

машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку: Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції: Краматорськ. ДГМА. 2005. С. 64. 7. Маковецкий А.В., Бабин О.Ф. Анализ конструкций станин токарных и токарно-давильных станков МКЭ // Прогресивні технології і системи машинобудування. Міжнар. зб. наукових праць. Вип.32. - Донецьк: ДНТУ. 2006. С.150-157. 8. Производство изделий машиностроения горячей обкаткой / В.С.Рыжиков, В.К.Удовенко, А.В.Маковецкий и др.; Под. ред. В.С.Рыжикова, В.К.Удовенко. -Краматорск. ДГМА, 2006. - 284 с. 9. Спосіб виготовлення багатопорожнинних виробів. Декл. Патент України. 61236А МКИ 7 В21Д41/02. Заявка №20002108118. Опубл.2003. Бюл.№11. 10. Маковецкий А.В.Оценка напряженно-деформированного состояния при деформировании впадин на осесимметричной оболочке // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков.: №6 (24) 2006. С.14-19. 11. Маковецкий А.В. Получение многополостных изделий ротационной формовкой на станках токарной группы // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. зб. наукових праць. вип.16. – Краматорськ: ДДМА -2004. -С.154-162. 12. Алямовский А.А Собачкин А.А., Одинцов Е.В. и др. Solid Works. Компьютерное моделирование в инженерной практике. - СПб.: Изд-во БХВ-Петербург. 2005. - 800 с. 13. Маковецкий А.В., Чередниченко В.И. Напряженно-деформированное состояние при отбортовке края осесимметричной оболочки при переменной толщине стенки // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. Тематичний збірник наукових праць. - Краматорськ-Слов'янськ: ДДМА -2004. -С.252-257.

Сдано в редакцию 28.05.07

## **МИНИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА С УЧЕТОМ ИХ НАДЕЖНОСТИ**

**Максетенко В.Ю., Монастырский С.В., Кирия Р.В.**  
(ИГТМ НАНУ, Днепрпетровск, Украина)

*In work results of minimization of operational expenses for maintenance in an efficient condition of loading devices in view of influence of causal relationships-logic (structural reliability) on their reliability are presented. It is established, that operational expenses essentially depend on factor of technical perfection of technical devices which values are influenced with conditions of operation. Laws of change of deterioration of a trench of the loading device and term of its service from speed of movement are analytically established and checked up experimentally.*

Вопросы оптимизации параметров загрузочных устройств подробно изложены в [1]. Приведены основные критерии определения работоспособности загрузочных устройств (уравнения цели по производительности, силе взаимодействия груза с лентой, углу загрузки груза на ленту, геометрическим параметрам) и ограничения области варьируемых параметров. Решение задачи оптимизации загрузочных устройств выполнено методом случайного поиска наилучших решений, позволяющим с минимальными затратами определить множество Парето. Однако, выполненные исследования не учитывают структурной надежности загрузочного устройства и износа желоба под действием насыпного груза. Причинно-логические связи между элементами загрузочных устройства (структурная схема) выбираются с учетом их важности для работоспособности ленточного конвейера (без резервирования, с резервированием, с переключением и другие). При этом для оптимизации структурной схемы (количество

резервных элементов, наличие обратных связей) вводятся критерии стоимости и совершенства конструкции (наиболее близкое соответствие конвейера мировым и отечественным стандартам):

$$K_{nc} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k \frac{A_i}{M_{\partial i}} \longrightarrow \max ; \quad (1)$$

$$C_{заг} \longrightarrow \min ,$$

где  $A_i$ ,  $M_{\partial i}$  – соответственно значения  $i$ -го показателя работоспособности загрузочного устройства и базового (достигнутый уровень),  $K = 1, 2, 3 \dots$  - количество принятых показателей для определения коэффициента совершенствования конструкции,  $C_{заг}$  – стоимость загрузочного устройства с учетом его износа насыпным грузом, грн.

Ограничения задачи оптимизации параметров загрузочного устройства являются:

$$\begin{aligned} Q_{\min} < Q < Q_{\max}; \\ V_{\min} < V_{гр} < V_{\max}; \\ H_{\min} < H < H_{\max}; \\ a_{\min} < a < a_{\max}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Q_{\min}$ ,  $Q_{\max}$  – минимальная и максимальная пропускная способность загрузочного устройства, т/ч;  $V_{\min}$ ,  $V_{\max}$  – пределы изменения скорости взаимодействия груза с лентой конвейера, м/с;  $H_{\min}$ ,  $H_{\max}$  – минимальная и максимальная высота загрузки груза на ленту, м;  $a_{\min}$ ,  $a_{\max}$  – минимальный и максимальный размер крупного куска, м.

