УДК 539.376; 539.4.

ТАЛЫБЛЫ Л.Х., МАМЕДОВА М.А.

ОБ УЧЕТЕ ИНКУБАЦИОННОГО ПЕРИОДА НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КРИТЕРИИ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ ВЯЗКОУПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

Известно, что в процессе деформирования тел происходит накопление повреждений (дефектов), которые при достижении определенного уровня приводят к разрушению [1, 2]. Как показывает эксперементальные данные [3, 4], во многих телах в зависимости от уровней напряжений и температуры процесс накопления повреждений начинается спустя некоторое инкубационное время после начала процесса деформирования. Учитывающие этот факт критерии разрушения для некоторых реономно- наследственных тел при различных нагружениях разработаны в [5-8]. Здесь, принимая в качестве основу методики, разработанные в [1, 2] и в [5-8], приведём один вариант критерия малоцикловой усталости вязкоупругопластических тел, например, металлов при повышенных температурах, в случае нестационарных циклических нагружений при предположении о существовании инкубационного периода накопления повреждений.

Пусть $\sigma_{ij}(t)$- компоненты тензора напряжений, заданные на отрезке времени $0 \le t \le t_*$, где t_*- значение времени t при разрушении макрочастицы вязкоупругопластического тела. Обозначим: $\sigma = \left(S_{ij}S_{ij}\right)^{1/2}$, где $S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij}\sigma_{kk}/3$, δ_{ij}- символы Кронекера. Предположим, что $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$ есть точки на оси t, которые определяют границы участков с монотонным изменением модуля σ. Пусть σ_k- модуль σ на k-м участке $t_{k-1} \le t \le t_k$ $(t_0 = 0)$. Составим разности $\sigma_k^* = (-1)^k\left(\sigma_{k-1}(t_{k-1}) - \sigma_k(t)\right)$. Так как исследуем вязкоупругопластические тела при нестационарных циклических нагружениях, в данном случае, накопление повреждений будет происходить за счёт циклического изменения пластических деформаций и за счёт временных свойств прочности [1, 2]. Исходя из этого, определяющими параметрами повреждаемости примем σ_k^*, σ и поле температуры T.

Пусть степень повреждённости макрочасицы тела характеризуется величиной $\Pi(t)$. Величину $\Pi(t)$ определим следующим образом. Пока сохраняется начальное естественное состояние тела $\Pi = 0$. Пусть теперь, на некотором интервале $0 \le \tau \le t$ заданы параметры нагружения $\sigma_{ij}(t)$ и $T(t)$.

Предполагаем, что $\Pi(\tau)=0$ при временах $0 \le \tau \le t$, при временах же $t' \le \tau \le t_*$ величина Π однозначно определяется параметрами σ, σ_k^*, T, причём, она является функционалом, непрерывным относительно σ, σ_k^*, T. В случае $0 \le \Pi < 1$, что имеем место в интервале $0 \le \tau \le t_*$ состояние микрочастицы тела прочно. Разрушение наступает в момент t_*, при котором $\Pi(t_*)=1$.

Рассмотрим следующий функционал

$$\Pi(t)=H(t-t')\left[f_1(\sigma_k^*,T)+f_2(\sigma,T)+\int_0^t (t-\tau)^{m_1}\varphi_1(\sigma_k^*(\tau),T(\tau))d\tau+\right.$$
$$\left.+\int_0^t (t-\tau)^{m_2}\varphi_2(\sigma(\tau),T(\tau))d\tau\right] \qquad (1)$$

Здесь $H(t)$- единичная функция Хевисайда, функции $f_1, f_2, \varphi_1, \varphi_2$ предполагаются непрерывными по своим параметром, m_1, m_2- константы, величина t' определяется из условия $\Pi(t')=0$.

$$f_1(\sigma_k^*(t'),T(t'))+f_2(\sigma(t'),T(t'))+\int_0^{t'} (t'-\tau)^{m_1}\varphi_1(\sigma_k^*(\tau),T(\tau))d\tau+$$
$$+\int_0^{t'} (t'-\tau)^{m_2}\varphi_2(\sigma(\tau),T(\tau))d\tau=0 \qquad (2)$$

