DAĞMƏDƏN AVADANLIQLARI

UOT 621.4

SAG MİLL DƏYİRMANLARDA FİLİZİN ÜYÜDÜLMƏ PROSESİNƏ TƏSİR EDƏN PARAMERTLƏRİNİN OPTİMAL QİYMƏTLƏRİNİN TƏYİNİ

HƏMİDOV F.M.
Azərbaycan İnterneyşnl Mayninq Kompani Limited
E-mail:famil-433@mail.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУД В SAG MİLL МЕЛЬНИЦАХ

ГАМИДОВ Ф.М.
Азербайджанская международная горнодобывающая компания

DETERMINATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF THE PROCESS OF GRINDING ORES IN SAG MILL MILLS

HAMIDOV F.M.
Azerbaycan İnterneyşnl Mayninq Kompani Limited

Annotasiya. Dağmədən sənayesindəki üyütmə prosesinin effektivliyi buradakı enerji məsrəfləri, üyüdücü kürə sərfiyyatı və dəyirmanın içinə çəkilən astarlarladakı yeyilmənin aradan qaldırılmasına sərf olunan xərclərlə baqlıdır. Məqalədə labaratoriya və eksperimental tədqiqatların nəticələrinə əsaslanaraq kürəli dəyirmanlarda üyütmə prosesinin optimallaşdırılmasını, eyni zamanda məhsuldarlıq və texniki-texnoloji parametrlər arasında reqressiya asılılıqlarının müəyyənləşdirilməsinə həsr olunmuşdur.

Açar sözlər.Üyüdücü dəyirman, kürə sərfiyatı, qoruyucu astarlar, reqressiya asıllığı, çox faktorlu tədqiqat.

Аннотация. Экономическая эффективность процесса измельчения в горнодобывающей промышленности во многом определяется расходами связанные с потреблением энергии, мелющих шаров и футеровки.

В статье приводятся результаты исследования по оптимизации процесса измельчения горных пород и установлении регрессионной связи между производительностью мельницы с технологическими параметрами процесса.

Ключевые слова. Мельница, мелющие шары, футеровка, регрессионной связи, много факторный эксперимент

Annotation. The economic efficiency of the grinding process in the mining industry is largely determined by the costs associated with energy consumption, grinding balls and lining.

The article presents the results of a study on the optimization of the grinding process of mountain species and the establishment of a regression relationship between the productivity of the mill with the technological parameters of the process.

Keywords. Mill, grinding balls, lining, regression connection, many factorial experiment

Məsələnin aktuallığı. Müasir dağ-mədən sənayesi Azərbaycan Respublikasının iqtisadiyyatının dinamik inkişaf edən istiqamətlərindən biridir. 2009-cu ildən fəaliyyətdə olan Azerbaycan İnterneyşnl Mayninq Kompani Limited (AIMKL) sənayenin bu sektorunda önəmli mövqeylərdən birini tutur.

AİMKL-in fəaliyyəti faydalı qazıntı yataqlarının kəşfiyyatı, işlənməsi, hasil olunan filizin emalı kimi mühüm sahələri əhatə edir. Müəssisənin iqtisadi göstəriciləri bu sahələrdə, xüsusən, hasil olunan məhsulun emalı prosesində formalaşan maya dəyərlə müəyyən olunur.

Məlumdur ki [1,2], emal prosesindəki məsrəflər əsasən üyütmə və flotasiya mərhələləri ilə ciddi şəkildə bağlıdır. Hazırda AİMKL-də enerji məsrəfləri, üyüdücü kürə sərfiyyatı və dəyirmanın içinə çəkilən astarlarladakı yeyilmənin aradan aldırılmasına sərf olunan xərclərin 56:23:21 nisbətində reallaşır. Bu sırada qeyd edilən enerji məsrəfləri ekvivalent olaraq dizel generatorlarının hasil etdiyi enerjinin qiymətinə müvafiq olaraq göstərilmişdir.

