

TRIZ 40 Zasad Konstrukcyjnych

(Slajdy, zaproponowane przez Darryl Mann'a, Creax)
(w j. polskim z czcionką *13/14pkt. italic*)
(English text)

TRIZ – 40 Zasad (w własnym tłumaczeniu dowolnym)

- | | |
|--|--|
| 1 Segmentacji (podziału) | 21 Pominięcia |
| 2 Wyjęcia | 22 „Błogosławieństwa w przebraniu” |
| 3 Lokalnej jakości | 23 Sprzężenia zwrotnego |
| 4 Asymetrii | 24 Pośrednictwa |
| 5 Łączenia | 25 Samo-obslugi |
| 6 Uniwersalności | 26 Kopiowania |
| 7 Zagnieżdżonych struktur (matrioski) | 27 Stos. tanich przedm. o niskiej trwał. |
| 8 Przeciwwagi | 28 Zastępowania ukł. mechanicznych |
| 9 Wstępnie realizowanej przeciw-czynności | 29 Stos. pneumatyki i hydrauliki |
| 10 Wstępnie realizowanej czynności | 30 Stos. cienkich powłok i spręż. błon |
| 11 Wstępnie podłożonej poduszki | 31 Stos. porowatych materiałów |
| 12 Równoważności | 32 Zmiany barw |
| 13 Obejścia (lub/ również: pominięcia) | 33 Jednorodności |
| 14 Kulistości – Krzywizn | 34 Odrzucania lub regeneracji części |
| 15 Dynamiczności | 35 Zmian parametrów |
| 16 Częściowo lub nadmiernie realiz. czynn. | 36 Przemian fazowych |
| 17 Przejścia w inny wymiar | 37 Rozszerzalności cieplnej |
| 18 Mechanicznych drgań | 38 Stos. silnych utleniaczy |
| 19 Okresowo realizowanej czynności | 39 Stos. Inercyjnych atmosfer |
| 20 Ciągłości w realizacji czynności | 40 Stos. Kompozytów materiałowych |

1 Zasada. Segmentacji

A – Podziału przedmiotu na niezależne części

- *Wielosegmentowe szczęki klucza do sitek*
- *Wielostykowe złącza*
- *Opakowania (opatuliny) z pęcherzyków powietrza*
- *Posiadanie kamery ze soczewkami o różnych ogniskowych*
- *Wielocylindryczny silnik o wewnętrznym spalaniu*
- *Wielosilnikowy samolot*
- *(Nadmuchiwane) materace z kieszeniami (dzielone na poduszki)*
- *Zróżnicowanie różnych składników w zbiornikach przemian chemicznych*



B – Uczynić obiekt łatwym w montażu i demontażu

- *Błyskawiczne układy zwalnijące/mocujące siodełko/koło rowerowego*
- *Szybkie rozłączne złącza w plombowaniu oraz w układ. hydraulicznych*
- *Taśmy mocujące na łączach czołowych (rur, walcowatych struktur)*
- *Plik luźnych kartek papieru mocowanych na grzbiecie bindowniczym*



C – Powiększenie stopnia fragmentacji lub segmentacji

- *Wykorzystanie wielokrotnych powierzchni sterujących w aerodynamicznych strukturach*
- *16-sto oraz 24-ro zaworowe silniki o wewnętrznym spalaniu naprzeciw konstr. silnika 8-zaworowego*
- *Wielostrzowe noże monterskie*
- *Wielo-strefowe systemy spalania*
- *Komponent (większej całości, systemu) zbudowany z wielu warstw (np. stereo-litografii, spawalnictwie, itp)*



2 Zasada. Wyjęcia

A – Wydzielenia części zakłócającej lub właściwości z obiektu lub wydzielenia tylko niezbędnej części (lub własności) z obiektu

- *Umieszczenie głośno pracującego kompresora poza budynkiem, w którym sprężone powietrze jest wykorzystywane*
- *Wykorzystanie dźwięku szczekającego psa, bez samej obecności psa, jako systemu alarmowego domku*
- *Strach na wróble*
- *Rejony z zakazem palenia lub przedziału w pociągu dla niepalących*
- *Automatyzacja, która wyłącza w pracy ludzi*



3 Zasada. Lokalnej jakości

A – Zmiany struktury obiektu z jednolitej na niejednolitą

- Redukcja przylegania do aerodynamicznych powierzchni poprzez wprowadzenie regularnych mikro-nierówności lub szorstkich wypustek (mikro-lusek skóry rekina)
- Specjalnie formowane uchwyty ręczne na narzędziach
- Odpowiednio uformowane pojemniki na płyny (spożywcze) to możliwość ich stabilnego składowania jednych na drugich
- Powierzchniowa obróbka materiałowa/pokrywanie-galwanizowanie, ochrona przeciw erozji/korozi, itp.

B – Zmiany zewnętrznego środowiska (lub zewnętrznego wpływu) z jednolitego na niejednolite

- Wprowadzenie gradientu temperatury, gęstości, ciśnienia, zamiast stałej temperatury, gęstości lub ciśnienia
- Wprowadzenie przepływu turbulentnego wokół obiektu w celu zmiany właściwości przewodnictwa cieplnego

C – Spowodować, że każda z części obiektu funkcjonuje w warunkach bardziej odpowiednich w jego eksploatacji

- Wnęka zamrażarki w lodówce
- Odmienne strefy w układzie spalania paliwa w silnika

D – Spowodować, że każda z części obiektu spełnia różne funkcje lub / oraz dopełniającą pożyteczną funkcję.

- Scyzoryk armii szwajcarski
- Złożony (kombajn) otwieracz od butelek i puszek
- Młotek z wyciągaczem gwoździ (z haczykowatym zakończeniem młotka)



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

4 Zasada. Asymetrii

A – Zmienić kształt lub właściwość przedmiotu z symetrycznej na asymetryczną

- Wprowadzić geometryczną cechę, która chroni (użytkownika) przed niewłaściwym użyciem/montażem komponentu (np. bolec uziemiający w elektrycznym gniazdku)
- Asymetryczny wylot (dmuchawy/pompy?) umożliwiający podwyższony przepływ, niż w przypadku symetrycznego wylotu
- Umieszczenie płaskiego rejonu/powierzchni na powierzchni cylindrycznego wału celem umożliwienia montażu układu mocującego
- Owalne i bardziej skomplikowane wygięcia o-kółek
- Wprowadzenie zagięć/nitowych połączeń na krawędziach komponentów
- Krzywki
- Zapadka (mechanizm zapadkowy – w asymetrii ruchów)
- Aeropłat – w asymetrii jej konstrukcji stwarza siłę aerodynamiczną
- Mimośrodowy napęd
- Samolot obserwacyjny typu Blohm'a i Voss'a (zapewne z asymetryczną kabiną obserwacji)



B – Zmienić kształt przedmiotu w celu dopasowania do zewnętrznie występującej asymetrii (np. wprowadzenie cechy ergonomii)

- Układ sterowniczy samochodu w kompensacji pochylenia kół
- Projekt skrzydła w kompensacji asymetrycznego przepływu wywołanego ruchem śmigła
- Projekt maszyn wirnikowej, który bierze pod uwagę graniczny przepływ laminarny

