ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՄԱՋԻԴ ՓՈՒՐՄՈՂԱԴԱՄ

ԻՐԱՆԻ ԲՆԱԿԱՆ ԵՎ ՄՈԴԻՖԻԿԱՑՎԱԾ ՑԵՈԼԻՏՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐԱԿԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

ԻԴ.04.01-«Երկրաբանապահպանություն» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МАДЖИД ПУРМОГАДАМ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ИРАНА

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

24.04.01 – «Геоэкология»

Ереван – 2013

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝

երկրաբանա-հանքաբան. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ.Գևորգյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխնիկական գիտությունների դոկտոր Գ. Ալավերդյան

երկրաբանական գիտ. թեկնածու, դոցենտ Շ. Խաչատրյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2013 թվականի մայիսի 17-ին ժամը 14^{30}
ԵՊՀ-ում գործող ԲՈՀ-ի Երկրագիտության 005 մասնագիտական խորհրդում
Հասցեն՝ 0025, Երևան, Ալեք Մանուկյան 1

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքվել է 2013թ. ապրիլի 15-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝ Մ.Ա.Գրիգորյան

Тема диссертации утверждена в Ереванском государственном университете

Научный руководитель:

доктор геолого.-минерал. наук, профессор Р. Геворкян

Официальные оппоненты:

доктор технических наук Г. Алавердян

кандидат геологических наук, доцент Ш. Хачатрян

Ведущая организация Институт общей и неорганической химии НАН РА

Защита диссертации состоится -17-го майя 2013 года в 14^{30} часов на заседании

Специализированного совета Науки о Земле 005 ВАК-а, действующего в

Ереванском государственном университете.

Адрес: 0025, Ереван, ул. Алек Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан 15 апреля 2013 года

Ученый секретарь специализированного совета

кандидат геолого.-минералогических. наук, доцент М.А.Григорян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

<u>Թեմայի արդիականությունը</u>

Իրանի Իսլամական Հանրապետության գյուղատնտեսական նշանակության հողատարածքները կենցաղային աղբով և անօրգանական պարարտանյութերով երկարամյա պարարտացման հետևանքով հողերը հարստացել են մի շարք ծանր մետաղներով և վնասակար միացություններով:

Իրանում գոյություն ունեն նաև բազմաթիվ ձկնաբուծական ձեռնարկություններ, անասնապահական ֆերմաներ, թռչնաբուծական ֆաբրիկաներ և արդյունաբերական ձեռնարկություններ, որոնք իրենց հերթին նույնպես առաջացնում են բնապահպանական խնդիրներ:

Ներկայումս շատ զարգացած երկրներում, ինչպիսիք են ԱՄՆ, Ճապոնիան, Ռուսաստանը գյուղատնտեսությունում և անասնապահության մեջ օգտագործում են բնական ցեոլիտներ: Ցեոլիտները, շնորհիվ իրենց ներքին կառուցվածքի, ցուցաբերում են իոնափոխանակիչ և կլանիչ հատկություններ, ինչը թույլ է տալիս նրանց օգտագործել որպես, ջրավազանների մաքրման ֆիլտրեր տարբեր նպատակների համար:

Իրանում հայտնի են երկու տասնյակից ավելի ցեոլիտների հանքավայրեր, որոնք երբեք չեն դիտարկվել, որպես արդյունաբերական, գյուղատնտեսական կամ անասնապահական նշանակության հումք: Այս առումով արդիական խնդիր է ուսումնասիրել Իրանի բնական և մոդիֆիկացված ցեոլիտների արդյունաբերական կիրառման հեռանկարները:

<u>Աշխատանքի նպատակը</u>

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել Իրանի բնական և մոդիֆիկացված ցեոլիտների արդյունաբերական կիրառման հեռանկարները:

<u>Աշխատանքի խնդիրները</u>

1. Ուսումնասիրել Իրանի՝ Սեմնանի (Աֆթար), Անելյան Ատրպատականի (Միյանե) և Դամավենդի (Հեսարեբն ու Զարին Դաշտ)

ցեոլիտների հանքավայրերի միներալոգիական-պետրոգրաֆիական և երկրաքիմիական առանձնահատկությունները:

2. Կատարել բնական ցեոլիտների բյուրեղային կառուցվածքի ձևափոխություններ և սինթեզվելու են կլանիչ ու իոնափոխանակիչ հատկություններով նոր ցեոլիտային միներալներ, որոնք կօգտագործվեն կոնկրետ նպատակների համար:

3. Ուսումնասիրել բնական և նրանց հիմքի վրա մոդիֆիկացված ցեոլիտների երկրաբնապահպանական նշանակությունը՝ ներառելով արդյունաբերական կեղտաջրերի, գյուղատնտեսական, անասնապահական թափոնների և ձկնաբուծական ջրավազանների մաքրման բնագավառները:

<u>Ուսումնասիրման առարկան, փաստացի նյութը և կատարման մեթոդիկան</u>

Ուսումնասիրվել են Իրանի բնական ցեոլիտների երեք՝ Սեմնանի (Աֆթար), Անելյան Ատրպատականի (Միյանե) և Դամավենդի (Հեսարեբն ու Զարին Դաշտ) հանքավայրերից շուրջ 200 նմուշներ:

Կատարվել են բոլոր նմուշների պետրոգրաֆիական, միներալոգիական, հատիկաչափական, քիմիական, ֆիզիկա-քիմիական, ջերմածանրաչափական, ռենտգեն-ֆլուրեսցենտ, և ռենտգեն-ստրուկտուրային անալիզներ և տվյալների վիճակագրական վերլուծություն: Արդյունաբերական կեղտաջրերում և ձկնաբուծական ավազաններում ատոմա-աբսորբցիոն (ICP-MS) եղանակով որոշվել են ամյակի և ծանր մետաղների պարունակությունները:

<u>Պաշտպանվող գիտական դրույթներ</u>

- Հաստատվել է, որ ըստ Si/Al հարաբերության, ներքին կառուցվածքի առանձնահատկությունների Իրանի բնական ցեոլիտները պատկանում են հեյլանդիտային տիպին և ներկայացված են նատրիումական կլինոպտիլոլիտի տեսքով:
- Ապացուցված է, որ հիդրոթերմալ մշակման պայմաններում կլինոպտիլոլիտը հիմնովին փոխում է բյուրեղային կառուցվածքը՝ վերածվելով այլ տիպի ցեոլիտների՝ նատրոլիտի, անալցիմի, մերլիոնիտի և կանկրինիտի,

որոնք իրենց իոնափոխանակիչ և կլանիչ հատկություններով գերազանցում են բնական կլինոպտիլոլիտին:

- Ուսումնասիրվել և հաստատվել է, որ ամոնիակի և ծանր մետաղների հեռացման և վնասազերծման համար ամենաարդյունավետը Դեմավանդի ցեոլիտներն են:
- Պարզվել է, որ ձկնաբուծական ջրավազաններում ցեոլիտի մանրափոշու ավելացումը ձկների կերին և ջրավազանի ջրին նվազեցնում է կարպ և կարմրախայտ ձկնատեսակների ամոնիակային թունավորումները: Նրանք առավելագույն դրական ազդեցություն են թողնում հորթերի և ճտերի աճի վրա:
- Առաջարկվել և փորձարկվել են հատուկ տեխնոլոգիաներ և ցեոլիտային ֆիլտրի մոդելներ ձկնաբուծական ավազանների մաքրման նպատակով, որոնց միջոցով ֆիլտրվում է ջուրը և ամոնիակը ամբողջությամբ հեռացվում է: Առաջարկվում է ամոնիակով կլանված ցեոլիտները հետագայում օգտագործել, որպես ազոտական պարարտանյութ:

<u>Աշխատանքի գիտական նորույթը</u>

- Երկրաբնապահպանական, գյուղատնտեսական և անասնապահական նպատակների համար ուսումնասիրվել են Իրանի բնական ցեոլիտների հանքավայրերը, որոնք դասակարգվել են ըստ կիրառական բնագավառների: Գյուղատնտեսական, անասնապահական ինչպես նաև ձկնաբուծական և թռչնաբուծական նպատակների համար լավագույն է ճանաչվել Դամավենդի (Հեսարեբն և Զարինդաշտ) կլինոպտիլոլիտային տուֆերը:
- Առաջին անգամ Դամավենդի բնական կլինոպտիլոլիտի հիմքի վրա հիդրոթերմալ եղանակով սինթեզվել են նոր միներալային տեսակներ՝ կանկրինիտ, մերլիոնիտ և նատրոլիտ, որոնք իրենց իոնափոխանակման և կլանման հատկություններով գերազանցում են բնական կլինոպտիլոլիտին:
- Առաջարկված և առաջին անգամ գյուղատնտեսությունում կիրառված են որպես պարարտանյութ Դամավենդի բնական կլինոպտիլոլիտը և նրա ձևափոխված տարատեսակները :

- Առաջին անգամ իրանական առանձին ձեռնարկություններ ցեոլիտները օգտագործել են անասնապահությունում որպես անասնակեր, իսկ ձկնաբուծական ջրավազաններում՝ ծանր մետաղների և ամոնյակի հեռացման ֆիլտրեր:

