

Optimization of Technological Processes of Waste Processing and Dynamics of Energy Capacity

G.X. Karimova

Azerbaijan Technical University (H.Javid ave, 25, Baku, AZ 1073, Azerbaijan)

For correspondence:

Karimova Gulnara / e-mail: ekologiya.qrup.85@mail.ru

Abstract

The article considers the optimization of technological processes of utilization of waste and the dynamics of energy in mining enterprises and studies the methods of estimating the parameters of these mathematical models by the nonlinear method of the least squares. It has been established that the practical search for environmentally rational technological solutions can be reduced to solving problems of linear mathematical programming. The main results of optimization of technological processes are obtained in the form of equations of the optimal time for each technological operation.

Keywords: technological processes, energy capacity, dynamics, mathematical model, optimization, utilization.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_04_100_106

For citation:

G.X. Karimova

[Optimization of technological processes of waste processing and dynamics of energy capacity]
Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 100-106 (in Azerbaijani)

Tullantıların texnoloji emal proseslərinin optimallaşdırılması və enerji tutumunun dinamikası

G.X. Kərimova

Azərbaycan Texniki Universiteti (H.Cavid pr. 25, Bakı, AZ 1073, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Kərimova Gülnarə / e-mail: ekologiya.qrup.85@mail.ru

Xülasə

Məqalədə dağ-mədən sənayesi müəssisələrində tullantıların texnoloji emal proseslərinin optimallaşdırılması və enerji tutumunun dinamikasına baxılmış və bu riyazi modellərin qeyri-xətti parametrlərini ən kiçik kvadratların metodu ilə qiymətləndirilməsi üsulları araşdırılmışdır. Eyni zamanda ekoloji cəhətdən səmərəli texnoloji həllərin praktik axtarışının xətti riyazi proqramlaşdırma məsələlərinin həllinə yönəli biləcəyi müəyyən edilmişdir. Texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasının əsas nəticələri hər texnoloji əməliyyat üçün optimal vaxt tənzimləri şəklində alınır.

Açar sözlər: texnoloji proseslər, enerji tutumu, dinamika, riyazi model, optimallaşdırma, təkrar emal

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_04_100_106

УДК 621.762.4

Оптимизация технологических процессов переработки отходов и динамика энергетической мощности

Г.Х. Керимова

Азербайджанский технический университет (пр. Г. Джавида, 25, Баку, AZ 1073, Азербайджан)

Для переписки:

Керимова Гульнара / e-mail: ekologiya.qrup.85@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается оптимизация технологических процессов утилизации отходов и динамика энергии на горнодобывающих предприятиях. Исследуются методы оценки параметров этих математических моделей нелинейным методом наименьших квадратов. Установлено, что практический поиск экологически рациональных технологических решений сводится к решению задач линейного математического программирования. Основные результаты оптимизации технологических процессов получены в виде уравнений оптимального времени для каждой технологической операции.

Ключевые слова: технологические процессы, энергоёмкость, динамика, математическая модель, оптимизация, утилизация.

Giriş

Dağ-mədən sənayesi müəssisələrində texnoloji proseslər kifayət qədər mürəkkəb texnoloji sxemlər üzrə həyata keçirilir. Bu proseslərin səmərəliliyi xeyli dərəcədə çoxsaylı və müxtəlif səpgili amillərdən asılıdır. Onların arasında texnoloji, ekoloji və təbii resurs göstəricilərini qeyd etmək olar.

Dağ-mədən istehsalı texnoloji proseslərinin optimallaşdırılması bu amillər içərisindən əsaslarını nəzərə almaqla həyata keçirilməlidir. Bu işə, öz növbəsində böyük ölçülü riyazi məsələlərin həlli zərurətini ortaya qoyur. Tullantıların fiziki-kimyəvi xassələrinin geniş yayılması da müxtəlif altsistemlərin işlənməsini və optimallaşdırılma tələb edir [1,2].