C – Jeśli przedmiot jest asymetryczny, powiększyć stopień tej asymetrii

- Wykorzystać zmienne powierzchnie sterujące, w celu zmiany właściwości w generacji siły aerodynamicznej skrzydła samochodu
- Specjalistyczne złącza o złożonym kształcie / ułożeniu końcówek w celu zapewnienia właściwego połączenia
- Wprowadzenie kilka różniących się skal pomiarowych na linijce

Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

5 Zasada. Łączenia

A – Zebrać razem (lub też połączyć ze sobą) jednakowe lub podobne przedmioty lub czynności w przestrzeni

- Strzelba/karabin maszynowy o automatycznym ładowaniu
- Kartridż z wielo-barwnymi atramentami (pigmentami)
- Wieloostrzowe narzynki (aparaty do golenia)
- Okulary z dwu-ogniskowymi szklami (soczewkami)
- Zdwojone/potrojone oszklenie (np. okien, szyb)
- Wstęgi zszywek (spawy zszywek podawanych kolejno w zszywaczu)
- Kataramany (dwu- lub trzy-kadłubowe super-jachty)



B – Uczynić przedmiot/czynność ciągłym / ciągłą lub zrównoległowym / równoległą; połączyć je/zgrupować w jednym czasie

- Kombajn-zniwiarka
- Komórki produkcyjne (?)
- Zgarniarka trawy w kosiarce
- Spusty mieszalnika (miksera/betoniarki/wirówki?)
- Procesory potokowego przetwarzania informacji w technice komputerowej, spełniające różne etapy przetwarzania w zadaniach obliczeniowych jednocześnie
- Zwektoryzowana architektura procesorowa realizuje te same zadania na kilku zestawach danych jednocześnie (jedno-prześciowo)
- W analizie fourierowskiej – łączenie przebiegów wielu krzywych sinusoidalnych

Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

6 Zasada. Uniwersalności

A – Spowodować część lub przedmiot, by realizował wielorakie funkcje; zlikwidować potrzebę zastosowywania innych części

- Fotelik dziecięcy bezpieczeństwa w samochodzie, służący również jako wózek dziecięcy
- Domowe (audiowizualne) centrum (studio) rozrywkowe
- Scyzoryk armii szwajcarskiej
- Grill w kuchence mikrofalowej
- Radio-budzik
- Kompan pracowniczy
- Płyta CD służąca w przechowywaniu różnych typów danych (audio/info)
- Wykorzystanie różnych standardów (formatów) danych w wymianie informacji
- Początkowy odcinek taśmy czyszczącej w kasecie magnetofonowej, służący w czyszczeniu głowicy/głowic magnetofonowych
- Przełącznik/wyłącznik światła łazienkowego uruchamia jednocześnie wyciągacz
- Schowek kierowcy/pasażera w samochodzie wyposażony w podstawki mocujące na kubki
- Wiertarka na baterie (bezzprzewodowa) służąca również jako wkrętak elektryczny, szlifierka, polerka
- Stołek/pojemnik (wędkarski) rybaka



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

7 Zasada. Rosyjskich laleczek "Zagnieżdżonych lalek"



A – Umieścić jeden przedmiot w drugim

- Umieścić sejf w ścianie lub pod podłogą
- Wciągane/wyciągane podwozie samolotu
- Wprowadzanie porów (pustek) w strukturę 3D materiału
- Wprowadzane w strukturę ściany kawitacje, jako forma izolacji
- Pędzelek do malowania połączony z łuską malowniczą nakładaną na paznokcie
- Podeszewka kurtki

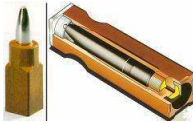
B – Umieścić zwielokrotnione przedmioty we wnętrzu innych

- Zagnieżdżone stoliczki (rozkładalne – wyjmowane jeden z drugiego?)
- Teleskopowa struktura (wędkę, anteny radia samochodowego)
- Filiżanki i łyżki do odmierzania (płynów/ proszków, mąki)
- Krzesła ułożone jedno na drugim w stosie (np. w trakcie sprzątania/remontu,
- Wielowarstwowe powłoki ochronne antyerozyjne/antykorozyjne



C – Uczynić, by jedna część (najczęściej dynamicznie) przechodziła przez otwór w drugim przedmiocie.

- Teleskopowa antena samochodowa
- Wysuwalny kabel zasilający odkurzacza
- Mechanizm samozaciskowy/ściąający pasów bezpieczeństwa
- Wysuwalna taśma miernicza
- Pociśki/naboje w komorze ładowniczej



8 Zasada. Przeciwwagi



A – W celu zrównoważenia wagi przedmiotu, połączyć go z innym przedmiotem zapewniającym wyporność (w środowisku wodnym / w atmosferze gazowej)

- Niezatalialny kajak z wbudowaną w jego kadłub pianką styropianową
- Aerostacyjny samolot zawiera lżejsze niż powietrze poduszki
- Balony na gorące powietrze lub na hel
- Pęcherz pławny ryby
- W specjalnej kosiarce z poduszką powietrzną (niczym w poduszkuwcu) ruchome ostrza tnące wytwarzają siłę nośną

B – W celu zrównoważenia wagi przedmiotu, spowodować by oddziaływał on ze środowiskiem (tj. zastosować aerodynamiczne, hydrodynamiczne, odśrodkowe lub innego rodzaju siły)

- Turbilizatory (maszyny wirnikowe) polepszające nośność skrzydeł samolotów
- Dynamiczna poduszka powietrzna wytwarzana w samolotach bardzo niskiego pułapu, latających tuż przy ziemi
- Hydroplaty unoszą statek ponad wodę, celem redukcji oporów wody
- Zastosować siły odśrodkowe w wirujących układach (tj. regulator Watt 'a)
- Magnetyczna poduszka na której unosi się pociąg, w redukcji tarcia



9 Zasada. Wstępnie realizowanej przeciw-czynności

A – Jeśli będzie zachodziła potrzeba realizacji czynności zarówno z użyciem szkodliwego i pożytecznego w swojej funkcji zjawiska, tą czynność należy zastąpić przeciw-czynnością, celem wprowadzenia kontroli nad zjawiskiem szkodliwym

- Dopatrywać się glinianych gołąbków pośród lodu lub obornika, tak by nie musiały być później zbierane(?)
- Maskowanie przedmiotu przed jego wystawieniem na szkodliwe działanie: 1) zastosować ołowiany fartuch, by nie być wystawionym na promieniowanie rentgenowskie; 2) zastosować taśmę maskującą, podczas malowania zawitych krawędzi, zagięć przedmiotu, itp.
- Przewidzieć zjawiska zniekształceń sygnału / zmian w trakcie transmisji oraz ewentualnej ich kompensacji, przed czynnością samej transmisji sygnału
- Wprowadzić mechanizm buforowania roztworu w celu ochrony przed szkodą przy występowaniu ekstremalnych wartości pH (odczyniu zasadowego lub kwasowego)

B – Wytworzyć uprzednio naprężenia w przedmiocie, które przeciwstawia się znanym niepożądanym naprężeniom, które wystąpią później w materiale pracującym

- Wstępnie poddać naprężeniem pręt zbrojeniowy przed wylaniem betonu
- Wstępnie poddać naprężeniom sworznie
- Wstępnie pokurczone dżinsy (termicznie poddać skurczeniu materiału)
- Pomieszczenie dekompresji (dla pletwonurków głębinowych)



