

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## AZƏRBAYCANDA YERLİ RESURLARDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ SƏNAYE TULLANTILARININ EMALI TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

İxtisas: 2426.01 - Ekologiya

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Samirə Aslan qızı Gəraybəyli**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**Bakı – 2024**

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası” kafedrasında, yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

Texnika elmləri doktoru, professor

**Mirəli Seyfəddin oğlu Alosmanov**

Texnika elmləri doktoru, professor  
**Ələkbər Ağasəf oğlu Həsənov**

Rəsmi opponentlər:

AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika elmləri doktoru, professor  
**Qüdrət İsfəndiyar oğlu Kəlbəliyev**

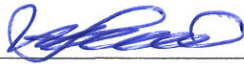
texnika elmləri doktoru, professor  
**Fəxrəddin Vəli oğlu Yusubov**

kimya elmləri doktoru, professor  
**Nazim Telman oğlu Şəmilov**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyi nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.38 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya Şurasının sədri:

texnika elmləri doktoru, professor



**Tofiq İbrahim oğlu Süleymanov**

Dissertasiya Şurasının elmi katibi:

texnika üzrə fəlsəfə doktoru



**Amidə Cəbrayıl qızı Əliyeva**

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, professor



**Bəhram Hüseyn oğlu Əliyev**



## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Müxtəlif istehsal sahələrinin külli miqdarda tullantıları və zərərli tullantılarının əmələ gəlməsi bir çox ölkələrdə ekoloji problemlər yaradır. Azərbaycan sənaye cəhətdən inkişaf etmiş region hesab edilərək bu planda istisna hesab edilmir. İstehsal tullantılarının sənayedə emalı, utilizasiyası və zərərsizləşdirilməsi ölkənin dövlət siyasətinin strateji mühüm istiqamətlərindən hesab edilir ki, bunun da nümunələrindən biri bərk məişət tullantılarının (BMT) idarə edilməsinin təkmilləşdirilməsi hesab edilir.

Hökumətin əsas diqqəti altında olan mühüm məsələ əhalinin qida məhsulları ilə təmin edilməsi hesab edilir. Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyev tərəfindən 2017-ci ilin avqustunda təsdiq olunmuş kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı və emalı üzrə strateji yol xəritəsi kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalçılarının mineral gübrələr ilə təmin edilməsinin yaxşılaşdırılmasını nəzərdə tutulur. Bu məsələnin həlli kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı üzrə istehsal gücünün artmasına, bazarın və kənd əhalisinin rifahının inkişafına səbəb olacaqdır.

Ölkənin iqtisadiyyatında mühüm rol oynayan hər iki amili nəzərə alaraq mürəkkəb mineral gübrələrin alınması üçün sənaye tullantıları, həmçinin Azərbaycanın təbii resursları ilə təqdim edilmiş yerli xammalın emalı texnologiyalarının işlənilib hazırlanmasına həsr edilmiş seçilmiş mövzu olduqca aktual hesab edilir. Alınmış nəticələr eyni zamanda Respublikanın aqrosənaye sektorunun effektivliyini yüksəldərək sənaye tullantılarının utilizasiyası ilə əlaqədar problemlərin həll edilməsinə istiqamətlənəcəkdir.

Gübrələrin işlənilib hazırlanmış müasir alınma texnologiyaları onların nəql etdirilməsi və saxlanması ilə əlaqədar olan çətinliklərə məruz qalırlar. Bununla əlaqədar olaraq gübrələrin alınma texnologiyalarının işlənilib hazırlanması üçün yerli resursların istifadə olunması tamamilə adekvat hesab edilir. Bu zaman qida məhsullarının təhlükəsizliyinin davamlılığını yüksəldən, ətraf mühitə təsir göstərməyən ekoloji təhlükəsiz texnologiyaların yaradılması ilə əlaqədar məsələlər həlli əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Dissertasiya işində **tədqiqat obyektı** olaraq bərk tullantılar (BT), qazma şlamları və işlənmiş turşularla tədqim edilmiş Azərbaycanın sənaye müəssisələrinin tullantıları, aqrofilizlər və termal sularla təmsil olunmuş yerli təbii resurslar götürülmüşdür.

**Tədqiqatın predmeti** bərk tullantılardan istifadə etməklə gübrələrin alınma texnologiyasından, xammalın emalı prosesinin texnoloji rejiminin və təkrar emal qurğularının iş prinsipinin işlənilməsindən, xammalın komponentlərinin xüsusiyyətlərinin müəyyənəşdirilməsindən ibarətdir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Tədqiqatın əsas məqsədi üzvi-mineral və mürəkkəb mineral gübrələrin alınması texnologiyalarının işlənilib hazırlanması üçün yerli aqrofilizlər və modifikatorlarla birlikdə təkrar xammal kimi sənaye tullantılarının emala cəlb edilməsi imkanlarının öyrənilməsindən ibarətdir.

Əsas məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər qoyulmuş və öz həllini tapmışdır:

- gübrələrin yeni alınma texnologiyalarının işlənilib hazırlanması məqsədi ilə sənaye tullantılarından və yerli təbii resurslarından qeyri-ənənəvi xammalın seçilməsinin əsaslandırılması;

- sonrakı təkrar emal üçün xammalın əvəlcədən hazırlanması şəraitinin müəyyən edilməsi;

- seçilmiş xammalın emalı prosesinin texnoloji rejiminin, o cümlədən prosesin aparılma müddətinin, xammal komponentlərinin sərfinin, turşunun qatılığının, dənəvərləşdirmə rejiminin müəyyən edilməsi;

- xammalın tərkibi və alınmış gübrə nümunələrinin xarakteristikaları arasında asılılığın aşkar edilməsi;

- istifadə olunmuş xammalın təkrar emalı üçün texnoloji qurğuların prinsiplərinin işlənilib hazırlanması.

**Tədqiqat metodları.** Laboratoriya tədqiqatları termostatlaşdırılmış reaktorlardan, İLJİM-1 kürəli dəyirmədən, dənəvərləşdirmə üçün köynəyi olan fırlanan termostatlaşdırılmış reaktor-barabandan, dənələrin qurudulması üçün borulu sobadan istifadə olunmaqla yerinə yetirilmişdir. Alınmış məhsulların tərkibinin kəmiyyətcə müəyyən edilməsi qüvvədə olan DÜİST-lərə uyğun olaraq

hesabat-analitik üsullarla yerinə yetirilmişdir. Dənələrin möhkəmliyinin müəyyən edilməsi üçün ИПГ-1 cihazından, nümunələrin pH-nın müəyyən edilməsi üçün HI 2211-02 potensiometrik cihazdan istifadə olunmuşdur.

**Müdafiyyə çıxarılan müddəalar:**

– tərkibində  $H_2S$  olan, 25-75°C temperaturda səth üzərinə çıxan Lerik rayonunun geotermal suları ilə əvvəlcədən zərərsizləşdirilmiş, BT-nin üzvi tərkib hissələrinin istifadə olunması ilə üzvi-mineral gübrələrin işlənilib hazırlanmış alınma texnologiyaları;

– BT-nin üzvi tərkib hissələri əsasında uyğun olaraq fonolit və montmorillonit ilə modifikasiyaları ilə K- və Si-tərkibli üzvi-mineral gübrələrin təcrübi yolla müəyyən edilmiş alınma imkanları;

– qazma şlamının yerli kaolin gilləri ilə birlikdə emalı zamanı əsas faydalı komponentlərin ayrılma dərəcəsinə temperaturun, prosesin aparılma müddətinin, nitrat, sulfat və fosfat turşularının qatılığının və sərfiyyat normalarının müəyyən edilmiş təsir xarakteri;

– Naxçıvan fosforitinin, BT-nin fosforit ilə yandırılma şlakının, BT-nin yandırılma şlakının və qazma şlamının fosforit ilə qarışığının sulfat turşusu ilə parçalanması ilə mürəkkəb mineral gübrələrin alınması prosesinin texnoloji rejim parametrləri;

– emal məhsullarında  $P_2O_{5\text{mən.}}$ -in miqdarının  $H_2SO_4$ -ün qatılığından və sərfiyyat normalarından, həmçinin istifadə olunan xammalın tərkibindən aşkar edilmiş asılılığı;

– BT şlakı, dolomit və fosfogips ilə təqdim edilmiş kompleks xammalın mürəkkəb mineral gübrəyə emalının texnoloji prosesinin parametrləri: qarışıq xammalın kəmiyyətə tərkibi, sulfat turşusunun qatılığı və reaksiya mühitinin temperaturu;

– xammalın tərkibində BT şlakının və əlavə edilmiş dolomitin miqdarının alınmış mürəkkəb mineral gübrə dənələrinin statik möhkəmliyinin yüksəlməsində rolunun əsaslandırılması;

– üzvi-mineral və mürəkkəb mineral gübrələrin alınması üçün Azərbaycan sənayesi tullantılarının və yerli təbii resursların emalı üçün işlənilib hazırlanmış texnoloji sxemlər.

**Tədqiqatların elmi yeniliyi.**

1. Üzvi-mineral, həmçinin mürəkkəb mineral gübrələrin əsas komponentlərinin ayrılma dərəcəsinin emal prosesinin texnoloji parametrlərindən asılılığı müəyyən edilmişdir.

2. İlk dəfə olaraq təcrübi alınmış nəticələr əsasında tərkibində H<sub>2</sub>S olan geotermal suların istifadə olunmaqla zərərsizləşdirilmiş BT-nin üzvi tərkib hissələrinin emalı ilə üzvi-mineral gübrələrin alınması üsulu işlənib hazırlanmışdır.

3. Qazma şlamının kaolin gillərinin turşu ilə birgə emalı əsasında mürəkkəb mineral gübrələrin alınması texnologiyası işlənmişdir.