<u>Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը</u>

- Աշխատանքի արդյունքները կարող են օգտագործվել գյուղատնտեսությունում, հողերի պարարտացման, ինչպես նաև նրանցում ծանր մետաղների պարունակությունների նվազեցման նպատակներով:
- Ցեոլիտները կարող են օգտագործվել անասնապահությունում՝ որպես անասնակեր, իսկ ձկնաբուծությունում՝ իբրև կեր և ջրավազաններում առաջացող ազոտական միացությունների հեռացման կլանիչներ:
- Առաջարկվող ցեոլիտային միներալների տարատեսակները նվազեցնում են ձկների մահացության աստիճանը և նպաստում ջրավազաններում ջուրը երկարատև թարմ պահելուն: Ցեոլիտները, որոնք կիրառվում են ջրերի ամոնիակազերծման նպատակով հետագայում կարելի է օգտագործել որպես ազոտական պարարտանյութ:
- Աշխատանքում առաջարկված գործնական տեխնոլոգիաները և ստացված արդյունքները արդեն ներդրվել են Իրանական մի քանի ձկնաբուծական ձեռնարկություններում: Սեփականատերերի պատվերով ատենախոսության հեղինակի խմբի կողմից ջրավազանների մաքրման նպատակներով արդեն 3 տարի է կիրառվում են ցեոլիտային հիմքի վրա պատրաստված ֆիլտրեր:

<u>Աշխատանքի ծավալը և կառուցվածքը</u>

Աշխատանքը կատարվել է ԵՊՀ Աշխարհագրության և Երկրաբանության ֆակուլտետի մինեալոգիայի, պետրոլոգիայի և երկրաքիմիայի ամբիոնում: Ատենախոսությունը կազմված է առաջաբանից, **4** գլուխներից, և եզրակացությունից, պարունակում է **122** էջ, **32** աղյուսակ, **94** գծագիր և **99** օգտագործված գրականության անվանում: Աշխատանքը շարադրված է անգլերեն լեզվով:

Երախտագիտություն

Հեղինակն իր խորին շնորհակալությունն է հայտնում գիտական ղեկավար, պրոֆեսոր Ռ. Գ. Գևորգյանին, միներալոգիայի, պետրոլոգիայի և երկրաքիմիայի ամբիոնի մասնագետներին աշխատանքի պատրաստման ընթացքում մշտական քննարկումների և աջակցության համար:

Հեղինակն իր երախտագիտությունն է հայտնում՝ Իրանի Քանսարան Բինալուդի լաբորատորիայի, Թեհրանի ռեգիոնալ ջրային վարչության, Թեհրանի համալսարանի քիմիական լաբորատորիայի, Իրանի օգտակար հանածոների մշակման և հետազոտման կենտրոնինի ինչպես նաև Շիլաթ կազմակերպության մասնագետներին:

Աշխատանքի համառոտ բովանդակությունը

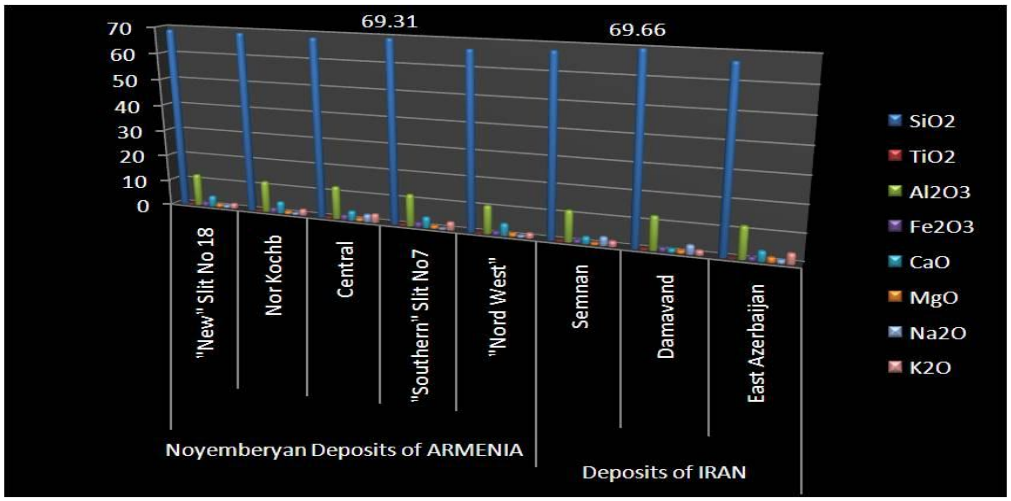
Առաջաբանում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են հետազոտության առարկան, նպատակներն ու խնդիրները, տեսական, մեթոդաբանական, տեղեկատվական հիմքերը, գիտական նորույթը. ձևակերպված են ստացված գիտական արդյունքների, տեսական և գործնական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնադրույթները:

Առաջին գլխում մանրամասն վերլուծվել է գրականության նյութերը: Բերված են նախկինում կատարված աշխատանքների արդյունքները և հիմնավորված են սույն ատենախոսական աշխատանքի կատարման անհրաժեշտությանը:

Նախկինում կատարված ուսումնասիրությունները հիմնականում նվիրված են արդյունաբերական և ռադիոակտիվ կեղտաջրերի մաքրման և պահեստավորման խնդիրներին, այս նպատակների համար Իրանական ցեոլիտների երկարամյա հետազոտողներ՝ Հ. Քազեմյանը (2000, 2003, 2010), Մ.Ֆագիհյանը (1998, 2004) և Է.Նեժադին (1987, 1999, 2008) օգտագործել են հիմնականում Սեմնանի հանքավայրի ցեոլիտակիր տուֆերը, քանի որ դրանք լավ ուսումնասիրված են եղել: Այնինչ Իրանում կան երկու տասնյակից ավելի այլ հանքավայրեր, որոնք ուսումնասիրված չեն և հայտնի չեն դրանց որակական հատկությունները: Դրանցից մեկը Դամավենդի հանքավայրերի խումբն է:

Երկրորդ գլուխում ուսումնասիրությունները նվիրված են Դամավենդի շրջանի էոցենի հասակի Քարաջի հաստվածքի հրաբխանստվածքային ապարների հաշվին առաջացած ցեոլիտակիր ապարների նյութական կազմի և իոնափախանակիչ հատկությունների պարզաբանմանը: Նախկինում Դամավենդի ցեոլիտները հետաքրքություն չեն ներկայացրել ցեոլիտային միներալների ցածր պարունակությունների պատճառով: Այս ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ Դամավենդի ցեոլիտները չնայած ցեոլիտային միներալների ավելի պակաս քանակությանը ցուցաբերում են մի շարք ֆիզիկա-քիմիական հատկություններ, որոնք թույլ են տալիս դրանք կիրառել մի շարք ոլորտներում:

Աշխատանքում մանրամասն նկարագրված են Դամավենդի, ինչպես նաև Իրանի մյուս հանքավայրերի ցեոլիտակիր ապարների միներալա-պետրագիաֆիական առանձնահատկությունները, երկրաքիմիական կազմը և ծագումաբանությունը: Համեմատվել են նաև Իրանի (Սեմնանի, Դեմավենդի, Արևելյան Ատրպատականի) և Հայաստանի (Նոյեմբերյանի) ցեոլիտների հանքավայրերը: Արդյունքները ներկայացված են նկար 1-ում:

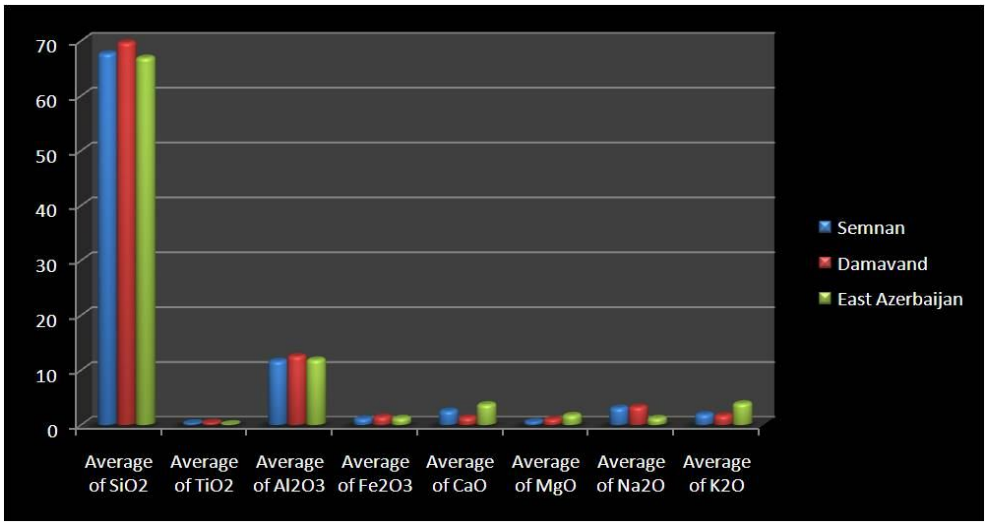


Նկ. 1 Իրանի և Հայաստանի ցեոլիտների քիմիական կազմի համեմատությունը

Ինչպես երևում է գծագրից, որում ներկայացված է Իրանի երեք և Նոյեմբերյանի հինգ տեղամասերի ցեոլիտային հանքավայրերի անալիզների արդյունքները, որոնք մատնանշում են, որ SiO_2 քանակությունը Իրանի