Mövcud vəziyyətin nəzərə alınması ilə filizlərin emal prosesinin optimallaşdırılması, sərf olunan məsrəflərin azaldılması istiqamətində görülən işlər dağ-mədən sənayesi qarşısında duran əsas vəzifələrdəndir.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq tədqiqat işi aşağıdakı məqsədin həllinə yönəldilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi: Labaratoriya və eksperimental tədqiqatların nəticələrinə əsaslanaraq kürəli dəyirmanlarda üyütmə prosesinin optimallaşdırılmasını, eyni zamanda məhsuldarlıq və texniki-texnoloji parametrlər arasında reqressiya asılılıqlarının müəyyənləşdirilməsidir.

Tədqiqatların metodiki bazası və nəticələrin riyazi işlənməsi. Filizin üyüdülməsi bir sıra texniki və texnoloji parametrlərdən asılıdır.

Emal prosesin xarakterindən asılı olaraq aparılmış araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, çıxış parametrinin (dəyirmanın məhsuldarlığı-Y) çoxsaylı (14 müxtəlif adda dəyişən və sabit) faktorlardan asılıdır.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14})$$

Bu sırada x_1-dəyirmanın diametri, x_2- emal olunan filizin bərkliyi, x_3- dəyirmanda kürələrin yüklənmə faizi, x_4-dəyirmana verilən filizin ölçüsü, x_5- üyüdücü kürənin diametri, x_6-qaldırıcı sinə astarlarının dərəcə ölçüsü və hündürlüyü, x_7-dəyirmanın sürəti, x_8-sinə boyunca düzülən qaldırıcı sinə astarlarının sıra sayı, x_9-dəyirmanın içində pulpanın qatılığı, x_{10}-çıxış torlarının açıq sahəsi, x_{11}-mədəndə blokların düzgün şəkildə çartladılması və x_{12}-çıxış məhsulda çınqılın miqdarı, x_{13}-filizin hər tonunu standartlar çərçivəsində üyüdülməsinə sərf olunan enerji WBI (work bond index) miqdarıdır, x_{14}-yekun məhsulun tərkibində ölçülərin səpələnməsi.

Aparılmış araşdırılmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, kürələrin zərbə effekti onların kütləsi ilə bərabər eyni zamanda x_1- kəmiyyətinin qiymətindən asılıdır. Beləki, iş prosesində kürələr dəyirmanın diametrinin 0,8·D hündürlüyünə qədər qalxaraq sürətlə parabolik traektoriya üzrə hərəkər edərək zərblə filizə dəyərək onu parçalayır. AİMKL-də istismar olunan dəyirmanın diametri D = 5,0 metrdir və tədqiqatlarda bu göstərici sabit qaldığından onun prosesə təsiri məsələsinə baxılmamışdır.

x_2-filizin Moors üzrə bərklik göstəricisidir. Emal prosesində məhsuldarlıq, eləcə də kürə və enerji sərfiyyatına ciddi təsir edən faktordur. Bu səbəbdən tədqiqar işində giriş parametrləri sırasına daxil edilmişdir. Emal prosesində Gədəbəy, Qədir və Uğur yataqlarından gətirilən filizlər üçün bərklik göstəricinin dəyişmə intervalı x_2 = 3-7 qəbul edilmişdir.

x_3- dəyirmanı istehsal edən müəssisə tərəfindən dəyirmanın bu göstəricinin qiymətinin 8-15% arasında dəyişməsi tövsiyyə edilir. Bu faktor eyni zamanda məhsuldarlığa və keyfiyyətə ciddi təsir etdiyindən tədqiqat işində giriş parametrlərindən biri kimi qəbul edilmişdir.

