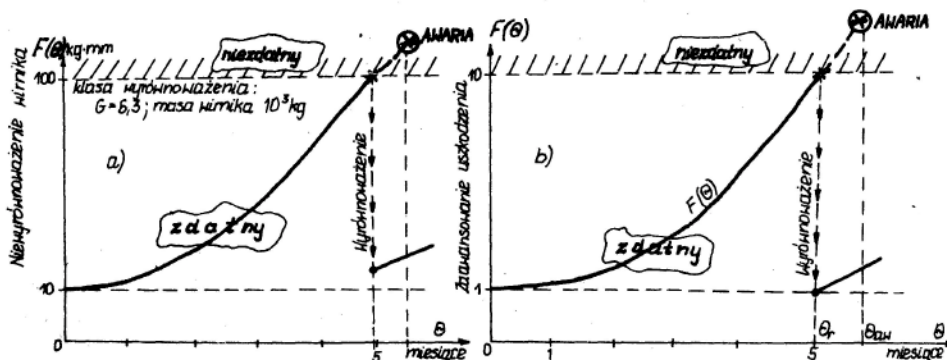


### 3.2.1. Krzywe życia uszkodzenia, stan

Wprowadźmy obecnie miarę sumaryczną zaawansowania danego uszkodzenia  $F(Y)$ , która nosi nazwę krzywej życia uszkodzenia i obrazuje rozwój uszkodzenia od momentu uruchomienia  $Y=0$  aż do momentu jego regeneracji  $Y_r$ . Przykładowo  $F(Y)$  może być wymiarową lub bezwymiarową miarą niewyrównoważenia eksploatacyjnego wentylatora ciągu w bloku energetycznym między dwoma kolejnymi zatrzymaniami dla wyrównoważenia wirnika (rys.3.1).



Rys.3.1. Wymiarowe (a) i bezwymiarowe (b) odwzorowanie krzywej życia niewyrównoważenia wirnika wentylatora ciągu z zaznaczeniem stanu zdadności eksploatacyjnej

Jak widać z rysunku, wymiarowa krzywa życia może zaczynać się na różnych poziomach odzwierciedlających jakość regeneracji, a w tym przypadku wyrównoważenia. Natomiast unormowana krzywa życia  $F(Y)$  (rys.3.1b), bardziej przydatna w rozważaniach teoretycznych, zaczyna się zawsze od wartości jeden i doznaje wzrostu na ogół monotonicznego zależnie od intensywności zużywania się w przedziale czasu życia obiektu  $Y \in (0, Y_r)$ . Obydwie krzywe kończą się z chwilą przekroczenia granicy stanu zdadności eksploatacyjnej, zaś w przypadkach wyjątkowych w chwili awarii  $Y_{aw}$ . Można więc przyjąć regułę, że wartość wymiarowej krzywej życia jest bezpośrednio miarą stanu obiektu i może być porównywana z wartością graniczną  $F_{gr}$ . Tak więc ocena stanu będzie polegała na porównaniu  $F(Y) \leftrightarrow F_{gr}$ , a przy dwustanowej ocenie stanu technicznego będziemy mieli:

$$\begin{aligned} F(Y) < F_{gr}, \quad X = z = \text{stan zdadny} \\ F(Y) > F_{gr}, \quad X = n = \text{stan niezadny} \end{aligned} \quad (3.1)$$

W rzeczywistym obiekcie mechanicznym nie mamy, niestety, do czynienia z jednym potencjalnym uszkodzeniem, ale z całym ich zbiorem mniej lub bardziej licznym. Odwzorowaniem zawansowania tych uszkodzeń będzie rodzina krzywych życia  $F_i(Y)$ ,  $i=1, \dots, n$ , z których każda winna mieć swój WA odpowiednik dyskryminujący jedną spośród wielu lub jedno uszkodzenie spośród wielu o różnym charakterze i intensywności. Jak łatwo wywnioskować, nie będzie to łatwe, stąd też niżej postaramy się opracować specjalny model obserwacji diagnostycznej obiektu z  $n$  - krzywymi życia, czyli obiektu z  $n$  - wymiarową przestrzenią uszkodzeń,

Możemy wtedy mówić, że stan maszyny  $X$  jest określony nie jedną liczbą (wartością  $F(Y)$ ) lecz zbiorem liczb, czyli że jest wektorem  $\{X\} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ , zaś w szczególnym przypadku wektorem stanu, który może mieć postać:  $\{x\} \gg \{F_1(Y), \dots, F_n(Y)\}$ .

Kończąc wprowadzenie pojęcia krzywej życia, obrazującej zmianę stanu obiektu, warto naświetlić problem niezależności krzywych życia:  $F_1(Y), \dots, F_n(Y)$ . Otóż obserwacja systemów podlegających stopniowej degradacji, w tym systemów mechanicznych (np. maszyn) i biologicznych (np. ludzi), skłania do wniosku, że można mówić jedynie o niezależności poszczególnych uszkodzeń  $F_i(Y)$  dla systemu (obektu) nowego. W miarę zużywania się obiektu poszczególne krzywe życia stają się coraz bardziej współzależne i pogorszenie się stanu jednego elementu prowadzi do pogorszenia stanu innych.

Przez analogię do człowieka można tu mówić o syndromie starego człowieka [7, str.306]; tutaj organy wewnętrzne i procesy w nich zachodzące, pierwotnie niezależne, coraz liczniej i współbieżnie odbiegają od normy, co w efekcie prowadzi do agonii i śmierci. Matematycznie można to wyrazić w postaci małej poprawki do każdej krzywej życia uzależniając ją przez mały parametr  $\varepsilon$  (Y) od innych sposobów uszkodzenia się. Nowa krzywa życia przy uwzględnieniu syndromu starego człowieka  $F_i$  (Y) może więc dla każdego „i” mieć postać:

$$\tilde{F}_i(\Theta) = F_i(\Theta) + \sum_{j=1}^N \varepsilon_j(\Theta) F_j(\Theta)$$
$$\varepsilon_j(0) = 0, \quad \Theta \leq \varepsilon_j(\Theta) \ll 1$$

gdzie, jak widać, duża liczba małych wpływów wyrażona przez  $\varepsilon_j(\Theta) \ll 1$  może mieć liczące się znaczenie. Koncepcji tej nie będziemy dalej używać i rozwijać, warto o niej jednak pamiętać w obliczu niejednokrotnie dostrzeganej niezgodności faktów diagnostycznych z używanymi uproszczeniami modeli zjawisk.