### **Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.**

Tədqiqatın **nəzəri əhəmiyyəti** ondan ibarətdir ki, bərk tullantıların təklif olunan utilizasiya metodları üzvi-mineral gübrələrin istehsalının qapalı sisteminin fəaliyyətinin unikal modelinin qurulmasına imkan verir ki, bu modelin də giriş parametrləri kimi sənaye və məişət bərk tullantıları, respublikanın geotermal suları, yerli mineral ehtiyatları və üzvi xammalları götürülə bilər.

Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsaslanmış texnologiyaların reallaşdırılması üçün üzvi-mineral və mürəkkəb mineral gübrələrin alınmasının texnoloji sxemləri işlənib hazırlanmışdır. Tərkibində qida komponentlərinin miqdarı sənayedə istehsal olunan gübrələrə qoyulan tələblərə uyğun gələn gübrə nümunələri alınmışdır ki, bu da böyük **praktiki əhəmiyyətə** malikdir. İşlənib hazırlanmış texnologiyalar yerli sənaye tullantılarının utilizasiyasını təmin edir.

**Müəllifin şəxsi töhfəsi.** İddiaçı təcrübələrin planlaşdırılması və həyata keçirilməsində, alınmış nümunələrin analitik nəzarətində, nəticələrin müzakirəsində, tədqiqat materiallarının ixtira müraciətlərinin tərtib eilməsində, elmi jurnallarda nəşrlərdə və konfranslar üçün məruzələrin hazırlanmasında bilavasitə iştirak etmişdir.

**Aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası” kafedrasının elmi seminarlarında, həmçinin aşağıdakı beynəlxalq və regional konfrans və forumlarda məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur:

The 36<sup>th</sup> National and the 3<sup>rd</sup> International Geosciences Congress (Iran, february, 2018); Международная научная конференция «Перспективы инновативного развития химической технологии и инженерии» (Сумгаит, 2019); International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» (Beijing, China, November 19, 2019); International conference on actual problems of chemical engineering, dedicated the 100 anniversary of the Azerbaijan State Oil and Industry University (Baku, 2020, 24-25 december); LXXX Международная научно – практическая конференция «Инновационные подходы в современной науке» (Москва, октябрь, 2020).

Dissertasiya işi üzrə alınmış nəticələr Azərbaycan respublikasının Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin struktur bölmələrində, tullantıların utilizasiyası ilə məşğul olan kommersiya müəssisələrində, həmçinin müxtəlif növ gübrələrin işlənilməsi və hazırlanması ilə məşğul olan elm və istehsalat birliklərində tətbiq oluna bilər.

Dissertasiya işi üzrə təklif olunan üzvi-mineral kompleks gübrə Salyan rayonunun Xalaç kəndinin kənd təsərrüfatı sahəsində tətbiq olunmuşdur (tətbiq haqqında akt disserasiyanın əlavəsində təqdim olunmuşdur).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.**

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

**Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi.** Dissertasiya 158 səhifəlik çap edilmiş mətnə təqdim olunur. Dissertasiya işinin girişi 17240, I fəsil 62385, II fəsil 19806, III fəsil 23744, IV fəsil 60116 işarədən ibarət olmaqla ümumilikdə 183291 işarədən ibarət mətnə şərh edilmişdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

**Girişdə** problemin ümumi vəziyyəti araşdırılmış, dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, həmçinin tədqiqatın məqsəd və məsələləri göstərilmiş, işin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti qeyd olunmuş, müdafiyyəyə çıxarılan əsas müddəalar formalaşdırılmışdır.

**Birinci fəsildə** bərk məişət tullantılarının təbii mühitin ekoloji vəziyyətinə təsiri tədqiq edilmiş, belə tullantıların əmələ gəlməsi ilə bağlı aparılan tədqiqatların təhlili verilmiş və onların toplanmasının miqdarına təsir edən amillər qeyd olunmuşdur. Tənzimlənməmiş zibil poliqonlarında təhlükəli komponentlərin ətraf mühitə nüfuz etmə yollarının sxematik təsviri verilmişdir. Qeyd edilmişdir ki, bərk məişət tullantıları yaranma yerindən asılı olmayaraq kifayət qədər oxşar tərkibə malikdirlər, onların əsas komponentləri kağız, şüşə, üzvi qalıqlar, plastik, parçalar, metal əşyalar və s. ibarətdir, eyni zamanda onların kəmiyyət tərkibi iqlim zonasından və mövsümdən asılı olaraq fərqlənir. Bu fəsildə həmçinin bərk məişət tullantılarının əsas xüsusiyyətləri və müxtəlif texnologiyalardan istifadə etməklə onların utilizasiya üsulları təqdim olunmuşdur. Burada eyni zamanda qeyd edilmişdir ki, ekoloji təhlükəsizliyi və insanlar üçün nəzərdə tutulmuş sanitariya normalara uyğunluğu təmin edən bərk məişət tullantılarının utilizasiyası metodunun seçimi müəyyən edilərkən bərk tullantıların fraksiya tərkibi, fiziki xüsusiyyətləri, istilikyaratma qabiliyyəti və rütubətlik dərəcəsi nəzərə alınmalıdır. Azərbaycanda ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində prioritet istiqamətlər qeyd olunmuş, təbiətdə ekoloji tarazlığın təmin edilməsi, tullantıların təkrar xammal kimi istifadəsinin təmin edilməsi sahəsində aparılan dövlət siyasətinin mahiyyəti şərh edilmişdir.

Həmin fəsildə həmçinin kompleks gübrələrin istehsalı ilə əlaqədar məsələlərin cari vəziyyətinin analizi göstərilmişdir. Üzvi-mineral və mürəkkəb mineral gübrələrin istehsalında istifadə olunmaq üçün xammalın xarakteristikaları və onun hazırlanması texnologiyası verilmişdir. Həm ənənəvi xammalın istifadə olunması ilə, həm də emala istehsal tullantılarının və təbii resursların cəlb edilməsi ilə gübrə



istehsalının texnologiyalarının mövcud istiqamətləri, kompleks gübrələr istehsalı üçün texnoloji sxemlər nəzərdən keçirilmişdir.

Mövcud mürəkkəb texnoloji sxemlər ilə əlaqədar olan çatışmayan cəhətlər, tükənmiş fosfat xammalının istifadəsinə məhdudiyətlər qeyd edilmişdir.

Dissertasiyanın **ikinci fəslində** kompleks gübrələrin istehsalı üçün seçilmiş xammalın xarakteristikaları təqdim edilmişdir. Emal prosesinə əhalinin həyat fəaliyyəti prosesində, sənayedə əmələ gələn tullantılar və Azərbaycanın təbii resursları cəlb edilmişdir: BT-nin utilizasiyası üzrə Bakı zavodunda (Balaxanı) emaldan keçmiş BT-nin üzvi tərkib hissələri; BT-nin yandırılma şlakı; Qaradağ yatağının №1 quyusuunun 10 m dərinliyində qazma şlamı; neft emalı proseslərinin işlənmiş sulfat turşusu; Naxçıvan AR-nın tükənmiş fosforiti; Boynata dağının (Qobustan) dağ süxurunun dolomiti; Xızı, Siyəzən və Lerik yataqlarının kaolin gilləri; montomorillonit; fonolit, Şurabad yatağının əhəngdaşı; tərkibində  $H_2S$  olan Lerik rayonunun termal su mənbəyi, fosfat turşusu istehsalı tullantısı – A-2 markalı gətirilmə fosfogipsi.

Bərk məişət tullantılarından qeyri-üzvi və üzvi komponentlərin (şüşə, metal, plastik, tikinti materialları, kağız, sümük və s.) çıxarılmasının eksperimental üsulu təqdim olunmuşdur. Bu fəsilə Bermana görə helmint sürfələrinin mövcudluğunun müəyyənəşdirilməsində üzvi gübrələrin təhlili metodundan istifadə etməklə BT-nin üzvi komponentinin ilkin zərərsizləşdirilməsi də daxil olmaqla xammalın hazırlanması üsulları təsvir edilmişdir. Zərərsizləşdirmə dərəcəsi xammalda və zərərsizləşdirmə prosesindən sonra qarışıqda patogenlərin mövcudluq göstəricilərinin fərqi ilə müəyyən edilmişdir. Burada istifadə edilən kompleks gübrələrin alınmış nümunələrinin keyfiyyət və kəmiyyət tərkibinin qiymətləndirilməsi üçün analitik nəzarət üsulları (ümumi azotun təyini üçün titrimetrik üsul, ümumi fosforun təyini üçün fotoelektrokolorimetrik üsul, ümumi kaliumun təyini üçün fotometrik üsul, kalsium və maqneziumun təyini üçün kompleksometrik üsul,  $Fe_2O_3$  və  $Al_2O_3$  kütlə payının təyin edilməsi üsulu, nümunələrin pH-nın təyini üçün potensiometrik üsul) göstərilmişdir. Burada xammalın hazırlanma üsulları təsvir edilmişdir: BT-nin üzvi tərkib hissələrinin əvvəlcədən zərərsizləşdirilməsi, xammalın mexaniki

aktivləşdirilməsi. Mövcud tədqiqatlarda istifadə olunmuş, alınmış mürəkkəb gübrə nümunələrinin keyfiyyətinə analitik nəzarət üsulları, həmçinin alınmış pulpanın dənəvərləşdirilməsi üsulları göstərilmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, qida elementlərinin tərkibi, orqanomineral gübrələrin pH göstəricisi, qranulların statik gücü kimi alınmış nümunələrin xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi konkret gübrə növünün seçilməsinə kömək edəcəkdir. Fəslin sonunda qeyd olunmuşdur ki, təklif olunan təcrübənin nəticələri müəyyən bir növ məhsul yetişdirilərkən torpağa tətbiq edilmək üçün uyğun gübrə tərkibinin seçilməsinə və yüksək məhsuldarlığın əldə olunmasına imkan verəcəkdir.