Ayındır ki, informasiya təminatı ilə bağlı əlavə tələblərin də ortaya çıxması idarəetmə sisteminin mürəkkəbləşməsinə gətirib çıxarır. Əlbəttə, nəzərə alınan amillərin sayını azaltmaq, intuitiv olaraq onlardan bir neçə amili seçmək olar. Ancaq bu halda faydalı informasiyanın itgisi baş verir ki, bu da

ekoloji-rasional qərarların qəbulunda səhvlərə gətirib çıxara bilər.

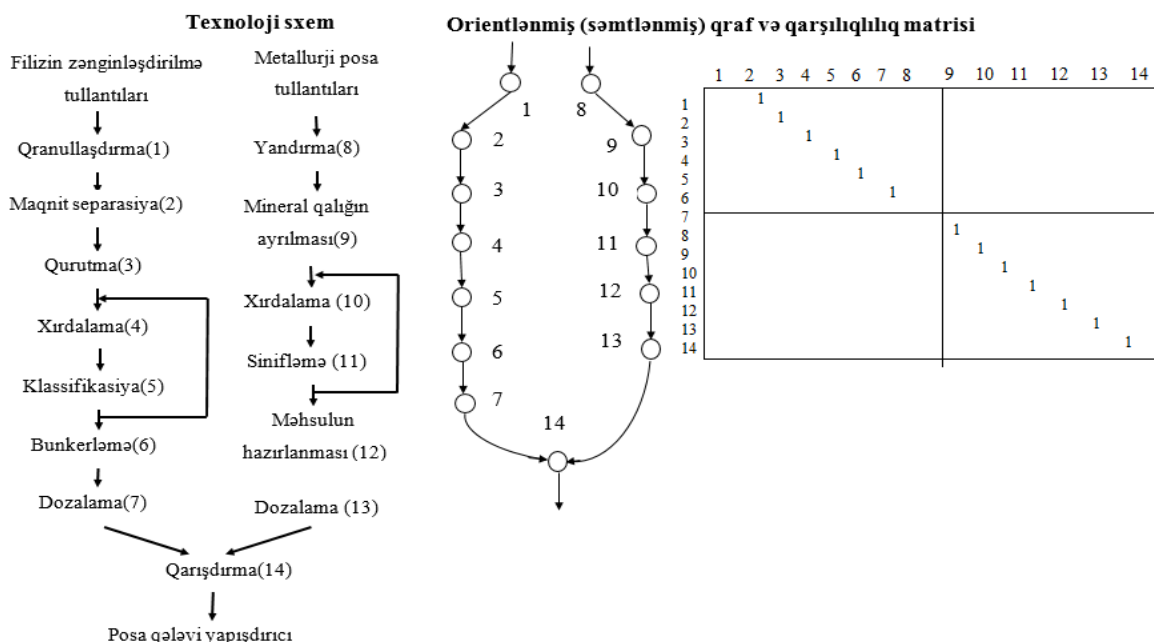
İşin məqsədi

Tullantıların emal prosesinin optimallaşdırılması məsələsinin formal olaraq riyazi proqramlaşdırma məsələsinə gətirilməsi və təkrar emal texnologiyalarının enerji tutumunu xarakterizə edən məqsəd funksiyasının azalması şərti ilə onun minimumu ancaq bütün $f_v(x^{(v)})$ funksiyalarının tərkibinə daxil olan funksiyaların minimumluğu zamanı təmin edilə bilməsi.

Məsələnin qoyuluşu

Optimal həllər axtarışı və tullantıların təkrar emal proseslərinin optimallaşdırılmasının fiziki modeli və riyazi təsvirini işləmək üçün Minsker və Piqotta metodu istifadə olunmuşdur.

Bu metodlara uyğun olaraq, istehsal dövrü üçün struktur sxem, qraflar və qarşılıqlı matrislər qurulmuşdur (şək. 1).



Şəkil 1 - Tullantıların texnoloji emal proseslərinin struktur sxemi

Figure 1 - Structural scheme of technological processing of wastes

Müəyyən olunmuşdur ki, tullantıların təkrar emalı proseslərinin optimallaşdırılması məsələsi formal olaraq riyazi proqramlaşdırma məsələsinə gətirilə bilər.

