ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՏԱԹԵՎԻԿ ԱՇՈՏԻ ՓԱՅՏՅԱՆ

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ՂԱՐԱԲԱՂԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔԱՅԻՆ ԲԱԶԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՄԻՆԻ ԳՈՐԾԱՐԱՆՈՒՄ ՑԵՄԵՆՏԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ

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

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

ПАЙТЯН ТАТЕВИК АШОТОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НАГОРНО-КАРАБАХСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА НА МИНИ ЗАВОДЕ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания, сооружения, строительные материалы и строительная механика»

ЕРЕВАН 2018

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝ տեխն. գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Ա.Մ. Սաֆարյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխն. գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր

Ա.Հ. Հովհաննիսյան,

տեխն. գիտությունների թեկնածու, դոցենտ

Ա.Ա. Արզումանյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ ընդհանուր և

անօրգանական քիմիայի ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2018թ. հունիսի 18-ին ժամը 14^{00}-ին Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանին կից գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի 030 «Ճարտարապետություն և շինարարություն» մասնագիտական խորհրդում:

Հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան փ.105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի գիտական գրադարանում:

Հասցեն՝ 0079, ք. Երևան, Մառի փող. 17/1:

Սեղմագրին կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի պաշտոնական կայքում՝ www.nuaca.am

Սեղմագիրն առաքված է 2018թ. մայիսի 17-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝

ճարտարապետության թեկնածու, դոցենտ **Ս.Ա. Թովմասյան**

Тема диссертации утверждена в Национальном университете архитектуры и строительства Армении.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Сафарян А.М.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор

Оганесян А.Г.

кандидат технических наук, доцент

Арзуманян А.А.

Ведущая организация: институт общей и неорганической химии НАН РА

Защита состоится 18-го июня 2018г. в 14^{00} часов на заседании специализированного совета 030 «Архитектура и строительство» ВАК РА, действующего при Национальном университете архитектуры и строительства Армении.

Адрес: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НУАСА по адресу: 0079, г. Ереван, ул. Марра 17/1.

С авторефератом можно ознакомиться на официальном сайте Национального университета архитектуры и строительства Армении: www.nuaca.am

Автореферат разослан 17-го мая 2018г.

Ученый секретарь специализированного совета:

кандидат архитектуры, доцент **Товмасян С.А.**

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Հայաստան, 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 տարածաշրջանը հնարավոր է ապահովել աշխատատեղերով 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, բարձրջերմաստիճանային 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, ցեմենտարտադրող գործարանը լուծում է նաև բնապահպանական խնդիրներ, որոնք նույնպես ծախսեր են պահանջում և այդ պարագայում չպետք է տուժի արտադրության էկոնոմիկան և ցեմենտի որակը:

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 ուղղություններից մեկը:

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: Ավելի քիչ են ուսումնասիրված և մեծ կիրառում չունեն ածխահարստացման գործարանների թափոնները, որոնց ծավալները կարող են բավարարել ցեմենտի բոլոր գործարանների պահանջարկը՝ արտալանդցեմենտային կլինկերի արտադրության համար որպես հումքային բովախառնուրդ օգտագործելու դեպքում: Հումքային բովախառնուրդի բաղադրության մեջ ածուխ պարունակող բաղադրիչ ներմուծելու 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 միներալագոյացման 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:

Բնական և ավանդական հումքերի համեմատ տեխնածին հումքն ավելի էներգապես հագեցված է, քանի որ հիմնական արտադրանքը ստանալիս այն անցնում է մեխանիկական, քիմիական, ջերմային և այլ մշակումներ: Նշված հետևապես՝ 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 ներդրումն արդիական է և պահանջում է գիտականորեն հիմնավորված լուծումներ:

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

<u>Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները:</u> Աշխատանքի հիմնական նպատակն է՝ տեխնածին թափոնների հիման վրա հումքային բովախառնուրդի բաղադրության մշակումը, որի արդյունքում հնարավոր է մեծացնել բովախառնուրդի էներգետիկ պոտենցիալը և դրահաշվին իջեցնել թրծման էներգածախսերը և միևնույն ժամանակ ապահովել հիմնական կլինկերային միներալների օպտիմալ քանակի առաջացումը:

Առաջադրված նպատակի իրագործման համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- ցեմենտի արտադրության համար ԼՂՀ-ի հումքային բազայի և տեխնածին թափոնների հետազոտությունը,

- հիմնական կլինկերային միներալների անհրաժեշտ քանակությամբ սինթեզի համար հումքային բովախառնուրդի մշակումը և քիմիական բաղադրության օպտիմալ բնութագրերի հետազոտությունը,
- հումքային բովախառնուրդի և ածխի թափոնների ֆիզիկաքիմիական ազդեցության հետազոտությունը,
- օգտագործվող թափոնների հաշվարկի արդյունքով կազմված հումքա-խառնուրդից ստացված ցեմենտի որակական բնութագրերի հետազոտությունը,
- պորտլանդցեմենտի ստացման տեխնոլոգիական սխեմայի ներկայացումը, ցեմենտի արտադրության ժամանակ տեխնածին թափոնների օգտագործման տնտեսական արդյունավետության գնահատումը:

<u>Հետազոտության մեթոդիկան:</u> Հետազոտությունները կատարվել են քիմիական, ապարաբանական, ռենտգենաֆազային, դիֆերենցիալ-թերմիկ և ֆիզիկամեխանիկական եղանակներով:

<u>Աշխատանքի գիտական նորույթը:</u>

- Տեսականորեն հիմնավորված և գործնականորեն ապացուցվել է կրաքարային թափոններից, սուլֆիդային պղնձահանքի հարստացման գործարանի թափոնակույտային «պոչերից», ածուխների հարստացման «պոչերից» բաղկացած հումքային 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 հումքախառնուրդից 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 հավասարակշռայինին մոտ պայմաններում սիլիկատագոյացման գործընթացի ավարտի պահին:
- Հումքի ոչ ավանդական աղբյուրների օգտագործմամբ հնարավորություն է ստեղծվում ակտիվացնել կլինկերի առաջացման ֆիզիկաքիմիական պրոցեսները, առավելապես յուրացնել կալցիումի օքսիդը՝ հեղուկ ֆազայի քանակի ավելացման և դրա մածուցիկության նվազեցման հաշվին, արդյունքում սինթեզվում է բարձր ակտիվությամբ ցեմենտային կլինկեր:

<u>Աշխատանքի գործնական նշանակությունը:</u> Հետազոտվել և հիմնավորվել է տեխնածին, այդ թվում՝ ածխահարստացման թափոնների՝ որպես պորտլանդցեմենտային հումքախառնուրդի բաղադրիչներ օգտագործելու հնարավորությունը:

Լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքներով բացահայտվել է, որ տեխնածին թափոնները հումքախառնուրդի արժեքավոր բաղադրիչներն են, որոնք հնարավորություն են տալիս ակտիվացնել ցեմենտի արտադրության հիմնական պրոցեսները և ապահովել CEM I 32,5N/ ПЦ 400 Д0 դասի պորտլանդցեմենտի կայուն թողարկումը:

Պորտլանդցեմենտային կլինկերի արտադրության համար հումքային 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^3 գազ, 1մ^3 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):

<u>Պաշտպանության ներկայացվում են:</u>

- 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 ֆիզիկաքիմիական առանձնահատկու-թյունները:
- Ստացված ցեմենտի որակական բնութագրերի որոշումը:
- Ցեմենտի արտադրության առաջարկվող տեխնոլոգիական սխեմայի օգտագործման մոտավոր տնտեսական արդյունավետության գնահատումը:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը: Գիտական դրույթների, եզրակացությունների և առաջարկությունների հավաստիությունն ու հիմնավորվածությունը հաստատվում են. փորձարարական հետազոտությունների նշանակալի ծավալով, հետազոտման տարբեր մեթոդների օգտագործման ժամանակ բացահայտված հարաչափերի զուգամիտությամբ, 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»-ում: Փորձարկումների ակտը ներկայացված է ատենախոսական աշխատանքում:

Հետազոտության արդյունքների նախապատրաստվածությունը:

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):

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունը ներկայացնում է աշխատանքի արդիականությունը, նպատակն ու խնդիրները, հետազոտության մեթոդիկան, գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը, պաշտպանության ներկայացված դրույթները, հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը, հետազոտության արդյունքների նախապատրաստվածությունը, ատենախոսության հրապարակումները, ինչպես նաև աշխատանքի կազմը և ծավալը:

Առաջին գլուխը նվիրված է ատենախոսության էությանն ու բովանդակությանը վերաբերող համաշխարհային գրականության աղբյուրների ամփոփմանն ու վերլուծությանը: Մեր օրերում ցեմենտ կարելի է արտադրել ինչպես խոշոր, այնպես էլ մինի (փոքրածավալ) գործարաններում: Մինչև 300 տ/օր սահմանված հզորությամբ ցեմենտի գործարանները համարվում են մինի (փոքրածավալ) գործարաններ:

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

Հումքային բազայի նպատակային փոփոխությունը, ի հաշիվ տեխնածին հումքի օգտագործման, ցեմենտի արտադրության վերակառուցման անկյունաքարն է: Ներկայում նույնիսկ ամենաառաջադեմ արտասահմանյան ընկերությունները ցեմենտի նոր արտադրություն նախագծելիս ավելի շատ կենտրոնանում են տարբեր արդյունաբերական թափոնների օգտագործման վրա: Մարտավարական խնդիրների լուծումներից մեկը կարող է դառնալ տվյալ տարածաշրջանի տեխնածին թափոնների վերամշակմամբ մինի գործարաններում արտալանցեմենտի արտադրություն կազմակերպելու հնարավորությունը:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է ցեմենտի արտադրության մեջ հումքային նյութ ծառայող կարբոնատային և կավային ապարատեսակների, ինչպես նաև այլ բնական հումքերի, արդյունաբերական թափոնների ու խարամների որոշ տեսակների ուսումնասիրմանը:

Կարբոնատային ապարատեսակներն են՝ կրաքար, խեցեքար-կրաքար, կավիճ, կրակավային կրաքար, կրակավ, դոլոմիտային և կարբոնատային-կավային, կրաքարային կազմ ունեցող մետամորֆային և նստվածքային լեռնային ապարներ: Կավային ապարներից ցեմենտի արտադրության մեջ կիրառում են ավազակավը, կավը, լյոսը, կավային թերթաքարը և լյոսանման ավազակավը: Ցեմենտի արտադրության մեջ կիրառում են հիմնականում դյուրահալ կավերը, ինչպես նաև արգիլիտները, կավային թերթաքարերը, ավազակավերը և այլն, որոնց պիտանիությունը հիմնականում որոշվում է քիմիական կազմով:

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

<u>Երրորդ գլուխ</u> նվիրված է ելակետային բաղադրիչների ընտրությանը, բնութագրերի համալիր ֆիզիկաքիմիական ուսումնասիրությանը և դրանց կիրառման արդյունավետությանը: Մինչ օրս պորտլանդցեմենտի կլինկերի արտադրության համար որպես հումք 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 հումքային խառնուրդներից, որոնք սովորաբար պարունակում են կարբոնատային, ալյումասիլիկատային բաղադրիչներ և շտկող հավելանյութեր:

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 մի շարք հետազոտություններ:

Աղյուսակ 1-ում բերված են կրաքարերի փորձանմուշների քիմիական վերլուծության արդյունքները:

Աղյուսակ 1

Կրաքարերի փորձանմուշների քիմիական վերլուծության արդյունքներ

□% ըստ զանգվածի□

N	Փորձանմուշ	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	TiO_2	Na_2O	K_2O	Շ.Կ.+խոն.	SO_3
1	Կրաքար N 1	0,53	0,70	54,90	-	0,05	հետքեր	հետքեր	0,007	-	43,58	-
2	Կրաքար N 2	0,15	0,80	55,55	-	0,07	հետքեր	հետքեր	0,003	-	43,18	-
3	Կրաքար N 3	0,75	0,65	54,92	-	0,12	հետքեր	հետքեր	0,004	-	43,30	-

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 միջնաշերտեր և օոլիթներ:

Այս կրաքարը ներկայացնում է միջին և մանրահատիկ, որոշ հատվածներում ծակոտկեն, երբեմն՝ խոշոր բյուրեղային կառուցվածքով ապար, պարունակում է լիառատ միկրոֆաունա և մանրաշերտու կլորացված գոյացումների տեսքով օրգանական մնացորդներ (ջրիմուռներ): Երկաթի հիդրօքսիդի առկայության պատճառով որոշ հատվածներում գունավորումը տեղ-տեղ բծավոր և զոլավոր դեղնա-կարմրավուն, երկաթայնացված է:

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:

Դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ կրաքարի լիարժեք դիսոցումը կատարվում է 960^0C ջերմաստիճանի դեպքում: Կարբոնատի՝ որպես արտանդցեմենտային հումքային խառնուրդի բաղադրիչ, ռեակցիոն ունակությունը որոշվում է բազմաթիվ գործոններով՝ բյուրեղային կառուցվածքով, հանքային կազմությամբ, դիսպերսությամբ, խառնուկների առկայությամբ և այլն: Մաքուր կալցիտի դիսոցման ջերմաստիճանը կարող է տատանվել 812-ից 928^0C-ի սահմաններում՝ կախված $CaCO_3$–ի հատիկների չափերից, $CaCO_3$-ի մեջ CaO-ի լուծելիությունից, ցանցի արատավորությունից և այլն:

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:

Միներալ ապարաբանական հետազոտման, ռենտգենաֆազային և քիմիական վերլուծության են □աղյուսակ 2□ ենթարկվել Խրամորդ գյուղից □փորձանմուշ № 1□, Աղդամ քաղաքից □փորձանմուշ № 2□ և Խնաբադ գյուղից □փորձանմուշ № 3□ վերցված փորձանմուշները:

Հետազոտված կավերը հիմնականում նույնն են նաև կավային միներալների բաղադրակազմով: Կարևորագույն

կավային միներալներն են՝ արգևահողի ջրային սիլիկատները՝ կաոլինիտ $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$, հալուազիտ $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ $4H_2O$, հիդրոփայլարները, մոնտմորիլոնիտ $Mg(OH)_4[Si_4O_8(OH)_2]$ nH_2O, որոնց քանակական հարաբերության մասին կարելի է մոտավոր պատկերացում կազմել: 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):

Աղյուսակ 2

Կավերի քիմիական բաղադրակազմը

№	Փորձանմուշ	Պարունակություն, (% ըստզանգվածի)										
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	TiO_2	Na_2O	K_2O	Շ.Կ+խոն.	SO_3
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

Կատարվեցին կավերի №1 փորձանմուշի դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծությունները: Ռենտգենաֆազային և դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ կավի ամբողջական հալում կատարվում է 1180^0C ջերմաստիճանում: Կավային հումքի ռեակցիոն ունակությունը իջեցված է դրանում առկա հատիկային բյուրեղային քվարցի պատճառով:

Տարբեր տեսակի վերլուծությունների արդյունքները, ինչպես նաև ֆիզիկա-մեխանիկական բնութագրերը և կողմնորոշիչ պաշարները ցույց են տվել, որ Խրամորդ գյուղի հանքավայրերում հետազոտվող կավերը կարող են որպես հումք օգտագործվել ցեմենտի արտադրության համար:

Արդյունքներն ընդհանրացնելով եզրահանգում ենք, որ տարբեր հանքավայրերի կավերն 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:

Արդյունաբերության մեջ ցեմենտի արտադրության ճյուղերում կարող են օգտագործվել բազմատեսակ երկրորդական արտադրանքներ՝ մետաղագործական

արդյունաբերության թափոններ, նեֆելինային, միակալցիումային և բոքսիտային շլամներ, էլեկտրաջերմաֆոսֆորային խարամներ և հանքահարստացման արդյունաբերության թափոններ, այրվող թերթաքարերի և տարբեր ածուխների մոխիրներ և այլն: Դրահետմեկտեղ հատուկ ուշադրության են արժանի այն նյութերը, որոնք կարող են փոխարինել հազվագյուտ երկաթ պարունակող շտկող հավելանյութերին: Ուսնեցած տվյալները վերաբերում են տեխնածին արտադրանքների օգտագործմանը, բնական փոխարինողների մասին տեղեկությունները գրականության մեջ քիչ են: Արդյունաբերական թափոնների օգտագործումը կարող է նպաստել էներգիայի զգալի խնայողությանը:

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, քիմիական (աղյուսակ 3) և ֆազային բաղադրակազմով թարմ (ԹՊ) և պչեամբարից (ՊՊ) վերցված «պչեր»-ի նմուշները իրարից գրեթե չեն տարբերվում և պատկանում են սուլֆիդային պիրիտային պչերի շարքին:

Կատարվել են «պչեամբարից պչեր»-ի փորձանմուշների դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծություն: Դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ «պչեամբարից պչեր»-ի լիարժեք դիսոցում կատարվում է 1165°C ջերմաստիճանի դեպքում:

Աղյուսակ 3

Դրմբոնի հարստացման գործարանի «պչեր»-ի փորձանմուշների քիմիական բաղադրակազմը

Փորձա-նմուշ	Պարունակություն, % ըստզանգվածի					
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Շ.Կ+խտնավ.
ՊՊ	71,0	6,2	2,8	0,9	10,82	7,8
ԹՊ	69,50	7,62	2,33	0,99	9,79	7,50

Երբ նախատեսվի Մաղավուզի ածխի հանքավայրի շահագործումը, ածխի հարստացման անհրաժեշտություն կստեղծվի, որի արդյունքում կառաջանան հարստացման պչեր, որոնք իրենցից ներկայացնում են ցածր կալորիականությամբ ածուխներ:

Ածխի հարստացման պչերի (ԱՀՊ) մոխրի քիմիական բաղադրակազմը բերված է աղ.4-ում: Ածխի հարստացման պչերն ունեն 8374…12560 կՋ/կգ կալորիականություն:

Աղյուսակ 4

№	Պարունակությունը, % ըստզանգվածի

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	Ծ.Կ.
ԱՀՊ	17,2	18,3	5,0	2,4	2,4	1,00	0,045	4,1	0,8	0,3	2,0	46,6

