

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 06 Volume: 98

Published: 30.06.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Diana Nikolaevna Dyunova

Civil Defence Academy EMERCOM of Russia
Candidate of Engineering Sciences,
Senior Lecturer, Khimky, Russia
dunova_dn@mail.ru

STUDY OF THE RELIABILITY OF TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR THE CLASSIFICATION OF THE FLAG IN THE PRODUCTION OF ZINC

Abstract: The results of the study of the reliability of the technological scheme of the process of classification of the flack in the production of zinc using the reliability flowchart are presented. An analysis of the influence of the failures of each of the elements on the occurrence of failures of the technological scheme as a whole is carried out. Based on the function of the performance of the scheme, an assessment of the true value of the probability of trouble-free operation of the system as a whole is made.

Key words: zinc production, technological scheme, reliability indicator, probability of trouble free operation, classification of the flack.

Language: Russian

Citation: Dyunova, D. N. (2021). Study of the reliability of technological schemes for the classification of the flack in the production of zinc. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (98), 705-708.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-98-96> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.06.98.96>

Scopus ASCC: 2611.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ КЛАССИФИКАЦИИ ОГАРКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦИНКА

Аннотация: Представлены результаты исследования надежности технологической схемы процесса классификации огарка в производстве цинка с помощью блок-схемы надежности. Проведен анализ влияния отказов каждого из элементов на возникновение отказов технологической схемы в целом. На основе функции работоспособности схемы выполнена оценка истинного значения вероятности безотказной работы системы в целом.

Ключевые слова: производство цинка, технологическая схема, показатель надежности, вероятность безотказной работы, классификация огарка.

Введение

Обжиг концентратов – один из основных процессов цинкового производства, который в значительной мере определяет технико-экономические показатели последующих переделов [1, с. 217]. Основным сырьем для производства цинка служат сульфидные цинксодержащие концентраты, руды, а также граншлаки свинцового производства, вторсырье производства кадмия. Цель функционирования обжигового передела - перевод в оксиды максимального количества сульфидов металлов, получением обожженного продукта с большой

реакционной поверхностью, ограничением в получаемом огарке содержания феррита и силиката цинка. Для выделения крупной песковой фракции огарка и предотвращения попадания ее в аппаратуру последующего выщелачивательного передела, а также для повышения извлечения цинка обожженный полупродукт обжигового передела подвергают классификации. Широкое распространение на цинкэлектродных предприятиях получила гидравлическая классификация [2, с. 89].

Пульпа из огарка и верхнего слива кислых сгустителей, имеющая соотношение Т:Ж =

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

1: $10 \div 15$, направляется по желобу по желобам в механические агитаторы, из которых ее непрерывно насосами откачивают в конусные классификаторы. Слив нейтральных конусов самотеком по желобу поступает в нейтральную ветвь выщелачивательного цеха.

Нижний продукт конусов – пески, автоматически поступает в контрольный конусный классификатор, из которого пески с $T:Ж = 1:2$ направляется на выщелачивание в два последовательно соединенных пачука. Выщелачивание песков производят отработанным электролитом. Верхний продукт контрольного конуса поступает самотеком на смыв огарка. Пульпу с конечной кислотностью от 30 до 40 г/л направляют в кислый конус. Слив кислого конуса подается в окислительный пачук выщелачивательного цеха. Пески кислых конусов направляются на дополнительное выщелачивание в агитатор с механическим перемешиванием. Из агитатора песковая пульпа подается в фильтровально-сушильное отделение выщелачивательного цеха на спиральные классификаторы. Пески из классификатора направляются в сушильный барабан на сушку с цинковыми кеками. Раствор направляется в кислый пачук выщелачивательного цеха.