x_4-AİMKL-in üyütmə zavodunda bərk filiz kütlələri ilə işlədikdə dəyirmanın məhsuldarlığı 60 ton/saat səviyyəsindən çasox olmamışdır. Yataqlardan gətirilən filizi ilkin mərhələdə konuslu qırıcılarda 55-60 mm ölçüyü qədər kiçildikdən sonra məhsuldarlığın 70 ton/saat qədər yüksəlməsinə nail olunmuşdur. Lakin filizin ölçülərinin 25 mm-dən kiçik həddlərə çatdırıldığı halda və onun dəyirmandan sonrakı emalı zamanı x_{12} faktorunun həddən artıq (buraxıla bilən həddin 3-7 % oluğu halda 10-12%-ə qədər çoxalması) olması müəyyən edilmişdir.

x_5-adətən SAG tipli dəyirmanlarda üyütmə prosesində diametri 90-150 mm kürələrdən istifadə olunur. 125 mm-dən böyük diametrli kürələr astarların ömrünü azaltdığı üçün istifadə olunmur. Tədqiqat işində diametri d = 104 mm və kütləsi 4,12 kq olan metal kürələr dən istifadə olunmuşdur. Məlumdur ki [3], kürənin diametrinin artması yekun məhsulun ölçüsü pisləşməsinə, yəni narınlaşma ölçüsü böyüyür, eyni zamanda çıxış məhsulunun tərkibində çınqılın miqdarı artmasına səbəb olur.

x_6-qaldırıcı sinə astarlarının hündürlüyü və onların aralarındakı məsafə, eləcə də dərəcə ölçüsü kompleks şəkildə məhsuldarlığa təsir edir. Tədqiqat işində bu faktor giriş parametrlərində biri kimi qəbul edilmişdir.

x_7-dəyirmanın sürəti x_1, x_3, x_9 və x_{12} parametrlərindən asılı olaraq seçilir.

x_8-qaldırıcı sinə astarlarının sıra sayı kürələrin intensiv zərbə endirməsinə nəticədə məhsuldarlığa müsbət təsiri var. Qaldırıcı sinə astarlarının aralarındakı məsafənin onun hündürlüyünə olan nisbəti ödəndiyi vəziyyətdə Y-in nəticələrinə və qismən X_{12} nəticələrinə təsir göstərir.

x_9-Dəyirmanın içində pulpanın qatılığı 68-80 % arası dəyişə bilir və birbaşa filizin bərkliyindən x_2-dən asılı olaraq Y və x_7-yə təsir göstərə bilir.

x_{10}-Nəzəri biliklərə görə üyütməyə birbaşa təsirləri məlumdur, lakin bu haqda biliklərim məhduddur. Araşdırılmalarda nəzərə almamışıq.

x_{11}-dağ-mədəndə şəraitində partlayış işlərinin düzgün və effektiv aparılması filiz kütlələrində mikro çatlar yaradır və bu üyütmə prossesinə 8-11% təsir göstərə bilir.

x_{12} və x_{11}-in böyük qiymətlərində faiz göstəricisi arta bilir. x_{10}-un aşağı qiymətlərində faiz göstəricisi artır. x_5-in böyük qiymətlərində faiz göstəricisi böyüyür. x_2 və x_3- ün qiymətlərindən diffirensial şəkildə asılı olur.