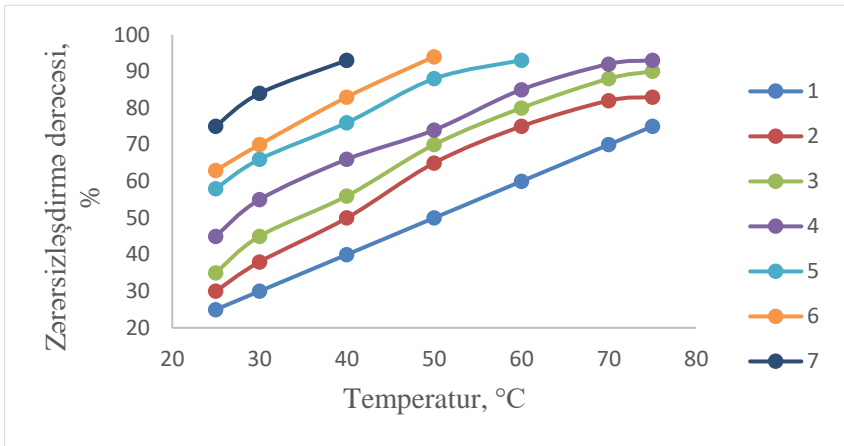
**Üçüncü fəsildə** heyvan və bitki mənşəli qida tullantıları, oduncaq, kağız qalıqları ilə təqdim edilmiş BT-nin üzvi tərkib hissələrinin emalı üzrə tədqiqatların nəticələri əks edilmişdir. Xammalın hazırlanmasına BT-nin tərkibində  $H_2S$  olan,  $75^{\circ}C$  temperaturda səth üzərinə çıxan geotermal sularla emal prosesinə baxılmışdır. BT nümunələrində helminit sürfələrinin mövcudluğunun analizi üçün Berman üsulunun<sup>1</sup> istifadə olunmasını nəzərə alaraq, temperatur amilinin təsiri ilə yanaşı zərərsizləşdirilməsi dərəcəsi göstəricilərinin istifadə olunan duz məhlullarının həcmindən asılılığı öyrənilmişdir. BT-nin boş məhlullar və tərkibində 1%  $H_2S$  olan geotermal sularla  $25-75^{\circ}C$  temperatur intervalında zərərsizləşdirilməsi üzrə təcrübələrin nəticələrinin müqayisəsi  $H_2S$ -in mövcudluğu amilinin zərərsizləşdirilmə dərəcəsinə təsirini müəyyən etməyə imkan vermişdir.

Seriyalı təcrübələrlə geotermal sularla həll olunmuş  $H_2S$ -in qatılığının BT-nin zərərsizləşdirilmə dərəcəsinə təsiri öyrənilmişdir. Zərərsizləşdirilmə dərəcəsinin temperaturdan asılılığının alınmış əyrilərinin analizi göstərmişdir ki, tərkibində 5%-dən yuxarı  $H_2S$  olan geotermal suların istifadə olunması zamanı maksimum zərərsizləşdirilmə nöqtəsinin ordinat oxu tərəfə sürüşməsi müşahidə

---

<sup>1</sup> ГОСТ Р 54001-2010. Национальный Стандарт РФ. Удобрения органические. Методы гельминтологического анализа (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. №591-ст). – М.: Стандартинформ, 2020. с.10.

olunur, bu da daha aşağı temperaturalarda geotermal sularda  $H_2S$ -in miqdarının yüksəlməsi zamanı praktiki tam zərərsizləşdirilmə imkanlarını sübut edir. Bu isə onunla izah olunur ki, tərəfimizdən istifadə olunan  $pH = 8.6$  olan geotermal sular 90%-dən çox hidrogen sulfidin hidrosulfid ionu  $HS^-$  şəklində iştirakını təmin edir, eyni zamanda ( $H^+$ )-un qatılığını yüksəldir və patogen mikroorqanizmlərdən<sup>2</sup> zərərsizləşdirilmə effektivliyinin yüksəlməsini şərtləndirir (şəkil 1).



**Şəkil 1. Aşağıdakılardan istifadə zamanı BT-nin zərərsizləşdirilmə dərəcəsinin temperaturdan asılılığı:** 1 – boş məhlul; 2 – tərkibində 1%  $H_2S$  olan geotermal su; 3-7 – tərkibində 3, 5, 10, 13, 18%  $H_2S$  olan geotermal su

BT-nin zərərsizləşdirilmiş üzvi tərkib hissələrinin fonolit ilə birlikdə üzvi-mineral gübrələrə emalı prosesinin texnoloji parametrləri öyrənilmişdir [18].

Təcrübi dəlillər əsasında tərkibində aşağıdakı mərhələlər olan kaliumtərkibli üzvi-mineral gübrələrin alınması texnologiyası işlənilib hazırlanmışdır:

<sup>2</sup> Линник, Л.И. Химия воды и микробиология: конспект лекций для студентов / Л.И. Линник, - Новополюцк: ПГУ, - 2015- 235 с.

BT-nin üzvi tərkib hissələrinin tərkibində H<sub>2</sub>S olan geotermal sularla zərərsizləşdirilməsi;

– zərərsizləşdirilmiş üzvi tərkib hissələrinin doğranmış fonolit ilə qarışdırılması;

– alınmış pulpanın 1,5-2 saat müddətində 100-110°C temperaturda qurudulması;

– alınmış kütləyə neytral mühitin təmin edilməsinə qədər doğranmış əhəng daşının əlavə edilməsi;

– dənəvərləşdirilmə;

– ən çoxu 1-2%-ə qədər qalıq nəmliyə qədər dənələrin qurudulması.

Təcrübi sübutlarla alınmış gübrədə əsas tərkib hissələrinin miqdarının xammal komponentlərinin kütlə nisbəti ilə asılılığı sübut edilmişdir. Alınmış nümunələrin tərkibində qoyulan tələblərə uyğun olan miqdarda qida elementlərinin olduğu və kifayət qədər yüksək statik möhkəmliyə malik olduğu müəyyən olmuşdur (cədvəl 1).

### Cədvəl 1

#### Alınmış K-tərkibli gübrənin xarakteristikaları

BT-nin üzvi tərkib hissəsi fonolitin - kütlə nisbəti,q	Komponentlərin miqdarı, % (küt.)					Dənələrin statik möhkəmliyi, kqs/sm <sup>2</sup>
	N	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	
90:10	0,51	6,2	0,42	18,42	1,63	19
80:20	0,49	6,5	0,48	18,83	1,69	21
70:30	0,46	6,9	0,51	19,25	1,76	23
60:40	0,41	7,3	0,53	19,37	1,82	24

Azərbaycan ərazisində tərkibində gil mineralları olan SiO-nin tükənməz ehtiyatlarının mövcudluğunu, həmçinin qida elementlərini adsorbsiya etmək və onlar əsasında qarışıqlara uzunmüddətli xassələr vermək qabiliyyətinə malik silisium tərkibli mineralların məsaməli strukturunu nəzərə alaraq BT-nin üzvi tərkib hissələrinin montmorillonit ilə birlikdə emalı öyrənilmişdir, onun da tərkibində 69,90% SiO<sub>2</sub> olmuşdur. Si-tərkibli üzvi-mineral gübrə nümunələri BT

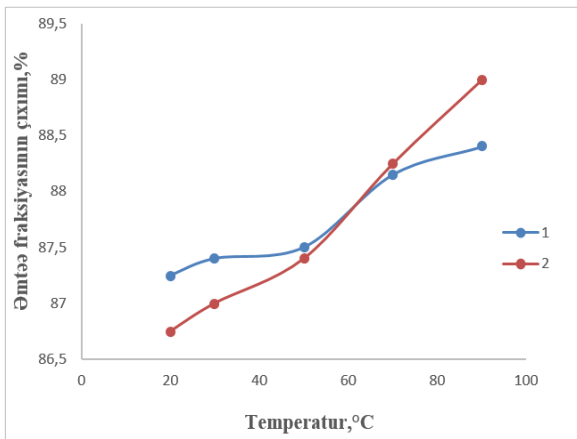
və fonolit əsasında K-tərkibli gübrələrin alınması üçün işlənib hazırlanmış texnologiya üzrə əldə edilmişdir (cədvəl 2).

**Cədvəl 2**

**Dənəvərləşdirilmə müddətindən asılı olaraq xammalında 1% miqdarında SiO<sub>2</sub> olan dənələrin xarakteristikaları**

Dənəvərləşdirilmə müddəti, san	Əmtəə fraksiyalı (3-5 mm) dənələrin çıxımı, % (küt)	Dənələrin orta möhkəmliyi, N/dənə	Dənələrin orta ölçüsü, mm
30	83,06	19,0	3,8
60	84,61	19,6	3,7
90	85,8	20,1	3,8
120	86,5	20,6	3,9
150	87,2	21,2	4,0
180	86,9	19,8	3,8

Si-üzvi gübrələrin alınması nümunəsində dənələrin lazımı möhkəmliyini təmin edən dənəvərləşdirilmə şəraitinin müəyyən edilməsi xüsusi maraq kəsb edir.



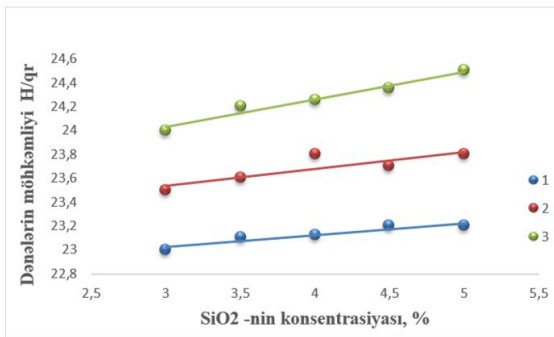
**Şəkil 2. Dənəvərləşdirilmə temperaturunun dənələrin statik möhkəmlik göstəricisinə təsiri**

Pulpanın dənəvərləşdirilmə müddətinin dənələrin xarakteristikalarına təsiri otaq temperaturunda 60-180 san zaman

intervalında və  $105^{\circ}\text{C}$ -də xammalın tərkibinə 1%  $\text{SiO}_2$ -in əlavə edilməklə və sonradan qurudulmaqla öyrənilmişdir. Xammalında 1% miqdarında olmaqla  $\text{SiO}_2$  dənələrin formalaşması prosesinə temperaturun təsiri 30-dan  $90^{\circ}\text{C}$ -yə qədər temperatur intervalında dənələrin 150 san dənəvərləşdirilmə müddətində tədqiq edilmişdir.

