AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

DAĞ-MƏDƏN SƏNAYESİNDƏ TƏTBİQ OLUNAN ÜYÜDÜCÜ DƏYİRMANLARIN İŞGÖRMƏ QABİLİYYƏTİNİN ARTIRILMASI

İxtisas: 3313.02 – "Maşınlar, avadanlıqlar və proseslər"

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Famil Meyxoş oğlu Həmidov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsini almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı- 2022

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Sənaye maşınları" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Texnika elmləri doktoru, professor
İbrahim Əbülfəz oğlu Həbibov

Rəsmi opponentlər: 1. Texnika elmləri doktoru, professor
Zakir Əli Ağa oğlu Rüstəmov

2. Texnika elmləri doktoru, professor
Fariz Qaçay oğlu Əmirov

3. Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Sevda Alipaşa qızı Ağaməmmədova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.02 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: Texnika elmləri doktoru, professor

Mustafa Baba oğlu Babanlı

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru,dosent

Tahir Qaffar oğlu Cabbarov

Elmi seminarın sədri: Texnika elmləri doktoru, professor

Nazim Yusif oğlu İbrahimov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. XX əsrin sonu XXI əvvələrindən başlayaraq Azərbaycanda sənayeləşmə siyasətinin geniş miqyasda həyata keçirilməsi nəticəsində çoxlu sayda güclü potensiala malik olan sənaye müəssisələri yaradılmışdır. Hazırki mərhələdə sənayenin modernləşdirilməsi və qeyri-neft sənayesinin şaxələndirilməsi məqsədi ilə mövcud təbii və iqtisadi resursların təsərrüfat dövriyyəsinə cəlb edilməsi, ənənəvi sənaye sahələri ilə yanaşı, yeni istehsal sahələrinin, sənaye parklarının yaradılması, regionlarda sənaye potensialının gücləndirilməsi, sənayenin innovasiyalar əsasında inkişafını təmin edəcək imkanların formalaşdırılmasının zəruriliyi Azərbaycan dövləti tərəfindən nəzarətdə saxlanılan prioritet istiqamətlərdəndirlər. Bu istiqamətlər sırasında dağ-mədən sənayesi və onunla bağlı metallurgiya sektorunun yeri və rolu xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

2009-cu ildən Gədəbəy qızıl və mis yataqlarının mənimsənilməsini aparan Azərbaycan İnterneyşnl Mayninq Kompani Limited (AİMKL) belə müəssisələrdəndir və hazırda Gədəbəy yatağında kəşfiyyat, hasilat və emal işləri aparır. Müəssisədə tətbiq olunan yüksək texnologiyalar və onların həyata keçirilməsində istifadə olunan avadanlıqlar, eləcə də texniki vasitələrdə müəyyən vaxt kəsiyindən sonra bərpa texnologiyalarının tətbiqinə, onlarda yenilənmə, eləcə də müxtlif xarakterli təkmilləşmə işlərinin aparılması zəruriyəti aktuallaşır. Qeyd etmək vacibdir ki, müəssisədəki texnoloji zəncirdə tətbiq olunan üyüdücü dəyirmanlarda baş verən imtinaların tezliyi və onların aradan qaldırılması ilə bağlı məsrəflərin həcmi digərləri ilə müqaisədə ciddi şəkildə fərqlənirlər. Bu səbəbdən üyüdücü dəyirmanların istismar göstəricilərinin və resursunun artırılması, nəticə etibarı ilə emal prosesinin maya dəyərinin azaldılması və iqtisadi səmərəliliyin yüksəldilməsi dağmədən sənayesinin aktual problemlərindəndir.

Bu istiqamətdə elmi tədqiqat işləri yaxın və uzaq xarici ölkələrdə çalışan alim və tədqiqatçılar, o cümlədən, Andreev S.E., Berrta D., Eqorov A.F., Kozin V.Z, Sofiyev A.V., Bond F., Linç A.D., Xorst V.E, Özgün Levent, Kinq R.P., Luan K., Neyper-Mann T., Vaysberq L.A., Pauls M., Radjimani P.K. Xerbest J.A və s. tərəfindən böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edən tədqiqat işləri aparılmışdır. Onların nəticəsi olaraq dağ-mədən sənayesində tətbiq olunan avadanlıqların texniki imkanlarının genişləndirilməsi, texnoloji proseslərin yaxşılaşdırılması, ümumilikdə, məhsuldarlığın yüksəldilməsi, sənaye və ekoloji təhlükəsizliyin təminində yüksək naliyyətlər əldə edilmişdirlər.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Gədəbəy qızıl və mis yataqlarının mənimsənilməsində istifadə olunan üyüdücü dəyirmanların işgörmə qabiliyyətinin artırılmasındadır.

Dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər qoyulmuş və həll edilmişdir:

-Azərbaycanda dağ-mədən sənayesinin müasir vəziyyəti və inkişaf perspektivlərinin təhlili;

-dağ-mədən sənayesində istifadə olunan üyüdücü dəyirmanların konstruktiv xüsusiyyətləri və texniki imkanlarının analizi;

-üyüdücü dəyirmanlarda baş verən imtina səbəblərinin təhlili;

-üyüdücü dəyirmanlarda yeyilməyə qarşı yüksək davamlılıq və zərbə möhkəmliyi göstərən polad kürələrin tərkibinin və hazırlanma üsulunun işlənməsi;

-üyüdücü dəyirmanlarda istehsal imkanlarını və resursun yüksəldilməsində konstruktiv təkminləşmələrin həyata keçirilməsi;

- dəyirmanın iş rejiminin optimallaşdırılmasında simulyasiya proqramından istifadənin tətbiqi;

-dəyirmanın məhsuldarlığı ilə texniki və texnoloji parametrlərindən asıllığının müəyyənləşdirilməsi

Tədqiqat metodları. Tədqiqat işində qoyulmuş məqsəd və məsələləri həll etmək üçün riyazi statistika və ehtimal nəzəriyyəsi, qeyri-xətti dinamik sistemlər və dağ-mədən avadanlıqları

sistemlərində istismar və ekoloji təhlükəsizliyin təmini nəzəriyyələrinin əsaslarından istifadə edilmişdir.

Eyni zamanda kompyüter texnologiyaları tətbiq etməklə risklərin qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılması məsələləri öz həllini tapmışdır.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

-üyüdücü dəyirmanda istifadə olunan üyüdücü polad kürələrin fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəldilməsinə imkan verən yeni reseptutanın müəyyən edilməsi və hazırlanma texnologiyasının işlənməsi;

-qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının optimal qiymətinin təyini;

-çox faktorlu üyütmə prosesinin istismar rejimi parametirlərinin müəyyənləşməsində simulyasiya proqramının tətbiqi ilə metodiki əsaslarının işlənməsi;

-üyüdücü polad kürələrin hərəkət trayektoriyasına uyğun olaraq onların enmə nöqtəsinin koordinatlarını müəyyən edən riyazi ifadə;

Tədqiqatın elmi yenilikləri:

-üyütmə prosesinin effektivliliyini təmin etmək məqsədi ilə qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının təyini;

-üyüdücü polad kürələrin hərəkət trayektoriyasına uyğun olaraq üyüdücü polad kürələrin enmə nöqtəsinin kordinatlarını müəyyən edən riyazi ifadənin işlənməsi;

-dəyirmanda istifadə olunan üyüdücü polad kürələrin fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəldilməsinə imkan verən yeni tərkibin resepturasının işlənməsi;

-qaldırıcı və sinə astarlarında baş verən qeyri-bərabər yeyilmənin tənzimlənməsinin təmini;.