Стоимость загрузочных устройств ленточных конвейеров принимали как сумму капитальных и эксплуатационных затрат, приходящихся на один год. Капитальные затраты определяются с учетом коэффициента вложений ( $K_v$ ) и технического совершенства загрузочных устройств ( $K_{тс}$ ):

$$K_{кап} = C_k K_v K_{тс} , \quad \text{грн} \quad (3)$$

где  $C_k$  – максимальные затраты на изготовление загрузочного устройства.

Значение коэффициента совершенства определяли с привлечением структурной схемы (рис.1) без учета резервирования ( $C_k \rightarrow \min$ ). Коэффициент вложений принимался 0,15. В табл.1 приведены результаты определения коэффициента совершенства конструкции ленточного конвейера для «трудности» эксплуатации 150 и 117 баллов.

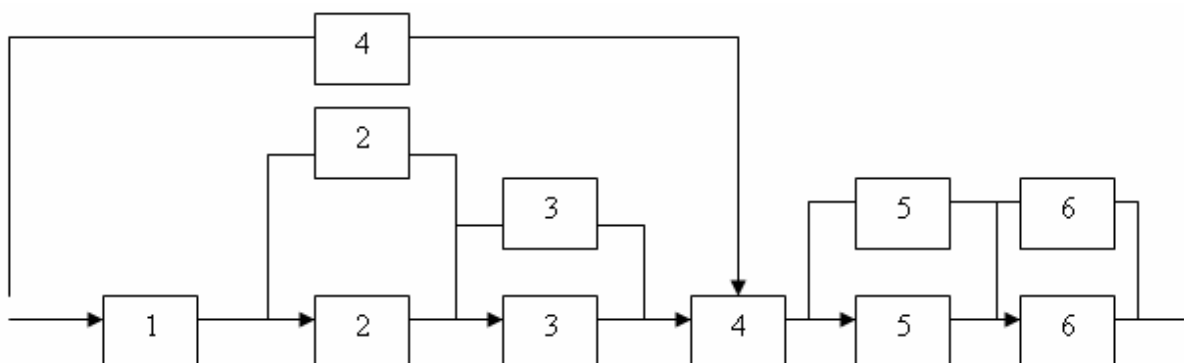


Рис. 1. Структурная схема для определения надежности загрузочного

Таблица 1. Значения показателей надежности загрузочных устройств ленточных конвейеров, эксплуатируемых в различных условиях.

N п/п	Наимен. конвейера	Коэффициент трудности эксплуатации, балл										K <sub>тс</sub>
		155					117					
		$\frac{\lambda_i}{\lambda_6}$ $\cdot 10^{-4}$	$\frac{H_i}{H_6}$	$\frac{P_i}{P_6}$	$\frac{K_{гi}}{K_{г6}}$	$\frac{m_6}{m_i}$	$\frac{\lambda_i}{\lambda_6}$ $\cdot 10^{-4}$	$\frac{H_i}{H_6}$	$\frac{P_i}{P_6}$	$\frac{K_{гi}}{K_{г6}}$	$\frac{m_6}{m_i}$	
1	ГЛК-2 фабрика 12	$\frac{0,85}{0,98}$	$\frac{7350}{8930}$	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,92}{0,97}$	$\frac{1,94}{2,2}$						0,88
2	2К-1 ИнГОК						$\frac{1,3}{1,61}$	$\frac{3600}{5600}$	$\frac{0,72}{0,8}$	$\frac{0,96}{0,98}$	$\frac{1,75}{1,94}$	0,86
3	РЛК 1 фабрика 12	$\frac{1,3}{1,58}$	$\frac{6950}{8930}$	$\frac{0,65}{0,75}$	$\frac{0,9}{0,96}$	$\frac{1,94}{2,2}$						0,89
4	К 3 ЦГОК						$\frac{1,3}{1,6}$	$\frac{3690}{5600}$	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,96}{0,98}$	$\frac{1,75}{1,94}$	0,86

Примечание:  $\lambda_i$   $\lambda_6$  – соответственно интенсивность отказов по данным эксплуатации и базовое значение;  $H_i$   $H_6$  - соответственно наработка на отказ по данным эксплуатации и базовое значение;  $P_i$   $P_6$  - соответственно вероятность безотказной работы по данным эксплуатации и базовое значение;  $K_{гi}$   $K_{г6}$  - соответственно коэффициент готовности по данным эксплуатации и базовое значение;  $m_i$   $m_6$  - масса загрузочного устройства и базовое значение;  $K_{тс}$  – значение коэффициента совершенства конструкции ленточного конвейера.

Для сравнительного анализа технического совершенства ленточных конвейеров отбирались следующие показатели надежности:

- наработка на отказ;
- вероятность безотказной работы в заданное время;
- интенсивность отказов;
- коэффициент готовности.

