառնուրդներում դոմնային, կոնվերտերային խարամների և մի շարք այլ թափոնների առկայությունը, որոնք բնութագրվում են կալցիումի օքսիդի մեծ քանակի առկայությամբ, թույլ է տալիս նվազեցնել կլինկերազոյացման տեսական ջերմությունը 120...130 կՋ/կգ-ով: Բայց սահեռ միայն հաշվարկային գնահատական է: Իսկ իրական արդյունքը, որը կարելի է որոշել միայն իրական արտադրության ժամանակ, շատ ավելի բարձր է լինում: Սակայն դրան հասնելու համար անհրաժեշտ է համապատասխան պայմաններ ստեղծել: Եվ ամենահետաքրքիրն այն է, որ այդ պայմանները ստեղծվում են հենց նույն տեխնածին նյութերի օգտագործումից [5, 19, 26...32]:

Հուլիսի տեխնածին մասի ճիշտ ընտրված բաղադրության դեպքում պետք է ակնկալել առաջացող հեղուկ ֆազայի բաղադրության և հատկությունների (ջերմաստիճան և մակերևութային լարվածության) փոփոխություն, ինչև արմատապես ազդում է կլինկերագոյացության վրա: Օպտիմալ համադրությունների ընտրության համար բավական է ուսումնասիրել տվյալ վիճակի դասական դիագրամները՝ նախ  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ -ը: Ուսումնասիրության արդյունքում կարող է ընտրվել տեխնածին նյութերի բազմաբաղադրիչ համադրությունների ձևավորման ուղին, որով դրանց բաղադրությունը կհայտնվի էվտեկտիկ շրջանում հումքային խառնուրդների ավանդական բաղադրության համեմատությամբ  $100...120^\circ\text{C}$  նվազեցված հալման ջերմաստիճանով [33...35]:

Ներկայումս գոյություն ունեն ավելի քան 15 պոտենցիալ եռաբաղադրիչ համադրություններով հավելանյութեր տարբեր տեխնածին նյութերի հիման վրա, որոնք հեշտությամբ կարող են համարվել դյուրահալ: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ բաղադրիչներից յուրաքանչյուրը բնութագրվում է գլխավոր օքսիդներից որևիցե մեկի առավել մեծ պարունակությամբ, դրանց փոփոխությունները թույլ կտան կազմել կոմպոզիցիայի ցանկացած քիմիական բաղադրություն՝ այն միացնելով բնական հումքի քիմիական բաղադրությունը [5, 19, 27, 28, 30, 36...39, 160]:

Անհրաժեշտ է նշել, որ չնայած առանձին տեխնածին նյութերի քիմիական բաղադրությունների նմանությանը բնական կավին, ջերմային փոփոխությունների ժամանակ, դրանում հիմնական օքսիդների կապը չի ապահովում ցածր ջերմաստիճաններում էվտեկտիկների ստեղծմանը: Այն չի նպաստում հումքի բովախառնուրդի ռեակցիոն ունակության և կլինկերի թրծման գործընթացի ակտիվացմանը: Մյուս կողմից՝ համալիր միացությունների կազմում այնպիսի նյութերի առկայությունը, որոնք բնութագրվում են պինդ փուլի ռեակցիաների ընթացքում փոփոխությունների բացակայությամբ, երաշխավորում են շփման ժամանակ ցածր ջերմաստիճանային հալման առաջացում: Դա արմատապես փոխում է թեք կինետիկայի սովորական ընթացքը արտլանդեմենտի թրծման ընթացքում կալցիումի օքսիդի առաջացման հարցում: Տեխնածին նյութեր պարունակող հումքային խառնուրդների ռեակցիոն ունակությունը մինչև  $1100...1150^\circ\text{C}$  զգալիորեն ավելի ցածր է, քան ավանդական քիմիական-հանքային

խառնուրդներին: Սակայն ցածր ջերմաստիճանային հալման առաջացման հետ  $\text{CaO}$  առաջացման արագությունը ուսումնասիրվող միացություններում զգալիորեն աճում է, և, որպես կանոն, այս գործընթացն ավարտվում է  $50...70^{\circ}\text{C}$  ավելի ցածր ջերմաստիճանի պայմաններում: Որոշակիորեն փոխելով հումքի մանրություն աստիճանը՝ առանձնապես մեծ տարբերություն չի նկատվել հումքի խառնուրդի ռեակցիոն հատկությունների վրա: Արտադրողականության և էներգափնայողության մեջ էական պաշարներ կան՝ շնորհիվ տեխնածին միացության մեջ վառելիք պարունակող նյութերի հավելման, օրինակ, ցածրորակ կարծր վառելիք կամ ածխահարստացման թափոններ: Առաջացած մոխիրը մտնում է դյուրահալ միացությունների կազմի մեջ, իսկ կարծր վառելիքը, դրա ուղղումը դեպի վառարանային ագրեգատ ճիշտ կազմակերպելիս, նպաստում է այրման լրացուցիչ հատվածի առաջացմանը՝ նվազեցնելով թրծման ջերմային ճնշումը՝ այդպիսով առաջացնելով պաշարներ՝ վառարանի արտադրողականության բարձրացման համար: Այսպիսով, տեխնածին հումքի վառելիք պարունակող միացությունների մուտքը վառարանային ագրեգատ կարելի է բնութագրել որպես արհեստական քիմիական դեկարբոնիզատորի ստեղծում [33...42, 160]:

Կոմպլեքս միացությունների պոտենցիալ բաղադրիչների ընտրությունն իրականացվում է տարբեր քիմիական-հանքային բաղադրությամբ հավելանյութերի փոխադարձ համատեղելիության և արտլանդցեմենտի կլինկերի հիդրատացման միջանկյալ արտադրանքների հետ փոխազդեցության սկզբունքով: Իսկ կոմպլեքս հավելանյութերի հիմնական բաղադրիչները այն նյութերն են, որոնք կարող են առավել ակտիվ մասնակցել հիդրոսուլֆատային և սիլիկատե կառուցվածքների կազմավորման գործընթացներին: Դրանց թվին են դասվում մետալուրգիական արտադրության տարբեր խարամներ և նստվածքներ, վառելիքային մոխիր, լեռնահանքային արդյունաբերության թափոններ, ֆլոտացիոն և գրավիկոնցետրացիոն նյութեր, ածխի արտադրության և ածխահարստացման արգասիքները և այլն:

Շինանյութերի արտադրության համար անհրաժեշտ կարևորագույն նյութական ռեսուրսը վառելիքն է: Վերջին տարիներին վառելիքի օգտագործման արդյունավետության բարձրացման խնդիրը ձեռք է բերել

առանձնահատուկ արդիականություն, ինչը կապված է տեխնոլոգիական կարիքների և դրա արդյունահանման համար ծախսերի աճի հետ: Էներգակիրների արժեքի բարձրացման, հանածո վառելիքի և բնական ռեսուրսների պաշարների սպառման պայմաններում առաջնային ուղղությունը ցեմենտի արտադրության էներգա- և ռեսուրսախնայող տեխնոլոգիաների մշակումն ու ներդրումն է: Ռեսուրսային հնարավորությունների ընդլայնումը տեխնածին թափոնների հաշվին շինարարական արդյունաբերության զարգացման երկարամյա ռազմավարությունն է: Մոխրի և խարամների տեսքով թափոնների մեծ քանակություն է առաջանում վառելիքի կոշտ տեսակների այրումից: Դրանց ելքը շագանակագույն ածուխներում կազմում է՝ 10...15%, քարածուխներում՝ 5...40%, անտրացիտում՝ 2...30%, վառվող թերթաքարերում՝ 50...80%, վառելիքային տորֆում՝ 2...30%: Ծինանյութերի արտադրության մեջ սովորաբար օգտագործվում են չոր հեռացման մոխիրները և հողաշերտերից մոխրախարամային խառնուրդը: Ծինանյութերի արտադրության մեջ մոխրախարամային հումքի օգտագործման ոլորտը շատ տարբեր է: Վառելիքային մոխիրների և խարամների օգտագործման առավել կարևոր ոլորտներն են ճանապարհային շինարարությունը, ծանր, ծակոտկեն և թեթև բետոնների արտադրությունները: Ծանր բետոններում մոխիրներն օգտագործվում են որպես ակտիվ հանքային հավելանյութ և միկրոլիցք, ինչը թույլ է տալիս ցեմենտի ծախսը նվազեցնել 20...30%: Թեթև բետոններում մոխիրներն օգտագործվում են ոչ միայն ցեմենտի ծախսի նվազեցման համար, այլ նաև որպես մանր լցիչ, իսկ խարամները՝ որպես ծակոտկեն ավազ և խճաքար: Մոխիրները և խարամները նաև օգտագործվում են թեթև բետոններում արհեստական ծակոտկենություն ստեղծելու համար: Ծակոտկեն բետոններում մոխիրն օգտագործվում է որպես հիմնական բաղադրիչ կամ կապակցողի ծախսը նվազեցնող հավելանյութ: Ծինանյութերի արդյունաբերության մեջ լայնորեն կիրառվում են ածխահանույթի և ածխահարստացման թափոնները: Ածխային ավազանների ածխահարստացնող գործարաններում ամեն տարի առաջանում են թափոնների միլիոնավոր տոննաներ, որոնք կարող են օգտագործվել ծակոտկեն լիցք և աղյուս ստանալու համար: Խեցեղենի պատրաստման ժամանակ՝ որպես վառելիքային լիցք, ածխահարստացման թափոնների օգտագործումը հնարավորություն է տալիս կրճատել պայմանական վառելիքի ծախսը 50...70 կգ՝ 1000 հատ աղյուսի կտրվածքով և ընդլայնել

կիրառման ոլորտը: ճանապարհների շինարարության ժամանակ  
ածխահանության թափոնները կարող են օգտագործվել ճանապարհային  
շինարարությունում [43...51]:

Ցեմենտի արտադրության մեջ էներգիայի նվազեցման խնդիրը  
ցեմենտի արդյունաբերության կարևորագույն խնդիրներից մեկն է, որը  
բնական հումքի և էներգիայի առավելագույն սպառողներից է: Հաշվի  
առնելով կայուն զարգացման հայեցակարգի հիմնական սկզբունքները՝  
ցեմենտի արդյունաբերության հետագա առաջընթացը հնարավոր է  
հումքային ելանյութերի և էներգիայի ծախսերի նվազեցման հաշվին,  
պորտլանդցեմենտի պատրաստման ժամանակ երկրորդական նյութերի  
օգտահանության (ուտիլիզացիայի) շնորհիվ [8...11]:

Ցեմենտի արդյունաբերության մեջ, որն այսօր հիմնական  
տեխնոլոգիական վառելիքն է, բնական գազի օգտագործման ծավալների  
իջեցումը հնարավոր է՝ տեխնոլոգիայում ընդգրկելով վառելիքի  
այլ ընտրանքային տեսակներ (ածուխ) և ոչ ավանդական վառելիք, որը  
ստանում են արդյունաբերական և կենցաղային դյուրավառ թափոններից:

Ցեմենտի արդյունաբերության զարգացման ժամանակակից փուլում  
կլինկերի թրծումը շարունակում է մնալ պորտլանդցեմենտի  
պատրաստման առավել էներգատար գործընթացը: Հայաստանում  
պորտլանդցեմենտի կլինկերի թրծման ժամանակ հիմնական  
տեխնոլոգիական վառելիքը բնական գազն է, որի բարձր արժեքը  
գործարաններին ստիպում է փնտրել վառելիքի առավել էժան  
այլ ընտրանքային տեսակներ:

Այսօր առաջնային խնդիրը ածխից և վառելիքի այլ ընտրանքային  
տեսակներից ստացվող կլինկերի հիման վրա պատրաստված ցածր  
էներգատարությամբ ցեմենտստանալն է:

Քարածխի և դրանց ավանդական տեսակների (փայտանյութի թափոններ,  
վերամշակված ռետինե դող, ածխի արտադրական թափոններ, այլ  
էներգատար կենցաղային և գյուղատնտեսական թափոններ) կիրառմամբ  
ցեմենտի արտադրության մեջ հնարավոր է կրճատել 30...40% վառելիք:  
Դրան զուգընթաց վառելիքի այլ ընտրանքային տեսակները պետք է  
ապահովեն անհրաժեշտ ջերմաստիճանային պայմաններ ցեմենտի  
վառարաններում, որպեսզի ստանան որակյալ կլինկեր և տնտեսապես  
շահավետ արդյունք, ուստի թափոնների կալորիականությունը պետք է  
լինի 15 ՄՋ/կգ-ից բարձր: Նշվածից ցածր կալորիականության դեպքում

տեղի կուներենա վառարանի արտադրողականության նվազում, ջերմության տեսակարար ծախսի և արտանետված գազերի քանակի բարձրացում: Կլինկերի թրժման ժամանակ պտտվող վառարաններում պինդ կամ այլ ընտրանքային վառելիքի մոխրի մի մասը նստում է կլինկերի այրվող հատվածի կամ հումքային բաղադրիչի վրա վառարանի երկայնքով դեպի այրման գոտի շարժման պրոցեսի ընթացքում: Այնուհետև մոխիրը քիմիական փոխազդեցության մեջ է մտնում հումքային բաղադրիչների օքսիդների հետ, ինչը կարող է փոխել կլինկերի բաղադրությունը, միկրոկառուցվածքը, ակտիվությունը և կլինկերային ցեմենտի հատկությունները: Այդ կապակցությամբ կատարվել է կլինկերի և դրա հիման վրա ստացվող պորտլանդցեմենտի հատկությունների ուսումնասիրություն: Հաստատված է, որ ածխի տարբեր տեսակների մոխրայնությունը տատանվում է ընդհանուր զանգվածի 15...25%-ի սահմաններում, իսկ ածխի մոխրի բաղադրության մեջ առկա է  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  և  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ինչը կարող է հանգեցնել հագեցվածության գործակցի նվազմանը և սիլիկահողի ու արգնահողի մոդուլների բարձրացմանը [10, 30, 34, 39]:

Բնական գազն ածխով և այլ ընտրանքային վառելիքով փոխարինելու դեպքում ալիտի ( $\text{C}_3\text{S}$ ) քանակը կլինկերում 3...3,5%-ով կնվազի, միևնույն ժամանակ աճում է բելիտի քանակը: Կլինկերում  $\text{C}_3\text{A}$ -ի և  $\text{C}_4\text{AF}$ -ի քանակը մի փոքր բարձրանում է, հետևաբար, մոխիրը ցեմենտային վառարանում կլինկերագոյացման վրա է ապես չի ազդում, այլ այրվող նյութի վրա է նստում 3...5%-ի չափով և ալյումասիլիկատային բաղադրիչի դեր է կատարում, ինչը հնարավոր է դարձնում բնական ռեսուրսների տնտեսումը, որին գույքընթաց ապահովվում են պորտլանդցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները [10, 30, 34, 39, 160]:

Արդյունաբերական թափոնների խնդրի արդյունավետ լուծում է համարվում անթափոն տեխնոլոգիայի արմատավորումը: Անթափոն արտադրությունները հիմնված են տեխնոլոգիական գործընթացների սկզբունքային փոփոխության, փակ ցիկլով համակարգերի մշակման վրա, որոնք ապահովում են արտադրանքի բազմակի օգտագործում: Հումքային նյութերի համալիր օգտագործման դեպքում որոշ արտադրությունների արդյունաբերական թափոնները դառնում են հումք մյուսների համար: Հումքի նշված ձևով օգտագործումը պայմանավորված է ժամանակակից փուլում տնտեսության զարգացման կարիքներով: Հումքի համալիր օգտագործման կարևորությունը կարելի է դիտարկել մի քանի



տեսանկյուններից: Առաջինը՝ թափոնների օգտահանումը հնարավորություն է տալիս պահպանել շրջակա միջավայրը, ազատել արժեքավոր հողերը, հեռացնել վնասակար արտանետումները: Երկրորդը՝ արդյունաբերական թափոնները մի շարք վերամշակող ոլորտներին ապահովում են հումքով՝ ընդ որում, հիմնականում այդ հումքն ունի շատ բարձր որակ և արտադրվելու ընթացքում ենթարկվել է տեխնոլոգիական մշակման (փշրեցման, թրծման և այլն): Երրորդը՝ հումքի համալիր օգտագործման դեպքում պակասում են արտադրանքի միավորի վրա ծախսված տեսակարար կապիտալ ծախսերը և կրճատվում է դրանց փոխհատուցվելիքան ժամկետը. նվազում են հիմնական արտադրողան կողմնակի ծախսերը, որոնք կապված են թափոնների պահեստավորման և դրանց համար պահեստների շինարարության և շահագործման հետ. թափոնների բարձր տեխնոլոգիական հատկությունների հաշվին պակասում են էլեկտրաէներգիայի և ջերմության ծախսերը. մեծանում է սարքավորումների արտադրողականությունը:

**Եզրակացություն:** Մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը թույլ կտա առաջին հերթին՝ ապահովել կոնկրետ շրջաններում ցեմենտի պահանջը, երկրորդը՝ տվյալ շրջանը կապահովվի բազմաթիվ նոր աշխատատեղերով:

Բնապահպանության տեսանկյունից ցածր էներգատարողամբ ցեմենտի արտադրությունը հնարավոր է՝ օգտագործելով տարբեր տեսակի տեխնածին թափոններ: Ցեմենտի արտադրության նոր տեխնոլոգիաները հնարավորություն կտան ռացիոնալ օգտագործել բնական հումքը, վառելիքը, էլեկտրական էներգիան:

## ԳԼՈՒԽ 2

### ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒ ԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ԵՆ ԱՆՅՈՒ ԹԵՐ

#### 2.1. Ցեմենտի արտադրության բնական հումքային ելանյութեր

Ցեմենտի արտադրության մեջ որպես հումքային ելանյութեր ծառայում են կավային և կարբոնատային ապարատեսակները, նաև այլ բնական հումքեր և արդյունաբերական թափոնների որոշ տեսակներ:

Կարբոնատային ապարատեսակներն են՝ կրաքար, խեցեքար-կրաքար, կավիճ, կրակավային կրաքար, կրակավ, դոլոմիտային և կարբոնատային-կավային, կրաքարային կազմ ունեցող մետամորֆային և նստվածքային լեռնային ապարներ: Ցեմենտի ստացման համար հումք հանդիսացող այդպիսի ապարատեսակների որակը և արժեքը որոշվում են դրանց կառուցվածքով և ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով: Համեմատածամորֆ կառուցվածք ունեցող ապարատեսակների հետ՝ բյուրեղային կառուցվածք ունեցող ապարատեսակները թրծման ժամանակ ավելի վատ են փոխազդում խառնուրդի այլ տարրերի հետ [52...55]:

Կրաքարը նստվածքային կարբոնատային ապարատեսակ է, որը հիմնականում կազմված է կալցիտից կամ օրգանիզմների կալցիտային կմախքային մնացորդներից, հազվադեպ՝ արագոնիտից: Մաքուր կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը մոտ է կալցիտին, որտեղ  $\text{CaO}$  56% է և  $\text{CO}_2$  44%: Միջարք դեպքերում կրաքարը ներառում է կավային նյութերի, դոլոմիտի, քվարցի և օրգանական մնացորդների խառնուրդներ, որոնցով որոշվում են կրաքարերի անվանումները: Դոլոմիտացված կրաքարի կազմում առկա է 4...17%  $\text{MgO}$ , մերգելային կրաքարը՝ 6...21%  $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ : Ավազոտ և կարծրացած կրաքարն ունի քվարցի, օպալի և քաղկեդոնի խառնուրդներ: Կրաքարերի անվանումների մեջ ընդունված է արտացոլել օրգանածին մնացորդների գերակշռող ներկայությունը կամ դրանց կառուցվածքը (բյուրեղային, թանձրուկային, դետրիտային), կամ ապարատեսակ կազմող մասնիկների ձևը (օուլիթային, բրեկչիանման) [56...59]:

Ըստ կառուցվածքի առանձնացնում են բյուրեղային, օրգանածին-բեկորային, բեկորային-բյուրեղային (խառը կառուցվածք ունեցող) և հոսանստվածքային (տրավերտին) կրաքարերը: Բյուրեղային կրաքարերն ըստ հատիկների մեծությամբ լինում են խոշորաբյուրեղ, մանրաբյուրեղ

և աՖանիտային տեսակների: Բյուրեղային կրաքարը խիտ է, փոքր ծակոտկենու թյամբ, տրավերտինայինը՝ խոռոչավոր է և բարձր ծակոտկեն: Օրգանածին-բեկորային կրաքարերից՝ ըստ մասնիկների կազմի և մեծության, տարբերում են՝ խլթային կրաքար, խեցային կրաքար (խեցեքար), դետրիտային կրաքար և ջրիմուռային կրաքար:

Օրգանածին-բեկորային կրաքար է նաև սափտակ կավիճը: Օրգանածին-բեկորային կրաքարերը բնորոշվում են բարձր ծակոտկենու թյամբ, ցածր միջին խտությամբ և հեշտությամբ են մշակվում: Բեկորային-բյուրեղային կրաքարը կազմված է տարբեր ձևի և մեծության կարբոնատային դետրիտից (մանր հատիկավոր կալցիտի գնդիկներ, թանձրուկներ և պլարներ)՝ ներառելով տարբեր ապարների և հանքանյութերի բեկորները, առանձին հատիկները, կայծքարերի ոսպնյակները: Երբեմն կրաքարը հավաքված է օղիթային հատիկներից, որոնց միջուկները ներկայացված են քվարցի և կայծքարի բեկորներով: Դրանք բնորոշվում են մանր, տարբեր ձև ունեցող ծակոտիներով, փոփոխակա ծավալային զանգվածով, փոքր ամրությամբ և շատ ջրակլանմամբ: Հոսանստվածքային կրաքարը (տրավերտին, կրաքարային տուֆ) կազմված է հոսանստվածքային կալցիտից: Այն բնորոշվում է ծակոտկենու թյամբ, ցածր միջին խտությամբ, հեշտե մշակվում և սղոցվում [56...59]:

Ըստ մակրոկառուցվածքի և կրաքարերի տեղակալման պայմանների, տարբերում են՝ մեծ, հորիզոնական և թեքված շերտերով, հաստ և բարակ սալիկներով, խոռոչավոր, ճաքերով, բծավոր, գնդիկավոր, խլթային, ձագարածև, ստորջրյա-սողանցքային և այլ կրաքարեր: Ըստ ծագման առանձնացնում են օրգանածին (կենսածին), հենոգենային, բեկորային և խառը կրաքարեր: Օրգանածին կրաքարերը կարբոնատային մնացորդների կամ քաղցրահամ, կամ ծովային օրգանիզմների կմախքային ձևերի կուտակումներ են՝ կարբոնատային ցեմենտի խառնուրդով: Հոմոգենային կրաքարերն առաջանում են կրի նստվածքի արդյունքում՝ նստվածքների կարբոնատային զանգվածի հետագա բյուրեղացմամբ, հիմնականում ծովի ջրից (բյուրեղային կրաքար) կամ միներալացված հումքի հոսանստվածքներից (տրավերտին): Բեկորային կրաքարերը կազմվում են կմախքային մնացորդների և կարբոնատային ու այլ ապարների փշրման, ողողման արդյունքում, հիմնականում ծովային ավազաններում և ծովափերին: Խառը ծագում ունեցող կրաքարերը կազմում են

նստվածքների համալիր, որն առաջացել է կարբոնատային նստվածքների ստեղծման տարբեր հետևողական կամ գուցահեռ գործընթացների արդյունքում: Կրաքարերի գույնը հիմնականում սպիտակ է, բաց գորշագույն և դեղնավուն: Մուգ գորշագույն, սև, մուգ դարչնագույն, կարմիր և կանաչ գույները պայմանավորված են օրգանական, երկաթախառն, մանգանի և այլ խառնուրդների առկայությամբ:

Կրաքարը ամենատարածված նստվածքային լեռնային ապարներից է: Այն իր մեջ

ներառում է երկրի ռելիեֆի տարբեր ձևերը: Կրաքարերի հանքաշերտերը հանդիպում են բոլոր երկրաբանական համակարգերում: Կրաքարերի առավել ակտիվ առաջացումը տեղի է ունեցել սիլուրի, կարբոնի, յուրի և վերին կալճի դարաշրջանում: Դրանք կազմում են նստվածքային ապարների ամբողջ զանգվածի 19...22%-ը: Կրաքարերի հաստաշերտերի հզորությունը շատ փոփոխական է՝ մի քանի սանտիմետրից մինչև 5000 մ [56...59]:

Կրաքարի տարբեր տեսակներ լայնորեն օգտագործվում են արդյունաբերության, գյուղատնտեսության և շինարարության մեջ: Մետաղագործության մեջ կրաքարը ծառայում է որպես ֆլյուս, հալանյութ: Կրի և ցեմենտի արտադրության մեջ կրաքարը կարևոր բաղադրամասն է: Կրաքարն օգտագործվում է քիմիական և սննդի արդյունաբերություններում՝ որպես օժանդակ նյութ սոդայի, կալցիումի կարբիդի, հանքային պարարտանյութի, ապակու, շաքարի, թղթի արտադրության մեջ: Կիրառվում է նավթամթերքների մաքրման, ածխի չոր թորման ժամանակ, ներկերի, մածիկների, ռետինի, պլաստմասսայի, օճառի, դեղերի, հանքային բամբակի պատրաստման, կտորների մաքրման և կաշվի մշակման, ինչպես նաև հողի կրապարարտացման համար:

Կրաքարը կարևոր շինարարական նյութ է. դրա տարբեր տեսակներից պատրաստվում են երեսապատման սալիկներ, որմնաբլոկներ, քանդակներ, ճարտարապետական և շինարարական այլ նյութեր ու պատրաստվածքներ: Կրաքարի խիճը օգտագործվում է բետոնի և ասֆալտբետոնի, ավտոմայրուղիների հիմքերի և ծածկույթների համար:

Կավիճը հեշտությամբ տրորվող նստվածքային լեռնային ապար է: Այն հեշտությամբ մանրացվում է և տարածված հումք է ցեմենտի արտադրության համար:

Կավիճը սպիտակ կամ դեղնավուն կարբոնատային ապարների թույլ լցմենտացված, մանրահատիկ տարատեսակ է, որը կազմված է հիմնականում բնական ծագում ունեցող կամ արհեստական ճանապարհով ստացված կարբոնատային կալցիումից [56...59]:

Կավիճը կազմված է բազմաբջիջ օրգանիզմների կմախքների բեկորներից (10%), միաբջիջ արմատոտանիների խեցիներից - ֆորամինիֆերներից (10%), կոկոլիտոֆորիդ մանրադիտակային ջրիմուռների բեկորներից և կրային գոյացումներից (30...40%), մանրահատիկ բյուրեղային կալցիտից (40...50%) և չլուծվող հանքանյութերից (2...3%): Կավիճը տաք ծովերի կիսակարծրացած տիղմ է, որը գոյանում է 30...500 մ խորության վրա: Լայնորեն տարածված է բնության մեջ և բնորոշ է ներքևի պալեոգենի ու կավճային վերին մասի նստվածքների դարաշրջանին, ինչը կապված է կոկոլիտոֆորիդների զարգացման հետ: Կավճի նստվածքները ավելի շատ են տարածված Եվրոպայում, Արևմտյան Ղազախստանում գտնվող Էմբագետից մինչև Մեծ Բրիտանիա: Դրանց հզորությունը հասնում է մի քանի հարյուր մետրի (Խարկովի տարածքում՝ 600 մ): Ըստ ֆիզիկական հատկությունների և կառուցվածքային հատկանիշների, առանձնացնում են կավճի երեք տեսակ՝ 1. սպիտակ, 2. կրակավային, որը տարբերվում է մեծ խտությամբ և ավելի քիչ սպիտակությամբ, ինչը պայմանավորված է կավային նյութերի առկայությամբ, 3. կավճանման կրաքար, որն ունի կավճից դեպի կրաքար անցումային տարբերություն: Տնտեսության մեջ կավճն օգտագործում են կրի, ցեմենտի, սոդայի, ապակու, դպրոցական կավիճների արտադրության համար: Կիրառում են որպես լցանյութ ռետինի, պլաստմասսաների, թղթի, լաքաներկային նյութերի համար: Գյուղատնտեսության մեջ օգտագործվում է որպես կենդանիների լրացուցիչ կեր և հողի կրապարարտացման համար, օժանելիքի արտադրությունում՝ ատամի մածուկների և փոշիների պատրաստման նպատակով:

Կրակավը խառը կավային և կարբոնատային կազմ ունեցող նստվածքային լեռնային ապար է: Այն պարունակում է 30...90% կարբոնատներ (կալցիտ, հազվադեպ՝ դոլոմիտ) և, համապատասխանաբար՝ 70...10% կավային մասնիկներ: Կախված բաղադրամասերի հարաբերական քանակությունից՝ հնարավոր է չընդհատվող շարք՝ կրաքար-կավ, կրաքար

– կրակավ - կրաքարային կավ - կավ: Ըստ կարբոնատների հանքային կազմի, կրակավերը լինում են կրաքարային և դոլոմիտային: Ըստ խառնուրդների՝ առանձնացնում են կայծքարահողային, գլաուկոնիտային, ավազային, փայլարային, բիտումինային, ածխային և այլ տեսակներ: Գիպս պարունակող, ցրված կամ պլարների, բարակ նրբաշերտերի տեսքով կրակավը անվանվում է գիպսային. լինում է հիմնականում բաց երանգների, ավելի հաճախ սպիտակավուն: Ցեմենտի արտադրության մեջ կիրառվող կրաքարերից նախընտրելի են ծակոտկեն և կրակավային տեսակները, որոնք կծկվելու ժամանակ այդքան էլ ամուրջ են և չունեն կայծքարային ներխառնուկներ [56...59]:

Պորտլանդցեմենտի արտադրության համար նախատեսված կարբոնատային ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները հաշվի են առնվում հումքային խառնուրդի կազմի ընտրության ժամանակ (թաց կամ չոր եղանակով): Պորտլանդցեմենտի արտադրության համար կարբոնատային ապարների տեխնիկական պայմանները ստանդարտով սահմանված չեն: Կարբոնատային ապարները համարվում են բավարարողակի հետևյալ քիմիական բաղադրակազմի դեպքում՝ CaO 40...43,5%-ից ոչ պակաս, MgO-ն 3,2...3,7%-ից ոչ ավել, կավային բաղադրամասը 1%-ից ոչ ավել: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> քանակությունը կավային բաղադրամասում պետք է ապահովի հումքային խառնուրդում և կլինկերում հագեցման գործակցի, սիլիկահողի և արգևահողի մոդուլների անհրաժեշտ արժեքներով ստացումը: Ցանկալի է, որ Na<sub>2</sub>O և K<sub>2</sub>O գումարը չգերազանցի մեկ տոկոսը, իսկ SO<sub>3</sub> պարունակությունը լինի 1,5...1,7% ոչ ավել [52...55]:

Կավային ապարներից ցեմենտի արտադրության մեջ կիրառում են ավազակավը, կավը, լյոսը, կավային թերթաքարը և լյոսանման ավազակավը:

Կավերը նստվածքային լեռնային ապարներ են, ջրի հետ խառնելիս դառնում են պլաստիկ խմոր, որը չորանալիս պահպանում է իր ձևը, իսկ թրծումից հետո ստանում է քարի ամրություն: Կավերի շարքին են դասվում նաև որոշ ապարներ, որոնք բնականում չունեն պլաստիկություն և թրջվելուց չեն ուռչում (օրինակ՝ արգիլիտները): Կախված մասնիկների չափերից՝ կավեր են համարում այն ապարները, որոնք ըստ զանգվածի 50% -ից ավելի կազմված են մինչև 0,01 մմ մասնիկներից: Կոշտ բեկորային նյութի քանակության մեծացման դեպքում կավերը դառնում են պլերիտներ և ավազ: Կավերի գլխավոր

քիմիական բաղադրամասերն են՝  $\text{SiO}_2$ -30...70%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -10...40% և  $\text{H}_2\text{O}$ -5...10%, փոքր քանակությամբ ներկայացնում են  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{FeO}$ ),  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , ավելի հազվադեպ՝  $\text{MnO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ : Կավերի կազմի մեջ հիմնականում մտնում են կաոլինիտը, մոնոտերմիտը, մոնտմորիլոնիտը, գալուազիտը, հիդրոփայլարները, երբեմն՝ պալիգորսկիտը [60...62]:

Կավերը դասակարգվում են ըստ կազմի, ծագման, գույնի և գործնական կիրառման: Եթե հանքանյութերից մեկը գերակշռում է, կավերը անվանվում են ըստ այդ հանքանյութի՝ կաոլինիտային, գալուազիտային և այլն: Ավելի հաճախ կավը ներկայացված է երեք և ավելի հանքանյութերի խառնուրդով, այսինքն՝ բազմահանքային է: Սովորաբար կավի մեջ առկա են խառնուրդներ, տարբեր լեռնային ապարների կամ հանքանյութերի բեկորներ, օրգանական նյութեր և նորաստեղծ հանքանյութեր, որոնց մեծ պարունակության դեպքում տեղի է ունենում անցում կավից դեպի կրակավ, կավային ավազներ, կավային ածուխներ և այլն: Կավերի քիմիական, հանքաբանական և հատիկաչափական կազմից են կախված դրանց բազմաթիվ ֆիզիկամեխանիկական, քիմիական և տեխնոլոգիական հատկությունները (պլաստիկությունը, ուռչումը, կծկումը, հրակայունությունը, փքումը, ադսորբցիան և այլն):

Կավերը և կավային ապարները կազմում են երկրակեղևի բոլոր նստվածքային ապարների կեսը: Կավ առաջացնող հիմնական պրոցեսը կավահող և սիլիկահող պարունակող լեռնային ապարների հողմահարությունն ու ֆիզիկաքիմիական քայքայումն է:

Ըստ արդյունաբերության տեխնիկական պահանջների բնույթի, առանձնացնում են կավերի առավել կարևոր չորս խումբ՝ դյուրահալ, հրակայուն և դժվարահալ, կաոլիններ, ադսորբցիոն:

Դյուրահալ կավերը պլիմիներալ են, սովորաբար երկաթախառն մոնտմորիլոնիտային և հիդրոփայլարային (հաճախ ավազի և օրգանական նյութերի խառնուրդով), հրակայունության ցուցանիշը  $1350^\circ$ -ից քիչ է: Օգտագործվում են կոպիտ կերամիկական արտադրանքների, շինարարական կավե աղյուսի, կղմինդրի, դրենաժային խողովակների, ցեմենտի պատրաստման համար: Պլաստիկ կավի լավագույն տեսակները կիրառվում են սպասքի և քանդակի պատրաստման համար: Դյուրահալ կավն օգտագործվում է կերամիկ ստանալու համար: Վնասակար խառնուրդներ են կոշտ բեկորային՝ հատկապես կրաքարի և գիպսի ներխառնուկները: Կավի պիտանիությունը այս կամ այն արտադրատեսակի արտադրության

համար որոշվում է տեխնոլոգիական փորձարկումներով, որոնց արդյունքում գործարանային պայմաններում պատրաստվում է արտադրանքը և ստուգվում նրա որակը:

Հրակայուն և դժվարահալ կավերը բնորոշվում են կավահողի բարձր պարունակությամբ (20...42%), բարձր կապակցող հատկությամբ և ալաստիկությամբ: Դրանք հումք են ծառայում տարբեր կերամիկական արտադրությունների համար, առաջին հերթին՝ սանիտարատեխնիկական հախճապակու, հրակայուն և օքսիդակայուն արտադրանքների արտադրության համար: Հրակայուն կավերն ունեն մոնոհանքային կազմ (կառլինիտային կամ մոնոտերմիտային) և 1580°-ից ոչ պակաս հրակայունություն: Դժվարահալ կավերը սովորաբար չեն պահպանում իրենց հանքային կազմը և ունեն 1350°...1580° հրակայունություն: Հրակայուն և դժվարահալ կավերի որակի հանդեպ չկան ընդհանուր պահանջներ [60...62]:

Ավազակավ կոչվում է այնպիսի կավը, որը պարունակում է մեծ քանակությամբ փոշենման և ավազոտ մասնիկներ: Ավազակավը փխրուն է եռնային ապար է, որը պարունակում է 10...30% կավային մասնիկներ (0,005 մմ փոքր): Տարբերում են կոշտ, մանրավազային և փոշենման ավազակավեր՝ կախված համապատասխան չափի մասնիկների պարունակությունից: Ավազային ավազակավերը պարունակում են մեծ քանակությամբ քվարց, իսկ կավայինները՝ կավային հանքանյութեր (կառլինիտ, մոնտմորիլոնիտ և այլն): Երբեմն ավազակավերը հարստացված են օրգանական նյութով և ջրի մեջ լուծվող աղերով: Ավազակավերի ծագումը սովորաբար ցամաքային է: Օգտագործվում են որպես հումք աղյուսի արտադրության մեջ:

Կավային թերթաքարերը խիտ և ամուրլեռնային ապարներ են, որոնք հեշտությամբ շերտավորվում են փոքր հաստության սկավառակների: Կավի համեմատ կավային թերթաքարերն ունեն ավելի կայուն կազմություն և ցածր խոնավություն: Կավային թերթաքարը խիտ թերթավոր ապար է (մոխրագույն կամ սև), որը կազմված է հիմնականում կառլինիտից կամ այլ կավային հանքանյութերից, հիդրոփայլարներից, քլորիտից, ինչպես նաև քվարցից, դաշտային սպաթից, կարբոնատներից, օրգանական ածխային նյութերից և երբեմն՝ երկաթի սուլֆիդներից: Ծակոտկենությունը 1...3% է: Ջրում թրջվելուց չի ուռչում: Առաջանում է կավերի խոսցման (դիագենեզի) և խորության մեջ սուզվելու ժամանակ



դրանց մասնակի բյուրեղացման արդյունքում: Յետագա փոփոխության ժամանակ դառնում է ֆիլիտ կամ քլորիտային թերթաքար: Կավային թերթաքարերն օգտագործվում են շինարարական ոլորտում որպես նյութ տանիքի պատրաստման, տարածքների ներքին հարդարման համար, որպես սալիկներ, էլեկտրատեխնիկական արտադրությունում, արդյունաբերությունում, իսկ մանրացվածը՝ թրծված և փքված տեսքով, որպես լցանյութ թեթև բետոնների համար [60...62]:

Լյոսը բարակ հատիկավոր լեռնային ապար է, փխրուն և ծակոտկեն, որը կազմված է կավային նյութերի, դաշտային սպաթի, քվարցի և այլ սիլիկատների բարակ մասնիկներից: Լյոսը չի առանձնանում բարձր պլաստիկությամբ: Այն բաց դեղին միատարր նստվածքային լեռնային ապար է, ունի թափնված շերտավորություն: Գերակշռում են (40...50%) 0,01...0,05 մմ հատիկները, որոնք մասնակիորեն ներկայացված են այնպիսի ագրեգատներով, որոնք առաջացել են կոլոիդային և կավային մասնիկների (0,002 մմ-ից փոքր) կոագուլյացիայի պարագայում: Լյոսի հատիկները բաղկացած են քվարցից, դաշտային սպաթից, փայլարներից, եղջրախաբ խաբուսակից և այլն: Առանձին ենթաշերտերում գերակշռում է հրաբխային մոխիրը, որը քամու միջոցով հրաբխից հարյուրավոր կիլոմետրեր հեռու է քշվում: Լյոսի կավային մասնիկները կազմված են հիդրոփայլարից, կաոլինիտից, մոնտորիլոնիտից: Լյոսի ծակոտկենությունը 40...55% է [60...62]: Լյոսը տարածված է Եվրոպայում, Ասիայում, Յունսիսային և Յարավային Ամերիկայում, հիմնականում բարեխառն գոտու տափաստանային և կիսաանապատային շրջաններում, հյուսիսային լայնության 25...54° և հարավային լայնության 25...44° գոտիներում, 0...2500 մ և ավելի բարձրության վրա: Լյոսի հզորությունը փոփոխվում է մինչև մի քանի հարյուր մետր (Չինաստանում և Միջին Ասիայում մինչև 400 մ) [60...62]:

Կավերը օգտագործվում են ցեմենտի արտադրության մեջ արտլանդցեմենտային կլինկեր ստանալու համար: Ցեմենտի արտադրության մեջ կիրառում են հիմնականում դյուրահալ կավերը, ինչպես նաև արգիլիտները, կավային թերթաքարերը, ավազակավերը և այլն, որոնց պիտանիությունը հիմնականում որոշվում է քիմիական կազմով: Կավերը պարունակում են որոշակի հարաբերակցությամբ սիլիկահող, կավահող և երկաթի օքսիդ: Սիլիկահողային մոդուլը 1,7...3,5 սահմաններում է, կավահողային մոդուլը կարող է փոփոխվել 1,0-ից

մինչև 2,5: Կավերի մեջ առանձին բաղադրամասերի բացակայությունը լրացվում է բնական կամ արհեստական հավելումների օգտագործմամբ: Կավերի վնասատու խառնուրդներն են մագնեզիումի, ալյուր օքսիդները,  $\text{FeO}$ -ը, ծծմբային միացությունները, քլորը, կոշտ բեկորային նյութը (0,08 մմ-ից խոշոր ֆրակցիայով): Կավերի նկատմամբ ընդհանուր պահանջներ չկան: Յուրաքանչյուր առանձին դեպքում դրանց որակը ուսումնասիրվում է հատուկ տեխնոլոգիական փորձարկումների հիման վրա: Կավի միջին ծախսը 1 տցեմենտային կլինկեր ստանալու համար կազմում է մոտավորապես 350 կգ:

Պորտլանդցեմենտի արտադրության համար նախատեսված կավային հումքի համար չկան ստանդարտով սահմանված տեխնիկական պահանջներ: Սակայն փորձի հիման վրա կավային ապարների քիմիական կազմի հանդեպ սահմանված են այնպիսի չափանիշներ, որոնց հիման վրա որոշվում է դրանց օգտագործման նպատակահարմարությունը:  $\text{CaO}$ -ի քանակությունը չի սահմանափակվում:  $\text{MgO}$ -ի թույլատրելի պարունակությունը կախված է կրային բաղադրիչում դրա պարունակությունից և սահմանափակվում է պորտլանդցեմենտի համար կլինկեր ստանալու պայմանով 5%-ից ոչ ավել, իսկ մագնեզիումային պորտլանդցեմենտի համար 10%-ից ոչ ավել  $\text{MgO}$ -ի պարունակությամբ [52...55]:

## **2.2. Ցեմենտի արտադրության տեխնածին հումքային ելանյութեր**

Բնական ծագում ունեցող հումքի հետ միասին ցեմենտի արտադրությունը իր նպատակների համար օգտագործում է երկրորդական հումք՝ արդյունաբերական թափոններ, դրանցից են, առաջին հերթին, մետաղագործական խարամները, վառելիքային մոխիրը, նեֆելինային շլամը:

Մետաղագործական խարամները ստորաբաժանվում են սև և գունավոր մետալուրգիայի խարամների: Կախված վառարանների տեսակից և պրոցեսի բնույթից՝ սև մետալուրգիայի խարամները լինում են՝ դոմնային, պողպատահալ (մարտենյան, կոնվերտերյան, բեսեմերյան, թոմասյան, էլեկտրահալ քային), ֆեռոհամահալ վածքների արտադրության, թուջահալոցային:

Սև մետալուրգիայում մետաղախարամները երկաթի տարբեր պարունակությամբ սիլիկատային համակարգեր են: Խարամների քիմիական բաղադրակազմը և ֆիզիկական հատկությունները տարբեր են:

Այսպես, դոմնային խարամները իրենց քիմիական բաղադրակազմով բաժանվում են հիմնային (որոնցում գերակշռում են CaO և MgO), թթվային (SiO<sub>2</sub> և Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> բարձր պարունակությամբ) և չեզոք՝ օքսիդների հավասար պարունակությամբ: CaO և MgO պարունակության հարաբերակցությունը SiO<sub>2</sub> և Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> հանդեպ կոչվում է խարամի հիմնականության աստիճան կամ մոդուլ, իսկ հակառակ հարաբերակցությունը՝ թթվայնության աստիճան կամ մոդուլ [5, 13, 15, 16, 20, 24]: Աղյուսակ 2.1-ում բերված է սև մետալուրգիայի տարբեր խարամների քիմիական բաղադրակազմը:

Մետաղախարամները արժեքավոր հումք են մի շարք շինանյութերի արտադրության համար, որոնք ավելի էժան են, քան բնական հումքից ստացվածները: Ներկայումս գրեթե բոլոր մետաղագործական ձեռնարկություններում գործում են խարամների վերամշակման արտադրամասեր կամ բաժանմունքներ:

Գունավոր մետալուրգիայի խարամներից առավել մեծ նշանակություն ունի շինարարության համար ունեն պղնձի և նիկելի արտադրություններում առաջացած խարամները: Թափոնային պղնձահալ խարամները սև գույնի են: Դրանք ենթակա չեն կազմալուծման: Խարամների միջին խտությունը կազմում է 3300...3800 կգ/մ<sup>3</sup>, ջրակլանումը՝ 0,1...0,6%, ամրության սահմանը սեղմման ժամանակ 120...300 ՄՊա:

Նիկելային խարամները օժտված են ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների նույն

Աղյուսակ 2.1

**Սև մետալուրգիայի տարբեր խարամների քիմիական բաղադրակազմը  
(% ըստզանգվածի)**

Խարամի բնույթը	Քիմիական բաղադրակազմը, %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaS	FeO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Վերամշակելի թուջի	54,6	10,1	19,4	5,4	1,5	0,5	8,5	-
հալում	36,50	10,70	41,1	1,60	5,6	0,9	3,1	-
Վերամշակելի								
մարտենյան թուջի	33,1	10,4	48,2	1,9	4,8	0,3	1,3	-
հալում	30,6	12,9	45,3	2,0	6,9	0,6	0,5	-
Բեսեմերյան թուջ	34,1	13,4	39,1	4,5	5,2	0,9	2,4	-
Ձուլման թուջ	29,9	10,1	42,5	3,1	4,6	0,5	8,8	-
Թոմսայան թուջ	39,0	13,0	38,5	1,5	6,0	0,9	0,7	-
Ֆեռոմանգան	62,2	2,76	0,874	0,29	-	17,44	13,72	-
Ֆեռոսիլիցիում	5,99	1,12	5,81	2,54	-	12,0	8,43	20,72
Թթու պոնցես	52,0	1,18	5,8	1,87	-	24,43	13,10	-
Յիմնական	17,5	1,7	35,1	13,7	-	12,6	10,0	1,47
Թթու								
Յիմնական								

բարձր ցուցանիշներով, ինչ պղնձե խարամները: Ըստ քիմիական կազմության դրանք թթվային են: Նիկելային հատիկավորված խարամները, չնայած ապակեման կազմությանը, հիդրավլիկ ակտիվություն գրեթե չունեն [5, 28]:

Գունավոր մետալուրգիայի խարամները դեռ փոքր քանակությամբ օգտագործում են ցեմենտի արտադրության մեջ որպես երկաթ պարունակող բաղադրիչ և ակտիվ հանքային հավելանյութ, ինչպես նաև հանքային բամբակի և ձուլվածքային իրերի ստացման համար: Գունավոր մետալուրգիայի խարամները տարբեր շինարարական նյութերի համար՝ որպես հիմք հեռանկարային են: Դրանց հանույթը 10...25 անգամ գերազանցում է գունավոր մետաղների հանույթին:

Այնուամենայնիվ մի շարք այլ մետաղների արտադրության ժամանակ մեծ քանակությամբ թափոններ են առաջանում դիսպերս մասնիկների ջրային սուսպենզիայի տեսքով՝ շլամ: Ծինարարական նյութերի արտադրության համար արդյունաբերական նշանակություն ունեն նեֆելինային, բոքսիտային, սուլֆատային, սպիտակ և միակալցիումային շլամները: Օգտագործման համար պիտանի, միայն նեֆելինային խարամների ծավալը տարեկան 7 մլն տոննայից ավելի է: Ըստ CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> օքսիդների պարունակության, դրանք միջանկյալ տեղ են զբաղեցնում արտլանդցեմենտի, դոմնային խարամի և արզևահողային ցեմենտի միջև:

Շլամի հանքաբանական կազմը, բացի միակալ ցիոլմականից, բնորոշվում է երկկալ ցիոլմական սիլիկատի գերակշռությամբ (50...90%), ինչպես նաև կալցիոլմի ալյումինատների և ֆերիտների առկայությամբ: Շլամներում ջրի նշանակալից առկայությունը հանգեցնում է միներալների մասնակի հիդրատացման և հիդրոսիլիկատների, հիդրոալյումինատների ու հիդրոֆերիտների գոյացմանը [33, 52, 53, 63, 64]:

Նեֆելինային շլամը պարունակում է մինչև 85%  $2CaO \cdot SiO_2$ , այսպես կոչված բելիտ, այդ իսկ պատճառով այն երբեմն անվանում են բելիտային շլամ: Նեֆելինային շլամն օգտագործվում է ցեմենտ ստանալու համար՝ որպես պորտլանդցեմենտային արտադրության հումքային բաղադրամաս և ավտոկլավային բետոններում, որպես կապակցող բաղադրիչ (աղյուսակ 2.2):

Աղյուսակ 2.2

**Նեֆելինային շլամի քիմիական բաղադրակազմը (% ըստ անգվածի)**

Օքսիդների պարունակությունը, %									
Ձեռնարկություն անվանումը	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Շ.Կ., %
Պավլոդարի գործարան (Павлодарский завод)	22,6	7,2	21,3	38,1	0,5	0,4	2,7	-	7,0
Բոկսիտոգորի գործարան (Бокситогорский завод)	18,3	9,8	20,5	38,3	-	0,3	3,8	-	5,3
Աչինի գործարան (Ачинский завод)	28,7	3,6	4,8	55,2	2,1	0,2	2,2	-	4,1

Նեֆելինային շլամի օգտագործման հիմնական ուղղությունն է համապատասխան շտկող բաղադրիչներից բաղկացած բովախառնուրդի թրծման ճանապարհով բարձրորակ պորտլանդցեմենտի արտադրությունը: Կառլինային շլամները, որոնք նեֆելինայինից տարբերվում են ալյումինի և երկաթի օքսիդների բարձր պարունակությամբ,

արրտլ անդցեմենտայ ին կլ ինկերի արտադրության ժամանակ նպատակահարմար է օգտագործել որպես կոմպլեքս շտկող հավելանյութ: Կառլինային շլամի (12...15%) հավելումով հումքային խառնուրդներն ունեն սովորականից բարձր հոսելիություն, դրանց խոնավությունը 5...10%-ով ցածր է ցեմենտի արտադրությունում սովորաբար օգտագործվող խառնուրդների խոնավությունից: Դրանց թրծման ջերմաստիճանը 5...70°C-ով ցածր է, քան ավանդական հումքի հիման վրա պատրաստված խառնուրդներինը, ինչին նպաստում են կառլինային շլամի բարձր դիսպերսությունը և բարձր ռեակցիոն ունակությունը [33, 52, 53, 63, 64]: Բոքսիտային կամ կառլինային խարամների քիմիական կազմը բերված է աղ. 2.3-ում:

Բարձր դիսպերսությունը կառլինային շլամի մասնիկների կազմության առանձնահատկությունների գուգակցմամբ կանխում է սուսպենզիայի շերտավորումը, և դաշահավետորեն տարբերում է կարմիր շլամը նեֆելինայինից [33, 52, 53, 63, 64]:

Վառելիքային խարամները և մոխիրները քարածխի, թերթաքարերի և տորֆի տարբեր տեսակների այրման թափոններ են: Սովորաբար խարամ են համարում 0,3...0,5 մմ չափսերի հատիկների և կտորների միմյանց կպած վառելիքային թափոնները:

Փխրուն դիսպերսային նյութերը, որոնք 0,3 մմ-ից փոքր են, կոչվում են մոխիրներ: Եթե վառելիքի փոշենման այրման ժամանակ հանքային մասը կտրուկ սառչում է, ապա ստացվում է ապակե կառուցվածքով հատիկավոր խարամ՝ 7...10 մմ հատիկների տեսքով [8, 9, 32, 36, 37]:

Վառելիքային խարամների և մոխիրների քիմիական և միներալ ոգիական բաղադրակազմերը շատ տարբեր են և կախված են այրվող ածխի, թերթաքարի կամ տորֆի տեսակից, ածխակիր ապարի բնույթից և վառելիքի այրման պայմաններից: Մոխիրներում և խարամներում սովորաբար պարունակվում է չայրված վառելիքը, որը հաճախ քայքայվում է ազդում այդ նյութերի հատկությունների վրա:

Ածուխների մոխիրների քիմիական բաղադրակազմը տատանվում է՝ կախված ածուխների հանքավայրերից: Տարբեր ջերմաէլեկտրակայաններում մոխիրների մեջ հիմնական օքսիդների մոտավոր պարունակությունը (%)՝ SiO<sub>2</sub>–37...63, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–9...37, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–4...17, CaO–1...32, MgO–0,1...5, SO<sub>3</sub>–0,05...2,5, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O–0,5...5: Շիկացման ժամանակ

կորուստները, որոնք բնորոշում են մոխրում չայրվող ածխածնային մասնիկների պարունակությունը, կազմում են 0,5...30% [7...9, 11, 32, 36, 37]:

Աղյուսակ 2.3

**Բոքսիտային կամ կաոլինային խարամների քիմիական բաղադրակազմը**

Չարաչափի անվանումը	Չախման միավոր	«Բիրաչ» (Бирач), Բոսնիա	«Աիկ» (Айк), Յուգոսլավիա	ԲՍՁ (БСЗ), Ռուսաստան, կարմիր շլամ	ՈՒՍՁ (УАЗ), Ռուսաստան, եռակալ վող շլամ	ՆԳՁ (НГЗ), Ուկրաինա	ԴՍՁ (ДАЗ) Ուկրաինա
SiO <sub>2</sub>	%	12,1	10,4	8,3	10,29	4,66	9,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	46,1	45,7	48,65	28,9	47,7	32,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6,2	6,3	6,1	5,8	9,0	8,7
CaO	%	23,9	22,3	23,0	31,0	22,3	26,0
Na <sub>2</sub> O	%	0,43	0,42	0,95	0,45	0,48	0,9
TiO <sub>2</sub>	%	4,59	4,24	3,36	3,53	5,09	3,73
H <sub>2</sub> O	%	6,66	7,5	9,2	14,5	10,77	13,1
այլ	%	0,0 <sub>2</sub>	0,2	0,44	5,53	0	6,01
Չիդրոպլյունմասիլի-կատային ֆազ	%	2,1	2,1	4,2	2,1	2,3	4,1
Չիդրոգրանատների գումարը	%	54,4	54,4	35,5	46,5	24,4	44,0
Չեմատիտ	%	35,3	35,3	43,3	25,7	48,1	31,9
Այլ	%	8,2	8,2	17,0	25,7	25,2	20,0

Ցեմենտի արտադրության մեջ օգտագործում են նաև հանքահանության արդյունաբերության թափոններ՝ ծածկաշերտային ապարներ (հանքային թափոններ), տարատեսակ օգտակար հանածոների հանույթի թափոններ: Չատկապես այդ թափոնների մեծ քանակություն գոյանում է բաց եղանակով հանույթի դեպքում: Մոտավոր հաշվարկներով աշխարհում տարեկան գոյանում է 10 մլդ տոննա թափոն, որոնք հումքի անսպառ աղբյուր են շինարարական նյութերի արդյունաբերության համար: Սակայն ներկայում օգտագործվում է

դրանց միայն 6...7%-ը: Ծածկաշերտի և դատարկ ապարներն օգտագործվում են՝ կախված իրենց կազմությանից (կարբոնատային, կավային, մերգելային, ավազային և այլն):

Ծածկաշերտի ապարները հանքահանության արդյունաբերության միակ թափոնները չեն: Դատարկ ապարի մեծ քանակությունը բարձրանում է երկրի մակերևույթ, մանրացվում և վերածվում է հարստացման պրոցեսի տեսքով թափոնակույտի: Հանքահարստացման ձեռնարկությունները թափոնակույտերում արտանետում են մեծ քանակությամբ \$L\$ ոտացիոն և գրավիկոնցենտրացիոն պրոցես, որոնք առաջանում են մասնավորապես հանքաքարերի գունավոր մետաղների վերամշակման արդյունքում (աղ. 2.4 և 2.5-ում բերված է քիմիական բաղադրակազմը) [16, 20, 26, 29]:

Ածխահանույթի և ածխահարստացման թափոնները գոյանում են ածխահարստացուցիչ գործարաններում: Ածխահանույթի թափոնների համար բնորոշ է կազմի կայունությունը, ինչը շահավետորեն տարբերում է դրանց այլ տեսակի հանքային թափոններից (աղ. 2.6 և 2.7-ում բերված է քիմիական բաղադրակազմը):

Այս թափոնները կարելի է օգտագործել որպես հումքային բաղադրիչներ ցեմենտի արտադրության մեջ [7...9, 11, 32, 36, 37]: Արտասահմանյան պրակտիկայում որպես կրային բաղադրամաս նաև օգտագործում են ալկալիների, ծծմբաթթվային ամոնիումի արտադրությունների թափոնները [19]:

Հումքային նյութերի պիտանիությունը որոշվում է դրանց բազմակողմանի տեխնոլոգիական ուսումնասիրության և տվյալ շրջանում ցեմենտային արտադրություն կազմակերպելուց ծագող հարցերի տեխնիկական և տնտեսական վերլուծության հիման վրա (արտադրության եղանակը, վառելիքի տեսակը, ցեմենտի որակը):

Հարկ է նշել, որ ցեմենտի ինչպես չոր, այնպես էլ թաց արտադրության ժամանակ հումքային կազմը կարող է փոփոխվել՝ կախված ցեմենտի գործարանի վայրից, հումքի այս կամ այն տեսակի հասանելիությունից, սարքավորման հնարավորությունից, արտադրանքի այս կամ այն տեսակների պահանջարկից և այլ գործոններից:

Արտադրության չոր եղանակի պարագայում կավի ալյաստիկությունը և կապակցող

ունակությունը ապահովում են հումքային խառնուրդի բրիկետացման և հատիկավորման հնարավորությունը:



**Ոսկի պարու նակող սուլ ֆիդայ ին աղնձի հանքաքարերի  
Ֆլ ոտացիոն հարստացման արչ երու մ հիմնական օքսիդների պարու նակու թյ ու նը**

<b>Պարու նակու թյ ու ն (% ըստզանգվածի)</b>						
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Այլ օքսիդ.</b>	<b>Շ.Կ.+ խոնավու թյ ու ն</b>
65,5...70,70	5,21...6,23	2,0...2,79	0,75...0,91	9,65...10,82	0...9,01	7,88...9,21

**Ոսկի պարու նակող քվարցայ ին հանքաքարերի գրավիտացիոն հարստացման  
արչ երու մ հիմնական օքսիդների պարու նակու թյ ու նը**

<b>Պարու նակու թյ ու ն (% ըստզանգվածի)</b>								
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Այլ օքսիդ.</b>	<b>Շ.Կ.+ խոնավու թյ ու ն</b>
70,06...72,31	4,51...6,0	6,56...7,0	0,5...0,70	0,28...0,35	0,1...0,20	6,64...7,68	0...3,55	7,8...8,14

**Ածխահարստացման թափոնների քիմիական բաղադրակազմը**

<b>Բաղադրիչ ներ</b>	<b>Օքսիդների պարու նակու թյ ու նը (% ըստզանգվածի)</b>								
	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>Այլ օքսիդ.</b>	<b>Շ.Կ.</b>
Ած խահ ար ս տաց մ ան թափոն ն եր	48,3...50,4	15,5...18,5 6	5,2...6,4	1,0...1,5 1	0,3...0,5	3,9...4,78	0,7...0,9	0...8,6	16,5...18, 3

Կարբոնատային և կավային հոլմքը, ըստ կազմի և կառուցվածքի, պետք է լինի ավելի համասեռ և համաչափ, չպարունակի քվարց և այլ բեկորային ապարների խոշոր հատիկներ, որոնք դժվարացնում են հոլմքի աղացումը և յուրացումը թրծման ընթացքում [33, 52...55, 63, 64]:

Աղյուսակ 2.7

**Ածխահանույթի թափոնների քիմիական բաղադրակազմը**

Չափման միավոր	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	C	H <sub>2</sub>	Խոնավություն
%	30...33	6...7	3...4	3...4	40...45	1...3	10...12

Կլինկերի պատրաստման համար հոլմքային խառնուրդները բաժանվում են երկու, երեք և չորս բաղադրիչ ունեցողների:

Երկու բաղադրիչ ունեցող խառնուրդը կազմվում է երկու սկզբնական նյութից՝ կրաքարից (կարբոնատային և եռնային ապարից) և կավից:

Երեք բաղադրիչ ունեցող հոլմքային խառնուրդն ունի երեք տեսակ հոլմքային նյութ՝ կրաքար, կավ և շտկող հավելում: Հավելման համար օգտագործում են նյութեր, որոնք ունեն այնպիսի օքսիդի բարձր պարունակություն, որը բավական չէ միայն երկու հիմնական բաղադրամասի (կրաքարի և կավի) կիրառման ժամանակ: Եթե քիչ է սիլիկահողը, ապա կիրառում են տրեպել, ավազ և SiO<sub>2</sub> բարձր պարունակությամբ այլ նյութեր. եթե կավահողը քիչ է, ապա կիրառում են բոքսիտներ կամ կավ և այլ բարձր կավահողային հատկություններ ունեցող նյութեր, օրինակ, ալյումինատային խաբամներում երկաթի օքսիդի պակասը լրացվում է երկաթի օքսիդ պարունակող տարբեր տեսակի արտադրական թափոններով [33, 52...55, 63, 64]:

Չորս բաղադրիչ ունեցող խառնուրդը կազմված է երկու հիմնական հոլմքային նյութից և երկու տեսակի շտկող հավելումից: Այդպիսի խառնուրդը օգտագործում են հոլմքում միաժամանակ երկու օքսիդի (օրինակ՝ սիլիկահողի և երկաթի օքսիդի) քիչ քանակության դեպքում: Այս դեպքում բովախառնուրդը կազմվում է չորս բաղադրիչից, օրինակ՝ կրաքարից, կավից, տրեպելից և երկաթ պարունակող հանքանյութից: Այսպիսով, անկախ խառնուրդի բաղադրամասերից, հիմնական հոլմքեր են կարբոնատային և եռնային ապարները և սիլիկահողի, կավահողի, երկաթի օքսիդի բարձր պարունակությամբ կավային ապարները:

Առանձին դեպքերում, երբ կա դրա հնարավորությունը, երկու հիմնական բաղադրատեսակը՝ կրային և կավային, փոխարինում են մեկով՝ կրակավով, որը կավային նյութերի և ածխաթթու կալցիումի բնական խառնուրդն է: Արտադրության ընթացքում, բացի հիմնական հումքից, ցեմենտի մեջ ակտիվորեն օգտագործվում են տարբեր հավելումներ, որոնցով հնարավոր է փոխել վերջնական արտադրանքի որոշ հատկություններ [33, 52...55, 63, 64]:

**Եզրակացություն:** Անկախ խառնուրդի բաղադրամասերից, հիմնական հումք են հանդիսանում կարբոնատային լեռնային ապարները և սիլիկատի, կավատի, երկաթի օքսիդի բարձր պարունակությամբ կավային ապարները:

Առանձին դեպքերում, երբ կա դրա հնարավորությունը, երկու հիմնական բաղադրատեսակը՝ կրային և կավային, փոխարինում են մեկով՝ կրակավով, որը կավային նյութերի և ածխաթթու կալցիումի բնական խառնուրդն է:

Արտադրության ընթացքում, բացի հիմնական հումքից, ցեմենտի մեջ ակտիվորեն օգտագործվում են տարբեր հավելանյութեր, որոնցով հնարավոր է փոխել վերջնական արտադրանքի որոշ հատկություններ:

### ԳԼՈՒԽ 3

## ԼՂՅ-ՈՒՄ ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒ ԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ԲԱԶԱՆ

### 3.1 ԼՂՅ-ՈՒՄ ԱՐՐՈՒ ԱՆՈՂԳԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒ ԹՅ ԱՆ ԻՈՒՄՔԻ ԿԱԿՄՈՂ, ԽԱՄԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՂ և ԱՄՋ ԱՐՆԵՐՈՂ

Պորտլանդցեմենտի կլինկերի արտադրության ժամանակ օգտագործվող իոլմքի բազմազան տեսակները թրծման արդյունքում պետք է ապահովեն այնպիսի արտադրանք, որը որպես հիմնական \$ազ կարողնակի կալցիումի սիլիկատներ, կալցիումի ալյումինատներ և կալցիումի ալյումաֆերիտներ՝ որոշակի հարաբերակցությամբ: Այդ \$ազերի բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի իրականացման համար, վնասակար խառնուրդների քանակության դեպքում, իոլմքային բաղադրիչները պետք է պարունակեն առավելագույն չափով կալցիումի օքսիդ, սիլիկատ, ալյումինի օքսիդ և երկաթի օքսիդ:

1 տոննա ցեմենտային կլինկերի արտադրության համար ծախսվում է 1,6...2 տոննա միջին խոնավության հիմնականում բնական հանքային իոլմք, այդ պատճառով, ըստ տարածվածության և պաշարների մասշտաբայնության, ցեմենտի արտադրության մեջ օգտագործման համար առավել ուշագրավ են բազմաթիվ էմնային ապարները, որոնք կազմում են երկրագնդի վերին թաղանթը՝ երկրակեղևը [33, 52, 64, 65]:

Մինչ օրս պորտլանդցեմենտի կլինկերի արտադրության համար որպես իոլմք լայնորեն օգտագործվում էին նստվածքային ապարները (կրաքար, կավիճ, մերգել, կավ): Սակայն դրանք համեմատաբար քիչ են հանդիպում, ուստի չեն կարող բավարարել ցեմենտի արտադրության պահանջները: Այդ պատճառով պորտլանդցեմենտային կլինկերի մեծ մասն արտադրվում է արհեստական իոլմքային խառնուրդներից, որոնք սովորաբար պարունակում են կարբոնատային, ալյումա-սիլիկատային բաղադրիչներ և շտկող հավելանյութեր:

Ցեմենտի արտադրության հանքահիոլմքային բազայի վիճակը գնահատելով՝ կարելի է եզրակացնել, որ մոտակա ժամանակներում կպահանջվի դրա ընդլայնում, քանի որ իոլմքի հետախուզված և կանխատեսվող պաշարների որակական ցուցանիշները համարժեք չեն, իսկ դրանց տարածքային տեղակայումը՝ անհավասարաչափ: Գրեթե ամենուրեք իոլմքի որակի նկատելի նվազեցումը առաջացնում է իոլմքային

խարամների խոնավության գերաճ կամ հումքային խառնուրդների ռեակցիոն ունակության նվազում, ինչը իր հերթին հանգեցնում է վառելիքի գերաճախի: Որոշակի բարդություններ առաջանում են երկաթ պարունակող շտկող հավելանյութերի պակասության պատճառով: Հանքահումքային պաշարների որոշ մասի սպառման հարցը պահանջում է դրանց՝ այլ տեսակի հումքային նյութերով մասնակիորեն կամ ամբողջովին փոխարինում: Դրահետմեկտեղ առաջին հերթին անհրաժեշտ է օգտագործել այն նյութերը, որոնք հասանելի են արագ յուրացման համար [33, 52, 64, 65]:

Եթե բնական կարբոնատային հումքի փոխարինումը գրեթե այլ ընտրանք չունի, ապա այլ ումասիլիկատային կավային հումքի փոխարինողների որոնումների արդյունքում բացահայտվեցին մի շարք նյութեր՝ այդ նպատակով օգտագործելու հնարավորությամբ: Բնական հումքի հիմնական տեսակների արդյունավետ փոխարինողներ կարող են լինել նաև տարատեսակ տեխնածին արտադրանքներ (կողմնակի նյութեր՝ տարբեր արտադրանքների թափոններ): Երկրորդական արտադրանքները և ելքային հումքի թափոնները \$իզիկաքիմիական բնութագրերով ցեմենտի արտադրության մեջ օգտագործվող բնական նյութերից էականորեն տարբերվում են, ինչը մի շարք դեպքերում բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում կլինկերագոյացման գործընթացի ժամանակ [5, 6, 10, 20, 24]:

Մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության համար կարելի է օգտագործել թույլատրելի որակի հումքային նյութերի, այդ թվում՝ կրաքարի, մերգելի, կավի, ավազակավի և այլ տարրերի, բազմաթիվ փոքր հանքավայրեր: Մեծ գործարանների համար հումքի խոշոր հանքավայրերը շատ քիչ են, մինչդեռ փոքր հանքավայրերի քանակը, որը կարող է բավարարել մինի գործարանի պահանջները, շատ անգամ մեծ է: Այդ պատճառով մինի գործարանները հումքի հանքավայրերն արդյունավետորեն ընտրելու ավելի մեծ հնարավորություններ ունեն: Մինի գործարանների համար գործարանի դիրքի արդյունավետ ընտրություն կատարելը առավել հեշտ է, միաժամանակ նվազագույնի հասցնելով հեռավորությունը մինչև հիմնական սպառողներ, հանքավայրեր և էներգակիրներ [21...23]: Այսպիսով, մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը (բացի վերը նշվածից) թույլ կտա առաջին հերթին լուծելու ցեմենտի սղության հիմնախնդիրը, երկրորդը՝ տարածաշրջանը կապահովի բազմաթիվ նոր

աշխատատեղերով: Այդ կապակցությամբ ավելի վաղ իրականացվել են ԼՂՀ-ի հումքային բազայի նախնական հետազոտություններ և վերլուծություններ [17, 65]:

*Կրաքարեր.* որոշ հանքավայրերի կրաքարերի առավել վաղ կատարած հետազոտում -

թյունները ցույց են տվել, որ ապարների այս խումբը տարածված է ԼՂՀ տարածքի մեծ մասում և առաջացնում է խոշոր պաշարներով հանքավայրեր:

*Շոռաղբյուրի կրաքարի հանքավայրերի խումբը* գտնվում է Մարտակերտ քաղաքից 8 կմ հեռավորության վրա ուղիղ գծով և 15 կմ հեռավորության վրա խճուղով դեպի հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք: Տեղադրված է Նոր Գոմերի լեռնաշղթայում (ձգվում է հարավ-արևելքից դեպի հյուսիս-արևմուտք ավելի քան 4 կմ): Ռելիեֆը հանդարտ է, բարձունքային նիշերը չեն գերազանցում 700...750 մ: Լեռնատեխնիկական պայմանները բարենպաստ են շահագործման համար:

Հանքավայրերը կազմված են կոպիտ շերտավոր և զանգվածային կրաքարերի սովորաբար տերթափանց, որոնք տեղ-տեղ ծածկված են մինչև 10 մ հզորությամբ չորրորդական նստվածքներով՝ ավազաքարերով, կավավազներով:

Շոռաղբյուրի հանքավայրերի խումբը բաղկացած է 3 տեղամասից, որոնք գտնվում են միմյանցից 0,5 կմ հեռավորության վրա:

*Շոռաղբյուր-I հանքավայրը* հետախուզվել է 1986...1987 թթ. սղոցած շինաքարի արդյունահանման նպատակով: Հաստատված պաշարները կազմում են 6,4 մլն մ<sup>3</sup>: Հանքավայրը պատրաստվում էր արդյունաբերական յուրացման համար:

*Շոռաղբյուր-II հանքավայրը* հետախուզվել է 1986...1987 թթ., որտեղի կրաքարը նախատեսվել է օգտագործել երեսպատման սալերի արտադրության համար: Հաստատված պաշարները կազմում են 2,1 մլն մ<sup>3</sup>:

I և II տեղամասերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունները.

- Միջին խտությունը – 1910...1980 կգ/մ<sup>3</sup>, միջինը 1940 կգ/մ<sup>3</sup>:
- Ծակոտկենությունը – 15,69...19,91%, միջինը 18,10%:
- Ջրակլանումը – 6,0...8,33%, միջինը 6,10%:
- Սեղմման ամրություն սահմանը, ՄՊա.  
ա/օդաչոր վիճակում – 12,2...16,0 (միջինը 13,5),

բ/ջրահագեցած վիճակում – 6,9...11,1 (միջինը 8,8):

- Ջրափակեցման գործակիցը – 0,65:
- Սառնակայ ու նության գործակիցը – 0,93:

*Ճոռաղբյուր-III հանքավայրը* հետախուզվել է 1986...1987 թթ., որտեղի կրաքարը

նախատեսվել է օգտագործել որպես հումք կրի արտադրության համար: Հաստատված պաշարները կազմում են 2,1 մլն մ<sup>3</sup> (աղ. 3.1):

Աղյուսակ 3.1

**Ճոռաղբյուրի հանքավայրի III տեղամասի կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը (% ըստզանգվածի)**

Բաղադրիչները	Պարունակությունը, %		
	սկսած	մինչև	միջինը
CaO	49,37	55,37	54,1
MgO	0,25	0,77	0,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	0,65	0,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	0,74	0,33
SiO <sub>2</sub>	–	2,03	0,59
TeO <sub>2</sub>	–	0,06	0,01
Շիկացման կորուստները	39,93	42,70	41,7

Երեք տեղամասում կրաքարերի հաշվարկված պաշարները C<sub>2</sub> կարգով կազմում են ավելի քան 25 մլն մ<sup>3</sup> [17, 66]:

*Մարտակերտի կրաքարերի հանքավայրը* գտնվում է Մարտակերտ քաղաքի հարավարևելյան ծայրամասում: Հետախուզվել է 1958 թ. և 1961...1968 թթ. նախկինում Ադրբեջանի երկրաբանական պետական վարչության (□Азгеоуправление□) կողմից: Օգտակար ստվարաշերտի հզորությունը 46 մ է: Հանքավայրի պաշարները կազմում են 41,198 մլն մ<sup>3</sup>: Կրաքարերը կարող են օգտագործվել որպես որմնաքար և հումք կրի արտադրության համար:

*Հոռաթաղի կրաքարերի հանքավայրը* գտնվում է Մարտակերտ քաղաքից 3 կմ հեռավորության վրա (ուղիղ գծով) դեպի հարավ: Հանքավայրի մակերեսը կազմում է 3 կմ<sup>2</sup> (աղ. 3.2): Ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները.

- Միջին խտությունը – 1,92...2,12 տ/մ<sup>3</sup>,
- Իրական խտությունը – 2,18...2,38 գ/սմ<sup>3</sup>,

- Նակոտկենու թյուղ – 9,5...16,5%,
- Ջրակլանումը – 3,1...6,5%,
- Սեղմման ամրություն սահմանը, ՄՊա.  
ա/օդաչոր վիճակում – 12,93...19,54 ՄՊա,  
բ/ջրահագեցած վիճակում – 7,86...10,53 ՄՊա:
- Ջրափակեցման գործակիցը – 0,72...0,75,
- Սառնակայունության գործակիցը – 0,71...0,73:

Աղյուսակ 3.2

**Հոռաթաղի տեղամասի կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը  
(% ըստզանգվածի)**

Բաղադրիչները	Պարունակությունը, %		
	սկսած	մինչև	միջինը
SiO <sub>2</sub>	0,25	1,55	0,59
CaO	55,2	55,3	55,22
MgO	0,10	0,43	0,223
CO <sub>2</sub>	32,5	46,0	41,61
H <sub>2</sub> O	0,05	0,28	0,157
K <sub>2</sub> O	0,01	0,04	0,023
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,04	0,024
Շիկացման կորուստները	41,1	42,9	42,32

Հոռաթաղի տեղամասի օգտակար ստվարաշերտի հզորությունը 26 մ է, բերուկների (ավազակավերի) հզորությունը՝ 0...5 մ: Օգտակար ստվարաշերտի պաշարները ըստ C<sub>1</sub> կարգի կազմում են 56234 մլն մ<sup>3</sup>: Օգտակար շերտի պաշարների ծավալի հարաբերակցությունը մակաշերտի նկատմամբ՝ 10:1 [17, 66]:

*Նոր Կարմիրավանի հանքավայրը* գտնվում է Մարտակերտի շրջանի Նույնանուն գյուղից 1,5 կմ հեռավորության վրա դեպի հյուսիս-արևելք՝ զբաղեցնելով 500 մ չգերազանցող բարձրության նիշերը: Որոնողական աշխատանքները 1983...1985 թթ. անցկացվել են Ազգեովարչության կողմից:

Օգտակար ստվարաշերտը ներկայացված է կավճանման կրաքարերով, կիրառելի է հատավոր շինարարական քարի ստացման համար: Կրաքարերի տարածման մակերեսը 765000 մ<sup>3</sup> (900x850 մ), հզորությունը՝ 20 մ: Հաշվարկված են կանխատեսումային պաշարները 14,2 մլն մ<sup>3</sup>



քանակությամբ: Կրաքարերի հանքավայրերի Տիգրանակերտի խմբի ընդհանուր երկրաբանական պաշարները գերազանցում են 500 մլն մ<sup>3</sup> [17, 66]:

*Շոշի կրաքարերի հանքավայրը:* Գտնվում է Ստեփանակերտ քաղաքից 5...6 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-արևելք, Կարկառ գետի աջ ափին, Ստեփանակերտ-Կարմիր շուկաճանապարհի մոտակայքում (աղ. 3.3):

Աղյուսակ 3.3

**Շոշի հանքավայրի կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը (% ըստ զանգվածի)**

Բաղադրիչներ	Պարունակությունը, %		
	սկսած	մինչև	միջինը
SiO <sub>2</sub>	0,9	5,48	2,32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,22	1,87	0,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	0,6	0,42
CaO	51,0	55,0	52,11
MgO	0,16	0,70	0,46
SO <sub>3</sub>	0,03	0,41	0,14
Շիկացման կորուստները	41,09	43,28	42,02
H <sub>2</sub> O	0,01	0,88	0,19
Σ	99,12	99,99	99,68
CaCO <sub>3</sub>	90,26	98,02	96,8

Կրաքարերը միաքար են, սպիտակավուն-մոխրագույն:

Ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները.