Можно убедиться в том, что при условиях $m_1>-1, m_2>-1$ функционал *(1)* характеризует повреждаёмость, свойства которого приведены выше. При этом соотношение *(2)* есть условие циклической повреждённости [5-8], определяющее инкубационное время зарождения в теле повреждения t' при действии $\sigma_{ij}=\sigma_{ij}(t)$. Время до разрушения t_* находится из *(1)* при условии $\Pi(t_*)=1$:

$$f_1(\sigma_k(t_*),T(t_*))+f_2(\sigma(t_*'),T(t_*))+\int_0^{t_*} (t_*-\tau)^{m_1}\varphi_1(\sigma_k^*,T)d\tau+$$
$$+\int_0^{t_*} (t_*-\tau)^{m_2}\varphi_2(\sigma,T)d\tau=1 \qquad (3)$$

Соотношение *(3)* является условием циклической прочности (малоцикловой усталости) вязкоупругопластических тел при нестационарных нагружениях.

Рассмотрим вопрос эксперементального определения материальных функций $f_1, f_2, \varphi_1, \varphi_2$ и констант m_1, m_2. Эти величины будем считать универсальными, не зависящими от вида напряжённого состояния. Исходя из этого, воспользуемся результатами экспериментов на длительную прочность при $\sigma=\sigma_0=const$ и результатами эксперементов на малоцикловую усталость при постоянной амплитуде напряжений $\sigma_k^*=\sigma_0^*=const$.

Пусть известны результаты опытов на длительную прочность при различных $\sigma = \sigma_0 = const$ и $T = T_0 = const$: время зарождения повреждений (материальная функция $t_1 = t_1(\sigma, T)$, [3]), время до разрушения (материальная функция $t_0 = t_0(\sigma, T)$, [3]) и эксперементальные кривые накопления поврежедений $\Pi_0 = \Pi_0(t, \sigma, T)$. В рассматриваемом случае $\sigma_k^* = 0$ $(t > 0)$, $f_1(0,T) = 0, \varphi_1(0,T) = 0$. С учётом этого, из *(2)* и *(3)* при различных постоянных $\sigma = \sigma_0, T = T_0$ (при этом t' переходит на $t_1(\sigma, T), t_*$- на $t_0(\sigma, T)$) определяются функции f_2 и φ_2 (индексы при аргументах опущены):

$$f_2(\sigma, T) = -\frac{t_1^{1+m_2}(\sigma, T)}{t_0^{1+m_2}(\sigma, T) - t_1^{1+m_2}(\sigma, T)} \tag{4}$$

$$\varphi_2(\sigma, T) = \frac{1+m_2}{t_0^{1+m_2}(\sigma, T) - t_1^{1+m_2}(\sigma, T)} \tag{5}$$

При различных $\sigma = \sigma_0 = const$, $T = T_0 = const$ соотношение *(1)* с использованием *(4)*, *(5)* превращается к следующему:

$$\Pi_0(t, \sigma_0, T_0) = H(t - t_1(\sigma_0, T_0))\frac{t^{1+m_2} - t_1^{1+m_2}(\sigma_0, T_0)}{t_0^{1+m_2}(\sigma_0, T_0) - t_1^{1+m_2}(\sigma_0, T_0)} \tag{6}$$

Соотношение *(6)* есть уравнение кривых накопления повреждений при постоянных σ_0 и T_0. Поскольку эти кривые могут быть найдены экспериментально, соотношение *(6)* может быть использовано для определения материальной константы m_2. Как видим, одна константа m_2, вообще говоря, должна определяться из нескольких уравнений, что требует использования одного из методов математического приближения.