Դամավենդի միներալների կազմում 69.66% է, իսկ Հայաստանի Նոյեմբերյանի հանքավայրում SiO_2-ի պարունակությունը 69.31% է, ինչ վերաբերվում է Al_2O_3-ի քանակություններին, ապա երկուսի դեպքում էլ գրեթե նույնն են:

Դամավենդի հանքավայրում ցեոլիտների պարունակությունը Սեմնանի համեմատ ավելի ցածր է (65%): Սակայն ի տարբերություն մյուս հանքավայրերի այստեղ ցեոլիտները ներկայացված է հեյլանդիտային խմբին պատկանող նատրիումական կլինոպտիլոլիտով (Na-CL), որում սիլիցիումի օքսիդի քանակը ավելի պակաս է ինչը պայմանավորում է սրանց իոնափախանակման ավելի բարձր ընդունակությունը: Բացի դրանից Դամավենդի ցեոլիտները հեշտ հարստացվում են, իսկ հանքավայրը շահագործման տեսանկյունից ավելի նպատսավոր լեռնատեխնիկական պայմաններում է գտնվում:

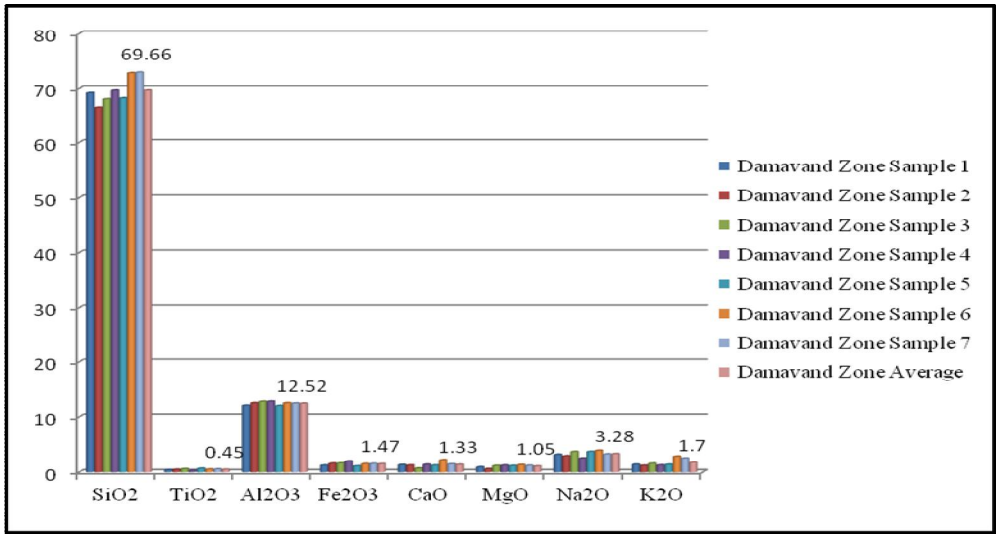


Նկ 2. Սեմնան, Արևելյան Ատրպատական և Դամավենդի հանքավայրերերի ցեոլիտների քիմիական կազմի համեմատությունը

Երրորդ գլուխը նվիրված է Դամավենդի բնական ցեոլիտների բյուրեղային կառուցվածքի ձևափոխությանը և արդյունքների քննարկմանը: Լաբորատոր պայմաններում Դեմավանդի բնական կլինոպտիլոլիտային տուֆերի հիմքի վրա, նրանց բյուրեղային ցանցի ձփափոխությունների շնորհիվ ստացվել են նոր տիպի ցեոլիտային միներալներ, որոնց նույնականացումը կատարվել է նորագույն ռենտգեն-կառուցվածքային և էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ:

Ուսումնասիրությունների համար ընտրվել են Դեմավադի ցեոլիտային տուֆերը, քանի որ նրանցում ի տարբերություն մյուս հանքավայրերի ցեոլիտային

միներալների քանակը ավելի պակաս է (65%): Հատուկ տեխնոլոգիաների օգնությամբ դրանցից հնարավոր է ստանալ մինչև 95% մաքրության ցեոլիտային մոնոմիներալներ: Որից հետո հիդրոթերմալ մշակման պայմաններում ոչ միայն կարելի է ստանալ 100% մաքրության ցեոլիտներ այլև սինթեզել ցանկացած ֆիզիկա-քիմիական պարամետրերով նորերը:



Նկ. 3 Դամավենդի հանքավայրերի ցեոլիտների նմուշների քիմիական կազմը

Քիմիական անալիզների արդյունքների համաձայն՝ Դամավենդի միներալների կազմում գերակշռում է SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, Na_2O համապատասխանաբար 69.66, 0.45, 12.52, 1.47, 3.28 միջ. արժեքներով:

Աշխատանքում մանրամասն նկարագրված են օգտագործված ցեոլիտների նյութական կազմը, ֆիզիկա-քիմիական պարամետրերը, մանրամասն նկարագրված են նաև ներքին կառուցվածքը, փորձարկումների ընթացքն ու ֆիզիկա-քիմիական պայմանները:

Սինթեզվել են կանկրինիտ, մերլիոնիտ և անալցիմ միներալները: Կանկրինիտն ու անալցիմը ձևավորվել են միաժամանակ, դա պայմանավորված է նրանով, որ երկու միներալների համար անհրաժեշտ են միանման ֆիզիկա-քիմիական պայմաններ: Չնայած դրանք ձևավորվել են միևնույն ֆիզիկա-քիմիական պայմաններում սակայն ունեն տարբեր իոնափոխանակման և կլանիչ հատկություններ: Ամենամեծ կլանման և իոնափոխանակման հատկությունն ունի

կանկրինիտը, ապա անալցիմն ու մերլիոնիտը: Նույն հաջորդականությամբ փոքրանում են դրանց խոռոչների տրամագծերը (աղ.1):

Աղյուսակ 1

Դամավենդի բնական կլինոպտիլոլիտից սինթեզված միներալների հատկությունները

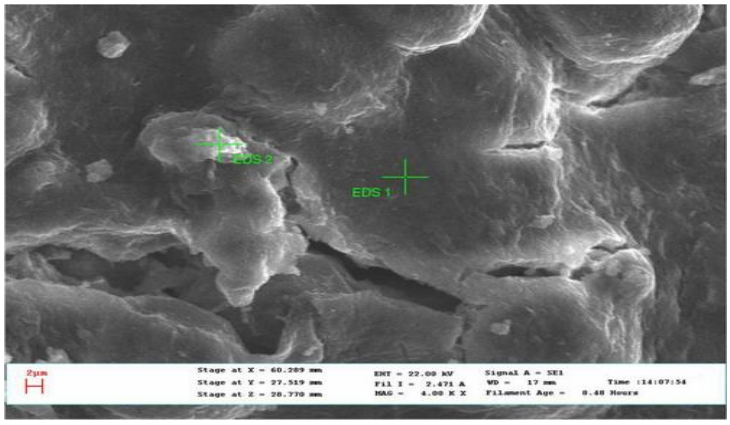
	Կլինոպտիլոլիտ	**Անալզիմ**	**Կանկրինիտ**	**Մերլինոիտ**
Քիմիական բանաձևը	**$(Ca,Na,K)_2$-$3Al_3$ $(Al,Si)_2$ $Si_{13}O_{36}.12H_2O$**	**$Na_2Al_2Si_4O_{12}.2H_2O$**	**$(Na,Ca)_8(Al_6Si_6O_{24})(CO_3,SO_4)_2.2H_2O$**	**$(K,Na)_5(Ca,Ba)_2Al9Si_{23}O_{64}.23H_2O$**
Բյուրեղային համակարգը	մոնոկլինալ	տրիկլինալ	Հեգզագոնալ	օրթոռոմբային
Գույնը	սպիտակ, անգույն, կարմրավուն, վարդագույն, դեղին	սպիտակ, անգույն, մոխրագույն, դեղին, կարմիր	սպիտակ, կանաչ, մոխրագույն	սպիտակ, անգույն
Տեսքը	ապակենման	ապակենման	ապակենման, մարգարտանման, յուղային	ապակենման
կոշտություն	3.5-ից 4	5-ից 5.5	5-ից 6	4.5
Խտությունը	2.15 գ/սմ^3	2.271 գ/սմ^3	2.49 գ/սմ^3	2.2 գ/սմ^3
Հիմնական տարրերը	Al, Ca, H, O, Si	Al, H, Na, O, Si	Al, C, H, Na, O, Si	Al, Ca, H, K, O, Si
Կիրառությունը	ծանր մետաղներով և ազոտական միացություններով Աղտոտված հողերի և ջրերի մաքրում,	Քիմիական զտիչ, Ցեմենտի արտադրության միներալային հավելանյութ	Հողի մակերեսին կախյալ վիճակում գտնող թունաքիմի-կատների կլանում	ուսումնասիրված չէ