-üyütmə prosesində iqtisadi göstərici (məhsuldarlıq) ilə texniki və texnoloji parametrlərindən asıllıq.

- qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafənin (A) onun hündürlüyünə (B) olan nisbətinin, eləcə də üyüdücü polad kürələrin yeyilmə həddinin emal olunan filizin fiziki-mexaniki xassələrindən asıllıqları.

Tədqiqatın nəzəri və proaktiki əhəmiyyəti. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı praktiki məsələlərin həllinə imkan yaradır:

-astarların yeyilmə intensivliyinin azaldılması məqsədi ilə konstruktiv dəyişliklərin həyata keçirilməsi və bu əsasda üyütmə göstəricilərinin yüksəldilməsi;

-üyüdücü polad kürələrin yeyilməyə qarşı davamlığının və zərbə möhkəmliliyinin artırılmasına imkan yaradan metal əsaslı kompozisiya materialının və onların istehsal texnologiyasının işlənməsi.

-sinə astarlarında yeyilmənin azaldılması məqsədi ilə metal rezin örtük materialdan istifadənin tətbiqi;

-Azərbaycanda istismar olunan yataqların xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla ilk dəfə olaraq MillTraj simulyasıya proqramının tətbiqinin reallaşdırılması;

- sinə astarların dizaynının məhsuldarlığa, eləcə də üyüdücü polad kürələrin yeyilmə həddinin operativ qiymətləndirilməsi işində istifadə oluna biləcək emprik ifadələr.

- SAG Mill dəyirmanının daxilində üyüdücü polad kürə həcmini sabit saxlanması və üyütmə göstəricilərinin yüksəldilməsi məqsədi ilə avtomatik üyüdücü polad kürə tənzimləmə avadanlığından istifadəsi.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuşdur:

1. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX respublika elmi konfransının materialları (Bakı, 2016),
2. AMEA-nın Geologiya və Geofizika İnstitutun elmi konfransında (Bakı, 2016) ,
3. 41-я Международной Научной Конференции «Теоретические и практические вопросы современной науки», Eurasian Scientific Association (Москва, 2018),
4. VI Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 2019),

5. ADNSU-nun “Mühəndis və kompüter qrafikası” kafedrasının elmi seminarı(Bakı, 2020).

İşin əsas məzmunu 18 əsərdə müxtəlif nüfuzlu jurnallarda nəşr olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində yerinə yetirilmişdir. Dissertasiya işinin nəticələri “Azərbaycan İnterneyşnl Mayninq Kompani Limited” şirkətinin Gədəbəy kontakt sahəsində yerləşən müəssisəsində yoxlamadan keçərək tətbiq olunmuşdur.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 4 fəsildən, ümumi nəticələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir.

Dissertasiya 143 səhifə A4 formatında təqdim olunmuş, işdə 34 şəkil, 21 cədvəl, 12 qrafik, 121 adda ədəbiyyat mənbəyi və əlavələr vardır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişində mövzusunun aktuallığı, işin məqsədi və əsas tədqiqat məsələləri verilmiş, elmi yeniliklər, nəticələrin praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas naliyyətlər, istehsalatda tətbiqin vəziyyəti və dissertasiya işinin aprobasiyası göstərilmişdir.

Birinci fəsildə Azərbaycan Respublikasında dağ-mədən sənayesinin müasir vəziyyəti və inkişaf perspektivləri, nəcib metaların hasilatı və emalında tətbiq olunan texnologiyalar əks olunmuşdur. Dağ-mədən sənayesində istifadə olunan avadanlıq və texniki vasitələrin konstruktiv xüsusiyyətləri və imkanlarının analizi, üyüdücü dəyirmanlarda baş verən imtina səbəblərinin geniş təhlili verilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, hazırda Azərbaycanın dağ-mədən sektorunda fəaliyyətdə ilk birgə müəssisələrdən olan AİMKL ölkədə filizçıxarma və emal sənayesinin aparıcı rolu olub qeyri-neft sektoruda önəmli faktorlardandır.

Hazırda müəssisədə 2 ədəd SAG Mill və 2 ədəd BALL Mill tipli üyüdücü dəyirmanlar istismar olunurlar. Emal prosesinin iqtisadi effektivliyi dəyirmanlarda məhsuldarlıq (M), enerji (E), astarlar (L) və üyüdücü polad kürələrə (G) sərf olunan vəsaitlərin miqdarı ilə müəyyən olunur.

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, AİMKL-də istifadə olunan SAG Mill dəyirmanında E:L:G nisbəti uyğun olaraq aşağıdakı kimidir: 58:19:23.

Dəyirmanlarda baş verən imtinaların səbəblərinin təhlili nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu sırada üyüdücü polad kürələrin yeyilməsi və dağılması səbəbindən yaranan boşdayanmalar dominantlıq təşkil edir. Mövcud normotiv sənədlərə əsasən hər ton üyüdülən filiz üçün onların xassələrindən asılı olaraq üyüdücü polad kürə sərfiyatı SAG Mill tipli dəyirman üçün 0,3-0,8 kq/ton təşkil edir. Bu səbəbdən AİMKL-də günlük məhsuldarlıq ortalama 1800 ton/gün olduğu üçün SAG dəyirmanlara hər gün, 1 dəfə olmaqla 1,0-1,2 ton üyüdücü polad kürə əlavə olunur. Digər tərəfdən üyütmə prosesinin maya dəyərinə ciddi təsir edən faktorlardan biri də giriş, sinə və çıxış astarlarının dağılmasıdır.

Bu göstəricilərə əsaslanaraq tədqiqatın əsas istiqamətləri və obyekti seçilmişdir.

İkinci fəsil tədqiqat işinin istiqamətinin, obyektinin və icra metodlarının müəyyən edilməsinə həsr edilmişdir.

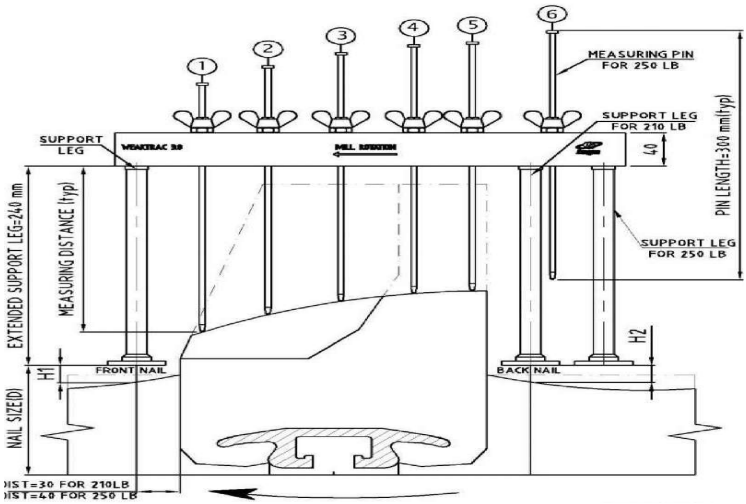
Tədqiqat işinin istiqaməti olaraq hazırda AİMKL-də istismarda olan 3 yataqdan - Gədəbəy, Qədir və Uğurdan hasil olunan filizlərin emalında istifadə olunan üyüdücü dəyirmanların işgörmə qabiliyyətinin artırılması məsələsi qəbul edilmişdir. Bu yataqlardan hasil olunan filizlər öz morfoloji xassələri, fiziki-mexaniki göstəricilərinə görə geniş diapozonlu olmaqları ilə fərqlənirlər. Bu isə onların emalı prosesində rejim parametrlərinin,

üyüdücü polad kürə sərfiyyatının, eləcə də astarların dizaynının təkmilləşməsi ilə bir sıra texniki və texnoloji tədbirlərə yenidən baxılması və korreksiya edilməsi məsələlərini aktuallaşdırmışdır.