Теперь пусть известны результаты опытов на малоцикловую усталость при постоянных $T = T_0 = const$ и при симметричных циклах по напряжениям: $\sigma_k^* = \sigma_0^* H(t - t_{k-1})$, где $\sigma_0^* = const$, $H(t - t_{k-1})$- единичная функция Хевисайда. Как видим, в рассматриваемом случае нагружения напряжения изменяется скачком в точках $t = t_k$. Пусть при этом в зависимости от различных постоянных $\sigma_k^* = \sigma_0^* = const$, $T = T_0 = const$ будут известными время зарождения повреждения $t_{1N}(\sigma_0^*, T_0)$- материальная функция и экспериментальные кривые накопления повреждений $\Pi_N = \Pi_N(t, \sigma_0^*, T_0)$. Если исключить из рассмотрения точки $t = t_k$, то $\sigma \approx \sigma^*/2$ при любом t на отрезке $0 < t \le t_*$. Для данного случая нагружения (t' превращается на $t_{1N}(\sigma_0^*, T_0)$, t_0- на $t_{0N}(\sigma_0^*, T_0)$) соотно-шения *(2)* и *(3)* переходят к следующим соотношениям соответственно:

$$f_1(\sigma_0^*, T_0) + f_2\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right) + \varphi_1(\sigma_0^*, T_0)\frac{t_{1N}^{1+m_1}(\sigma_0^*, T_0)}{1+m_1} +$$

$$+\varphi_2\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)\cdot\frac{t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{1+m_2}=0,$$

$$f_1\left(\sigma_0^*, T_0\right)+f_2\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)+\varphi_1\left(\sigma_0^*, T_0\right)\frac{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{1+m_1}+$$

$$+\varphi_2\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)\cdot\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{1+m_2}=1.$$

Из этой системы с учётом *(4)*, *(5)* находим функции $f_1\left(\sigma_0^*, T_0\right)$ и $\varphi_1\left(\sigma_0^*, T_0\right)$:

$$f_1\left(\sigma_k^*, T\right)=\frac{t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*, T\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)}-$$

$$-\frac{t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*, T\right)}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*, T\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*, T\right)}\left(1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*, T\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*, T\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)}\right), \qquad (7)$$

$$\varphi_1\left(\sigma_k^*, T\right)=\frac{1+m_1}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*, T\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*, T\right)}\left(1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*, T\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*, T\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*}{2}, T\right)}\right). \qquad (8)$$

В рассматриваемом случае нагружения соотношение *(1)* с использованием *(4)*, *(5)*, *(7)* и *(8)* переходит к следующему:

$$\Pi_N\left(t, \sigma_0^*, T_0\right)=H\left(t-t_{1N}\left(\sigma_0^*, T_0\right)\right)\left[\frac{t^{1+m_2}-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)}+\right.$$

$$\left.+\frac{t^{1+m_1}-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_0^*, T_0\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}\left(1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_0^*, T_0\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_0^*, T_0\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_0^*}{2}, T_0\right)}\right)\right]. \qquad (9)$$

Соотношение *(9)* является уравнением кривых накопления повреждений по программе нагружения $T=T_0=const$, $\sigma_k^*=\sigma_0^* H\left(t-t_{k-1}\right)$, которая может быть реализована в условиях эксперемента. Если из таких эксперементов известны кривые накопления повреждений $\Pi_N\left(t, \sigma_0^*, T_0\right)$

(при этом становятся известными также материальные функции $t_{1N} = t_{1N}\left(\sigma_0^*, T_0\right)$, $t_{0N} = t_{0N}\left(\sigma_0^*, T_0\right)$) и если из эксперемента на длительную прочность известны материальные функции $t_1(\sigma, T), t_0(\sigma, T)$ и константа m_2, то соотношение *(9)* служит определёнию константы m_1. Как в случае определения константы m_2, при определении m_1 следует воспользоваться методами математического приближения.