10 Zasada. Wstępnie realizowanej czynności

A – Zrealizować, zanim to będzie konieczne, pożądaną zmianę w przedmiocie (albo pełną, albo częściową)

- Tapeta z wstępnie naniesioną (fabrycznie) warstwą kleju
- Sterylizacja narzędzi wymaganych w operacji chirurgicznej
- Samoklejne znaczki pocztowe
- Wycinanie otworów przed samym formowaniem części z arkuszy metalowych
- Wstępnie impregnowane włókna szklane skracają czas formowania kontaktowego oraz ponadto impregnacja polepsza ich „zwilżalność”
- Aktywny pancerz (reaktywna, eksplozyjna ochrona panczerzy korpusów czołgów)



B – Wstępnie ustawione przedmioty, zaaranżowane w ten sposób by podejmowały one czynności z najbardziej dogodnego miejsca oraz bez utraty czasu w ich dostarczeniu do miejsca realizacji czynności

- Produkcja linii płynięcia (smug płynięcia)
- Wstępnie składowane ostrza w chirurgii to uniknięcie konieczności ich wymiany
- Podnośnik samochodowy, korbaklucz do odkręcania oraz zapasowa opona składowane razem
- Zebrać całość narzędzi oraz materiałów przed rozpoczęciem pracy



11 Zasada. Wstępnie podłożonej poduszki

A – Przygotować środki awaryjnego działania z wczesną, w celu kompensacji stosunkowo niskiej niezawodności przedmiotu (pasów oraz kluczy)

- Magnetyczne paski na błonie fotograficznej, które prowadzą operatora w celu skompensowania słabej ekspozycji zdjęć
- Zapasowy spadochron
- Dwu-torowy system sterowania
- Poduszka powietrzna w kabinie samochodu
- Zapasowe koło samochodowe
- Zawór awaryjnego spustu
- Obwód awaryjnych świateł pozycyjnych samochodu
- Zapas w baterie (zapasowa bateria)
- Czynności bezpieczeństwa realizowane automatycznie, jako procedury przez komputer
- Archiwa skompresowane (zip) plików danych
- Maskować granice, obrzeża przedmiotu w jego malowaniu, zastosować ołówki
- Bariery ochrony na drogach ruchu
- Łożyskowanie przyziemienia w układach magnetycznego łożyskowania
- Zwielokrotnione układy hydrauliczne
- Płyny uszczelniające przeciek (nakłucie)



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

13

12 Zasada. Równoważności

A – Jeśli przedmiot ma być podniesiony lub opuszczony, należy przeprojektować otoczenie przedmiotu, tak by konieczność unoszenia lub opuszczania została wyeliminowana, albo też zrealizowana przez otoczenie

- Konstrukcja śluzy
- Układ dostarczania części w fabryce z użyciem siły naprężanych/zwalnianych sprężyn
- Kanał garażowy eliminuje konieczność podnoszenia samochodu
- Ciężki przedmiot ułożony na łodzi, stąpa go, a przedmiot powoli opada/opuszcza się
- Lampy z wychylnym środkiem ciężkości(?), energia potencjalna przedmiotów w polu grawitacyjnym zgromadzona w sprężynach resorach równoważących ciężar
- Samochód opuszczany na linie (np. po równi pochytej) równoważy z kolei ciężar samochodu wciąganego (po równi pochytej)



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

14

13 Zasada. “Inną drogą - kuliście”

A – Poddać inwersji czynności/ ci użyte w rozwiązaniu problemu (tj. zamiast podgrzać przedmiot, być może lepiej go oziębić)

- W celu poluzowania części, która utknęła (zakleszczyła się gdzieś pomiędzy inny układ przedmiotów), należy schłodzić część wewnętrzną, zamiast ogrzać zewnętrzną część
- Próżniowe odlewanie (części?)
- Poddać testom naczynie poprzez zmianę ciśnienia na zewnątrz jego otoczenia raczej, niż poprzez zmianę ciśnienia wewnątrz tego naczynia
- Poddać testom plombę umieszczoną na zbiorniku z cieczą poprzez wypełnienie go sprężonym powietrzem oraz zanurzenie go w cieczy; śledzenie strumieni bąbelków powietrza unoszących się do góry jest wówczas łatwiejsze niż wykrycie wolno następujących wycieków cieczy
- Umieścić nakrętki w próżni, aby lepiej oczyścić je z naleciałości(?)
- Odwrócić “do góry nogami” widłaki mocujące koło przednie motocyklu



B – Uczynić ruchome części nieruchomymi (albo też jego zewnętrzną otoczenie), natomiast nieruchome części ruchomymi

- Karuzela dla chomika
- Poddać obrotowi/obrótowi część (obrabianą) zamiast narzędzie
- Tunele aerodynamiczne (w teście aerodynamicznym oporów maski samochodów, sylwetki samolotu, jego skrzydeł)
- Ruchomy chodnik ze stojącymi na nim ludźmi

C – Odwrócić przedmiot (lub proces) „do góry nogami”

- Plukać butelki przez ich odwrócenie i wtrysk wody od dołu; woda wówczas sama wypłynie przez szyjkę butelki (pod wpływem grawitacji)
- Montowany na linii montażowej przedmiot odwrócić do góry nogami (i skręcać)
- Otworzyć puszkowaną fasolę od dna, aby wy dostać fasolę, która mogłaby tam utknąć, na wskutek (dlugotrwałego) składowania

Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

15

14 Zasada. Kulistości - Krzywizn

A – Zamiast wykorzystywać prostokątne części, powierzchnie, lub formy, wykorzystywać krzywoliniowe ich odpowiedniki; przejść od płaskich powierzchni do kulistych; od części ukształtowanych jako sześciący (równoległością) do struktur kulistych

- Użyć tuki czasie-sklepienia półkuliste w celu wzmocnienia budynków – struktur architektonicznych
- Wprowadzić nacisk przy zwalnianiu szczelin przy końcówkach slotów
- Zmieniać krzywiznę soczewek celem dokonywania zmian w załamywaniu promieni światła (tutaj ten przykład bardziej dotyczy tkanki rogówki oka)

B – Zastosowywać rolki, kulki, spirale, pół-czasze

- Spiralne skrzynie (Nautilusa) stwarzają ciągły opór przeciwny unoszeniu (wypornościowemu?) ciężaru
- Wykorzystać kuliste rolki przesuwno-transportowe w meblach zamiast rolki cylindryczne
- Śruba, wkrętak Archimedesesa



C – Przejść od liniowego do obrotowego ruchu(lub na odwrót)

- Obrotowe wzbudniki w układach hydraulicznych
- Przełączyć się od ruchu posuwisto-zwrotnego do ruchu rotacyjnego pompy
- Linearne motory (napędy)

D – Wykorzystać siły odśrodkowe

- Odlewy rządzone wg. sił odśrodkowych we strukturach o jednakowej grubości ścianek
- Poddać szybkiemu wirowaniu przedmiot malowany, by usunąć nadmiar farby
- Regulator Watta
- Wir/cyklon oddziela przedmioty (bardziej substancje) o różnej gęstości właściwej

Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

16

15 Zasada. Dynamiczności

A – Przyzwolić na (lub zaprojektować) charakterystykę przedmiotu, zewnętrznego otoczenia, lub procesu, by zmieniała się ona w sposób optymalny, albo też znaleźć optymalne warunki eksploatacji

- Regulowane koło kierownicy (lub siedzenie, lub ustawienie tylnej poduszki siedzenia kierowcy, lub pozycji lusterka...)
- Siodełko wypełnione żelam dostosowuje się do użytkownika
- Stopy/ polimery z pamięcią (najczęściej termiczną) kształtu
- Zawieszenie samochodu wyścigowego dostosowywane do różnego rodzaju dróg oraz technik prowadzenia samochodu
- Teleskopowa szyna zasłony pozwala na dobranie rozmiaru zasłony (?)