- Միջին խտությունը -2400...2740 կգ/մ<sup>3</sup>, միջինը 2695 կգ/մ<sup>3</sup>,
- Իրական խտությունը – 2,65...2,70 գ/սմ<sup>3</sup>,
- Ջրակլանումը – 0,57...1,22%, միջինը 0,71%,
- Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա.

ա/օդաչոր վիճակում –14,9...84 ՄՊա, միջինը 41 ՄՊա,

բ/ջրահագեցած վիճակում – 23...76 ՄՊա, միջինը 45 ՄՊա:

- Ջրափակեցման գործակիցը – 0,78...1,25, միջինը 0,84:

Հանքավայրի պաշարները ավելի քան 6 մլն մ<sup>3</sup> է: Օգտակար հաստաքերի ծավալի

հարաբերակցությունը մակաշերտի ծավալին 31: 1 է:

Մարտոլեռու հանքավայրի կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը և ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները բերված են աղ. 3.4 և 3.5-ում:

Աղյուսակ 3.4

**Կրաքարերի քիմիական բաղադրակազմը (% ըստզանգվածի)**

Բաղադրիչներ	Պարունակությունը, %	
	սկսած	մինչև
SiO <sub>2</sub>	1,5	2,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,57	1,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,21	0,3
CaO	52,53	53,73
MgO	0,36	0,61
SO <sub>3</sub>	0,03	0,36
CaCO <sub>3</sub>	92,2	98,3

Աղյուսակ 3.5

**Կրաքարերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները**

Պարամետրեր	I տեղամաս	II տեղամաս
Միջին խտություն, կգ/մ <sup>3</sup>	2570...2710	2590...2690
Իրական խտություն, գ/սմ <sup>3</sup>	2,69	2,67...2,68
Ճակոտկենություն, %	2	1...2
Ջրակլանում, %	0,21...0,68	0,18...0,40
Սեղմման ամրության սահմանը, ՄՊա. ա/օդաչոր վիճակում	41,5...70,4	50,3...67,2
բ/չրահագեցած վիճակում	46,5...69,2	47,2...65,1
գ/սառեցումից հետո	43,5...64	36,8...58,9
Ջրափափկեցման գործակից	0,82...1,48	0,85...2,06
Սառնակայունություն գործակից	0,77...0,97	0,78...0,91

Երկու տեղամասի գումարային պաշարները կազմում են 273 670 մ<sup>3</sup> (718 423 տ):

Վերը ներկայացված հետազոտությունների արդյունքներից հետևում է, որ ԼՂՀ-ի հումքային բազան ունի կրաքարերի բավականին մեծ պաշարներ [17, 66]:

Կավայ ին հոլմքի հանքավայրեր. *Ասկերանի հանքավայրը* գտնվում է Նախիջևանի գյուղից 1,5...2 կմ հեռավորության վրա դեպի հյուսիս-արևելք, Ասկերան շրջկենտրոնից՝ 6,5 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-արևելք: Տեղադրված է Մարտունու բազմազոգածալքում և Աղդամի բազմակամարածալքում: Հանքավայրի պարամետրերն են՝ 1x0,5 կմ, մակերեսը 0,5 կմ<sup>2</sup>: Օգտակար ստվարաշերտը կազմված է անթրոպոգենի ողողաբերուկային-հեղեղաբերուկային նստվածքներից, որոնք ներկայացված են դեղնամոխրագույն ավազակավերով, բավական խիտ, խոնավ, մածուցիկ վիճակում, ծածկված է 0,5 մ հզորությամբ բնահողային-բուսական շերտով: Նախկինում Ադրբեջանի երկրաբանական պետական վարչության (□Азгеоуправление□) կողմից հաշվարկված պաշարներն ըստ C<sub>2</sub> կարգի կազմում են 2250000 մ<sup>3</sup>, մակաշերտային ապարների ծավալը՝ 250000 մ<sup>3</sup>: Մակաշերտի հարաբերակցությունը օգտակար շերտի ծավալի նկատմամբ կազմում է 1:9:

Հարկ է նշել, որ պաշարները հաշվարկելիս հաշվի է առնվել հետախուզահորերով բացված 4,5 մ խորության օգտակար ստվարաշերտի հզորությունը, իսկ փաստացի հզորությունը, ըստ դիտարկումների, կազմում է 15 մ-ից ոչ պակաս, ինչը հաստատվում է նաև գրականության մեջ առկատվյալներով: Այսպիսով, Ասկերանի հանքավայրի ավազակավերի իրական պաշարները պետք է լինեն հաստատված պաշարներից զգալիորեն մեծ [17, 66]:

*Խրամորթի հանքավայրը* գտնվում է Խրամորթ գյուղից 1 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-արևելք, Ասկերան շրջկենտրոնից 5,2 կմ հեռավորության վրա դեպի հյուսիս-արևմուտք: Նույնպես տեղադրված է Մարտունու բազմազոգածալքում և Աղդամի բազմակամարածալքում: Հանքավայրի պարամետրերն են՝ 1x0,5 կմ, մակերեսը՝ 0,5 կմ<sup>2</sup>: Հանքակուտակի հզորությունը հետախուզահորերում 4,5 մ է: Պաշարներն ըստ C<sub>2</sub> կարգի կազմում են 2230000 մ<sup>3</sup>, մակաշերտային ապարների ծավալը՝ 240000 մ<sup>3</sup>: Մակաշերտի հարաբերակցությունը օգտակար շերտի ծավալի նկատմամբ կազմում է 1:9:

*Մարտունու հանքավայրը* տեկտոնական առումով տեղադրված է Մարտունու բազմազոգածալքում և բաղկացած է երկու տեղամասից՝ Մարտունու-I, որը գտնվում է Մարտունու քաղաքից 1,5 կմ հեռավորության վրա դեպի արևմուտք, և Մարտունու-II՝ 1,5 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-արևելք՝ Խոնաշեն գետի աջ ափին:

Հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են անթրոպոգենի հասակի ջրաբերուկային-ոդոդաբերուկային նստվածքները, որոնք ներկայացված են կավերով, ավազակավերով (օգտակար ստվարաշերտը) և կոպիճաճալաքարա-ավազային խառնուրդով (հիմքում ընկած ստվարաշերտ): Օգտակար ստվարաշերտը ծածկված է 0,2 մ հզորությամբ բնահողային-բուսական շերտով: Գետնաշերտը հանքավայրում գտնվում են մակերևույթից 12 մ-ից ոչ ավելի խորությամբ:

Մարտունի-1 տեղամասի օգտակար ստվարաշերտի հզորությունը 2...6 մ է, Մարտունի-II՝ 4,7...5 մ: Դրանցից ներքին հորիզոնը (1,5...5 մ) որակյալ կավ է (բաց դեղին գույնի, պարարտ, մածուցիկ, խիտ), իսկ վերին հորիզոնը (1,5 մ) պարունակում է 3...5 սմ չափի կրաքարային ներառուկներ [17, 66]:

Մարտունի-II տեղամասի պարամետրերն են՝ 200x200 մ, մակերեսը՝ 40000 մ<sup>2</sup>: Պաշարներն ըստ A<sub>2</sub> և C<sub>2</sub> կարգի՝ 275000 մ<sup>3</sup>, մակաշերտային ապարների ծավալը՝ 6995 մ<sup>3</sup>: Մակաշերտի հարաբերակցությունը օգտակար շերտի ծավալի նկատմամբ կազմում է 1:39:

*Լիսագորի հանքավայրը* գտնվում է Ճուլի շրջանի Լիսագոր գյուղից 700...800 մ հեռավորությամբ արևմուտք և տեղադրված է Ճուլի ճկվածքում, որն առանձնանում է Ղարաբաղի բազմակամարածալքի և Մարտունու բազմագոգածալքի միջև: Տեղամասի երկարությունը 970 մ է, լայնությունը՝ 400 մ, մակերեսը՝ մոտավորապես 0,4 կմ<sup>2</sup>:

Ստվարաշերտի հզորությունը տատանվում է 1,9-ից մինչև 3,1 մ, միջինը՝ 2,5 մ: Դրատակ փռված են խոշորաբեկորային ավազակավեր 3x4 սմ չափի կրաքարերի բեկորներով, որոնք կազմում են ընդհանուր զանգվածի 5...7%, կավաավազներով և վերին կավճային ժամանակաշրջանի ցամաքածին նստվածքային ապարներով (կավաքարեր, ավազաքարեր, տուֆեր և այլն): Ծածկված է բնահողային-բուսական շերտով 0,6-ից մինչև 0,8 մ հզորությամբ, միջինը՝ 0,68 մ:

Հանքավայրի պաշարներն ըստ C<sub>2</sub> կարգի կազմում են 970000 մ<sup>3</sup>, մակաշերտային ապարների ծավալը՝ 263840 մ<sup>3</sup>: Մակաշերտի հարաբերակցությունը օգտակար շերտի ծավալի նկատմամբ կազմում է 1:4 [17, 66]: Բոլոր ուսումնասիրված հանքավայրերի հումքը պատկանում է ցածր պարունակությամբ տարակարգի (աղ. 3.6):

Իմերսիոն մեթոդով կավային ապարներում բացահայտվել են փոփոխված դաշտային սպաթեր (26...39%), հրաբխային ապակի (թեթև չափամասի 4...30%), պլազիոկլազներ (26...39%), քվարց (2,5...4%), երկաթի հիդրօքսիդներ՝ մագնետիտ, լիմոնիտ, արյունաքար (ծանր չափամասի 37...52%), ինչպես նաև ավգիտ (10...21%), հիպերսթեն (6...15%), բիոտիտ (1...1,5%), սովորական եղջրախաբ (3...5%), ցիրկոն (2...3%), ապարների վերածված հատիկներ (թեթև չափամասի 67...86%): Ապարակազմիչ միներալներ են մոնոմորփիլոնիտը, քլորիտը, հիդրոփայլարները, քվարցի խառնուկները:

*Խանաբադի կավերի հանքավայրը* գտնվում է Ասկերանի շրջանի Խանաբադ գյուղից 1,5 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-արևելք:

Հանքավայրի մակերեսը կազմում է 70000 մ<sup>2</sup>, կավերից և ավազակավերից բաղկացած օգտակար սովորաշերտի հզորությունը 3,48 մ է: Հումքն ամբողջությամբ բավարարում է շինարարական աղյուսի և տանիքածածկի կղմինդրի արտադրությանը ներկայացվող պահանջներին:

Կավերի պաշարները հաստատվել են ԽՍՀՄ օգտակար հանածոների պաշարների պետական հանձնաժողովում 1972 թվականին 259,9 հազ. մ<sup>3</sup> քանակությամբ [17, 66]:

Բոլոր հանքավայրերում լեռնատեխնիկական և տրանսպորտային-տնտեսական պայմանները (շրջկենտրոնին մոտ գտնվելը, գետնաշերտի բացակայությունը օգտակար սովորաշերտի կտրվածքների վերին՝ շահագործման համար երաշխավորվող հատվածներում) թույլ են տալիս իրականացնել շահագործումը բացահանքային եղանակով:

Կավային հումքի քիմիական բաղադրակազմը. կավային հումքի հիմնական քիմիական բաղադրիչների քանակական բաղադրակազմ որոշվել է սիլիցիումի դիօքսիդով, այդ թվում՝ ազատ սիլիկահողով, Al, Fe, Ca, Mg, K և Na օքսիդներով, ծծմբի միացությունների գումարով՝ վերահաշված SO<sub>3</sub>-ով (աղ. 3.7), ինչպես նաև ջրալուծելի աղերի պարունակությամբ:

Աղյուսակ 3.7-ում, ըստ քիմիական վերլուծության արդյունքների, հետազոտված հանքավայրերի կավային հումքը պատկանում է հետևյալ խմբերին.

- Մարտունու և Լիսագորի հանքավայրերի նմուշներում շիկացած վիճակում Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ի պարունակությամբ պատկանում են կիսաթթուների

խմբին (16,44...17,71%), իսկ Ասկերանինը և Խրամորթինը՝ թթուների (8,36...10,82%):

- Բոլոր հանքավայրերի կավային հումքը՝ շիկացած վիճակում ներկող օքսիդների քանակությամբ, պատկանում է բարձր պարունակություն ունեցող խմբին ( $Fe_2O_3 = 4,65...10,23\%$ ):
- Սիլիցիումի դիօքսիդի, այդ թվում՝ ազատ սիլիկահողի պարունակությամբ բոլոր հետազոտված հանքավայրերի կավային հումքը պատկանում է բարձր պարունակությամբ խմբին ( $SiO_2$  պարունակությունը = 43,57...56,61%, այդ թվում՝ ազատ քվարցի պարունակությունը՝ 16,32...21,20%):
- Բոլոր հանքավայրերի կավային հումքի նմուշները պատկանում են ջրալուծելի աղերի բարձր պարունակությամբ խմբին (կավի 100 գրամում 0,26...25,10 մգ-էկվ.) (աղ. 3.8), բացառությամբ Ասկերանի հանքավայրի (3,12 մգ-էկվ.) [17, 66]:

Արդյունքները ընդհանրացնելով եզրահանգում ենք, որ տարբեր հանքավայրերի կավերը ունեն  $Fe_2O_3$ -ի ցածր պարունակություն, ինչը նշանակում է, որ պորտլանդցեմենտի հումքային խառնուրդի ստացման համար անհրաժեշտ է  $Al_2O_3$ -ի և  $Fe_2O_3$ -ի բավարար պարունակությամբ երրորդ բաղադրիչ:

Այդուսակ 3.9-ում բերված են  $L\Gamma\bar{3}$  տարածքում տարբեր հանքավայրերի կրաքարերի և կավերի պաշարների մասին տեղեկություններ [17, 66]:

Քանի որ ածուխների այրումից ստացած մոխիրը ալյումասիլիկատային տեխնածին հումք է, այդ պատճառով դիտարկենք  $L\Gamma\bar{3}$  Մաղվուզի հանքավայրի ածխի հետազոտությունների արդյունքները:

Դյուրավառ օգտակար հանածոներ. քարածուխ.  $L\Gamma\bar{3}$  տարածքում ածխաբերությունը դրսևորվում է յուրայի ժամանակաշրջանի նստվածքներում: Հայտնի են քարածուխների երեք հանքավայր.

1. Մաղվուզյան հանքավայրը, որը գտնվում է Մաղվուզ գյուղի մոտակայքում, Մարտակերտ քաղաքից 14 կմ հեռավորության վրա դեպի հյուսիս-արևմուտք:

2. Նարեշտարի դրսևորումը՝ գտնվում է Մարտակերտի շրջանի Նարեշտար գյուղից 7...8 կմ հեռավորության վրա դեպի հարավ-հարավ-արևելք, Խաչեն գետի վերին հոսանքում:

3. Կոլոթագի դրսևորումը՝ գտնվում է Ասկերանի շրջանի Աստղաշեն (Դաշբուլաղ) գյուղից 12 կմ հեռավորության վրա դեպի արևելք-հյուսիս-արևելք, Ստեփանակերտ քաղաքից 20...22 կմ հեռավորության վրա դեպի հյուսիս-արևմուտք:

Տարբեր աստիճանի մանրամասնությամբ հետազոտվել են միայն Մաղավուզյան հանքավայրի առանձին տեղամասերը [17, 66]:

Մաղավուզյան հանքավայր. հետազոտություններն անցկացվել են 80-ական թվականներին Ադրբեջանի երկրաբանական պետական վարչության կողմից Մարտակերտի բազմագոգածալքի և Մռովի բազմակամարածալքի կցորդման շերտի սահմաններում:

**Կավային հողմքի մակրոսկոպիկ նկարագրություն**

Չանքավայրը	Գույնը օդաչոր վիճակում	Տեքստուրան	Աղտոտվածությունը խոշոր ներխառնուկներով	Աղաթթվի ազդեցությունը
Խրամորթ	դեղնամոխրագույն	խիտ	չկա	ակտիվ եռում
Ասկերան	ն	-/-	չկա	-/-
Մարտունի I	-/-	փխրուն	չկա	-/-
Մարտունի II	Բաց	խիտ	չկա	-/-
Լիսագոր	շագանակագույն Բաց դեղին դեղնամոխրագույն	-/-	մանրահատիկ ավազաքարերի հազվադեպ ներխառնուկներ	թույլ եռում

Աղյուսակ 3.7

**Կավային հողմքի քիմիական բաղադրակազմը**

Չանքավայր	Շ.Կ.	Օքսիդների պարունակությունը, %							Ազատվարցի պարունակ.
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	
Ասկերանի	3,18	43,57	7,79; 8,36	10,02; 10,23	14,46	2,74	0,36	3,00	16,32
Խրամորթի	3,4	47,65	10,21; 10,82	9,14; 9,35	10,42	3,12	0,28	3,10	17,85
Մարտունի I-ի	11,72	50,46	15,62; 17,71	5,66; 6,42	10,66	2,41	0,38	2,65	18,90
ի	11,89	47,23	15,33; 17,45	3,96; 4,65	11,44	3,04	0,16	2,29	17,69
Մարտունի II-	6,85	56,61	15,22; 16,44	8,92; 9,36	1,89	2,03	0,05	3,00	21,20



րդի Լիսագորի									
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Կալայ ին հոլ մքի մեջ ջրալ ու ծել ի աղերի պարու նակո լ թյ ու նը

Հանքավայր	pH	Ջրալ ու ծել ի իոնների պարու նակո լ թյ ու նը ջրայ ի ն լ ու ծամզո կի մեջ 100գ կալի համար, մգ-էկվ.-ով				Ջրալ ու ծել ի իոնների գոլ մարայ ի ն պարու նակո լ թյ ու նը 100գ կալի համար, մգ- էկվ.-ով	100գ կալի համար, մգ-էկվ.-ով
		Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>		
Ասկերանի	6,7	1,96	1,20	0,70	0,46	3,12	<10- ցածր պարու նակո լ թյ ա մբ կալեր
Խրամորթի	6,6	0,20	6,60	0,51	14,39	25,1	>10- բարձր
Մարտու Նի I	7,2	6,20	5,13	0,094	5,68	11,974	պարու նակո լ թյ ա մբ կալեր
Մարտու Նի II	6,6	4,68	3,32	0,62	4,96	10,26	-//-
Լիսագորի	7,4	11,57	9,64	0,64	6,32	18,53	-//-

**ԼՂՅ տարածքում տարբեր հանքավայրերի կրաքարերի և կավերի  
պաշարները**

NN	Հանքավայրերը	Դիրքը	Պաշարները, մ <sup>3</sup>
1	2	3	4
<b>Կրաքար</b>			
1.	Ստեփանակերտի I	Ասկերանի շրջան, Ստեփանակերտ քաղաքից 1 կմ հյուսիս-արևելք	400 000
2.	Ստեփանակերտի II	Ասկերանի շրջան, Ստեփանակերտ քաղաքի հարավային ծայրամասում	75 000
3.	Ստեփանակերտի III	Ասկերանի շրջան, Շուշի քաղաքից 1,5 կմ հարավ-արևելք	–
4.	Շուշի	Ասկերանի շրջան, Ստեփանակերտ քաղաքից 5...6 կմ հարավ-արևելք	~6 մլն
5.	Խանքաղի	Ասկերանի շրջան, Ստեփանակերտ քաղաքից 2 կմ հյուսիս-արևելք	361 000
6.	Չորաքարի	Ասկերանի շրջան, Ստեփանակերտ քաղաքից 1 կմ արևմուտք	115 000
7.	Նոր Կարմիրավանի	Մարտակերտի շրջան, Նոր- Կարմիրավան գյուղից 1,5 կմ հյուսիս-արևմուտք	14,2 մլն
8.	Մատաղիսի	Մարտակերտի շրջան, Մատաղիսի կամուրջի մոտ	25 000
9.	Շոռաղբյուրի խումբ	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքից 8 կմ հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք	10,6 մլն
10.	Մարտակերտի II	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքի հյուսիսային ծայրամաս	70 000

11.	Յոռաթաղի	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքից 3 կմ հարավ	~5,6 մլն
-----	----------	--	----------

Աղյուսակ 3.9-ի շարունակություն

12.	Աղդարայի	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքից 3 կմ հյուսիս-արևմուտք	44,1 մլն
13.	Յադրոնի	Յադրոնի շրջան, Յադրոն քաղաքից 2,5 կմ հարավ-արևմուտք	500 000
14.	Մարտունու խումբ	Մարտունու շրջան, I տեղամասը՝ Մարտունի քաղաքից 6 կմ արևելք-հյուսիս-արևելք, II տեղամասը՝ 10 կմ հարավ-հարավ-արևմուտք	273 670
15.	Մարտունի I	Մարտունու շրջան, Մարտունի քաղաքից 3 կմ արևմուտք	300 000
16.	Մարտունի II	Մարտունու շրջան, Մարտունի քաղաքից 1,5...2 կմ հյուսիս-արևմուտք	600 000
17.	Աղբուրունի	Մարտունու շրջան, Մարտունի քաղաքից 16 կմ արևելք, Ղիզիլ գետի ձախափին	360 000
18.	Ամրալլարի	Մարտունու շրջան, Ամրալլար գյուղից 3 կմ հարավ	320 000
19.	Ճարտարի	Մարտունու շրջան, Գյուներքալեն գյուղի հյուսիսարևելյան ծայրամասում	500 000
20.	Վազգեսաշենի	Մարտունու շրջան, Աղդամ քաղաքից 13 կմ հարավ-արևելք	–
21.	Շուշի I	Շուշի շրջան, Շուշի քաղաքից 0,8 կմ հյուսիս-արևելք	300 000

22.	Շուշիի II	Շուշիի շրջան, Շուշի քաղաքից 2,5 կմ հյուսիս-արևելք	400 000
<b>Կալ</b>			
1.	Խանաբարի	Ասկերանի շրջան, Խանաբար գյուղից 1,5 կմ հարավ-արևելք	259 900

Աղյուսակ 3.9-ի շարունակություն

2.	Մարտունի I	Մարտունու շրջան, Մարտունի քաղաքից 1,5 կմ արևմուտք	–
3.	Մարտունի II	Մարտունու շրջան, Մարտունի քաղաքից 1,5 կմ հարավ-արևելք	275 000
4.	Մարտակերտի I	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքից 500 մ հյուսիս-արևելք	–
5.	Մարտակերտի II	Մարտակերտի շրջան, Մարտակերտ քաղաքից 7 կմ արևելք	3,8 մլն
6.	Գինդարխի	Ասկերանի շրջան, Գինդարխ գյուղից հյուսիս-արևմուտք	–
7.	Յաթրութի I	Յաթրութի շրջան, Տող գյուղի մոտակայքում	461 000
8.	Յաթրութի II	Յաթրութի շրջան, աղյուսի գործարանից 0,5 կմ հյուսիս-արևմուտք	–
<b>Ավազակներ</b>			
1.	Ասկերանի	Ասկերանի շրջան, Նախիջևանի կգյուղից 1,5...2 կմ հյուսիս-արևելք	2,25 մլն
2.	Խրամորթի	Ասկերանի շրջան, Խրամորթ գյուղից 1 կմ հարավ-արևելք	2,23 մլն
3.	Նոր Յայկաջրի	Մարտակերտի շրջան, Նոր Յայկաջրու գյուղի մոտակայքում	>50,7 մլն

4.	Լիսագորի	Շուշիի շրջան, Լիսագոր գյուղից 700...800 մ արևմուտք	970 000
----	----------	--	---------

Չանքավայրի մակերեսը կազմված է հրաբխածին և հրաբխածին-նստվածքային ապարներից, որոնց վրա անկանոն ձևով տեղադրված է համեմատաբար սակավազոր ածուխապարուհակող ցամաքածին-նստվածքային գոյացումների ստվարաշերտը, որը ներկայացված է տուֆերով, տուֆավազաքարերով, ալրաքարերով, ավազաքարերով, ավազաքարային կավերով և ավազաքարային կրաքարերի սակավազոր շերտերով (մինչև 0,25 մ), որոնք ամենուրեք վիճված են քարածխի շերտերի տակ: Ածխաբեր սերիայի հզորությունը կազմում է 15...25-ից մինչև 100...140 մ: Այն ծածկված է քիմերիջի հրաբխա-

քարերի և հրաբխածին-նստվածքային ապարների հզոր ստվարաշերտով:

Տեկտոնական առումով ածուխապարուհակող ցամաքածին-նստվածքային սերիան տեղադրված է տեղային (լոկալ) Մաղավուզյան գոգածալքում, որը բարդացվել է ածխաբեր մակերեսը երկու մեկուսացած՝ «Չյուսիսային» և «Չարավային» տեղամաս-բլոկների բաժանող լայնական բարձրացմամբ (հին ելուսով): Բլոկներն ունեն գոգածալքային կառուցվածք, դրանց միջև դիտվում է ոչ մեծ անտիկլինալ ծալք [17, 66]:

Ածխային հանքավայրերի երկրաբանահետախուզական համառոտաստանյան գիտահետազոտական ինստիտուտի (ВНИГРИУголь) կողմից կատարված քիմիատեխնոլոգիական ուսումնասիրությունները տվել են հետևյալ արդյունքները.

1. Ածխա-ապարագիտական և այլ ցուցանիշներով քարածուխը պատկանում է Ж («յուղալի») և К («կոքսացվող») տեսակի բարձր կերպահոխված ածուխներին՝ 15...30-ից մինչև 45% մոխրայնությամբ և մինչև 27168,1 կՋ/կգ կալորիականությամբ: Ընդհանուր առմամբ, Մաղավուզյան դրսևորումների խմբին բնութագրական է 13,5-ից մինչև 45,38% մոխրայնությունը, ածխային ապարներին՝ 47,30-ից մինչև 75,42%, մինչև 18330 կՋ/կգ կալորիականություն: Ուսումնասիրված նմուշները բարձր մոխրային, խորը օքսիդացված ածուխներ են:
2. Անալիտիկ խոնավության պարուհակությունը ( $W^a$ ) տատանվում է 7,1-ից մինչև 14,9%, միջինը՝ 9,6%:

3. Ընդհանուր ծծմբի պարունակությունը ( $S_t^d$ ) փոփոխվում է 1,24-ից մինչև 3,41%, միջինը՝ 2,15%:

4. Փոքրաքանակ (այդ թվում նաև թունավոր) տարրերի պարունակությունը ածուխներում և պարփակող ապարներում ցածր է և գտնվում է քլարկի սահմաններում:

Մաղավուզի հանքավայրի քարածուխը պիտանի է, որպես պինդ վառելիք ջերմային էլեկտրական կայաններում օգտագործմանը, ապա այն պիտանի է որպես էներգետիկ վառելիք օգտագործելու համար: Դրա ապացույցն է այն փաստը, որ Մաղավուզի հանքավայրի քարածուխների այրման ջերմունակությունը կազմում է 11304,9...27215,5 կՋ/կգ, սակայն ներկայում գործող մի շարք ջերմային էլեկտրական կայաններում օգտագործվում է նույնիսկ 7536,6...8374 կՋ/կգ այրման ջերմունակության քարածուխ: Մաղավուզի հանքավայրի քարածխի մյուս տեխնիկական չափանիշները (խոնավություն, մոխրայնություն, կոքսի պարունակություն և այլն) նույնպես համապատասխանում են պինդ վառելիքի ներկայացվող պահանջներին [17, 66]:

Ածխի երկու տեսակ՝ յուղալի (Ж) և կոքսացվող (К), ունեն հետևյալ հատկությունները.

- այրման ջերմություն - 11560,307...27215,5 կՋ/կգ,
- մոխրայնություն - 15,6...96,07% ( $A^d$ ),
- խոնավություն - 0,2...7,8% ( $W^a$ ),
- եռակալելիություն - 0,16...4,3%,
- ցնդող նյութ - 19,6...37,3 ( $V^{dof}$ ),
- ընդհանուր ծծումբ - ( $S_t^d$ ),
- այրման տեսակարար ջերմությունը չոր և առանց մոխրայնության նյութի վերահաշվարկի դեպքում - 22898,703...27182,004 կկալ/կգ, միջինը՝ 25444,399 կՋ/կգ կամ 25443 Ջ/կգ ( $Q_s^{dof}$ ),
- ածխածնի պարունակություն - 68,2...78,1, միջինը՝ 72,3% ( $C_o^{dof}$ ),
- ջրածնի պարունակություն - 1,7...4,0%, միջինը՝ 2,4% ( $H_o^{dof}$ ),
- քլորի պարունակություն - 0,3%,
- իրական խտություն - 1,6...2,16 տ/մ<sup>3</sup>,
- միջին խտություն - 1,3...1,4 տ/մ<sup>3</sup>,

- ֆենոլային և կարբոքսիլային հիդրօքսիդների գումարային պարունակություն (K<sup>do</sup>)-(որոշում է ածուխների օքսիդացման աստիճանը) - 3,68-ից 6,13 միլիգրամ/էկվ.:

Մոխրի ֆազային կազմությունը կարևոր գործոն է, որն ազդում է տարրերի արդյունավետ ավալահանման վրա: Ռենտգենաֆազային վերլուծությունը, որն անցկացվել է ДРОН-3 սարքի վրա (գիծ Ka β-фильтр), մոխրի մեջ ցույց է տվել ամորֆ ֆազի առկայությունը, α-քվարցի, սիլիմանիտի  $Al_2O_3 \cdot xSiO_2$  կամ մոլիբդենիտի  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  տիպի ալյումասիլիկատներ: Ռեսուլտատները են սիլիցիումի և ալյումինի արտադատման հիմնական օրինաչափությունները հիդրոավալիական մշակման ժամանակ (այդպիսի մշակումը թույլ է տալիս ամբողջովին ընդգծել ամորֆ ֆազը): Ստացված մնացորդի դիֆրակտագիրը ցույց է տալիս *α-քվարցի* ուժեղացված ազդանշան և ամորֆ ֆազի բացակայություն: Ամորֆ ֆազի նշաններ հայտնվեցին միայն հետևյալ օպտիմալ պայմանների դեպքում՝  $t=85^\circ C$ ,  $\tau = 2.5$ ,

$C_{\text{ալ}}=200$  գ/լ, Պինդ:Յեղուկ=1:5: Սիլիցիումի արտադատման աստիճանը այդ պայմաններում կազմել է 47%, իսկ ալյումինինը՝ 10,5%: Չափի առնելով ստացված տվյալները՝ ամորֆ ֆազային կազմությունը կարելի է պատկերացնել որպես  $9SiO_2 \cdot 2Al_2O_3$  [17, 66]:

ԼՂՅ Մաղավուզի հանքավայրի ածուխների շահագործման և հարստացման ժամանակ առաջանում են «պոչեր», որոնք ցածր կալորիականությամբ ածուխներ են: Այդ տեխնածին հումքը կարելի է օգտագործել ցեմենտի արտադրության մեջ:

### **3.2. Պորտլանդեմենտային կլինկերի հումքային խառնուրդի կազմի ընտրություն**

Մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության համար կարելի է օգտագործել թույլատրելի որակի հումքային նյութերի (ներառյալ կրաքար, մերգել, կավ, ավազակավ և այլն) բազմաթիվ փոքր հանքավայրեր: Մեծ գործարանների համար հումքի խոշոր հանքավայրերը շատ քիչ են, մինչդեռ մինի գործարանի պահանջներին բավարարող շատ ավելի քիչ պաշարներով հանքավայրերի քանակը շատ ավելին է: Սա էապես



մեծացնում է մինի գործարանների տեղակայման լայն ցանցի զարգացման տեխնիկական հնարավորությունը և թույլ է տալիս, մեծ տրանսպորտային ծախսերից խուսափելով, դրանք տեղակայել հիմնական սպառողներին, հանքավայրերին և էներգակիրների աղբյուրին հնարավորինս մոտ՝ դրանով ապահովելով նշանակալից տնտեսական օգուտներ [21...23]:

Հայաստանի Հանրապետությունում ցեմենտի արտադրողներից ԼՂՀ-ի մեծ հեռավորության և ավտոտրանսպորտով ցեմենտի տեղափոխման մեծ ծախսերի պատճառով արդիական է ԼՂՀ-ում մինի գործարանի կառուցման միջոցով տեղական ցեմենտի արտադրությունն իրականացնելու հարցը: Նկատի առնելով այս հանգամանքը աշխատանքում կատարվել է ԼՂՀ-ի հումքային բազայի հետազոտություններ ցեմենտի հնարավոր արտադրության համար:

Այսպիսով, մինի գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը (բացի վերը նշվածից) հնարավորություն կտա առաջին հերթին լուծելու ցեմենտի պակասի հիմնախնդիրը, երկրորդ՝ տարածաշրջանը կապահովի բազմաթիվ նոր աշխատատեղերով: Վերլուծելով նախկինում Ադրբեջանի երկրաբանական պետական վարչության (□Азгеоуправление□) և վերջին տարիներին ԼՂՀ-ի երկրաբանական ծառայությունների կողմից անցկացրած հետազոտությունների արդյունքները, ցեմենտի արտադրության մինի գործարանների հիմնադրման համար որպես առավել արդյունավետ ենք գտնում ԼՂՀ Ասկերան քաղաքի շրջակա տարածքը: Այս նպատակով մեր կողմից կատարվել են նշված տարածաշրջանի հումքային բազայի միջառք հետազոտություններ:

Պորտլանդցեմենտի հումքային խառնուրդներում կալցիումի օքսիդի հիմնական կրող են հանդիսանում կալցիումի կարբոնատ պարունակող ապարները: Պորտլանդցեմենտային կլինկերի արտադրության համար հումքային խառնուրդների բաղադրության մեջ կարբոնատային բաղադրիչի մասնաբաժինը կազմում է 70...75%, այդ պատճառով ցեմենտի գործարանները, որպես կանոն, տեղակայվում են կարբոնատային ապարների հանքավայրերի մոտակայքում: Ընդհանուր առմամբ ցեմենտի գործարանի հումքային բազայի ընտրության ժամանակ որոշիչ դեր է կատարում մոտակա կարբոնատային հանքավայրի առկայությունը: ԼՂՀ-ում կարբոնատային հումքային բազան տեղակայված է ոչ խորը կառուցվածքաերկրաբանական շերտերում:

Միներալ ասպարաբանական հետազոտման, ռենտգենաֆային և քիմիական վերլուծության են ենթարկվել Վանքասար հանքի հյուսիսային կողմից (փորձանմուշ № 1), Շահբուլաղ հանքի թափոնակույտից (փորձանմուշ № 2), Վանքասար հանքի հարավային կողմից (փորձանմուշ № 3) վերցված փորձանմուշները:

Հաշվի առնելով հանքավայրերում հատային շինարարական կրաքարե քարաբլոկների սղոցմամբ արդյունահանման ժամանակ առաջացող մանրահատիկ ավազանման զանգվածի հատիկաչափական բնույթը, կատարվել է մասնագիտացված հետազոտությունների շարք, ինչն իր մեջ ներառել է փորձանմուշների նստվածքազատում՝ համեմատաբար խոշոր հատիկաչափի ընդգծումով, որը հասնելի է միներալ ասպարաբանական հետազոտման համար, ինչպես նաև թթվային նստեցում կարբոնատային միներալների բացահայտման նպատակով, երկոսպնյակի տակ ուսումնասիրում և թափանցիկ հղկուկի դիտում բևեռացումային մանրադիտակով անցնող լույսի տակ՝ իմերսիոն հեղուկների օգտագործմամբ:

Միներալոգիական հետազոտման է ենթարկվել յուրաքանչյուր փորձանմուշից միջինացմամբ ընտրված 50 գրամ փորձանմուշ: Նստվածքազատումից հետո մնացորդներն ուսումնասիրվել են երկոսպնյակի տակ և թափանցիկ հղկուկների մեջ 25 և 100 անգամ խոշորացման դեպքում:

№1 կրաքարային փորձանմուշը սպիտակ գույնի մանրահատիկ նուրբ փոշի է և 98%-ով ներկայացված է կալցիտով (կալցիումի կարբոնատով): Աղաթթվային մշակումից հետո մնացած 2%-ը ներկայացված են սիլիկահողի, երկաթի հիդրօքսիդի և կավային նյութի խառնուրդով: Նստվածքազատումից հետո խոշոր հատիկաչափում (մոտ 25%, 10-ից 50 մկ չափերով) մինչև 25x խոշորացման դեպքում նկատվում են կալցիտի բյուրեղներ, օրգանական նյութերի հազվագյուտ մնացորդներ, պիրիտի և երկաթի հիդրօքսիդի եզակի հատիկներ, օրգանոգեն կրաքար (նկ. 3.1) [62, 67...84, 161]: Աղյուսակ 3.10-ում բերված են կրաքարերի քիմիական վերլուծության արդյունքները.

