

УДК 622.232.7

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСА ГОРНОЙ МАШИНЫ С УЧЕТОМ РОСТА ЗАЗОРОВ В ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ КОРПУСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Семенченко А.К., докт. техн. наук, проф., Шабает О.Е., канд.
техн. наук, доц., Семенченко Д.А., канд. техн. наук, вед.н.с.,
Хиценко Н.В., канд. техн. наук, доц., Донецкий
национальный технический университет,
Мизин В.А., инж, Донгипроуглемаш

Обоснован уточненный критерий для оценки ресурса элементов конструкции горной выемочной машины, отличающийся учетом влияния роста зазоров в подвижных соединениях корпусных элементов конструкции в процессе функционирования

It is grounded the more exact criterion of lifetime estimation of constructive elements of mining cutting machine, differing by account of increase of gaps in movable joints of base members of construction intime of working process

Проблема и ее связь с научными или практическими задачами. Анализ стратегических мер, предпринятых в развитых угледобывающих странах (Великобритания, Германия, Польша) для вывода угольной отрасли из кризиса, показывает, что в их основу положен принцип концентрации горных работ и интенсификации процессов подземного производства путем широкого использования современных техники и технологии. При этом, технология предусматривает максимальное использование потенциальных возможностей техники, а техника, в свою очередь, должна быть максимально адаптирована под горно-геологические и горно-технические условия шахт. Для технического перевооружения отрасли институтом Донгипроуглемаш создается новое оборудование, ресурс, надежность и производительность которого должны в 2-3 раза превышать показатели заменяемого. Разработка высокопроизводительных и надежных горных выемочных машин, отличающихся повышенной энергооборуженностью, является сложной научно-технической проблемой многокритериального, оптимального проектирования и должна решаться на основе компьютерных методов имитационного моделирования их

рабочих процессов. Одним из основных показателей технического уровня выемочных машин является их ресурс работы.

Анализ исследований и публикаций. Вопросам оценки ресурса горных выемочных машин посвящены труды многих ученых. Например, в работе [1] обоснован критерий оценки ресурса – накопленная повреждаемость за полный цикл работы машины. В работе [2] на основе указанного критерия теоретически установлено влияние зазоров в системе подвески исполнительного органа проходческого комбайна на ресурс его элементов конструкции. Показано, что величина зазоров в системе подвески исполнительного органа оказывает существенное влияние на накопленную повреждаемость за цикл разрушения забоя. С учетом того, что на протяжении жизненного цикла зазоры в подвижных элементах конструкции вследствие износа возрастают, проходческий комбайн работает как с номинальными, так и с увеличенными значениями зазоров, в результате накопленная за цикл обработки забоя повреждаемость является функцией времени работы комбайна $НП(t)$. Поэтому вывод об эффективности гидрозажимов необходимо делать по величине накопленной повреждаемости за весь период работы комбайна до предельного износа.

Постановка задачи. Цель исследования – обосновать критерий для оценки относительного изменения ресурса элементов конструкции проходческого комбайна при изменении его параметров с учетом влияния роста зазоров в процессе функционирования комбайна.

Изложение материала и результаты.

Для анализа влияния зазоров в системе подвески исполнительного органа на ресурс комбайна был использован коэффициент увеличения зазоров K , равный отношению текущего значения зазора к его номинальной величине (согласно проектной документации).

Величину накопленной повреждаемости в элементе конструкции комбайна за все время T_1 роста зазоров от номинальных (начало эксплуатации, $K=1$) до предельных ($K=5$) значений можно определить по зависимости:

$$НП_{\Sigma} = \int_0^{T_1} НП(t) dt.$$

Сравнение вариантов конструкции комбайна А и В по критерию его ресурса работы должно осуществляться по соотношению накопленных повреждаемостей для этих вариантов:

$$\frac{НП_{В\Sigma}}{НП_{А\Sigma}} = \frac{\int_0^{T_1} НП_{В}(t) dt}{\int_0^{T_1} НП_{А}(t) dt}. \quad (1)$$

При этом вследствие различия скоростей износа предельный износ достигается за различные промежутки времени для сравниваемых вариантов конструкции А и В. Поэтому за время T_1 для обеспечения сопоставимости результатов следует принимать меньший из двух указанных промежутков времени. Влияние коэффициента K на скорость изменения зазоров оценивалось по мощностям сил трения в сопряжениях системы подвески (шарнирах и направляющих телескопа), отнесенных к коэффициенту трения N_T/f , для каждого опыта согласно математическим моделям, приведенным в работе [3]. Как показали результаты моделирования, скорость износа изменяется до 12% при увеличении зазоров в шарнирах подвески исполнительного органа с 0,2 мм до 1 мм. Наличие гидрозажимов в направляющих телескопа исполнительного органа также приводит к снижению скорости износа на величину до 16%.

