

УДК 658.512.26.(035)

Б. В. Воронин, к.т.н., доц., Московский государственный горный университет

E-mail: voronin008@gmail.com

Обеспечение и оценка эксплуатационной и ремонтной технологичности скребковых конвейеров

В статье обоснована необходимость оценки уровня эксплуатационной и ремонтной технологичности (ЭТ и РТ) с учетом эксплуатационных функциональных критериев скребковых конвейеров и обоснованы особенности обеспечения ЭТ и РТ.

Ключевые слова: скребковые конвейеры, эксплуатационная и ремонтная технологичность, оценка и обеспечение.

B. V. Voronin

Promote and Assess Operational and Repair Technological Scraper Conveyors

In article necessity of an estimation of level of operational and repair adaptability to manufacture (ЭТ and РТ) taking into account operational functional criteria of scraper conveyors is proved and features of maintenance ЭТ and РТ are proved.

Keywords: scraper conveyors, operational and repair adaptability to manufacture, an estimation and maintenance.

Разработка конструкции скребкового конвейера (СК) – сложная конструкторская задача, связанная с достижением требуемого технического уровня СК и приданием конструкции таких свойств, которые обеспечивают максимально возможное снижение затрат труда, материалов и энергии на единицу функционального критерия СК при ее разработке, изготовлении, техническом обслуживании и ремонте.

Эксплуатация СК представляет собой стадию жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. Эксплуатация СК включает процессы его использования по назначению, ожидание использования, хранение, транспортировка, техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р).

Для каждого из рассмотренных процессов характерны свои области проявления в процессе эксплуатации и ремонта изделия, причем эти свойства могут проявляться в различных сочетаниях [1].

Совокупность свойств СК, определяющих приспособленность их конструкции к достижению оптимальных затрат на обеспечение

функционального назначения СК при техническом обслуживании и ремонте ТО и Р представляют собой их ЭТ и РТ.

Качество СК характеризуется способностью конвейера (изделия) реализовать основную функцию при эксплуатации для достижения заданного технического эффекта, которая в значительной мере зависит от конструктивного исполнения – технологичности конструкции СК. В ряде случаев отработка конструкции СК на технологичность может повлечь за собой изменение требований к условиям проведения ТО или ремонта изделия или его отдельных агрегатов. Что касается области проявления эксплуатационной и ремонтной технологичности, то здесь необходимо определить сначала частные свойства, которые влияют на уровень ЭТ и РТ. ЭТ и РТ СК определяются рядом частных свойств, характеризующих приспособленность конструкции СК к выполнению отдельных операций. К таким свойствам относятся доступность, легкосъемность, взаимозаменяемость составных частей, технологическая простота и преемственность.

Улучшение какого – либо одного свойства с сохранением остальных влечет за собой улучшение свойств ЭТ и РТ с точки зрения оперативной трудоемкости изделия в ТО и Р, однако это не всегда может приводить к снижению их оперативной продолжительности. Поэтому изменение свойств целесообразно рассматривать комплексно.

Наиболее важными процессами эксплуатации при оценке уровня ЭТ и РТ являются техническое обслуживание ТО, текущие и капитальные ремонты.

РТ проявляется при всех видах ремонтов, кроме текущего. Различают технологичность конструкций (ТК СК) при плановых и неплановых ремонтах, при которых устраняются последствия повреждений и отказов. При плановых ремонтах должна рассматриваться ТК только для ремонтируемых изделий применительно к предусмотренным в ремонтной документации операциям. При неплановых ремонтах рассматривается ТК только применительно к восстанавливаемым изделиям.

Целью количественной оценки эксплуатационной и ремонтной ТК СК является:

- оценка соответствия показателей ЭТ и РТ требованиям нормативно-технической и другой документации;
- выбор лучшего с точки зрения ЭТ и РТ варианта конструктивного решения при сравнении нескольких конвейеров.

Используются следующие методы количественной оценки ЭТ и РТ :

- на стадии разработки ТЗ на изделие – экспертный метод;
- на стадии разработки технического проекта – аналитико- расчетные методы;
- на стадии разработки рабочей документации и эксплуатации техники – оценка ТК по статистическим данным.

Экспертный метод основан на использовании опыта квалифицированных специалистов (экспертов) и данных о ЭТ и РТ конструкций прототипов и аналогов оцениваемого изделия.