Tədqiqat obyekti qismində SAG Mill dəyirmanı və bu işdə istifadə olunan diametri d=100-110 mm olan (zərbə ilə filizin parçalanmasında) üyüdücü polad kürələr seçilmişdir. Üyüdücü dəyirmanların yüklənmə əmsalından asılı olaraq onların daxilində adətən 16-22 ton üyüdücü polad kürələr yerləşdirilir.

Sınaq üyüdücü polad kürələrin nümunələri "Azneft" İB-nin "Dalma qurğularının təmiri və kirayəsi üzrə eksperimental istehsalat müəssisəsində (metal qəliblərdən istifadə etməklə), Bakı neftqazmədən avadanlıqları" QSC-də (metal qəliblərdən istifadə etməklə) və Bakı poladtökmə" ASC-də (torpaq qəliblərdən istifadə etməklə) hazırlanmışdırlar.

Üyüdücü polad kürələrin bərkliyi, eləcə də onlarda yeyilmə həddinin və zərbə möhkəmliyinin qiymətləndirilməsi ilkin olaraq vizual müşahidə aparılmaqla ГОСТ 19200-80 tövsiyələri əsasında və uyğun olaraq ГОСТ 9013-59, ГОСТ 26433.1-89 və ГОСТ 9454-78 yerinə yetirilmişdir.



Şəkil 1. Astarlarda yeyilmənin miqdarını ölçən tərtibat

Yeyilmədən diametrlərinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi ştangensirkul, səthlərindəki boşluq və digər deffektlərin təyin olunmasında böyüdücü şüşədən istifadə olunmuşdur.

Bərkliyin müəyyən olunmasında Emco Test -149 modelli bərklik ölçəndən istifadə olunmuşdur. Astarlarda baş verən yeyilmələrin qiymətlərini müəyyən etmək üçün xüsusi ölçü tərtibatdan istifadə edilmişdir (Şəkil1.).

Üyütmə prosesinin vizual tədqiqatları böyük problemlər yaratdıqlarından, üyüdücü polad kürələrin dəyirmanın daxilində hərəkətinin öyrənilməsində MillTraj simulyasiya proqramının imkanlarından istifadə olunur. Eyni zamanda üyütmə prosesinin çox faktorlu olduğunu nəzərə alınmaqla onların birgə təsirinin öyrənilməsi məqsədi ilə sınaq işlərində planlı eksperiment yanaşması tətbiq edilmişdir.

Üçüncü fəsil eksperimental tədqiqatların nəticələrinin müzakirəsinə həsr edilmişdir. Burada üyütmə prosesinin iqtisadi effektivliyinin qiymətləndirilməsində önəmli faktor olan üyüdücü polad kürə sərfiyatını azaldılması və bu məqsədlə onların hazırlanması üçün yeni tərkibli kompozisiya materialının və texnologiyanın işlənməsi, ümumi emal prosesində iş rejiminin optimallaşdırılması, çıxış məhsulunun filizin bərkliyindən və dəyirmanın barabanının yüklənmə əmsalından asıllığının tədqiqi, dəyirmanın astarlarının konstruktiv parametrlərin təyini, eləcə də, üyüdücü dəyirmanlarda qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının təyini kimi tədqiqatların nəticələrinin müzakirəsi verilmişdir.

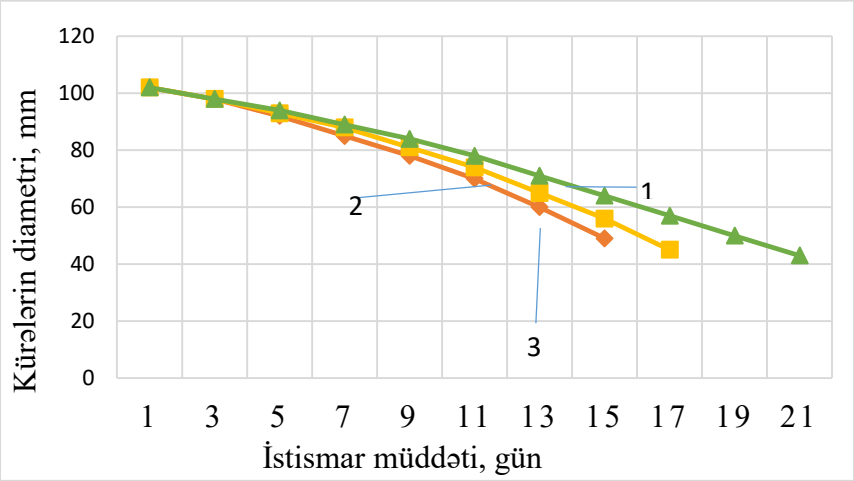
Müəyyən edilmişdir ki, təklif olunan tərkib və texnologiya əsasında hazırlanan üyüdücü kürələr analoqlardan yeyilməyə qarşı davamlılığı və yüksək zərbə özlüyü ilə fərqlənirlər (bax qrafik 1. və cədvəl 1.).

Dəyirmanların tipindən, emal olunan filizin bərklik göstəricilərindən və funksional təyinatından asılı olaraq onlarda nisbi yüklənmə əmsalı üyütmə prosesinin keyfiyyətinə ciddi təsir edir.

Cədvəl 1.

Sınaq nümunə üyüdücü polad kürələrinin fiziki-mexaniki xassələrinin müqasəsi

Nümunələr	Mexaniki xassələr		Nisbi abraziv davamlılıq
	KCU, C/sm^2	HRC	
Prototip	70	54	1,23
Təklif edilən: -qum-gil qəliblərdə	72	59	1,06
-metal qəliblərdə	74	61	1,11



Qrafik 1. Üyüdücü polad kürələrdə yeyilmənin filizin xassələrindən asıllığı: 1-Uğur yatağı; 2-Gədəbəy yatağı və 3-Qədir yatağı

Sınaq işlərinin nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir ki, məhsulun çıxış göstəricilərinin mükəmməl qiymətləri üyüdücü polad kürə yüklənməsinin 14% təşkil etdiyi hallarda baş verir.

Bu əsasda tədqiqat işinin sonrakı mərhələlərində dəyirmanın barabanının yüklənmə əmsalı bu səviyyədə qəbul

edilmişdir. Cədvəl 2-də yataqlar üzrə hasil olunan nəcib metalların əyyarları verilmişdir.

Cədvəl 2.

Yataqlar üzrə filizin mineraloji tərkibi

Yatağın adı	Bərklik, Mohs üzrə	Filizdəki nəcib metalların miqdarı, q/ton		
		Au	Ag	Cu,
Qədir	6-8	4,87	8,96	0,04-1,2
Gədəbəy	4-6	1,03	8,25	0,25-0,64
Uğur	3-5	1,2	6,3	0,08

Cədvəl 3.