Baxmayaraq ki, statik möhkəmlik kəmiyyəti temperaturdan birbaşa asılıdır, eyni bir temperaturda bu göstəricini yaxşılaşdırmağa imkan verən amilin mövcudluğu istisna edilmir. Bununla əlaqədar olaraq xammalda  $\text{SiO}_2$ -in miqdarının mexaniki möhkəmliyin qiymətinə təsiri öyrənilmişdir. Dənəvərləşdirilmə 150 san müddətində  $50\text{-}70^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında, xammalın tərkibinə xammalda  $\text{SiO}_2$ -in 3-5%-ə bərabər miqdarını təmin edən miqdarda montmorillonitin əlavə edilməsi ilə həyata keçirilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, xammalda  $\text{SiO}_2$ -nin miqdarının dənəvərləşdirilmə temperaturundan asılı olaraq dəyişdirilməsi dənələrin optimal möhkəmliyini təmin edir.

Xammalda silisium oksidin miqdarının yüksəlməsinin dənələrin mexaniki möhkəmliyinin yüksəlməsinə təsiri aşağıdakı şəkildə izah edilə bilər. BT-nin üzvi tərkib hissələrinin temperaturlu transformasiyası nəticəsində üzvi birləşmə əmələ gəlir ki, bu da lövhəşəkilli mikroməsələlər hesab edilən montmorillonit strukturlarının elementar paket təbəqələri arasında aralıqlara nüfuz edir. Bu zaman əmələ gələn kompleks dənələrin mexaniki möhkəmliyinin yüksəlməsinə səbəb olur (şəkil 3).



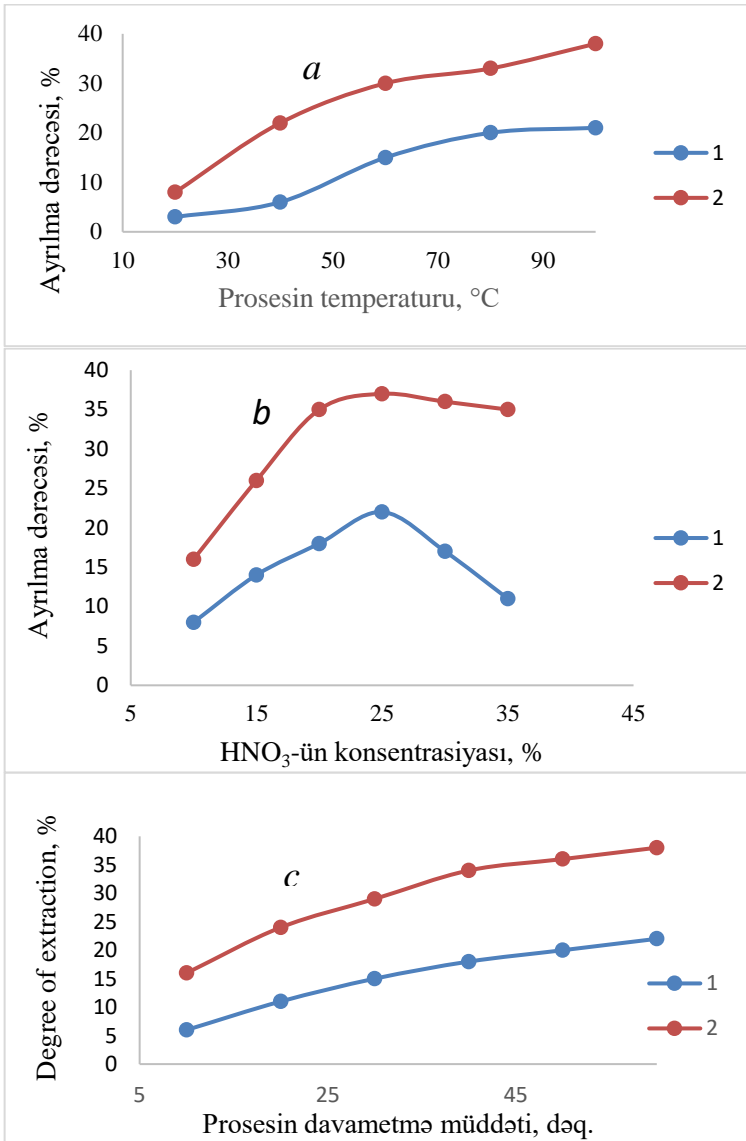
**Şəkil 3. Si-üzvi gübrə dənələrinin möhkəmliyinin müxtəlif temperaturalarda  $\text{SiO}_2$ -nin qatılığından asılılığı: 1 –  $50^{\circ}\text{C}$ ; 2 –  $60^{\circ}\text{C}$ ; 3 –  $70^{\circ}\text{C}$ .**

**Dördüncü fəsildə** Azərbaycanın sənaye tullantılarının və yerli aqrofiliz xammalının kompleks mineral gübrələrə emalının nəticələri göstərilmişdir.

Xammal qazma şlamının 1:1 kütlə nisbətində X1zı yatağının kaolin gili ilə qarışığı hesab edilmişdir. Seçilmiş xammalın emalı üçün 27-35%-li  $\text{HNO}_3$ -dən – polad və ərintilərin elektrolit ilə elektrokimyəvi cilalanması prosesinin tullantısından istifadə edilmişdir. Nitrat turşusunun tələb olunan qatılığa qədər durulaşdırılması üçün tərkibində Cu, Zn, Ni, Mn kimi mikroelementlər olan Azərbaycanın Gədəbəy mis mədəninin şaxta (mədən) sularından istifadə edilmişdir.

Temperaturun, prosesin aparılma müddətinin və mineral turşuların qatılığının alınmış mineral gübrədə iştirak edən əsas faydalı komponentlərin ayrılma dərəcəsinə təsiri öyrənilmişdir. Mineralların parçalanma effektivliyi göstəricisi kimi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  və  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ün ayrılma dərəcəsi qəbul edilmişdir. Alınmış dəlilləri analiz edərək qeyd etmək lazımdır ki, qatılığın 10%-dən 35%-ə qədər yüksəlməsi zamanı qatılığın yüksəlməsi ilə  $\text{Al}_2\text{O}_3$  və  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ün ayrılma dərəcəsi asılılığı müəyyən səviyyəyə qədər yüksəlmiş, əyri maksimal ayrılma dərəcəsinə uyğun gələn əyilməyə malik olmuşdur. Nitrat turşusunun 25% qatılığında  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  üçün maksimal ayrılma dərəcəsi 21%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  üçün isə 39%-ə çatmışdır. Turşunun qatılığının sonradan yüksəlməsi zamanı xammaldan komponentlərin ayrılma dərəcəsi azalır. Xammal minerallarının parçalanması prosesinin aparılma müddəti barədə onu demək olar ki, komponentlərin maksimal ayrılması üçün xammalı bir saat müddətində emal etmək kifayət etmişdir (şəkil 4).

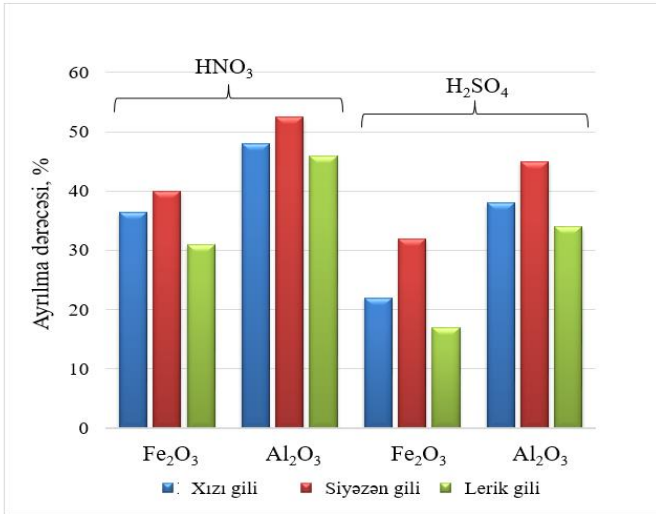
$\text{H}_2\text{SO}_4$  və  $\text{H}_3\text{PO}_4$  turşularının istifadə olunması ilə qazma şlamının X1zı gili ilə qarışığının emal tədqiqatları  $\text{Al}_2\text{O}_3$  və  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ün ayrılma dərəcəsinin nəzərdən keçirilən texnoloji parametrlərdən asılılığı üçün analoji mənzərə aşkar edilmişdir. Bütün turşular üçün ayrılma dərəcəsinin qatılıqdan asılılıq əyrilərində xarakterik əyilmə nöqtəsinin mövcudluğunun izahı pulpanın özlülüyünün yüksəlməsinə və bunun nəticəsində hidrogenin parçalanmayan süxur hissəciklərinə keçidinin diffuziya sürətinin azalmasına gətirib çıxaran bərk və maye fazalar arasında nisbətən azalması hesab edilə bilər.



**Şəkil 4. Məhlulda Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1) və Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2)-ün ayrılma dərəcəsinin prosesin parametrlərindən asılılığı: a – temperatur; b – HNO<sub>3</sub>-ün qatılığı; c – prosesin aparılma müddəti.**



Tədqiq edilən xammalın tərkibinə daxil olan mineralların turşu ilə parçalanması üçün gilin keyfiyyət tərkibinin əhəmiyyətinin aşkar edilməsi məqsədilə Lerik və Siyəzən yataqlarının gillərinin Xızı gillərinin optimal emal şəraitlərindən  $\text{HNO}_3$  və  $\text{H}_2\text{SO}_4$  turşuları ilə parçalanması aparılmışdır (şəkil 5).