Ածխի հարստացման պչեր (ԱՀՊ) մոխրի քիմիական բաղադրակազմը

Ածխային հանքավայրերի երկրաբանահետախուզական համառուսաս-տանյան գիտահետազոտական ինստիտուտի (ВНИГРИУголь) կողմից կատարված քիմիատեխնոլոգիական ուսումնասիրությունները տվել են հետևյալ արդյունքները՝ քարածուխը պատկանում է Ж («յուղալի») և К («կոքսացող») տեսակի բարձր կերպափոխված ածուխներին 40% միջին մոխրայնությամբ և 22751 կՋ/կգ կալորիականությամբ, անալիտիկ խոնավության պարունակությունը (W^a) միջինը կազմում է 9,6%, ընդհանուր ծծմբի պարունակությունը (S^d_t) միջինը կազմում է 2,15%, թունավոր տարրերի պարունակությունը գտնվում է քլարկի սահմաններում:

Մոխրի ֆազային կազմությունը կարևոր գործոն է, որն ազդում է տարրերի արդյունավետ ալկալահանման վրա: Ռենտգենաֆազային վերլուծությունը մոխրի մեջ ցույց է տվել ամորֆ ֆազի առկայությունը, α-քվարցի, սիլիմանիտի $Al_2O_3xSiO_2$ կամ մուլիտի $3Al_2O_3x2SiO_2$ տիպի ալյումասիլիկատներ:

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

Կատարվել են ածխի հարստացման պչերի (ԱՀՊ) մոխրի փորձանմուշների դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծություններ:

Դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ածխի հարստացման պչերի (ԱՀՊ) մոխրի այրումը կատարվում է 1010°C ջերմաստիճանում:

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

Այսպիսով ԼՂՀ-ի տարածքն ունի պորտլանդցեմենտի արտադրության համար անհրաժեշտ կրաքարային և կավային ելանյութերի բավարար պաշարներ, ինչպես նաև հումքային խառնուրդների շտկման համար պահանջվող տարբեր հավելանյութեր (ֆլոտացիոն, գրավիտացիոն պչեր և ածուխ):

Հումքային բովախառնուրդի կազմի հաշվարկի հիման վրա կարելի է որոշել ելանյութերի այնպիսի հարաբերակցություն, որի դեպքում ապահովվում է պահանջվող

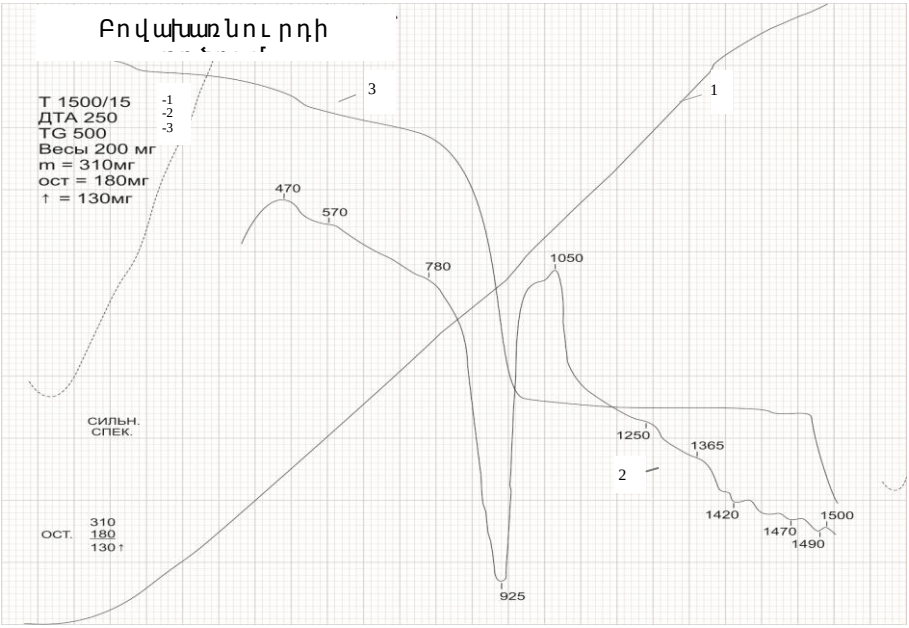
բնութագրերով պորտլանդցեմենտային կլինկեր ստանալու համար անհրաժեշտ խառնուրդի քիմիական բաղադրակազմը:

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

Սիլիկատային մոդուլը տատանվում է n=1,7…3,5-ի սահմաններում: Արգնահողի մոդուլը տատանվում է p=1…3-ի սահմաններում: Հագեցման գործակցի արժեքը փոփոխվում է KH=0,85…0,95-ի սահմաններում:

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

Ելնելով հումքային խառնուրդի դիֆերենցիալ-թերմիկ վերլուծության (ԴԹԱ) արդյունքներից (նկ.1), ակնհայտ է, որ փորձանմուշի զանգվածի կորուստները գրեթե ավարտվում են 1050^{0}C ջերմաստիճանում, այսինքն կրաքարի տարալուծումից և CaO-ի առաջացումից հետո: 1250...1500^{0}C ջերմաստիճանային միջակայքում դիտվում է մի քանի էվտեկտիկաներ $CaO-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$ համակարգում, այդպիսով կլինկերագոյացումը սկսվում է արդեն 1250^{0}C ջերմաստիճանից:



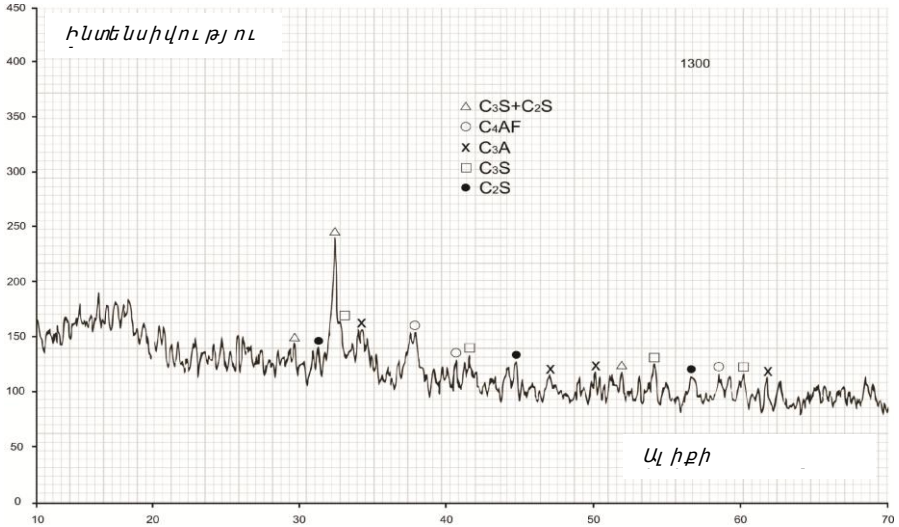
Նկ.1 Հումքային խառնուրդի (բովախառնուրդի) դիֆերենցիալ - թերմիկ
վերլուծության կորեր (ԴԹԱ)

Կատարվել է պատրաստված հումքային խառնուրդի (բովախառնուրդ) թրծում 1300°C, 1350°C, 1400°C և 1450°C ջերմաստիճաններում: Ստացված կլինկերները այնուհետև մանրացվել և հետազոտվել են ռենտգենաֆազային վերլուծության միջոցով:

Ռենտգենագրերը վերլուծելով կարելի է եզրակացնել, որ ալիտի C_3S ամենամեծ քանակություն գոյանում է 1300°C (նկ.2) ջերմաստիճանում, 1350°C-ում դրա քանակը նվազում է, 1400°C-ում բարձրանում է, իսկ 1450°C-ում կրկին նվազում է:

Միներալագոյացման պրոցեսների հետազոտումը կատարվել է դիֆերենցիալ-թերմիկ և ռենտգենաֆազային վերլուծությունների եղանակներով, որոնք ցույց տվեցին, որ թրծման ջերմաստիճանի բարձրացումը 900°C-ից մինչև 1200°C, հանգեցնում է բելիտի ռեֆլեքսի ակտիվացման զգալի աճին, և ռենտգենագրի վրա հայտնվում է գալիս ալիտին բնորոշ ռեֆլեքս:

Միներալագոյացման պրոցեսի գումարային արագությունը նմանատիպ համակարգերում որոշվում է պինդ ֆազաներում ընթացող ռեակցիաների արագությամբ, որը կախված է հալույթի առաջացման առաջին էվտեկտիկ ջերմաստիճանից (~1280°C) և միներալագոյացման արագությունից:



Ընդհանուր առմամբ, բովախառնուրդի մեջ ալյումասիլիկատային տեխնածին բաղադրիչի ավելացումը բարձրացնում է խառնուրդի ռեակցիոն ունակությունը և արագացնում է պինդ ֆազաներում ռեակցիաները, ինչը թույլ է տալիս ավարտել կլինկերի թրծումը ավելի ցածր՝ 1300°C ջերմաստիճանում:

Հումքային բովախառնուրդի տաքացմամբ միներալագոյացման հետազոտման արդյունքները հնարավորություն են տալիս հանգել որոշակի ընդհանուր եզրակացություններ: Ալյումասիլիկատային բաղադրիչների և կալցիումի կարբոնատի ջերմային դիսոցումը թրծման ժամանակ առաջացնում է գոյացած օքսիդների փոխազդեցություն, ինչից նոր միացություններ են գոյանում (միջանկյալ կամ վերջնական): Դրա իրականացման համար անհրաժեշտ է բյուրեղացման կենտրոնների (նոր ֆազի սաղմեր) ձևավորում և միայն էվտեկտիկ կետին հասնելուց հետո հեղուկ ֆազի ձևավորում՝ ալիտի սինթեզի համար: Դրանից ելնելով, մեր կողմից մշակված հումքային խառնուրդից ալիտի առավել շատ քանակություն գոյանում է 1300°C ջերմաստիճանում, իսկ ազատ CaO չի հայտնաբերվել: Մինչև 1350°C ջերմաստիճանի հետագա բարձրացման դեպքում ալիտի զգալի չափով վերաբյուրեղացման հաշվին մեծանում է հեղուկ ֆազայի մածուցիկությունը, իսկ ավելի վաղ ձևավորված երկկալցիումական սիլիկատը ունակ է կայունացնել դրա ցանցերը կալցիումի օքսիդի ավելցուկով, ինչը կարող է նպաստել ազատ կրի յուրացման և ալիտի գոյացման պրոցեսի

դանդաղեցմանը: Երկկալցիումական սիլիկատի խտացված ցանցի մեջ CaO-ի մոլեկուլների դիֆուզիայի դժվարությունների պատճառով ազատ CaO-ի (ազատ կրի) պարունակությունը կազմում է 2,5% (ըստ զանգվածի): Դրա հետևանքով ալիտի քանակը 1350°C ջերմաստիճանում նվազում է: 1400°C ջերմաստիճանում հեղուկ ֆազայի մածուցիկությունը փոքրանում է և ազատ կրի յուրացումը մեծանում է, ինչը բերում է դրա պարունակության նվազման մինչև 2% (ըստ զանգվածի) և ալիտի քանակի որոշակի բարձրացման: Ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը մինչև 1450°C կրկին բերում է ալիտի վերաբյուրեղացմանը և հեղուկ ֆազայի մածուցիկության մեծացմանը, ազատ կրի վատ յուրացմանն ու դրա պարունակության աճին մինչև 2,5% և ալիտի քանակի նվազեցմանը:

Հաշվարկված բաղադրակազմով մեր կողմից պատրաստվել է հումքային խառնուրդ, որը մամլվել է գլանների մեջ և 1300°C ջերմաստիճանի տակ թրծվել մուֆելային վառարանում՝ հալոցների մեջ, 60 րոպե տևողությամբ: Ցեմենտի շաղկապման ժամկետների կարգավորման համար կլինկերային մանրաղացվածքին ավելացվել իք 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 փորձա-նմուշների բնութագրերը հետազոտվել են «Հորիզոն 95» ՍՊԸ-ի լաբորատո-րիայում համաձայն ՀՀ Կառավարության N1136-Ն որոշման և ГОСТ 30515-2013 պետական ստանդարտների (աղյուսակ 5):