Аппаратурно-технологическая схема процесса классификации – многоаппаратный производственный комплекс, надежность которого во многом зависит от состояния оборудования. Структура технологической схемы классификации огарка включает последовательное и параллельное соединение элементов. Надежность такой системы определяется ее способностью в течении определенного времени непрерывно сохранять работоспособность, адаптироваться к обнаружению отказов и устранению причин, вызвавших эти отказы [3, с. 14]. С течением времени в процессе функционирования в аппаратах происходят различного рода изменения:

физические, химические, механические, технологические [4, с. 41]. Накопление изменений часто приводит к отказам технологического оборудования, что связано со снижением мощности агрегатов, возникновению простоев оборудования и его аварийных остановов. Вследствие этого задача обеспечения надежности и безопасности функционирования отдельных компонентов технологической схемы и технологической системы в целом продолжает оставаться актуальной. Одним из критериев надежности технологической схемы является вероятность безотказной работы.

Эффективным методом ее исследования является применение расчетно-логической схемы надежности и алгебры случайных событий [5, с. 582]. При этом полагается, что отказы элементов – простые случайные события, отказы технологической системы в целом – сложные случайные события, а структура технологической схемы исследуемого объекта не тождественна структуре блок-схемы его надежности [6, с. 43]. Информация о показателях надежности отдельных элементов схемы дает возможность определять показатели надежности технологической системы в целом [7, с. 58].

Полученная блок-схема надежности технологической схемы процесса классификации огарка в производстве цинка представлена на рис. 1.

При построении блок-схемы надежности принимались допущения [8, с. 183]: отказы элементов технологической схемы являются внезапными; отказы элементов технологической схемы – независимыми; каждой операции алгебры случайных событий соответствует вероятностная функция.

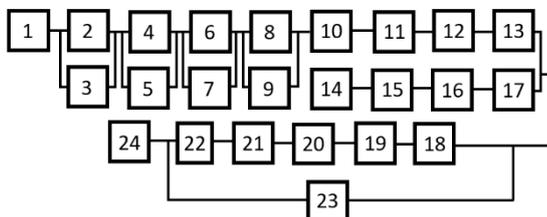


Рисунок 1 - Блок-схема надежности технологической схемы процесса классификации огарка.

В состав технологической схемы входят следующие единицы оборудования: 1 – огарковый желоб; 2, 4, 6, 8, 23 – механический агитатор; 3, 5, 7, 9, 24, 25 – насос с электроприводом; 10-17, 21, 22 – конусный классификатор; 18 – сборник

отработанного электролита; 19, 20 – пачук. Значения параметров потока отказов для оборудования процесса классификации приведены в таблице 1.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Таблица 1. Показатели надежности элементов процесса классификации огарка

Название оборудования	Параметр потока отказов, ч ⁻¹	
	min	max
Огарковый желоб	0,1 · 10 ⁻⁵	0,5 · 10 ⁻⁵
Механический агитатор	7,0 · 10 ⁻⁵	8,0 · 10 ⁻⁵
Насос с электроприводом	25 · 10 ⁻⁵	28 · 10 ⁻⁵
Конусный классификатор	6,5 · 10 ⁻⁵	7,5 · 10 ⁻⁵
Сборник электролита	1,0 · 10 ⁻⁵	2,1 · 10 ⁻⁵
Пачук	5,0 · 10 ⁻⁵	6,0 · 10 ⁻⁵

На основе алгебры случайных событий получено выражение для сложного случайного события, отображаемое логической функцией

работоспособности технологической системы процесса очистки, описываемой соотношением (1):

$$A_c = A_1 \cap [A_2 \cup A_3] \cap [A_4 \cup A_5] \cap [A_6 \cup A_7] \cap [A_8 \cup A_9] \cap [A_{10} \cap A_{11} \cap \dots \cap A_{17}] \cap [A_{18} \cup A_{19} \cup A_{20} \cup A_{21} \cup A_{22} \cup A_{23}] \cap A_{24}, \quad (1)$$

где A_j – работоспособность j -го элемента технологической схемы.