Значения показателей надежности принимали по результатам исследований эксплуатационной надежности [2], а базовые их значения – по достигнутому уровню отечественного и зарубежного опыта конвейеростроения.

Анализ полученных результатов (табл.1) показал, что загрузочные устройства имеют  $K_{тс} = 0,86...0,88$ .

Эксплуатационные затраты  $\mathcal{E}_з$  определялись с учетом износа элементов загрузочных устройств под воздействием насыпного груза:

$$\mathcal{E}_з = C_{заг} / T_{заг}, \text{ грн}$$

где

$$T_{заг} = \frac{\delta_{жс} - [\delta_{жс}]}{3600JV_{ср}\psi} - \text{ресурс загрузочного устройства, ч; (4)}$$

$\delta_{ж}$ ,  $[\delta_{ж}]$  - соответственно номинальная и допустимая толщины желоба с учетом его прочности, м;  $J$  - интенсивность линейного износа материала желоба, мм/м;  $V_{cp} = \frac{V_{жсх} + V_{жвх}}{2}$  - средняя скорость движения груза по желобу, м/с;  $\psi$  - коэффициент нагружения.

Задача оптимизации эксплуатационных затрат на поддержание желоба загрузочного устройства в работоспособном состоянии сводится к минимизации износа желоба под действием насыпного груза, который, разгружаясь с полотна питателя, движется равномерно ускоренно (замедленно) по желобу, истирая его на пути трения. Выбор наилучших вариантов установки загрузочного устройства в пункте перегрузки ленточного конвейера выполнялся в двух направлениях: изменение угла атаки грузом желоба и формы его профиля. Критерием выбора наилучших решений для различных конфигураций и параметров загрузочных устройств принята разность скоростей ленты и груза в проекции на плоскость ее движения, значение которой выбирается исходя из минимального износа ленты. Используя программное обеспечение для определения параметров загрузочных устройств в зависимости от формы их продольного сечения и гранулометрического состава груза были получены зависимости срока службы желоба от средней скорости движения и вида насыпного груза (рис.2.).

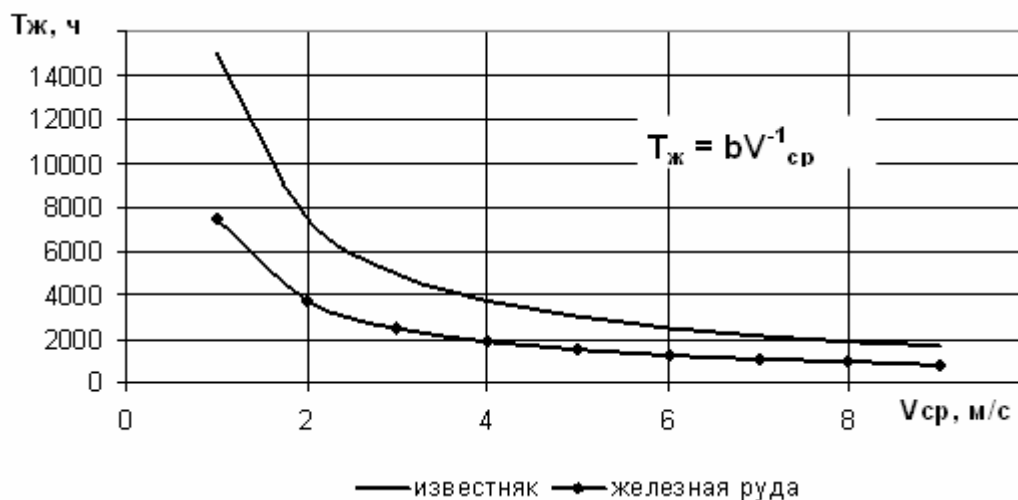


Рис. 2. Срок службы желоба загрузочного устройства ( $b = 15000$  для известняка и  $b = 7500$  для железной руды).

Установлено, что срок службы желоба загрузочного устройства изменяется по гиперболическому закону вида  $T_{ж} = bV_{cp}^{-1}$ , существенно зависит от средней скорости движения груза по желобу и изменяется в зависимости от типа загружаемого материала в пределах 1500...12000 часов.

**Список литературы:** 1. Кирия Р.В. Оптимизация параметров пассивных перегрузочных узлов ленточных конвейеров горных предприятий: Автореферат кандидатской дисс.: - Днепропетровск., 2004. - 16 с. 2. Монастырский В.Ф., Кирия Р.В. Особенности проектирования перегрузочных узлов ленточных конвейеров. //Горный журнал. – М., №11, 2003.-С. 53-57.

Сдано в редакцию 10.05.07