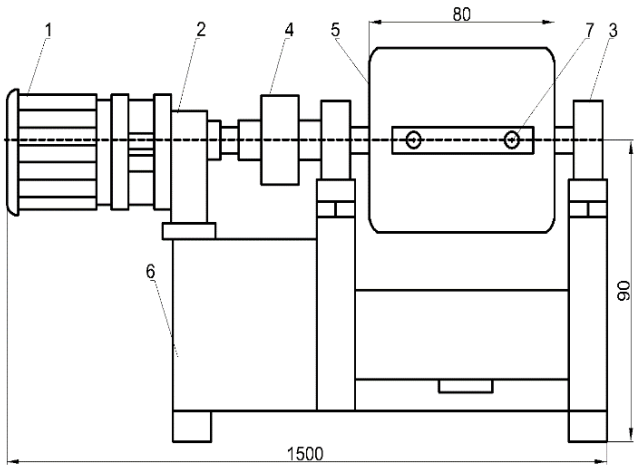
Yuxarıda qeyd olulanlardan göründüyü kimi üyütmə prosesi mürəkkəb olmaqla çoxlu sayda faktorlardan asılıdır. Bu faktorların əyani şəkildə birgə təsirinin öyrənilməsi mürəkkəb məsələ olduğundan burada prosesin optimallaşdırılmasında planlı eksperiment yanaşmasının tətbiqi məqsədə uyğun qəbul edilmişdir [3]. Beləki, planlı tədqiqat metodunun tətbiqi bütün giriş parametrlərinin ayrı-ayrılıqda, eləcə də kompleks şəkildə çıxış göstəricisinə təsirini böyük dəqiqliklə əks etdirməyə imkan verir.

Müxtəlif bərklikli filizlərin laboratoriya sinaqları şək.1-də göstərilən dəyirmanda, sənaye sınaqları isə AİMKL-də istismarda olan SAG MİLL (Semi-Autogenous Grinding) dəyirmanından götürülmüşdür.

Dəyirman dövrlər sayı n = 1440 dövr/dəq və gücü N =5,5 kVt olan asinxron elektrik mühərriyindən (1), oymaqlı muftadan (4), dayaq yastıqlarından (2, 3), ölçüləri d x B = 1000 x 800 mm olan dəyirman gövdəsindən (5) ibarətdir. Qurğu tərpənməz çatı (6) üzərində yerləşdirilmişdir. Filiz kütləsi və kürələr dəyirman gövdəsinin içinə yükləndikdən sonra qapaq xüsusu sıxıcılar (6) vasitəsiilə sıxılır.

Dəyirmanın dövrlər sayı icra sxemində nəzərdə tutulmuş Schneider Electric şirkətinin məhsulu olan ATV71HU55N4 tipli çevirici vasitəsi ilə tənzimlənir.

a)



b)

Şək.1. Laboratoriya qurğusunun ümumi görünüşü (a) və sxemi (b)

Belə ki, tam faktorlu planlı tədqiqat modeli əsasında aparılan sənaye sınaqlarında cıxış göstəricisi qismində dəyirmanın məhsuldarlığı (Y), giriş faktorları qismində isə x_1-dəyirmanın yüklənmə əmsalı (üyüdücü kürə ilə verilən filizin toplamı), x_2-dəyirmanın kritik sürətin, x_3 - qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağı və x_4-filizin bərkliyi qəbul edilmişdir.

Cəd. 1 və 2-də uyğun olaraq tədqiqatın planında qəbul edilmiş giriş faktorlarının dəyişmə səviyyələri və ümumi matrisası verilmişdir.

Cədvəl 1

Giriş faktorlarının dəyişmə səviyyəsi

Faktorlar	Adlandırma	Dəyişmə intervalı				
		-2	-1	0	1	2
Dəyirmanın yüklənmə əmsalı,%	X_1	15	17,5	20	22,5	25
Dəyirmanın kritik sürətin, %	X_2	67,4	68,9	70,5	72,0	73,6
Qaldırıcı sinə astarının dərəcə ölçüsü, dərəcə	X_3	52	58	64	70	76
Filizin bərkliyi, Moose cədvəli üzrə	X_4	3	4	5	6	7

Burada -1 – minimal; 0 – orta; 1 – maksimal; -2 və 2 ulduz səviyyələrini əks etdirir.