Ցեմենտի փորձարկումը բետոններում, որոնք ունեն հետևյալ բաղադրությունը՝ ցեմենտ-400 կգ/մ^3, քվարցային ավազ-850 կգ/մ^3, բազալտային խիճ-880 կգ/մ^3, ջուր-225 լ/մ^3 (առանց սուպերպլաստիկատորի) և 180 լ/մ^3 («Mapefluid N200», Mapei սուպերպլաստիկատորով, Իտալիա, ցեմենտի զանգվածի 0,5%-ի չափով, այսինքն 2 լ/մ^3), ցույց է տվել, որ առանց հավելանյութի բետոնի ամրությունը սեղմման ժամանակ 7 օրեկան հասակում 20,4 ՄՊա է, 28 օրեկան հասակում՝ 29,1 ՄՊա (բետոնի դասը B 20), իսկ հավելանյութով բետոնը սեղմման ժամանակ 7 օրեկան հասակում ունի 25,3 ՄՊա ամրություն, 28 օրեկան հասակում՝ 32,8 ՄՊա (բետոնի դասը B 25):

Ելնելով վերը ներկայացվածից՝ ԼՂՀ բնական և տեխնածին հումքի հիման վրա հնարավոր է առանց հանքային հավելանյութերի CEM I 32,5N/ ПЦ 400 Д0 դասի պորտլանդցեմենտի ստացում:

Աղյուսակ 5

Ստացված ցեմենտի տեխնիկական բնութագիրը

Բնութագիրը	Նորմատիվ ՀՀ	Միջին փաստային

	Կառավարության N1136-Ն որոշում, ГОСТ 30515-2013	արժեքը
Աղացվածքի մանրությունը (մնացորդը №008 մաղի վրա), %	նորմավորված չէ	12,2
Տեսակարար մակերևույթը, սմ^2/գ	նորմավորված չէ	3000
Իրական խտություն, գ/սմ^3	նորմավորված չէ	3,17
Լցվածքային խտություն, գ/սմ^3	նորմավորված չէ	1,315
Ծաղկեցման 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
Ամրության սահմանը		
Ճռման 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

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

<u>Չորրորդ գլուխը</u> նվիրված է հումքային բովախառնուրդի բաղադրության մեջ ածուխ պարունակող բաղադրիչ

ավելացնելու դեպքում դրա հատկությունների փոփոխման ուսումնասիրությանը:

Պորտլանդցեմենտի արտադրությունը մինի գործարաններում բաղկացած է հետևյալ գործողություններից. 1. հումքային նյութերի հանույթ, 2. հումքային նյութերի ջարդում, աղում, խառնում և հատիկավորում, 3. հատիկավորված հումքային խառնուրդի թրծում վառարանում (կլինկերի ստացում), 4. կլինկերի նուրբ աղում հավելումներով (ցեմենտի ստացում):

Ցեմենտի մինի գործարաններում որտեղ տեղադրված են հորանային վառարաններ ջերմային էներգիայի ծախսը հիմնականում կազմում է 4184...4602,4 կՋ/կգ:

Ցեմենտի մինի գործարանում հումքային խառնուրդի բաղադրության մեջ ածխի հարստացման «պոչերի» ներմուծմամբ հաշվարկված հումքային խառնուրդով արտադրությունը կազմակերպելիս կիսաչոր եղանակով թրծման համար ջերմության տեսակարար ծախսը կլինկերի 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^3 գազ, կամ 0,023...0,030 կգ կոքս (ածուխ):

Հորանային վառարաններով ցեմենտի մինի գործարաններում որպես վառելիք կարելի է օգտագործել հարստացված ածուխ: Այրման ժամանակ առաջացող մոխիրը կարող է լցանյութ հանդիսանալ բետոններում:

Հումքի համալիր օգտագործման կարևորությունը կարելի է դիտարկել մի քանի տեսանկյուններից: Առաջինը՝ թափոնների օգտահանմամբ 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 ակամածախսերը, որոնք կապված են թափոնների պահեստավորման և դրանց համար պահեստների շինարարության և շահագործման հետ, պակասում են ջերմության և էլէկտրաէներգիայի ծախսերը, թափոնների տեխնոլոգիական որոշակի պատրաստվածության հաշվին ավելանում է սարքավորումների արտադրողականությունը:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Ընդհանրացվել է ցեմենտի փոքրածավալ արտադրության մինի գործարանների տեխնիկական փորձն ու տնտեսական մեխանիզմի առանձնահատկությունների վերլուծությունը: 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 պորտլանդցեմենտի 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՝ Դրմբոնի սուլֆիդային պղնձի հանքաքարի ֆլոտացիոն հարստացման գործարանի պչամբարի և Մաղավուզի հանքավայրի ածխի հարստացման «պչեր»-ը: Ընդ որում, ածխային մասը հումքախառնուրդում 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 հումքային խառնուրդից, պորտլանդցեմենտի կլինկերի ստացման տեխնիկական հնարավորությունը: Քիմիական անալիզի և ռենտգենաֆազային հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ հաշվարկված հումքախառնուրդից 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 հավասարակշռայինին մոտ պայմաններում սիլիկատագոյացման պրոցեսների ավարտի պահին: Լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքներով պարզվել է, որ տեխնածին թափոնները հումքախառնուրդի արժեքավոր բաղադրիչներ են, որոնք հնարավորություն են տալիս ակտիվացնել ցեմենտի արտադրության հիմնական

պրոցեսները և ապահովել CEM I 32,5N/ПЦ 400 Д0 դասի պորտլանդցեմենտի կայուն թողարկումը:

4. Հումքային խառնուրդի առաջարկված բաղադրակազմի դեպքում պորտլանդցեմենտային կլինկերի արտադրությունն ընթանում է ավելի ցածր ջերմաստիճաններում, ինչը բերում է վառելիքի ծախսի էական կրճատման՝ արտադրությունը դարձնելով լուրջ էներգախնայողական: Արդյունքում 1 տոննա ցեմենտի արտադրության մեջ խնայվում է միջինը 20 $մ^3$ գազ, իսկ 1$մ^3$ գազի արժեքը 136 դրամ կազմելու պարագայում դաբերում է 2720 դրամ խնայողության: Սանշանակում է, որ տարեկան 100 հազ տոննա ցեմենտի արտադրության դեպքում գազի խնայողությունը կկազմի 272 մլն դրամ: Կազմվել է մինի գործարանի մշակված հումքային բովախառնուրդով պորտլանդցեմենտի ստացման տեխնոլոգիական սխեմա:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները և արդյունքները հրատարակված են հետևյալ աշխատանքներում

1. 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. Ереван-2013.N1(16). с 94-100.
2. 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. Ереван-2013.N2(16). с 83-88.
3. 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. С-П, 25-28 июня 2013. с 451-456.
4. Փայտյան Տ.Ա. Մոդուլային տիպի ցեմենտի գործարաններ//ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ. Երևան, 2014.-Հ.1(52). էջ 202-207.
5. Փայտյան Տ.Ա. Ցածր էներգատարությամբ ցեմենտի ստացման եղանակ//Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրաբեր (ՀՃԱԼ). Երևան, 2014.-Հ.11 N2. էջ 295-297.
6. Сафарян А.М., Саркисян Т.М., Пайтян Т.А. Техногенные отходы как сырье для производства строительных материалов//Вестник НПУА. Ереван-2016. N1 с 88-97.
7. Սաֆարյան Ա.Մ., Փայտյան Տ.Ա. Մինի գործարանում պորտլանդցեմենտի արտադրության տեխնոլոգիա//ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ. Երևան, 2017.-Հ.4(67). էջ 175-182.

ПАЙТЯН ТАТЕВИК АШОТОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НАГОРНО-КАРАБАХСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА НА МИНИ ЗАВОДЕ

РЕЗЮМЕ

Проанализирована и обобщена практика производства цемента на мини заводах, особенности экономического механизма действия этих предприятий; представлены главные направления их развития, основанные на принципах снижения расхода используемого природного сырья, показана целесообразность приближения такого производства к основным потребителям, что позволит снизить расходы на транспортировку и обеспечит данный регион новыми рабочими местами. Одним из основных направлений развития цементной промышленности является снижение энергозатрат на производство клинкера путем применения различных технологических и топливосодержащих отходов.

В связи с отдаленностью территории Нагорно-Карабахской Республики (НКР) от производителей цемента в Республике Армения и большими затратами на перевозку цемента автотранспортом, актуальным становится вопрос о возможности производства цемента в НКР на мини заводе. С этой целью были проведены исследования сырьевой базы НКР. Основными носителями оксида кальция в портландцементных сырьевых смесях являются породы, содержащие карбонат кальция. В составе сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера доля карбонатного компонента достигает 70…75%, поэтому цементные заводы, как правило, размещаются вблизи месторождений карбонатных пород. Определяющее значение карбонатного сырья при выборе сырьевой базы цементного завода заключается еще и в том, что эти породы не размещены повсеместно: например, в НКР неглубокое их залегание, удобное для разработки, приурочено, фактически, к структурно-геологическим районам из имеющихся в пределах республики.

В известняке Ванкасарского карьера в северном борте практически отсутствуют посторонние включения. Реакционная способность карбоната, как компонента портландцементной сырьевой смеси, определяется многими факторами: кристаллической структурой, минералогическим составом, дисперсностью, наличием примесей и т.д. Результаты дифференциально-термического анализа показывают, что полная диссоциация известняка происходит при температуре 960°C. В качестве техногенного сырья для производства цемента рассматривались отходы различных обогатительных предприятий на территории НКР. У с. Дрмбон в НКР действует флотационная обогатительная фабрика сульфидной медной руды. По своему элементному, силикатному и фазовому составу пробы отвальных «хвостов» могут быть отнесены к сульфидным пиритным продуктам. Дифференциально-термический анализ показывает, что полная диссоциация хвостов Дрмбоновской флотационной обогатительной фабрики происходит при температуре 1165°C.

Кроме этого, планируется строительство угольной обогатительной фабрики Магавузского месторождения. Хвосты обогащения углей имеют калорийность 8374…12560 кДж/кг. Результаты дифференциально-термического анализа

показывают, что спекание «хвостов» происходит при температуре 1010°С. Предварительная оценка пригодности сырья для цементного производства может производиться с учетом следующих условий: сырье должно быть доступным и транспортабельным; помимо удовлетворительного валового химического состава и минимального содержания вредных примесей, сырье должно обладать высокой химико-минералогической однородностью, что обеспечит стабильность технологического процесса и свойств готового продукта; реакционная способность сырья должна быть высокой, позволяющей интенсифицировать процесс обжига клинкера; материал должен характеризоваться по возможности наиболее низкой температурой образования достаточного количества расплава, что облегчит реакцию алитообразования за счет ускорения диффузионных процессов, проходящих через расплав, понижая тем самым энергоемкость этой стадии процесса. Таким образом, территория НКР располагает сырьем для производства цемента: известняком и глиной, а также различными добавками для корректировки сырьевой смеси: хвостами флотации, гравитации и угля.

На основе результатов исследований была разработана, приготовлена и подвергнута обжигу сырьевая смесь (шихта) которая содержала (в весовых частях): известняк-отходы камнедобычи и камнеобработок Ванкасарского карьера–73,5; хвосты обогащения углей Магавузского месторождения–22,45; «хвосты» Дрмбоновской флотационной обогатительной фабрики сульфидной медной руды–15,88 и имела КН-0,91, n-2,38 и p-1,45. Был произведен обжиг рассчитанной сырьевой смеси при температурах 1300^{0}С, 1350^{0}С, 1400^{0}С и 1450^{0}С. Полученные клинкеры были измельчены и исследовались с помощью рентгенофазового анализа. Анализируя рентгенограммы можно заключить, что наибольшее количество C_3S–алита образуется при температуре 1300^{0}С, свободное СаО не обнаружено. Физико-механические исследования показали, что при добавлении 3% гипса к помолотому клинкеру получается портландцемент класса СЕМ I 32,5N/ ПЦ 400 Д0. Бетоны на основе данного цемента соответствовали классам: В20-без добавления пластификатора и В25-с добавлением пластификатора «Mapefluid N200» в количестве 0,5% от массы цемента.

