

УДК 622.232.72

**В.Г. Потапов**, канд. техн. наук, проф.,**К.С. Гордиенко**, магистрант

Донецкий национальный технический университет

**О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА КСП-32**

*В работе получены и проанализированы показатели, характеризующие надежность работы проходческого комбайна типа КСП-32 в представительных условиях эксплуатации. Выявлена функциональная система комбайна, надежность которой имеет определяющее значение для надежности машины в целом.*

**проходческий комбайн, КСП-32, система функциональная, параметры надежности, отказ**

***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

При проведении подготовительных выработок комбайновым способом используются, в основном, комбайны проходческие избирательного действия (КП). Эффективность подготовительных работ определяется, в том числе, эксплуатационными показателями комбайна, в частности, показателями его надежности.

Для исследования эксплуатационной надежности КП необходимо выявить функциональные системы (СФ) комбайна, надежность которых имеет определяющее значение для машины в целом.

***Анализ исследований и публикаций.*** В работах [2-3] приведены данные, характеризующие надежность комбайнов типа: ПК-3м, 4ПП-2, ГПК. Указанные типы машин эксплуатируются на шахтах отрасли уже весьма длительный период времени.

***Постановка задачи.*** Настоящая статья посвящена актуальной для угольной промышленности тематике – повышению надежности комбайнов проходческих современного технического уровня. В данной работе получены и проанализированы показатели, характеризующие надежность работы функциональных систем современного проходческого комбайна типа КСП-32 в представительных условиях эксплуатации. Целью данного исследования является определение функциональных систем КП, надежность которых имеет определяющее значение для надежности машины в целом.

***Изложение материала и результаты.*** В качестве первичной исходной информации о надежности КСП-32 авторами использованы

фактические статистические данные, полученные при эксплуатации комбайна в горно-геологических условиях 5-го западного конвейерного штрека шахты им. А.Ф. Засядько. Указанные данные получены в результате длительных наблюдений за работой комбайна обслуживающим персоналом, в частности горным инженером - электромехаником Светличным К.В.

Комбайн эксплуатировался в представительных, для поставленной в статье цели, условиях горной выработки шахты.

Параметры, характеризующие горно-геологические условия применения, соответствовали верхнему пределу значений параметров применимости КП [4]. Так, предел прочности разрушаемых пород смешанного забоя арочной формы равнялся 110 МПа; площадь сечения проводимой выработки - 21,0 м<sup>2</sup>; абразивность разрушаемых пород равнялась 15 мг; диапазон изменения углов наклона проводимой выработки изменялся в пределах  $\pm 10^\circ$ . Режим работы комбайна в забое выработки – три смены рабочие (по проходке) и одна ремонтно-подготовительная.

Исходная информация о надежности КП содержала данные за период, начиная с момента монтажа комбайна в выработку и до его демонтажа для выдачи на поверхность. Наблюдения проводились дифференцированно за работой таких основных СФ комбайна, как: СР – система разрушения; СВН – система выгрузки и навалки; СИП – система изменения положения органов рабочих (ОР) и комбайна в целом; СП – система перемещения КП; СППиО – система пылеподавления и орошения.

Без конструктивных доработок комбайн проработал до предельного состояния 22 месяца и 22 дня. За указанный период эксплуатации комбайн прошел 2300 метра погонных. Средняя скорость проведения выработки равнялась 102 м/мес. Таким образом, показатели долговечности комбайна составили, соответственно: срок службы – 16416 час; ресурс – 48,3 тыс.м<sup>3</sup>.

Длительность проведения подготовительно-заключительных и вспомогательных операций  $t_{п.з}$  в каждой из 1794 смен в среднем не превышала 20 минут, в 218 сменах это время составляло в смену от 30 до 50 минут, а в 40 сменах указанное время превышало 60 минут. Средневзвешенное значение  $t_{п.з}=23$  мин. Кроме приведенных выше значений службы и ресурса, характеризующих долговечность комбайна определим следующие показатели его надежности.