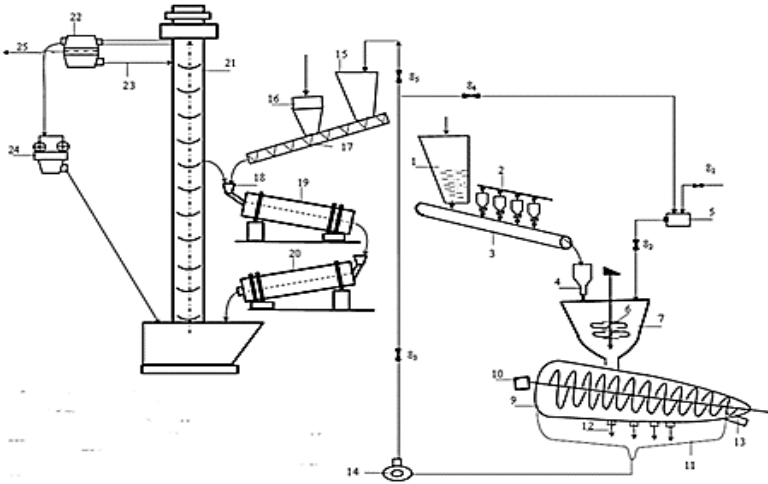
**Şəkil 5. Gillərin istifadə olunması zamanı  $\text{Al}_2\text{O}_3$  və  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ün ayrılması: - Xızı gili; - Siyəzən gili; - Lerik gili**

Müəyyən edilmişdir ki, ilə müxtəlif yataqların gillərinin turşu parçalanması zamanı həm  $\text{HNO}_3$ , həm də  $\text{H}_2\text{SO}_4$  turşuları eyni emal şəraitlərində özlərini birmənalı aparmırlar. Yalnız gilin kimyəvi tərkibinə əsaslanaraq bu faktı izah etmək mümkün olmamışdır, bundan başqa petroqrafik tədqiqatların aparılması birmənalı cavab verə bilərdi, belə ki, mineralların daxili quruluşunun (kristallik struktur), həmçinin onların əmələ gəlmə şəraitinin və mənşəyinin onların xassələrinə təsiri məlumdur. 10%-ə yaxınlaşan  $\text{K}_2\text{O}$ -nun yüksək miqdarı K-tərkibli mineral gübrələrin alınması üçün modifikasiyaedici əlavələr kimi fonolitə istifadə edilməsini müəyyən etmişdir (cədvəl 3).

## N, K-tərkibli mineral gübrənin xarakteristikaları

№	Qazma şlamı:gil:fonolit nisbəti	Komponentlərin miqdarı, % (küt.)					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	CaO
1	1:1:0,25	32,1	0,21	7,2	0,48	0,52	0,67
2	1:1:0,5	31,6	0,22	7,6	0,43	0,48	0,53
3	1:1:0,75	30,8	0,24	8,1	0,41	0,45	0,44
4	1:1:1	30,1	0,26	9,3	0,45	0,38	0,39

Xammal komponentlərinin nisbətinin alınmış nümunələrdə əsas komponentlərin miqdarına təsiri tədqiq edilmişdir. Qazma şlakının yerli kaolin gilləri ilə birlikdə emalı imkanları barədə alınmış nəticələr əsasında mövcud xammalın kompleks emalının prinsiplial texnoloji sxemi işlənib hazırlanmışdır (şəkil 6).

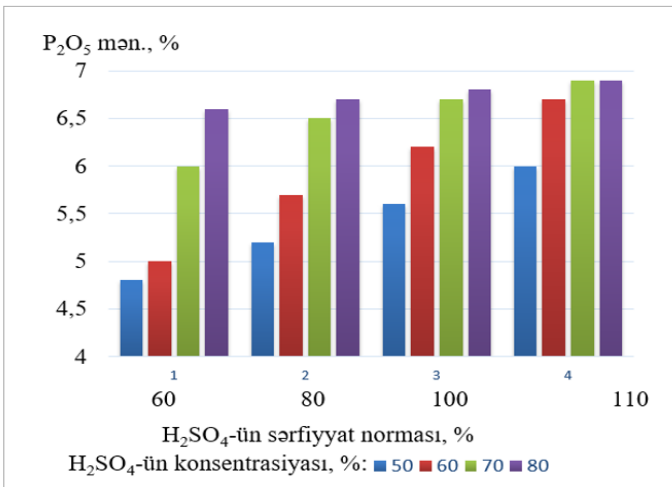


**Şəkil 6. Qazma şlamının gil ilə birlikdə emalı üçün prinsiplial texnoloji sxem:** 1 – qazma şlamı üçün bunker; 2 – gil üçün bunker; 3 – nəqlətirici; 4 – dozator; 5 – turşu üçün rezervuar; 6 – qarışdırıcı; 7 – reaktor; 8 – tənzimləyici kran; 9 – şəkli pres; 10 – vərdənə; 11 – maye fazanın yığılması üçün kamera; 12 – maye fazanın süzülməsi üçün dəlik; 13 – meliorant üçün çıxış borusu; 14 – nasos; 15 – maye faza üçün rezervuar; 16 – əhəngdaşı bunker; 17 – şnek; 18 – nov; 19 – dənəvərləşdirici; 20 – quruducu baraban; 21 – elevator; 22 – ələk; 23 – retur xətti; 24 – doğrayıcı; 25 – məhsul xətti

Azərbaycan ərazisində fosforun 12%-dən 15%-ə qədər miqdarı ilə, MgO-in 3,8%-ə qədər miqdarı ilə aşağı karbonatlılığı (2-2,5%) ilə fərqlənən fosforitin mövcudluğu mürəkkəb mineral gübrələrin alınması üçün xammal bazasını genişləndirməyə imkan vermişdir. Tərkibinə BT-nin yandırılma şlamı və Naxçıvan fosforiti daxil olan xammalın emal imkanlarının tədqiq edilməsi məsələləri qarşıda məqsəd kimi qoyulmuşdur.

Xammalın tərkibinə əsasən emal nəticələri, hər şeydən əvvəl, aktiv xammal kimi fosforitin nəzərdən keçirilməsi məsələləri ilə əlaqədar olmuş, ona görə də birinci seriya təcrübələr binar xammalın sonradan təxmini effektiv emal şəraitinin aşkar edilməsi məqsədi ilə Naxçıvan fosforitinin sulfat turşusu ilə parçalanmasına həsr edilmişdir.

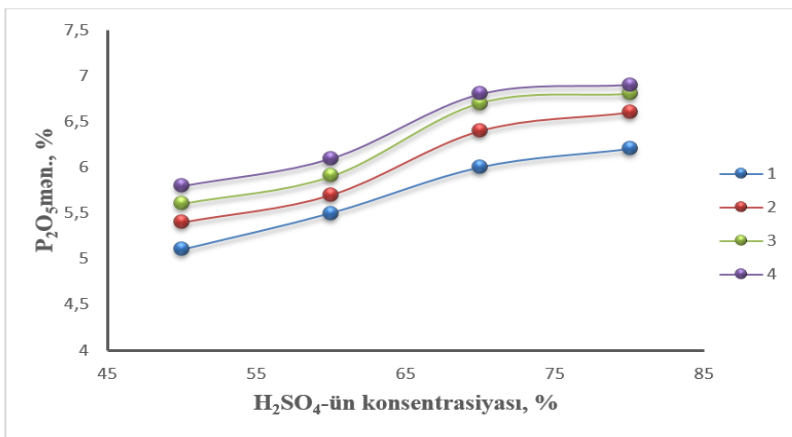
Naxçıvan fosforiti əvvəlcədən fırlanan dəyirmanda ələkdə 0,18 mm qalığa uyğun gələn standart üyüdülməyə qədər mexaniki emala cəlb edilmişdir. Təcrübələrdə stexiometrik qiymətdən 60-110% sərfiyyat norması ilə 50-80% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-dən istifadə edilmişdir. Xammalın emalı 80°C-də həyata keçirilmişdir (şəkil 7).



**Şəkil 7. Fosforitin emalı zamanı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün qatılığının və sərfiyyat normalarının maye fazada P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mən. miqdarına təsiri**

Təqdim edilmiş diaqramda hər iki xarakteristikanın əhəmiyyəti şərtləndirilərək fosforitin parçalanma prosesinin baş vermə xarakterinin şəraitdən asılılığı əks olunmuşdur. Sərfiyyat normasının seçilməsi barədə qərarın qəbul edilməsi zamanı prosesə cəlb edilən  $H_2SO_4$ -ün qatılığını nəzərə almaq lazım gəlmişdir. Sulfat turşusunun tədqiq edilmiş qatılıq intervalında Naxçıvan fosforitinin optimal emal şəraiti kimi stexiometrik sərfiyyat normasında 80%-ə bərabər olan turşunun qatılığını qəbul etmək olar.

Təcrübi tədqiqatların növbəti mərhələsi Naxçıvan fosforitinin BT-nin yandırılma şlakı ilə qarışığı hesab edilən binar xammalın emalı prosesinin xarakterinin tədqiq edilməsini nəzərdə tutmuşdur. 100 q BT şlakı və 50 q fosforit qarışığı  $80^{\circ}C$  temperaturda emala cəlb edilmişdir. Təcrübələr fosforitin parçalanmasına analoji şəraitlərdə aparılmışdır. Fosforit və binar xammalın (BT şlakı və fosforit) emalı proseslərinin müqayisəsi üçün 80 və 100%-ə bərabər olan turşunun sərfiyyat normasının istifadə olunması zamanı alınmış dəlillər əsasında alınmış nümunələrdə  $P_2O_5$  mən.-in miqdarının  $H_2SO_4$ -ün qatılığından asılılıq əyriləri qurulmuşdur (şəkil 8).