Аналитико-расчетный метод типовых нормативов времени основан на использовании обоснованных нормативов времени выполнения операций приемов и переходов.

По статическим зависимостям оценивают на основе связи трудоемкости Т_О и Р группы изделий с их основными технологическими характеристиками (массой, рабочими параметрами и др.)

Наибольшее распространение получили методы абсолютной, относительной и разностной оценки ТК.

Наш подход к оценке ЭТ и РТ основан на учете затрат труда, средств, материалов и времени по отношению к функциональному назначению (λ) скребковых конвейеров [2].

Проведенные исследования показали, что на уровень ЭТ и РТ конвейеров решающее влияние оказывают конструктивно-технологические и эксплуатационные факторы, такие как: применяемость, которая оценивается коэффициентом применяемости ($K_{пр}$); нормализация (K_n); повторяемость ($K_{пов}$); взаимозаменяемость ($K_{вз}$). Количественные значения некоторых показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Типконвейера/Показатели	СП- 64	СП- 48	СП- 63	СР- 52	СП- 46	МК- 46
Коэффициентприменяемости	0,21	0,73	0,059	0,165	0,053	0,057
Коэффициентнормализации	0,099	0,019	0,0051	0,0114	0,0158	0,115
Коэффициентповторяемости	56	14	28	24,2	16	32,5

По данным таблицы 1 видно, что коэффициент применяемости наиболее высокий у конвейера СП- 48, а у остальных конвейеров этот коэффициент на довольно низком уровне. Коэффициент нормализации у всех конвейеров очень мал.

Все эти факторы влияют на сокращение затрат труда, материалов и простоев конвейеров при техническом обслуживании и ремонте в период эксплуатации.

Для количественной оценки свойств конструкций конвейеров, характеризующих их приспособленность к проведению технического обслуживания и текущего ремонта, необходимо иметь систему частных показателей, которые в совокупности позволяли бы:

- характеризовать основные стороны конструкции конвейеров в отношении эксплуатационной технологичности;
- задавать их количественно в технических заданиях;
- производить сравнительную оценку уровня ЭТ и РТ машин одного функционального назначения, как при проектировании, так и при эксплуатации.

Краткий качественный и количественный анализ факторов, определяющих эксплуатационную технологичность показывает, что все они в той или иной степени влияют на трудоемкость технического обслуживания и ремонтов в процессе эксплуатации. Следовательно, в качестве основного показателя для количественной оценки эксплуатационной технологичности при проектировании целесообразно использовать нормативную трудоемкость плановых работ по ремонту и техническому обслуживанию (таблица 2).

Для расчета эксплуатационного функционального критерия технологичности на стадии проектирования используем формулу [3].

$$\lambda_3 = Q K_3 \gamma_n L,$$

где Q - теоретическая производительность конвейера м³/ч;

K_3 - коэффициент реализации теоретической производительности СК с учетом неравномерности поступления груза;

γ_n - насыпной вес груза, т/м³;

L - расстояние, на которое транспортируется груз, м

Таблица 2

Частные показатели эксплуатационной технологичности	Обозначение показателей	Типы скребковых конвейеров			
		СПМ-81	СП-63/К ₂	СПМ-87Д	МП-63
Трудоемкость ежедневных обязательных плановых работ по ремонту и межремонтному техническому обслуживанию, чел.- час	T _{СТО}	2,85	9,15	10,15	3,40
Трудоемкость еженедельных плановых работ, чел.- час	T _{НТО}	2,50	3,21	3,21	2,50
Трудоемкость ежемесячных плановых работ, чел.- час	T _{МТО}	0,25	6,0	6,0	0,4
Трудоемкость плановых работ, проводимых один раз в 2 месяца, чел.- час	T _{2ТО}	2,4	2,65	2,65	2,4
Трудоемкость плановых работ, проводимых один раз в 3 месяца, чел.- час	T _{3ТО}	15,0	18,25	18,25	15,0
Трудоемкость плановых работ, проводимых один раз в 6 месяцев, чел.- час	T _{6ТО}	29,0	35,4	35,4	29,0
Трудоемкость монтажа, чел.-смен.	T _{МОН}	155,5	104,5	143	132
Трудоемкость демонтажа, чел.-смен.	T _{ДЕМ}	57,2	51,8	70,7	65,3