B – Podzielić przedmiot na części zdolne wzajemnie się przemieszczać

- Ciężarówka z przyczepami (z przedziałami ładowni) połączonymi przegubowo
- Rozkładalne krzesła/ laptopy/telefony komórkowe, itp..
- Uszczelki mocowań szczotek

C – Jeśli przedmiot (lub proces) jest o znacznej sztywności lub pozbawiony giętkości, uczynić go przesuwным lub adaptacyjnym

- Giętkie słomki – rurki do picia napojów
- Elastyczne przeguby
- Kosiarka do trawy z szybko wirującą nylonową linką tnącą

D – Powiększyć stopień swobody ruchu

- Zastosować różnej sztywności włókna w szczoteczках do zębów – te łatwo odchylane na krawędziach w celu ochrony dziąseł, natomiast sztywniejsze pośrodku
- Wpuścić luzem trochę piasku do opony ciężarówki celem nadania jej właściwości auto-balansu przy dużej prędkości obrotowej



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

17

Zasada 16. Częściowej lub nadmiernie realizowanej czynności

A – Jeśli 100 procent przedmiotu jest niemożliwe do uzyskania, wykorzystując daną metodę rozwiązania, wówczas, stosując 'nieco więcej' lub 'nieznacznie więcej' tej samej metody, zadanie może być dogodniej rozwiązane

(tutaj celowo miesza się w tej definicji określniki ilości – określniki rzeczy policzalnych oraz niepoliczalnych, podobnie jak to ma miejsce w literaturze Szawrańskiego dotyczącej: Inżynierii Kreatywności)

- Nadmiarowo napylić farbę, a następnie usunąć nadmiar farby
- W trakcie malowania ścian, nie używać bezpośrednio wałka do malowania sufitu, lecz nasączać go wstępnie farbą z użyciem pędzla
- Napełnić, a później odlać z góry nadmiar piny (kufła piwa) Guinness'a (?)
- Próżniowy proces pakowania przedmiotów wykorzystuje skurcz opatuliny (folii opakowania) z tworzywa sztucznego pod podciśnieniem wytwarzanej próżni
- Operacje obróbki maszynowej: zdzierania powierzchni materiału, a potem wykańczania powierzchni materiału
- Wypełnianie i przepelnianie dziur (w elewacji, w ścianie) gipsem, a następnie wygładzanie rozcieranie nadmiaru do stanu powierzchni płaskiej
- (Wykorzystanie analizy Pareto w celu określenia wytycznych/kluczowych czynności w warunkach, gdy nie wszystkie informacje są dostępne na podstawie dostępnych źródeł – finansowych, gospodarczych, handlowych?)

Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

18

17 Zasada. Przejścia w inny wymiar

A – Jeśli obiekt zawiera (linie proste) lub porusza się po liniach prostych, rozważyć należy przejście w inny (dodatkowy) wymiar, lub ruch po za tą wskazaną linią

- Ząbkowane bocznie lub pionowo krawędzie ostrza noża lub punktaka
- Zakrzywiona szczecinka na szczotce (druciaku)
- Skrętka (zwój) kabla telefonicznego od słuchawki do aparatu tel.
- Spiętrzane jedne na drugimi windy – (na wzór wind w wieżach bliźniaczych Petronas'a w Kuala Lumpur)

B – Jeśli przedmiot zawiera płaszczyzny lub porusza się w dodatkowy wymiar lub ruch po za tą wskazaną płaszczyzną

- Spiralna klatka schodowa używa mniej powierzchni podłogowej (w budynku, w pomieszczeniach)
- Wprowadzenie zjazdów z górki i podjazdów pod górkę pomiędzy stacjami na drodze kolejowej celem redukcji wymogów co do mocy dysponowanej pociągu w przyspieszeniach i zwolnieniach (wyhamowaniach) w trakcie jazdy
- Stożkowe zamiast proste (płaskie) złączące kołnierzone

C – Zastosować wielo-warstwopiony – sposób ułożenia przedmiotów (w budownictwie) zamiast pojedynczego ułożenia warstwopionu

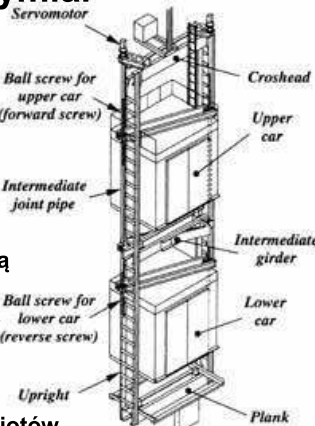
- Kieszeń na 6 płyt CD w celu powiększenia czasu odtwarzania i różnorodności muzyki
- Wielowarstwowe bloki urządzeń lub parkingi samochodowe

D – Skręcić lub przekręcić przedmiot, położyć na jednym boku

- Wywrotka (ciężarówka z lukiem wyladowczym)

E – Wykorzystać 'inną stronę, bok' zadanej powierzchni

- Montaż układów scalonych po obydwu stronach silikonowej karty
- Naprawić przeciekającą chłodnicę samochodową lub rurę, przez dodanie substancji – lepiszcza, zasklepiającego od środka, niż próbować zasklepić przeciek od zewnątrz
- Klawiatura w układzie QWERTY nakładana na telefon Nokia.



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

18 Zasada. Drgań mechanicznych

A – Poddać obiekt drganiom lub wibracjom

- Elektryczne noże do dłutowania (drewna) z drgającymi ostrzami
- Potrząsnąć/wstrząsnąć farbą w celu jej wymieszania przez użyciem
- Udar wiertarkowy, również – młot udarowy (pneumatyczny, elektr.)
- Drgania sita przesiewowego w celu przyspieszenia przesiewu

B – Zwiększyć częstotl. drgań (nawet do zakr. ultradźwięków)

- Oczyszczarki/ czyszczarki/ maszyny czyszczące ultradźwiękowe
- Nie destrukcyjne ultradźwiękowe metody detekcji pęknięć materiałowych

C – Zastosowanie częstotliwości rezonansowej samego przedmiotu

- Niszczenie/ usuwanie kamieni woreczka żółciowego lub kamieni nerkowych doprowadzając je do rezonansu ultradźwiękowego
- Bezproblemowe mycie butelki poprzez impulsowe dozowanie wody przy częstotliwości własnej drgań butelki

D – Wykorzystanie wzbudników piezoelektrycznych zamiast wzbudników mechanicznych

- Oscylacje kryształu kwarcowego (rezonatora kwarcowego w ogólności) z wielką dokładnością sterują pracą zegarków
- Piezoelektryczne wzbudniki polepszają rozpylanie cieczy u wyjścia dyszy rozpylacza