С учетом соотношений [9, с.78], показанных в виде (2):

$$\cup_j a_j = \neg\{\cap (-a_j)\} \rightarrow \prod_i p_i \text{ и } \cap_j a_j = \neg\{\cup (-a_j)\} \rightarrow \{1 - \prod_i (1 - p_i)\} \quad (2)$$

выражение для определения вероятности безотказной работы исследуемой технологической схемы характеризуется соотношением (3):

$$P_c(A_c) = p_1[1 - (1 - p_2)(1 - p_3)][1 - (1 - p_4)(1 - p_5)][1 - (1 - p_6)(1 - p_7)][1 - (1 - p_8)(1 - p_9)][1 - (1 - p_{10}p_{11}p_{12}p_{13}) - (1 - p_{14}p_{15}p_{16}p_{17})][1 - (1 - p_{18}p_{19}p_{20}p_{21})(1 - p_{23})]p_{24}. \quad (3)$$

Результаты расчета по формуле (3) показаны на рис. 2. Изменение вероятности безотказной работы рассчитано для совокупности максимальных и минимальных значений потоков отказов технологического оборудования.

Верхняя и нижняя кривые определяют область возможных значений показателя надежности исследуемой системы [10, с. 263]. Поэтому справедливо:

$$P_{c_{min}}(t) < P_c(t) < P_{c_{max}}(t), \quad (4)$$

где $P_c(t)$ – истинное значение вероятности безотказной работы системы.

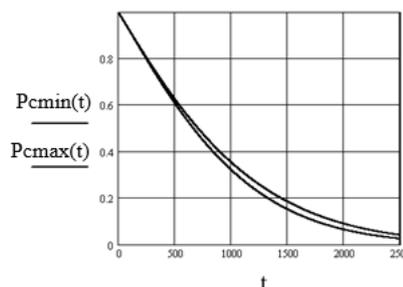


Рисунок 2 – Зона возможных значений показателя надежности системы.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Заклучение

Оценки критерия надежности исследуемой технологической схемы, получаемые при использовании данного подхода, являются несколько заниженными, в основном, по причине принятых допущений. Вместе с тем

рассмотренный подход позволяет истинное значение вероятности безотказной работы технологической системы и применять его при модернизации объекта и повышения надежности его функционирования.

References:

1. Rutkovskij, A. L., & Dyunova, D. N. (2013). *Issledovanie processa obzhiga cinkovyh koncentratov v kipyashchem sloe metodom matematicheskogo modelirovaniya* [GIAB], no. 3, pp. 217-221.
2. Snurgikov, A. P. (1984). *Gidrometallurgiya cinka*. (p.384). Moscow: publ. Metallurgy.
3. Polovko, A. M., & Gurov, S. V. (2006). *Osnovy teorii nadezhnosti*. (p.560). Sankt-Peterburg: publ. "BHV-Peterburg".
4. Afanas'ev, V.G., Zelencov, V. A., & Mironov, A. N. (1992). *Metody analiza nadezhnosti i kritichnosti otkazov slozhnyh sistem*. (p.100). Moscow: publ. Ministerstvo oborony.
5. Stepanyanc, V. S., Kafarov, V. V., & Meshalkin, V. (1979). *Nadezhnost' neftepererabatyvayushchih i neftekhimicheskikh proizvodstv*. (pp.3-34). Moscow: publ. CNIITenefteim.
6. Dyunova, D. N., & Dyunova, Y. I. (2021). *Ob ocenivanii pokazatelej nadezhnosti tekhnologicheskikh sistem* [Kruglyj stol so vsrossijskim i mezhdunarodnym uchastiem] (15-16 maya 2021) pp. 42-44.
7. Dyunova, D. N., & Skryabin, O.O. (2021). *Ob ocenivanii nadezhnosti tekhnicheskikh sredstv na osnove opytnyh dannyh*. Sbornik nauchnyh statej po itogam mezhdunarodnoj konferencii «Prioritetnye napravleniya innovacionnoj deyatel'nosti v promyshlennosti» 30-31 yanvarya 2021 g. (pp.56-59). Kazan': publ. Kovert.
8. Golinkevich, T. A. (1977). *Prikladnaya teoriya nadezhnosti*. (p.159). Moscow: publ. Energia.
9. Ventcel', E. S. (1969). *Teoriya veroyatnostej*. (p.576). Moscow: publ.Nauka.
10. Druzhinin, G.V. (1977). *Nadezhnost' avtomatizirovannyh sistem*. (p.536). publ. Energia.