Աղյուսակ 3.10

**Կրաքարերի փորձանմուշների քիմիական վերլուծության  
արդյունքներ**

% ըստզանգվածի

N	Փորձա- նմուշ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Շ.Կ.+ խոնավ.	SO <sub>3</sub>
1	Կրաքար N 1	0,53	0,70	54,90	-	0,05	հետքե- ր	հետքե- ր	0,007	-	43,58	-
2	Կրաքար N 2	0,15	0,80	55,55	-	0,07	հետքե- ր	հետքե- ր	0,003	-	43,18	-
3	Կրաքար N 3	0,75	0,65	54,92	-	0,12	հետքե- ր	հետքե- ր	0,004	-	43,30	-

№2 կրաքարային փորձանմուշը նման է №1-ին: Այն սպիտակ գույնի նուրբ փոշի է և կազմված է 99%-ով կալցիտից (կալցիումի կարբոնատից) ու մինչև 1%-ով աղտոտված սիլիկատների, երկաթի հիդրօքսիդի և կալային նյութի խառնուրդից:

Նստվածքազատումից հետո մնացորդում (25%) նկատվում են կալցիտի բյուրեղներ, օրգանական նյութերի մնացորդներ, երկաթի օքսիդների և հիդրօքսիդների եզակի հատիկներ, օրգանոգեն կրաքար (նկ. 3.2):

№3 կրաքարային փորձանմուշը ընդհանուր առմամբ նման է №1 և №2-ին և վերջիններից տարբերվում է թեթև մոխրագույն երանգով, ինչը պայմանավորված է երկաթի հիդրօքսիդներ և կալային նյութեր պարունակող տարբեր խառնուրդների համեմատաբար մեծ աղտոտվածությամբ (մոտ 2...2,5 %):



Նկ. 3.1 Փորձ անմուշ №1, օրգանոգեն կրաքարի մակատեսքը (խոշոր հատիկաչափ), բին. մանր. x 25



Նկ. 3.2

Փորձ անմուշ №2, բյուրեղային կալցիտով և օրգանոգեն մնացորդներով կրաքարի մակատեսքը (խոշոր հատիկաչափ), բին. մանր. x 25

Փորձ անմուշը 98%-ով ներկայացված է կալցիտով: 10-ից 50 մկ խոշոր հատիկաչափը կազմում է 22,6% և դրանում նկատելի են կալցիտի բյուրեղներ, օրգանական նյութերի մնացորդներ, երկաթի օքսիդներ և հիդրօքսիդներ: Կրաքարն օրգանոգեն է (Նկ. 3.3) [62, 67...84, 161]:



*Նկ. 3.3 Փորձանմուշ №3, բյուրեղային կալցիտով, երկաթի հիդրօքսիդներով և օրգանոգեն մնացորդներով կրաքարի մակատեսքը (խոշոր հատիկաչափ),*

բին.

25

մանր. x



Ելնելով հումքի պաշարներից՝ որպես կրաքարային բաղադրիչ ցեմենտի բովախառնուրդի համար ընտրված է Վանքասարի հանքի հարավային կողմի №3 փորձանմուշի կրաքարային ապարը, որի վրա էլ հետագայում կատարվել են ցեմենտի մշակման բոլոր մնացած հետազոտությունները:

№3 փորձանմուշը ներկայացված է սպիտակ գույնի կրաքարի տեսքով: 25x խոշորացման դեպքում մանրադիտակի տակ նկատվում է անհամասեռ կառուցվածք՝ բաց շագանակագույն բյուրեղային գոյացումների հետ նկատվում են սպիտակ, խիտ, իսկ որոշ հատվածներում՝ կավճանման միջնաչերտեր և օղիթներ (նկ. 3.4) [62, 67...84, 161]:

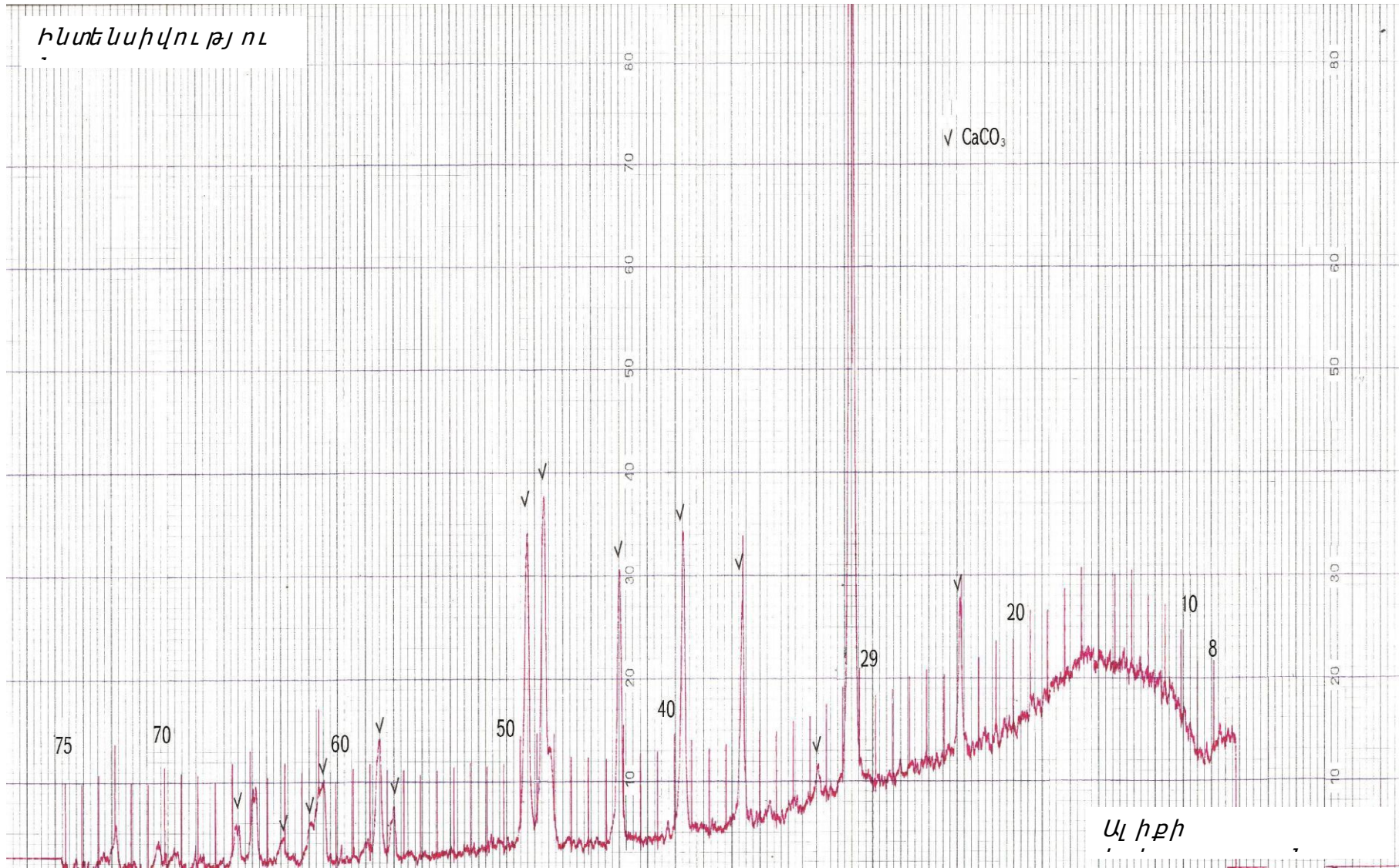
Այս կրաքարը ներկայացնում է միջին և մանրահատիկ, որոշ հատվածներում ծակոտկեն, երբեմն՝ խոշոր բյուրեղային կառուցվածքով ապար է, պարունակում է լիառատ միկրոֆատուսա և մանրաչերտուկ կլորացված գոյացումների տեսքով օրգանական մնացորդներ (ջրիմուռներ): Երկաթի հիդրօքսիդի առկայության պատճառով որոշ հատվածներում գունավորումը տեղ-տեղ բժավոր և գուլավոր դեղնակարմրավուն, երկաթայնացված է:

*Նկ 3.4. Շտու ֆ. օրգանոգեն կրաքարի մակատեսքը, քիմ. մանր. x 25*

Թափանցիկ շլիֆի (հղկված բարակ թիթեղ) մեջ մինչև 25x խոշորացման դեպքում ապարը ներկայացված է որպես օրգանոգեն կրաքար: Կառուցվածքը կեղծ-փսամիտային է, «ցեմենտանյութի» տեսակը ծակոտկեն է: Ապարի բեկորային նյութը 95...98%-ով ներկայացված է օրգանոգեն մնացորդներով և կրաքարի մեջ գրեթե բացակայում են կողմնակի միացությունները (ռենտգենաֆային վերլուծություն նկ. 3.5) [85...87, 161]:

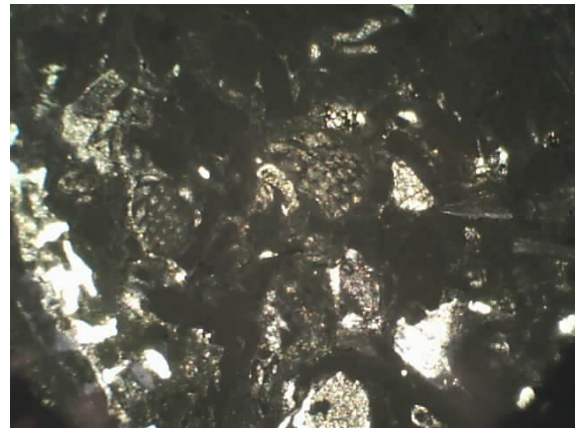
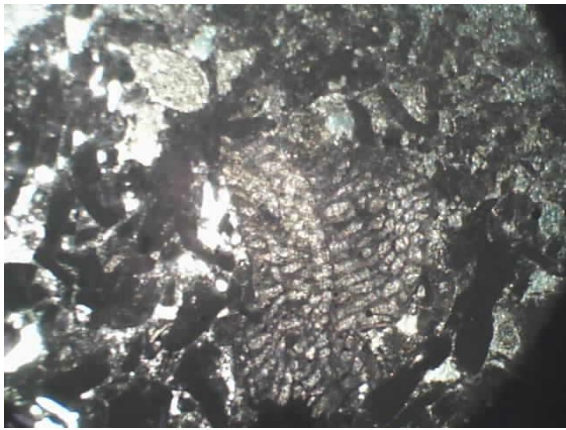
Պելիտաձևային-կարբոնատային նյութով խառնված հիմնական զանգվածը ներկայացված է ջրիմուռների մնացորդներով, տարբերում են նաև ֆորամինիֆեր, ինչպես նաև կրիստալիտի և մշակոկների խխուղների հատվածներ, որոնք կազմում են անհամասեռ կարբոնատային զանգված (նկ. 3.6) [62, 67...84, 161]: Բեկորային նյութերում հանդիպում են պելիտաձևային կրաքարի հազվագյուտ ու կոշտ բեկորներ և կալցիտի հատիկներ [62, 67...84, 161]: «Ցեմենտանյութը» լցնում է բեկորային նյութի միջև առաջացող ծակոտիները, ունի անհամասեռ բնույթ, մեծ մասամբ ներկայացված է թափնաբյուրեղային կարբոնատով պելիտաձևային արտադրանքի խառնուրդով: Երբեմն առանձին հատվածներում ներկայացված է մանրահատիկ կալցիտով, որի ֆոնին արտահայտվում են մանր կեղծ օղիթներ: Առանձին ծակոտիներում դիտվում է «ցեմենտանյութի» կրիպտոբյուրեղային





Նկ 3.5. Կրաքարի ռենտգեն նազիր

մասնիկների վերաբյուրեղացում, որն էլ կավային նյութը և կալցիտի բյուրեղները մղում է դեպի կենտրոնական մաս:



Նկ  
3.6.

*Օրգանոգեն կրաքարի տեսքը, թափանցիկ հղկուկ. նիկ. + x100*

Որոշվել են №3 փորձանմուշի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները [88, 89, 161] և արդյունքները ներկայացվել են աղյուսակ 3.11-ում.

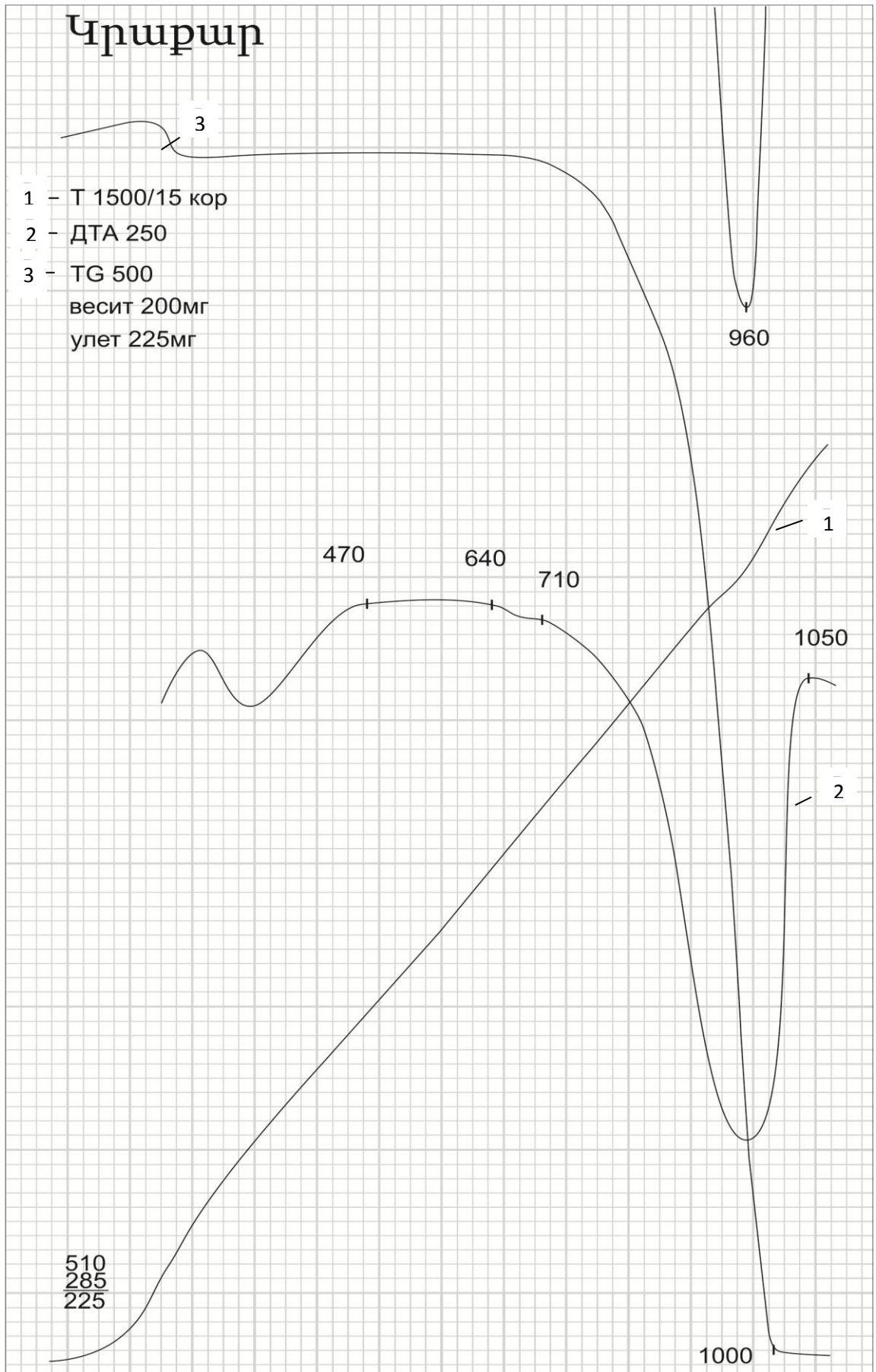
Աղյուսակ 3.11

Լեռնային ապարների փորձանմուշների բնութագրեր	Չափման միավոր	Արժեք
Կրաքարային և լեռնային ապարների փորձանմուշների միառանցք սեղմման ամրության սահմանները $\sigma_{ս\kappa}$ :		13,8
◆ չոր վիճակում	ՄՊա	11,7
◆ ջրահագեցած վիճակում	ՄՊա	
Իրական խտություն, $\gamma_{y\theta}$	$q/սմ^3$	2,60
Միջին խտություն, $\gamma_0$	$q/սմ^3$	2,26
Բնական խոնավություն, $W$	%	0,44
Ջրափափկելիություն, $K_w$	%	4,90
Ծակոտկենություն, $n$	%	13,1
Ծակոտկենության գործակից, $\varepsilon$	-	0,15
Կարբոնատություն	%	92

**№3 փորձանմուշի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները**

Կատարվել է №3 փորձանմուշի դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծություն, որը ներկայացված է նկ. 3.7-ում:





Նկ .3.7. Կրաքարի դիֆերենցիալ -թերմիկ վերլուծության անկորեր (ԴԹԱ)

Դիֆերենցիալ -թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ կրաքարի լիարժեք դիսոցում կատարվում է  $960^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի դեպքում: Կարբոնատի՝ որպես արտաանոցեմենտային հումքային խառնուրդի բաղադրիչ, ռեակցիոն ունակությամբ որոշվում է բազմաթիվ գործոններով՝ բյուրեղային կառուցվածքով, հանքային կազմությամբ, դիսպերսությամբ, խառնուկների առկայությամբ և այլն: Մաքուր կալցիտի դիսոցման ջերմաստիճանը կարող է տատանվել  $812$ -ից  $928^{\circ}\text{C}$ -ի սահմաններում՝ կախված  $\text{CaCO}_3$ -ի հատիկների չափերից,  $\text{CaCO}_3$ -ի մեջ  $\text{CaO}$ -ի լուծելիությունից, ցանցի արատավորությունից և այլն [85, 90, 91, 161]:

Ելնելով տարբեր տեսակի վերլուծություններով ստացված արդյունքներից՝ հետազոտված կրաքարը բավականին մաքուր է և ռեակցիոն ունակ: Իսկ Վանքասարի հանքի հարավային կողմի կրաքարերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը և կողմնորոշիչ պաշարները կարող են օգտագործվել որպես հումք՝ ցեմենտի արտադրության համար:

Ցեմենտի արտադրության ժամանակ կավային ապարներից օգտագործվում են դյուրահալ կավեր, կավային մերգել, կավային թերթաքար, ավազակավ և լյոս (փխրահող): Դյուրահալ կավերն ունեն բազմատեսակ հանքաբանական և հատիկաչափական կազմություն և անգամ մեկ հանքավայրի սահմաններում: Երբեմն կավերը պարունակում են լեռնային ապարների կոպիտ ներառուկների բեկորների մեծ քանակություն՝ ավազի, խճի և ճալաքարի տեսքով, ինչն առաջացնում է դրանց մանրակրկիտ նախնական հարստացման անհրաժեշտություն:

Կավերի միներալոգիական կազմը ներկայացված է ջրային ալյումասիլիկատներով, օրինակ կաոլինիտով և քվարցային միացություններով, հիմնականում քվարցային ավազի տեսքով: Դյուրահալ կավերի քիմիական բաղադրակազմը բնութագրվում է հիմնականում երեք օքսիդներով՝ սիլիցիումի ( $55\text{...}80\%$ ), ալյումինի ( $5\text{...}20\%$ ) և երկաթի ( $3\text{...}15\%$ ): Կավերում փոքր քանակությամբ կարող են պարունակվել  $\text{CaO}$  և  $\text{MgO}$ , սակայն կավերի այլ տարատեսակներում կալցիումի օքսիդի պարունակությունը կարող է հասնել մինչև  $25\%$ , իսկ մագնեզիումի օքսիդինը՝  $5\%$  [60, 67, 68, 72, 79, 92...98]:

Միներալաապարաբանական հետազոտման, ռենտգենաֆազային և քիմիական վերլուծության են ենթարկվել Խրամորդ գյուղից փորձանմուշ № 1, Աղդամ քաղաքից փորձանմուշ № 2 և Խնաբաղ

գյուղից փորձանմուշ № 3 վերցված փորձանմուշները: Կավի բուրբերեք փորձանմուշները ներկայացնում են դեղնավուն գույնի նուրբ փոշի: Մասնիկների

մեծություները բավական տարբեր է: Գերակշռում են 0,05...0,001 մմ չափերով մասնիկները:

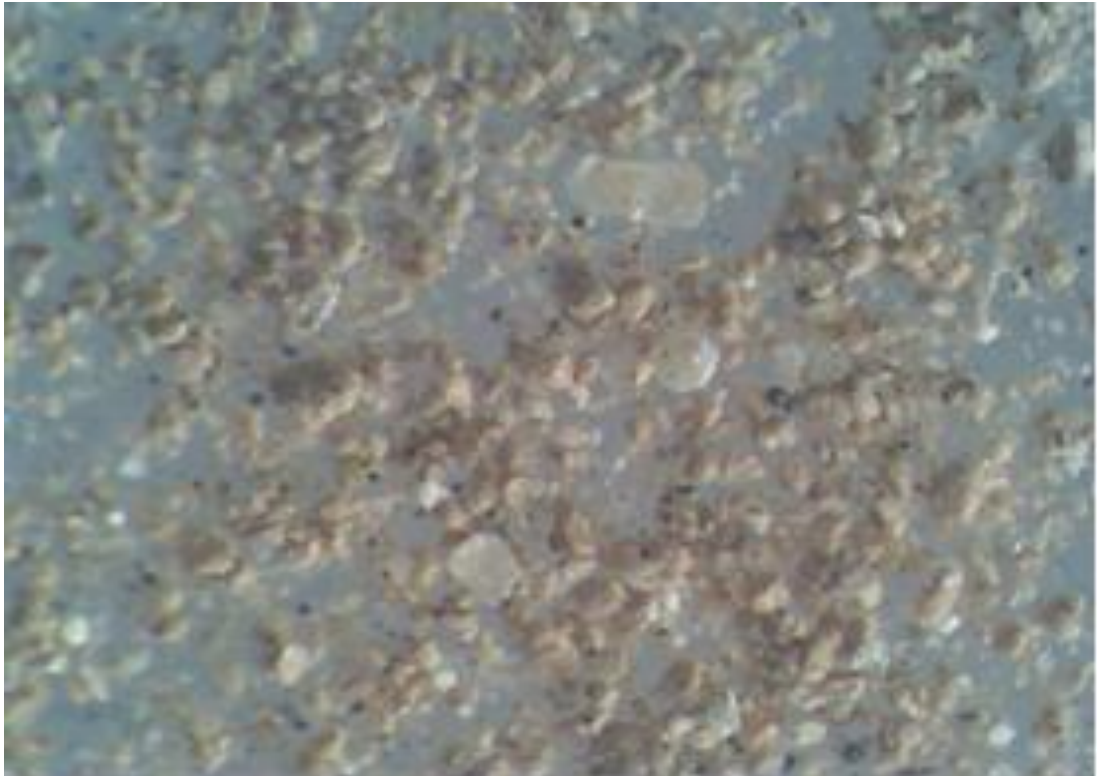
Փորձանմուշների նստվածքագատումը հնարավորություն տվեց ընդգծել մասնավորապես խոշոր հատիկաչափը 10-ից 50 միկրոն չափերի մասնիկներով, որի քանակը փորձանմուշներում տարբեր է և տատանվում է կավերի ընդհանուր զանգվածի 16...27%-ի սահմաններում: 10 միկրոնից փոքր չափի մասնիկները նստվածքագատման ժամանակ վերածվում են շլամի և հիմնականում ներկայացված են կավային միներալների նուրբ նյութով:

Չափի առնելով ելակետային փորձանմուշները, հետազոտված կավերի ընդգծված հատիկաչափերը, կավերը պարունակում են բավականին մեծ քանակությամբ կարբոնատներ, դրա հետ մեկտեղ դրանք առկա են, ինչպես մանր, այնպես էլ խոշոր հատիկաչափերում: Կավերի ելակետային փորձանմուշներում նստվածքների արդյունքներից երևում է, որ կարբոնատների քանակը տատանվում է 20,6...23,2%, այդ թվում մանր հատիկաչափում՝ 12,4...14,4%, իսկ խոշոր հատիկաչափում՝ 8,0...10,8%:

Կարբոնատների առկայությունը հաստատվել է նաև փորձանմուշների խոշոր հատիկաչափերից պատրաստված թափանցիկ հղկուկների ապարաբանական հետազոտման ժամանակ: Չետազոտված կավերը ապարաբանական կազմության նկատմամբ հիմնականում նույնատիպ են և միմյանցից տարբերվում են խոշոր հատիկաչափի քանակությամբ և դրա մեջ մտնող միներալներով: Այստեղ կարբոնատներից բացի, որոնք ներկայացվում են բյուրեղային տեսքով 45...50 միկրոն չափերով, դիտարկվում են նաև քվարցի հատիկներ, փոքր քանակությամբ դաշտային սպաթ, երկաթի օքսիդներ և հիդրօքսիդներ: Քվարցը տարբերվում է ինչպես թափանցիկ բյուրեղային ձևով, այնպես էլ սպիտակ կլորացված կոշտավորված հատիկներով 10...50 մկ չափի (նկ. 3.8...3.10): Կավերի քիմիական բաղադրակազմը բերված է աղյուսակ 3.12-ում:

Չետազոտված կավերը հիմնականում նույնն են նաև կավային միներալների բաղադրակազմով: Չափի առնելով կավային միներալների շատ փոքր չափերը, դրանց դրսևորման ձևերը հաստատվել են իմերսիոն հեղուկների օգնությամբ, մասնիկների բեկման և երկբեկման գործակցի

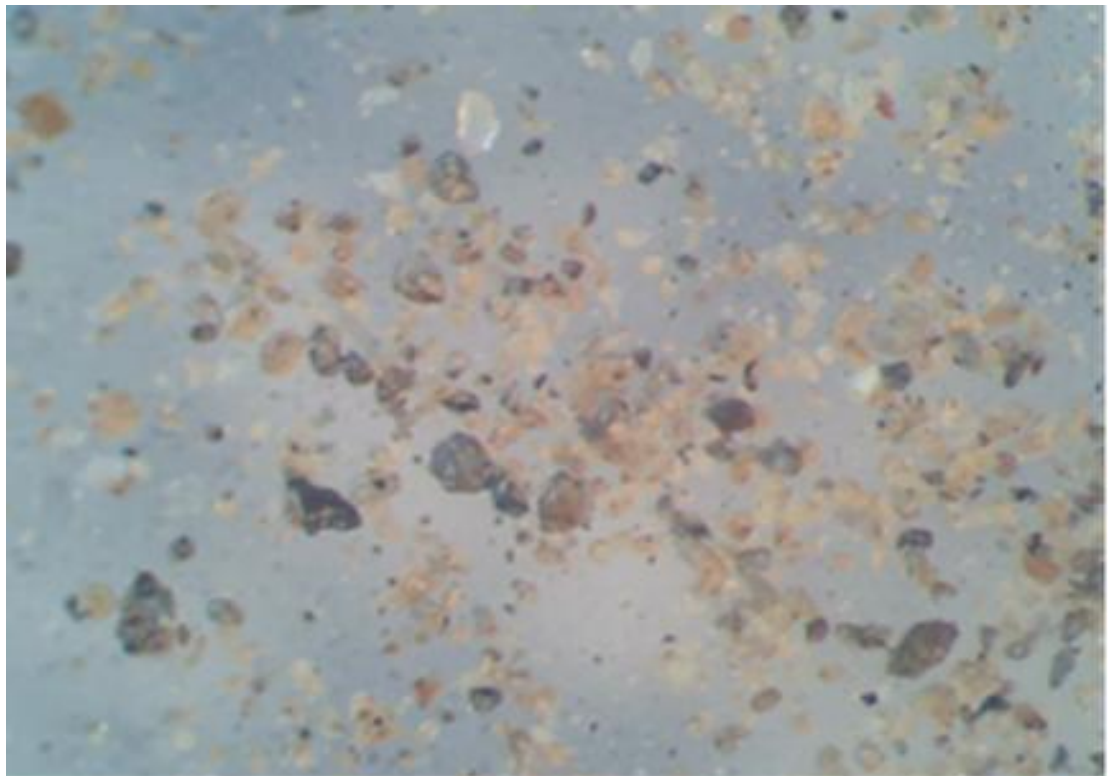
որոշ մամբ ինչպես թափանցիկ հղկուկում, այնպես էլ չորացված շլամում:



Նկ.

3.8.

Փորձանմուշ №1, կավի տեսքը (խոշոր հատիկաչափի նստվածքազատումից հետո), *բիւ. մանր*.x 50.



Նկ. 3.9. Փորձանմուշ №2, կավի տեսքը (խոշոր հատիկաչափի նստվածքազատումից հետո), *բիւ. մանր*..x 50.



Նկ. 3.10.

Փորձ անմուշ №3, կավի տեսքը (խոշոր հատիկաչափի նստվածքազատումից հետո), *բին. մանր.* x 50.

Աղյուսակ 3.12

### Կավերի քիմիական բաղադրակազմը

Նշված ցուցանիշների չափման արդյունքների համաձայն՝

№	Փորձ անմուշ	Պարունակություն, % ըստզանգվածի										
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Շ.Կ+ խոն.	SO <sub>3</sub>
1	Կավ № 1	44,9	16,5	13,4	1,75	4,36	0,65	0,48	0,58	1,08	15,8	0,2
2	Կավ №2	48,6	17,0	12,2	1,30	3,57	0,60	0,39	0,86	1,08	13,5	0,8
3	Կավ №3	44,8	17,6	13,2	1,78	4,29	0,68	0,48	1,10	1,00	13,7	1,1

կարևորագույն կավային միներալներն են՝ արգևահողի ջրային սիլիկատները՝ կաոլինիտ  $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ , հալոլագիտ  $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8 \cdot 4H_2O$ , հիդրոփայլարները, մոնոմորփիլոնիտ  $Mg(OH)_4[Si_4O_8(OH)_2] \cdot nH_2O$ , որոնց քանակական հարաբերության մասին կարելի է մոտավոր պատկերացում կազմել: Սակայն նշենք, որ կավերի ուռչելու ծավալի աճի որոշման փորձարկումները ( $K=0,5...0,6$ ) 5%-անի քլորային կալցիումի լուծույթի

օգնությամբ թույլ են տալիս դատել կառլինիտի նկատմամբ մոնոմորֆիլոնիտի ենթակա դեր ունենալու մասին: Բացի այդ, հաշվի առնելով մասնիկների բեկման և երկբեկման գործակիցների ցուցանիշների որոշման քանակը, դրանց մոտ 1/3 մասը կազմում է մոնոմորֆիլոնիտը: Կավի բաղադրակազմի մեջ, ինչպես վերը նշվել է, մտնում են երկաթի տարբեր օքսիդներ և հիդրօքսիդներ, կարբոնատներ, ինչպես նաև ապար առաջացնող միներալների խառնուրդներ (քվարց, դաշտային սպաթ, հիդրոփայլարներ և այլն) [60, 67, 68, 72, 79, 92...98, 162]:

Քանակական միներալոգիական բաղադրակազմը հաշվարկվել է կոմպլեքս ուսումնասիրություների տվյալներով՝ հաշվի առնելով որակյալ միներալոգիական, քիմիական և ռենտգենաֆազային վերլուծության արդյունքները (նկ. 3.11), որոնք բերված են աղ. 3.13 և 3.14-ում:

Մեր կողմից կատարվել է կավերի №1 փորձանմուշի դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծությունները, որոնք ներկայացված են նկ. 3.11 և 3.12-ում: Ռենտգենաֆազային և դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ կավի ամբողջական հալում կատարվում է 1180°C ջերմաստիճանում: Կավային հոլմքի ռեակցիոն ունակությունը իջեցված է դրանում առկա հատկային բյուրեղային քվարցի պատճառով [85...87, 90, 91, 162, 163, 164]:

Պորտլանդցեմենտի արտադրության համար կավային հոլմքի նկատմամբ չկան ստանդարտով սահմանված տեխնիկական պահանջներ: Սակայն գործնականում ներկայացվում են կավային հոլմքի քիմիական բաղադրակազմի հետևյալ կողմնորոշիչ պահանջները՝ CaO-ի քանակությանը սահմանափակում չկա, MgO-ի թույլատրելի քանակը կախված է կրաքարային բաղադրիչի մեջ դրա պարունակությունից և սահմանափակվում է պորտլանդցեմենտի համար MgO-ի մինչև 5% առկայությամբ կլինկերի ստացման պայմանով, իսկ մագնեզիալ պորտլանդցեմենտի համար՝ 10%-ից ոչ ավելի [52, 63, 65]:

Տարբեր տեսակի վերլուծությունների արդյունքները, ինչպես նաև ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը և կողմնորոշիչ պաշարները ցույց են տվել, որ խրամորդ գյուղի հանքավայրերում հետազոտվող կավերը կարող են որպես հոլմք օգտագործվել ցեմենտի արտադրության համար:

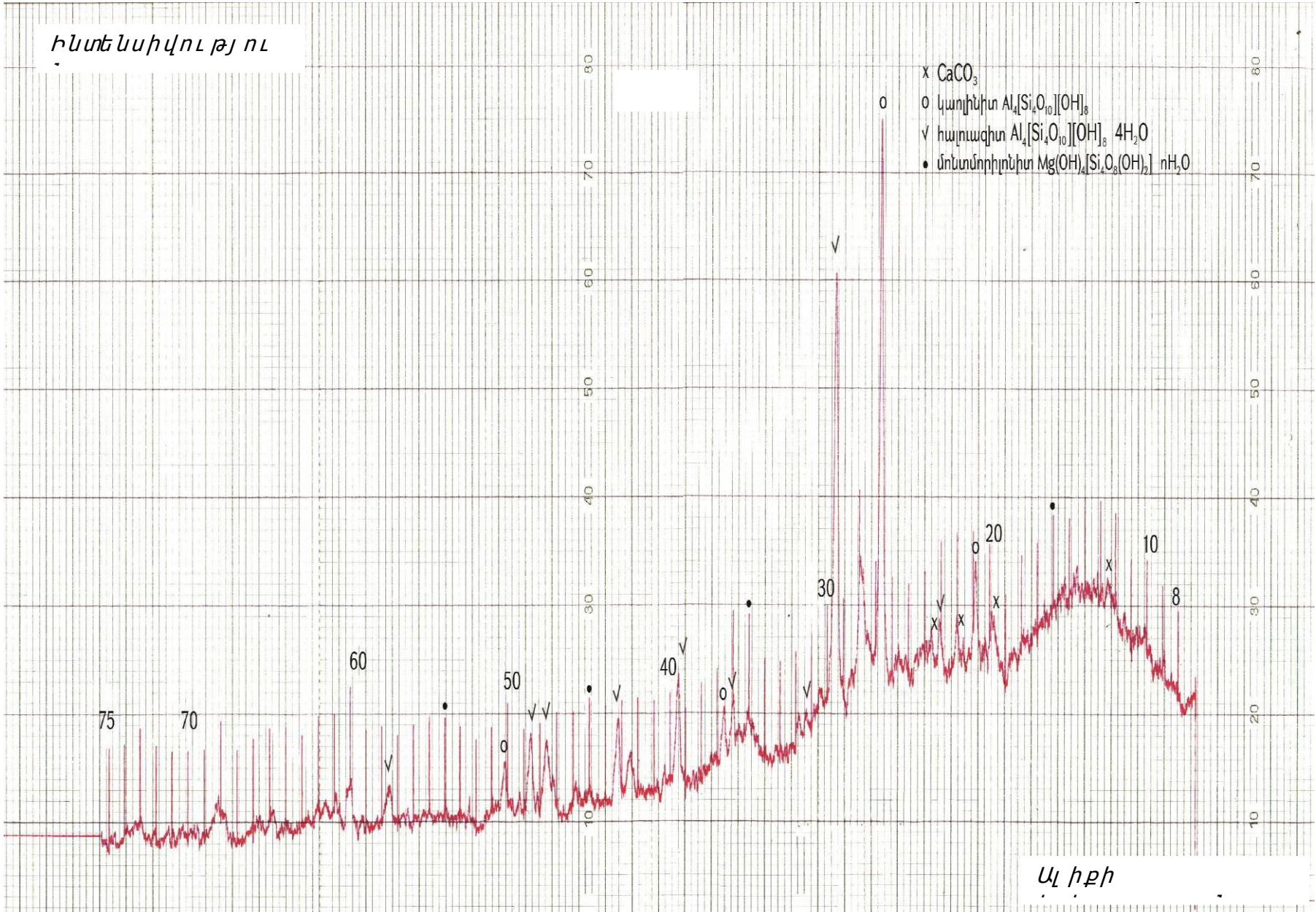
**Կավերի մոտավոր-քանակական հատիկաչափական կազմությունը**

№ Փորձանմուշ Լ 2	Խոշոր հատիկաչափ (նստվածքազատ տու մից հետ մնացորդը), %	Մանր կավային հատիկաչափ (կավային միներալների գումարային քանակը), %	Քայքայված HCl- ը, %		Կարբոնատների քանակը		Այլ միներալն եր, %
			հատիկաչափ		հատիկաչափում, %		
			Մանր	Խոշոր	Մանր	Խոշոր	
1	2	5	3	4	6	7	8
Կավ № 1	20	80 (65,6)	18	40	14,4	8	12
Կավ № 2	16	84 (71,4)	15	50	12,6	8	8
Կավ № 3	27	73 (60,6)	17	40	12,4	10,8	16,2