**Şəkil 8.  $H_2SO_4$ -ün 80% sərfiyyat normasında  $P_2O_5$  mən.-in miqdarının  $H_2SO_4$ -ün qatılığından asılılığı: 1 – fosforit üçün; 2 – BT şlakı ilə birlikdə fosforit üçün;  $H_2SO_4$ -ün 100% sərfiyyat normasında: 3 – fosforit üçün; 4 – BT şlakı ilə birlikdə fosforit üçün**

Fosforitin emalı və BT şlakının fosforit ilə birgə emalı zamanı  $P_2O_5$  mən.-in miqdarının asılılıq əyrilərinin müqayisəsi zamanı eyni şəraitlərdə binar xammalın emalı zamanı  $P_2O_5$  mən.-in miqdarının yüksəlməsi müşahidə olunmuşdur. Belə bir fakt diqqəti özünə cəlb edir ki, qarışıq xammal üçün 80 və 100% sərfiyyat normasında  $P_2O_5$  mən.-in miqdarının asılılıq əyriləri arasında məsafə fosforitin emalını xarakterizə edən əyriyə nisbətən azalır. Belə mənzərə binar xammalda BT şlakının iştirakının mənfi təsirinin olmamasını əks etdirmişdir.

Alınmış nəticələr iki amil ilə izah oluna bilər. Birincisi, fosforitin əvvəlcədən mexaniki aktivləşdirilməsinin aparılması onun kristal qəfəsinin möhkəmlənməsinə gətirib çıxarır,  $P_2O_5$ -in suda həll olunan formaya keçməsinə səbəb olur. İkinci amili isə onunla izah etmək olar ki, nəzərdən keçirilən xammalın emalı prosesində BT şlakının rolu əsasən diqqətdən kənar qalmamalıdır. Əgər fosforitin parçalanması zamanı birinci mərhələdə əmələ gələn kalsium sulfat yalnız fosforit dənələri üzərində çökürsə, onda binar xammalın emalı zamanı həmçinin ya şlak hissəciklərinin səthi üzərində  $CaSO_4$ -ün çökməsi və ya BT şlakı hissəciklərinin səth strukturlarının məsamələri və çökəkliklərinə nüfuz etməsi mümkündür. Bu halda şlak  $CaSO_4$ -ün bir hissəsini özünə götürərək əmələ gələn fosfat turşusu molekullarının fosforit hissəciklərinə diffuziyası üçün yaxşı şərait yaradaraq fosforit dənələrində çökmə qabiliyyətinə malik olan  $CaSO_4$  molekullarının qatılığının azalmasına səbəb olur.

Optimal proses şəraitlərində fosforitin miqdarının dəyişdirilməsi ilə binar xammal (BT şlamı + fosforit) komponentlərinin nisbətinin alınmış gübrələrin xarakteristikalarına təsiri öyrənilmişdir: temperatur  $80^\circ C$ , 100% sərfiyyat normasında turşunun qatılığı 80% təşkil etmişdir (cədvəl 4).

Alınmış nəticələrə əsasən, xammalda fosforitin miqdarının yüksəlməsi alınmış gübrələrin xarakteristikalarının yaxşılaşmasına gətirib çıxarır [14]. Xammalda şlakın miqdarının yüksəlməsi qida maddələrinin kəmiyyət xarakteristikaları göstəricilərinə praktiki olaraq təsir göstərmir, bu zaman gübrələrin mexaniki möhkəmliyinin hiss olunan yüksəlməsi diqqəti özünə cəlb edir ki, bu da ehtimala görə yapışan BT şlakı hissəciklərinin məsaməli strukturu ilə əlaqədardır.

Maye fazanın kimyəvi tərkibinin tədqiq edilməsi maye fazada həm sərbəst fosfat turşusunun, həm də sulfat turşusunun iştirakını göstərmişdir, onların da mövcudluğu hətta dənəvərləşdirilmədən sonra onun bəzi tip torpaqlarda istifadə olunmasını məhdudlaşdıracaqdır.

#### Cədvəl 4

#### BT şlakı:fosforit kütlə nisbətinin dəyişməsi zamanı mineral gübrə xarakteristikaları

Nö	BT şlakı:fosforit kütlə nisbəti	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> üm. %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mən. %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> sər. %	CaO	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Çıxım, %	Statik möhkəmlik, MPa
1	50:10	14,2	12,2	2,3	23,5	2,6	2,1	89,0	1,6
2	50:20	14,8	12,6	2,4	24,2	2,9	2,2	90,3	1,9
3	50:30	15,4	13,2	2,6	25,1	3,0	2,2	90,6	2,2
4	50:40	15,9	13,6	2,9	25,4	3,3	2,4	91,2	2,4
5	50:50	16,2	13,9	3,3	25,7	3,7	2,5	91,7	2,6
6	60:50	16,3	13,8	3,3	25,8	3,7	2,6	91,7	3,1

Bununla əlaqədar olaraq turşuluğun tənzimlənməsi üçün lazım gəldikdə dənəvərləşdirilmə mərhələlərindən əvvəl alınmış pulpaya neytrallaşdırıcı əlavələr kimi yerli doğranmış əhəng daşı (CaCO<sub>3</sub>) əlavə edilir. Suda həll olan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-in itkilərini istisna etmək və retro-parçalanma proseslərinin qarşısını almaq üçün əlavə edilən əhəng daşının miqdarı pH göstəricisinə görə müəyyən edilir, onun qiyməti 6,5-7-yə qədər çatdırılır.

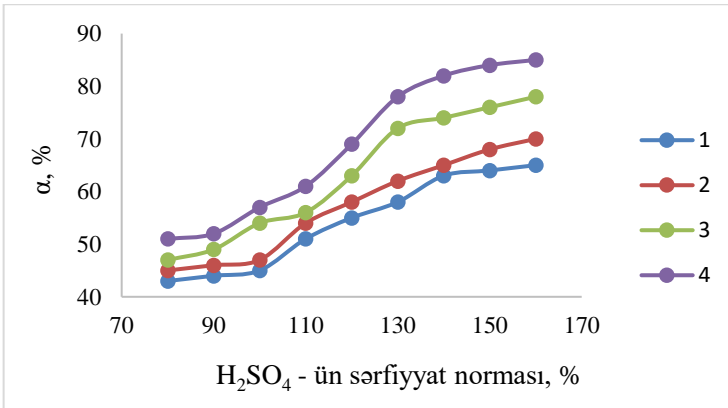
Mineral gübrələrin istehsalı üçün yerli sənaye tullantılarının emala cəlb edilməsi imkanlarının aşkar edilməsi üzrə tədqiqatları davam etdirərək, BT şlamı və fosforit ilə yanaşı, xammalın tərkibinə qazma şlamı əlavə edilmişdir. Xammalın emalı zamanı propilenin hidratlaşma prosesinin 50-65% qatılıqlı işlənmiş sulfat turşusundan istifadə edilmişdir. Üçkomponentli xammalın parçalanması prosesi BT şlakının fosforit ilə qarışığının 80°C temperaturda, sulfat turşusunun stexiometrik qiymətdən 100-110%-ə bərabər sərfiyyat norması şəraitində aparılmışdır.

Sənaye tullantılarının cəlb edilməsi ilə xammalın eyni şəraitlərdə emalı nəticələrinin müqayisəsi  $P_2O_5$  mən-in bir tərtib qiymətinin və qiymətinə görə fosforitin emalı zamanı alınmış  $P_2O_5$  mən-in qiymətindən yuxarı qiymətə yaxın göstərici almaq imkanlarını göstərmişdir. Qazma şlamının tərkibində oksidlərin yüksək miqdarına baxmayaraq, xammalın tərkibinə qazma şlamının əlavə edilməsi emal prosesini mürəkkəbləşdirmir (cədvəl 5, şəkil 9).

**Cədvəl 5**

**$P_2O_5$  mən-in miqdarının xammalın tərkibindən və emal şəraitindən asılılığı**

Xammal	$P_2O_5$ mən.			
	$H_2SO_4$ -ün qatılığı / $H_2SO_4$ -ün sərfiyyat norması			
	50/80	50/100	60/80	60/100
Fosforit	5,23	5,67	5,59	6,09
Fosforit + BT	5,75	5,87	6,14	6,31
Fosforit + BT + qazma şlamı	5,77	5,91	6,12	6,34



**Şəkil 9. Tərkibində BT şlamı, fosforit və qazma şlamı olan xammalın parçalanma əmsalının  $H_2SO_4$ -ün sərfiyyat normasından asılılığı: 1 – texniki 50%  $H_2SO_4$ ; 2 – texniki 60%  $H_2SO_4$ ; 3 – işlənmiş 50%  $H_2SO_4$ ; 4 – işlənmiş 60%  $H_2SO_4$**

Alınmış nəticələr binar xammala qazma şlamının əlavə edilməsi zamanı  $P_2O_{5\text{mən}}$  kəmiyyətini saxlamağa imkan verən amilləri axtarmaq zərurəti qarşıya çıxmışdır. Xammalın müqayisə olunan tərkiblərinin emalı şəraitində fərq yalnız müxtəlif kimyəvi proseslərdən götürülmüş işlənmiş turşuların istifadə olunması hesab edilmişdir. İstifadə olunan sulfat turşusunun mənşəyinin rolu barədə fərziyyələrin sübut edilməsi üçün fosforit, BT şlakı və qazma şlamı qarışığının analoji şəraitlərdə 50 və 60%-li texniki sulfat turşusu ilə parçalanması prosesləri də aparılmışdır. Hər iki turşunun istifadə olunması ilə alınmış müqayisəli nəticələr propilenin hidrolizi qurğusunun işlənmiş sulfat turşusunun istifadə olunması zamanı xammalın parçalanma effektivliyini sübut etmişdir.

