УДК 622.678

ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ ТРЕЩИНЫ ОТ МАКРОПОВРЕЖДЕНИЙ ПРОБОЕМ В РЕЗИНОТКАНЕВОЙ ЛЕНТЫ ШАХТНОГО КОНВЕЙЕРА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

Татаринский А.В., студент , Грудачев А.Я., к.т.н., профессор каф. ГЗТ и Л
(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)

Надежность конвейера определяется в частности из возможности предотвращения аварий, которые связаны с повреждением конвейерной ленты, в частности от сквозных пробоев и распространения на их основе трещин, что уменьшит простои и увеличит производительность шахтных конвейеров. Исследование и обоснование процесса развития трещин, позволит сформулировать технические требования для разработки датчиков, определяющих и сигнализирующих о появление трещин, которые в последствии могут быть включены в систему автоматического управления и контроля шахтных конвейеров. Целью данной статьи является разработка математической модели напряженно-деформационного состояния резинотканевой ленты с учетом ее макроповреждений пробоем, что обеспечит основу для создания соответствующего датчика, разработка которого и является предметом специализации в области автоматизации.

Если представить изменение скорости распространения трещины по ее длине в полулогарифмических координатах, то на стадии медленного развития эта зависимость представляет собой прямую линию, проходящую под некоторым углом к оси абсцисс (угол $tg\alpha=\beta$). При достижении определенной длины трещины происходит скачкообразный переход к быстрой стадии развития, причем τ_1»τ_2. Анализ полученных экспериментальных данных [1] позволяет сделать вывод о наличии экспоненциальной зависимости скорости роста трещины от ее длины на первой стадии разрушения, т.е.

$$v_1=v_0 \cdot e^{\beta 1}, \text{ м/с} \qquad (1)$$

Долговечность резинотканевых ленты можно представить в виде:

$$\tau = \tau_1+\tau_2 = \int_0^1 \frac{d1}{V_0 e^{\beta 1}} + \int_{1-}^{1} \frac{d1}{1} = \frac{1}{V_0\beta}(1-e^{-\beta 1}) + \frac{1-1_ш}{c} \quad ,c \qquad (2)$$

В общем случае долговечность образцов может быть выражена соотношением:

$$\tau=be^{-B\sigma},c \qquad (3)$$

где b и B - постоянные, зависящие от материала;
σ – напряжения в образце.

Используя теорию Маккеавели [2], согласно которой конец трещины в материале имеет характерный (фиктивный) радиус, можно подсчитать напряжение $\sigma_0^{тр}$ около вершины трещины по формуле:

$$\sigma_0^{тр} = \sigma_н(1+2\sqrt{\frac{C_{тр}}{J}}),\ кН \qquad (4)$$

где $C_{тр}$ – длина трещины, см;

J – некоторый фиктивный радиус трещины, см.

$\sigma_н=\sigma_{экв}$ – начальное напряжение в образце, на момент появления трещины, кН.

Используя известные зависимости получаем формулу:

$$\sigma_0^{тр} = \sqrt{(\frac{B\cdot i\cdot p}{m})^2 + 4E\cdot c\cdot G_{xy}(\frac{0,37\cdot i}{Д_т})^2}\cdot(1+2\sqrt{\frac{C_{тр}}{J}}),кН \qquad (5)$$

Можно выделить время распространения трещины в образце:

$$t = \left|(\frac{\beta}{v_0})\cdot(L_{тр}-L_0)\cdot e^{-\beta(L_{тр}-L_0)}\right|,с \qquad (6)$$

где L_0 – начальная длина трещины.

В резинотканевых лентах могут образовываться трещины, не опасные для нее, т.к. напряжение около их радиусов распространения не превышает разрывного усилия ленты. Трещина не опасна, если

$$\sigma_о^{тр} < B\cdot i\cdot p,кН$$

$$\sigma_о^{тр} \geq [\sigma_p].$$

Так как трещина в резинотканевой ленте распространяется в две стороны от условно взятой середина ее образования, тогда напряжения и время распространения трещины в две стороны для прямолинейного участка ленты, т.е без учета сдвигающих усилий, можно представить в виде:

$$\sigma_{(1)n} = \frac{\beta - \sum_{i=1}^{n-1} L_{(1,2)тр}}{m}\cdot i\cdot p(1+2\sqrt{\frac{L_{(1)тр}}{J_n}}),кН$$

$$\sigma_{(2)n} = \frac{\beta - \sum_{i=1}^{n-1} L_{(1,2)тр}}{m}\cdot i\cdot p(1+2\sqrt{\frac{L_{(2)тр}}{J_n}}),кН$$

$$t_{(1)n} = \left|(\frac{\beta}{v_0})\cdot(L_{(1)тр}-L_{(1)0})\cdot e^{-\beta(L_{(1)}-L_{(1)0})}\right|,с$$

$$t_{(2)n} = \left|(\frac{\beta}{v_0})\cdot(L_{(2)тр}-L_{(2)0})\cdot e^{-\beta(L_{(2)}-L_{(2)0})}\right|,с$$