Filizlərin bərklik dərəcəsindən asılı olaraq üyüdücü polad kürə və enerji sərfiyatının dəyişməsi

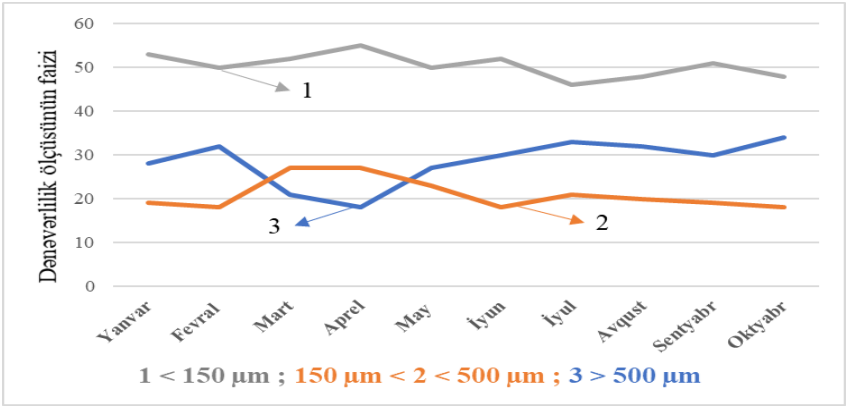
Yataq	Mohs üzrə orta bərklik	Məhsuldarlıq, ton/saat	Kürə sərfiyyatı, kq/ton	Kürələrin istismarr müddəti, saat	Tələb olunan enerji sərfiyyatı kWt/saat
Qədir	6,5	66	0,65	390	610-630
Gədəbəy	5,0	82	0,56	420	570-580
Uğur	3,5	110	0,48	450	490-550

Cədvəl 3-də AİMKL-də 2015-2021-cu illər üzrə Gədəbəy, Qədir və Uğur yataqlarından çıxarılan filizlərinin emalı prosesində bərklik dərəcəsindən asılı olaraq üyüdücü polad kürə və enerji

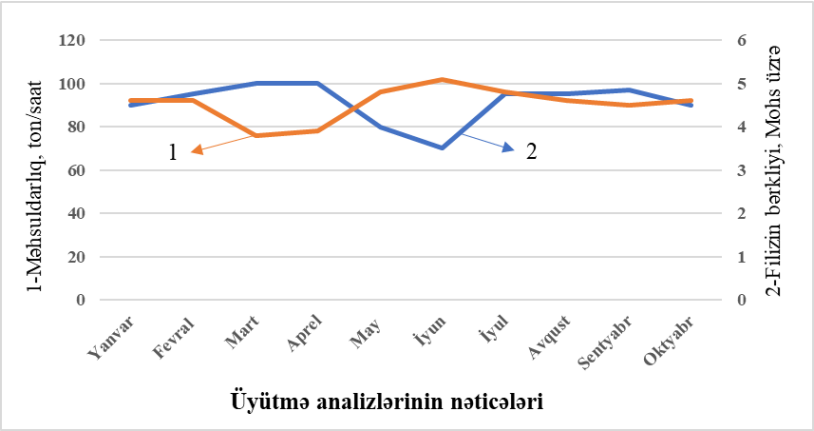
sərfiyatının dəyişməsi ilə bağlı müşahidələrin nəticələri haqda məlumatlar verilmişdir.

Cədvəl 3-ün təhlilindən göründüyü kimi üyüdülən filizin bərkliyindən asılı olaraq enerji sərfiyyatı 8-15 % və üyüdücü polad kürə sərfiyyatı isə 24-36%-dən çox dəyişə bilir. Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, Qədir yatağından hasil olunan filizlə işlədikdə SAG Mill dəyirmanında mühərriyin gücündən (810 kWt) maksimal 83-88%-ni istifadə etməklə üyütmənin ən yüksək həddinə (66 ton/saat) nail olunmuşdur. Dəyirmanın daxilində sıxlıq 69 %-dən az olduqda çıxış məhsulunda iri dənəvərlik faizi yüksəlmiş və ondan aşağı sıxlıqda dəyirmanın yüklənmə əmsalı dəyişmiş və ölçüsü 40mm-dən böyük ölçülü çınqılla yüklənmə başlamışdır. Bu da eyni zamanda astarların üzərində qoruyucu təbəqə yaradan palçıq qatının azalması nəticəsində astarlarla birbaşa təmas artdığından onların istismar resursuna ciddi təsir göstərmişdir.

Sınaq işlərinin nəticəsi olaraq müəyyən edilmişdir ki, filizin çıxış göstəriciləri (filizin narınlama ölçüsü) $l > 500$ mkm üzrə 28%-ə qədər, $150 < l < 500$ mkm intervalı dənələr üzrə 21 % qədər və ən narın fraksiya $l < 150$ mkm üzrə isə 51 % qədər tənzimləmək mümkündür. Müəyyən olmuşdur ki, SAG Mill dəyirmanında üyütmə prosesinə problem yaradan filiz növü törəmə kvarsitləşmiş riolitlərdir.



a)



b)

Qrafik 2. Filizin üyütmə prosesinin çıxışı (a) və məhsuldarlığı (b) göstəriciləri

Belə ki, onlar dəyirmanın daxilində fırlandıqları zaman top şəklində üyüdücü polad kürələrlə bərabər hərəkət edir və dəyirmanın əlavə yüklənməsinə səbəb olurlar.

Qrafik 2-də AİMKL-də aylar üzrə filizin üyütmə prosesinin çıxış göstəriciləri (a) və məhsuldarlığı (b) verilmişdir.

SAG Mill dəyirmanın daxilinə çəkilən astar materialın seçimi, dizaynı və konstruktiv ölçülərinin emal prosesinin keyfiyyətinə və məhsuldarlığa olan təsirinin qiymətləndirilməsi ilə bağlı tədqiqatların nəticələri şəkil 2-də əks olunmuşdur.

Sinə astarlarının yeyilməsi ilə bağlı aparılmış tədqiqatların nəticələrinin analizinə əsaslanaraq müəyyən edilmişdir ki, girişdə iri ölçülü filiz kütləri ilə üyüdücü polad kürələrin birlikdə hərəkəti nəticəsində həm zərbə, həm də yeyilmə prosesləri baş verdiyindən birinci sıra astarlarında aşılanma intensiv keçir.

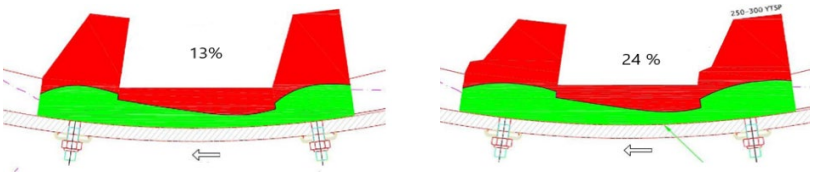
İkinci sıradakı rezin-metal örtüklərdə yeyilmənin miqdarı birinci sıra ilə müqaisədə azdır. Beləki, üyüdülmüş filiz astar üzərində təbəqə yaradaraq yeyilmə prosesini ləngidir. Girişdəki iri

filiz parçaları əsasən kiçilmiş (doğranmış) və bir hissəsi isə sonrakı üyüdülmə üçün effektiv olmuşdur.

Üçüncü sırada yerləşən astarların işçi səthlərinin analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, dəyirmandan çıxış ölçüsündən böyük ölçülü filiz kütlələri çıxışa doğru yığılıb qalır, üyüdülmüş filiz isə artıq dəyirmanın içindən prossesə ötürülmüş olur. Çıxışda üyüdülmüş filizin az miqdarda qalmağı, çıxış ölçüsündən böyük parçalar və üyüdücü polad kürələr isə bir başa astarla kontaktda olduğundan intensiv yeyilmə baş verir.