Таким образом, определены все необходимые функции и константы. Теперь, учитывая *(4)*, *(5)*, *(7)* и *(8)* в *(1)*, для величины повреждаемости получим следующее выражение

$$\Pi(t) = H(t-t')\left\{ \frac{t_1^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(t)}{2}, T(t)\right) - t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(t)}{2}, T(t)\right) - t_1^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(t)}{2}, T(t)\right)} - \right.$$

$$- \frac{t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right)}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right) - t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right)}\left[1 - \right.$$

$$\left. - \frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right) - t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t), T(t)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(t)}{2}, T(t)\right) - t_1^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(t)}{2}, T(t)\right)}\right] -$$

$$- \frac{t_1^{1+m_2}\left(\sigma(t), T(t)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\sigma(t), T(t)\right) - t_1^{1+m_2}\left(\sigma(t), T(t)\right)} + (1+m_1) \times$$

$$\times \int_0^t \frac{(t-\tau)^{m_1}}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau), T(\tau)\right) - t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau), T(\tau)\right)} \times$$

$$\times \left[1 - \frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau), T(\tau)\right) - t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau), T(\tau)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(\tau)}{2}, T(\tau)\right) - t_1^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(\tau)}{2}, T(\tau)\right)}\right] d\tau +$$

$$\left. + (1+m_2)\int_0^t \frac{(t-\tau)^{m_2}}{t_0^{1+m_2}\left(\sigma(\tau), T(\tau)\right) - t_1^{1+m_2}\left(\sigma(\tau), T(\tau)\right)} d\tau \right\} \qquad (10)$$

Условие циклической повреждённости *(2)* с использованием *(4)*, *(5)*, *(7)* и *(8)* также преобразуются:

$$\frac{t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t'), T(t')\right)}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t'), T(t')\right) - t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t'), T(t')\right)} \times$$

$$\times\left[1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t'),T(t')\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t'),T(t')\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t')}{2},T(t')\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t')}{2},T(t')\right)}\right]-$$

$$-\frac{t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t')}{2},T(t')\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t'),T(t')\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t')}{2},T(t')\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t')}{2},T(t')\right)}+$$

$$+\frac{t_1^{1+m_2}\left(\sigma(t'),T(t')\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\sigma(t'),T(t')\right)-t_1^{1+m_2}\left(\sigma(t'),T(t')\right)}=$$

$$=(1+m_1)\sum_{k=1}^{N'}\left\{\int_{t_{k-1}}^{t_k}\frac{(t'-\tau)^{m_1}}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)}\times\right.$$

$$\left.\times\left[1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(\tau)}{2},T(\tau)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(\tau)}{2},T(\tau)\right)}\right]d\tau\right\}+$$

$$+(1+m_2)\int_0^{t'}\frac{(t'-\tau)^{m_2}\,d\tau}{t_0^{1+m_2}\left(\sigma(\tau),T(\tau)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\sigma(\tau),T(\tau)\right)}d\tau. \qquad (11)$$

Критерий малоцикловой усталости- условие циклической прочности вязкоупругопластических тел при нестационарных циклических нагружениях следует из *(3)* при учёте *(4)*, *(5)*, *(7)* и *(8)* или из *(10)* при условии $\Pi(t_*)=1$:

$$\frac{t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)}\times$$

$$\times\left[1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t_*)}{2},T(t_*)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t_*)}{2},T(t_*)\right)}\right]-$$

$$-\frac{t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t_*)}{2},T(t_*)\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(t_*),T(t_*)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t_*)}{2},T(t_*)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\frac{\sigma_k^*(t_*)}{2},T(t_*)\right)}+$$

$$+\frac{t_0^{1+m_2}\left(\sigma(t_*),T(t_*)\right)}{t_0^{1-m_2}\left(\sigma(t_*),T(t_*)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\sigma(t_*),T(t_*)\right)}=$$

$$= (1+m_1)\sum_{k=1}^{N_*}\left\{\int_{t_{k-1}}^{t_k}\frac{(t_*-\tau)^{m_1}}{t_{0N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)-t_{1N}^{1+m_1}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)}\times\right.$$

$$\left.\times\left[1-\frac{t_{0N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)-t_{1N}^{1+m_2}\left(\sigma_k^*(\tau),T(\tau)\right)}{t_0^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(\tau)}{2},T(\tau)\right)-t_1^{1+m_2}\left(\dfrac{\sigma_k^*(\tau)}{2},T(\tau)\right)}\right]d\tau\right\}+$$

$$+(1+m_2)\int_0^{t_*}\frac{(t_*-\tau)^{m_2}d\tau}{t_0^{1+m_2}(\sigma(\tau),T(\tau))-t_1^{1+m_2}(\sigma(\tau),T(\tau))}d\tau. \qquad (12)$$