Cədvəl 2

Təcrübələrin matrisası

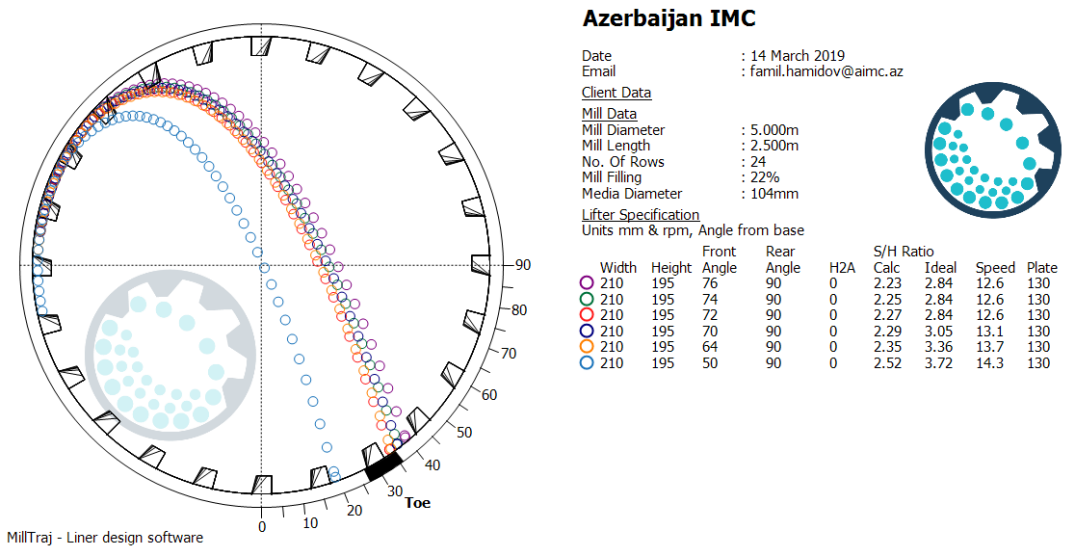
Təcrübələrin sıra №	Faktorlar			
	X_1	X_2	X_3	X_4
1.	1,0	1,0	1,0	1,0
2.	-1,0	1,0	1,0	1,0
3.	1,0	-1,0	1,0	1,0
4.	-1,0	-1,0	1,0	1,0
5.	1,0	1,0	-1,0	1,0
6.	-1,0	1,0	-1,0	1,0
7.	1,0	-1,0	-1,0	1,0
8.	-1,0	-1,0	-1,0	1,0
9.	1,0	1,0	1,0	-1,0
10.	-1,0	1,0	1,0	-1,0
11.	1,0	-1,0	1,0	-1,0
12.	-1,0	-1,0	1,0	-1,0
13.	1,0	1,0	-1,0	-1,0
14.	-1,0	1,0	-1,0	-1,0
15.	1,0	-1,0	-1,0	-1,0
16.	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
17.	2,0	0,0	0,0	0,0
18.	-2,0	0,0	0,0	0,0
19.	0,0	2,0	0,0	0,0
20.	0,0	-2,0	0,0	0,0
21.	0,0	0,0	2,0	0,0
22.	0,0	0,0	-2,0	0,0
23.	0,0	0,0	0,0	2,0
24.	0,0	0,0	0,0	-2,0
25.	0,0	0,0	0,0	0,0
26.	2,0	2,0	2,0	2,0
27.	-2,0	2,0	2,0	2,0
28.	2,0	-2,0	2,0	2,0
29.	-2,0	-2,0	2,0	2,0
30.	2,0	2,0	-2,0	2,0
31.	-2,0	0,0	0,0	0,0
32.	2,0	-2,0	-2,0	2,0

Alınmış nəticələrin müzakirəsi. MilTraj simulyasiya proqramımda aparılan araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, üyütmə prosesinin effektifliyinin kürələrin dəyirmanın daxilində **Toe** kimi qeyd olunmuş zonaya düşmə şərtindən (kürələrin hərəkət trayektoriyasında) asılıdır (bax şək.1).