Şəkil 2. Astarlarda baş verən yeyilmələrin xarakteri

Real vəziyyətin yaxşılaşdırılması üçün dəyirmanda doğrama prossesinin intensivləşdirilməsi həyata keçirilmə zəruriyyəti yaranmış və icra edilmişdir. Bu səbəbdən üyüdücü polad kürələrin zərbə sayının artırılması üçün qaldırıcı sinə astarının ölçüsünün böyüdülməsi və dəyirmanın barabanının dəyişən sürətli olmasından texnoloji üstünlük kimi istifadə edilmişdir. Qaldırıcı sinə astarlarının dərəcə ölçüsü də dəyişdirilmiş 2 forması təklif olunmuşdur (bax şəkil 3).



a) b)

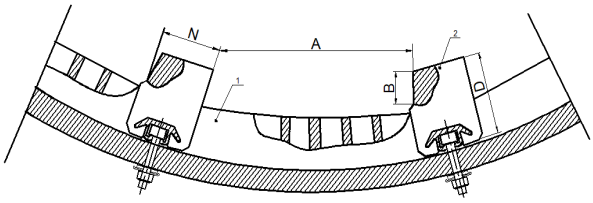
Şəkil 3. Sinə astarlarının yeyilməsi

Müəyyən edilmişdir ki, təklif olunan formalardan birincisi əvvəlki formadan 18% daha böyük, yeyilən hissəsinin çəkisi 13% çox və dərəcə ölçüsü 64^0 olmuşdur. İkinci forma isə istismarda olan formadan 9% böyük, yeyilən hissəsinin çəkisi 24% çox və dərəcə ölçüsü 76^0 olmuşdur.

Ümumilikdə yeyilmə analizlərinin nəticələrindən müəyyən edilmişdir ki, birinci sıra astarlarda yeyilmə hədd 55-60%, ikinci sıra astarlarda 45-50% və üçüncü sıradakılar isə 75-80 % intervalında olduğunu göstərir.

Tədqiqatların nəticəsi olaraq təsdiqlənmişdir ki, filizin kürəli dəyirmanlarda emal prosesinin keyfiyyətinə önəmli təsir edən faktorlardan biri də qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafənin (A) onun hündürlüyünə (B) olan nisbətidir.

Şəkil 4-də qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafənin (A) onun hündürlüyünə (B) olan nisbətini xarakterizə edən sxem verilmişdir.



Şəkil 4. SAG Mill dəyirmanlarında qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə sxemi

Apardığımız araşdırmalar, eləcə də çoxsaylı təcrübə-sınaq işlərinin nəticələri, eləcə də MillTraj simulyasiya proqramlarındakı edilmiş təhlillərə əsaslanaraq SAG tipli dəyirmanlarda (diametr D=5,0 m olduqda) qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafənin (A) onun hündürlüyünə (B) olan nisbətinin (A/B) ideal qiymətinin dəyirmanın konstruktiv parametrləri arasında aşağıdakı emprik ifadənin tövsiyə olunmasına əsas verir:

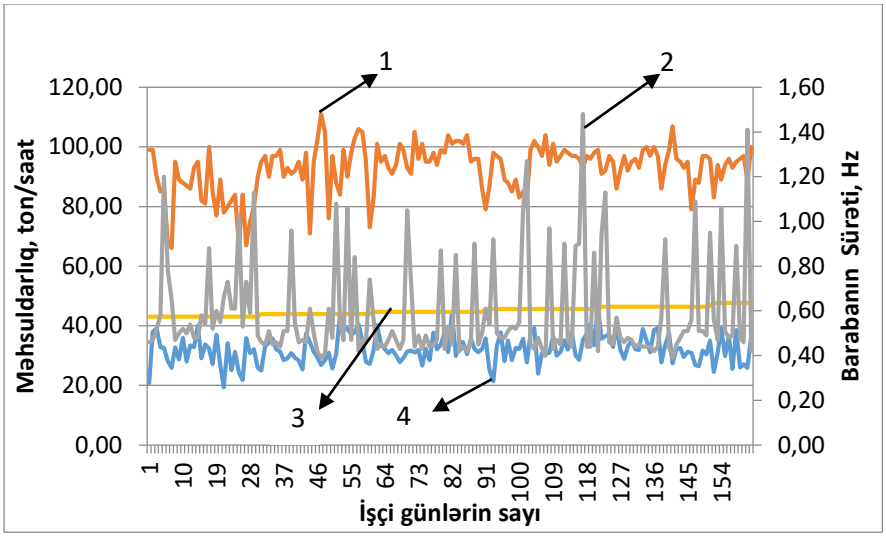
$$\frac{A}{B} = \left(1 - \frac{70-\beta}{100}\right) \cdot \frac{\pi(D-2b)}{D} \cdot K \qquad (1)$$

Burada : K korreksiya əmsalıdır və SAG Mill üçün K=0,76 , Ball Mill üçün isə K=1,044; A- qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafə; B- qaldırıcı sinə astarının hündürlüyü; D- dəyirmanın barabanının diametri; b- sinə astarının qalınlığı və β- hesablanmış kritik sürətin faiz göstəricisidir.

Qrafik 3-də 2018-ci ilin ilk altı ayı müddətində SAG Mill dəyirmanında yeni dizaynlı astarların istismarı ilə dəyirmanın işgörmə qabiliyyətinə birbaşa təsir göstərən məhsuldarlıq (1), üyüdücü polad kürə sərfiyyatı (2), barabanın sürəti (3) və çıxış məhsulunda ölçü səpələnməsinin (4) gündəlik göstəricilərinin dəyişmə tendensiyası göstərilmişdir.

Qrafiklərin analizi göstərir ki, üyüdücü polad kürə sərfiyyatının (2) kompensasiyası düzgün şəkildə olmadığı üçün çıxış məhsulunda filizin narınlanma ölçüsünə birbaşa təsir göstərir. Belə ki, dəyirmana üyüdücü polad kürələrin gün ərzində bir dəfə bir ton həcmində yüklənməyi və gün ərzində onların sürtünməsi nəticəsində ortalama həcminin hər bir ton filiz üçün 0,5 kq azaldığından dəyirmandakı üyüdücü polad kürə həcmi və filiz üyüdülməsi özünü döyüntülər kimi göstərir. Bununla yanaşı gündəlik işləmə saatlarının dəyişməsi, filizin bərkliyindən aslı olaraq məhsuldarlığın dəyişməsi dəyirmanda üyüdücü polad kürə yüklənmə balansının pozulmasına səbəb olduğu üçün çıxış məhsulda + 500 mkm ölçülü filizin faiz miqdarı artdıqda təcili olaraq bir ton üydücü polad kürə əlavə olunmuşdur. Bu zaman çıxış

məhsulunda narınlama dərəcəsinin dəyişməsi müşahidə olunmuşdur.



Qrafik 3. Fasiləli üyüdücü polad kürə əlavə olunmasının üyütməyə təsiri

Buradan nəticə olaraq dəyirmanlara avtomatik üyüdücü polad kürə əlavə olunması sisteminin quraşdırılması zəruriyyətinin yarandığı və onu təmini aktuallaşır.