**Կավերի միներալ ոգիական կազմությունը □% ըստգանգվածի □**

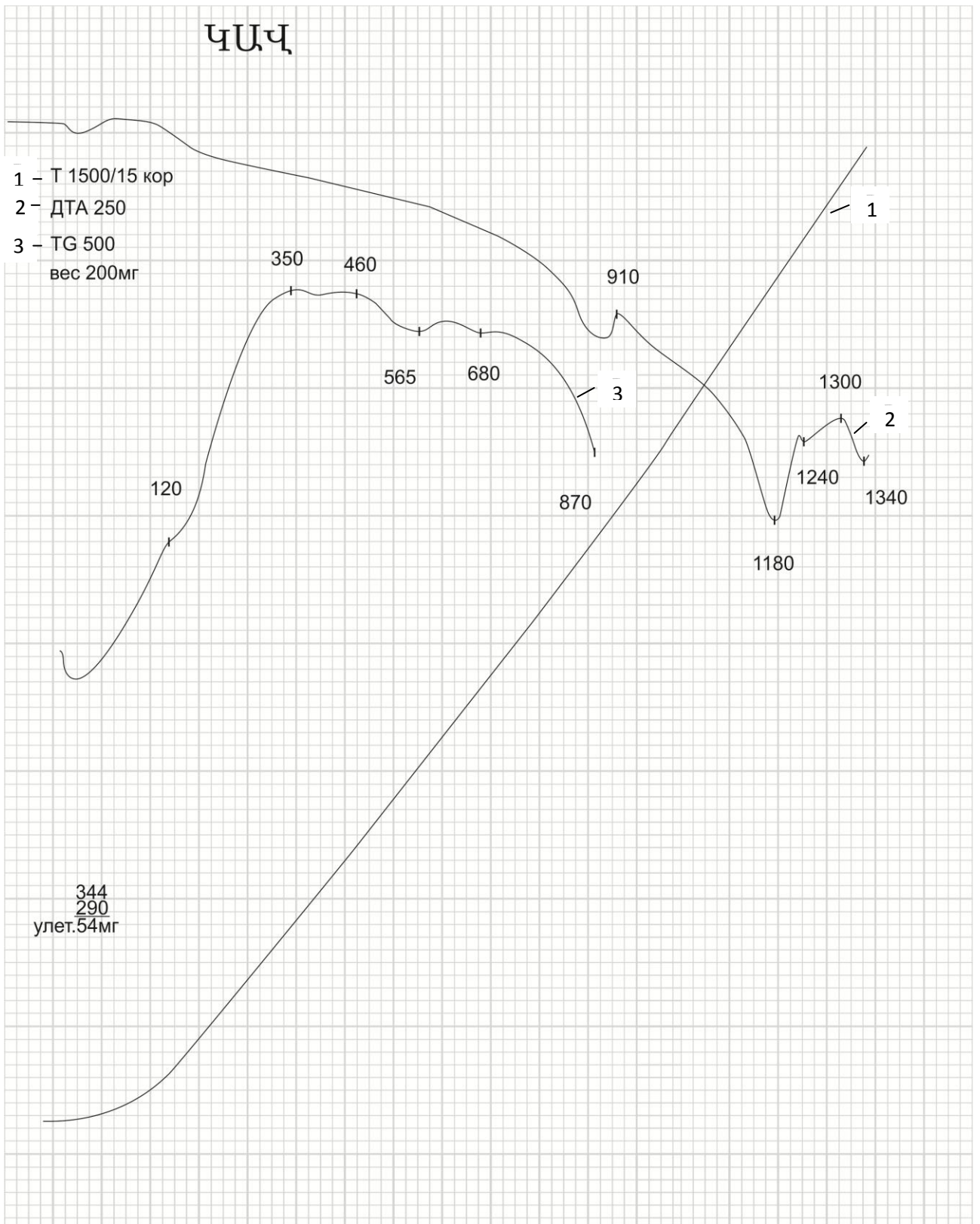
№ Փորձանմուշ Լ 2	Կաուլինիտ	Մոնտորիլոն իտ	Կարբոնատն եր	Քվարց	Երկաթի հիդրօքսիդն եր	Չիդրոփայլարներ, դաշտային սպաթև այլն
Կավ № 1	38...40	20...22	23...24	8...10	3...5	3...5
Կավ № 2	39...40	18...20	20...22	10...12	3...4	4...6
Կավ № 3	40...42	20...22	22...24	8...10	3...4	3...5





Նկ. 3.11 Կավի ռենտգենագիր





Նկ .3.12. Կավի դիֆերենցիալ -թերմիկ վերլուծության կորեր (ԴԹԱ)

Արդյունաբերության մեջ ցեմենտի արտադրության ճյուղերում կարող են օգտագործվել բազմատեսակ երկրորդական արտադրանքներ՝ մետաղագործական արդյունաբերության թափոններ, նեֆելինային, միակալ ցիումային և բոքսիտային շլամներ, էլեկտրաջերմաֆոսֆորային խարամներ և հանքահարստացման արդյունաբերության թափոններ,

այ րվ ող թերթաքարերի և տարբեր ածուխների մոխիրներ և այլն: Դրահետ մեկտեղ հատուկ ուշադրության են արժանի այն նյութերը, որոնք կարող են փոխարինել հազվագյուտ երկաթ պարունակող շտկող հավելանյութերին: Ունեցած տվյալները վերաբերում են տեխնածին արտադրանքների օգտագործմանը, բնական փոխարինողների մասին տեղեկությունները գրականության մեջ քիչ են: Արդյունաբերական թափոնների օգտագործումը կարող է նպաստել էներգիայի զգալի խնայողությանը [5, 6, 16, 20, 28]:

Ցեմենտի արտադրության համար՝ որպես տեխնածին հումք, դիտարկվել են ԼՂՀ-ի տարածքում տարբեր հարստացման ձեռնարկությունների թափոնները:

ԼՂՀ-ի Դրմբոն գյուղում գործում է սուլֆիդային պղնձի հանքաքարի ֆլոտացիոն հարստացման գործարանը: Իր տարրային (աղ. 3.15), քիմիական (աղ. 3.16) և ֆազային բաղադրակազմով (աղ. 3.17) թարմ (ԹՊ) և պոչամբարից (ՊՊ) վերցված «պոչեր»-ի նմուշները իրարից գրեթե չեն տարբերվում և պատկանում են սուլֆիդային պիրիտային պոչերի շարքին, որի մասին վկայում են ռենտգենաֆազային վերլուծության արդյունքները (նկ. 3.13) [62, 67, 72, 78, 85...87]: Նկար 3.14-ում ներկայացված է Դրմբոնի պոչամբարից «պոչեր»-ի փորձանմուշի մակատեսքը:

Աղյուսակ 3.15

**Դրմբոնի հարստացման գործարանի «պոչեր»-ի փորձանմուշներում հիմնական քիմիական տարրերի պարունակությունը**

Փորձանմուշ	Պարունակություն, % ըստ զանգվածի				
	Cu	Zn	Pb	Fe	S
ՊՊ	0,130	0,070	0,001	7,570	5,960
ԹՊ	0,120	0,094	0,002	6,850	5,500

Աղյուսակ 3.16

**Դրմբոնի հարստացման գործարանի «պոչեր»-ի փորձանմուշների քիմիական բաղադրակազմը**

Փորձանմուշ	Պարունակություն, % ըստ զանգվածի					
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Շ.Կ+խոնավ
ՊՊ	71,0	6,2	2,8	0,9	10,82	7,8

ጾታ	69,50	7,62	2,33	0,99	9,79	7,50
----	-------	------	------	------	------	------



Նկ.3.13. «Պոչ ամբարից պոչեր»-ի փորձանմուշների ռենտգենագիր





Նկ.3.14.Դրմբոնի պոչ ամբարից «պոչ եր»-ի փորձանմուշի մակատեսքը

Աղյուսակ 3.17

**Դրմբոնի հարստացման գործարանի «պոչ եր»-ի փորձանմուշներում երկաթի և ծծմբի միացությունների կազմությունը**

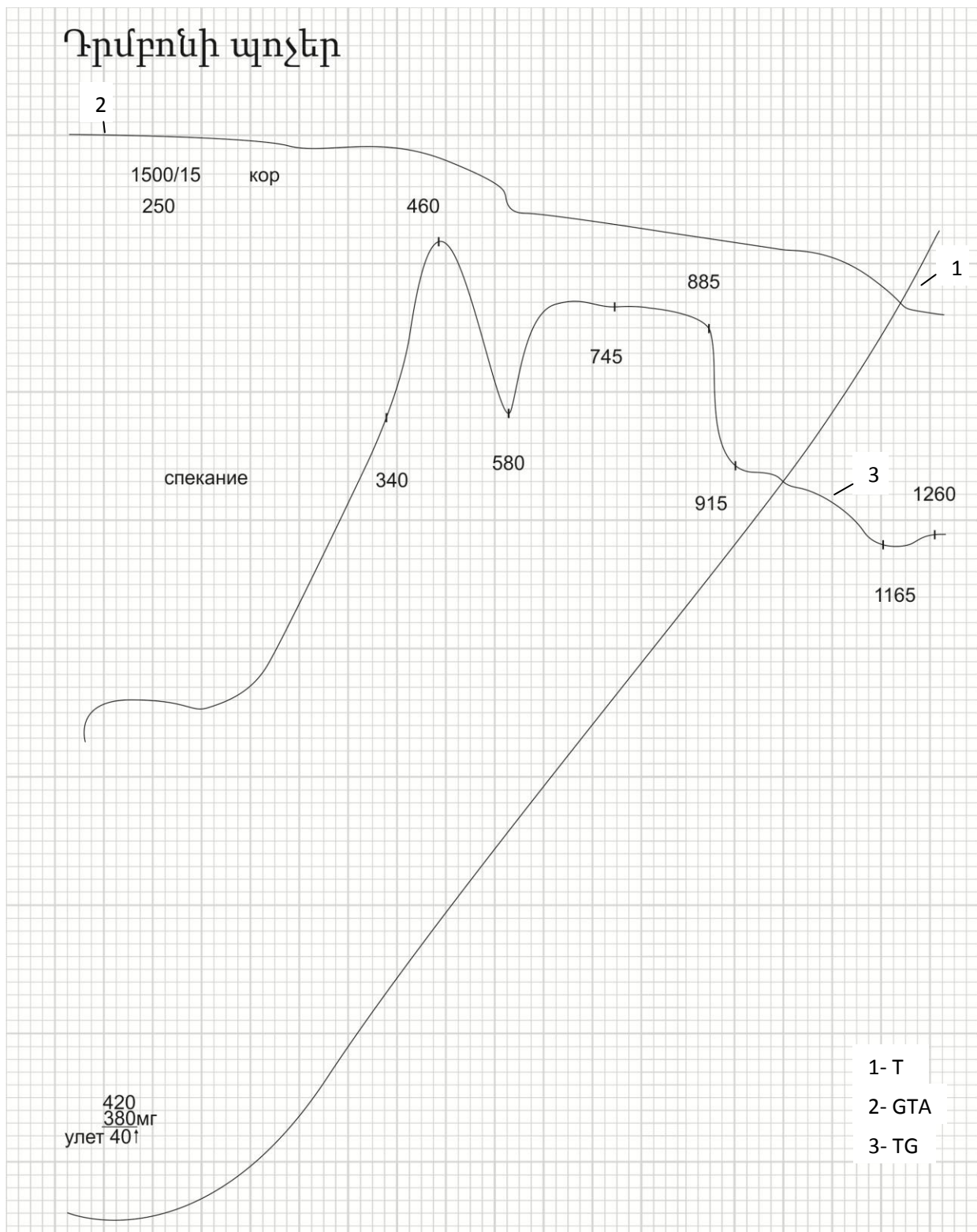
Փորձանմուշ	Պարունակությունը, % ըստզանգվածի					
	Fe			S		
	սուլֆիդային	Սուլֆատային	ընդամենը	սուլֆիդային	սուլֆատային	ընդամենը
ՊՊ	5,46	2,11	7,57	5,80	0,16	5,96
ԹՊ	4,84	2,01	6,85	5,33	0,17	5,50

Կատարվել են «պոչ ամբարից պոչ եր»-ի փորձանմուշների դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծություն, որը ներկայացված է նկ. 3.15-ում:

Դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ «պոչ ամբարից պոչ եր»-ի լիարժեք դիսոցում կատարվում է 1165°C ջերմաստիճանի դեպքում [85, 90, 91, 163, 164]:

Սկսեց աշխատել թոնդրակ գետի հանքավայրի գրավիտացիոն հարստացման գործարանը, որի հարստացման պոչերը քվարցի և երկաթի

հիդրօքսիդներ են, աղացվածքի մանրությունը 0,08 մմ-ից ցածր է, քիմիական և տարրային կազմությունը բերված է աղ. 3.18 և 3.19-ում:



Նկ.3.15. «Պոչ ամբարից պոչեր»-ի փորձամուշների դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության կորեր (ԴԹԱ)

**ԹՆՆՐԱԿ ԳԵՏԻ ԽԱՐԱՏԱԳՄԱՆ ԳՈՐԾԱՐԱՆԻ ԱՐՃ ԵՐԻ ՎՈՐԾԱՆՄՈՒՇՆԵՐԻ քիմիական բաղադրակազմը**

Հարստացման նյութեր	Պարունակությունը, % ըստզանգվածի							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Շ.Կ.+ԽՆՆԱԿ.
Պոչեր	70,06	6,00	7,00	0,70	0,35	0,20	7,68	8,14

Աղյուսակ 3.19

**ԹՆՆՐԱԿ ԳԵՏԻ ԽԱՐԱՏԱԳՄԱՆ ԳՈՐԾԱՐԱՆԻ ԱՐՃ ԵՐԻ ՎՈՐԾԱՆՄՈՒՇՆԵՐԻ տարրային կազմը**

Հարստացման նյութեր	Պարունակությունը, % ըստզանգվածի									
	Cu	Pb	Zn	Sb	As	Fe	S	Se	Te	Bi
Պոչեր	0,01	0,072	0,039	0,000	0,000	5,37	0,25	0,000	0,000	0,007

Երբ նախատեսվի Մաղավուզի ածխի հանքավայրի շահագործումը, ածխի խարստացման անհրաժեշտությունը կստեղծվի, որի արդյունքում կառաջանան խարստացման արջեր, որոնք իրենցից ներկայացնում են ցածր կալորիականությամբ ածուխներ:

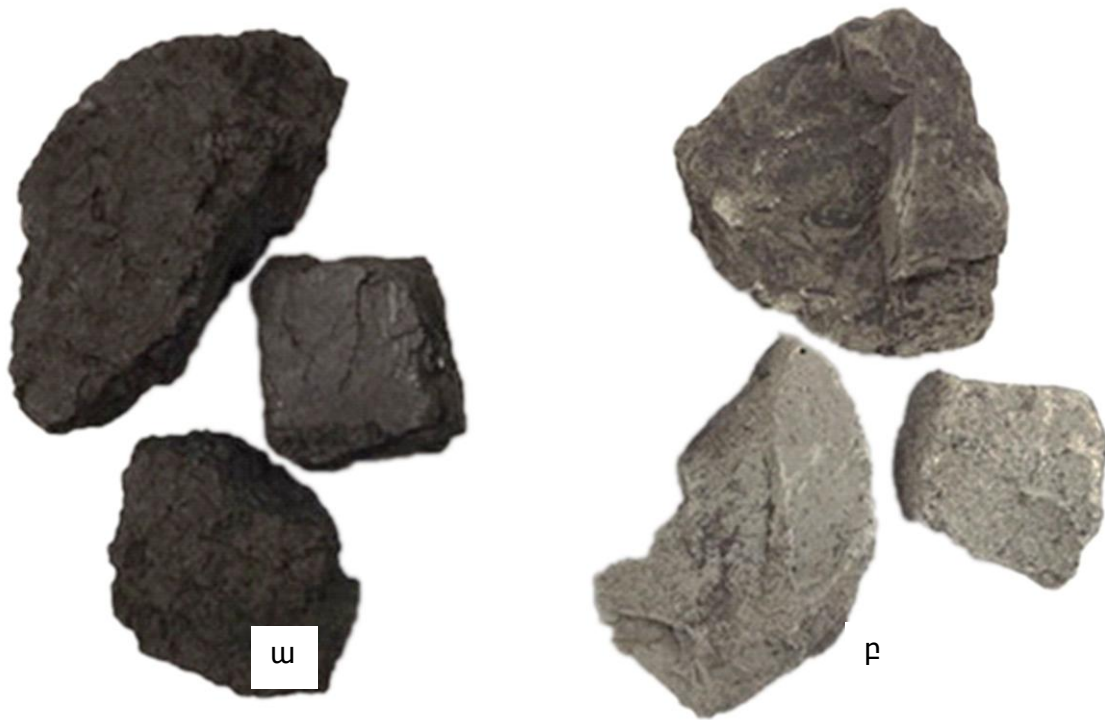
Ածխի խարստացման արջերի (ԱՐՊ) մոխրի քիմիական բաղադրակազմը բերված է աղ. 3.20-ում: Ածխի խարստացման արջերն ունեն 8374...12560 կՋ/կգ կալորիականություն:

Աղյուսակ 3.20

**Ածխի խարստացման արջերի (ԱՐՊ) մոխրի քիմիական բաղադրակազմը**

№ Անվ.	Պարունակությունը, % ըստզանգվածի											
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Շ.Կ.
ԱՐՊ	17,2	18,3	5,0	2,4	2,4	1,00	0,045	4,1	0,8	0,3	2,0	46,6

Աղ.3.16-ում ներկայացված են բարձր և ցածր կալորիականությամբ ածուխների կտորների արտաքին տեսքի դրվագներ:



Նկ. 3.16

Բարձր առև և ցածր բնական լուծույթի ամբողջականության կտորների արտաքին տեսքի դրվագներ

Կատարվել են ածխի հարստացման պրոցեսի (ԱՅՊ) մոխրի փորձանմուշների դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծություններ, որոնք ներկայացված են նկ. 3.17 և 3.18-ում:

Դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ածխի հարստացման պրոցեսի (ԱՅՊ) մոխրի այրումը կատարվում է 1010°C ջերմաստիճանում [85, 90, 91, 162, 163, 164, 165]:

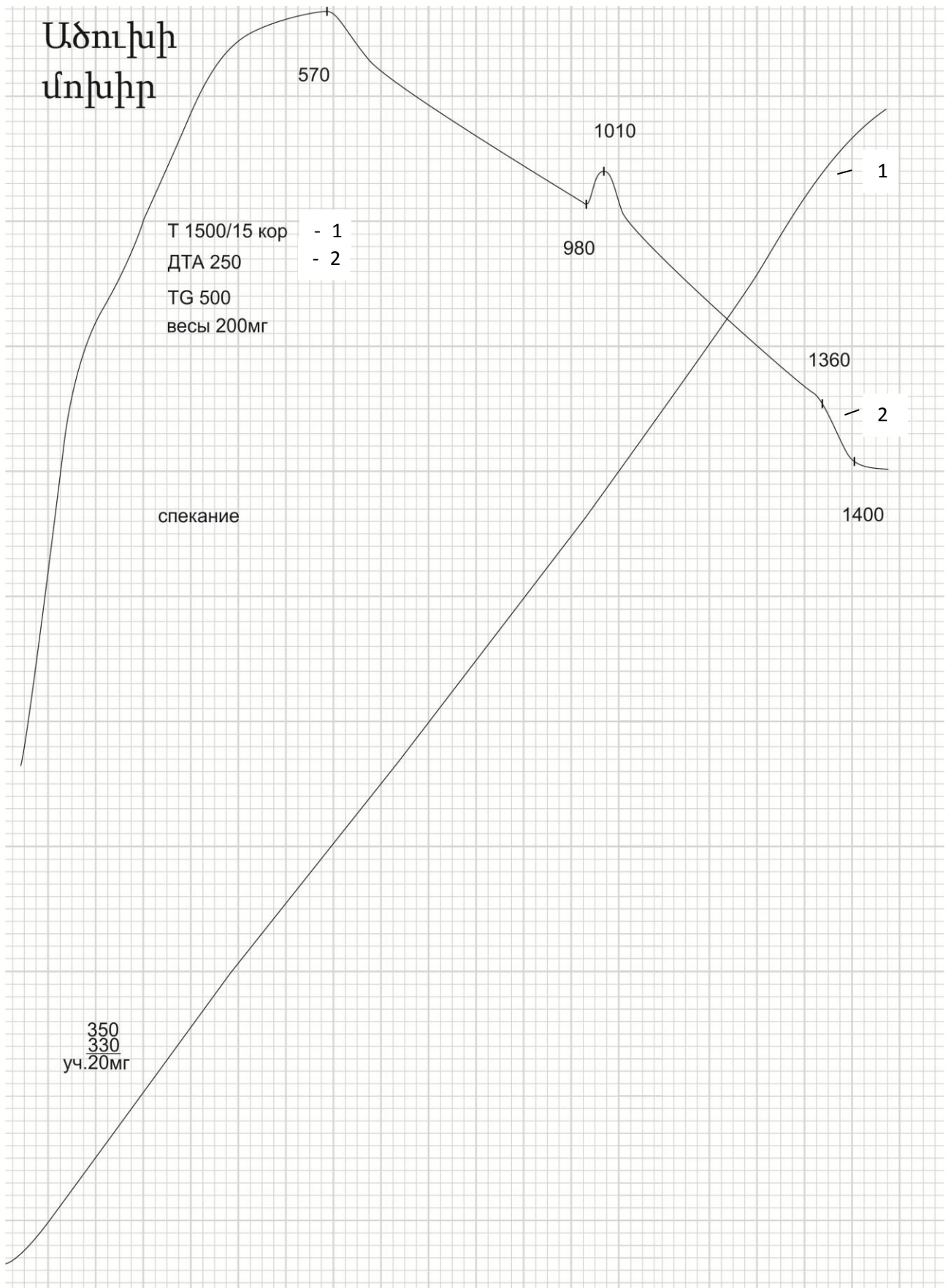
Ռենտգենաֆազային վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ մոխիրը հիմնականում կազմված է ալյումա- և ֆերիտային սիլիկատներից [85...87], այսինքն կարող է լինել ցեմենտային հումքային խառնուրդի սիլիկատային բաղադրիչը:

Ցեմենտի արտադրության համար հումքի պիտանիության նախնական գնահատումը կարող է կատարվել՝ ելնելով հետևյալ պայմաններից.

- հումքը հասանելի է և փոխադրելի,
- բացի բավարար համախառն քիմիական բաղադրակազմի և վնասակար խառնուրդների նվազագույն պարունակություն՝ հումքը պարունակում է բարձր քիմիկամիներալ ոգիական համասեռություն, ինչը ապահովում է տեխնոլոգիական

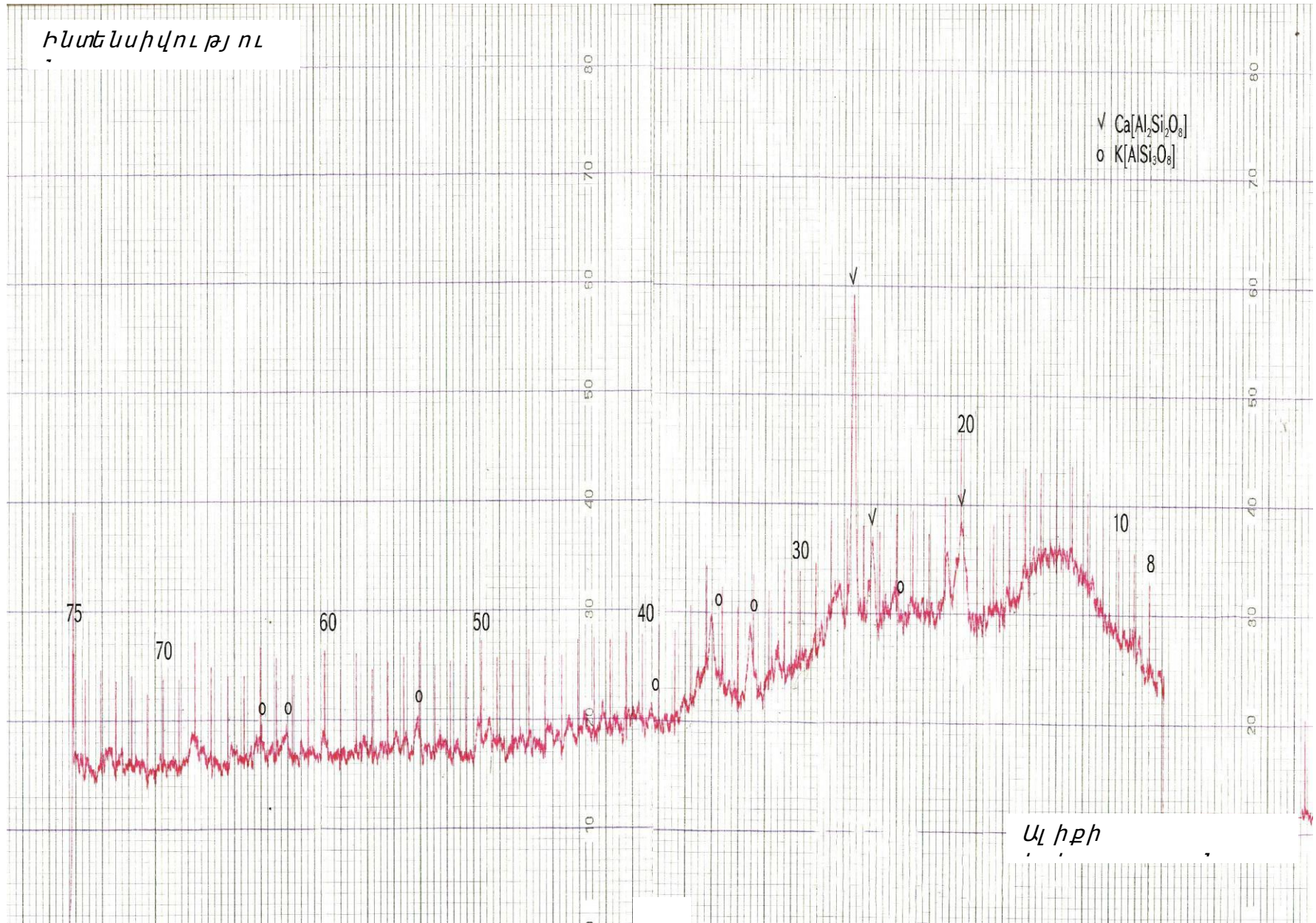
գործընթացի և պատրաստի արտադրանքի հատկությունների կայունությունը,





Նկ. 3.17 Ցածր կալ որիականու թյ ամբ ածխի հարստացման պոչ երի (ԱՅՊ) մոխրի փորձանմուշ ների դիֆերենցիալ -թերմիկ վերլուծումը ան կորեր

հետևսսիվոլթյուն



Ալիքի

Նկ. 3.18 Ցածր կալոքիական ու թյամբ ածխի հարստացման պրոցեսի (ԱՅՊ) մոխրի փորձանմուշների  
ռենտգենագիր

- հուլմքի ռեակցիոն ունակությունը բարձր է, ինչը հնարավորություն է տալիս ակտիվացնել կլինկերի թրծման գործընթացը,
- Յուլմքախառնուրդը առաջացնում է հալույթի բավարար քանակություն հնարավորինս ցածր ջերմաստիճանում, ինչը նպաստում է դիֆուզիոն գործընթացների շնորհիվ միներալ ագոյացման ռեակցիաների ընթանալուն:

Յետագոտությունների բերված արդյունքները թույլ են տալիս եզրահանգել, որ ԼՂՅ-ի տարածքն ունի պորտլանդցեմենտի արտադրության համար անհրաժեշտ կրաքարային և կավային ելանյութերի բավարար պաշարներ, ինչպես նաև հուլմքային խառնուրդների շտկման համար պահանջվող տարբեր հավելանյութեր (ֆլոտացիոն, գրավիտացիոն պոչեր և ածուխ):

### **3.3. Պորտլանդցեմենտի հուլմքային բովախառնուրդի հաշվարկը, թրծումը և ստացված ցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հարկությունները**

Յուլմքային բովախառնուրդի կազմի հաշվարկի հիման վրակարելի է որոշել ելանյութերի այնպիսի հարաբերակցություն, որի դեպքում ապահովվում է պահանջվող բնութագրերով պորտլանդցեմենտային կլինկեր ստանալուն համար անհրաժեշտ խառնուրդի քիմիական բաղադրակազմը:

Կլինկերի կազմը որոշվում է հագեցման գործակցի (KH) և մոդուլներից մեկի՝ սիլիկատի (n) կամ արգնատի (p), մեծությամբ:

Սիլիկատի մոդուլը (n) սիլիկատի  $SiO_2$  տոկոսային պարունակության, արգնատի  $Al_2O_3$  և երկաթի օքսիդի գումարի  $Fe_2O_3$  հարաբերությունն է □3.1□:

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (3.1)$$

Սիլիկատային մոդուլը տատանվում է  $n=1,7...3,5$ -ի սահմաններում:

Արգնատի մոդուլը (p) որոշվում է կլինկերում արգնատի  $Al_2O_3$  տոկոսային պարունակության և երկաթի օքսիդի  $Fe_2O_3$  հարաբերությամբ □3.2□:

$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}; \quad (3.2)$$

Արգլահողի մոդուլը տատանվում է  $p=1...3$ -ի սահմաններում:

Բերված մոդուլները միաժամանակ բնութագրում են նաև ելքային հումքային խառնուրդի կազմությունը (եթե թրծման ժամանակ դրամեջորևէ հանքային խառնուրդ, օրինակ՝ վառելիքի մոխիր, չի ավելացվում), ուստի կարող են օգտագործվել վերջինիս հաշվարկի ժամանակ [35, 42, 52, 53, 63...65, 99...102]:

KH հագեցման գործակիցը կլինկերում արգլահողով և երկաթի օքսիդով մինչև  $C_3A$  և  $C_4AF$  հագեցումից հետո մնացած կալցիումի օքսիդի քանակի հարաբերությունն է այն կրի քանակությանը, որն անհրաժեշտ է  $SiO_2$ -ը մինչև և եռկալցիումի սիլիկատը իարժեք կապելու համար  $\square 3.3 \square$ :

$$KH = \frac{CaO - 1,65Al_2O_3 - 0,35Fe_2O_3}{2,8SiO_2} \quad (3.3)$$

Հագեցման գործակիցի արժեքը փոփոխվում է  $KH=0,85...0,95$ -ի սահմաններում:

Բացի արտուլ անդեմենտային կլինկերի վերը թվարկված բնութագրերից, բովախառնուրդի հաշվարկի համար պահանջվում է իմանալ նաև 100%-ի բերված խառնուրդի բոլոր բաղադրիչների քիմիական բաղադրակազմը:

Հումքային խառնուրդի բաղադրակազմի հաշվարկը կատարվում է բովախառնուրդի բաղադրիչների քանակական կազմի որոշման համար, որն ապահովում է անհրաժեշտ քիմիական և հանքային կազմությամբ կլինկերի ստացումը: Դրա հետ մեկտեղ հաշվի է առնվում կլինկերի հանքային բաղադրակազմը, որն ապահովում է տվյալ գործարանի համար կլինկերի թրծման տեխնոլոգիական պարամետրերի օպտիմալացումը և ցեմենտի պահանջվող հատկությունները: Սկզբում որոշվում է կլինկերի օպտիմալ հանքային բաղադրակազմը, որը վերահաշվում են ըստ Ս.Դ. Օկորոկովի բանաձևերի, այնուհետև կլինկերի բաղադրակազմը արտահայտվում է KH,  $n$  և  $p$ , տեսքով, որոնք հումքային բովախառնուրդի հաշվարկի հիմք են ընդունում [35, 42, 52, 53, 63...65, 99...102]:

Ապագա կլինկերի բնութագրերը սահմանելիս, հարկավոր է հաշվի առնել, որ հումքի բաղադրակազմը պետք է.

1. ապահովի պատրաստի ցեմենտի շինարարատեխնիկական հատկություններին ներկայացվող համալիր պահանջներին,

2. նպաստի թրծման ժամանակ կլիսկերագոյացման պրոցեսի բնականոն ընթացքին,
3. ապահովի վառարանների աշխատանքի օպտիմալ պայմաններ ու բարձր արտադրողականություն:

Ցեմենտի գործարանների աշխատանքի փորձը ցույց է տվել, որ  $C_3S$ -ի չափազանց բարձր հարաբերակցությունը  $C_2S$ -ին (այսինքն՝  $KH$ -ի բարձր արժեքը) նվազեցնում է վառարանի արտադրողականությունը, բարձրացնում է վառելիքի ծախսը և արտադրանքի մեջ կարող է առաջացնել ազատկրի բարձր պարունակություն:

Հանքային նյութերի փոքր պարունակությամբ կլիսկերը (այսինքն, երբ  $n$ -ի արժեքը բարձր է) բնորոշվում է բարդ եռակալմամբ, ինչի արդյունքում նվազում է վառարանների արտադրողականությունը, և բարձրանում է վառելիքի ծախսը: Մյուս կողմից՝ հանքային նյութերի բարձր պարունակությունը կլիսկերում թրծման ժամանակ հեղուկ ֆազայի ավելցուկ է առաջ բերում, ինչն իր հերթին ապակեման գնդեր է առաջացնում:

Հանքային նյութերի բաղադրակազմի մեջ  $C_3A$ -ի գերակշռումը (այսինքն, երբ  $p$ -ի արժեքը բարձր է) բարձրացնում է հեղուկ ֆազայի մածուցիկությունը, դրանով դժվարացնում է ալիտի առաջացումը և բյուրեղացումը: Կալցիումի ալյումաֆերիտների ավելցուկը (օրինակ,  $C_4AF$ -ի տեսքով) կարող է զգալիորեն նվազեցնել հեղուկ ֆազայի կաշռությունը և անբարենպաստ պայմանների դեպքում ապակեման գնդեր առաջացնել:

Թվարկված դրույթների բավարարման համար խորհուրդ է տրվում [35, 42, 52, 53, 63...65, 99...102] սովորական պորտլանդցեմենտ ստանալիս, կլիսկերի բաղադրակազմը նշանակել հետևյալ սահմաններում.

Հաշվարկային հանքային բաղադրակազմ: Մոդուլային բնութագրեր (3.4...3.6):

$$C_3S + C_2S = 75 \pm 2\% KH = 0,89 \pm 0,02, \quad (3.4)$$

$$\text{այ դ թվում՝ } C_3S = 55 \pm 3\% n = 2,1 \pm 0,3, \quad (3.5)$$

$$C_3A + C_4AF = 22 \pm 2\% p = 1,3 \pm 0,3, \quad (3.6)$$

$$\text{այ դ թվում՝ } C_3A = 8 \pm 2\%:$$

Բովախառնուրդի հաշվարկի արդյունքներով որոշվում է 1 տոննա կլիսկերի համար ծախսվող հումքային ելանյութերի ծախսը, ինչի հիման վրա կազմվում է գործարանի նյութական հաշվեկշիռը, կատարվում են



հունժքային բաղադրիչների նախապատրաստման նպատակով հիմնական տեխնոլոգիական սարքավորումների ընտրությունն ու դրանց հզորությունների հաշվարկները [35, 42, 52, 53, 63...65, 99...102]:

Պորտլանդցեմենտի կլինկերի ստացման համար, օգտվելով գոյություն ունեցող մեթոդներից [103, 104], կատարվել են հունժքային բովախառնուրդի հաշվարկներ որոնք բերված են աղ. 3.21...3.32-ում.