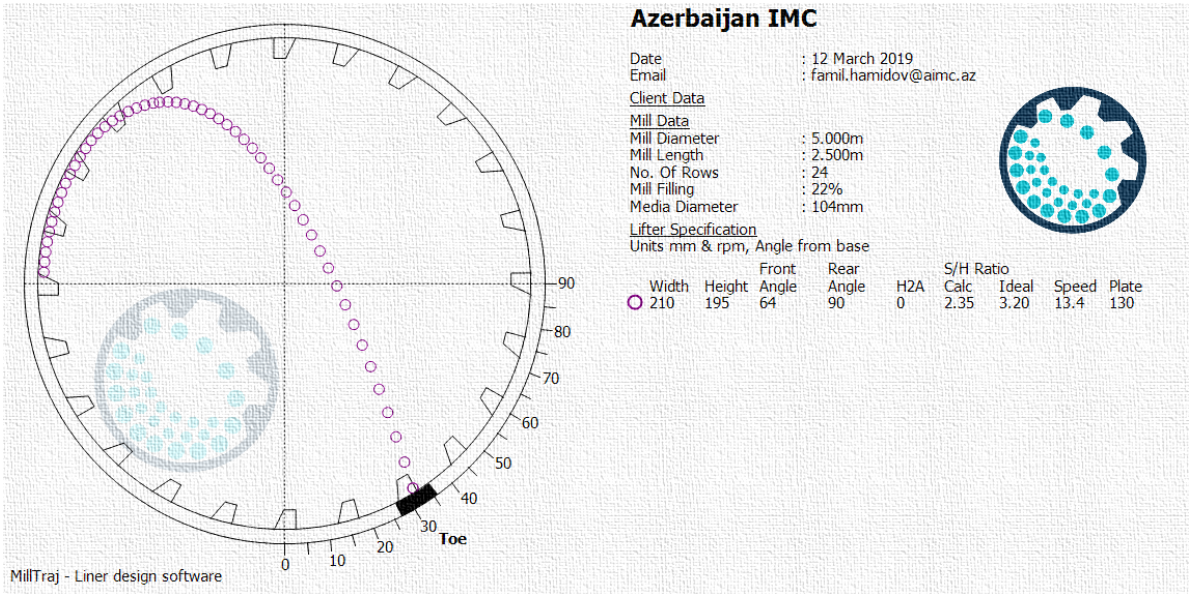
Aparılmış tədqiqatlarının nəticələrinə əsaslanaraq qeyd edilən faktorlar arasındakı riyazi asılılıq modeli aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot x_i + \sum_{\substack{i=1, \\ j \neq i}}^{n} a_{ij} \cdot x_i x_j + \sum_{i=1}^{n} a_{ii}\, x_{ii}^2$$

Burada x_i, x_j – giriş faktorlarının dəyişmə səviyyələrini əks etdirirlər; a_0, a_i a_{ij} və a_{ii} reqresiya tənliyinin əmsalları olub hər bir faktorun ayrı-ayrılıqda, qarşılıqlı və kvadratik təsirini nəzərə alan əmsallardırlar.



a)



b)

Şək.1. Dəyirmanda kürələrin hərəkət trayektoriyası: a) tövsiyə olunmayan, b) tövsiyə olunan (ideal)

Məsələnin həlli nəticəsində alınmış əmsalları yuxarıda qeyd edilən riyazi ifadədə nəzərə alaraq onların çıxış göstəricisi təsirinin səviyyəsinə nəzər salaq.

$$Y = 20{,}31 + 0{,}594 \cdot X_1 + 1{,}214 \cdot X_2 + 0{,}091 \cdot X_3 - 9{,}582 \cdot X_4 + 0{,}001 \cdot X_2 \cdot X_3 +$$

$$+0{,}002 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0{,}021 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0{,}011 \cdot X_3 \cdot X_4$$

Göründüyü kimi bütün giriş parametrləri sırasında X_4 faktor (üyüdülən filizin bərklik göstəricici) öməmli amil olub prosesə əks təsir edir (mənfi işarə).