Для использования формулы (1) можно перейти от интегрирования по времени к интегрированию по коэффициенту увеличения зазора, учитывая полученные выше зависимости накопленной повреждаемости за цикл разрушения забоя и мощности сил трения в сопряжениях системы подвески от коэффициента увеличения зазора. В результате выражение для определения критерия оценки влияния на ресурс проходческого комбайна параметров системы подвески примет вид:

$$\frac{НП_{В\Sigma}}{НП_{А\Sigma}} = \frac{\int_1^{K_{ВМАХ}} \frac{НП_{В}(K)}{N_{ТВ}(K)} dK}{\int_1^{K_{АМАХ}} \frac{НП_{А}(K)}{N_{ТА}(K)} dK},$$

где $НП_{А}(K)$, $НП_{В}(K)$, $N_{ТА}(K)$, $N_{ТВ}(K)$ – зависимости накопленной за цикл разрушения забоя повреждаемости и мощности сил трения в сопряжениях системы подвески от коэффициента увеличения зазора при вариантах конструкции А и В; $K_{АМАХ}$, $K_{ВМАХ}$ – предельные значения коэффициента увеличения зазора при вариантах конструкции А и В за один и тот же период работы комбайна T_1 .

Графически полученную формулу поясняет номограмма, приведенная на рис. 1. По осям отложены время работы комбайна t , коэффициент увеличения зазора K и накопленная за цикл обработки забоя

повреждаемость НП. Работа сил трения при варианте конструкции В больше, чем при варианте А, в результате за время T_1 зазоры в сопряжениях системы подвески при варианте В достигнут предельных значений ($K_{ВМАХ}=K_{ПР}$), и меньших значений при варианте А ($K_{АМАХ} < K_{ВМАХ}$). Таким образом, за время работы T_1 для вариантов конструкции А и В имеют место различные диапазоны изменения зазоров в сопряжениях системы подвески и при определении накопленной повреждаемости используются различные участки зависимостей $НП_A(K)$ и $НП_B(K)$ (на номограмме выделены утолщенной линией).

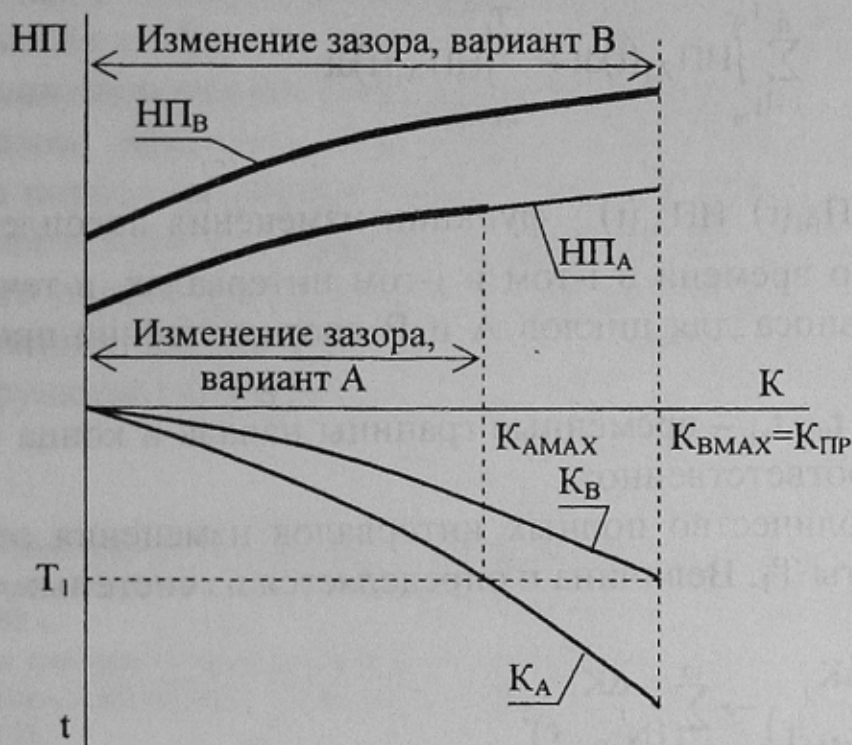


Рисунок 1 – Изменение зазоров и накопленной повреждаемости за цикл обработки забоя в зависимости от времени работы комбайна

Так как зависимости накопленной повреждаемости и мощности сил трения полученные в результате моделирования при различных параметрах системы имеют дискретный вид, в зависимости (1) следует от интегралов перейти к суммам. Очевидно, что время изменения зазоров на малую величину Δ_6 , определяется по формуле

$$t = \frac{\Delta_6}{c(N_T/f)},$$

где c – коэффициент пропорциональности между скоростью износа и величиной N_T/f .