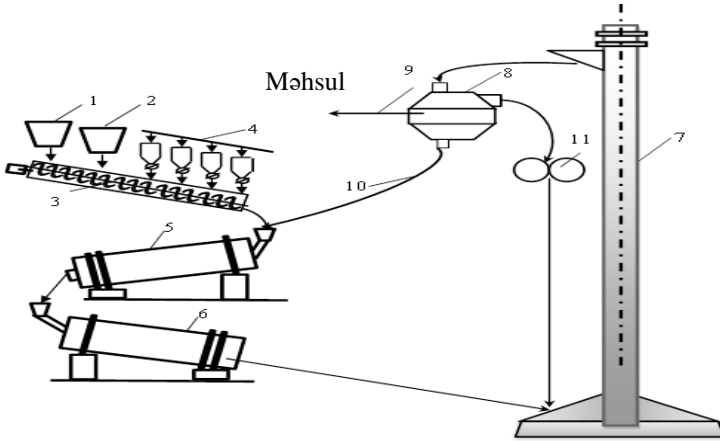
Propilenin hidrolizi qurğusunun işlənmiş sulfat turşusunun aparılmış analizi üzvi birləşmələrin mövcudluğunu aşkar etmişdir: izopropilsulfat - 0,25-0,30 %; diizopropilsulfat - 0,3-0,4 %; izobutilsulfat - 0,12-0,15 %; diizobutilsulfat - 0,2 %. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, iştirak edən efirlər səthi-aktiv xassələrə malik olaraq aralıqlar və makrokapilyarlar əmələ gətirərək reaksiya kütləsinin köpüklənməsinə səbəb ola bilər, eyni zamanda fosforit hissəciklərinə diffuziyanı yaxşılaşdırır. Bundan başqa iştirak edən efirlər bərk hissəciklərin səthi gərilməsini azaldır, bu zaman kalsium sulfatın kipləşdirici qabığı zəifləyir və fosforitin parçalanma prosesini sürətləndirir.

Həm BT şlakı ilə qarışıqda fosforitin, həm də cəlb edilmiş qazma şlamı ilə üçkomponentli xammalın emalı imkanları barədə aparılmış tədqiqatlar əsasında prinsipial texnoloji sxem təklif edilmişdir (şəkil 10).

Tərkibində BT şlakı, dolomit və fosfogips olan üçkomponentli xammalın emalı öyrənilmişdir [15]. Hissəciklərinin ölçüləri 5-10 mm-ə qədər olan doqranmış xammal Neft Emalı Zavodunun tullantısı hesab edilən, qatılığı 10-20%-ə qədər gətirilmiş sulfat turşusu ilə parçalanmaya məruz qalmışdır. Sulfat turşusunun sərfiyyat norması stexiometrik qiymətdən 100% qəbul edilmişdir. Prosesin rejimlərinin alınmış gübrələrin xarakteristikaları ilə qarşılıqlı əlaqəsinin aşkar edilməsi məqsədilə texnoloji rejimlərin dəyişdirilmə əhəmiyyəti öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, reagentlərin qarışdırılma

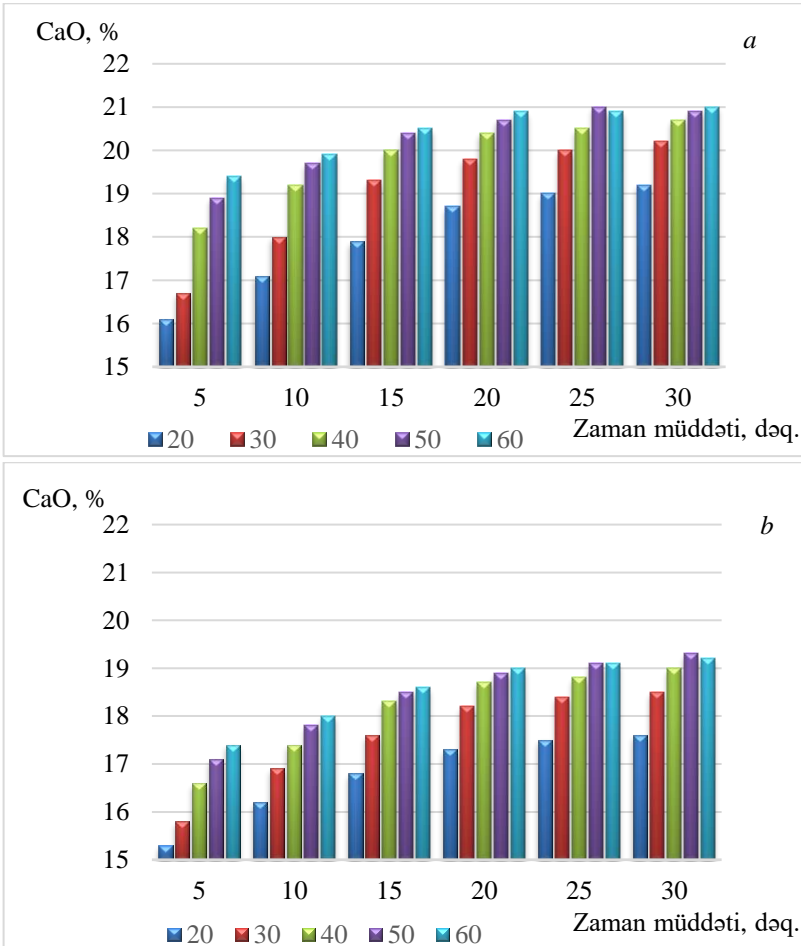


ardıcılığı alınmış maye və bərk fazaların nisbətində təsir göstərmir.  $H_2SO_4$ -ün qatılığı və prosesin temperaturu kimi texnoloji parametrlərin təsiri altında prosesin istiqamətinin müvəqqəti dəyişiklikləri tədqiq edilmişdir.



**Şəkil 10. BT şlakı və qazma şlamının utilizasiyasının prinsipli texnoloji sxemi:** 1 – sulfat turşusu üçün tutum; 2 – BT şlamı üçün bunker; 3 – şnek; 4 – modifikatorlar üçün bunkerlər; 5 – dənəvərləşdirici; 6 – quruducu; 7 – elevator; 8 – laylı ələk; 9 – hazır məhsul xətti; 10 – retur xətti; 11 – doğrayıcı

CaO-in yığılmasının temperaturdan asılılıq mənzərəsi öz xarakterinə görə iki sahəni əks etdirən həm 10%, həm də 20% qatılıqlı sulfat turşusu üçün oxşardır. 5-20 dəq zaman müddətində kalsium oksidin intensiv toplanması müşahidə edilir. 20-30 dəq temperatur intervalına keçid ilə dolomitin parçalanması prosesinin başa çatdığını sübut edən kalsium oksidin aşkar toplanması qeydə alınmışdır. Parçalanma prosesinin temperaturundan asılı olaraq bərk fazada CaO-in toplanmasına sulfat turşusunun qatılığının təsir xarakteri 10% qatılıqlı  $H_2SO_4$ -ün istifadə olunmasından 20% qatılıqlı turşuya keçid zamanı bütün temperatur intervalı üzrə oksidin toplanmasının azalmasını sübut edir (şəkil 11).



**Şəkil 11. Prosesin parametrlərinin CaO-in toplanmasına təsiri: a) 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; b) 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Diaqramlarda əks olunmuş dəyişikliklərin belə xarakteri onunla tamamilə izah edilə bilər ki, sulfat turşusunun tam dissosiasiyası H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün sıxlığı suyun sıxlığına yaxınlaşdığı halda, daha doğrusu, turşunun əsaslı şəkildə durulaşdırılması zamanı təmin edilir. Turşunun qatılığının yüksəlməsi maye fazada kalsiumun, məhz CaHSO<sub>4</sub> şəkildə miqdarının yüksəlməsinə səbəb olur. Nəzərə alsaq ki,

kompleks gübrələrin alınması zamanı gübrələrin tərkibində  $\text{CaSO}_4$ -ün miqdarı prioritet hesab edilir, bu da yuyulan  $\text{CaHSO}_4$ -dən fərqli olaraq torpaqda saxlanılır, onda prosesin effektivliyi 10%-li sulfat turşusunun istifadə olunması zamanı təmin ediləcəkdir.

Alınmış təcrübi nəticələri ümumiləşdirərək, qeyd etmək olar ki, nəzərdən keçirilən intervallarda tədqiq edilən xammalın emalının texnoloji parametrlərinin optimal şəraiti kimi 10%-li  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilə 40-50°C temperatur intervalında 20-25 dəqiqə müddətində turşu ilə parçalanmasını qəbul etmək olar. Bu şəraitlərdə xammal komponentlərinin nisbətinin alınmış mineral gübrə nümunələrinin tərkibinə təsiri tədqiq edilmişdir (cədvəl 6).

**Cədvəl 6**

**Xammalın tərkibindən asılı olaraq gübrələrin xarakteristikaları**

№	Xammal komponentlərinin miqdarı, q			Oksidlərin miqdarı, % (küt.)				Dənələrin statik möhkəmliyi, $\text{kq/s/m}^2$
	BT şlakı	Fosfo-gips	Dolomit	CaO	MgO	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	
1	50	25	25	13,0	2,15	0,21	0,12	21,2
2	60	25	25	15,2	2,18	0,22	0,12	21,9
3	70	25	25	18,1	2,21	0,24	0,13	22,4
4	80	25	25	19,7	2,24	0,25	0,14	23,2
5	90	25	25	20,2	2,25	0,27	0,16	23,9
6	100	25	25	20,4	2,27	0,29	0,16	24,4
7	100	50	25	27,7	2,23	0,31	0,18	24,6
8	100	25	40	23,8	2,68	0,29	0,17	27,2
9	100	25	50	24,1	2,85	1,29	0,18	27,8

Təcrübələrin nəticələrinin göstərdiyi kimi dolomitin miqdarının yüksəlməsi dənələrin möhkəmliyinin 27,8  $\text{kq/s/m}^2$ -ə qədər yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Bununla da alınmış nəticə onunla tam izah edilə bilər ki, BT-nin yüksəktemperaturlu emalı nəticəsində alınmış şlakın tərkibində iriləmiş yapışma hissəcikləri vardır.