Միներալների ֆազային անցումները պայմանավորված են սիլիցիում-թթվածնային տետրաէդրերում Si/Al հարաբերության փոփոխությամբ:

Կանկրինիտից մերլիոնիտին անցնելիս նվազում է Al-ի քանակը (կանկրինիտ-Si/Al=0.96, անալցիմ-Si/Al=1.32, մերլիոնիտ- Si/Al = 2.47), արդյունքում

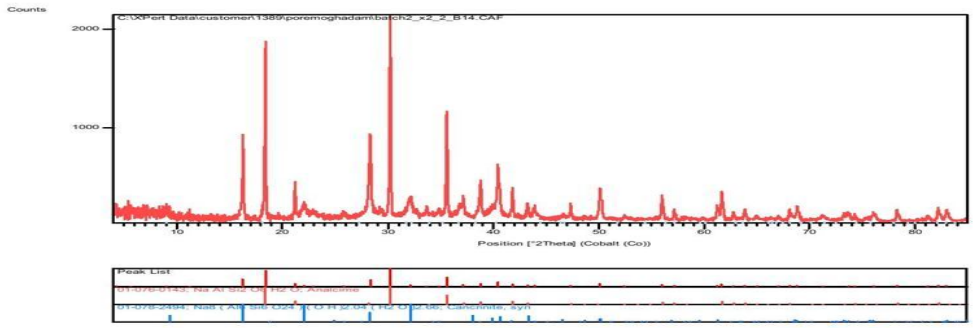
փոքրանում է իոնափոխանակման հատկությունը: Ալյումինիումի նվազումը բերում է ցեոլիտի ջերմա և թթվա կայունության բարձրացմանը:

Համաձայն գրական տվյալների, Հայաստանի բնական կլինոպտիլոլիտի նույն պայմաններում ջերմաքիմիական և հիդրոթերմալ (NaOH լուծույթներով) մշակման շնորհիվ ստացվել են այլ միներալային համագոյակցություններ, որոնք անցնում են մեկը մյուսի հետևյալ հաջորդականությամբ՝ **կլինոպտիլոլիտ →մորդենիտ→ժիսմոնդին→ֆիլիպսիտ→հարոնիտ→անալցիմ→սանիդին→ հիդրոսոդալիտ→ հիդրոկանկրինիտ:** Ուրիշ միներալներ են ստացվել Na-Cl–ի առկայության պայմաններում՝ **անալցիմ→Na-հարոնիտ→Na-շաբազիտ→Na-ֆոժազիտ**: Սիլիկատային միներալների մեծ բազմազանություն է ստացվել KOH լուծույթով մշակման ժամանակ, ընդ որում յուրաքանչյուր շարքում ոչ թե մեկ այլ մի քանիսը միաժամանակ:



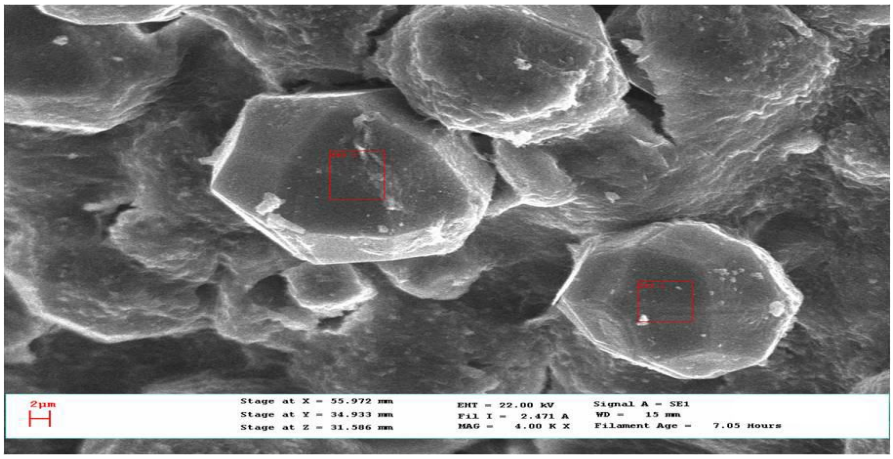
Նկ. 4 Դամավենդի բնական ցեոլիտ՝ նախքան կառուցվածքային ձևափոխության և հիդրոթերմալ մշակման ենթարկելը

Կլինոպտիլոլիտի կայունությունը ալկալային լուծույթներում հիմնականում պայմանավորված է լուծույթների խտությամբ և ջերմաստիճանով, ժամանակն ու ճնշումը երկրորդական են:



Նկ. 5 Կանկրինիտի ռենտգենոկառուցվածքային պատկերը

Կլինոպտիլոլիտից սինզացված կանկրինիտի նմուշի (XRD) ռենտգեն-կառուցվածքային պատկեր, որը ցույց է տալիս կանկրինիտի առաջացումը՝ 8 մոլ NaOH և 10% ամոնիակի պայմաններում:



Նկ. 6 Սինթեզված անալցիմի պատկերը

SEM էլեկտրոնային մանրադիտակով՝ 400X, N2 նմուշից սինթեզված բյուրեղների և իդիոմորֆ անալցիմի բյուրեղների պատկերը՝ NaOH-ի և ամոնիակի ազդեցությամբ սինթեզված բյուրեղներ:

Չորրորդ գլխում բերված են Իրանի բնական և մոդիֆիկացված ցեոլիտների **արդյունաբերական** կիրառման հնարավորությունները ձկնաբուծությունում, գյուղատնտեսությունում, անասնապահությունում և արդյունաբերական կեղտաջրերի մաքրման գործում:

Ցեոլիտի միջով ֆիլտրացվող հեղուկի ծախսը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով

$$Q = \frac{K_p A \Delta P}{\mu \Delta L}$$

որտեղ՝ Q - ֆիլտրացվող հեղուկի ծախսը, սմ^3/վ, մ^3/վ, մ^3/ժամ

K_p - նյութի թափանցելիության, գործակիցը, սմ^2

A- ֆիլտրացիայի մակերեսը, սմ^2

ΔL - ֆիլտրացիայի ճանապարհի երկարությունը, սմ

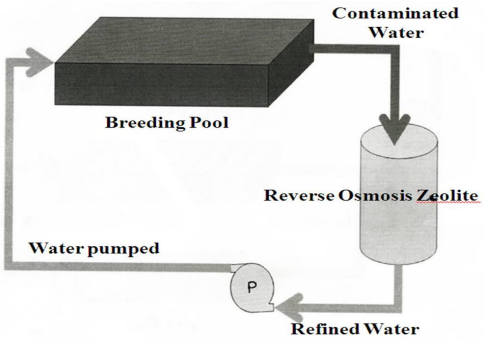
ΔP - ճնշման անկումը (0,1Па), որը իրենից ներկայացնում է ΔL ճանապարհի մուտքի և ելքի ճնշումների տարբերությունը

μ -հեղուկի մածուցիակության դինամիկ գործակիցը ($0{,}1 Па \cdot$ վ)

Առաջարկվում են այունաձև, խողովակավոր և արկղավոր, ծայրամասային խցավոր, կասկադավոր խցավոր կառուցվածքի ֆիլտրեր (նկ.7):

ա) Այունաձև ֆիլտրը՝ կազմված է գլանաձև մետաղական կամ պոլիէթիլենային խողովակից, որում լցված է հատիկավոր (0.25-1.0մմ) ցեոլիտ: Ավազանի ջուրը բաց է թողնվում խողովակի միջով, ապա պոմպի օգնությամբ կրկին ետ մղվում ջրավազան:

ա) Այունաձև ֆիլտր

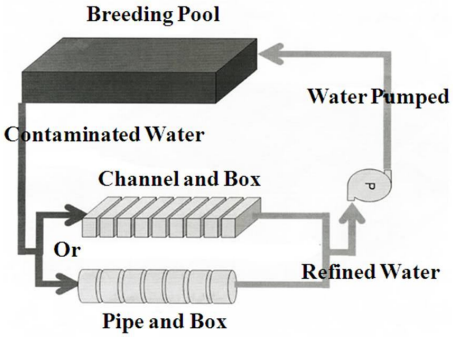


բ) Խողովակավոր և արկղավոր ֆիլտրեր՝

Այս տիպի ֆիլտրերը պատրաստված են միմյանց զուգահեռ հորիզոնական դիրքով տեղադրված հատիկավոր (0.25-1.0մմ) ցեոլիտներով լցված ուղղանկյուն կամ շրջանաձև արկղիկներից: Արկղերը իրար միմյացվում են զուգահեռ միմիանցից 10սմ հեռավորության վրա: Արկղերի միջև տարածությունը թողնվում

է ազատ: Ջուրը բաց է թողնվում ֆիլտրի միջով և պոմպի օգնությամբ նորից ետ մղվում ջրավազան:

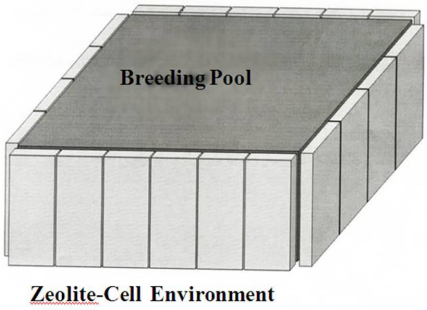
բ) Խողովակավոր և արկղավոր ֆիլտր



գ) Պատվարային ֆիլտր `

Հատիկավոր (0.25-1.0մմ) ցեոլիտներով լցված ուղղանկյուն զուգահեռանիստ արկղիկները դասավորվում են ջրավազաններում և պարբերաբար փոխարինվում են նորերով: Նախորդների համեմատ այս եղանակը քիչ արդյունավետ է, բայց տնտեսապես շահավետ, քանի որ շրի ջրշանառության համար էլեկտրաէներգիա չի ծախսվում:

գ) Պատվարավոր Ֆիլտր

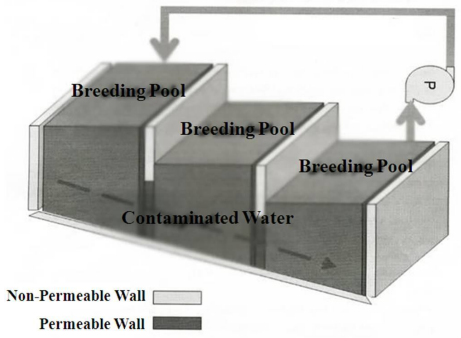


դ) Կասկադավոր ֆիլտր `

Ջրավազանը կազմված է թեքության որոշակի անկյուն ունեցող տարբեր մակարդակներով ջրավազաններից, որոնք միմիանցից բաժանված են ցեոլիտային պատերով, վերջին ջրավազանից ջուրը մշտապես վերադարձվում է առաջին ավազան: Ցեոլիտային պատերի միջով ջրի անցումը ապահովում է նրանց գրեթե ամբողջական ամոնիակազերծումը:

Օգտագործված ֆիլտրերը հետագայում կարող են կիրառվել որպես ազոտական պարարտանյութ:

դ) Կասկադավոր ֆիլտր



Նկ.7 ,ա,բ,գ, դ,Ձկնաբուծական ավազանների մաքրման ֆիլտրերը

Բոլոր ֆիլտրները աշխատում են հատուկ P-պոմպի օգնությամբ, որը վերադարձնում է ջուրը ավազան և թույլ է տալիս աշխատել կրկնվող ցիկլերի տեսքով:

- Ձկնաբուծական ջրավազաններում արտաթորանքից և ավելցուկային կերի մնացորդների փչացման հետ կապված ջրում բարձրանում է ամոնիակի քանակը, փոխարենը նվազում է՝ թթվածինը, ինչը բացասաբար է անրադառնում ձկների առողջության վրա և պատճառ դառնում մահացության աստիճանի բարձրացմանը:

Ամոնիակի առկայությունը ջրային միջավայրում կործանարար հետևանքներ է ունենում ջրային օրգանիզմների վրա, թթվածնի աստիճանական նվազմանը զուգընթաց ջրում զարգանում են ջրիմուռները, որոնք ծածկում են ջրի մակերեսը և արդյունքում փոխվում է ջրի համը, գույնը և մի շարք այլ կենսական և ֆիզիկա-քիմիական պարամետրեր: Սեփականատերերը ջրի նեխումը կանխելու նպատակով ավելացնում են քլոր, ինչը իր հերթին բերում է քլորով թունավորումների:

Ամոնիակային թունավորումները պատճառ են դառնում ձկների իմունային համակարգի թուլացմանը և աճի նվազմանը: Թունավոր գործոնների նկատմամբ դառնում են խիստ զգայուն: Ամոնիակով թունավորման առաջին նշաններից են

ձկների անհանգստությունը, հաճախակի շնչել արտաշնչելը և ջրի երես դուրս գալը: Թունավորման նշանները ձկների մոտ սահմանափակվում են միայն ջղային երևույթներով: Ձկները ոչնչանում են առանց անզեն աչքով տեսանելի արտաքին նշաններ ցույց տալու:

Ձկների պաթոլոգիական վնասվածքների ուսումնասիրման ժամանակ, նկատվել են լյարդի, երիկամների և խռիկների դեստրոֆիաններ: Վերջիններս թեպետ կոնկրետ պաթոլոգիական ախտանիշներ չեն, բայց օգնում են բացահայտելու կորստի պատճառները: LDH և ALP ենզիմների, ինչպես նաև արյան ռոյայի բարձրացումը կարող են հանդիսանալ ամոնիակով թունավորվելու ինդիկատորներ:

Ամոնիակով թունավորված ձկները, որոնց մոտ հայտնաբերվել էին ներքին օրգանների տեսանելի փոփոխություններ մեկուսացվել են և պահվել հատակին հատիկովոր (0.25-1.0մմ) մորդենիտով լցված ջրավազանում: Մեկ ամիս պահելուց հետո ներքին օրգանների պաթոլոգիական ախտանշանները նվազել են 70%-ով: Մահացության աստիճանը 24 ժամվա կտրվածքով խիստ նվազել է:

Փորձերը ցույց են տալիս, որ կարպ ձկնատեսակի համար, այն դեպքում երբ ավազանում ամոնիակի քանակը չի գերազանցում 150 մգ/լ բավական է մեկ լիտր ջրին 10 գրամ ցեոլիտ ավելացնել և ձկների մահացվածության աստիճանը 24 ժամվա կտրվածքով հասցնել նվազագույնի, իսկ կարմրախայտ ձկան պարագայում, յուրաքանչյուր լիտրի համար պահանջվում է 15գ կլինոպտիլոլիտ ամոնիակի 25 մգ/լ պարունակության դեպքում: Փորձերը ցույց տվեցին, որ կարմրախայտ ձուկը ավելի զգայուն է ամոնիակի նկատմամբ ուստի անհրաժեշտ է ավելի շատ ցեոլիտ օգտագործել (աղ.2): Աղյուսակ 2

Կարմրախայտ և կարպ ձկնատեսակների

ամոնիակի թունավոր խտության նկատմամբ զգայնության համեմատումը

Ձկան տեսակ	Ամոնիակի թունավոր խտություն (TAN)	Ամոնիակի կլանման համար անհրաժեշտ ցեոլիտի քանակություն	Կորստի մակարդակը
կարմրախայտ	25 միլիգրամ/լիտր	15 գրամ/լիտր	0
կարպ	150 միլիգրամ/ լիտր	10 գրամ/լիտր	0

Ցեոլիտը կարևոր նշանակություն ունի նաև ձկների տեղափոխման ժամանակ, երբ քիչ քանակությաբ ջրի մեջ տեղափոխվում են մեծ քանակության ձկնատեսակներ, այսպես՝ 2000 կգ 20-25 սմ միջին երկարության ձկները հնարավոր է տեղափոխել 45000 լ ջրով, եթե տեղափոխման ժամանակ 1լ ջրին ավելացվի 40 գ հատիկավոր մորդենիտ: Կարելի է ձկների քանակը եռապատկել՝ 1լ ջրին 70գ կլինոպտիլոլիտ ավելացնելով:

Ջրավազզաններում ամոնիակի ինչպես նաև մյուս թունավոր միացույթունների քանակը իջեցնելու և ջուրը երկարատև պահպանելու նպատակով, օգտագործվել են Դեմավենդի բնական կլինոպտիլոլիտն ու մորդեննիտը, որոնք ջուրը ամոնիակից ավելի էֆեկտիվ են մաքրում, քան Սեմնանի հանքավայրի ցեոլիտները:

Ձկնաբուծական ավազանների մաքրման նպատակով առաջարկվում է չորս ցեոլիտային ֆիլտրի մոդելներ, որոնց միջոցով ֆիլտրվում է ջուրը և ամոնիակը ամբողջությամբ հեռացվում է: Ամոնիակով կլանված ցեոլիտները առաջարկվում է հետագայում օգտագործել, որպես ազոտական պարարտանյութ:

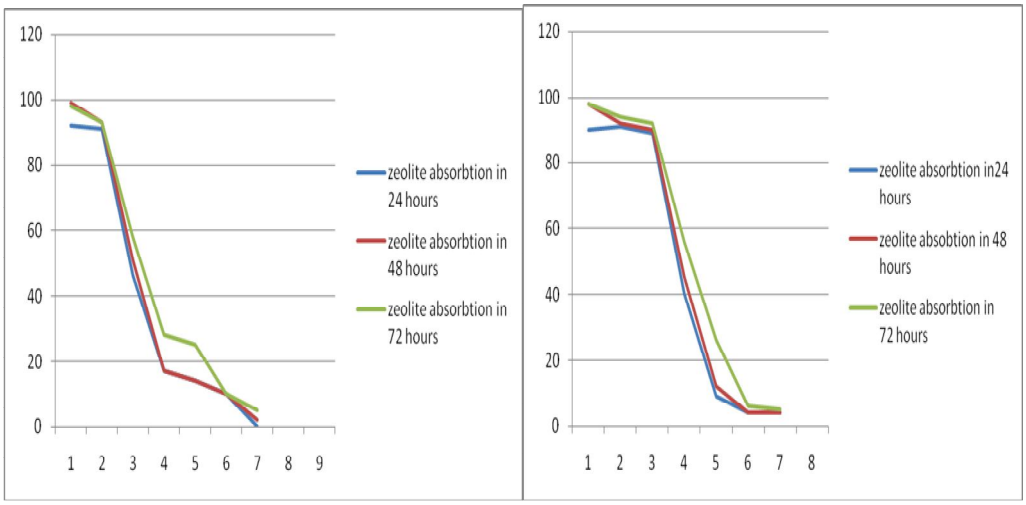
- **Արդյունաբերական կեղտաջրերի մաքրումը.**