Время восстановления отказа конвейера, мин.	T_B	36	35	38	35
--	-------	----	----	----	----

Удельные величины показателей ЭТ позволяют определить наилучшие решения, уже достигнутые в разнотипных конвейерах и они определяются

$$X_{mn} = T_{mn} / \lambda_э,$$

где T_{mn} - частный показатель ЭТ и РТ. (Например $T_{сто}$, $T_{нто}$...)

m - порядковый номер СК, из числа выбранных для оценки;

n - порядковый номер частного показателя ЭТ,РТ.

В нашем случае $X_{11} = T_{сто} / \lambda_{э1}$, $X_{12} = T_{нто} / \lambda_{э1}$...

где X_{11} - значение первого удельного показателя ЭТ для первого скребкового конвейера СПМ- 81;

X_{12} - значение второго удельного показателя ЭТ для СПМ- 81;

$\lambda_{э1}$ - значение эксплуатационного функционального критерия для СПМ- 81.

Состав базовых показателей технологичности корректируется с учетом тенденций развития техники, а оптимальные значения базовых показателей указываются в техническом задании на разработку изделия.

Для определения базовых показателей ЭТ,РТ составляем таблицу из удельных значений частных показателей всех рассматриваемых СК.

$$X_{ij} = \begin{vmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{vmatrix}$$

В этой таблице по горизонтали расположены удельные частные показатели эксплуатационной и ремонтной технологичности одной из рассматриваемых конструкций СК. По вертикали - удельные величины по одному частному показателю всех рассматриваемых конструкций СК. Их анализ по вертикали сразу даст набор минимальных значений удельных величин частных показателей, которые мы рекомендуем принять базовыми на момент оценки.

$$X_{6j} = x_{61}, x_{62}, \dots, x_{6n}$$

где $x_{61}, x_{62}, \dots, x_{6n}$ - совокупность базовых значений частных показателей ЭТ и РТ, которые рекомендуется считать моделью технологичной конструкции в отношении технического обслуживания и ремонта, так как она состоит из наилучших, уже достигнутых удельных значений частных показателей технологичности.

В нашем случае таблица-матрица состоит из 9-ти столбцов по горизонтали и 4-х столбцов по вертикали. Из всех 9-ти столбцов выбираем минимальные значения удельных величин по вертикали и получаем

динамичную модель технологичной конструкции, принятой для сравнения эксплуатационной технологичности 4-х конвейеров.

$$\begin{array}{lll} X_{163}=0,08 & x_{263}=0,07 & x_{363}=0,007 \\ X_{463}=0,067 & x_{563}=0,42 & x_{663}=0,815 \\ X_{763}=4,15 & x_{863}=1,6 & x_{963}=1,01 \end{array}$$

Эта модель состоит из 8-ми показателей от конвейера СМП- 81 и одного X_{763} от СМП- 87Д. Очевидно, что при сравнении небольшого количества конвейеров, вероятность получения реальной, на данный период оценки, технологичной конструкции значительно повышается.

Далее определяем значение уровней ЭТ и РТ по формуле $t_{ij}=x_{ib}/x_{ij} \leq 1$ доля участия каждого частного показателя ЭТ и РТ в их общей сумме при n выбранных показателях $a_{ij}=t_{ij}/\sum t_{ij}$ и т.д. [2]

Принятые для сравнения конвейеры оценивались по комплексному показателю ЭТ по формуле $Pt_j=\psi_j/\psi_b$, где ψ_j - амплитудное значение частных показателей j -того СК; ψ_b -суммарное значение частных показателей технологичной конструкции.

Список литературы

1. **Амиров Ю. Д. и др.** Технологичность конструкции изделия/ Справочник. 2-е изд. – М.: Машиностроение. –1990. – 768с.
2. **Солод Г.И., Морозов В.И., Воронин Б.В.** Оценка технологичности скребковых конвейеров/ Сб. «Развитие и совершенствование шахтного и карьерного транспорта» «Недра», – М., –1973.
3. **Солод Г.И., Морозов В.И., Воронин Б.В. и др.** Комплексная оценка технологичности на примере скребковых конвейеров/ Вестник машиностроения № 10, –1976.