Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXVII, 1981 г.

УДК 622.002.5:62-192

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН

Д.А.ЮНГМЕЙСТЕР, И.И.МАРГОЛИН

В 1975 г. на угольных шахтах была введена система учета ремонтов и замен деталей горных машин. Учет предусматривалось проводить с помощью нарядов-рапортов, в которых указывается наименование и число заменяемых деталей и время простоя оборудования, связанное с проведением ремонтных работ. Отметки в нарядах-рапортах делают слесари-ремонтники в конце каждой смены. Наряд-рапорт является первичным источником информации о работе и ремонтах машин.

Нами проанализированы наряды-рапорты с июля 1976 г. по март 1977 г. с целью сбора данных по отказам комбайнов 2К-52, работающих в одинаковых горно-геологических условиях (на одном пласте двух соседних шахт производственного объединения „Воркутауголь") и с примерно одинаковой интенсивностью. Эти условия являются достаточными для того, чтобы считать выборки, полученные по разным комбайнам, принадлежащими одной генеральной совокупности.

Объем полученных выборок некоторых деталей и узлов явно недостаточен для получения функций распределения наработки с удовлетворительной достоверностью:

Лыжи и захваты	16
Шнеки	12
Гидродомкрат	42
Электродвигатели	3
Редуктор нижнего шнека	2
Гидродвигатели	3
Падающая часть Г-404	1

В некоторых случаях, когда на машине имеется несколько одинаковых деталей и есть общая выборка по всем деталям, выделение выборки по каждой детали путем анализа нарядов-рапортов не представляется возможным. Напри-

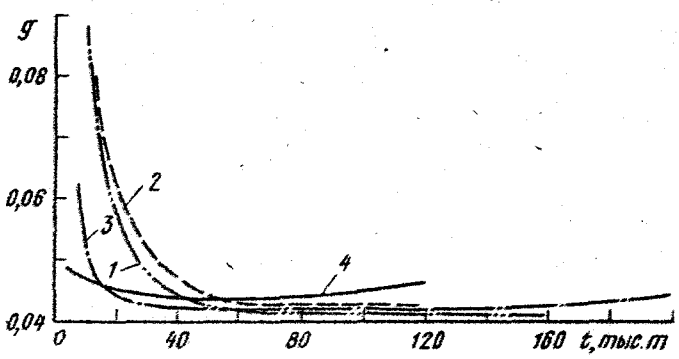
мер, на комбайне имеется четыре опорные лыжи, из нарядов-распортов получена выборка объемом 16 точек, из которой невозможно определить наработку каждой лыжи отдельно.

Несмотря на некоторые затруднения в анализе и обработке нарядов-рапортов, нами получена функция распределения наработки для гидродомкратов комбайна

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{24,7}\right)^{1,1}}, \qquad (1)$$

где t - наработка гидродомкрата, тыс.т.

При этом из первоначальной выборки объемом 42 точки семь точек пришлось отбросить по указанным выше причинам.



Влияние коэффициента стоимости на оптимальную наработку гидродомкратов комбайна 2К-52:
1- $\lambda = 0,4$, $T_0 \to \infty$; 2 - $\lambda = 0,6$; $T_0 \to \infty$; 3 - $\lambda = 0,2$, $T_0 = 120$; 4 - $\lambda = 0,1$, $T_0 = 40$

Формула (1) была получена общеизвестным методом. Вид функции распределения выбирали при помощи критерия Пирсона χ^2 из определяющих функций распределения: нормального, усеченно-нормального ($0 \leqslant T \leqslant \infty$), логарифмически-нормального, Вейбулла.

Использование полученной функции распределения позволило определить оптимальные сроки службы указанного узла, при этом предусматривалась следующая стратегия замен: узел заменяется в плановом порядке при достижении наработки T_0. Если отказ произошел ранее этой наработки, узел заменяется в аварийном порядке, при этом новая замена назначается через ту же наработку T_0.

Оптимальная наработка до отказа T_0 определяется путем минимизации критерия оптимизации K - технико-экономического показателя, характеризующего затраты по обслуживанию машины на единицу наработки и определяемого по формуле

$$K\,\frac{C(t)}{Э(t)} = \frac{A_{пл}P(t) + A_{ав}(1-P(t))}{\int_0^{T_0} P(t)\,dt}, \qquad (2)$$

где $C(t)$ - затраты, связанные с поддержанием узла в работоспособном состоянии, руб.; $Э(t)$ - эффект от работы узла за время эксплуатации, тыс.т; $A_{пл}$, $A_{ав}$ - стоимость соответственно планового и аварийного ремонта узла, руб.; $P(t)$ - вероятность безотказной работы узла; $\int_0^{T_0} P(t)dt$ - математическое ожидание наработки на отказ узла при условии, что узел будет заменен по достижении наработки T_0.

При составлении програмы для ЭВМ „Наири-2", с помощью которой получены оптимальные наработки гидродомкратов (см.рисунок), использовался коэффициент стоимости

$$\lambda = A_{пл} / A_{ав} \qquad (3)$$

и отношение

$$g = \frac{K}{A_{ав}} = \frac{1-(1-\lambda)\,F(t)}{\int_0^{T_0} [1-F(t)]\,dt} .$$

Величина K достигает минимального значения одновременно с величиной g, поэтому T_0 определялось по минимуму функции g, т.е. из условия $dg/dt = 0$.

Установлено, что замена гидродомкратов в плановом порядке не всегда оправдана (см.рисунок, кривые I, 2). Например, при $\lambda \geqslant 0{,}4$ оптимальная периодичность замен столь велика, что вероятность безотказной работы при этой наработке получается весьма малой, т.е. практически целесообразна только аварийная замена гидродомкрата. Оптимальные наработки гидродомкратов T_0 следующие:

λ	0,1	0,2	0,4	0,6
T_0, тыс.т	40	120	Весьма велика	

Выводы

I. Существующая система накопления информации, внедренная с 1975 г. на угольных шахтах, отличается высокой трудоемкостью и зачастую не позволяет получить достоверные данные о надежности машин и их элементов.

2. Объективные данные о наработке и времени восстановления, полученные путем наблюдений за работой машин и их элементов, позволяют построить соответствующие функции распределения и открывают большие возможности по применению методов теории надежности для решения важных практических задач по обслуживанию оборудования.

3. Сбор первичной информации, ее обработка и выдача рекомендаций, связанных с обслуживанием добычного оборудования, могут быть осуществлены путем внедрения подсистемы АСУ шахты, которая позволит получить значительный эффект за счет снижения числа аварий, своевременного обеспечения запасными частями и проведения ремонтов.

4. Для машин, имеющихся в единичных экземплярах или эксплуатирующихся в резко различающихся условиях, когда данные о наработке одних и тех же узлов нельзя считать принадлежащими одной генеральной совокупности, целесообразен поиск других путей прогнозирования наработки.