Ümumi şəkildə riyazi proqramlaşdırma məsələsini belə təqdim etmək olar:

$$F(x) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$g_i(x) \leq 0, i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

$$g_i(x) = 0, j = \overline{m+1, m+n}, \quad (3)$$

burada $F(x)$, $g_i(x)$, $g_j(x)$ - $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ - vektorunun elementlərinin (təşkilədicilərinin) funksiyaları; m - qeyri-bərabərliklərin - məhdudiyyətlərin sayı; n - tənliklərin sayıdır.

Əgər x vektorunun elementlər çoxluğu kəsişməyən altçoxluqlara bölünürsə:

$$x^{(v)}, v = \overline{1, N}, \Rightarrow x = \bigcup_{v=1}^N x^{(v)}, x^{(v)} \cap x^{(v')} = \emptyset$$

onda, istənilən $v=v'$ üçün məqsəd funksiyası argumentlərin monoton funksiyası $f_v(x^{(v)})$ kimi yazıla bilər, onda (1) - (2) məsələsi aşağıdakı formaya gətirilə bilər:

$$F(f_1(x_1^{(1)}), f_2(x_2^{(2)}), f_3(x_3^{(3)}), \dots, f_n(x_n^{(N)})) \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$g_{iv}(x^{(v)}) \leq 0, v = \overline{1, N}, i = \overline{1, m_v}, \quad (5)$$

$$g_{jv}(x^{(v)}) = 0, v = \overline{1, N}, j = \overline{m_v+1, m_v+n_v}, \quad (6)$$

burada $m_v, n_v - x^{(v)}$ dəyişənləri altçoxluğunda olan məhdudlaşdırıcı qeyri-bərabərlik və tənliklərin sayıdır.

F funksiyasının azalmaması şərti göstərir ki, onun minimumu ancaq bütün $f_v(x^{(v)})$ funksiyasıdır ki, riyazi proqramlaşdırma məsələsinin belə qoyuluşunda çox

vacib bir mərhələ $x(v)$ vektoru komponentinin identifikasiyasıdır. Praktiki nöqteyi-nəzərdən bu komponentləri elə çevirmək məqsədəuyğundur ki, (1) məsələsini xətti proqramlaşdırma məsələsinə $x^{(v)}$ gətirmək mümkün olsun.

İstənilən texnoloji prosesi araşdıraraq təsdiq etmək olar ki, birinci yaxınlaşmada enerjinin dəyişmə sürəti xarici mənbələrdən enerjinin istehlakı və daxilolma sürətlərinin fərqi ilə mütənasibdir. Beləliklə, aşağıdakı tənliyi yazmaq olar:

$$\frac{dE_i}{dt} = K_i(E_{\infty i} - E_i), \quad (7)$$

burada $E_i - t$ zaman anına i -ci texnoloji əməliyyatın yerinə yetirilməsinə sərf olunan enerjinin ümumi miqdarı; $K_i - i$ -ci texnoloji əməliyyatın yerinə yetirilməsində enerji istehlakının sürət əmsalı; $E_{\infty i} - i$ -ci texnoloji əməliyyatın enerji tutumunun qiymət həddidir.