Так как, величины σ_k^* определены на отрезке $t_{k-1}<t<t_k$, в условиях *(11)*, *(12)* интегралы, в подинтегральные выражения которых входят σ_k^* заменены через суммы интегралов. В этих соотношениях неизвестное время начала процесса накопления повреждений t' и неизвестное время до разрушения t_* связаны с неизвестным числом нагружений до появления повреждений N' и неизвестным числом нагружений до разрушений N_* соотношениями

$$t'=\sum_{k=1}^{N'}(t_k-t_{k-1});\quad t_*=\sum_{k=1}^{N_*}(t_k-t_{k-1})\qquad (t_0=0)$$

Наконец отметим, что для материалов, в которых процессы деформирования и накопления повреждений начинается одновременно имеем $t_1=0, t_{1N}=0$. В этом случае из *(12)* следует условие, совпадающее с критерием малоцикловой усталости [1, 2].

Литература

[1]. Москвитин В.В. *Циклические нагружения элементов конструкций.* –М.: Наука, 1981. 344с.

[2]. Москвитин В.В., Москвитин Г.В. *Об одном критерии длительной прочности в малоцикловой усталости реономных тел.* –В кн.: Материалы Всесоюзного симпозиума по малоцикловой усталости при повышенных температурах. -Челябинск, 1974, вып.3, с.84-94.

[3]. Гольдман А.Я. *Прогнозирование деформационно-прочностных свойств полимерных и композиционных материалов.* –Л.: Химия, 1988. 272с.

[4]. Уржумцев Ю.С. *Прогнозирование длительного сопротивления полимерных материалов.* –М.: Наука, 1983. 310с.

[5]. Талыблы Л.Х. *К вопросу деформирования и разрушения вязкоупругих тел при наличии температурного поля.* –Изв. АН СССР. Механика твёрдого тела. 1990. №2. 127-139с.

[6]. Талыблы Л.Х. *О длительной прочности наследственных тел при произвольных во времени нагружениях.* –Изв. АН Азерб. Респуб. Сер. физ.-тех. и матем. н. 1995, №1-3. 157-166с.

[7]. Талыблы Л.Х. *К вопросам малоцикловой и теоретической усталости.* –Сб.

Трудов I Респ. конф. По механике и математике, посвящ. 50-летию АН Азербайджана, Баку, июнь, 1995. Часть I. Механика. Баку. 1995. 191-196с.

[8]. Talybly L.Kh. *To the quistion on strain and fracture of hereditary bodies under time arbitrary force and temperature loadings.* –Сб.трудов I Респ.конф. по механике и математике, посвящ. 50-летию АН Азербайджана, Баку, июнь, 1995. Часть I. Механика. Баку. 1995. 186-190с.

Talıblı L.X., Məmmədova M.Ə.

QEYRİSTASİONAR YÜKLƏNMƏLƏRDƏ ÖZLÜELASTİKPLASTİK CİSİMLƏRİN AZTƏKRARLANAN YORĞUNLUQ KRİTERİYASINDA ZƏDƏ ƏMƏLƏGƏLMƏNİN İNKUBASİYA VAXTININ NƏZƏRƏ ALINMASI HAQQINDA

Özlüelastikplastik cisimlər üçün qeyristasionar təkrarlanan yüklənmələrdə zədələnmələrin inkubasiya vaxtının olması şərti ilə bir aztəkrarlanan yorğunluq kriteriyası hazırlanmışdır.

Talybly L.Kh., Mamedova M.A.

TAKING INTO ACCOUNT THE INCUBATION PERIOD OF DAMAGE ACCUMULATION IN MINOR CYCLE FATIGUE TEST OF VISCO-ELASTIC BODIES UNDER NONSTATIONARY LOADINGS

A minor cycle fatigue test of viscoeelastic boadies in case of nonstationary cyclic loadings involving the incubation period of damage accumulation in developed.