Բազմաթիվ փորձեր են կատարվել արդյունաբերական և գյուղատնտեսական կեղտաջրերի մաքրման նպատակներով: Ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ հատուկ պատրաստված կասկադավոր և արկղավոր ֆիլտրերով հնարավոր է կեղտաջրերը մաքրել կապարից, քրոմից, կադմիումից, ցինկից, սնդիկից և նիտրատներից (նկ.8):

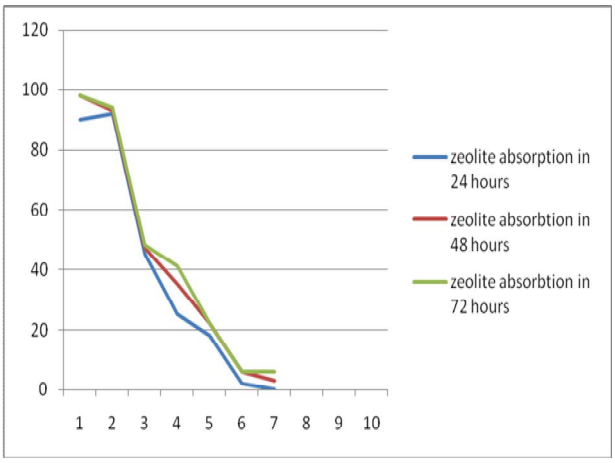
Փորձերը ցույց տվեցին, որ ցեոլիտը լավ կլանում է կապարը, կադմիումը և ցինկը, մինչդեռ մկնդեղն ու սնդիկը լավ չեն կլանվում: Հաստատվել է ցեոլիտների կողմից մետաղների կլանման հետևյալ շարքը՝ $Pb^{2+}>Cd^{2+}>Cr^{3+}>Zn^{2+}>Cr^{6+}>As^{4+}>Hg^{2+}$:

Փորձերը կատարվել են տարբեր ժամանակահատվածներում (24, 48, և 72 ժամ) և տարբեր չափի (1.0, 0.71 և 0.25մմ) ցեոլիտային նմուշներով: Պարզվում է, որ ժամանակի մեծացմանը զուգընթաց ջրային լուծույթներում նվազում են մետաղների քանակությունները: Հատիկների չափի փոքրացման հետ մեծանում է ցեոլիտի կլանման ունակությունը մկնդեղի և եռավալենտ քրոմի նկատմամբ, մինչդեռ սնդիկի դեպքում այն նվազում է

(նկ.8):

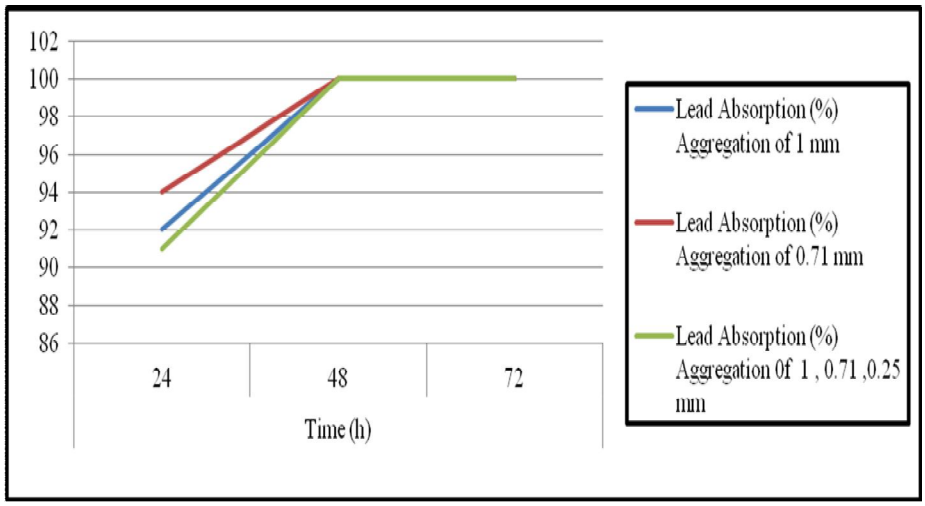


Ա Բ

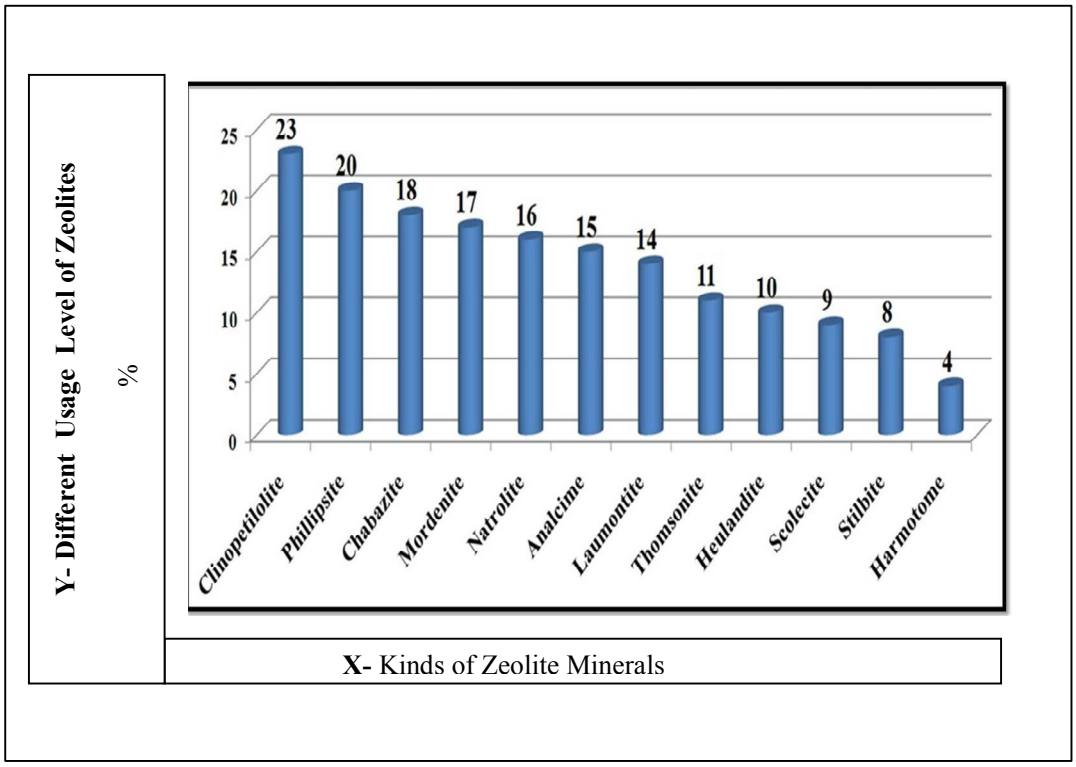


Գ,

Նկ.8. Ծանր մետաղների կլանումը ցեոլիտների կողմից ժամանակից և հատիկների չափերից կախված՝ (ա՝ 0.25մմ, բ՝ 0.71 և գ՝ 1.0մմ):



Նկ.9. Կապարի կլանումը ցեոլիտների կողմից ժամանակից և հատիկների չափերից կախված՝ (24, 48 և 72 ժամ):



Նկ. 10. Տարբեր ցեոլիտային միներալների կիրառումը արդյունաբերական կեղտաջրերի մաքրման գործում՝ արտահայտված տոկոսներով: Ակնհայտ գերակշռում է կլինոպտիլոլիտի կիրառումը ֆիլիպսիտի, շահբազիտի և մորդենիտի նկատմամբ:

- **Բնական ցեոլիտների կիրառումը որպես անասնակեր.**

Ցեոլիտները իրենց կազմում պարունակում են այնպիսի քիմիական տարրեր, որոնք օգտակար են օրգանիզմի կենսագործունեության համար (ցինկ, ֆոսֆոր, պղինձ, սելեն, բարիում, նիոբիում, մագնեզիում և այլն), այդ իսկ պատճառով դրանք կիրառում են որպես անասնակերի հավելում: Միկրոտարրերի աղբյուր լինելուց բացի, ցեոլիտները միաժամանակ կլանում են ստամոքսում առաջացող տոքսինները՝ նպաստելով ստամոքս-աղիքային տրակտի հիվանդությունների նվազմանը: Կենդանիների վրա թողնված արդյունքները ամփոփված են աղյուսակ 3-ում:

Խոչկորների, կովերի, ոչխարների և ճագարների կերի օրաբաժնին 1-6% կլինոպտիլոլիտի ավելացումը նպաստում է քաշի ավելացմանը և 25%-ով