Doğranma zamanı belə hissəciklərin səthinin strukturu çökəklik və məsamələr saxlayır, eyni zamanda xammal komponentləri üçün şlakın əlaqələndirici rolunu təmin edir. Tozşəkili dolomitin şlak səthi ilə intensiv qarşılıqlı təsiri nəticəsində dənələrin möhkəmlənməsinə gətirib çıxaran qarışıqın özlülüyünün yüksəlməsi baş verir. Aparılmış tədqiqatlar alınmış kompleks gübrə nümunələrinin xarakteristikalarının tənzimlənməsi imkanları ilə seçilmiş xammalın emal şəraitini aşkar etmişdir. İşlənib hazırlanmış üsullar və texnoloji sxemlər Azərbaycanın sənaye tullantıları ilə birlikdə yerli təbii resursların istifadə olunması ilə məqsədyönlü şəkildə tələb olunan keyfiyyətdə gübrə əldə etməyə imkan vermişdir.

## NƏTİCƏLƏR

1. BMT-nin üzvi tərkib hissələrinin zərərsizləşdirilməsi üçün tərkibində  $H_2S$  olan,  $25-75^{\circ}C$  temperaturda səth üzərinə çıxan Azərbaycanın geotermal sularının istifadə olunma imkanları öyrənilmişdir.  $H_2S$ -in qatılığının yüksəlməsi zamanı zərərsizləşdirilmə dərəcəsinin maksimumunun geotermal suların temperaturunun azalması tərəfə sürüşməsinə göstərən temperaturun nəzərə alınması ilə  $H_2S$ -in qatılığının zərərsizləşdirilmə dərəcəsinə təsiri müəyyən edilmişdir ki, bu da istifadə olunan mənbələrin seçilmə coğrafiyasını genişləndirməyə imkan vermişdir.

2. İlk dəfə olaraq modifikator kimi yerli fonolitin və alınmış pulpanın neytrallaşdırılması üçün əhəng daşının istifadə olunması ilə tərkibində  $H_2S$  olan Azərbaycanın geotermal suları ilə zərərsizləşdirilmiş BT-nin üzvi tərkib hissələrinin emala cəlb edilməsi ilə üzvi-mineral gübrələrin alınması texnologiyası işlənib hazırlanmışdır.

3. Si-üzvi mineral gübrələrin alınması üçün BT-nin üzvi tərkib hissələrinin emalı zamanı modifikator kimi montmorillonitin istifadə olunması imkanları, həmçinin dənələrin statik möhkəmliyinin yüksəlməsində onun rolu müəyyən edilmişdir.

4. Qazma şlamının yerli kaolin gilləri ilə birlikdə emalı zamanı alınmış mineral gübrələrdə iştirak edən əsas faydalı komponentlərin ayrılma dərəcəsinə temperaturun, prosesin aparılma müddətinin,

nitrat, sulfat və fosfat turşularının qatılığının və sərfiyyat normasının təsiri müəyyən edilmişdir. Xammal modifiyatoru kimi kalium mənbəyi şəklində fonolitə istifadə olunması imkanları göstərilmişdir.

5. BT-nin yandırılma şlakı və fosforit ilə birlikdə Naxçıvan fosforitinin sulfat turşusu ilə emalının optimal şəraiti aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, emal məhsullarında  $P_2O_5$  mə-n-in miqdarı  $H_2SO_4$ -ün qatılığından və sərfiyyat normasından, həmçinin istifadə olunan xammalın tərkibindən asılıdır.

6. Qarışıq xammalın tərkibinin, sulfat turşusunun qatılığının və reaksiya mühitinin temperaturunun dəyişdirilməsi yolu ilə BT şlakı, dolomit və fosfogipsin mürəkkəb mineral gübrələrə keyfiyyətə idarə olunan birgə emalı prosesi həyata keçirilmişdir. Alınmış mürəkkəb mineral gübrə dənələrinin statik möhkəmliyinin yüksəlməsində BT şlakının və xammalın tərkibinə əlavə olunan dolomitə miqdarının rolu əsaslandırılmışdır.

7. Azərbaycanın sənaye tullantılarını və yerli təbii resurslarını mürəkkəb mineral gübrələrə emal etməyə imkan verən prinsipial texnoloji sxemlər təklif edilmişdir.

8. İşlənib hazırlanmış texnologiyanın ərzaq proqramının həllində üzvi-mineral kompleksdən müstəsna asılılıq təşkil edən üzvi-mineral və kompleks mineral gübrələrin öz istehsalı hesabına idxalın əvəzlənməsi məsələsini həll etməyə imkan verəcəyi göstərilmişdir.

### **Dissertasiya işinin mövzusunə dair dərc olunmuş elmi əsərlərin siyahısı**

1. Alosmanov, M.S., Mammadov, V.A., Khalilova, H.Kh., Garaybeyli, S.A. The use natural mineral compounds for the treatment and utilization of solid waste containig nutrients //The 36<sup>th</sup> National and the 3<sup>rd</sup> International Geosciences Congress, Tehran. 2018, 25-27 February, p.161-162.

2. Garaybayli, S.A., Gambarov, M.B., Ataev, M.S., Alosmanov, M.S. Development of ecotechnology of a slag produced from municipal rom municipal solid wastes (MSW) incineration by adding modifiers (phosphorite and phosphogypsum) //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna: – 2018. № 5 – 6, p. 41-44.

3. Alosmanov, M.S., Dağ-mədən və neft sənayesi tullantılarının emalı üsulu, İxtira İ2018 0022, Azərbaycan Respublikası / Məmmədov, V.A., Feyzullayev, Ə.Ə., Hüseynov [və b.]

4. Gəraybəyli, S.A., Həsənov, Ə.A., Alosmanov, M.S. Modifikatorların (fosforit və fosfogips) əlavəsilə bərk məişət tullantılarının (BT) yandırılmasından alınan şlakın ekotexnologiyasının işlənməsi // Elmi-texniki Jurnal Ekoenergetika, – Bakı: – 2019. №3,– s. 26 – 29.

5. Alosmanov, M.S., Üzvi – mineral gübrənin alınması üsulu, İxtira İ2019 0052, Azərbaycan Respublikası / Həsənov, Q.S., Hüseynov, D.A., Məmmədov, M.N. [və b.]

6. Герайбейли, С.А., Байрамов, С.М., Севдимова, Е.Д. Разработка технологии многокомпонентного конденсата на основе шлака от сжигания твердых бытовых отходов с добавлением доломита, фосфогипсита и отходов  $H_2SO_4$  // – Moscow: International scientific journal “Modern Science”, – 2019. – № 4(3), – с.166-171.

7. Герайбейли, С.А. Разработки технологии повышения плодородие почв с использованием отходов и полезных ископаемых // Colloquium - journal. – Warszawa, Polska: – 2019. №10 (34), – с. 69-72.

8. Geraybeyli, S.A. Preparation of organic mineral complex fertilizers using slag – sludge waste with addition of organic compounds // Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: Synergy and integration», – Beijing, China: – November 19, – 2019, p. 137-141.

9. Герайбейли, С.А. Технология повышения плодородия почв с применением отходов различных отраслей промышленности // Тезисы и материалы Международной научной конференции «Перспективы инновационного развития химической технологии и инженерии», – Сумгаит: – 28 -29 ноября, – 2019. – с. 285 -287.

10. Geraybeyli, S.A. Acid – free method for obtaining organomineral fertilizer // International conference on aktual problems of chemical engineering, dedicate to the 100 anniversary of the

Azerbaijan Stat Oil and Industry University. - Baku, Azerbaijan: -24-25 december, – 2020. – p.369 -371.

11. Герайбейли, С.А. Разработка получения комплексного удобрения на шлака, шлама с добавлением местного модификатора // Сборник статей по материалам LXXX Международной научно – практической конференции «Инновационные подходы в современной науке»,– Москва: Изд. (Интернаука), - октябрь, – 2020. – № 20 (80), – с. 53 – 6.

12. Герайбейли, С.А., Исмаилова, Р.А. Исследование возможности переработки шлака сжигания ТБО в комплексные минеральные удобрения // Химическая безопасность – Москва: – 2021. Том 5, № 2, – с. 138 -147.

13. Garaybayli, S.A. Comprehensive processing of drill sludge and agro-ore raw materials of Azerbaijan into mineral fertilizers // - Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2022. Vol. 13, Issue 02, – p.60-65.

14. Geraybeyli, S.A. Recycling slag from combustion of MSW into complex mineral fertilizers using poor phosphorite // Chemical problems. – 2022. No. 2(10), – p.138- 144.

15. Garaybeyli, S.A. Joint recycling MSW slag and drill cuttings into mineral fertilizers with lean-grade phosphorite // Chemical problems. – 2022. No. 4(20), – p. 317-324.

16. Герайбейли, С.А. Экологическая безопасная технология при разработке отходов промышленности в Азербайджане с использованием местных ресурсов // Ümummilli lider Heydər Əliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Azərbaycanda kənd təsərrüfatının innovativ yollarla inkişafı və ekoloji problemləri” Elmi konfransının materialları /– Bakı: – 14 dekabr, – 2023. – s.146-150.

17. Герайбейли, С.А. Использование геотермальных вод Азербайджана для обезвреживания органической составляющей твердых бытовых отходов // – Баку: Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, – 2023. – №(26), – s.30-37.

18. Garaybayli, S.A. Solving environmental problems by recycling municipal solid waste // – Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, Multidisciplinary journal

### **Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti**

[ 7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18] – müəllifin sərbəst hazırladığı işlər.

[ 1,2,3,4.5,6] – işlərində məsələnin qoyuluşu, bərk tullantıların emalı prosedurlarının və utilizasiya üsullarının işlənilməsi, təcrübi eksperimentlərin aparılması, nəticələrin analizi və qiymətləndirilməsi müəllifə məxsusdur.









Dissertasiyanın müdafiəsi 31 yanvar 2025 – ci il tarixində saat 15<sup>00</sup> Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyi nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.38 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1115, Bakı şəhəri, Binəqədi r., 8 - ci mkr., S.S.Axundov 1.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyinin rəsmi internet sayıtında [www.nasa.az](http://www.nasa.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 27 dekabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 23.12.2024  
Kağızın formatı: 60x84<sup>1/16</sup>  
Həcmi: 38655  
Tiraj: 30