E – Zastosowywać połączone oddziaływanie ultradźwiękowe i elektromagnetycznego pola na przedmiot

- Mieszanie stopów (metali) w piecu indukcyjnym
- Ultradźwiękowe suszenie błon (fotograficznych, innych materiałowych?) – łączenie oddziaływania ultradźwiękowego z obecnością źródła ciepła



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

20

19 Zasada. Realizacji okresowego czynności

A – Zamiast ciągłej czynności, zastosować czynność okresowo lub pulsacyjnie realizowaną

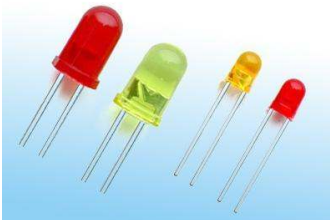
- Okresowe powtarzające się uderzenie czegoś młotkiem
- Wbijanie pali oraz udarowe wiercenie może generować większą siłę niż zadana waga (narzędzia, przedmioty)
- Odgłos, ryk ciągły syreny zastąpiony rykiem przerywanym
- Pulsacyjne światła rowerzysty są bardziej widoczne dla kierowcy
- Pulsacyjny ciąg powietrza w odkurzaczu polepsza jakość odkurzania
- Impulsowe przecinanie materiałów strumieniem wody wypuszczanej pod ciśnieniem

B – Jeśli czynność już jest okresowo realizowana, zmienić natężenie występowania lub częstotliwość tej czynności

- Zastąpić przerywany ryk syreny dźwiękiem o zmiennej amplitudzie oraz częstotliwości
- Pralka automatyczna/zmywarka do naczyń wykorzystuje w dozowaniu wody różne cykle dla różnego załadunku materiału
- Kropki i kreski w alfabecie Morse'a
- Zastosowanie modulacji amplitudy (AM), modul. częstotliwości (FM) modulacji szer. impulsu (PWM) w transmisji danych

C – Wykorzystanie przerw pomiędzy czynnością, celem realizacji innej czynności

- Oczyszczanie filtrów przy przeciwnym przepływie (cieczy/gazu), podczas gdy nie są w użyciu
- Drukarka atramentowa przedmuchiwa/oczyszcza dysze w trakcie przerw
- Oczyszczanie szczotkowe pomiędzy impulsami ciągu powietrza w odkurzaczu
- Wielokrotne rozmowy dokonywane podczas tej samej rozmowy telefonicznej (lub raczej wiele rozmowy telefonicznych dokonywanych na jednej linii telefonicznej)
- Wykorzystanie mechanizmów chwilowego lub nie składowania/gromadzenia energii – tj. baterii, kół zamachowych, itp. .



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

21

20 Zasada. Ciągłości działania pożytecznego

A – Przeprowadzać czynność w sposób ciągły; sprawić by wszystkie części przedmiotu pracowały pod pełnym obciążeniem lub z optymalną sprawnością, w ciągu całego czasu pracy

- Koła zamachowe gromadzą energię, gdy pojazd się zatrzymuje, tak że silnik może utrzymać pracę przy optymalnej mocy wyjściowej.
- Stała moc turbiny gazowej w hybrydowym samochodzie, albo też jednostka APU (pomocnicza jednostka zasilająca nie związana w napędem głównym) in samolocie, działająca na najwyższym poziomie sprawności, podczas gdy jest włączona
- Stałej prędkości, a zmiennego uskoku śrubowego śmigła
- Silnik dokonujący samoregulacji – stale dokonuje on auto-regulacji w celu uzyskiwania maksimum sprawności działania
- Elektroniczny stymulator pracy serca
- Polepszenie procesu kompostowania materiału ściółki, poprzez ciągłe odwracanie materiału na kompostowniku
- Nieprzerwana produkcja szkła oraz stali (w fabryce)

B – Eliminacja wszystkich jałowych lub pośrednich czynności lub realizowanej pracy

- Samo-oczyszczające się/ samo-opóźniające się filtry eliminują czas przestoju
- Druk w czasie powrotu tzw. karetki drukarki – przy matrycy igłowej, lub mozaikowej, lub matrycy dysz drukarki atramentowej
- Media (środki) cyfrowego przechowywania pozwalają na 'natychmiastowy' dostęp (w przeciwieństwie do taśm, które to wymagają przewijania)
- Jakąki wykorzystujące podwójnie zakończone wiosła łopatkowe, by wykorzystywać ruch nawrotny wiosła podwójnie
- Systemy operacyjne komputerów, wykorzystują okresy czasu pracy jałowej w „zaksięgowywaniu” niezbędnych do realizacji zadań
- Szybko schnące farby



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

22

21 Zasada. (Pośpiesznego) Ominięcia

A – Prowadzić proces, lub pewne jego etapy (tj. etapy destrukcyjne, szkodliwe, niebezpieczne, ryzykowne) przy znacznej prędkości

- Zastosowanie wysokobrotowych wiertel dentystycznych, aby uniknąć nagrzewania się tkanki
- Laserowe operacje oczu
- Przecinać tworzywo sztuczne szybciej niż przewodzone jest ciepło w materiale, w celu uniknięcia odkształceń kształtu
- Kruszyć masę toffi impulsywnym uderzeniem młota
- Kucie gorącego żelaza młotem
- Fotografia z lampą błyskową
- Nadkrytyczny szyb – przebiegany (sondą) pośpieszenie w trybie rezonansu (jest to zapewne przykład zadania w G.S. Altszullera: „Elementy twórczości inżynierskiej”)



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

23

22 Zasada. Błogosławieństwa w ukryciu

A – Użyć szkodliwe czynniki (szczególnie zjawiska o negatywnym charakterze otoczenia lub środowiska) w celu osiągnięcia zamierzonego zjawiska o pozytywnym charakterze

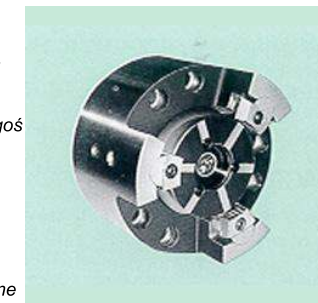
- Wykorzystanie odpadów w generacji energii elektrycznej
- Wykorzystać ciepło (strat) pracy silnika do ogrzewania kabiny pasażera
- Poddawać recyklingowi odpadowe materiały procesu przetwórczego, jako surowiec pierwotny innego procesu (np. płyty wiórowe)
- Zastosować energię sił odśrodkowych rotującego wału w realizacji czegoś użytecznego – tj. w modulacji schłodzonego powietrza
- Wykorzystać różnicę ciśnień raczej we wspomaganiu, niż zakłócaniu funkcjonowania uszczelki

B – Wyeliminować pierwszorzędną czynność szkodliwą poprzez dodanie jej do innej czynności szkodliwej w rozwiązaniu postawionego problemu

- Dodać materiał buforujący do roztworu korodującego (tj. środki alkaliczne do roztworu kwasu, lub na odwrót)
- Wykorzystywanie mieszanki helowo-tlenowej w nurkowaniu, w celu eliminacji narkozy azotem, jak i zatrucia tlenem (tlenem nierozcieńczonym innym gazem inercyjnym) , tlenem pochodzącym zarówno z powietrza, jak i z innych mieszanek na bazie azotu.