Digər faktorların üyütmə prosesinə təsiri uyğun olaraq aşağıdakı ardıcıllıqla reallaşır – X_2, X_1 və X_3.

Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, kürələrin hərəkət traektoriyası filizin yüklənmə əmsalı və bərkliyindən, dəyirmanın dövrlər sayından və sinə astarlarının yerləşmə bucağından ciddi şəkildə asılıdır. Onun düzgün müəyyən olunması dəyirmanın məhsuldarlığına bir başa təsir göstərir.

Üyütmə prosesinin real şəraitdə və Miltraj simulyasiya proqramı vasitəsi ilə tədqiqinin müqaisəli nəticələrin cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Kürələrin hərəkət trayektoriyası ilə dəyirmanın məhsuldarlığı arasındakı asılılıq

Traektoriya	1	0.92	0.8	0.56	0.42
Yüklənmə (X_1)	22.5	20	17.5	25	15
Kritik sürət (X_2)	73.6	72.05	70.5	68.95	67.4
Qaldırıcı sinə astarlarının dərəcə ölçüsü (X_3)	64	70	58	76	52
Bərklik (X_4)	3	4	5	6	7
Orta məhsuldarlıq (MilTraj üzrə)	107	95	80	70	55
Tərdqiqatın nəticəsi	105,4	94,6	79,54	70,57	46,82

Müəyyən edilmişdir ki, dəyirmanın dövrlər sayının minimal qiymətində n=12,6 dövr/dəq və qaldırıcı sinə astarları $\alpha = 76^0$ (istehsalçı müəssisəsi tərəfindən tövsiyə edilən) altında yerləşdikdə hər dəfə kürələr h=0,8D hündürlüyünə qədər qalxaraq müvafiq trayektotiya üzrə hərəkət edərək zərbə ilə üyüdülən filizin üzərinə dəyərək onu parçalayır. Bu zaman kürələr arzu olunan **Toe** zonasının hüdudlarından kənara düşdüyü müşahidə edilmişdir (bax şək.1,a). Lakin istismar müddətinin 418 saat həddində qaldırıcı sinə astarında baş verən yeyilmə səbəbindən yerləşmə bucağının qiyməti dəyişərək 72^0-yə qədər azalması və kürələrin hərəkət trayektoriyası dəyişərək onların **Toe** zonasına düşməsi müşahidə olunmuşdur.

Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, dövrlər sayının minimal olması, hazır məhsulun dəyirmandan boşaldılması və zərbə intensivliyinin kifayət etməməsi səbəbindən dəyirmanın məhsuldarlığın az olmasına gətirib çıxarır.

Dəyirmanın dövrlər sayının 13,1 dövr/dəq qədər korreksiyası və qaldırıcı sinə astarının yerləşmə bucağının 70^0 çatması dəyirmanın məhsuldarlıq göstəricilərinin yüksəlməsi səbəb olunmuşdur.

Şəkil.1,b-dən göründüyü kimi Mill Traj proqramının köməyi ilə dəyirmanın yüklənmə faizi və dövrlər sayı bəlli olduqda kürələrin ideal **Toe** zonası bəlli olur. Eyni zamanda qaldırıcı sinə astarının dərəcə ölçüsü və dəyirmanın dövrlər sayından aslı olaraq kürələrin hərəkət traektoriyasını da görə bilərik. Belə ki, şəkil.1,b-də dəyirmanın yüklənmə faizi -22%, qaldırıcı sinə astarları – 24 sıra, kürə diametri – 104mm, qaldırıcı sinə astarı eni -210 mm, hündürlüyü 195 mm, dərəcə ölçüsü -64^0, sinə astarı qalınlığı -130 mm, dəyirmanın dövrlər sayı – 13.4 oldu şərtlərdə **Toe** zonasının dəyirmanın çevrə boyunca 4-cü rübündə 27-35^0 arasında olması məqsədəuyğundur.