Հաշվարկ 1. Ելանյութեր. կրաքար, «պոչամբարի պոչեր» և կավ:

Ելքային տվյալներ. KH=0,91, n=2,38:

Աղյուսակ 3.21

**Ելանյութերի քիմիական բաղադրակազմը □% ըստզանգվածի □**

Բաղադրիչներ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ.Կ.	այլ	զուգամար
Կրաքար	0,72	0,64	0,12	55,0	0	0	0,00	43,5	0	99,98
«Պոչամբարի պոչեր»	71,0	6,2	10,82	2,8	0,9	0,12	0	7,8	0,34	99,98
Կավ	44,9	16,5	4,36	13,4	1,75	0,2	1,64	15,8	1,43	99,98

Աղյուսակ 3.22

**Հունժքային բովախառնուրդի քիմիական բաղադրակազմը □% ըստզանգվածի □**

Բաղադրիչներ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ.Կ.	այլ	% ըստզանգվ.
Կրաքար	0,53	0,47	0,09	40,36	0,00	0,00	0,00	31,92	0,00	73,37
«Պոչամբարի պոչեր»	4,15	0,36	0,63	0,16	0,05	0,01	0,00	0,46	0,02	5,85
Կավ	9,33	3,43	0,91	2,79	0,36	0,04	0,34	3,28	0,30	20,78
Հունժքային խառնուրդի կազմը %-ով	14,02	4,26	1,63	43,31	0,42	0,05	0,34	35,66	0,32	100,00
Կլինկերի կազմը %-ով	21,79	6,62	2,53	67,32	0,65	0,08	0,53	-	0,43	100,00

Ստուգում. KH=0,91 n=2,38, p=2,62:

**Պորտլանդցեմենտի միներալ ոգիական կազմն ըստ հաշվարկների  
արդյ ու ն ք ն եր ի % ըստզանգվածի**

C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	Գ ու մ ա ր
59,80	17,35	13,25	7,69	98,10

Յ ա ք վ ա ր կ 2. Ե լ ա ն յ ու ն թ եր ի . կ ր ա ք ա ր , « ա ր չ ա մ ք ա ր ի ա ր չ ե ր » և կ ա վ :

Ե լ ք ա յ ի ն տ լ յ ա լ ն ե ր . KH=0,89 p=1,45

**Ե լ ա ն յ ու ն թ եր ի ք ի մ ի ա կ ա ն բ ա լ ա դ ր ա կ ա զ մ ը % ըստզանգվածի**

Բ ա լ ա դ ր ի չ ն ե ր	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ . Կ .	ա յ լ	գ ու մ ա ր
Կ ր ա ք ա ր	0,72	0,64	0,12	55,0	0	0	0,00	43,5	0	99,98
« Պ ո չ ա մ ք ա ր ի ա ր չ ե ր »	71,0	6,2	10,82	2,8	0,9	0,12	0	7,8	0,34	99,98
Կ ա վ	44,9	16,5	4,36	13,4	1,75	0,2	1,64	15,8	1,43	99,98

**Յ ու մ ք ա յ ի ն բ ո վ ա ֆ ա ա ն ու ո դ ի ք ի մ ի ա կ ա ն բ ա լ ա դ ր ա կ ա զ մ ը % ըստ  
զանգվածի**

Բ ա լ ա դ ր ի չ ն ե ր	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ . Կ .	ա յ լ	% ըստ զանգվ ածի
Կ ր ա ք ա ր	0,55	0,49	0,09	41,7 0	0,00	0,0 0	0,0 0	32,9 8	0,00	75,81
« Պ ո չ ա մ ք ա ր ի ա ր չ ե ր »	1,17	0,89	0,55	0,40	0,13	0,0 2	0,0 0	1,12	0,05	14,32
Կ ա վ	4,44	1,63	0,43	1,32	0,17	0,0 2	0,1 6	1,56	0,14	9,88
Յ ու մ ք ա յ ի ն խ ա ա ն ու ո դ ի կ ա զ մ ը , %- ո վ	15,1 5	3,01	2,07	43,4 2	0,30	0,0 4	0,1 6	35,6 6	0,19	100,00
Կ լ ի ն կ ե ր ի կ ա զ մ ը , %- ո վ	23,5 5	4,68	3,22	67,4 9	0,47	0,0 6	0,2 5	-	0,30	100,00

Ս տ ու լ գ ու մ . KH=0,89, n=2,99, p=1,45:



**Պորտլանդցեմենտի միներալ ոգիական կազմն ըստ հաշվարկների  
արդյունքների % ըստզանգվածի**

<b>C<sub>3</sub>S</b>	<b>C<sub>2</sub>S</b>	<b>C<sub>3</sub>A</b>	<b>C<sub>4</sub>AF</b>	<b>Գոլմար</b>
59,45	22,66	6,90	9,78	98,79

Հարվարկ 3. Ել անյունութեր. կրաքար, «պոչամբարի պոչեր» և կավ:

Ելքային տվյալներ. KH=0,91, p=1,45:

Աղյուսակ 3.27

**Ել անյունութերի քիմիական բաղադրակազմը % ըստզանգվածի**

<b>Բաղադրիչներ</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>Շ.Կ.</b>	<b>այլ</b>	<b>գոլմար</b>
Կրաքար	0,72	0,64	0,12	55,0	0	0	0,00	43,5	0	99,98
«Պոչամբարի պոչեր»	71,0	6,2	10,82	2,8	0,9	0,12	0	7,8	0,34	99,98
Կավ	44,9	16,5	4,36	13,4	1,75	0,2	1,64	15,8	1,43	99,98

Աղյուսակ 3.28

**Հոլմքային բովախառնուրդի քիմիական բաղադրակազմը % ըստ  
զանգվածի**

<b>Բաղադրիչներ</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>SO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>Շ.Կ.</b>	<b>այլ</b>	<b>% ըստ զանգվ.</b>
Կրաքար	0,55	0,49	0,09	41,92	0,00	0,00	0,00	33,16	0,00	76,21
«Պոչամբարի պոչեր»	10,03	0,88	1,53	0,40	0,13	0,02	0,00	1,10	0,05	14,12
Կավ	4,34	1,60	0,42	1,30	0,17	0,02	0,16	1,53	0,14	9,67
Հոլմքային խառնուրդի կազմը, %-ով	14,92	2,96	2,04	43,61	0,30	0,04	0,16	35,79	0,19	100,00
Կլինկերի կազմը, %-ով	23,24	4,61	3,18	67,91	0,47	0,06	0,25	-	0,29	100,00

Ստուգում. KH=0,91, n=2,98, p=1,45:

Աղյուսակ 3.29

**Պորտլանդցեմենտի միներալ ոգիական կազմն ըստ հաշվարկների  
արդյունքների % ըստզանգվածի**

<b>C<sub>3</sub>S</b>	<b>C<sub>2</sub>S</b>	<b>C<sub>3</sub>A</b>	<b>C<sub>4</sub>AF</b>	<b>Գոլմար</b>
-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	---------------

63,97	18,37	6,81	9,66	98,81
-------	-------	------	------	-------

3 աք վարկ 4. Ել անյ ու թեր. կր աքար, «ար չ ամբարի ար չ եր» և ածխի «ար չ երի» մոխիր:

Ել քայ ին տվյ ալ ներ. KH=0,91, n=2,38:

Աղյ ու սակ 3.30

**Ել անյ ու թերի քիմիական բաղադրակազմը % ըստզանգվածի**

Բաղադրիչ ներ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ.Կ.	այ Լ	Գոււմար
Կր աքար	0,72	0,64	0,12	55,0	0	0	0,00	43,5	0	99,98
«Պո չ ամբարի ար չ եր»	71,0	6,2	10,82	2,8	0,9	0,12	0	7,8	0,34	99,98
Ածխի «ար չ երի» մոխիր	17,27	18,3	5,0	2,4	2,4	2,0	4,9	46,6	1,11	99,98

Աղյ ու սակ 3.31

**Յուււմքայ ին բուվախաւնուրդի քիմիական**

**բաղադրակազմը % ըստզանգվածի**

Բաղադրիչ ներ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Շ.Կ.	այ Լ	% ըստ զանգվ .
Կր աքար	0,53	0,47	0,09	40,4 5	0,00	0,0 0	0,0 0	32,0 0	0,00	73,54
«Պո չ ամբարի ար չ եր»	11,2 7	0,98	1,72	0,44	0,14	0,0 2	0,0 0	1,24	0,05	15,88
Ածխի «ար չ երի» մոխիր	1,83	1,94	0,53	0,25	0,25	0,2 1	0,5 2	4,93	0,12	10,59
Յուււմքայ ին խաւնուրդի կազմը, %-ով	13,6 3	3,39	2,34	41,1 5	0,40	0,2 3	0,5 2	38,1 7	0,17	100,00
Կլ ինկերի կազմը, %-ով	22,4	5,48	3,78	66,5 5	0,65	0,3 7	0,8 4	-	0,28	100,00

Ստուգում. KH=0,91 n=2,38 p=1,45

Աղյ ու սակ 3.32

**Պորտլ անոցեմենտի միներալ ոգիական կազմն ըստիււզ վարկների**

**արդյ ու նքների % ըստզանգվածի**

C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	Գոււմար
------------------	------------------	------------------	-------------------	---------

58,49	19,10	8,12	11,48	97,19
-------	-------	------	-------	-------

Բերված հաշվարկներից կարելի է եզրակացնել, որ հազեցման գործակցի (KH), սիլիկահողի (n), և արգնահողի (p) մոդուլների առաջարկվող մեծությունները ապահովում է կրաքարից, «պոչամբարի պոչեր»-ից և ածխի «պոչեր»-ի մոխրից բաղկացած հումքային խառնուրդը (աղ. 3.30...3.32):

Ցեմենտի արտադրությունը կապված է էներգիայի մեծ ծախսերի հետ, որոնք առաջանում են մանրացման և հումքային բաղադրիչների խառնման, բարձր ջերմաստիճանային թրծման և կլինկերի մանրացման անհրաժեշտությունից: Ցեմենտի ինքնարժեքի մեջ էներգիայի ծախսի միջին խտությունը կազմում է 30...40%: Ցեմենտի արդյունաբերության զարգացման հիմնական ուղղություններից մեկը էներգիայի ծախսի նվազեցումն է կլինկերի արտադրության համար տարբեր տեխնոլոգիական և վառելիքապարունակող թափոնների օգտագործման միջոցով [105, 106]:

Ածուխ պարունակող բաղադրիչի ներմուծումը հումքային բովախառնուրդի կազմի մեջ կբարձրացնի դրա էներգետիկ արտենցիալը, կնվազեցնի կլինկերի թրծման վրա տեխնոլոգիական վառելիքի ծախսը, թույլ կտա բարձրացնել հումքի ռեակցիոն ունակությունը, հետևաբար, նաև կլինկերներում արագացնել միներալ ագոյացման գործընթացները և բարելավել ցեմենտների ակտիվությունը: Կլինկերի թրծման ժամանակ ածխային մասնիկների այրումը կնպաստի ծակոտկեն հատիկների ձևավորմանը և կնվազեցնի դրանց մանրացման ծախսերը [105, 106]:

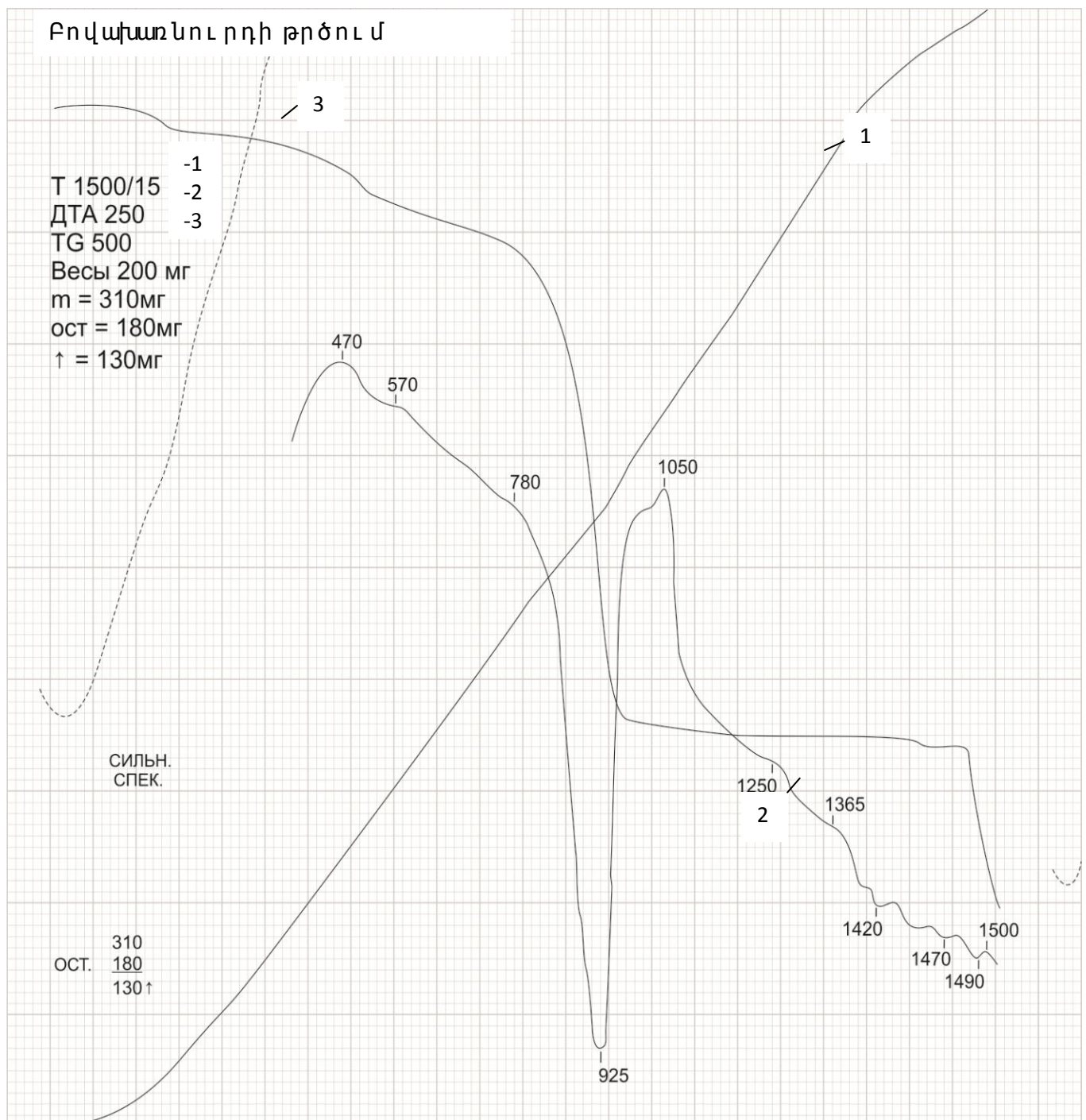
Կատարված հետազոտությունների հիման վրա պատրաստվել է հումքային խառնուրդ (բովախառնուրդ), որն ունի հետևյալ պարունակությունը  $\square\%$  ըստ զանգվածի  $\square`$  կրաքար -73,5%, ածխի հարստացման պոչեր (ԱՅՊ)-22,45%  $\square$  քանի որ միջին մոխրայնությունը կազմում է 50%  $\square$ 17, 66 $\square$ □, Դրմբոնի հարստացման գործարանի «պոչեր»-15,88%:

Ելնելով հումքային խառնուրդի դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության (ԴԹԱ) արդյունքներից (նկ. 3.19), ակնհայտ է, որ փորձանմուշի զանգվածի կորուստները գրեթե ավարտվում են 1050<sup>0</sup>C ջերմաստիճանում, այսինքն կրաքարի տարալուծումից և CaO-ի առաջացումից հետո: 1250...1500<sup>0</sup>C ջերմաստիճանային միջակայքում դիտվում է մի քանի էվտեկտիկաներ CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> համակարգում,

այ դախսով կլիսկերագոյացումը սկսվում է արդեն 1250°C ջերմաստիճանից [106...110, 164]:

Կատարվել է պատրաստված հումքային խառնուրդի (բովախառնուրդ) թրծում 1300°C, 1350°C, 1400°C և 1450°C ջերմաստիճաններում [111]: Ստացված կլիսկերները (նկ.3.20) այնուհետև մանրացվել և հետազոտվել են ռենտգենաֆազային վերլուծության միջոցով (նկ. 3.21...3.24):

Ռենտգենագրերը վերլուծելով կարելի է եզրակացնել, որ ալիտի C<sub>3</sub>S ամենամեծ քանակությունն գոյանում է 1300°C ջերմաստիճանում, 1350°C-ում դրա քանակը նվազում է, 1400°C-ում բարձրանում է, իսկ 1450°C-ում կրկին նվազում է:





Նկ.3.19. Հողմքային խառնուրդի (բովախառնուրդի) դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության կորեր (ԴԹԱ)



ա)



բ)

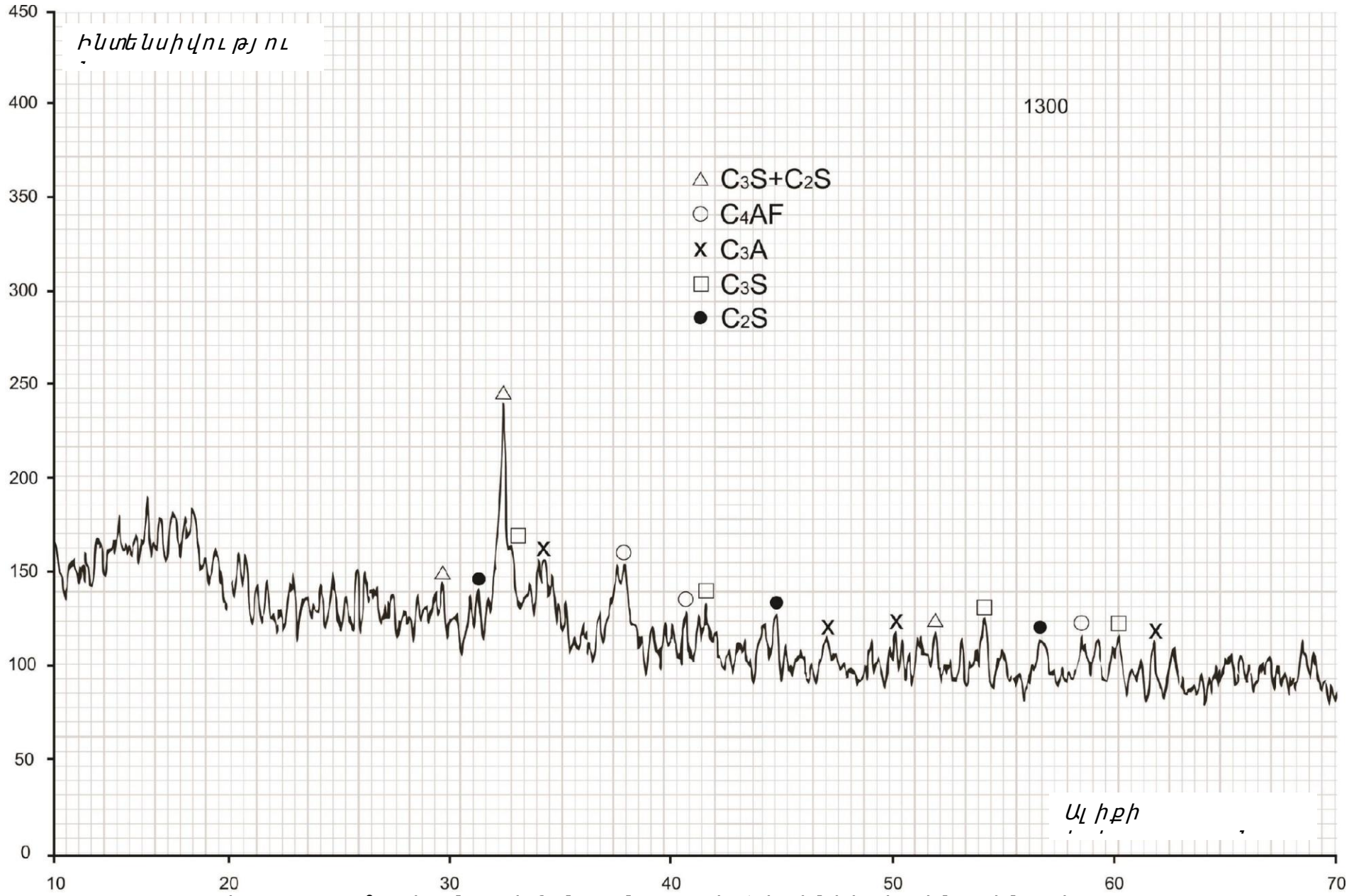


գ)



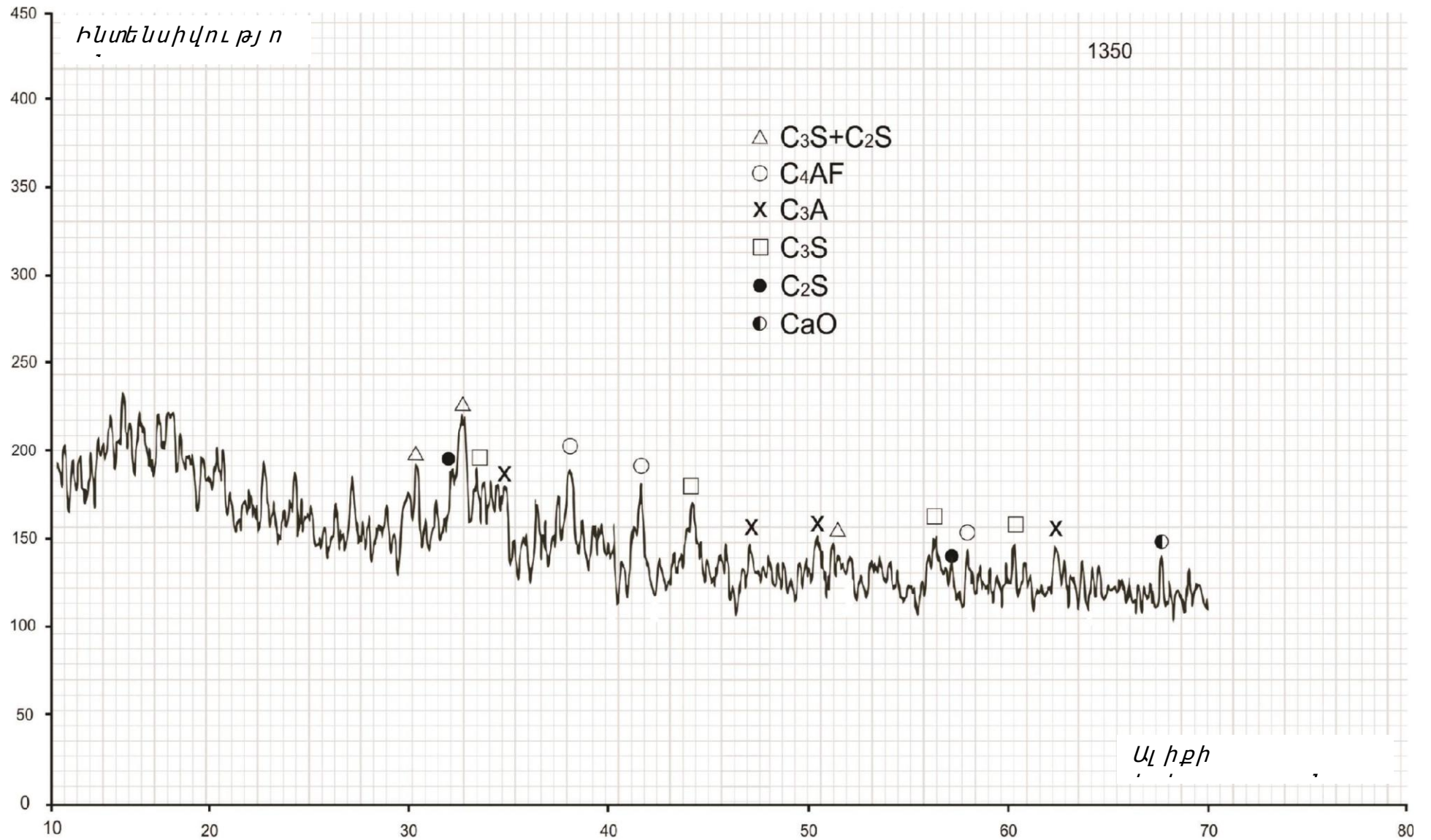
դ)

Նկ. 3.20. Մինչև 1300°C (ա), 1350°C (բ), 1400°C (գ) և 1450°C (դ) ջերմաստիճանների տակ բովախառնուրդի թրծման արդյունքում ստացված կլինկերների մակառեսքի դրվագներ, բին. մանրադիտակ. x 25.

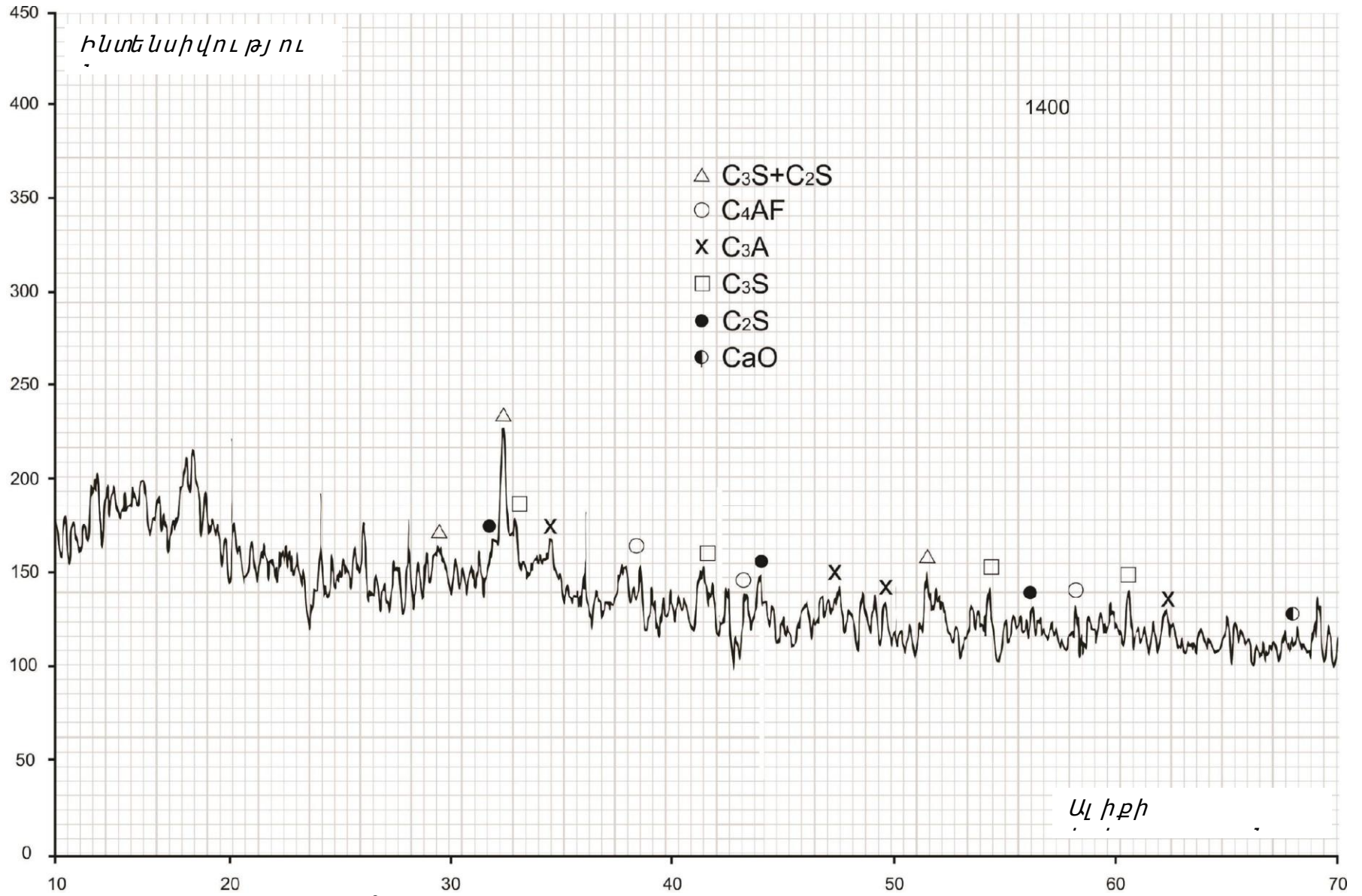


Նկ. 3.21. 1300°C ջերմաստիճանում ստացված կլինկերի ռենտգենագիր



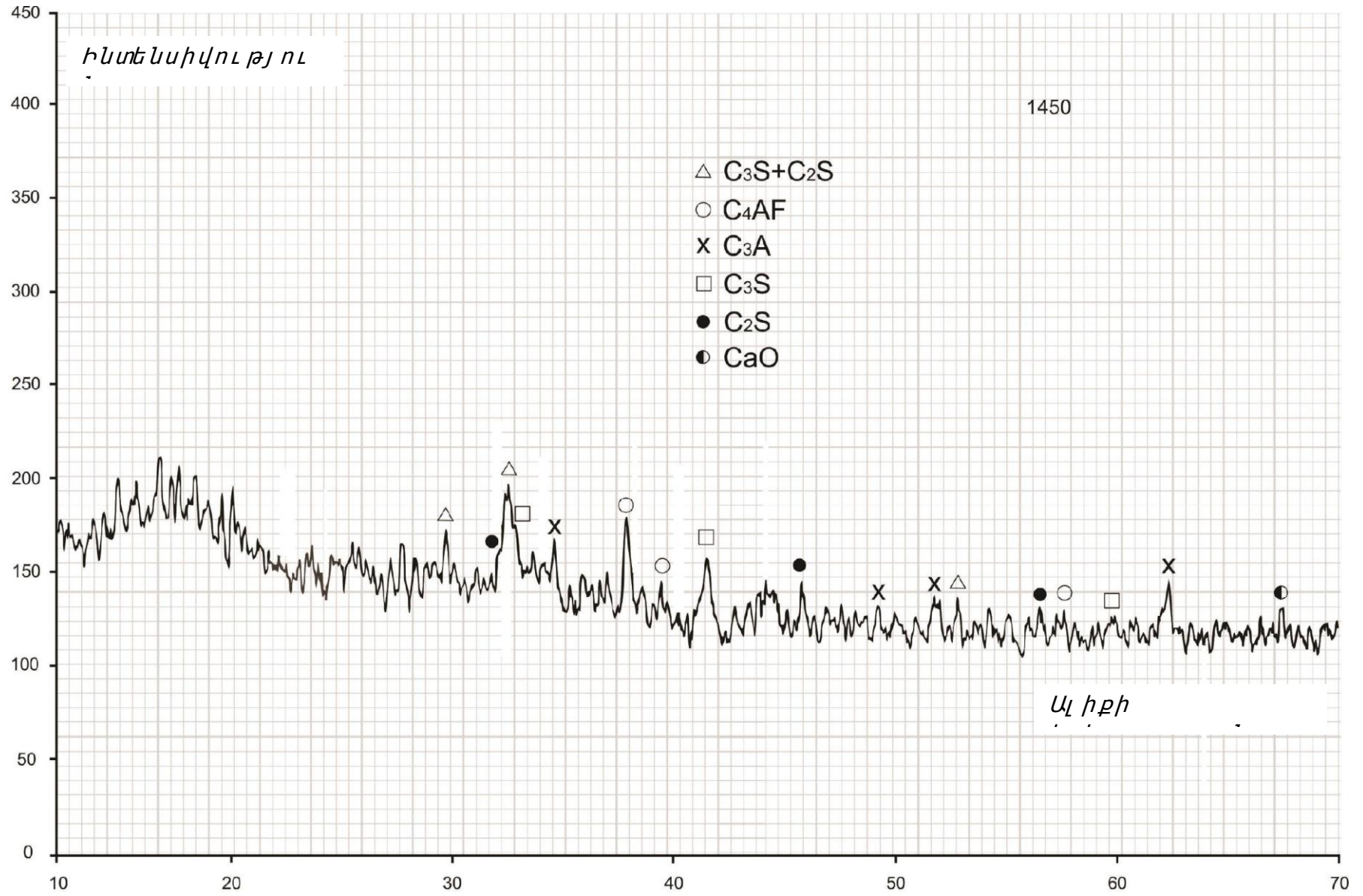


Նկ. 3.22. 1350°C ջերմաստիճանում ստացված կլինկերի ռենտգենագիր



Նկ. 3.23. 1400°C ջերմաստիճանում ստացված կլինկերի ռենտգենագիր





Նկ. 3.24. 1450°C ջերմաստիճանում ստացված կլիսկերի ռենտգենագիր

Յանքային հումքից մետաղագործման մեխանիկաքիմիական և ջերմային մշակման գործընթացում գոյացող երկրորդական արտադրանքներն ու թափոններն իրենց ֆիզիկաքիմիական բնութագրերով էականորեն տարբերվում են ցեմենտի արտադրության մեջ օգտագործվող բնական նյութերից: Ճատ դեպքերում դրանք նաև բարենպաստ պայմաններ են ստեղծում կլինկերագոյացման ռեակցիայի համար [112...125]:

Ուսումնասիրելով համապատասխան համակարգերի դիագրամները [126] մեծ ճշտությամբ կարելի է կատարել համեմատական գնահատական քիմիկամիներալոգիական համասեռության և հալման ջերմաստիճանի տիրույթների վերաբերյալ: Այդ առումով ամենաշատ ուսումնասիրված և մեր նպատակների համար հարմար է  $\text{SiO}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO}$  համակարգը, որի հիման վրա կարելի է դիտարկել պորտլանդցեմենտի կլինկերի բաղադրակազմը: Յուրմային խառնուրդի ռեակցիոն ունակության բարձրացման տեսանկյունից ալյումասիլիկատային բաղադրիչ ընտրելիս, առավել մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում այն տեխնածին նյութերը, որոնք նախնական մշակման արդյունքում կուտակել են էներգիայի մեծ պաշար [127, 128]:

Յայտնի է, որ կրաքարի դիսոցման ժամանակ ակտիվացման էներգիան էական ազդեցություն ունի կլինկերի միներալների գոյացման վրա, որը համապատասխանում է այն տվյալների հետ, որ ակտիվացման էներգիայի աճի հետևանքով նվազում է  $\text{C}_2\text{S}$ -ի գոյացման արագությունը [129, 130]:

Միջանկյալ թրծման արտադրանքներում ազատ կրի պարունակության որոշումը ցույց է տվել, որ պինդ ֆազում տեխնածին ալյումասիլիկատային բաղադրիչների հետ խառնուրդների թրծման ռեակցիայի հաշվին արդեն  $1000^\circ\text{C}$ -ում կապակցվում է կրի 70...80% -ը,  $1200^\circ\text{C}$ -ում մինչև 90% [131...136]:

Միներալագոյացման պրոցեսների հետազոտումը կատարվել է դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծությունների եղանակներով, որոնք ցույց տվեցին, որ թրծման ջերմաստիճանի բարձրացումը  $900^\circ\text{C}$ -ից մինչև  $1200^\circ\text{C}$ , հանգեցնում է բելիտի ռեֆլեքսի ակտիվացման զգալի աճին, և ռենտգենագրի վրա ի հայտ է գալիս ալիտին բնորոշ ռեֆլեքս [86, 106, 137]: Միներալագոյացման պրոցեսի գումարային արագությունը նմանատիպ համակարգերում որոշվում է պինդ ֆազաներում ընթացող ռեակցիաների արագությամբ, որը կախված է

հալույթի առաջացման առաջին էվտեկտիկ ջերմաստիճանից ( $\sim 1280^{\circ}\text{C}$ ) և միներալ ագոյացման արագությունից [138...142]:

Յուրմքային բովախառնուրդի տաքացմամբ միներալ ագոյացման հետազոտման արդյունքները հնարավորություն են տալիս հանգել որոշակի ընդհանուր եզրակացությունների: Այլուրմասիլիկատային բաղադրիչների և կալցիումի կարբոնատի ջերմային դիսոցումը թրծման ժամանակ առաջացնում է գոյացած օքսիդների փոխազդեցություն, ինչից նորմիացություններ են գոյանում (միջանկյալ կամ վերջնական): Դրա իրականացման համար անհրաժեշտ է բյուրեղացման կենտրոնների (նոր \$ազի սաղմեր) ձևավորում և միայն էվտեկտիկ կետին հասնելուց հետո հեղուկ \$ազի ձևավորում՝ ալիտի սինթեզի համար [143...147]: Դրանից ելնելով, մեր կողմից մշակված հուրմային խառնուրդից ալիտի առավել շատ քանակություն գոյանում է  $1300^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում, իսկ ազատ CaO չի հայտնաբերվել (նկ. 3.21): Մինչև  $1350^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի հետագա բարձրացման դեպքում ալիտի զգալի չափով վերաբյուրեղացման հաշվին մեծանում է հեղուկ \$ազայի մածուցիկությունը, իսկ ավելի վաղ ձևավորված երկկալցիումական սիլիկատը ունակ է կայունացնելու դրա ցանցերը կալցիումի օքսիդի ավելցուկով, ինչը կարող է նպաստել ազատ կրի յուրացման և ալիտի գոյացման պրոցեսի դանդաղեցմանը: Երկկալցիումական սիլիկատի խտացված ցանցի մեջ CaO-ի մուլեկուլների դիֆուզիայի դժվարությունների պատճառով ազատ CaO-ի (ազատ կրի) պարունակությունը կազմում է 2,5% (ըստ զանգվածի): Դրա հետևանքով ալիտի քանակը  $1350^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում նվազում է (նկ. 3.22):  $1400^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանում հեղուկ \$ազայի մածուցիկությունը փոքրանում է և ազատ կրի յուրացումը մեծանում է, ինչը բերում է դրա պարունակության նվազման մինչև 2% (ըստ զանգվածի) և ալիտի քանակի որոշակի բարձրացման (նկ. 3.23): Ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը մինչև  $1450^{\circ}\text{C}$  կրկին բերում է ալիտի վերաբյուրեղացմանը և հեղուկ \$ազայի մածուցիկության մեծացմանը, ազատ կրի վատ յուրացմանն ու դրա պարունակության աճին մինչև 2,5% և ալիտի քանակի նվազեցմանը (նկ. 3.24) [130...136, 114, 117, 164]:

Ընդհանուր առմամբ, բովախառնուրդի մեջ ալյուրմասիլիկատային տեխնածին բաղադրիչի ավելացումը բարձրացնում է խառնուրդի ռեակցիոն ունակությունը և արագացնում է պինդ \$ազաներում

ռեակցիաները, ինչը թույլ է տալիս ավարտել կլիսկերի թրծումը ավելի ցածր՝ 1300 °C ջերմաստիճանում [119, 140...142]:

Հաշվարկված բաղադրակազմով մեր կողմից պատրաստվել է հումքային խառնուրդ (նկ. 25), որը մամլվել է գլանների մեջ (նկ. 3.26) և 1300°C ջերմաստիճանի տակ թրծվել մոնֆելային վառարանում՝ հալոցների մեջ, 60 րոպե տևողությամբ (նկ. 3.27):



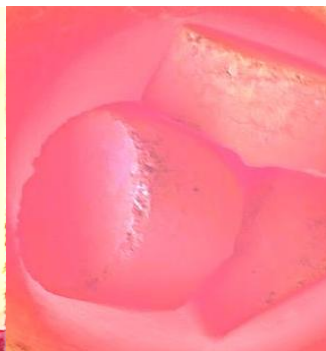
Նկ. 3.25. Հումքային խառնուրդի խառնուրդ



Նկ. 3.26. Մամլած հումքային



ա)



բ)

Նկ. 3.27. Մամլած հումքային խառնուրդի տեսքն հալոցներում թրծման գործընթացի

մեջ (ա) և թրծված վիճակում (բ)

Հովացումից հետո ստացված կլիսկերը (նկ. 3.28) ջարդվել է նաև այ տավոր, ապա գլանիկային ջարդիչներով (նկ. 3.29): Նուրբ մանրացումը կատարվել է սկավառակավոր քերամաշիչով, մանրացման նրբությունը ստուգվել է 0,71 չափի մաղով անցմամբ և նրբադացվածությունը հասցվել է մինչև նշված մաղով 90% զանգվածի անցման: Այս եղանակով հետագա ուսումնասիրությունների համար պատրաստվել է կլիսկերային

նրբադաշտվածք (նկ. 3.30): Ցեմենտի շաղկապման ժամկետների կարգավորման համար կլինկերային մանրադաշտվածքին ավելացվելիք երկջուր գիպսի չափաքանակը որոշելու համար կատարված փորձարկումները ցույց տվեցին, որ վերջինս պետք է լինի 2...5% սահմաններում: Հետագա փորձերում ցեմենտում օգտագործվել է երկջուր գիպսի 3% պարունակությամբ ցեմենտը:

Ստացված ցեմենտի և դրա հիման վրա պատրաստված բետոնի փորձանմուշների բնութագրերը (նկ. 3.31) հետազոտվել են «Հորիզոն 95» ՍՊԸ-ի լաբորատորիայում համաձայն ՀՀ Կառավարության N1136-Ն որոշման և ГОСТ 30515-2013 միջպետական ստանդարտների [148...151]: Ստացված արդյունքները բերված են աղ. 3.33-ում (նայել հավելված 1):

Աղյուսակ 3.33

**Ստացված ցեմենտի տեխնիկական բնութագիրը**

<b>Բնութագիրը</b>	<b>Նորմատիվ ՀՀ Կառավարության N1136-Ն որոշում, ГОСТ 30515-2013</b>	<b>Միջին փաստային արժեքը</b>
Աղաջվածքի մանրությունը (մնացորդը N <sub>0</sub> 008 մաղի վրա), %	Նորմավորված չէ	12,2
Տեսակարար մակերևույթը, սմ <sup>2</sup> /գ	Նորմավորված չէ	3000
Իրական խտություն, գ/սմ <sup>3</sup>	Նորմավորված չէ	3,17
Լցվածքային խտություն, գ/սմ <sup>3</sup>	Նորմավորված չէ	1,315
Շաղկապման ժամկետները. սկիզբ, րոպե վերջ, րոպե	75-ից ոչ շուտ Նորմավորված չէ	85 235
Կոնի հոսելիությունը, մմ	Նորմավորված չէ	108
Ցեմենտային խմորի նորմալ թանձրությունը, %	Նորմավորված չէ	27,5
Ջրացեմենտային հարաբերությունը	Նորմավորված չէ	0,40

Ցեմենտի ծավալի փոփոխության համաչափությունը, մմ	10-ից ոչ ավել	±0,5
<b>Ամրություն սահմանը</b>		
Ճշման ժամանակ. 7 օրեկան հասակում, ՄՊա	Նորմավորված չէ	3,9
28 օրեկան հասակում, ՄՊա	Նորմավորված չէ	5,8
Սեղմման ժամանակ. 7 օրեկան հասակում, ՄՊա	16,0-ից ոչ պակաս	27,5
28 օրեկան հասակում, ՄՊա	32,5-ից ոչ պակաս, 52,5-ից ոչ ավել	39,3

Մեր կողմից լաբորատոր պայմաններում ստացված պորտլանդցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները կարելի է համեմատել արտադրողի նույն ստացած CEM I 32,5N/ՈՎ 400 D0 դասի պորտլանդցեմենտի ցուցանիշների հետ (նայել հավելված 2):



Նկ. 3.28. Կլինկերը հովացումից հետո



ա



բ

Նկ. 3.29. ա) Կլինկերի տեսքը այտավոր ջարդիչով մշակելուց հետո, բ) Կլինկերի տեսքը գլանիկավոր ջարդիչով մշակելուց հետո





Նկ. 3.30. Առանց հավել անյ ու թերի ցեմենտի տեսքը



Նկ.