Qrafikdən göründüyü kimi, istismar müddətinin 112-ci günündən sonra məhsuldarlıq qismən azalmağa başlamışdır. Bunun səbəbi kimi qaldırıcı sinə astarlarının hündürlüyünün azalması və bu əsasda müəyyən vaxtdan sonra dəyirmanın barabanı dövr etdikcə kifayət qədər doğrama funksiyasını yerinə yetirə bilməcəyi (üyüdücü polad kürələrin qaldırıb traektoriya boyunca zərbələr endirə bilmədiyi) qəbul olunur. Zərbələrin intensivliyinin artırılması üçün dəyirmanın barabanının sürətinin tənzimləməsi, üyüdücü polad kürə sərfiyyatının çoxalması müşahidə olunmuşdur. Bununla yanaşı qaldırıcı sinə astarlarının hündürlüyünün kiçilməsi səbəbindən doğrama funksiyasını yerinə yetirən üyüdücü polad

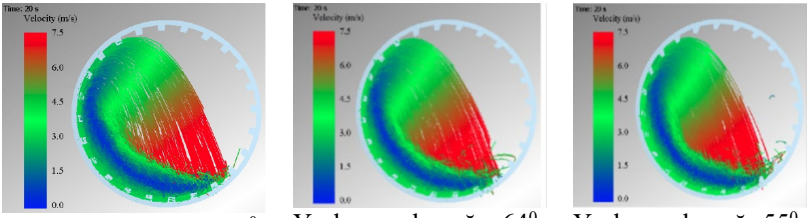
kürələrin həcmində azalma olduğu üçün artıq üyütmə funksiyasını yerinə yetirən üyüdücü polad kürə həcmi artmış və bu da özünü çıxış məhsulun ölçü dağılımında +500 mkm ölçülü filiz həcminin faiz göstəricisinin azalmasına səbəb olmuşdur. Məhsuldarlığın azalması, üyüdücü polad kürə sərfiyyatının artması və üyütmə göstəricilərinin yüksəlməsi artıq qaldırıcı sinə astarlarının öz istismar müddətinin bitməsinə az qaldığı nəticəni verir.

MillTraj simulyasiya proqramının tətbiqi və praktiki sinaqlarının nəticəsi olaraq filizlərin SAG Mill dəyirmanında emal prosesində üyüdücü polad kürələrin yeyilmə həddi və prosesə nəzarət edən parametrlər arasında aşağıdakı emprik əlaqənin möcudluğu təsdiqlənmişdir:

$$Y=k_1\cdot(H+4)\cdot V^a\cdot T^c=(0,012\cdot H+0,048)\cdot V^{0,2}\cdot T^2 \qquad (2)$$

Burada : Y – Üyüdücü polad kürələrin yeyilmə həddi; k_1 - korreksiya əmsalıdır; V- dəyirmanın barabanının fırlanma sürətidir; H – emal olunan filizin Mohs üzrə bərkliyidir; T- üyüdücü polad kürələrin istismar müddətidir; a, b və c – müvafiq olaraq surət əmsallarıdır.

Üyüdücü dəyirmanlarda qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının təyini emal prosesinə təsiri ilə bağlı tədqiqatların nəticələri şəkil 5-də göstərilmişdir.



Yerləşmə bucağı 76^0, sürət 12.6 dövr/dəq

Yerləşmə bucağı 64^0, sürət 13.5 dövr/dəq

Yerləşmə bucağı 55^0, sürət 14.3 dövr/dəq

Şəkil 5. Üyütmə prosesin simulyasiyası

Şəkil 5-in təhlilindən göründüyü kimi yerləşmə bucağı 76^0 olan qaldırıcı sinə astarlarının ilk mərhələdə zərbə trayektoriyasının ideal saxlanılması üçün dəyirmanın barabanının sürətinin 12,6 dövr/dəq qəbulu müəyyənləşdirilmişdir. Müəyyən müddətdən sonra astarlarda baş verən yeyilmə nəticəsində qaldırıcı sinə astarının yerləşmə ölçüsü 70^0 - yə qədər artır. Belə bir vəziyyətdə məhsuldarlığın səviyyəsini saxlamaq üçün dövrlər sayı 13,1dövr/dəq-yə qədər yüksəldilməsi zəruriyyəti yaranmışdır. Normal istismar şərtlərində davamlı tədqiqatlar nəticəsində yeyilməyə uyğun zərbə trayektoriyasını sabit saxlamaq üçün dəyirmanın barabanının dövrlər sayı 14,3 dövr/dəq-ə qədər yüksəldilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, emal prosesinin keyfiyyəti dəyirmanlarda rejim parametrlərinin stabil saxlanmasından ciddi şəkildə asılıdır. Bu məqsədlə barabana gün ərzində bir dəfə olmaqla 1 ton üyüdücü polad kürələr əlavə edilməsi texnologiyası yalnışdır. Tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq dəyimanların daxilinə üyüdücü polad kürə veriminin fasiləsiz rejimə keçirilməsinin məqsədəuyğunlu təsdiq edilmiş və həyata keçirilmişdir.

Dördüncü fəsildə tədqiqatların nəticələrinin tətbiqi və onların texniki-iqtisadi effektivliyinin qiymətləndirilməsinə həsr olunmuşdur.

AİMKL-də üyütmə prosesinin effektivliyinin artırılmasında görülən işlər 3 istiqamətdə: material seçimi, texnoloji və konstruktiv yenilənmələrin tətbiqi ilə həyata keçirilmişdir.

Tədqiqat işində qoyulmuş məqsəd və onun həlli üçün nəzərdə tutulan məsələlərin yerinə yetirilməsi prosesindən irəliyə çıxan təklif və tövsiyələr AİMKL-də mərhəhəli şəkildə reallaşdırılmışdır.

Mərhələ 1. Dəyirmanda istifadə olunan üyüdücü polad kürələrin bərkliyinin, zərbə özlülüyünün və yeyilməyə davamlılığının artırılması ilə üyütmə prosesinin effektivliyinin yüksəldilməsi.

Mərhələ 2. Emal olunan filizin fiziki-mexaniki xarakteristikaları nəzərə alınmaqla texnoloji parametrlərin optimallığının təmini.

Mərhələ 3. Astarlarda baş verən yeyilmə səbəblərinin geniş və dərin təhlili nəticəsində onların aradan qaldırılması yollarının işlənməsi.

Cədvəl 4-də mövcud və təklif olunan texnologiya əsasında istismar olunan üyüdücü polad kürələrdə baş verən yeyilmənin miqdarının müqaisəsi verilmişdir. Müqaisəli təhlilindən göründüyü kimi mövcud və təklif olunan texnologiya əsasında hazırlanan üyüdücü polad kürələrdə diametr ölçüsünün dəyişmələri (yeyilmə) ciddi şəkildə fərqlənirlər. Hər dəfə ölçüsünü Y≤50% itirən üyüdücü polad kürələr sonrakı sınaqlardan kənarlaşdırılırlar.

Yataqlar üzrə diametri d =100 mm olan üyüdücü polad kürələrdə baş verən Y dəyişməsinin təhlilindən göründüyü kimi Uğur, Gədəbəy və Qədir yataqları üzrə bu dəyişmənin qiyməti birinci 3 gündən sonra uyğun olaraq (2,6-3,8)/(1,5-2,3) , 5 gündən sonra (6,2-9,4) /(3,2-5,7), 10 gündən sonra (14,4-26,8)/(8,1-14,8), 15 gündən sonra (34,6-51,5)/(16,2-25,7) olmuşdur.

Cədvəl 4.