Kürələrin hərəkət trayektoriyasının bu vəziyyəti ideal olaraq tərəfimizdən əmsal şəklində k=1,0 (yaşıl rəngdə) qəbul edilmişdir (bax cədvəl 3).

Qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucağının digər pozisiyaları üçün uyğun olaraq **Toe** zonasının α = 35-40^0 - sarı rəngdə və k = 0,92-0,95; α = 22-27^0 - göy rəngdə və k = 0,8-0,88; $\alpha \geq 40^0$ - qəhvəyi rəngdə, k = 0,56-0,78; $\alpha \leq 22^0$ - qırmızı rəngdə, k = 0,42-0,60 qəbul edilmişdir.

Simulyasiya proqramında alınan nəticələrin təhlili göstərinr ki, bərklik dərəcəsi Mooz şkalası üzrə 3 olan filizlə dəyirman 104-110 ton/saat, bərkliyi 4 olan filizlə 90-95 ton/saat, bərkliyi 5 olan filizlə 75-82 ton/saat, bərkliyi 6 olan filizlə 68-70 ton/saat, bərkliyi 7 olan filizlə 56-60 ton/saat məhsuldarlıqla işləyə bilər. Lakin real təcrübələrin nəticələrində müəyyən fərqin olduğu müşahidə edilmişdir (bax cədvəl 3).

Moose şkalası üzrə bərkliyi 8 olan Metamorfik kontakt və stok tipli törəmə kvarsitlərlə işlədikdə dəyirman daxilində üyütmə pozulmuş və ani yüklənmə baş vermişdir. Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, sinə astarlarının yerləşmə bucağının qiymətinin **Toe** zonasının əhatə sahəsinin kənar ölçülərində dəyirmanın içinə yüklənmiş kürə və filizlərin traektoriya hərəkətinin üyütməyə ideal olması üçün sürətinin azaldılması zəruriyyəti yaranır. Bu isə öz növbəsində doğrama funksiyasında iştirak edən kürələrin zərbə intensivliyinin azalmasına, eyni zamanda dövrlər sayı azalması səbəbindən üyüdülmüş məhsulun dəyirmandan xaric olunması prosesini çətinləşdirir.

Beləliklə, dəyirmanın rasional iş rejiminin təmin olunmasında onun yüklənmə əmsalı, qaldırıcı sinə astarlarının yerləşmə bucaq ölçüsü, dövrlər sayı, zərbə intensivliyi və hazır məhsulun çıxarılması (məhsuldarlıq) arasında uyğunluğun təmin olunması mütləqdir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar aşağıdakı nəticələrin formalaşmasına əsas verir.

- dünyada nəcib və əlvan metalların satışı bazarında qiymətlərin geniş diapozonda dəyişməsi müvafiq filizlərin emal prosesində məhsuldarlığın optimallaşdırılması istiqamətində işlər dağ-mədən sənayesi qarşısında duran aktual problemlərdən hesab olunur;
- üyütmə prosesində məhsuldarlıq çox faktorlu proses olmaqla müxtəlif adda dəyişən və stabil parametrlərlə müəyyən olunur;
-təklif olunan reqressiya asıllığı yüksək dəqiqliklə məhsuldarlıq və prosesi əsas parametrləri arasında asılılığı müəyyən etməyə imkan yaradır.

Ədəbiyyat

1.Дасковский В.Б. Эффективностт капитальных вложений в горной промышленности.М.: Недра, 1981, 238с.

2. Моссаковский Я.В. Экономика горной промышленности. М.: МГГУ, 2004. — 525 с.

3.Qurbanov X.H., Fətəliyev K.H., İskəndərov E.B. Bakı; Eksperimentin planlaşdırılması, ADİU-mətbəəsi, 2015. 88 s.