C – Nasilić występowanie szkodliwego czynnika do tego stopnia, że przestaje być on szkodliwy

- Wypalanie lasu, ściółki wokół głównego zarzewia pożaru, by odciąć mu paliwo
- Zastosować materiały wybuchowe, by wybuchem zdmuchnąć i zgasić płomień szybu naftowego.
- „Nóż laserowy” - promień lasera w chirurgii zasklepia również tkankę skóry oraz naczyń krwionośne, w trakcie cięcia



Module SESA3002a; Aerospace Design James Scanlan; School of Engineering Sciences

24

23 Zasada. Sprzężenia zwrotnego

A – Usprawnić sprzężenie zwrotne (odniesienie do wejścia względem wyjścia) w celu polepszenia procesu lub czynności realizowanej

- Automatyczna kontrola głośności w obwodach urządzeń elektron. audio
- Sygnał z żyrokompasu wykorzystywany jest w sterowaniu nieskomplikowanym autopilotem samolotu
- Zarządzanie układem pracy silnika oparte na ocenie ilościowej składu wydalaných gazów, bardziej efektywne, niż w oparciu o regulację mieszanki paliwowej w gaźniku
- Termostat reguluje temperaturę (wnętrza) bardziej precyzyjnie
- Statystyczna kontrola procesu - pomiary wykorzystywane do określenia w którym momencie należy poddać proces modyfikacji
- Pętla sprzężenia zwrotnego zamienia układy wzmacniaczy optycznych w możliwe do zastosowania wzmacniacze o akceptowalnej dokładności parametrów wzmocnienia (tj. bez znaczącego dryfu wzmocnienia, stałego uchybu napięcia wy, itp..)

B – Jeśli sprzężenie zwrotne już zastosowano, należy zmienić jego natężenie lub wpływ, stosownie do warunków eksploatacyjnych urządzenia

- Zmienić czułość autopilota na 5 minut do lotu do pasa lądowania na lotnisku
- Zmienić czułość termostatu, podczas schładzania, względem procesu ogrzewania, ponieważ proces schładzania zużywa energię w sposób bardziej efektywny
- Zastosować kombinację algorytmów sterowania liniowego, z układem całkującym oraz z układem różniczkującym (tzw. układy sterowania PID liniowo-całkująco-różniczkowe)



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

25

24 Zasada. Pośrednika

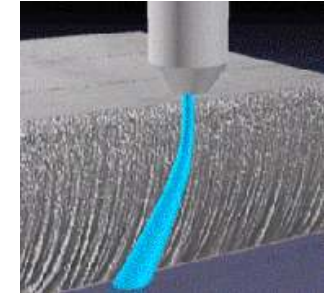
A - Zastosować pośredniczący materiał nośny, albo też pośredniczący proces

- Grać na gitarze z użyciem kostki
- Użyć dłuta w sterowaniu procesem rozluźniania skały, lub rzeźbienia w skałe
- Podstawki okrągłe (tekturowe, plastikowe) pod kubki, filiżanki z napojem
- Etap wstępnego spoczynku (surowca) przed procesem wytwórczym



B - Połączyć tymczasowo jeden obiekt z drugim (który to może być łatwo usunięty)

- Rękawice w wyjmowaniu gorącego naczyń w kuchni
- Połączenie pliku papierów spinaczem
- Wprowadzenie katalizatorów w reakcji chemicznej
- Cząstki ściernie polepszają przecinanie materiałów strugą wody pod ciśnieniem



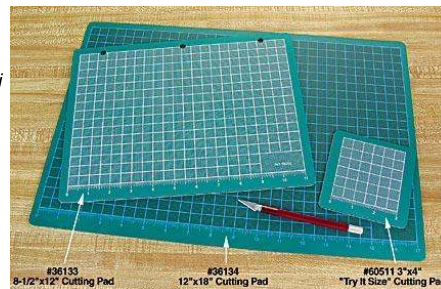
Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

26

Principle 25. Self-service

A –Sprawić by przedmiot służył w, lub samoorganizował się w celu realizacji pomocniczej pożytecznej funkcji

- Spust wody sodowej, który działa w oparciu o ciśnienie sprężonego dwutlenku węgla (a w tym rozwiązaniu brak jest układu czujników)
- W halogenowych lampach żarnik podlega samo-regeneracji, ponieważ odparowywany podczas eksploatacji materiał żarnika, z powrotem się na nim osadza
- Samo-prostujące się / samo-dopasowujące się uszczelki
- Samo zaciskowe nakrętki
- Samoczyszczące się kuchenki/szklamateriały
- Samo-regenerujące się struktury
- Ścieralne materiały, wykorzystywane w silnikach, w których to rozruch rozciera optymalną ilość pewnej substancji w wysięwkę
- Samo-regenerujące się narzędzia tnące (skrawające)



B - Wykorzystać odpady, odpadową energię, lub substancje

- Użyć ciepło pochodzące z głównego procesu w generacji elektryczności: tj. generacja wtórna energii
- Użyć odchody zwierzęce, jako nawóz
- Użyć żywność oraz odpady w trakcie pracy kosiarki do trawy w celu uformowania kompostownika
- Wykorzystać różnicę we wzmocnieniu akcji plombowania, uszczelniania

Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

27

Principle 26. Copying

A - Zamiast zastosowywać niedostępne, drogie, kruche i wrażliwe na zniszczenia przedmioty, zastosowywać prostsze i niedrogie ich odpowiedniki

- Imitacja biżuterii
- Sztuczna trawa na boisku
- Manekiny – udawane sylwetki ludzkie w testach zderzeniowych
- Bezzałogowe samoloty wykluczają obecność pilotów (w kabinach)



B - Zastąpić przedmiot, lub proces jego optyczną kopią

- Dokonywać rozpoznania terenu na podstawie fotografii z przestrzeni kosmicznej (bliższej przestrzeni kosmicznej – orbitalnej Ziemi) zamiast dokonywania tego samego rozpoznania z gruntu
- Dokonywać pomiarów przedmiotu na podstawie skal przymierzanych do jego fotografii
- Laserowa anemometria (pomiar rozkładu prędkości cieczy, przezroczystych, półprzezroczystych dla promieni świetlnych, promieni laserowych)
- Wirtualna rzeczywistość
- Wirtualne dopasowywanie/modelowanie elektroniczne wstępnego montażu części

C – Jeśli optyczne kopie są już w użyciu (obrazy w zakresie światła widzialnego), przejść do zakresu podczerwieni lub ultrafioletu

- Sprawić by obrazy realizowane w podczerwieni służyły w detekcji źródeł ciepła takich, które są skutkiem występowania chorób w zbiorach, lub skutkiem obecności intruzów w systemach bezpieczeństwa (obiektach chronionych)
- Zastosować ultrafiolet, jako środek w niedestrukcyjnym podejściu do detekcji pęknięć materiałowych
- Promienie ultrafioletowe wykorzystywane w przywabianiu owadów do pułapek

Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

28

27 Zasada. Użycia przedmiotów o niskiej trwałości

A - Zastąpić kosztowny przedmiot wielokrotnymi kopiami przedmiotu o niskiej cenie, godząc się na niską trwałość przedmiotów