В ленте в одном поперечном сечении может располагаться несколько пробоев (трещин), тогда напряжение в ленте, относительно n-го пробоя:

$$\sigma_n = K_{конц} \cdot \frac{\beta - \sum_{i=1}^{n-1} L_{трn}}{m} \cdot i \cdot p(1 + 2\sqrt{\frac{L_{n\,тр}}{J_n}}), кН \qquad (7)$$

при этом разрыве усилие в ленте:

$$\left[\sigma_p\right] = \left(\beta - \sum_{i=1}^{n} L_{трn}\right) \cdot i \cdot p, кН \qquad (8)$$

где $\sum_{i=1}^{n} L_{трn}$ - сумма длин трещин по ширине ленты в одном направлении распространения;

n – число пробоев в одном направлении ширины ленты;

$\sum_{i=1}^{n-1} L_{трn}$ - сума длин трещин по ширине ленты в одном направлении, за вычетом той трещины, напряжение около окружности, которой определяется;

$K_{конц}$ - коэффициент концентраций напряжения около трещины (пробоя).

Как граничное условие можно брать напряжение в ленте равное напряжению прочности ленты с учетом коэффициента запаса прочности. Для наглядного показа существующих напряжений в ленты целесообразно использовать графики (рисунок.1)

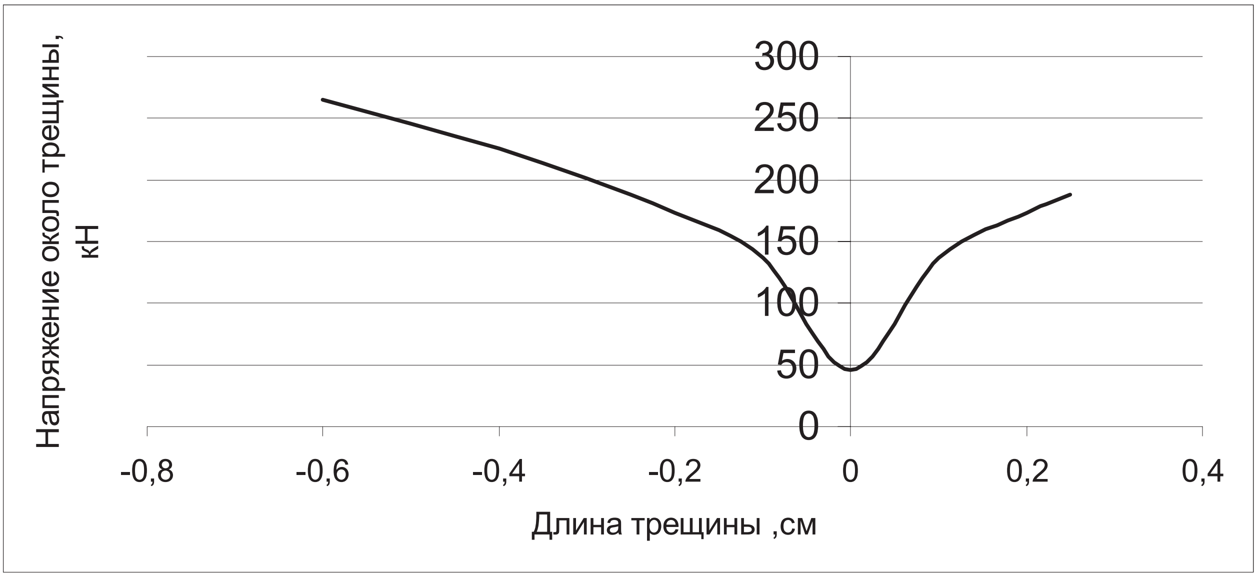

Рисунок 1- Распространения напряжения от одного соединительного элемента в ленте при использовании разъемного соединителя типа К28

Перечень ссылок

1. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник, т.1, М.,"Машиностроение", 1968,с.575
2. Перис П., Эрфган Ф. Критический анализ законов распространения трещин- "Техническая механика", М., "Мир", 1963, № 4