

УДК 622.4.06:621.81

Гребёнкин С.С. - докт. техн. наук, профессор,

Гребёнкина А.С. - асс. (Донецкий национальный технический университет, г. Донецк),

Махов В.Г. - канд. техн. наук, зав. отд. (ЗАО «Горловский машиностроитель», г. Горловка).

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ТРАНСМИССИИ ВЫЕМОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ТОНКИХ КРУТЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Використовуючи методи статистичної обробки даних і результати вимірів навантажень на трансмісії очисних комбайнів, отримані аналітичні вираження, по яких можна визначити розрахункові значення максимальних навантажень

Используя методы статистической обработки данных и результаты измерений нагрузок на трансмиссии очистных комбайнов, получены аналитические выражения, по которым можно определить расчетные значения максимальных нагрузок

Using methods of statistical data processing and the results of measurements of loading on transmission of clearing combines, are received analytical expression, on which it is possible to determine settlement values of the maximal loading.

Для практики часто представляется необходимым установить точность и достоверность, с которыми может быть определено расчетное значение максимальной нагрузки на трансмиссию комбайна по данным измерений в реальных условиях. Последнее имеет большое значение, так как пиковые нагрузки на трансмиссию очистных комбайнов приводят к резкому

уменьшению срока их службы вследствие разрушения деталей и узлов машины.

Исследования проведены на примере выемочных машин (очистных комбайнов) типа «Поиск», используемых для выемки тонких крутых пластов.

Решение задачи по определению точности и достоверности расчетного значения максимальной нагрузки на трансмиссию сводится к следующему:

- производится запись процесса нагружения трансмиссии исполнительного органа в течение времени T_1 ,
- фиксируется максимальное значение нагрузки M_1 в диапазоне времени T_1 ;
- определяется, с какой вероятностью максимальное значение нагрузки M_2 в течение срока службы комбайна T_2 не превысит значения M_1 то есть вероятность выполнения неравенства $M_1 \geq M_2$.

В этой постановке указанная задача аналогична известной в математической статистике задаче о крайних членах выборки. Задача о крайних членах выборки применительно к рассматриваемому случаю формулируется следующим образом.

Из генеральной совокупности с известным распределением вероятности производится одна выборка объемом N_1 и вторая выборка объемом N_2 . Требуется определить вероятность того, что наибольший член второй выборки будет не больше, чем наибольший член первой выборки.

Искомая вероятность определяется по следующей формуле [1]:

$$F = [P(M_1)]^{N_2} \quad (1)$$

где F - вероятность того, что наибольший член второй выборки окажется меньше заданного значения;

$P(M_1)$ - вероятность не превышения значения M_1 .

Статистическая вероятность $P(M_1)$ определяется по данным первой

$$P(M_1) = \frac{N_1}{N_1 + 1}. \quad (2)$$

Выражение (1) переписывается в таком виде:

$$F = \left(1 - \frac{1}{N_1 + 1}\right)^{N_2}. \quad (3)$$

Выражение (3) для случая больших значений N_1 принимает вид:

$$F = \left(1 - \frac{1}{N_1}\right)^{N_2}. \quad (4)$$

При исследовании стационарных случайных процессов объем информации прямо пропорционален длине записи процесса.

В этом случае, вместо объема выборки используется функция длины записи процесса нагружения:

$$\Psi(T) = \frac{\alpha \cdot T}{2}, \quad (5)$$

где α - параметр корреляционной функции процесса.

И тогда выражение (4) будет иметь вид:

$$F = \left(1 - \frac{2}{\alpha \cdot T_1}\right)^{\frac{\alpha T_2}{2}}. \quad (6)$$

Для практических расчетов выражение (6) можно преобразовать, используя следующую приближенную формулу для малых значений x :

$$\ln(1+x) \approx x \quad (7)$$

или

$$\ln F = \frac{\alpha \cdot T_2}{2} \cdot \ln \left(1 - \frac{2}{\alpha \cdot T_1} \right) = -\frac{T_2}{T_1}. \quad (8)$$

Тогда выражение (6) представляется в виде:

$$F = e^{-\frac{T_2}{T_1}} = 10^{-\frac{T_2}{2,3 \cdot T_1}}. \quad (9)$$

Для примера найдем значение вероятности при следующих значениях T_1 и T_2 (комбайн "Поиск - 2Р", (рис.1) данные института ДонНИИ Минтопэнерго Украины)

$$T_1 = 6 \text{ ч}; T_2 = 5000 \text{ ч}$$

$$F = e^{-\frac{5000}{6}} = 10^{-362}.$$

Таким образом, вероятность того, что значение нагрузки в трансмиссии комбайна за весь его расчетный срок службы не превышает максимальное значение, зарегистрированное в течение одной смены, ничтожно мала. Следовательно, достоверным является противоположное значение – нагрузка в трансмиссии комбайна за время его эксплуатации превышает зарегистрированное максимальное значение.

Представляет интерес следующий вопрос - какова должна быть продолжительность записи процесса нагружения трансмиссии исполнительных органов очистных комбайнов, чтобы иметь практически необходимую уверенность в том, что зарегистрированное значение максимальной нагрузки не будет превзойдено при эксплуатации комбайна в течение его срока службы.

В этом случае выражение (9) решается относительно неизвестной T_1 :

$$T_1 = -\frac{T_2}{2,3 \cdot \lg F}. \quad (10)$$

Для практических расчетов достаточно принять $F=0,95$. В этом случае:

$$T_1 = -\frac{T_2}{2,3 \cdot \lg F} = -\frac{5000}{2,3 \cdot \lg 0,95} = 97500 \div .$$

Календарное время записи процесса определяется следующим образом:

$$T_1 = -\frac{T_1}{24 \cdot 300 \cdot K_i \cdot K_p},$$

где 24 - число часов в сутках;

300 - число рабочих дней в году;

$K_M=0,25$ - коэффициент машинного времени (принято среднее значение по данным хронометражных наблюдений за очистными комбайнами); $K_p=0,75$ - коэффициент режима работы (при режиме работы в четыре смены, одна из которых ремонтная);

Таким образом, определено время записи, необходимое для практической уверенности в том, что зарегистрированное значение максимальной нагрузки при наблюдениях не превысит фактическое максимальное значение при эксплуатации комбайна в течение расчетного срока службы.

Очевидно, что непосредственными замерах практически невозможно определить максимальные нагрузки для расчета трансмиссий очистных комбайнов на прочность.

В связи с этим представляет интерес решение поставленной задачи теоретически, основываясь на закономерностях изменения нагрузок, выявленных при измерениях, имеющих малую продолжительность и не позволяющих дать непосредственный ответ на вопрос о расчетной величине пиковых нагрузок. Материал статьи использован при создании и проектировании комбайна нового технического уровня КУ - 410.

Список литературы

1. Гребенкин С.С., Булат А.Ф., Керкез С.Д. Создание, эксплуатация и ремонт горношахтного оборудования для очистных забоев крутых и наклонных угольных пластов. - Донецк: Регион, 1999. -348с.