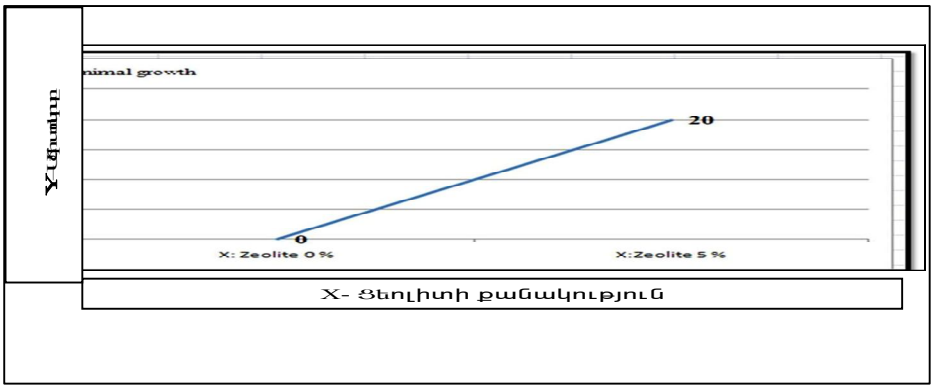
նվազեցնում է հիվանդացության աստիճանը, ինչպես նաև շուրջ 14%-ով ավելացնում է կովերի կաթնատվությունը: Բացի դա, նպաստում է այն ձագերի աննախադեպ աճին (63- 86 %), որոնց մայրերը հղիության ընթացքում սնվել են ցեոլիտ պարունակող կերով:

Աղյուսակ 3

Կենդանիների վրա ցեոլիտների ազդեցության արդյունքները

Ցեոլիտի տեսակը	Կենդանիներ	Կիրառման արդյունքները
Cp	Խոզ, ոչխար, կով, ճուտ	Քաշի ավելացում
Cp	Խոզ, ոչխար, կով, ճագար	Լուծի ուժգնության նվազում
Cp	Ոչխար	ՈՒրեայի թունավորման նվազեցում
Cp	Խոզ, ոչխար	Ամոնիակային թունավորման նվազեցում
Na-A	Ոչխար, կով	Ազատ ամոնիակի հեռացում ստամոքսից
Na-A	Ճուտ	Ձվի կեղևի ամր ացում, Dyskinesia հիվանդության նվազում
Cp	Կով	Կաթնատվության բարձրացում
Cp	Խոզ, ճագար	երկաթի անհրաժեշտ քանակի ապահովում
Mo	Խոզ, ճուտ, ոչխար, կով, թռչուններ	Պաշտպանություն ռադիոակտիվ ճառագայթումից

Կենդանիների կերին 5% ցեոլիտի ավելացման դեպքում նկատվում է՝ աճի խթանում (20%), լուծ հիվանդությամբ նվազում(նկ.6):



Նկ.8. Ցեոլիտի ավելացման դեպքում կենդանիների զանգվածի աճը

Կենդանիների կերում ցեոլիտների կիրառումը գլխավորապես պայմանավորված է օրգանիզմներին տոքսիններից պաշտպանելու անհրաժեշտությամբ:

Աղյուսակ 4-ում ներկայացված է կենդանիների վրա ցեոլիտի և այլ ալումինասիլիկատների ազդեցությունների ցանկը:

Հորթերի աճի վրա Իրանի բնական կլինոպտիլոլիտի ազդեցության մակարդակը որոշելու համար կատարվել է երկու փորձ: Արդյունքները բերված են աղյուսակ 4-ում:

Փորձերի արդյունքներից երևում է, որ հորթերի օրական քաշի լավագույն աճը գրանցվում է 3% ցեոլիտի ավելացման դեպքում:

Մսատու ճտերի սննդային դիետայի մեջ ենզիմների կիառման լավագույն արդյունք է ստացվել 4% ավելացման դեպքում: Ճտերի սննդակարգում ամենաէֆեկտիվը ազդում է մորդենիտը և կլինոպտիլոլիտը, որոնց քանակը կերում պետք է լինի առնվազն 4%, օպտիմալ հատիկների չափսը 1-2.5մմ, իսկ իոնափոխանակման գործակիցը 1.6 միլի/գ համարժեք:

Աղյուսակ 4

Աճեցվող հորթերի քաշի բարձրացման մեջ ցեոլիտների դերը

Փորձ	Հորթերի քանակ	Հորթերի քաշ, **կգ**	Սնման քանակը	Ցեոլիտ,%	Տևողություն, օր	Քաշի **աճ, կգ**	Կերի վերափոխման գործակից
Առաջին	24	154	3	0.35	168	1.27 1.37 1.18	5.45 5.02 5.86
Երկրորդ	24	154	3	0.36	105	1.56 1.59 1.26	5.44 5.03 5.78

Եզրակացություն

- Ուսումնասիրվել են Իրանի՝ Սեմնանի (Աֆթար), Արևելյան Ատրպատականի (Միյանե) և Դամավենդի (Հեսարեբն ու Զարին Դաշտ) ցեոլիտների հանքավայրերի միներալոգիական, պետրոգրաֆիական և երկրաքիմիական առանձնահատկությունները: Հաստատվել է, որ Իրանի ցեոլիտակիր ապարներում գերակշռում է հեյլանդիտային տիպը:
- Համեմատելով Իրանական և Հայկական ցեոլիտները պարզվել է, որ Հայաստանի ցեոլիտներում սիլիկահողի պարունակությունը ավելի բարձր է քան իրանականում, այդ իսկ պատճառով հայկական ցեոլիտները ունեն ավելի մեծ թթվա, ջերմակայունություն, որի պատճառով էլ Հայաստանի բնական կլինոպտիլոլիտը նույն պայմաններում ջերմաքիմիական և հիդրոթերմալ (NaOH լուծույթներով) մշակման հետևանքով առաջացնում են այլ միներալային համագոյակցություններ, որոնք անցնում են մեկը մյուսի հետևյալ հաջորդականությամբ՝ **կլինոպտիլոլիտ→մորդենիտ→ժիսմոնդին→ ֆիլիպսիտ→ հարոնիտ→ անալցիմ→ սանիդին→ հիդրոսոդալիտ→ հիդրոկանկրինիտ**: Այլ միներալներ են ստացվում Na-կլինոպտիլոլիտի առկայության պայմաններում՝ **անալցիմ→Na-հարոնիտ→Na-շաբազիտ→Na-ֆոժազիտ**:
- Կատարվել են Իրանի բնական ցեոլիտների բյուրեղային կառուցվածքի ձևափոխություններ և սինթեզվել են կլանիչ ու իոնափոխանակիչ հատկություններով նոր ավելի բարձր կլանիչ հատկություններով ցեոլիտային միներալներ, որոնք կարող են կիրառվել արդյունաբերական հոսքաջրերի, գյուղատնտեսական, անասնապահական թափոնների և ձկնաբուծական ջրավազանների մաքրման համար: Նոր տիպի ցեոլիտային միներալների նույնականացումը կատարվել է նորագույն ռենտգեն-կառուցվածքային և էլեկտրոնային մանրադիտակի օգնությամբ:

Իրանի բնական և մոդիֆիկացված ցեոլիտների արդյունաբերական և գյուղատնտեսական կիրառման հեռանկարները.

- Ջրավազզաններում ամոնիակի ինչպես նաև մյուս վտանգավոր միացությունների քանակը իջեցնելու և ջուրը երկարատև թարմ պահպանելու նպատակով օգտագործվել են Դամավենդի բնական կլինոպտիլոլիտն ու մորդեննիտը, որոնցով բավականին էֆեկտիվ մաքրում են ջուրը ամոնիակից:
- Ցեոլիտներով կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ ժամանակի երեք միջակայքերում՝ 24 ժամ, 48 ժամ և 72 ժամ, հատիկների տրամագծի՝ 1, 0.71 և 0.25 մմ պայմաններում ցեոլիտը լավ է կլանում՝ կապարը, կադմիումը և ցինկը, մինչդեռ սնդիկի ու մկնդեղի նկատմամբ կլանումը թույլ է: Ամենաբարձր կլանումն

նկատվում է մանրահատիկ ցեոլիտների դեպքում: Ցեոլիտներով մետաղների կլանումը 72 ժամ տևողությամբ և 0.25 մմ մանրացվածության պայմաններում կլանումը ընթանում է հետևյալ հերթականությամբ՝ **Pb^{2+}>Cd^{2+}>Cr^{3+}>Zn^{2+}>Cr^{6+}>As^{4+}>Hg^{2+}:**

- Փորձերը ցույց են տվել, որ կարպ ձկնատեսակի համար (ավազանում ամոնիակի քանակը 150 մգ/լ չգերազանցելու դեպքում) բավական է մեկ լիտր ջրին ավելացնել 10 գրամ ցեոլիտ և նրանց մահացության աստիճանը 24 ժամվա ընթացքում կմոտենա զրոյի, իսկ իշխան ձկան համար ավազանում ամոնիակի 25 մգ/լ պարունակության դեպքում, պահանջվում է 15գ ցեոլիտ:
- Բնական ցեոլիտների առավելագույն դրական ազդեցություն, հորթերի աճի վրա, նկատվել է կերին 3% ցեոլիտի ավելացման դեպքում:
- Ցեոլիտների կիառմամբ լավագույն արդյունքը ճտերի սննդին, նկատվել է 4% ցեոլիտի ավելացման դեպքում:
- Ուսումնասիրված և փորձարկված տեխնոլոգիաները առաջարկում է օգտագործել արդյունաբերական, գյուղատնտեսական, անասնապահական ինչպես նաև ձկնաբուծական և թռչնաբուծական նպատակների համար:

Հեղինակի կողմից հրատարակված հոդվածներ

1. Pourmoghaddam M. “An exploration of aftar region zeolites in Semnan province”, Proceedings of engineering academy of Armenia, 2011, V.8, N1, pp.80-82

2. Pourmoghaddam M. “Overview of important zeolite potentials in Iran” Proceedings of engineering academy of Armenia, 2011, V.8, N2, pp.317-416

3. Pourmoghaddam M. “ Unique chenges in the structure of natural analsim zeolite of Damavand and chemical analysis hydrothermal conditions of Alkaly phase” Journal of Envirmental Geology. 2011 Vol.5, No.16,pp.41-49

4. Pourmoghaddam M. “Synthesis of Cancrinite Zeolit Mineral from Damavand’s Natural Clinoptilolite Zeolite Mineral in Hydrothermal Conditions under the influence of Alkaline Environments”, Proceedings of engineering academy of Armenia, 2012, V.9, N 2 pp. 363-368

МАДЖИД ПУРМОГАДАМ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ИРАНА

Резюме

- Исследованы минералогические,петрографические и геохимические особенности цеолитов месторождений Ирана : Семнана (Афтар), Восточного Антрпатакана (Мияне) и Дамавенда (Гесаребн и Зарин Дашт). Подтверждено,что в цеолитоносных породах Ирана преобладает гейландитовый тип.
- Сравнение цеолитов Ирана и Армении показало, что в цеолитах Армении содержание кремнезема выше чем в иранском, по этой причине армянские цеолиты обладают более высоким кислото –и термостойкостью, по этой же причине природный клиноптилолит Армении при теромо-химической и гидротермальной обработке (растворами NaOH) в тех же условиях образуют другие минеральные формы: **клиноптилолит→ морденит→ жисмондит→ гаронит→ анальцим→ санидин→ гидросодалит→ гидроканкринит.** Другие минералы образуются в присутствии Na- клиноптилолита в сходных условиях: анальцим→ **Na-гаронит→ Na-шабазит→ Na-фожазит.**
- На основе природных цеолитов Ирана произведены изменения кристаллической структуры и синтез новых цеолитовых минералов с более высокими сорбционными и ионообменными свойствами, которые могут быть применены для очистки сточных вод промышленных, сельскохозяйтвенных, животноводческих отходов и вод рыбовоческих бассейнов. Новые типы цеолитовых минералов изучены с помощью новейших рентгеноструктурных и электронно-микроскопических методов.

Перспективы промышленного и сельскохозяйственного применения природных и модифицированных цеолитов Ирана:

- С целью снижения содержаний аммониака и других вредных соединений, а также длительного сохранения свежести воды в бассейнах предложена специальная технология и применялись природные клиноптилолит и

морденит Дамавенда, с помощью которых достаточно эффективно вода очищается от аммоника.

- Опыты выполненные с помощью цеолитов показали, что в интервалах времени: 24, 48 и 72 часов, при условии зернистости: 1,0 ; 071 и 0,25 мм цеолит хорошо поглощает медь, кадмий и цинк, в то время как в отношении ртути и мышьяка поглощение слабое. Наиболее высокое поглощение наблюдается мелкой фракцией цеолита. Поглощение цеолитами металлов при условиях 72 часа и зернистости 0,25 мм протекает в следующей последовательности: **Pb^{2+}>Cd^{2+}>Cr^{3+}>Zn^{2+}>Cr^{6+}>As^{4+}>Hg^{2+}:**
- Опыты показалы что для рыбы вида карп (содержание аммонияка не превосходит 150 мг/л в бассейне) достаточно добавить на литер воды 10гр. цеолита и степинь их гибельи в течение 24 часов приближается к нулю, а для вида рыбы форель (содержание аммонияка не превосходит 150 мг/л в бассейне) необходимо 15гр. цеолита.
- Наибольшее положительное влияние на рост телят наблюдалось при добавлении к корму 3% природного цеолита.
- Наибольшее положительное влияние на мясних цыплят наблюдалось при добавлении к корму 4% морденита и клиноптилолита, оптимальный размер зерен 1-2 мм.
- Исследованые и опробированные технологии предлаются использоваыь в промышленных, сельскохозяйственных, живодноведческих, а также рыбных и птицеводческих предприятиях в экологических целях.

MAJID POURMOGHADAM

SUMMARY

In the mines of Damavand the content of zeolite compared with Semnan is lower (65%), but unlike the other mines here zeolite is represented by the natrium clinoptilolite (NaCL)which belongs to highlandal group, the oxide of vorumsilitsium is less in quantity which conditions their higher ability of ionchanging.

In laboratory conditions in tufa basis of Damavand natural clinoptilolite, due to the chage of their crystalline network were made zeolite minerals of nortip from which were made the diagnosis with the help of latest X-ray-structural, electronic microscope.

There were synthesed cancrinit, merlienit and analtsim minerals. The cancrinit and analtsime were formed at the same time, it is caused by the fact that the two minerals need similar physical-chemical conditions. Although they are formed in the same physical and chemical conditions but have different ionchanging and absorption properties.The biggest ionchanging and absorption properties has cancrinite then analtsimin umerlionit.With the same sequence as their holes get smaller in diameter.

Minerals faz passages are conditioned by relation change of silitsoxygenic tetraedrer Si / Al. Crossing from kankrinit to merlionit reduces the quantity of Al (kankrinit - Si / Al = 0.96, analtsim - Si / Al = 1.32, merlionit - Si / Al = 2.47), as a result the ionchanging feature becomes smaller . The decrease of alyuminium brings to increase of heat and acid stability of zeolite. For reducing the number of ammonia and other hazardous compounds in basins and for long-term preservation of water were used the natural clinoptilolitn and mordennite of Damavand, which clean the water from ammonia more effectively.

The experiments have shown that for fish species like carp in the case when in basin the number of amonnia does not exceed 150mg/l it's enough to add 10 grams tseolit to 1 liter water and their mortality level in 24 hours basis reduce to 0, but in the case of trout it requires about 15 g clinoptilolit in case of 25 mg / l ammonia.The experiments showed that the trout fish are more sensitive to ammonia and therefore needs more tseolitc used.

Zeolite is also important for fish transfer when in small amounts of water are transfered a large number of varieties of fish so the average length of 20-25 cm 2000 kg of fish can be moved to 45000 liters of water, if during the transfer there is added 40 g granulated mordenit to 1 liter water. Is it possible to triple the number of fish by adding 70 g klinoptilolit to 1 liter water.

For cleaning timber basins is recommended four models of zeolite filters, through which the water is filtred and amonnia completely removes. Absorbed tseolits of ammonia are suggested to use as a fertilizer.

There is offered a) columnshaped, b) tube and box like, c) peripheral cell, d) cascade cell filters.

Numerous attempts were made industrial and agricultural wastewater cleaning purposes. Studies show that through special made cascade and box filtering stations it's possible to remove lead, chromium, cadium, zinc and mercury nitrats from wastewater. Experiments showed that zeolite absorbs lead, cadmium and zinc well while arsenic and mercury are not well absorbed. There were approved the following series of zeolite absorption Pb2 +> Cd2 +> Cr3 +> Zn2 +> Cr6 +> As4 +> Hg2 +:

Attempts were made in different periods (24, 48, and 72 hours) and on different sizes of zeolite model (1, 0.71 and 0.25 mm). It turns out that simultanously with the increase of time the quantities of metals are decreasing in aqueous solutions. With the decrease of granules increases the zeolite absorption capacity of arsenic and threevalent crom while in case of mercury it declines.

Adding 1 to 6% clinoptilolite to the nourishment of little pigs, cows, sheep and rabbits to weight increase. In 30 days perspective it reduces with 25% the level of animal diseases.

The increase of zeolite in fodder regime up to 6% increased the amount of milk over the 14 %. In addition, contributed to the unprecedented growth of the calfs (63 - 86%) whose mothers during pregnancy were fed with fodder regime containing zeolite; it also contributed to a huge reduction of mortality and the percents of diseases.

In 14 - to 16-day experimental period was noticed that a small number of clinoptilolit increase in calves' nourishment stimulates their appetite and growth, they also promotes to reduction of the frequent cases diarrhea disease. During this test, the young animals' nourishment (usual grass)was added 5 percent zeolite and as a result was noticed that the growth of experimental animals with 20 per cent exceeded the nutritional animal growth under control.

There were made two attempts for determining level of impact on Iran's natural clinoptilolit on calf growth. The results are given in Table 4.

Experimental results showed that the best growth of calf's daily weight is in case of zeolite increase of 3%.

In nutritive diet of meat giving chicken the best result of using ansiments was in the level of 4%. In chicken meal plan the most effective is mordenite and clinoptilolite, whose number in nourishment must be at least 4%, the optimal size of grains 1-2.5mm and the coefficient of ionchanging of 1.6 milli equivalent / g.