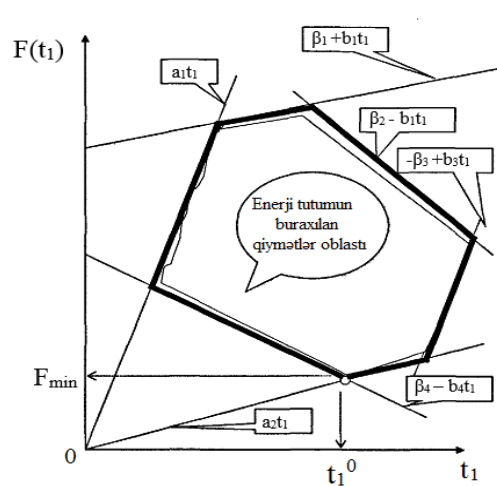
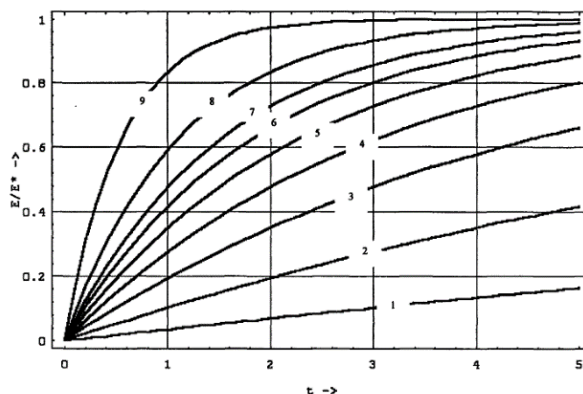
Baxılan məsələnin fiziki mənasına (7) tənliyi üçün sıfır ilkin şərt tamamilə uyğun gəlir, onda inteqrallama nəticəsində alırıq:

$$\ln[E_{\infty i}(E_{\infty i} - E_i)^{-1}] = K_i t. \quad (8)$$

(8) tənliyini $E_i - y$ ə nəzərən həll edərək, $i - ci$ texnoloji əməliyyatın enerji tutumunun dinamikasını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$E_i(t) = E_{\infty i}[1 - \exp(-K_i t)] \quad (9)$$

Bu asılılıqları istifadə etməklə hesablamaların nəticələri şəkl. 2-də təqdim olunmuşdur. Bu zaman qeyd etmək olar ki, (8) məqsəd funksiyasının parametrlərinin x vektorunu (9) ifadəsilə verilmiş enerji tutumunun loqarifmi kimi ifadə etmək olar. Beləliklə, məqsəd funksiyası özündə t_{ij}



Məsələnin həlli

Təklif olunan yanaşmanın şəxsiz üstünlüyü texnoloji proseslərin optimallaşdırılması məsələsinin nisbətən sadə həll olunmasıdır. Ədədi eksperimentlər göstərmişdir ki, qəbul olunan qərarların nəticələrinin ekoloji proqnoz qiymətləndirilməsinin keyfiyyətini yüksəltmək üçün enerji sərfinin dinamikasına dair lokal verilənlər bazası yaratmaq lazımdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, dağ-mədən sənayesi tullantılarının təkrar emalına dair informasiyanın riyazi analizi bir sıra metodik müddəalara əsaslanır. Əvvəla, ekoloji informasiyanın riyazi analiz vasitələri müxtəlif ekoloji şəraitlərdə dağ-mədən sənayesi müəssisəsinin davranışını imitasiya etməlidir. İmitasiya imkanına EHM-in köməyi ilə nail oluna bilər.

EHM-də modelin parametrlərilə xarakterizə olunan bu və ya digər şəraitdən asılı olaraq obyektin davranışını öncədən proqnozlaşdırmaq olar. Modelin parametrini dəyişərək müxtəlif ədədi eksperimentlər aparmaq və bu zaman modelləşdirilən obyektin xassələrinin dəyişməsinə izləmək olar.

Ədədi eksperimentlər nəticəsində əldə olunan informasiyanı emal edərək, mürəkkəb ilkin modelə və hesablama məlumatlarının böyük həcminə əsaslanan “mühəndis düsturları” yolu ilə riyazi modelləri sadələşdirmək məqsədəuyğundur.

İstehsalın enerji tutumu, ətraf mühitə texnogen təsirin kompleks göstəricisi sayıla bilər, çünki bu göstərici obyektin sistem xassəsini xarakterizə edir və “təbii resurs-ətraf mühit” sisteminin daxili vəhdətinin əlaməti kimi çıxış edir.

Texnoloji proseslərin effektivliyinin ümumiləşmiş göstəricisi enerji tutumudur, çünki məhsul istehsalına sərf olunan enerji-

nin bir hissəsi tullantıların yaranmasına sərf edilir.