Безотказность комбайна оценим средней наработкой на отказ. Статистическую оценку средней наработки на отказ вычислим по формуле [1]:

$$T = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i,$$

где  $t_i$  - наработка до  $i$ -го отказа;  $n$  – число отказов, наступивших в течение этой наработки.

Ремонтопригодность комбайна оценим средним временем восстановления,  $T_B$ . Статистическую оценку  $T_B$  определим по формуле:

$$T_B = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_{\text{в}i},$$

где  $t_{\text{в}i}$  – время восстановления работоспособности после  $i$ -го отказа.

В качестве комплексных показателей надежности КСП-32 используем коэффициенты: готовности -  $K_G$  и технического использования -  $K_{Т.И}$ :

$$K_G = T / (T + T_B), \quad K_{Т.И} = \sum t_p / \left( \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{\text{в}i} + \sum_{j=1}^k t_{\text{м}op} \right),$$

где  $\sum t_p$  - суммарная наработка;  $\sum_{j=1}^k t_{\text{м}op}$  - суммарное время планового технического обслуживания и ремонтов.

Анализ исходных данных для определения показателей надежности функциональных систем комбайна (табл.1) показывает следующее.

За время эксплуатации комбайна было зафиксировано 4442 отказа работоспособности элементов его функциональных систем. Суммарное время восстановления работоспособности комбайна составило, примерно, 360 часов, что соответствует 2,9% от суммарного планового рабочего времени эксплуатации (12312 часов).

В таблице 2 представлены данные, характеризующие количественные показатели надежности функциональных систем комбайна.

Показатели надежности систем в целом (Итого по СФі) в табл.2 приведены в виде средневзвешенных значений.

Таблица 1 - Исходные данные для определения показателей надежности функциональных систем комбайна

Наименование функциональной системы, СФ (ее составной части)		Наименование элемента СФ	Вид ремонта элемента СФ	Количество отказов, $n$ , шт.	Суммарная наработка на отказ, $\sum_{i=1}^n t_i$ , час	Время восстановления, $t_{ei}$ (пределы изменения), час	Суммарное время восстановления, $\sum_{i=1}^n t_{ei}$ час
СР	(ОР)	Резец	Замена	4359	11274,4	0,03-0,08	254,27
		Орган исполнительный	Замена	1	11505,7	23	23
	(ПОР)	Подшипник редуктора ОР	Замена	2	11492,7	17,7-18,3	36
		Выходной вал редуктора ОР	Замена	1	11519,7	9	9
Итого по СР с учетом резцов				4363		0,03-23	322,25
Итого по СР без учета резцов				4		9-23	68
СВН	Электромотор скребкового конвейера	Замена	3	11523,7	1,3-2	5	
	Редуктор скребкового конвейера	Ремонт	1	11527,3	1,3	1,33	
Итого по СВН				4		1,3-2	6,33
СИП	Насос НШ-50	Замена	2	11527	0,67-1	1,67	
	Клапан предохранительный (КД)	Замена	2	11526,5	1-1,17	2,17	
	Правый поворотный цилиндр ОР	Замена	1	11525,2	3,5	3,5	
	Рабочая жидкость	Пополнение объема	48	11520,7	0,08-0,25	8	
	Левый поворотный цилиндр ОР	Замена	1	11525,2	3,5	3,5	
Итого по СИП				54		0,08-3,5	18,83
СП	Трак гусеницы	Ремонт	3	11525,7	0,83-1,17	3	
		Удаление 1-го трака	2	11527	0,67-1	1,67	
	Опорный каток	Замена	1	11528,2	0,5	0,5	
Итого по СП				6		0,5-1,17	5,17
СППиО	Форсунки орошения	Очистка отверстий	13	11520	0,33-1	8,67	
	Нарушение герметичности рукавов	Замена	2	11528	0,25-0,42	0,67	
Итого по СППиО				15	11525,7	0,25-1	8,67

