

17. Zmiany struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych w wyniku eksploatacji

Rozważania nad kształtowaniem struktury i własności metalowych materiałów inżynierskich oraz ich powierzchni zwykle sprowadzają się do analizy mechanizmów związanych z różnymi procesami technologicznymi oraz ich wpływu na strukturę tych materiałów i na ich własności. Oczywiście są zatem w tym kontekście rozważania dotyczące znaczenia krystalizacji metali i stopów oraz tworzenia szkielec metalicznych, metalurgii proszków, mechanizmów odkształcenia plastycznego na zimno i na gorąco, procesów aktywowanych cieplnie następujących po odkształceniu plastycznym, przemian fazowych podczas obróbki cieplnej i cieplno-mechanicznej, a także zjawisk fizykochemicznych związanych z wytwarzaniem warstw powierzchniowych. Wykorzystując te przemiany i zjawiska kształtuje się strukturę, a przez to i własności materiałów inżynierskich przed przystąpieniem do ich użytkowania w warunkach eksploatacji.

Należy sobie jednak zdawać sprawę, że wielokrotnie w trakcie użytkowania, w strukturze materiałów inżynierskich i ich powierzchni występują istotne zmiany, spowodowane warunkami i samym faktem eksploatacji. Nie wystarczy zatem sprawdzić, czy struktura materiału inżynierskiego, poddana odpowiednim procesom technologicznym wykazuje pożądane własności. Własności te ulegają bowiem zmianom w miarę upływu czasu eksploatacji, nierzadko ulegając degradacji i to znaczącej. Przykładowo, bardzo często w wyniku zmian następujących w wyniku eksploatacji, zmniejsza się przekrój czynny materiału i produkt może przenosić rzeczywiste obciążenia znacznie mniejsze od pierwotnie zakładanych, co oczywiście zawsze zagraża poważną awarią produktu, a rezerwy poczynione w obliczeniach inżynierskich, przez zastosowanie tzw. współczynników bezpieczeństwa, są bardzo często niewystarczające. Warto zwrócić uwagę, że statyczne obciążenie eksploatowanego elementu przy naprężeniu rozciągającym, skręcającym, zginającym lub przy złożonym stanie naprężeń, w razie przekroczenia granicy plastyczności wywołuje w materiale mechanizmy odkształcenia plastycznego na zimno, przez odpowiednio poślizg lub bliźniakowanie, co oczywiście znacząco wpływa na zwiększenie gęstości wad budowy krystalicznej, a zwłaszcza dyslokacji. W wyniku tego następuje nieodwracalne zmniejszenie wydłużenia i przewężenia, czemu towarzyszy tworzenie się szyjki w razie rozciągania i zmniejszanie czynnego przekroju tak silnie obciążonego

elementu, a nawet wewnętrzne pęknięcia w materiale, rozpoczynające proces dekohezji takiego elementu. Wspomniane zmiany struktury mogą również decydować o zwiększeniu gęstości, a zwłaszcza krytycznych rozmiarów pęknięć, co może zadecydować o pogorszeniu odporności na pękanie. Eksploatacja w bardziej złożonych warunkach niż uprzednio podane, w znacznie większym stopniu decyduje o zmianach struktury, co oczywiście wymaga szczegółowej analizy w przypadku projektowania każdego produktu. W celu uwzględnienia tych złożonych czynników strukturalnych, wywołanych warunkami eksploatacyjnymi, w projektowaniu materiałowym, ze względu na własności powierzchni, w dalszej części przedstawiono:

- korozję metali i stopów,
- zużycie trybologiczne,
- zużycie i niszczenie narzędzi skrawających,
- zużycie narzędzi do pracy na gorąco.

Rodzi się oczywiście pytanie, czy i w jakim stopniu można akceptować zmiany struktury, zwłaszcza powierzchni, wywołane warunkami eksploatacyjnymi, i kiedy ewentualnie należy uznać, że dany materiał, a właściwie wyprodukowany z niego produkt, w wyniku tych właśnie zmian strukturalnych musi być wyłączony z dalszej eksploatacji. Można również zastanawiać się, czy są jakiekolwiek możliwości rewitalizacji, choćby niektórych materiałów lub wytworzonych z nich produktów, jakie procesy technologiczne można w tym celu zastosować i czy znajduje to uzasadnienie ekonomiczne. Projektowanie materiałowe niemal wszystkich produktów musi zatem dotyczyć uwzględnienia zmian struktury i własności materiałów następujących w warunkach eksploatacji, inaczej mówiąc produkty należy projektować również ze względu na rodzaj i warunki ich eksploatacji, co stanowi ważny aspekt projektowania inżynierskiego produktów. Zużycie, uszkodzenie i dekohezja materiałów inżynierskich w wyniku eksploatacji w wybranych warunkach wpływają na zmiany ich struktury, kształtując w ten sposób własności, zwłaszcza użytkowe materiałów inżynierskich, niejako dynamicznie. Wymaga to oczywiście przewidywania tych zmian struktury przez projektantów produktów już na etapie projektowania materiałowego, gdyż trwałość i niezawodność produktów oraz ich elementów w warunkach eksploatacji lub użytkowania, stanowi najważniejsze kryterium doboru materiałów inżynierskich. Ściśle wiąże się z tym modelowanie warunków eksploatacyjnych produktów w zależności od warunków pracy oraz mechanizmów zużycia i dekohezji materiałów inżynierskich oraz metody badania własności materiałów, gdyż jest oczywistym, że

materiały inżynierskie powinny spełniać oczekiwania związane z realizacją funkcji użytkowych produktów. W szczególności aspekty te dotyczą powierzchni produktów i materiałów inżynierskich, jej kształtowania w procesach technologicznych oraz zmian zachodzących w trakcie eksploatacji.