Для учета изменения скорости роста зазоров весь интервал изменения величины K следует разбить на m интервалов, в каждом из которых величину N_T/f можно считать условно постоянной. Тогда зависимость (1) для случая, если предельный износ в цикле опытов В будет достигнут быстрее, чем в цикле А, запишется в виде:

$$\frac{НП_{В\Sigma}}{НП_{А\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^m \int_{t_{hi}}^{t_{ki}} НП_{Bi}(t) dt}{\sum_{j=1}^n \int_{t_{hj}}^{t_{kj}} НП_{Aj}(t) dt + \int_{t_{n(n+1)}}^{T_1} НП_{Aj}(t) dt}, \quad (2)$$

где $НП_{Bi}(t)$ $НП_{Aj}(t)$ – функции изменения накопленной повреждаемости во времени в i -том и j -том интервалах, в течение которых скорость износа для циклов А и В соответственно принимается постоянной;

t_{hi} , t_{ki} , t_{hj} , t_{kj} – временные границы начала и конца i -го и j -го интервалов соответственно;

n – количество полных интервалов изменения величины K за время работы T_1 . Величина n определяется из системы:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \frac{\Delta K_j}{(N_{TAj}/f)} \rightarrow \sum_{i=1}^m \frac{\Delta K_i}{(N_{TBi}/f)}; \\ \sum_{j=1}^n \frac{\Delta K_j}{(N_{TAj}/f)} \leq \sum_{i=1}^m \frac{\Delta K_i}{(N_{TBi}/f)}. \end{cases} \quad (3)$$

Для количественной оценки влияния гидрозажимов, выражение (3) может быть представлено с учетом численного метода определения интегралов методом трапеций:

$$\frac{НП_{В\Sigma}}{НП_{А\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^m [НП_{Bi}(K_{hi}) + НП_{Bi}(K_{ki})] \frac{K_{ki} - K_{hi}}{(N_{TBi}/f)}}{\sum_{j=1}^n [НП_{Aj}(K_{hj}) + НП_{Aj}(K_{kj})] \frac{K_{kj} - K_{hj}}{(N_{TAj}/f)} + НП_{Аост}};$$

$$\left\{ \begin{aligned} \text{НП}_{\text{Аост}} &= \left[\text{НП}_{\text{А}(n+1)}(K_{\text{н}(n+1)}) + \frac{\text{НП}_{\text{А}(n+1)}(K_{\text{к}(n+1)}) - \text{НП}_{\text{А}(n+1)}(K_{\text{н}(n+1)})}{K_{\text{к}(n+1)} - K_{\text{н}(n+1)}} \Delta K_{\text{ост}} \right] \frac{\Delta K_{\text{ост}}}{(N_{\text{ТА}(n+1)}/f)}; \\ \Delta K_{\text{ост}} &= N_{(n+1)} \left[\sum_{i=1}^m \frac{K_{\text{ки}} - K_{\text{ни}}}{(N_{\text{ТВи}}/f)} - \sum_{j=1}^n \frac{K_{\text{кж}} - K_{\text{нж}}}{(N_{\text{ТАj}}/f)} \right]. \end{aligned} \right. \quad (4)$$

В случае, если предельный износ в цикле опытов А будет достигнут быстрее, чем в цикле В, в выражениях (2-4) следует поменять местами индексы «А» и «В».

Выводы и направление дальнейших исследований.

Таким образом, обоснован уточненный критерий - относительная накопленная повреждаемость - для оценки относительного изменения ресурса элементов конструкции горной выемочной машины при изменении ее параметров, отличающийся учетом влияния роста зазоров в подвижных соединениях корпусных элементов конструкции в процессе функционирования.

Список источников.

1. Семенченко А.К., Кравченко В.М., Шабаев О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем – Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. – 302 с.
2. Мизин В.А. Оценка влияния зазоров в шарнирах направляющих исполнительного органа на ресурс проходческого комбайна // Наукові праці ДонНТУ. - Донецьк: ДонНТУ, 2006. - Вип. 104. - С. 140-148.
3. Семенченко А.К., Шабаев О.Е., Семенченко Д.А., Хиценко Н.В., Мизин В.А. Моделирование рабочего процесса проходческого комбайна с учетом зазоров в системе подвески исполнительного органа // Наукові праці ДонНТУ. - Донецьк: ДонНТУ, 2006. - Вип. (12) 113. - С. 231-237.

Дата поступления статьи в редакцию: 26.04.07