Mövcud və təklif olunan texnologiya əsasında istismar olunan üyüdücü polad kürələrdə baş verən yeyilmənin miqdarının müqaisəsi

Filiz yatağının adı və istifadə olunan üyüdücü polad kürələrin diametri	Üyüdücü polad kürələrdə diametr üzrə yeyilmə, %				
	İstismar müddəti, saat				
	3	5	10	15	20
Qədir, d=100 mm	3,8	9,4	26,8	51,5	-
d =110 mm	2,3	5,7	14,8	28,7	40,5
Gədəbəy, d=100 mm	3,2	7,8	21,6	44,4	56,4
d =110 mm	1,8	4,1	12,8	23,8	37,4
Uğur, d=100 mm	2,6	6,2	14,4	34,6	48,5
d =110 mm	1,5	3,2	8,1	16,2	23,8

Müqaisəli təhlildən göründüyü kimi Qədir yatağından hasil olunan filizi mövcud üyüdücü polad kürələrin tətbiqi ilə emalı zamanı istismar müddətinin 15-ci günündə onlar öz ölçülərinin 50%-dən çoxunun itirirlərsə də, təklif olunan üyüdücü polad kürələr iş qabiliyyətini saxlaya bilirlər və istismarın 20-ci günündə resurslarının yalnız 32,5% istifadə etmişlər.

Prosesin yekunu olan məhsuldarlıq göstəricisi ilə texnoloji parametrlər arasında riyazi asılılıq aşağıdakı kimidir.

$$M = 20{,}31+0{,}594\cdot X_1 +1{,}214\cdot X_2+0{,}091\cdot X_3- 9{,}582\cdot X_4+0{,}001\cdot X_2\cdot X_3+0{,}002\cdot X_1\cdot X_3- 0{,}021\cdot X_1\cdot X_4 - 0{,}011\cdot X_3\cdot X_4 \quad (3)$$

Göründüyü kimi bütün giriş parametrləri sırasında X_4 faktor (üyüdülən filizin bərklik göstəricici) öməmli amil olub prosesə əks təsir edir. Digər faktorların üyütmə prosesinə təsiri uyğun olaraq aşağıdakı ardıcıllıqla reallaşır – X_2, X_1 və X_3.

Cədvəl 5.

Üyüdücü polad kürələrin hərəkət trayektoriyası ilə dəyirmanın məhsuldarlığı arasındakı asılılıq

Traektoriya (k)	1,0	0,92	0,8	0,56	0,42
Yüklənmə (X_1)	22,5	20,0	17,5	25	15
Kritik sürət (X_2)	73,6	72,05	70,5	68,95	67,4
Yerləşmə bucağı (X_3)	64	70	58	76	52
Bərklik (X_4)	3	4	5	6	7
Məhsuldarlıq MilTraj üzrə	107	95	80	70	55
Tərdqiqatın nəticəsi	105,4	94,6	79,54	70,57	46,82
Hesabatla	103,9	90,56	74,57	70,12	47,38

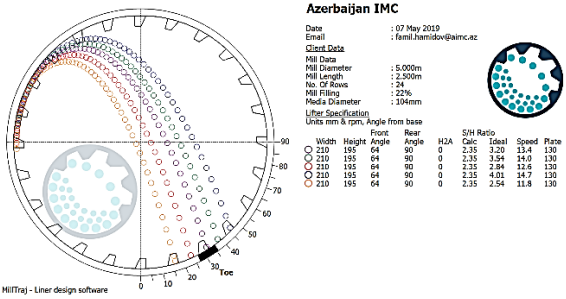
X_2 (sürət faktoru) dəyirmanın yüklənmə əmsalı (X_1) və qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının dərəcə ölçüsü (X_3) nəzərən daha önəmlidir.

Tədqiqat işlərinin sonu olaraq müəyyən edilmişdir ki, üyüdücü polad kürələrin hərəkət traektoriyası düzgün seçimi

üyütmə prosesinin məhsuldarlığına, emalın keyfiyyət göstəricilərinə və ümumilikdə effektivliyə təsir göstərərək filizin yüklənmə əmsalı və bərkliyindən, dəyirmanın barabanının dövrlər sayından və sinə astarlarının yerləşmə bucağından ciddi şəkildə asılıdır. Üyütmə prosesinin real şəraitdə və Miltraj simulyasiya proqramı vasitəsi ilə tədqiqinin müqaisəli nəticələri cədvəl 5-də verilmişdir.

Şəkil 6-da üyüdücü polad kürələrin mümkün hərəkət trayektoriyaları göstərilmişdir.

Burada, üyüdücü polad kürələrin hərəkət trayektoriyasının ideal vəziyyəti k=1,0 kimi işarələnmişdir. Sinə astarlarının yerləşmə bucağının digər pozisiyaları üçün uyğun olaraq **Toe** zonasının $\alpha = 35\text{-}40^0$ üçün k = 0,92-0,95; $\alpha = 22\text{-}27^0$ üçün k = 0,8-0,88; $\alpha \geq 40^0$ üçün k = 0,56-0,78 və $\alpha \leq 22^0$ üçün k = 0,42-0,60 qəbul edilmişdir.



Şəkil 6. Üyüdücü polad kürələrin mümkün hərəkət trayektoriyaları

NƏTİCƏ

1. Dağ-mədən sənayesində tətbiq olunan SAG Mill dəyirmanlarının işgörmə qabiliyyəti çoxsaylı faktorlardan (15 adda dəyişən və stabil parametrlərdən) asılı olub, burada filiz üyütmə prosesin

effektivliyi əsasən enerji, üyüdücü polad kürə sərfiyatı və astarların yeyilməsi səbəbindən yaranan xərclərlə müəyyən edilir.

2. Üyütmə prosesinin effektivliyini qaldırmağa imkan verən, yüksək yeyilməyə davamlılıq və zərbə özlüyü nümayiş etdirən üyüdücü polad kürələrin hazırlanması məqsədi ilə yeni reseptura və texlologiya işlənmiş və tətbiq olunmuşdur. Təklif edilən yeni reseptura və texnologiya əsasında alınmış üyüdücü polad kürələrin xassələri AİMKL-də tətbiq olunan üyüdücü polad kürələrin analoji xassələrindən üstündür.
3. Müəyyən edilmişdir ki, Qədir, Gədəbəy və Uğur yataqlarından götürülən filizləri tərkib göstəriciləri və bərklik xarakteristikalarının dəyişməsindən asılı olaraq dəyirmanlarda enerji və üyüdücü polad kürə sərfiyyatı uyğun olaraq (8-15) % və (24-36)% diapozonda dəyişik. Üyütmə prosesinin texnoloji parametrlərinin təyin edilməsində bu faktorun nəzərə alınması tövsiyə edilmişdir.
4. SAG Mill dəyirmanında emal olunan məhsulun keyfiyyət göstəricisini (narınlama dərəcəsi) filizin fiziki-mexaniki (möhkəmlik və bərkliyindən) xassələrindən asıllığını nəzərə alıb, prosesin texnoloji parametrlərini (dəyirmanın barabanının fırlanma sürəti və yüklənmə əmsalından) nizamlamaqla onun çıxış göstəriciləri $l > 500$ mkm üzrə 28%-ə qədər, $150 < l < 500$ mkm intervalı dənələr üzrə 21 % qədər və $l < 150$ mkm üzrə isə 51 % qədər tənzimləmək münkündür.
5. SAG Mill dəyirmanlarında qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının və astarların dizaynının önəmliyini nəzərə alaraq α =64-70 sərhəddində, örtük qatı qismində isə metal-rezin kompozisiya materialından istifadə etməklə onların konstruktiv parametrlərə uyğun (B=190 və A=427) qəbul edilməsi məqsədə uyğundur. Bununla qaldırıcı sinə astarlarının uzunömrlüyü 4170-4230 saata, giriş və ortadakı sıra sinə astarlarının istismar müddətini 7490 saata, çıxış hissədəki sinə astarlarının resurslarını 4170-4230 saata qədər artırmaq mümkün olmuşdur.