Таблица 2 - Показатели надежности функциональных систем комбайна

Наименование функциональной системы, СФ (ее составной части)		Наименование элемента СФ	Средняя наработка на отказ, $T$ , час	Среднее время восстановления, $T_B$ , час	Коэффициент готовности, $K_G$
СР	(ОР)	Резец	2,6	0,058	0,98
		Орган исполнительный	11505,7	23	0,99
	(ПОР)	Подшипник редуктора ОР	5746,3	18	0,99
		Выходной вал редуктора ОР	11519,7	9	0,99
Итого по СР без учета резцов			8629,5	17	0,99
СВН	Электромотор скребкового конвейера		3841,2	1,67	0,99
	Редуктор скребкового конвейера		11527,3	1,33	0,99
Итого по СВН			5762,7	1,58	0,99
СИП	Насос НШ-50		5763,5	0,83	0,99
	Клапан предохранительный (КД)		5763,3	1,08	0,99
	Правый поворотный цилиндр ОР		11525,2	3,5	0,99
	Рабочая жидкость		240	0,17	0,99
	Левый поворотный цилиндр ОР		11525,2	3,5	0,99
Итого по СИП			1299,0	0,38	0,99
СП	Трак гусеницы		3841,9	1	0,99
			5763,5	0,83	0,99
	Опорный каток		11528,2	0,5	0,99
Итого по СП			5763,5	0,86	0,99
СППиО	Форсунки орошения		886,2	0,67	0,99
	Нарушение герметичности рукавов		5764	0,33	0,99
Итого по СППиО			1536,6	0,62	0,99

### ***Выводы и направления дальнейших исследований.***

Проанализировав полученные данные видим, что функциональные системы комбайна и комбайн КСП-32 в целом характеризуются весьма высокой надежностью, что можно пояснить достаточно высоким уровнем обслуживания комбайна персоналом участка и строгим соблюдением требований руководства его эксплуатации. Так, для КСП-32  $K_G = 0,87$ ;  $K_{T.I} = 0,93$ .

В дальнейшем с целью получения других эксплуатационных показателей, характеризующих работу комбайна КСП-32, планируется провести исследования по определению нагруженности привода органа разрушения и удельных энергозатрат на разрушение массива.

Список источников:

1. Государственный стандарт союза ССР. Надежность в технике. ГОСТ 27.002-89.- Издательство стандартов, 1990г.-37с. – С. 7,29.
2. Иванов Н.А., Н.Т. Демченко. Об эксплуатационной надежности проходческих комбайнов ГПК и 4ПП-2 . "Уголь Украины", 1985, 9, с. 28-30.
3. Иванов Н.А., В.Е. Сахненко. О повышении надежности проходческих комбайнов. "Уголь", 1974, 6, с. 54-56.
4. Комбайн проходческий КСП-32. Руководство по эксплуатации КП-32.00.00.000 РЭ. Ясиноватая, АО «Ясиноватский машзавод». 105 с.

**В.Г.Потапов, К.С.Гордієнко. Про підвищення надійності прохідницького комбайна КСП-32.** У роботі приведені і проаналізовані показники, що характеризують надійність роботи прохідницького комбайна типу КСП-32 в показних умовах експлуатації. Виявлена функціональна система комбайна, надійність якої має визначальне значення для машини в цілому.

**прохідницький комбайн, КСП-32, експлуатаційна надійність, відмова, поломка, втрати часу**

**V.G.Potapov, K.S.Gordienko. About the increase of reliability of heading machine of КСП-32.** The indices which characterize the reliability of the operation of the heading machine set of the КСП-32 type under the operation representative conditions are obtained and analyzed in the paper. The set functional system the reliability of which is of decisive significance for the machine as a whole is found out.

**heading machine, KSP-32, operating reliability, refuse, breakage, losses of time**

Стаття надійшла до редколегії 10.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.К.Семенченко

© В.Г.Потапов, К.С.Гордієнко, 2010