При организации производства на мини цементном заводе по рассчитанной сырьевой смеси, удельный расход тепла на сушку и обжиг по сухому способу на уровне 3766…4184 кДж/кг клинкера (температура обжига 1300^{0}С), т.е. экономится 627,6…920,5 кДж/кг тепла или 0,018…0,021 м^3 газа. В среднем на 1 т цемента экономится 20 м^3 газа, при стоимости 1 м^3 газа 136 драм экономия составляет 2720 драм. При производстве цемента 100000 т/г экономия только за счет газа составит 272000000 драм.

Для производства цемента в НКР единственно возможно вариантом является строительство современного цементного мини завода. Таким образом, организация производства цемента на мини заводах (кроме выше приведенного) позволит во-первых, эффективно решать проблему локального дефицита цемента в конкретном регионе, и во-вторых регион обеспечивается множеством новых рабочих мест на долгие годы вперед.

PAYTYAN TATEVIK ASHOT

INVESTIGATION OF THE REPUBLIC OF NAGORNO-KARABAKH RAW MATERIAL BASIS FOR THE PRODUCTION OF CEMENT AT A MINI MILL

SUMMARY

The practice of cement production at mini mills, and the peculiarities of the economic mechanism of operation of those enterprises are analyzed and generalized. The main trends of their development based on the principles of decreasing the expenditure of the used natural raw materials are introduced, the expedience of bringing such production closer to the main consumer is shown. It will allow to reduce transportation expenses and will provide the given region with new work places. One of the main development trends of cement industry is the reduction of power expenses on the production of clinker by applying various technological and fuel-containing wastes.

In connection with the remoteness of the Republic of Nagorno-Karabakh **(**NKR) territory from the cement producers in Republic of Armenia and huge expenses on the transportation of cement by vehicles, the issue on the possibility of producing cement in NKR at a mini mill becomes urgent. That is why, investigations of the NKR raw materials base are carried out. The main carriers of calcium oxide in Portland Cement raw mixtures are rocks containing calcium carbonate. As part of the raw mix for the production of Portland Cement clinker, the proportion of the carbonate component reaches 70...75%, therefore cement plants are usually located near deposits of carbonate rocks. The problem of selection of the raw material base of the cement plant is also in the fact that these rocks are not located everywhere: for example, in the NKR, their shallow bedding, convenient for development, is, in fact, confined to the structural geological regions of the republic.

In the limestone of the Vankasar quarry, there are practically no extraneous inclusions on the Northern side. The reactivity of the carbonate as a component of the Portland Cement raw meal is determined by many factors. They are: crystal structure, mineralogical composition, dispersity, presence of impurities, etc. The results of differential thermal analysis show that complete dissociation of limestone occurs at a temperature of 960°C. As a technogenic raw material for the production of cement, waste from various enrichment enterprises in the territory of the NKR was considered. At Drmbon in the NKR there is a flotation beneficiation factory of sulphide copper ore. According to their elemental, silicate and phase composition, the samples of the dumping "tailings" can be referred to sulphide pyrite products. Differential-thermal analysis shows that the complete dissociation of the Drmbon tailings of the flotation beneficiation factory takes place at a temperature of 1165°C.

In addition, the construction of a coal-processing plant of the Magavuz deposit is planned. Coal dressing tailings have a calorific value of 8374...12560 kJ/kg. The results of differential thermal analysis show that sintering of "tails" occurs at a temperature of 1010°C.

Preliminary assessment of the suitability of raw materials for cement production can be made taking into account the following: raw materials should be affordable and transportable; except for a satisfactory gross chemical composition and a minimum content of harmful impurities, the raw material must have a high chemical-mineralogical homogeneity, which will ensure the stability of the technological process and the properties of the finished product; the reactivity of the raw materials must be high, which makes it possible to intensify the clinker burning process; the material should be characterized by possibly the lowest temperature of formation of a sufficient amount of melt, which will facilitate the ality formation reaction due to the acceleration of diffusion processes passing through the melt, thereby lowering the energy intensity of this stage of the process. Thus, the territory of the NKR has raw materials for the production of cement: limestone and clay, as well as various additives to adjust the raw mix: tails of flotation, gravity and coal.

Based on the investigation results, the raw mix (burden) was developed, produced and roasted which contained (in weight parts) limestone-wastes of stone extraction and stone treatments of the Vankasar quarry–73,5; tailings of the coal beneficiation of the Maghavuz deposit–22,45, “tails” of the Drmbon flotation beneficiation factory of sulphide copper ore – 15,88, and had KH-0,91, n-2,38 and p-1,45. The calculated raw mix was roasted at temperatures 1300^0C, 1350^0C, 1400^0C and 1450^0C. The obtained clinkers were ground and investigated by the X-ray phase analysis. By analyzing the X-ray images, it can be concluded that the biggest amount of C_3S-alite is formed at temperature 1300^0C, free CaO is not found. The physical and mechanical investigation has shown that at adding 3% gypsum to the ground clinker, Portland Cement of class CEM I 32,5N/ПЦ 400 Д0 is obtained. The concretes based on the given cement corresponded to the classes: B20-without adding a plasticiser, and B25–adding the plasticiser “Mapefluid N200”, in the quantity 0,5% of the cement mass.

At organizing the production at a mini mill of cement on the calculated raw mix, the specific heat consumption on drying and roasting according to the dry method at the level 3766…4184 kJ/kg of clinker (temperature of roasting 1300^0C), i.e. 1627,6…920,5 kJ/kg of heat or 0,018…0,021 m^3 of gas is saved. On the average, 20 m^3 of gas can be saved for 1 t of cement. At the cost of 136 drams for 1m^3 of gas, the economy amounts to 2720 drams. At producing cement of 100000 t/year, the economy amounts to 272000000 drams due only to gas economy.

The only possible variant for producing cement in NKR is the construction of a modern mini mill of cement. Thus, the organization of the cement production at a mini mill (apart from the above mentioned one) will allow firstly to efficiently solve the problem of local deficiency of cement of a certain region, and secondly, the region will be provided with numerous new work places for a long time in future.