6. Emal prosesində texniki və texnoloji tənzimləmələrin operativliyini artırmaq məqsədi ilə empirik ifadələr təklif olunmuşdur: qaldırıcı sinə astarları arasındakı məsafənin (A) onun hündürlüyünə (B) olan nisbətinin, eləcə də üyüdücü polad kürələrin yeyilmə həddinin emal olunan filizin fiziki-mexaniki xassələrindən asıllığının qiymətləndirilməsi üçün.
7. Dəyirmanın məhsuldarlığı ilə texniki və texnoloji parametrlər arasında asıllıqların riyazi modelləri üyüdücü polad kürələrin hərəkət trayektoriyasına uyğun olaraq onların enmə nöqtəsinin koordinatlarını, yüksək dəqiqliklə məhsuldarlıq ilə prosesin əsas parametrləri arasında asıllığı müəyyən etməyə imkan yaradır.
8. Astarların dəyişdirilməsi üçün müvafiq mexanikləşdirilmiş və ya avtomatlaşdırılmış vasitələrin olmaması, bu prosesin əllə aparılması məcburiyyəti yaradır. Bu isə astasların layihələndirilməsində və hazırlanmasında çəki limitinin nəzərə alınmasının vacibliyini təsdiqləyir.
9. SAG tipli dəyirmanlarda üyütmə prosesinin icrasında istifadə olunan 100, 110 və 125 mm diametrli üyüdücü polad kürələr sırasında birincinin istifadəsi tövsiyə olunandır.
10. Qədir, Gədəbəy və Uğur yataqlarından hasil olunan filizlərin SAG dəyirmanında üyüdülməsində enerji və üyüdücü polad kürə sərfiyatının düzgün tənzimlənməsi məhsuldarlığın uyğun olaraq 66, 82 və 110 ton/saat qiymətində təmin edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə çap olunmuşdur:

1. Həmidov F.M., Həbibov İ.Ə. Azərbaycanın dağ-mədən sənayesində istifadə olunan dəyirmanların hissələrinin yeyilmə intensivliyinin analizi. "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" ETİ-nun Elmi Əsərləri, Bakı: XVI cild, 2015, S.282-287 (Məqalə)

2. Həmidov F.M. Dağ-mədən sənayesində tətbiq olunan üyüdücü dəyirmanların kürələrinin istismar göstəricilərinin yüksəldilməsi. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 24-25 May 2016, ADNSU-mətbəəsi, 1-ci cild C.307-308 (konfrans materialları).
3. Həmidov F.M. Üyüdücü kürələrin istehsalı üçün yeni polad tərkibli materialın işlənməsi. Xəzərneftqazyataq Elmi-təcrübi konfrans, Bakı, 2016, S.68-71. (Konfrans materialları).
4. Babanlı M.B., Hüseynov B.H.,Qafarov N.Ə.,Həbibov İ.Ə., Əliyev E.Ə., Həmidov F.M. Üyüdücü polad kürələrin istehsal üsulu. Azərbaycan Respublikası Patent əmtəə nişanları mərkəzi, № 2017 0064. Dövlət reyestrində qeydiyyatı 05.12.2017.
5. Həmidov F.M., Çakraborti P.P., Həbibov İ.Ə. Gədəbəy mədənində tətbiq olunan SAG dəyirmanlarında aparılmış təkmilləşdirmələrin nəticələri. Azəbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri, Cild 20, №2 (112), 2018,S.7-12 (Məqalə).
6. Габибов И.А, Гамидов Ф.М., Чакраборти П.П. Результаты усовершенствований мельниц типа SAG, используемых в Азербайджанской международной горнодобывающей компании. Известия уральского государственного горного университета, 2018. №2(50). С. 102-106. (Məqalə).
7. Гамидов Ф.М. Современное состояние и перспективы развития горнодобывающей промышленности Азербайджана. Материалы XLI Международной Научной Конференции «Теоретические и практические вопросы современной науки», Eurasian Scientific Association, №7 (41), 2018, С.28-29. (Konfrans materialları).

8. Həbibov İ.Ə., Həmidov F.M. Gədəbəy, Qədir və Uğur yataqlarından hasil olunan filizlərin üyüdücü dəyirmanların işgörmə qabiliyyətinə təsirinin qiymətləndirilməsi. AzTU Elmi əsərləri, №1, 2019, S.84-87. (Məqalə).
9. Габибов И.А., Гамидов Ф.М. Оптимизация процесса работы шаровых мельниц, применяемых для измельчения горных руд. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции СОВРЕМЕННЫЕ «Научные исследования актуальные вопросы, достижения и инновации», 2019г. г. Пенза, С.48-52 (Məqalə).
10. Həmidov F.M. SAG MİLL dəyirmanlarda filizin üyüdülmə prosesinə təsir edən paramertlərinin optimal qiymətlərinin təyini. Avadanlıqlar. Texnologiyalar.Materiallar. 2019, №1, S.25-31.
11. Həmidov F.M. Barabanlı dəyirmanların iş prosesinin optimallaşdırılması. Azəbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri, Cild 21, №5, 2019,S.71-78 (Məqalə)
12. Hamidov F.M., Habibov I.A**.** Establishment of the relationship between productivity and texnological parameters of process of grinding ore in ball mills. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), volume-9 issue-1, november 2019.
13. Həmidov F.M. Üyüdücü dəyirmanlarda mühafizə örtüyünün konstruktiv parametrlərinin təyini. Avadanlıqlar. Texnologiyalar. Materiallar. №2, 2019, S.25-31.
14. Гамидов Ф.М. Определение оптимальных параметров конструкции подъемных лифтеров в шаровых мельниц типа SAG MILL. Национальная ассоциация ученых (НАУ), 2020, №1, С.14-18
15. Həmidov F.M. Yüksək mexaniki xassəli üyüdücü polad kürələrin alinma texnologiyasi. Avadanliqlar, Texnologiyalar, Materiallar. Cild 03, Buraxiliş 01, 2020, S.43-48.

16. Həbibov İ.Ə., Həmidov F.M. SAG MİLL dəyirmanlarında qaldırıcı astarların optimal konstruktiv ölçülərinin təyini. Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri, №2, 2020, S.180-186.
17. Hamidov F.M. Determination of the relationship between the wear rate of grinding balls in the sag mill mill and the parameters that control the process. Equipment Technologies Materials, Volume 5, Issue 1, 2021, P. 26-28.
18. Hamidov F.M., Habibov I.A. Integration of automatic ball adjusting device into the grinding process system of "Azerbaijan International Mining Company Limited". Equipment Technologies Materials, Volume 09, Issue 01, 2022, P. 4-9.

Aparılan tədqiqatlarla əlaqədar çap olunmuş elmi işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:

[2, 3, 7, 10, 13, 14, 15, 17] saylı işlər müəllif tərəfindən müstəqil yerinə yetirimişdir;

[1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 18] saylı işlərdə məsələlərin qoyuluşu, nəzəri və təcrübi tədqiqatların icrası və nəticələrin təhlili müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi 10 iyun 2022-ci il tarixində saat 13^{00}da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.02 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti, 34.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 07 may 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 05.05.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 34 793

Tiraj: 100 nüsxə