- Jednorazowe pieluszki/ papierowe kubki/talercze/aparaty fotograficzne/ latarki itp.
- Zapalki kontra zapalniczki
- Jednorazowe zapalniczki do papierosów
- Ścierniwo diamentowe techniczne w cięciu narzędzi
- Zużywalne pokrycia ochronne przedmiotów/zużywalne komponenty
- Karteczki samoprzylepne
- Odrzucane warstwy zewnętrzne nośne pocisku przeciwpancernego



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

29

28 Zasada. Zmiany mechanizmów

A - Zastąpić środki mechaniczne środkami odbioru optycznego, smaku, zapachu bodźców

- Zastąpić furtkę fizyczną, stosowaną w celu ograniczenia miejsca bytności psa lub kota 'furtką' akustyczną (sygnałem słyszalnym dla zwierzęcia)
- Skaniny odcisków palców/tęczówki oka w miejsce klucza

B - Użyć pól elektrycznych, magnetycznych, elektromagnetycznych w oddziaływaniu na przedmiot

- Łożyskowanie w polu magnetycznym
- Elektrostatyczne filtry oddzielają cząsteczki od przepływającego powietrza
- Zwiększyć skuteczność/sprawność malowania poprzez wzajemnie przeciwne ładowanie ładunkami elektrycznymi kropelek napylanej farby oraz powierzchni malowanego przedmiotu

C - Change from static to movable fields, from unstructured fields to those having structure

- Wczesne początki komunikacji radiowej wykorzystywały nadawanie dookólne, podczas gdy obecnie, używane są anteny o bardzo szczegółowo ustalonej charakterystyce emisyjnej fal radiowych
- Skaner magnetycznego rezonansu jądrowego tkanek biologicznych

D – Użyć pól w połączeniu z cząstkami aktywnymi w tych polach (np. cząstki ferromagnetyka w polu magnetycznym)

- Podgrzać substancję zawierającą ferromagnetyk, poprzez oddziaływanie zmiennym polem magnetycznym. Gdy temperatura osiągnie punkt Curie, materiał staje się paramagnetykiem i przestaje pochłaniać ciepło.
- Magneto-reologiczne (magneto-mineralne) zjawisko – wykorzystuje ferromagnetyczne cząstki oraz zmienne pole magnetyczne celem zmian lepkościowych cieczy (dodajmy cieczy ferromagnetycznej)



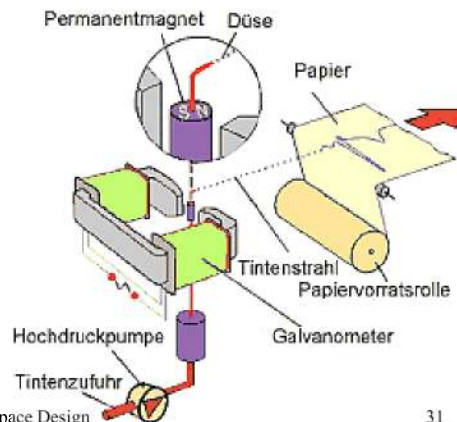
Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

30

Principle 29. Pneumatics and Hydraulics

A - Użyć części gazowych lub ciekłych przedmiotu, zamiast części stałych (tj. nadmuchiwanym, wypełnianym cieczą, poduszkom powietrznym, hydrostatycznym, hydro-reaktywnym)

- Przejście od napędu mechanicznego do napędu hydraulicznego lub pneumatycznego (tutaj: bardziej do sterowania zdalnego hydr./pneum.)
- Nadmuchiwane meble/materace itp..
- Żelom wypełnione siodełka, adaptujące się do użytkownika
- Wydrążone przekroje w kształcie litery O
- Poduszki
- Gazowe łożyska
- Akustyczne panele, z wbudowanymi rezonatorami Helmholtza
- Hydrauliczne popychacze (np. popychacze części podawanych w fabryce)



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

31

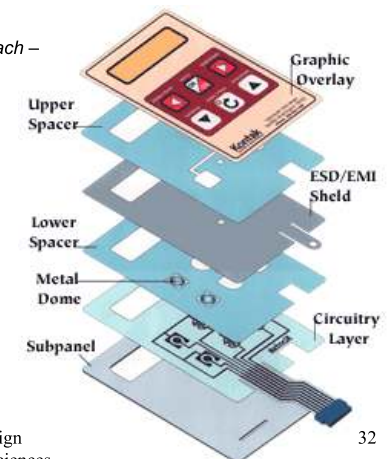
30 Zasada. Elastycznych powłok oraz cienkich błon

A - Zastosować elastyczne powłoki oraz cienkie błony zamiast konstrukcji 3D

- Zastosować nadmuchiwane (z cienkiej błony) konstrukcje (domków, dachów, pontonów, całych namiotów)
- Taut-liner trucks
- Pokrowiec brezentowy na samochód zamiast garażu
- Sieć pajęczna
- Składować energię w elastycznych/rociągalnych torbach – tj. akumulatory ciśnienia w układzie hydraulicznym
- Membranowe klawiatury

B - Odizolować przedmiot od zewnętrznego środowiska z wykorzystaniem giętkich powłok oraz cienkich błon

- Opakowanie z pęcherzykami powietrza
- (opakowanie przeciwdarowe w transporcie przesyłek pocztowych)
- Bandaże / plastry
- Tekturowe opakowania na jajka
- Torebki herbaty



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

32

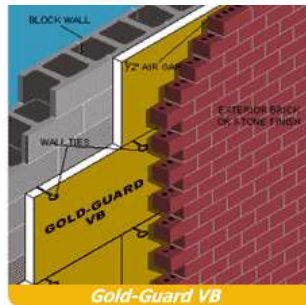
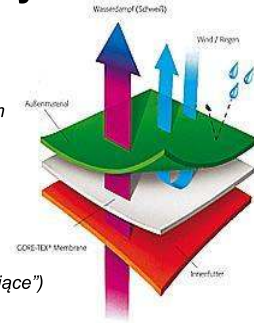
31 Zasada. Stosowania porowatych materiałów

A - Uczynić przedmiot porowatym lub dodać do niego porowate dodatki (wkłady, pokrycia, itp.)

- Nawiercać otwory w jego konstrukcji by uczynić przedmiot lżejszym
- Izolacja ścian oparta w mikro-wnękach/pustkach powietrznych
- Schladzana struktura z przepuszczalnymi błonami (lub półprzepuszczalnymi – tzw. Materiały „oddychające”)
- Pianka metalowa (bardziej pianka stopu metali, spienionego gazem inercyjnym)
- Użycie gąbczasto-podobnych materiałów, w pochłanianiu materiałów ciekłych
- Tkanina typu **Goretex** (tkaniny półprzepuszczalne, "samo-oddychające")

B - Jeśli przedmiot jest już porowaty, użyć pory w celu wprowadzenia pożytecznej substancji lub funkcji

- Użycie porowatej siatki metalowej w celu wchłonięcia nadmiaru topniwa z pola lutowniczego (złącza lutowniczego)
- Składować wodór w porach gąbki wykonanej z palladu (Zbiornik „paliwa” do samochodów napędzanych spalaniem wodorem są o wiele bardziej bezpieczne, niż składowanie sprężonego wodoru w butli)
- Dessykanty w polistyrenowych materiałach opakowczych
- Waciki/ubrania lecznicze