Texnoloji proseslərin enerji tutumu ilə ətraf mühitə təsirin intensivliyi arasında qarışıqlı əlaqənin olması haqqında fərziyyə riyazi fizika tənliklərinə əsaslanan ekoloji informasiyanın analizinə klassik riyazi aparatı tətbiq etməyə imkan verir [3, 4].

Nəzəri təhlil və ədədi eksperimentlərin nəticələri göstərir ki, dağ-mədən tullantılarının yaranma və lokallaşdırılması proseslərinin riyazi modeli kifayət səviyyədə adekvatlığa malikdir. Odur ki, ümumiləşmiş göstəricilərə görə ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi üçün enerji tutumu göstəricisinin istifadə olunması fiziki cəhətdən əsaslıdır.

Tullantıların yaranmasının kinetik qanunauyğunluğu birinci tərtibli diferensial tənliklərlə yazılır. Bu tənliklərdə ümumi halda dəyişənlər texnoloji əməliyyatların enerji tutumu və zamandır. Bu riyazi modellərin parametrlərini isə qeyri-xətti ən kiçik kvadratlar metodu ilə qiymətləndirmək olar [5,6].

Tullantıların təkrar emalının innovativ texnologiyalarının reallaşdırılması zamanı idarəedici təsirlər, bütün nəzarət edilən amillər arasında real əlaqələrin nəzərə alınması ilə həyata keçirilməlidir. Ekoloji rəşional texnoloji həllərin praktiki axtarışını xətti riyazi proqramlaşdırma məsələsinin həllinə gətirmək olar.

Texnoloji proseslərin optimallaşdırılmasının əsas nəticələri hər bir texnoloji əməliyyatların optimal müddəti şəklində alın bilər [7].

Nəticə

Tullantıların emal prosesinin optimallaşdırılması məsələsi formal olaraq riyazi proqramlaşdırma məsələsinə gətirilə bilər. Təkrar emal texnologiyalarının enerji tutu-

munu xarakterizə edən məqsəd funksiyasının azalması şərti göstərir ki, onun minimumu ancaq bütün $f_v(x^{(v)})$ funksiyalarının tərkibinə daxil olan funksiyaların minimumluğu zamanı təmin edilə bilər.

Təsdiqlənmişdir ki, tullantıların yaranmasının kinetik qanunauyğunluqları birinci tərtibi

diferensial tənliklərlə ifadə olunur, bu tənliklərdə ümumi halda dəyişənlər texnoloji əməliyyatların enerji tutumu və zamandır. Bu riyazi modellərin parametrlərini isə qeyri-xətti ən kiçik kvadratları metodu ilə qiymətləndirmək olar.

REFERENCES

1. Ecological problems of mining production // Under the editorship of M.E. Pevznera. M., 1985, issue 66, 154 p. *(in English)*
2. Energy and environmental protection / Ed. N.G. Hostage. M.: Energy, 1979, 352 p. *(in Russian)*
3. **Yasenskij A.N.** Formation of structures of systems of regulation of quality of atmospheres of the city // *Tr. geophysicist. observatory.* 1984, issue 477, pp.18–25. *(in Russian)*
4. **Askarova N.Z.** Preservation of the environment by recycling of the drilling waste // *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy.* 2012, vol. 4. № 1, pp.107-116. *(in Azerbaijani)*
5. **Socolov E.M., Kachurin N.M., Kuznetsov A.A., Sviridova T.S.** System of imitation for forecasting the Cs migration in the radioactive trace zone at the Chernobyl Atomic Power Station failure / *International Symposium on Radiation Safety// Moscow*, 1994, p. 101–103 *(in Russian)*
6. **Kachurin N. M.** Conceptual rules of the monitoring of the "Environment -Human Health" system in the Russian Federation / The 2-nd bitemational Symposium "Mining and Environmental Protection". Belgrade,1998. p. 21-26. *(in Russian)*
7. Plastics recycling: products and processes / Ed.: P. J. Ehrig. Munich et al.: Hanser, 1992, 289 p. *(in English)*

Daxil olub: 12.03.2021
Tamamlanıb: 14.12.2021
Qəbul edilib: 20.03.2021