3.31.

Բետոնե փորձանմուշների տեսքը

Փորձարկումը բետոններում կատարվել է բազալ տեխնոլոգիայի և քվարցային ավազով B20 և B25 դասերի ծանր բետոնների օրինակների վրա: Բետոնների բաղադրակազմերի հաշվարկը (աղ. 3.34), փորձանմուշների պատրաստումը, նորմալ պայմաններում հասունացումը և 28 օրեկան հասակում դրանց փորձարկումները (աղ. 3.35, նայել հավելված 1) կատարվել են ըստ ГОСТ 10180-2012 միջպետական ստանդարտների [152] պահանջների:

Աղյուսակ 3.34

**1 կգ/մ<sup>3</sup> բետոնի հաշվարկային բաղադրակազմը**

N	Բետոնի	Ցեմենտ	Քվարցային ավազ	Բազալ տայի նիփճ	Ջուր	Հավել անյ ու թ
---	--------	--------	----------------	-----------------	------	----------------



	դասը		(0...5 մմ հատիկաչափի)	(5...20 մմ հատիկաչափի)		սուսափրայ աս-կարար Mapefluid N200 Mapei (հոսալիս)
1	B20	400	850	880	225	-
2	B25	400	850	880	180	2

Ելնելով վերը ներկայացվածից՝ ԼՂՀ բնական և տեխնածին հոլմքի հիման վրահնարավոր է առանց հանքային հավելանյութերի CEM I 32,5N/ՈԼ 400 D0 դասի պորտլանդցեմենտի ստացում:

Աղյուսակ 3.35

**Բետնե փորձանմուշների փորձարկման արդյունքները**

Փորձանմուշի համարը	Նորմալ ամրացման հասակը, օր	Սեղմման ամրության տվյալները, ՄՊա	Միջինը, ՄՊա
1ա	7	21,3 19,8 20,1	20,4
1բ	28	29,3 29,4 28,7	29,1
2ա	7	25,8 24,9 25,3	25,3
2բ	28	33,0 32,5 32,9	32,8

ԼՂՀ-ում ներկա դրությամբ ցեմենտի արտադրության համար միակ հնարավոր տարբերակը ժամանակակից ցեմենտի մինի գործարանի կառուցումն է:

**Եզրակացումը:** Փորձերի արդյունքում պարզվել է, որ հումքախառնուրդը 1300°C ջերմաստիճանում թրծելիս ստացվում է արտյանդեմենտի կլինկեր: Կլինկերի մանրացման ժամանակ ավելացվել է 3% երկջուր գիպս:

ԼՂՅ բնական և տեխնածին հումքի հիման վրա կարելի է առանց հանքային հավելանյութերի ստանալ CEM I 32,5N/ՈՒԼ 400 D0 դասի արտյանդեմենտ: ԼՂՅ-ում ցեմենտի արտադրության համար նպատակահարմար է կառուցել ցեմենտի ժամանակակից միևնույն գործարան: Միևնույն գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը թույլ կտա (բացի վերը թվարկվածներից), առաջին հերթին՝ արդյունավետ և ռիսկի կոնկրետ շրջաններում ցեմենտի պահանջարկը, երկրորդ՝ տվյալ շրջանը կապահովվի բազմաթիվ նոր աշխատատեղերով:

#### **ԳԼՈՒԽ 4**

### **ԱՐՏԱԴՐՈՒ ԹՅԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՍԻԵՄԱ ԵՎ ՄՈՏԱՎՈՐ**

#### **ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿ**

##### **4.1 Միևնույն գործարանում արտյանդեմենտի արտադրության տեխնոլոգիա**

Տնտեսապես արդյունավետ և հուսալի բնակելի ու արդյունաբերական շինարարությունը դժվար է պատկերացնել առանց որակյալ և էժան ցեմենտների, որոնցից պատրաստում են տարբեր ֆիզիկամեխանիկական ու քիմիկամիներալ ոգիական հատկություններով օժտված շաղախներ և բետոններ:

Ցեմենտի արդյունաբերությունը գտնվում է մշտական տեխնիկական առաջընթացի մեջ, սակայն այն ընթանում է նոր տեխնիկական և տեխնոլոգիական լուծումներ մշակող կոնստրուկտորատեխնոլոգիական կենտրոնների գործնական մրցակցության բացակայությամբ, ինչպես նաև ցեմենտի արդյունաբերության համար սարքավորումներ արտադրողների շուկայում առկա բարձր մենաշնորհով: Այսպիսով, բարձր արտադրողականությամբ ցեմենտի գործարանների համար սարքավորումներ արտադրողների շրջանակում գերիշխող դիրք են զբաղեցնում 3...4 ֆիրմաներ (ընդհանուր շուկայի շուրջ 80%-ը): Ցեմենտի ոչ մեծ գործարանների (տարեկան 100000...300000 տոննա ցեմենտ արտադրողականությամբ) արտադրողների թիվը աշխարհում հասնում է մի

քանի տասնյակի (դա հիմնականում հնդկական, գերմանական, չինական, կանադական և ճապոնական ֆիրմաներն են) [21...23]:

Ցեմենտի արտադրության համար պահանջվում են էներգետիկ մեծ ծախսեր, որոնք կապված են հումքային բաղադրիչների աղացման և խառնման, կլիսկերի բարձր ջերմաստիճանում թրծման և աղացման անհրաժեշտության հետ: Ինչպես արդեն նշվել է ցեմենտի ինքնարժեքում էներգետիկ ծախսերի մասնեբաժինը հասնում է 30...40%-ի: Ցեմենտի արդյունաբերության զարգացման հիմնական ուղղություններից մեկը կլիսկերի արտադրության համար էներգածախսերի կրճատումն է տարբեր տեխնոլոգիական և վառելիք պարունակող թափոնների կիրառման միջոցով [5, 6, 8, 9, 20, 24, 49]:

Յուրաքանչյուր բովախառնուրդի բաղադրության մեջ ածուխ պարունակող բաղադրիչի ավելացումը կբարձրացնի դրա էներգետիկ պոտենցիալը, կնվազեցնի կլիսկերի թրծման համար անհրաժեշտ տեխնոլոգիական վառելիքի ծախսը, թույլ կտա բարձրացնել հումքի ռեակցիոն ունակությունը և արդյունքում կակտիվացնի կլիսկերներում միներալ ագոյացման գործընթացներն ու կբարելավի ցեմենտների ակտիվությունը: Կլիսկերի թրծման ժամանակ ածխային մասնիկների լիայրումը կնպաստի ծակոտկեն հատիկների ձևավորմանը և կնվազեցնի դրանց աղացման ծախսերը [11, 16, 50, 51]:

Ինչպես արդեն նշված է վերևում, ցեմենտը կարող է արտադրվել ինչպես մեծ, այնպես էլ միևնույն գործարաններում: Ցանկացած տեխնոլոգիայի վրա հիմնված՝ մինչև 300 տ/օր (100 հազ. տոննա տարեկան) սահմանված հզորությամբ ցեմենտի գործարանները համարվում են միևնույն:

Սույն աշխատանքում դիտարկվում է նման գործարանային արտադրության տարբերակը: Այն խոշոր գործարանային արտադրության հետ համեմատած կունենա հետևյալ առանձնահատկությունները.

- ցեմենտի արդյունաբերությունը ֆինանսապես մատչելի կդարձնի ավելի մանր ձեռնարկատերերի համար,
- հնարավորություն կընձեռի չափավոր ներդրումներով նպաստել տեղական տնտեսության վերելքին և հեռավոր շրջանների զարգացմանը՝ նպաստելով ցեմենտի արդյունաբերության հիմնադրմանը այն վայրերում, ուր դժվար է ծանր սարքավորումներ և ցեմենտ տեղափոխել,

- հնարավոր կդարձնի կրաքարի փոքր հանքակուտակների, ինչպես նաև սահմանափակ քանակությամբ կավային արդյունաբերական մնացուկների մշակումը,
- թույլ կտա խուսափել անօգուտ բեռնափոխադրումներից և դրանով իսկ կօգնի տվյալ տարածաշրջանում նվազեցնել ցեմենտի տեղափոխման միջին արժեքը և տրանսպորտային համակարգի ծանրաբեռնվածությունը,
- հնարավորություն կտա բացառել փաթեթավորման ծախսերն այնտեղ, որտեղ օգտահաման կետը տեղայնացված է կիտվածքով մատակարարելու հաշվառմամբ,
- թույլ կտա նվազեցնել կապիտալ ներդրումները միավոր արտադրանքի վրա՝ առանց վնաս հասցնելու արտադրանքի որակին,
- կնպաստի ներդրված կապիտալի ավելի արագ վերադարձմանը,
- լինելով լիովին տեղական՝ չի ստեղծի որևէ կախվածություն տեխնոլոգիաներից և սարքավորումների ներմուծումից:

Ցեմենտի միևնույն գործարանի հայեցակարգը ոչ թե սոսկ չափերի կրճատումը, այլ նաև կիրառվող տեխնիկական համակարգը տեղի սոցիալ-տնտեսական պայմաններին համապատասխանեցնելն է: Մինի գործարանների արտադրած ցեմենտի որակը համեմատելի է խոշոր գործարանների արտադրանքի հետև դասվում է միջազգային ստանդարտների շարքը [21...23]:

Գործող և ստեղծվող միևնույն գործարաններն իրենց արտադրությունում օգտագործում են ինչպես պտտվող, այնպես էլ հորանային վառարաններ: Սույն աշխատանքում արտադրության տեխնոլոգիան կառուցվում է ուղղաձիգ հորանային վառարաններում կիսաչոր գործընթացների իրականացմամբ, ինչը նվազեցնում է միջավայրի աղտոտման ընդհանուր մակարդակը և դրանով հանդերձ նման վառարաններով միևնույն գործարանը էական բնապահպանական առավելություն ունի:

Ինչպես արդեն նշվել էր արրտլանդցեմենտի փոքրածավալ արտադրության համար օգտագործվում են տարբեր տեխնոլոգիաներ. «Տուլլեր Պիցել»-ի հոսուն անընդհատ գործընթաց, «Ռեբ»-ի գործընթաց, շարժվող ցանցով կայանք, պտտվող վառարան և ուղղաձիգ հորանային վառարան [21...23]: Ելնելով միևնույն գործարանների արտադրության

հզորությունն ից, որոնց արտադրողականությունը կազմում է 100000...300000 տոննա տարեկան և տեխնիկական առանձնահատկություններին նշված տեխնոլոգիաները ունեն վերին և ստորին չափանիշներ, որից դուրս արտադրությունը կարող է շահութաբեր չլինել: Գործարանների փոքրացումը ցանկացած տեխնոլոգիային համապատասխանեցնելու համար, նվազագույն շեմի սահմաններում, կանդորառնա սահմանված հզորության ամենամյա տոննայի հաշվով ներդրումների, ինչպես նաև մեկ տոննա արտադրանքի արժեքի ավելացման վրա: Յետևաբար, երբ հասնում են ցանկացած տեխնոլոգիական գծի նվազագույն տեխնիկական և տնտեսական շեմին, մյուս գիծը կարող է դեռ տալ տեխնիկապես իրագործելի և տնտեսապես շահավետ արդյունքներ: Օրական 50-ից մինչև 300 տոննա արտադրողականությամբ գործարանների համար օգտագործում են ուղղաձիգ հորանային վառարաններ, քանի որ մնացած տեխնոլոգիաների կիրառումը բավականին սահմանափակ է և ոչ շահութաբեր [21...23]:

Ցեմենտի գործարանի շինարարությունը և արտադրությունը կարող է ներառել հետևյալ փուլերը (բացահանքերի բացակայության դեպքում).

- անհրաժեշտ ֆինանսավորում,
- բացահանքերի գնում,
- երկրաբանական հետախուզում,
- արտոնագրերի ստացում բնապահպանության նախարարությունում,
- բացահանքերի համար սարքավորումների և տեխնիկայի գնում,
- հաղորդակցման ուղիների անցկացում,
- երկաթուղու և ավտոճանապարհների անցկացում,
- ցեմենտի գործարանի տեխնոլոգիաների նախագծում,
- ցեմենտի արտադրության տեխնոլոգիական կանոնակարգերի մշակում,
- հումքի և պատրաստի ցեմենտի մատակարարման կազմակերպում,
- ցեմենտի արտադրության համար սարքավորումների գնում,
- կապիտալ շինարարություն,
- ցեմենտի արտադրության համար սարքավորումների մոնտաժում,
- ցեմենտի գործարանի շահագործման հանձնում,
- տնտեսական հաշվարկ,
- պատրաստի ցեմենտի իրացման պլանավորում,
- կարգերի հավաքագրում,

- ցեմենտի գործարանի տեղակայման վայրի և պահանջվող արտադրողականության որոշման համար տեխնիկատնտեսական հիմնավորում,
- արտադրվող ցեմենտի տեսակը, որը որոշվում է ըստ տարածաշրջանում հումքի պաշարների առկայության,
- կրաքարի պաշարները. առավելագույն 30 տարվա պաշար, որը գտնվում է ցեմենտի գործարանի տեղակայման վայրից ոչ ավելի քան 100 կմ հեռավորության վրա,
- հումքի քիմիական բաղադրությունների, ցեմենտի արտադրության համար հումքի պիտանիության մասին լաբորատորիայի եզրակացությունը,
- ցեմենտի գործարանի շինարարության համար թույլ տվող ստացում,
- բնապահպանական փորձաքննությունների անցկացում և ցեմենտի գործարանի շինարարության համար անհրաժեշտ բնապահպանական արտոնագրերի ստացում,
- ցեմենտի միևնույն գործարանի շինարարության տեղում տարբեր տիպի ցանցերին միանալու հնարավորությունների մատչելիություն և հարկավոր է ընկերություններում պարզել անհրաժեշտ հզորություններ տրամադրելու հնարավորությունները և միացման արժեքը,
- ցեմենտի գործարանի համար վառելիքի ընտրված տեսակի՝ բնական գազ, տեղափոխման արժեքի որոշումը:

Գոյություն ունի ցեմենտի միևնույն գործարանների երկու տիպի դասավորություն՝ բեռնամբարձիչով և հարթաշերտեր ունեցող ժապավենային փոխակրիչով: Կախված գործարանի տեղակայման վայրից երկու դասավորություններն էլ իրենց առավելություններն ունեն [21...23, 153]:

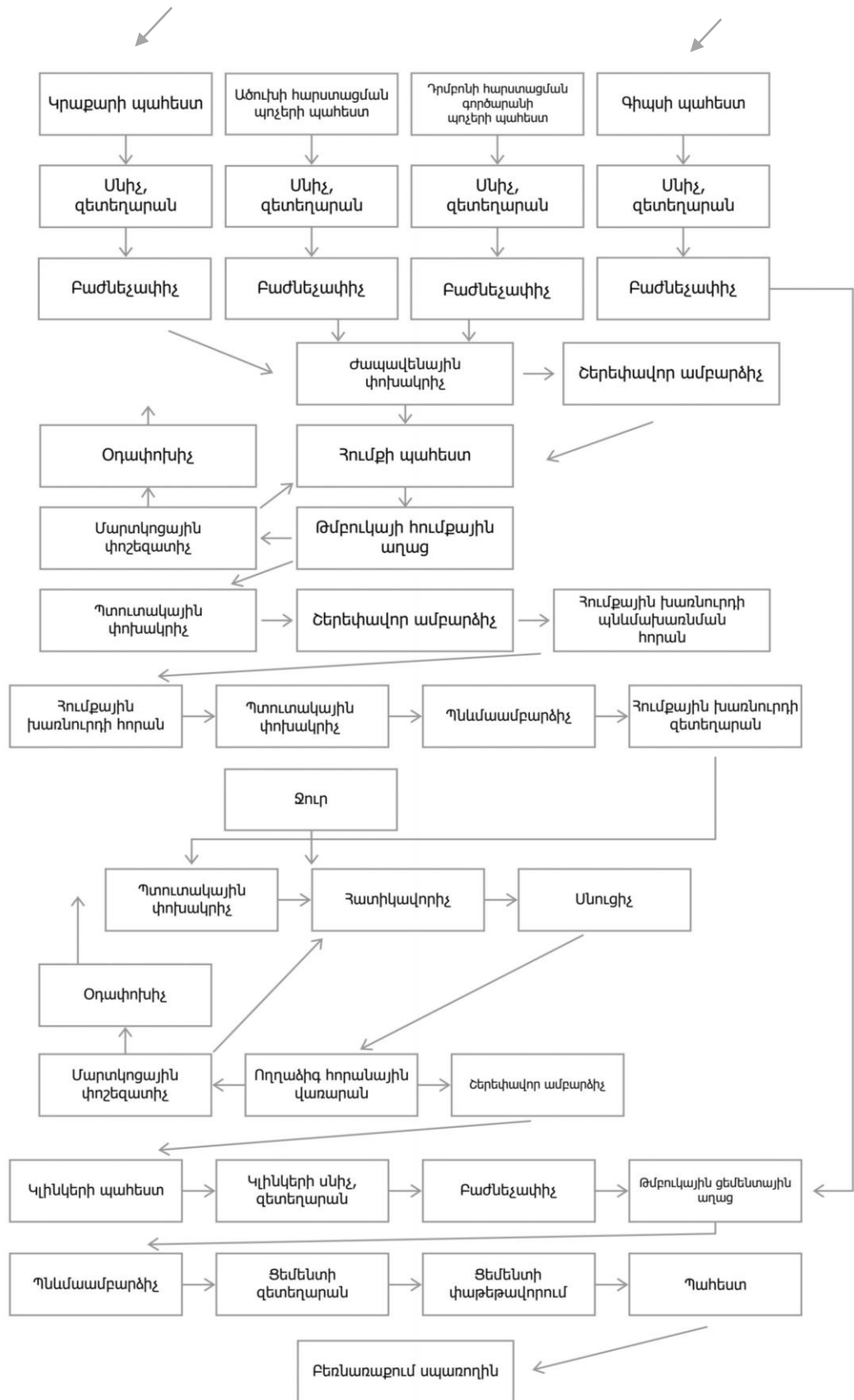
Պորտլանդցեմենտի արտադրությունը միևնույն գործարաններում բաղկացած է հետևյալ գործողություններից.

1. հումքային նյութերի հանումը,
2. հումքային նյութերի ջարդում, աղում, խառնում և հատիկավորում,

3. հատիկավորված հոլմքային խառնուրդի թրծում վառարանում (կլիսկերի ստացում),

4. կլիսկերի նուրբ աղում հավելումներով (ցեմենտի ստացում):

Համաձայն մեր կողմից մշակված բովախառնուրդի, նկ. 4.1-ում բերված է տեխնոլոգիական սխեման: Կրաքարը և երկջուր գիպը արդյունահանվում, ջարդվում են համապատասխան չափամասերի բացահանքերում և տրանսպորտով տեղափոխվում ցեմենտի գործարան, որտեղ պահեստավորվում են: Կրաքարը 200...300 մմ խոշորության բեռնվում է այտավոր մանրիչի մեջ երկկողմանի ֆիդերով և մանրանում մինչև 60...70 մմ չափսի, այնուհետև մանրացվում է մոլորձային ջարդիչով մինչև 20 մմ չափսի և պահեստավորվում հորաններում: Նմանատիպ եղանակով պահեստավորվում է նաև երկջուր գիպը: Բեռնափոխարիչով գործարան են բերվում ֆլոտացումով հարստացման «արչերը» և ածուխների հարստացման «արչերը», որոնք նույնպես պահեստավորվում են: Հետագայում սնիչների միջոցով, ելնելով մշակված բովախառնուրդի չափաբաժիններից, կրաքարը և արչերը տրվում են գնդադաց նուրբ մանրացման համար: Մանրացված հոլմքային խառնուրդը աղացից պտուտակային փոխակրիչով և շերտփավոր ամբարձիչով բեռնվում է հոլմքային խառնուրդի հորան, որտեղ կատարվում է հոլմքի համասեռացումը: Հոլմքային խառնուրդը հորանից սնիչով բեռնվում է հատիկավորիչի բեռնման սարքի մեջ, որտեղ ավելացվում է ջուր հատիկների ձևավորման համար: Անհրաժեշտ արագություն ամբարձիչով պտուտով կոճղակաղապարի մեջ ջուր ավելացնելիս աղացած հոլմքը կազմում է 8...10 մմ չափի հատիկներ: Համասեռված հոլմքային խառնուրդը պնևմամբարձիչով տրվում է հոլմքային խառնուրդի գետեղարան: Այնուհետև հատիկները մատուցվում են



Նկ.4.1. Միևի գործարանում ցեմենտի արտադրության տեխնոլոգիական սխեմա

Ներսից հարմար ռեֆրակտորով հանդերձված ուղղաձիգ հորանային վառարանի մեջ պտտվող ֆիդերի միջոցով, որը նաև հատիկները հավասարապես բաշխում է վառարանում: Հատիկավորված նյութը վառարանով իջնելու ճանապարհին նախ չորանում, ապա աստիճանաբար



տաքանուժ և եռակալ վուժ Է՝ դառնալ ով կլ ինկեր: Յետագայ ուժ կլ ինկերը հովացվում Է և բեռնաթափվում վառարանի ներքևում պտտվող ցանցով՝ եռակի օդատարի միջով: Օդատարով ապահովվող օդի մատակարարումը վառարան նույնպես ծառայում Է կլ ինկերի հովացմանը (մինչև 60°C) և այդպիսով թույլ Է տալ իս խուսափել ջերմության անարդյունավետ ծախսից: Պատրաստի կլ ինկերը հովացումից հետո տեղափոխվում Է կլ ինկերի պահպանման պահեստ: Այնուհետև կլ ինկերը բուսկեր-բաժնավորիչներով մատուցվում Է ցեմենտի գնդադաց, որտեղ մանրացվում Է 3% երկջուր գիպսի (գերադասելի Է 85% մաքրության) ավելացմամբ և մինչև 3000 սմ<sup>2</sup>/գ տեսակարար մակերևույթ մանրացնելու ճանապարհով ստացվում Է տրված մակնիշի ցեմենտ: Պատրաստի պրտլ անդցեմենտը փոխակրիչով մատուցվում Է հորան պահպանման համար, որից հետո կշռածորաման գծի միջոցով ցեմենտը հայտնվում Է կամ պարկերում, կամ բագբեգերում, կամ Էլ ցեմենտատար մեքենաներով կիտվածքով առաքվում Է սպառողին: Ցեմենտի արտադրության բերված նկարագրությունը պարզեցված Է: Սարքավորումը ներառում Է նաև ջերմափոխանակիչ, սառնարան կլ ինկերի համար, փոխակրիչներ, Էլ ևատորներ և այլ սարքավորումներ [21...23]:

Ցեմենտի մինի գործարաններում որտեղ տեղադրված են հորանային վառարաններ ջերմային Էներգիայի ծախսը հիմնականում կազմում Է 4184...4602,4 կՋ/կգ: Անկախ ցեմենտի արտադրության պրոցեսի ավտոմատացումից, բանվորների աշխատանքը գլխավոր ուժն Է ցանկացած արդյունաբերության մեջ սարքավորման ավելի լավ վերահսկում և տեխնիկական սպասարկում ապահովելու համար: Ստորև բերված 4.1 աղյուսակում ներկայացված են ցեմենտի մինի գործարանի աշխատուժի նվազագույն պահանջները [21...23]:

Աղյուսակ 4.1

**Ցեմենտի մինի գործարանի աշխատուժի նվազագույն պահանջները**

<b>Հգորություն</b>	<b>50 տ/օր</b>	<b>100 տ/օր</b>	<b>200 տ/օր</b>	<b>300 տ/օր</b>
<b>Աշխատողներ</b>				
Ղեկավարություն	10	13	13	15
Բարձր որակավորմամբ մասնագետներ	16	20	20	30

Որակավորմամբ մասնագետներ	18	20	30	30
Բանվորներ	30	36	46	46
Ընդամենը	74	89	109	111

Ցեմենտի գործարանը՝ որպես կոմպակտ արտադրություն, կապահովի հետևյալ ընթացակարգերն ու առավելությունները.

1. Կսահմանի վերահսկման արդյունավետ գործընթաց, որը կիրականացվի հսկիչ-չափիչ տեխնիկայով և ֆիզիկական ու քիմիական վերլուծությունների համար ամբողջությամբ հանդերձված է աբորատորիայով:
2. Արտադրական կարևորագույն պարամետրերի անընդհատ մշտադիտարկման համար որպես օպտիմալ տարբերակ կներդրվի միկրոպրոցեսորների հիման վրա չափիչ սարքերի համակարգ: Համակարգի բոլոր հիմնական պարամետրերը կհանձնարարվեն և աշխատանքային կարգով կարձանագրվեն:
3. Հորանում թրծման պրոցեսը բարելավելու, ավելի մեծ քանակությամբ և ավելի էլավորակի արտադրանք ստանալու համար հատիկավորիչ ում և վառարանի հատվածամասում կներդրվի վերահսկման ավտոմատ փակ անընդհատ պրոցես:
4. Անձնակազմին և սարքավորումներին պաշտպանելու համար կնախատեսվեն անվտանգության համապատասխան միջոցներ՝ ներառյալ շմուկագազի մասին տափնապի համակարգը և շարժաբեր մեխանիզմների էլեկտրական բլոկավորումը, այրման համար օդ չստանալու ազդանշանումը և այլն:
5. Կարգավորելի թեթևության անկյունով և բարձրությամբ փառարանի հիմքի ցանկալի պրոֆիլ ստանալու համար կկիրառվի երկարատև գործող ռոտորային ֆիդերային հաղորդակ:
6. Որպես լրացուցիչ բնութագրիչ կապահովվի հունքի ճշգրիտ ավտոմատ մատուցում էլեկտրոնային բաժնավորիչի օգնությամբ:
7. Կկիրառվի հատուկ մշակված հատիկավորիչ ըստ հունքի ամրության արդյունքների ավտոմատ փակ հանգուցային վերահսկմամբ՝ շնորհիվ լրացուցիչ պտտվող գործողության և տրված չափերի, ծակոտկենության ու խոնավության:
8. Եռակալված նյութը վառարանից հանելու համար գործարկման կայանը՝ «գամմա-ճառագայթման վերահսկման կայանքի» հետ միասին առավելություն կտա օդի ավելի փոքր հոսքակորստի, փոշու և

աղմուկի պակասեցման, տեխնիկական սպասարկման նվազեցման և օդի մատուցման անկայունության նվազեցման շնորհիվ այրման ավելի արդյունավետությունը տեսանկյունից:

9. Յեմենտի որակը համեմատելի կլինի միջազգային չափորոշիչների հետ:
10. Շրջակա միջավայրի աղտոտումը կհասցնի նվազագույնի և այդ չափորոշիչը կհամապատասխանեցնի միջազգային պահանջներին:
11. Կբերի տեխնիկական սպասարկման և վերանորոգման ծախսերի նվազեցման:

#### **4.2 Մոտավոր տնտեսական արդյունավետություն**

Տնտեսության վերակառուցման պայմաններում ցեմենտի արդյունաբերությունը, ինչպես և մյուս ճյուղերը, էական դժվարությունների առաջ կանգնեց: Նյութական պաշարների գների և տրանսպորտային սակագների աճը հանգեցնում են արտադրության արդյունավետության նվազման: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է փոփոխել ցեմենտի գործարանների կառավարման համակարգը, հիմնավորել նոր սկզբունքներով ցեմենտի արտադրության տեղաբաշխումը՝ նպատակ ունենալով արտադրությունը մոտեցնել սպառողներին, օգտագործել տեղափոխման ավելի էժանեղանակներ:

Հաշվի առնելով ցեմենտի արտադրության բարձր նյութատարողությունը (այդ թվում վառելիքատարողությունը և էներգատարողությունը), ցեմենտի արտադրության ծախսերը կրճատելու համար անհրաժեշտ է հատուկ ուշադրություն դարձնել նյութական պաշարների խնայողությանը, մշակել ռեսուրսափնայողության նոր մեթոդներ, առաջին հերթին՝ օգտագործել ցեմենտի ձեռնարկությունների սեփական հնարավորություններն ու պաշարները, օգտագործելով նոր, ավելի էժան նյութեր և վառելիքի տեսակներ, տարբեր

արտադրությունների թափոններ [1, 3, 6, 12, 18, 20]:

Շուկայական հարաբերությունների պայմաններում էներգափնայողության գործընթացը տնտեսական մեծ նշանակություն ունի, ինչը կարևոր է նաև ցեմենտի արդյունաբերության ոլորտի համար

և այս առումով նոր ուղիներ ու լուծումներ գտնելը կարևորագույն խնդիրներից մեկն է:

Մշակված և արտադրությանում ներդրված միջոցառումների թվին կարելի է դասել մշակված անվադողերի օգտագործումը՝ որպես բնական վառելիքի մի մասի փոխարինող, ցեմենտի աղացման պրոցեսի կատարելագործումը, որի արդյունքում կրճատվում են էներգիայի ծախսերը, ածխի մոխրի կիրառումը՝ որպես արդյունավետ հիդրավլիկ հավելույթ: Այս ամենը կրճատում է ցեմենտի արտադրության ծախսերը: Բացի այդ, ուսումնասիրվում է բնական գազից զգալիորեն ավելի էժան տեղական ցածրորակ ածուխ օգտագործելու հնարավորությունը:

Ավելի լայն կիրառություն է գտնում «տեխնածին հումք» եզրույթը: Այդ խմբին են պատկանում ձեռնարկությունների տեխնիկական գործունեության արդյունքում գոյացող թափոնները, որոնք հետաքրքրություն են ներկայացնում որպես հումքային նյութեր: Տեխնածին հումքը հաճախ մի շարք տեխնիկատնտեսական առավելություններ է ունենում բնական հումքի համեմատ: Այն կարող է տեխնոլոգիապես ավելի պատրաստ լինել, քան բնական հումքը (մասամբ թրծված, մանրացված և այլն) [1, 3, 6, 12, 18, 20]:

Ցեմենտի գործող արտադրությունների տեխնոլոգիայի կատարելագործմանն ուղղված բազմաթիվ հետազոտությունները ցույց են տվել, որ դրանց մեծ մասը հիմնական տեխնիկատնտեսական ցուցանիշները բարելավելու զգալի հնարավորություններ ունեն: Գործող արտադրության տեխնոլոգիական սխեման միշտ էլ, որ ունակ է լրացուցիչ տեխնոլոգիական գործողություններ ներառել: Բացի այդ, գործարանում ներդրվող ցանկացած տեխնիկական լուծում պետք է առաջին հերթին «էներգախնայողություն-արտադրողականություն-որակ» առանցքով դրական արդյունքների համալիր ապահովի:

Լաբորատոր պայմաններում տեխնոլոգիական գործընթացների մոդելավորումը որոշակի դժվարություններ է առաջացնում հետազոտությունների անցակցման փուլում, իսկ դրանց ներդրումը ցեմենտի արտադրության մեջ, որը կապված է որոշակի ռիսկի հետ, հնարավոր է միայն տնտեսական մշակումների բարձր հուսալիության պայմաններում: Այդպիսով, ժամանակակից պայմաններում վերջինների կարևորությունը և դրանց նկատմամբ արտադրողների ուշադրությունը զգալիորեն աճում են:

Այս օր ցեմենտի գործարաններին արմատական էներգախնայողությամբ հիմնախնդրի լուծման համար պետք է առաջին հերթին առաջադրել տրված վերջնական արդյունքն ապահովելու ունակ տեխնիկական լուծումների մշակման և ներդրման ճիշտ ընտրված հայեցակարգը: Ընդ որում, ներդրման ժամանակ առաջնությունը պետք է տալ այն լուծումներին, որոնք տեխնիկատնտեսական արդյունք են ապահովում: Ներդրման ընտրության սխեմաները յուրաքանչյուր որոշակի ձեռնարկության համար (այլ խոսքերով՝ մարտավարական խնդիրները) մշակվում են գործող հումքային բազայի, տեխնոլոգիական գործընթացի և արտադրական սարքավորման մանրագնին վերլուծության, ինչպես նաև ցեմենտի արտադրության անմիջական հարևանությամբ առկա հնարավոր տեխնածին հումքի հետազոտության հիման վրա:

Տեխնածին հումքի համալիր օգտագործման հաշվին հումքային բազայի փոփոխումը ցեմենտի արտադրության վերակառուցման հիմքն է: Ներկայումս անգամ ամենաառաջավոր արտասահմանյան ֆիրմաները ցեմենտի նոր արտադրություններ նախագծելիս, ավելի հաճախ կողմնորոշվում են դեպի արդյունաբերական թափոնների օգտագործումը: Տեխնոլոգիայում կիրառվող հիմնական արտադրական սարքավորման բավական բարձր տեխնիկական մակարդակը այսօրվա դրությամբ դեռևս հնարավորություն չի տալիս էներգախնայողության մեջ կտրուկ թռիչք կատարել: Միևնույն ժամանակ հումքային բովախառնուրդի բաղադրության ճշտումը հնարավորություն է տալիս հասնել այնպիսի արդյունքի, որը միշտ էլ դեպքերում համեմատելի է սարքավորման նոր նմուշների շահագործման հետ [1, 3, 4, 12, 18]:

Ածխի վերամշակման արդյունաբերական ձեռնարկություններում կենտրոնացվում են թափոններ, որոնք իրենց քիմիկամիներալ ոգիական և հրաֆիզիկական հատկություններով նախադրյալներ են ստեղծում դրանք օգտագործելու ցեմենտի հումքային խառնուրդների բաղադրությունը արմատապես փոփոխելու համար: Դա հնարավորություն կտա հասնել տեխնիկական բարձր արդյունքի [1, 3, 4, 12, 18]:

Ցեմենտի արտադրությունում վառելիքի ծախսերը շատ մեծ են: Դրանք կազմում են կլինկերի ինքնարժեքի մինչև 40%-ը: Ցեմենտի արդյունաբերությունում օգտագործում են պինդ, հեղուկ կամ գազային վառելիք: Կախված գազը մատակարարող հանքավայրից՝ մեթանի

պարունակությունը բնական գազերում կազմում է 80...99%, այրման ջերմությունը՝ 34...43 ՄՋ/մ<sup>3</sup>, խտությունը՝ 0,72...0,85 կգ/մ<sup>3</sup> [154]:

Որպես հեղուկ վառելիք ցեմենտի արդյունաբերությունում օգտագործվում է մազութ: Մազութի տեսակները սահմանվում են ըստ նրանց մածուցիկության: Մազութի մոխրայնությունը պետք է լինի ոչ ավելի քան 0,15...0,2%, ջրի պարունակությունը՝ 1...2%, այրման ջերմությունը՝ 40,1...40,6 ՄՋ/կգ [155]:

Որպես պինդ վառելիք ցեմենտի արդյունաբերությունում օգտագործվում են քարածուխը, կիսաանթրացիտը, այրվող թերթաքարերը, գորշ ածուխները, կոքսի մանրուքը: Ցանկալի է օգտագործել 20 ՄՋ/կգ-ից ոչ պակաս այրման ջերմությամբ, 10...12%-ից ոչ բարձր մոխրայնությամբ, 10...30% ցնդող նյութերի պարունակությամբ պինդ վառելիք: Պինդ վառելիքի ընտրությունը որոշվում է վառարանային ագրեգատի տիպով: Հորանային վառարաններին անհրաժեշտ են մինչև 7% ցնդող նյութերի և մինչև 9...16% մոխրի պարունակությամբ առավել գործածվող AM, AC, APШ, АШ տեսակների կոքս և անթրացիտ [156]:

Տարբեր տեսակի ածուխների ջերմատվության ցուցանիշները, կՋ/կգ՝	
կոքս	7 7823,6...30961,6
ածուխ-անթրացիտ	32426...33890,4
քարածուխ	14853,2...2698,6
գորշ ածուխ, լիգնիտ	16317,6...25522,8
ածուխ-կիսաանթրացիտ	26568,4...32426
բնական գազ	34936,4...42886 կՋ/մ <sup>3</sup> [154...156]:

Չոր եղանակով կլիսկեր արտադրելիս ջերմության տեսակարար ծախսը կազմում է միջինը 4686...4812 կՋ/կգ (թրծման ջերմաստիճանը՝ 1450°C) [52, 53, 63...65]:

Ցեմենտի միևնույն գործարանում հումքային խառնուրդի բաղադրության մեջ ածխի հարստացման «պոչերի» ներմուծմամբ հաշվարկված հումքային խառնուրդով արտադրություն կազմակերպելիս կիսաչոր եղանակով թրծման համար ջերմության տեսակարար ծախսը կլիսկերի համար (թրծման ջերմաստիճանը 1300°C) կազմում է 3766...4184 կՋ/կգ, այսինքն՝ խնայվում է ջերմության 627,6...920,5 կՋ/կգ կամ 0,018...0,021 մ<sup>3</sup> գազ, կամ 0,023...0,030 կգ կոքս (ածուխ): 1 տ ցեմենտի հաշվով միջինը խնայվում է 20 մ<sup>3</sup> գազ և 1 մ<sup>3</sup> գազի արժեքը 136 դրամ կազմելու դեպքում ստացվում է 2720

դրամ խնայողություներ: Տարեկան 100 հազ. տ ցեմենտի արտադրության դեպքում միայն գազի հաշվին խնայողություները կկազմի 272 մլն դրամ:

Հորանային վառարաններով ցեմենտի միևնույնի գործարաններում որպես վառելիք կարելի է օգտագործել հարստացված ածուխ: Այրման ժամանակ առաջացող մոխիրը կարող է հավելանյութ հանդիսանալ բետոններում [21...23]:

Շուկայում առաջարկվող միևնույնի գործարանների լուծումների մեծ մասը բլոկամոդուլային կառուցվածք ունի: Բացի այդ, բլոկամոդուլային լուծումներն էապես բարձրացնում են ողջ արտադրության հուսալիությունը՝ ցանկացած մոդուլի կանգառքի դեպքում մյուսները շարունակում են արտադրանք թողարկել:

Մոդուլայնությունը կիրառվող կոմպակտ համալիր է, որտեղ բարձրորակ տեխնիկական սարքավորումները հավաքվում են որպես տեխնոլոգիական մոդուլներ, որոնցից կարելի է ստեղծել ցեմենտի գործարաններ ցանկացած պահանջվող արտադրողականությամբ (100 հազ. - ից մինչև 300 հազ. տ/տարի): Դա հեշտացնում է ներդրումների իրականացումը և բարձրացնում է գործարանի հուսալիությունը [21...23]:

Վերլուծելով զարգացող երկրներում ցեմենտի մոդուլային տիպի միևնույնի գործարանների կիրառման նպատակահարմարությունը՝ հարկավոր է պարզել այն պատճառները, որոնք ստիպում են կառուցել նմանատիպ գործարաններ: Այսպիսով, մոդուլային տիպի միևնույնի գործարաններում ցեմենտի արտադրության կազմակերպումը թույլ կտա լուծել որոշակի տարածաշրջաններին ոչ բարձր գներով ցեմենտի մատակարարման խնդիրը, այդ տարածաշրջաններին կապահովվի բազմաթիվ նոր աշխատատեղերով, զգալիորեն կնվազեն տրանսպորտային ծախսերը հումքային աղբյուրին կամ պատրաստի արտադրանքի սպառողին մոտ գտնվելու շնորհիվ և այլն [21...23]: Արտադրական թափոնների օգտահաման առավել ռացիոնալ եղանակը դրանք որպես տեխնածին հումք օգտագործելն է: Էներգակիրների արժեքի բարձրացման, հանածո վառելիքի և բնական ռեսուրսների պաշարների նվազման պայմաններում առաջնային ուղղություները ցեմենտի արտադրության էներգա- և ռեսուրսախնայող տեխնոլոգիաների մշակումն ու ներդրումն է: Ռեսուրսային հնարավորությունների ընդլայնումը տեխնածին թափոնների հաշվին շինարարական արդյունաբերության զարգացման երկարամյա ռազմավարություներն է: Ցեմենտի արտադրության մեջ էներգիայի

նվազեցման խնդիրը ցեմենտի արդյունաբերության կարևորագույն խնդիրներից մեկն է, որը բնական հումքի և էներգիայի առավելագույն սպառողներից է: Հաշվի առնելով կայուն զարգացման հայեցակարգի հիմնական սկզբունքները՝ ցեմենտի արդյունաբերության հետագա առաջընթացը հնարավոր է հումքային նյութերի և էներգիայի ծախսերի նվազեցման հաշվին, պորտլանդցեմենտի պատրաստման ժամանակ երկրորդական նյութերի օգտահանության (ուտիլիզացիայի) դեպքում [1, 3, 6, 12, 18, 20]:

Արդյունաբերական թափոնների խնդրի արդյունավետ լուծում է համարվում անթափոն տեխնոլոգիայի արմատավորումը: Անթափոն արտադրությունները հիմնված են տեխնոլոգիական պրոցեսների սկզբունքային փոփոխության, փակ ցիկլով համակարգերի մշակման վրա: Հումքային նյութերի համալիր օգտագործման դեպքում որոշ արտադրությունների արդյունաբերական թափոնները դառնում են հումք մյուսների համար: Հումքի նման օգտագործումը պայմանավորված է արդի փուլում տնտեսության զարգացման կարիքներով: Հումքի համալիր օգտագործման կարևորությունը կարելի է դիտարկել մի քանի տեսանկյուններից: Առաջինը՝ թափոնների օգտահամար լուծվում են շրջակա միջավայրի պահպանման ու հողատարածքների ազատման կարևոր խնդիրները: Երկրորդը՝ արդյունաբերական թափոններով մի շարք վերամշակող ոլորտներ ապահովվում են հումքով՝ ընդ որում, հիմնականում այդ հումքը բարձրորակ է և առաջանալու ընթացքում անցնում է տեխնոլոգիական մշակման (աղացման, թրծման և այլ) փուլեր: Երրորդը՝ հումքի համալիր օգտագործման դեպքում պակասում են արտադրանքի միավորի վրա ծախսված տեսակարար կապիտալ ծախսերը և նվազում է դրանց փոխհատուցվելիության ժամկետը, պակասում են հիմնական արտադրության ակամա ծախսերը, որոնք կապված են թափոնների պահեստավորման և դրանց համար պահեստների շինարարության և շահագործման հետ, պակասում են ջերմության և էլեկտրաէներգիայի ծախսերը, թափոնների տեխնոլոգիական որոշակի պատրաստվածության հաշվին ավելանում է սարքավորումների արտադրողականությունը [6, 14...16, 29, 49, 157, 158]:

**Եզրակացություն:** Ցեմենտի արտադրության մինի գործարանը ներառում է հետևյալ տեխնոլոգիական փուլերը. ջարդում, հումքի աղացում, խառնում, հատիկավորում և պահպանում, թրծում ու ղղաձիգ



հորանային վառարանում, կլիսկերի ու հավելանյութերի համատեղ աղացում, ցեմենտի պահեստավորում և փաթեթավորում:

Ցեմենտի միևնույն գործարանում հաշվարկված հումքային խառնուրդով արտադրության կազմակերպելիս կոմբինացված եղանակով թրծման համար ջերմության տեսակարար ծախսը կազմում է 3766...4184 կՋ/կգ կլիսկերի համար (թրծման ջերմաստիճանը 1300°C): Դրա շնորհիվ խնայվում է ջերմության 627,6...920,5 կՋ/կգ կամ 0,018...0,021 մ<sup>3</sup> գազ, կամ 0,023...0,030 կգ կոքս (ածուխ), այսինքն 1 տ ցեմենտի հաշվով միջինը խնայվում է 20 մ<sup>3</sup> գազ:

Թափոնների օգտահամամբ արտադրությանը հնարավորություն է տալիս լուծել շրջակա միջավայրի պահպանման ու հողատարածքների ազատման կարևոր բնապահպանական խնդիրներ, ինչպես նաև պակասեցնել ջերմության և էլեկտրաէներգիայի արտադրական ծախսերը: Թափոնների տեխնոլոգիական պատրաստվածության հաշվին ավելանում է սարքավորումների արտադրողականությանը:

## **ԵՃՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

1. Ընդհանրացվել է ցեմենտի փոքրածավալ արտադրության միևնույն գործարանների տեխնիկական փորձն ու տնտեսական մեխանիզմի առանձնահատկությունների վերլուծությանը: Ներկայացված են նման արտադրությունների զարգացման հիմնական ուղղությունները՝ ելնելով արտադրանքի նյութա-էներգատարության նվազեցման և ցեմենտի արտադրության ռացիոնալ տեղակայման սկզբունքներից: Ցույց է տրված սպառողներին ցեմենտի արտադրության մոտեցման տնտեսական նպատակահարմարությունը, ինչն ապահովում է արտադրական և տրանսպորտային ծախսերի տնտեսում ու նպաստում տվյալ տարածաշրջանում նոր աշխատատեղերի ստեղծմանը:
2. ԼՂՀ բնական և արտադրական թափոնային նյութերի բազայի ուսումնասիրությունների հիման վրա առաջ են քաշվել արտլանդցեմենտի տեղական արտադրության համար դիտարկելի հումքային խառնուրդների նախնական բաղադրակազմեր: Դրանց համալիր վերլուծության արդյունքում, որպես ելանյութերի առավել արդյունավետ տարբերակ, հետագա մշակումների համար վերջնականապես ընտրվել են. որպես կրաքարային ելանյութ՝

Վանքասար հանքի քարի արդյունահանման և մշակման թափոնները, իսկ որպես կավային բաղադրիչի փոխարինող՝ Դրմբունի սուլֆիդային պղնձի հանքաքարի Ֆլոտացիոն հարստացման գործարանի արչամբարի և Մաղավուզի հանքավայրի ածխի հարստացման «արչեր»-ը: Ընդ որում, ածխային մասը հոլմբախառնուրդում նաև միաժամանակ այրվելով, որպես էներգետիկ աղբյուր է ծառայում: Տեսականորեն հիմնավորվել և գործնականորեն ապացուցվել է KH-0,91, n-2,38 և p-1,45 գործակիցներ ունեցող առաջարկվող հոլմբային խառնուրդից, պրոտլանդցեմենտի կլինկերի ստացման տեխնիկական հնարավորությունը: Քիմիական անալիզի և ռենտգենաֆազային հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ հաշվարկված հոլմբախառնուրդից ստացված կլինկերը բնութագրվում է ալիտի բարձր, իսկ բելիտի ու եռակալցիումական ալյումինատի ցածր պարունակություններով, ինչը բերում է ազատ CaO-ի բացակայության:

3. Սահմանվել է, որ բազմաբաղադրիչ սիլիկատային համակարգերի հալման ժամանակ կլինկերագոյացումը տեղի է ունենում հավասարակշռային մոտ պայմաններում սիլիկատագոյացման պրոցեսների ավարտի պահին: Լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքներով պարզվել է, որ տեխնածին թափոնները հոլմբախառնուրդի արժեքավոր բաղադրիչներ են, որոնք հնարավորություն են տալիս ակտիվացնել ցեմենտի արտադրության հիմնական պրոցեսները և ապահովել CEM I 32,5N/ՈԱ 400 դասի պրոտլանդցեմենտի կայուն թողարկումը:

4. Հոլմբային խառնուրդի առաջարկված բաղադրակազմի դեպքում պրոտլանդցեմենտային կլինկերի արտադրությունն ընթանում է ավելի ցածր ջերմաստիճաններում, ինչը բերում է վառելիքի ծախսի էական կրճատման՝ արտադրությունը դարձնելով լուրջ էներգափնայողական: Արդյունքում 1 տոննա ցեմենտի արտադրության մեջ խնայվում է միջինը 20 մ<sup>3</sup> գազ, իսկ 1մ<sup>3</sup> գազի արժեքը 136 դրամ կազմելու պարագայում դա բերում է 2720 դրամ խնայողության: Սա նշանակում է, որ տարեկան 100 հազ տոննա ցեմենտի արտադրության դեպքում գազի խնայողությունը կկազմի 272 մլն դրամ: Կազմվել է միևնույն գործարանի մշակված հոլմբային

բովախառնուլ թղթով պրիտլ անդցեմենտի ստացման տեխնոլոգիական սխեմա:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Авдеев В.Е. Состояние и основные положения концепции развития цементной промышленности России. //Экономические проблемы развития цементной промышленности на современном этапе. М.: Концерн Цемент, 1997,- С. 5-13.
2. Семенов А.А. Финансово-экономический кризис и российский рынок цемента: текущая ситуация и перспективы ближайшего будущего / А.А. Семенов // Строительные материалы. – 2009. – № 10. – С. 4–7.
3. Юнг О. Снижение производственных затрат путем использования альтернативного топлива и энергосберегающих мельниц // Цемент и его применение. 2004. №4. - С. 31–35.
4. Дончак И.Д., Гриненко Г.П., Рыбакова О.В. и др. Инновационный процесс в цементной промышленности. / М.: Концерн Цемент,1997,-С. 87-104.
5. Ткач Л.И., Иогансон А.К., Бушихин В.В. Промышленные отходы-алюмосиликатный компонент сырьевой смеси//Цемент. 1989, №12.-С. 16-17.
6. Бухтин М.Р. Применение в цементной промышленности отходов и побочных продуктов важный фактор экономии сырьевых и энергетических ресурсов. - Цемент, 1982, №2.- С. 47.
7. Гольдштейн Л.Я., Штейерт Н.П. Использование топливных зол и шлаков при производстве цемента. Л.: Стройиздат, 1977. – 152 с.
8. Лугинина И.Г., Ибатулина Л.Х. Применение отходов угледобычи для производства цемента// Цемент. 1983, №11.- С. 6.
9. Терновой А.И., Рябченко Н.А. Использование углесодержащих отходов в цементном производстве//Цемент. 1988, №9.-С. 11-12.
10. Черепанова В.Н. и др. Отходы углеобогащения эффективное сырье для снижения энергоемкости производства цемента.//Комплексное использование минерального сырья. 1986.- С. 86-88.
11. Пьячев В.А. Углеотходы ценное сырье для производства цемента /В.А. Пьячев // Изв. вузов. Горный журнал. 1998, № 3-4. - С. 64-74.
12. Брыжик А.В. Энергосберегающая технология производства портландцементного клинкера / А.В. Брыжик и др. // Сб. докл. Междунар. конф. «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов». Белгород, 2000. -Ч. 1. - С. 67-70.
13. Дмитриев А.М. Цементная промышленность и экология /А.М. Дмитриев, Б.Э. Юдович, С.А. Зубехин // Докл. Междунар. конф. «Промышленность стройматериалов». Белгород. -1997. - Ч. 1. - С. 45-50.
14. Введенский В.Г. Эколого-экономическая эффективность использования отходов / В.Г. Введенский // Комплексное использование минерального сырья. 1978, № 3. - С. 59-66.

15. Кравченко И.В. Повышение эффективности цементного производства при использовании техногенных материалов / И.В. Кравченко, И.Е. Ковалева, И.Б. Долбилова // Труды НИИцемент. 1990. - 99. - С. 33-87.
16. Копелиович В.М. Утилизация промышленных отходов при производстве цемента / В.М. Копелиович, А.И. Здоров, А.Б. Златковский // Цемент. 1998, №3.-С. 35-39.
17. ԼՂՅ ներդրումային քաղաքականության հայեցակարգ /Լեռնային Ղարաբաղի Հանրապետության տնտեսական զարգացման նախարարություն /Հաստատված է ԼՂՀ կառավարություն 2008 թվականի հոկտեմբերի 15-ի թիվ 407 որոշմամբ.- Ստեփանակերտ: ԼՂՀ տնտեսական զարգացման նախարարություն, 2008, 63 էջ .
18. Альбац Б.С. Малоэнергоемкий портландцемент из низкоосновной сырьевой смеси / Б.С. Альбац, А.Л. Шеин // Цемент. 1998, № 3.- С. 20-22.
19. Зольникова Г.С. Использование отходов промышленности в производстве строительных материалов за рубежом. /Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Серия II, вып.1. М.: ВНИИЭСМ, 1987. – 56 с.
20. Бернштейн В.Л., Дегтярь Е.В, Криулин В.Н., Деменко В.В. Теоретические аспекты использования техногенных материалов в составе портландцементной сырьевой смеси. Цемент-инновация, Харьков, 1998, №1 – С. 18-21.
21. [pandia.ru/text/78/482/56099.php](http://pandia.ru/text/78/482/56099.php) Цементные мини-заводы: концепция НИИСК
22. <http://eu-loris.com/catalog/cementnye-zavody/> Мини цементные заводы по производству портландцемента.
23. Синха С. Цементные мини-заводы. Обзор опыта, накопленного Индией в области эксплуатации малых цементных заводов / Пер. с англ. И.Б. Палееса. — М.: Стройиздат, 1996. — 64 с: ил./
24. Куциди В.И. Полнее использовать в отрасли отходы и побочные продукты//Цемент. 1982, №2.- С.1- 4.
25. Ласкорин В.Н. Проблемы развития безотходных производств / В.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков. -М.: Стройиздат, 1981.-207 с.
26. Сырьевая смесь для получения портландцементного клинкера./Захаров Л.А., Чилингарян Н.В. Бюл. N29, 1980, а.с. 153813 СССР.
27. Чилингарян Н.В. Динамика спекания нетрадиционных цементных шихт на основе хвостов горнообогатительных фабрик./Н.В.Чилингарян, В.Р. Исраелян// Сб. науч. Трудов АрмНИИП, Ереван.-1997.- С. 37-39.
28. Семченко И. А. Комплексное использование углеотходов и никелевого шлака / И.А. Семченко, М.В. Коугия, Н.Е. Соловущков // Цемент. 1989, №12.-С. 13-15.
29. Никифоров Ю.В. Использование нетрадиционных материалов при производстве цемента / Ю.В. Никифоров, М.В. Коугия // Цемент. 1992. - № 5. -С. 44-63.

30. Макеев Ю.А. Применение отходов добычи и переработки горючих сланцев при производстве цемента / Ю.А. Макеев, К.А. Вежливцев // Цемент. -1989.-№12.-С. 5.
31. Рехси С.С., Гарч С.Х. Производство клинкера с использованием золы. /VI Международный Конгресс по химии цемента. Т.III.-М.: Стройиздат, 1976.-С. 117-119.
32. Рубан В.А. и др. Комплексное использование минеральных компонентов углей. /Химия твердого топлива.- 1977, №3,- С. 150-156.
33. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцемент. М.: Стройиздат, 1974.-328 с.
34. Бабушкин В.И. Термодинамика реакций образования первичных клинкерных минералов при утилизации отходов обогащения углей в процессе обжига клинкера / В.И. Бабушкин и др. // Межд. сов. по химии и технологии цемента. М.: 2000.-Т.3. - С. 20.
35. Брыжик А.В. Исследование состава сырьевых шихт с учетом различных видов компонентов и изменений модульных характеристик / А.В. Брыжик и др. // Цемент и его применение. 1999, № 3. - С. 40 – 43.
36. Каушанский В.Е. Особенности процессов клинкерообразования при обжиге сырьевой смеси с отходами Гоков КМА / В.Е. Каушанский, Ш.М. Рахимбаев, В.П. Шелудько // Труды НИИцемента. Вып. 99. - С. 37-41.
37. Мирюк О.А. Особенности образования и свойств клинкеров из отходов обогащения / О.А. Мирюк, И.Г. Лугинина // Цемент. 1989, № 3. - С. 7-8.
38. Лугинина И.Г., Лугинин А.Н. Влияние выгорающих добавок на микроструктуру клинкеров, полученных спеканием и плавлением. /Сб. Химия и химическая технология, т.2. Алма-Ата, 1964, -С. 263-366.
39. Букки Р. Влияние природы и подготовки исходных веществ на реакционную способность сырьевых смесей. 7-й Международный конгресс по химии цемента. Париж, 1980.
40. Бутт Ю.М. Зависимость вяжущих свойств клинкерных минералов от температуры их обжига и кристаллической структуры / Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев // Цемент. 1961, № 2. - С. 17-23.
41. Скобло Л.И. Зависимость состава и содержания жидкой фазы клинкера от характеристик сырьевой шихты / Л.И. Скобло, А.О. Гроссман // Цемент.-1984.-№3. с. 21-22.
42. [Пашенко А.А. Теория цемента. Киев. Будівельник, 1991.- 166 с.](#)
43. Коугия М.В. Влияние минералогического состава сырья на его термообработку и качество клинкера / М.В. Коугия, Л.Г. Судакас // Цемент. 1982, № 10.-С. 10-11.
44. Основные направления комплексного использования углистых пород ПО «Экибастузуголь» /С.П.Куржей, В.В.Лебедев, М.Я.Шпирт и др.// Комплексное использование минерального сырья 1979, № 5, - С. 39-42
45. Экономические аспекты использования минеральной части углей Экибастузского месторождения / И.П. Крапчин, Н.К.Семенова, О.М.Королькова и др.// Комплексное использование минерального сырья 1972, № 5, - С. 70-75.

46. Проблемы применения минеральной части углей в народном хозяйстве /Н.Т.Горохов, В.И.Панин, В.М.Ратынский и др.// Химия твердого топлива 1973, № 1.- С.24-28.
47. Лебедев В.В. и др. Комплексное использование углей. М.Недра, 1980.-239 с.
48. Особенности применения физико-химических свойств отходов углеобогащения в процессах их переработки на строительные материалы./ С.В.Глушнев, Л.Г.Демидов, Ю.Н.Жаров и др.// Химия твердого топлива. 1977, № 44.- С. 123-124.
49. Уполовников А.Б. Об использовании углеотходов в цементной промышленности / А.Б. Уполовников, Н.Х. Юсипов // Тез. докл. на 1 Междунар. сов. по химии цемента, 1996. С. 84-85.
50. Кузнецова Т.В. Отходы углеобогащения в производстве цемента / Т.В. Кузнецова, К.Б. Тандилова, Ц.Э. Кавсадзе // Цемент. 1989, № 12. - С. 15-16
51. Черепанова В.Н. Отходы углеобогащения источник экономии топлива и повышения качества цемента / В.Н. Черепанова и др. // Экономическая технология. Переработка промышленных отходов в строительные материалы. -Свердловск: УПИ, 1984. - С.14-16.
52. Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов. -М.: Стройиздат, 1976,-407 с.
53. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1973.-504 с.
54. Գևորգյան Խ.Յ. «Շիկարարական նյութեր».-Երևան.: «Լոլյու» հրատարակչություն, 1973,-446 էջ :
55. Տեր-Պետրոսյան Պ.Յ., Ասիրյան Ա.Մ., Մովսիսյան Է.Ա., Յովհաննիսյան Գ.Վ., Յովհաննիսյան Դ.Ն., Սահակյան Է.Ռ., Պողոսյան Վ.Վ. «Նյութագիտությունը շիկարարներին համար».- Երևան.: Նաիրի, 2005.-616 էջ :
56. Бетхер О. В., Вологодина И. В. Осадочные горные породы. Систематика и классификации. Томск: Изд-во НТЛ, 2007.-172 с.
57. Маслов А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005.-289 с.
58. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / Отв. ред. В. Н. Шванов. СПб.: Недра, 1998.-352 с.
59. Осадочные породы./Под ред. В.И. Бгатова. Новосибирск: Наука, 1990.-269 с.
60. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов. — М.: Химия, 1966. -158 с.
61. Казанский Ю. П. Выветривание и его роль в осадконакоплении. М., Наука, 1969.-127 с.
62. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. 1. Обломочные и глинистые породы./Под ред. Е.В. Дмитриевой. М.: Госгеолтехиздат, 1962,-700 с.

63. Бутт Ю.М., Сычёв М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. Учебник для вузов./ Под ред. Тимашева В.В. М.: Высш. школа, 1980. - 472с.
64. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986.-464с.
65. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцементный клинкер. М.: Стройиздат, 1967.- 304 с.
66. Габриэлянц Г.А., Джрбашян Р.Т., Мелконян Л.Р. и др. Геология и минеральные ресурсы Нагорно-Карабахской Республики/ под ред. Р.Т. Джрбашян, Г.А. Габриэлянц. – Ереван-Степанакерт.: «Зангак-97», 2011.-286 с.
67. Берман Г., Ларсен Е. Определение прозрачных минералов под микроскопом. М.: Недра, 1965.- 464 с.
68. Вассоевич Н.Б. Текстуры осадочных горных пород // Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Л.: Гостоптехиздат, 1958, т.1.- С. 58-74.
69. Мильнер Г.Б. Петрография осадочных пород. Т. 1. Методика исследования осадочных пород (Пер. с англ.). М.: Недра, 1968.-500 с. с ил.
70. Афанасьева М. А., Бардина Н. Ю., Богатиков О. А. и др. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород: учеб. пособие. М.: Логос, 2001.-768 с.
71. Ван А. В., Казанский Ю. П. Вулканокластический материал в осадках и осадочных породах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985.-127 с.
72. Годовиков А. А. Минералогия. М.: Недра, 1983.-647 с.
73. Граменицкий Е. Н., Котельников А. Р., Батанова А. М., Щекина Т. И., Плечов П. Ю. Экспериментальная и техническая петрология. М.: Научный мир, 2000.-416 с.
74. Даминова А. М. Петрография магматических горных пород. М.: Недра, 1967.-232 с.
75. Добрецов Н. Л., Соболев В. С., Ушакова Е. Н. Метаморфические фации и формации: учеб. пособие. Новосибирск: НГУ, 1980.- 89 с.
76. Елисеев Н. А. Метаморфизм. М.: Недра, 1963.- 428 с.
77. Лепезин Г. Г. Петрологические основы изучения и картирования метаморфических комплексов складчатых областей. Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2002.- 130 с.
78. Лодочников В. Н. Главнейшие породообразующие минералы. М.: Госгеолтехиздат, 1955.- 248 с.
79. Маракушев А. А. Петрография. М.: МГУ, 1993.-320 с.
80. Мейсон Р. Петрология метаморфических пород. М.: Мир, 1981.-263 с.
81. Атлас конкреций. Л.: Недра, 1988.-323 с.
82. Маракушев А.А. Бобров А.В. Метаморфическая петрология. М., Наука, 2005.-256 с.
83. Петрографический кодекс. СПб., изд-во ВСЕГЕИ, 1995.-128 с.
84. Шерстюк А.И., Кривцова Л.И., Поликарпов А.И. Метаморфизм горных пород. Изд-во Горного института им. В.В. Вахрушева, 1970.-85 с.
85. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М.: Мир. 1989. - 304с. с ил.



86. Михеев В.И., Сальдау Э.П. Рентгенометрический определитель минералов. т.2/ под.ред. И.В.Михеевой. – Л.: Недра. 1965.- 363 с.
87. Бураков В.С., Янковский А.А. Практическое руководство по спектральному анализу. Минск: Издательство АНБССР, 1960. -332с.
88. Лабораторные методы исследования минералов;- руд и пород. Под ред. Ю.С. Бородаева, Н.И. Еремина-. М.: Изд-во Московского университета; 1975.-224 с.
89. Швецов М.С. Петрография осадочных пород изд.М.: Недра.1958.-412 с.
90. Берг Л.Г Введение в термографию. М.: Наука, 1969. - 354с.
91. Егунов В.П. Введение в термический анализ. Самара.: СамВен, 1996. -270с.
92. Коугия М.В. Дифференциально-термический анализ портландцементных сырьевых смесей / М.В. Коугия, В.Л. Уголков // Цемент. 1981, № 11. – С. 19 -21.
93. Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин/ Под ред. М. Ф. Викуловой. М., Гостотехиздат, 1957.-448 с.
94. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. М.: Высшая школа.1967.- 416 с
95. Грим Р. Е. Минералогия глин. М., Издательство иностранной литературы, 1956. - 454 с.
96. Логвиненко Н. В. Петрография осадочных пород с основами методики исследования. М.: Высш. шк., 1984.- 414 с.
97. Гринсмит Дж. Петрология осадочных пород (пер. с англ.). Под ред. В.П. Петрова. М.: Мир, 1981.-315 с.
98. Гриффите Дж. Научные методы исследования осадочных пород (пер. с англ.) Под ред. Д.А. Родионова. М.: Мир, 1971.- 421 с.
99. Основы технологии приготовления портландцементных сырьевых смесей. /С.И.Данюшевский, Г.Б.Егоров, Л.В.Белов и др. -Л.: Стройиздат, 1971,-180 с.
100. Сычев М.М. Технологические свойства сырьевых цементных шихт / М.М. Сычев. М.: ГСИ, 1962. - 136 с.
101. Зозуля П.В. Теоретические основы технологии вяжущих веществ / П.В. Зозуля. Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1979. - 102 с.
102. Технические требования к цементному сырью / Под ред. В.С. Альбаца и Л.Г. Судакаса М.: Концерн цемент, 1996. - 94 с.
103. Скобло Л.И. Расчет на ЭВМ количества и состава расплава в клинкере / Л.И. Скобло // Цемент. 1980. - № 3. - С. 13 – 14.
104. [www.cement.usoz.ru/load/7](http://www.cement.usoz.ru/load/7).Цементный форум. ... Расчет состава сырьевой смеси. ... Шихта - программа для расчета компонентов сырьевой смеси.
105. Лохер Ф.В. Образование клинкера при малом потреблении энергии./8 Международный Конгресс по химии цемента. - М.: ВНИИЭСМ, 1988, -с.89-100.
106. Юсипов Н.Х. Особенности сырьевых смесей с включением углеотходов. / Цемент 1989, № 12.- С. 8-10.

107. Будников П.П. О вязкости жидкой фазы портландцементного клинкера / П.П. Будников, З.Б. Энтин, А.П. Белов // ДАН СССР . – 1967. 3.– С. 645-647.
108. Бабушкин В.И. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, Г.М. Матвеев, О.П. Мчедлов-Петросян/ под общ. ред. О.П. Мчедлова-Петросяна. -М.: Стройиздат, 1972.- 351 с.
109. Горшков В.С. Термография строительных материалов. М.: Стройиздат, 1968. - 328с.
110. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. /Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1981. - 335с.
111. Кузнецова Т.В. Микроскопия материалов цементного производства / Т.В. Кузнецова, С.В. Самченко. – М.: МИКХиС, 2007. – 304 с.
112. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1989.- 384с.
113. Тимашев, В.В. Избранные труды. Синтез и гидратация вяжущих материалов /В.В. Тимашев.-М.: Наука, 1986. – 424 с.
114. Бутт Ю.М., Тимашев В.В., Осокин А.П. Кинетика клинкерообразования, структура и состав клинкера и его фаз./ VI Международный конгресс по химии цемента. Т.1. М.: Стройиздат. 1976,- С. 132-153.
115. Коновалов В.М. Термомодифицирование портландцементной сырьевой смеси / В.М. Коновалов, М.А. Акуликина // Цемент и его применение. – 2009, №5. – С. 102-105.
116. Шпрунг С. Влияние процесса обжига на образование и свойства клинкера / С. Шпрунг // VII международный конгресс по химии цемента. – Париж. – 1980. – С. 49-68.
117. Sylla H.-M. Influence of clinker composition and clinker cooling on cement properties // VDZ KONGRESS, 1993. – P. 135-145.
118. Физико-химические процессы при синтезе цементного клинкера с использованием низкотемпературной плазмы / Г.Г. Волокитин [и др.] // Цемент и его применение. – 2008, № 5. – С. 154–156.
119. Осокин А.П., Кривобородов Ю.Р. Сульфожелезистые цементы на основе техногенных материалов / Техногенные продукты и совершенствование технологии вяжущих. М.: 1983. - С. 40-50
120. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск.: Стройиздат, 1994. -334с.
121. Коугия М.В. Реакционная способность клинкеров как функция их предыстории / М.В. Коугия // Тез. докл. VI Всесоюз. сов. по высокотемпературной химии оксидов. Л.: Наука, 1988. - С. 132 - 133.
122. Осокин А.П. Физикохимия и технология клинкерообразования / А.П. Осокин, Л.Г. Судакас // Межд. сов. по химии и технологии цемента. М. -2000. -Т.3. -Т.1. -С. 56-63.
123. Торопов Н.А. О кинетике физико-химических процессов образования цементного клинкера / Н.А. Торопов, П.Ф. Румянцев // Цемент. 1964, № 6.- С. 3-5.

124. Хигерович М.И., Меркин А.П. Физико-химические и физические методы исследования строительных материалов. М.: Высшая школа, 1968. - 136 с.
125. Волконский В.В., Макашев С.Д., Штейерт Н.П. Технологические, физико-механические и физико-химические исследования цементных минералов. – Л.: Изд-во лит. по строительству, 1972. – 304 с. с ил.
126. Торопов, Н.А. Диаграммы состояния силикатных систем / Н.А. Торопов, В.П. Барзаковский, В.В. Лапин, Н.Н. Курцева. Л.: Наука, 1969. -С. 599-604.
127. Химия цементов. Под. Редакцией Х.Ф.У.Тейлора, М.: Стройиздат, 1969. – 502 с.
128. Ли Р.М. Химия цемента и бетона. М.: ГСИ, 1961.- 644 с.
129. Чаттерджи Т.К. Последовательность и кинетика реакций клинкерообразования при производстве портландцемента / Т.К. Чаттерджи, А.К. Чаттерджи, С.Н. Гош // Силикатная индустрия. 1980. - № 4-5. - С. 81-87.
130. Сычев М.М., Корнеев В.И., Федоров Н.Ф. Алит и белит в портландцементном клинкере. Л.: Стройиздат, 1965. - 152с.
131. Панина Н.С. Исследование вязкости расплавов, образующихся в клинкерах в интервале температур 1300-2000°С / Н.С. Панина, Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев // Тр. НИИЦемент. 1957, № 55. - С. 209-214.
132. Высоцкий Д.А. О вязкости клинкерных расплавов при 1300-1700°С / Д.А. Высоцкий, Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев // Труды МХТИ. 1964. - Вып. 45.1.- С. 30-33.
133. Сычев М.М. Свойства клинкерных расплавов / М.М. Сычев // Тр. ЛТИ. 1963. -Вып. 64. -С. 13-19.
134. Юнг В.Н. Кристаллизация алита и белита при различных режимах обжига / В.Н. Юнг, В.В. Тимашев // Цемент. 1957, № 1. - С. 4-7.
135. Гольдштейн Л.Я. Методы определения интервала плавления-плавкости и вязкости в пиропластическом состоянии портландцементных сырьевых шихт / Л.Я. Гольдштейн // Тр. НИИЦемент. 1985. - Вып. 84. - С. 46-55.
136. Бойкова А.И. Твердые растворы цементных минералов / А.И. Бойкова. -Л: Наука, 1974. -С. 61-77.
137. Рамачандран В.С. Применение дифференциального термического анализа в химии цементов М.: Стройиздат, 1977.- 408с.
138. Wächtler H.G. Thermoanalytische Untersuchungen in der Zementchemie Entsäuerung von Zementrohmehlen. - Silikatechnik, 26,1975,Н.3. - s.92-98.
139. Vosteen B. Vorwärmung und vollkommene Kalsination von Zementrohmehl im einem Schwebegassystem.- Zement-Kalk-Gips, 27, 1974, Н.9-s 443-450.
140. Лощинская А.В. Интенсификация процессов обжига цементного клинкера / А.В. Лощинская, В.К. Хохлов. М.: Стройиздат, 1966. -176 с.

141. Влияние примесей и легирующих добавок на вязкость жидкой фазы портландцементного клинкера. /М.М.Сычев, Р.В.Зозуля, М.И. Штефан и др./ 1966, Цемент, №4, - С. 5-7.
142. Мойр Г.К., Глассер Ф.П. Минерализаторы, модификаторы и активаторы процесса клинкерообразования.- 9th ICCS.1992.Vol.-P. 125-152.
143. Позднякова Н.А. Наноструктурированный цементный клинкер, полученный в условиях высококонцентрированных тепловых потоков / Н.А. Позднякова, Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова // Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. – Бийск. – 2009. – С. 77–80.
144. Гольдштейн Л.Я. Некоторые вопросы технологии плавящихся портландцементов / Л.Я. Гольдштейн, Л.С. Коган, С.Д. Окорочков // Технологические свойства специальных цементов / НИИЦемент. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1967. – С. 52–90.
145. Торопов Н.А., Волконский Б.В. Полиморфизм превращения С3S и влияние закиси железа на С3S и другие клинкерные минералы. / Цемент. -1960, № 6.-С. 17-20.
146. Locher F.M. Verfahrenstechnik und Zementeigenschaften. Generalbericht Fachbereich 7, VDZ Kongress. 1977. - s. 626-641.
147. Sylla H.M. Einfluß der Ofenatmosphäre beim Brennen von Zementklinker. /Zement Kalk - Gips - 31,1978, H.6. - s. 291-293.
148. CSN EN196-1:2011/ГОСТ 30744-2001 Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength.
149. EN197-1:2011/ГОСТ 57293-2016 «Цемент общестроительный» технические условия.
150. Յեմենտնեղիկ ներկայացվող պահանջները տեխնիկական կանոնակարգը հաստատելու մասին /ՀՀ Կառավարության որոշում N1136-Ն, 10 օգոստոսի 2006թ., Երևան.
151. ГОСТ 30515-2013 «Цементы» общие технические условия.
152. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны» методы определения прочности по контрольным образцам.
153. Гольдштейн Л.Я. Комплексные способы производства цемента / Л.Я. Гольдштейн.–Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 160 с.
154. Краткая химическая энциклопедия: энциклопедии, словари, справочники. Т.1. А - Е / ред.: И. Л. Кнунянц, Г. Я. Бахаровский, А. И. Бусев. - Москва : Советская энциклопедия, 1961. - 1263 с. - 5521 др.
155. Краткая химическая энциклопедия: энциклопедии, словари, справочники. Т.2. Ж - Малоновый эфир / ред.: И. Л. Кнунянц, Г. Я. Бахаровский, А. И. Бусев. - Москва: Советская энциклопедия, 1963. - 1088 с. : ил, табл. - 4755 др.
156. Краткая химическая энциклопедия: энциклопедии, словари, справочники. Т.3. Мальтаза - Пиролиз / ред.: И. Л. Кнунянц, Г. Я. Бахаровский, А. И. Бусев. - Москва: Советская энциклопедия, 1964. - 1112 с.: ил, табл. - 4865 др.

157. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента / В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
158. Пьячев В.А. Производство и свойства клинкерных цементов / В.А. Пьячев, Ф.Л. Капустин. – Екатеринбург.: УГТУ–УПИ, 2008. -384с.
159. Փայ տյ ան Տ.Ա. Սողոկայի ն տիաի ցեմենտի գործարաններ//ՃՃՅԱՅ գիտական աշխատությունների ժողովածու. Երևան, 2014.-Յ.1 (52).-202-207 էջ .
160. Փայ տյ ան Տ.Ա. Ցածր էներգատարողամբ ցեմենտի ստացման եղանակ //Յայ աստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրագրեր (ՅՃԱԼ).- 2014.-Յ.11 N2.-295-297 էջ .
161. Агикян А.Р., Сафарян А.М., Арутюнян М.А., Саркисян Т.М., Пайтян Т.А. Исследование сырьевой базы Нагорно-Карабахской Республики для производства цемента на мини-заводе// Вестник ГИУА.-2013.N1(16).-94-100с.
162. Агикян А.Р., Сафарян А.М., Магакян Н.И., Саркисян Т.М., Пайтян Т.А. Исследование сырьевой базы Нагорно-Карабахской Республики для производства цемента на мини-заводе. Глинистое сырье// Вестник ГИУА.-2013.N2(16).-83-88с.
163. Сафарян А.М., Абрамян А.М., Саркисян Т.М., Пайтян Т.А. Сырьевая база НКР для производства цемента на минизаводе// СПГАСУ V Международная конференция «Актуальные проблемы архитектуры и строительства» часть 1.- 2013.-451-456с.
164. Сафарян А.М., Саркисян Т.М., Пайтян Т.А. Техногенные отходы как сырье для производства строительных материалов// Вестник ГИУА.-2016.N1 (16).-88-97с.
165. Սաֆարյան Ա.Ա., Փայ տյ ան Տ.Ա. Միևի գործարանում պրոտանդցեմենտի արտադրողան տեխնոլոգիա // ՃՃՅԱՅ գիտական աշխատություններ. Երևան, 2017.-Յ.4 (67). էջ 175-182.