32 Zasada. Zamiany barw

A - Zmiana barwy przedmiotu, lub jego zewnętrznego otoczenia

- Użycie bezpiecznej barwy światła w ciemni fotograficznej
- Użycie zmiennej termicznie barwy w celu pomiaru temperatury
- Okulary wrażliwe na światło (reagujące na światło)
- Kamufaż barwny
- Zastosować prążki interferencyjne na strukturze powierzchni w celu zmiany barwy (np. jak na skrzydłach motyla)
- Zmieniające barwę tworzywa sztuczne/łyżki dla dzieci zmieniające barwę pod wpływem temperatury



B – Zmiana przezroczystości przedmiotu lub jego zewn. otoczenia

- Użycie foto-litografii w celu zmiany przezroczystości materiału, jako maski wykonanej z materiału stałego w obróbce wafli półprzewodnikowych
- Ekrany z przyciemnianego szkła

C – W celu polepszenia obserwacji rzeczy niemożliwych do postrzeżenia, zastosować barwione dodatki lub pierwiastki luminescencyjne

- Fluorescencyjne dodatki używane podczas ultrafioletowej spektroskopii
- Użycie barw dopełniających w celu powiększenia widoczności – np. rzeźnik wykorzystuje zieloną dekorację, aby zaznaczyć czerwień we świeżym mięsie

D – Zmiana emisyjności przedmiotu poddawanego promieniowaniu cieplnemu

- Wykorzystanie paneli (bardziej okien przeszklonych) barwionych na jasno i czarno w asystowaniu termicznemu zarządzaniu na pokładzie statków kosmicznych
- Pomalować przedmiot farbą o wysokiej emisyjności (promieniowania cieplnego), celem umożliwienia pomiaru jego temperatury, z użyciem wykalibrowanego urządzenia termicznego obrazowania

33 Zasada. Jednorodności

A - Sprawić by przedmioty oddziaływały z zadaniem przedmiotem, wykonanym z tego samego materiału (lub materiału o identycznych właściwościach)

- Wykonać zbiornik/pojemnik z tego samego materiału, z jakiego wykonana jest zawartość, w celu redukcji reakcji chemicznych
- Zgrzewanie ciernie wymaga, by pomiędzy dwoma powierzchniami łączonymi nie było żadnego materiału pośredniczącego
- "Ciekły papier" w korekcyjnym tekście pisanego
- Tymczasowe doniczki na rośliny wykonane z materiału degradowalnego (sprasowanego materiału kompostownika)
- Transplantacje/transfuzje krwi, wykorzystanie bio-kompatybilnych materiałów
- Drinki/napoje z kostkami lodu, służącymi schłodzeniu tych napojów, wykonanymi z tego samej cieczy
- Komponenty z drewna połączonymi drewnianymi spoiwami
- Grafitowe "na materiał stały" ołówki



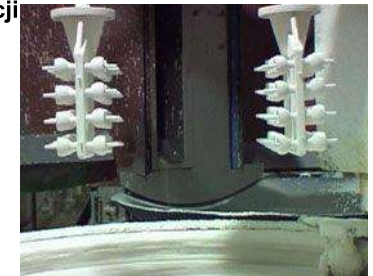
34 Zasada. Odrzucania i przywracania

A - Spowodować, że części przedmiotu, które wypełniły swoje funkcje, zostają usunięte (porzucone poprzez rozpuszczenie, odparowanie, itp.) lub zmodyfikować je bezpośrednio podczas eksploatacji przedmiotu

- Zastosowanie rozpuszczalnych kapsulek w medycynie
- Lodowe konstrukcje: wykorzystać lód wodny lub dwutlenek węgla (tzw. suchy lód), aby ugruntować tymczasowo struktury z ubitej ziemi, takie jak tymczasowe tamy. Następnie wypełnić je ziemią oraz pozwolić by stopiony lub wysublimowany lód pozostawił ostateczną konstrukcję tamy.
- Bio- degradowalne pojemniki, torby, itp.
- Procesy odlewnictwa – metodą traconego wosku, w formach piaskowych, itp.
- Zużywalne katody (spawalnicze, a być może lamp elektronowych, jarzeniowych)

B - Dosłownie, przywracanie zużywających się części przedmiotu będącego w trakcie eksploatacji

- Samo-ostrzące się ostrza – noży / kosiarek / itp...
- Mechanizm kosiarki do trawy z końcówką szybko wirującą, wydziela więcej drutu (zakończenia końcówki), po zerwie/urwaniu tego zakończenia automatycznie
- Samo-regulujące się silniki samochodów
- Ołówek automatyczny na wkład grafitowy
- Strzelba o automatycznym załadunku naboju



35 Zasada. Zmiany parametrów

A - Zmienić stan skupienia przedmiotu (np. w gaz, ciecz, ciało stałe)

- Przejść od układu sterowania mechanicznego do hydraulicznego lub układu elektrycznego
- Odparować (lub zamrozić) rtęć w bezproblemowym umieszczeniu odrobiny ilości w bańce fluorescencyjnej świetłówki

B - Zmienić koncentrację lub konsystencję

- Ciekłe detergenty kontra detergenty w proszku lub w laskach
- Ścieralne wyściółki wykorzystywane w uszczelnieniach generatorach turbin gazowych

C – Zmienić stopień elastyczności

- Zastosować regulowalne tłumiki w celu redukcji hałasu części wpadających do pojemnika, poprzez ograniczenie ruchu ścian pojemnika
- Podatne szczotkowe uszczelnienia raczej niż labirynt lub uszczelnienia o ustalonej geometrii

D – Zmienić temperaturę

- Podwyższyć temperaturę powyżej punktu Curie, by zmienić substancję ferromagnetyczną w substancję paramagnetyczną
- Obniżyć temperaturę medycznych próbek, celem zachowania ich (przechowania ich) dla dalszych analiz

E – Zmienić ciśnienie

- Gotowanie ciśnieniowe gotuje szybciej oraz bez utraty aromatu
- Spawanie wiązką elektronów w próżni

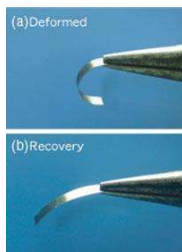
F – Zmiana innych parametrów

- Stopy i polimery o pamięci kształtu
- Zastosować materiały o wysokiej przewodności – tj. włókna węglowe

Końcówka:

- odkształcona

- przywrócona w kształcie


 Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

7

36 Zasada. Przemian fazowych

A - Zastosowywać zjawiska występujące podczas przemian fazowych (np. zmian objętościowych, utraty lub absorpcji ciepła, itp...)

- Opóźnione/spowolnione zjawiska cieplne w topieniu materiału/gotowaniu
- Nasączyć skały wodą, wówczas zamrażająca woda powoduje rozszerzalność wody – w ten sposób powodując rozwarście szczelin w skałach, a wówczas łatwiejsze są one do skruszenia
- Pompy cieplne wykorzystują ciepło pobierane w parowaniu oraz ciepło oddawane w skraplaniu w zamkniętych cyklach termodynamicznych, w celu realizacji użytecznej pracy
- Objętościowa rozszerzalność podczas przemiany wody w parę
- Spadek oporu w nadprzewodnikach (zazwyczaj w metalach, w stopach metali w stosunkowo niskich temperaturach poniżej zera Celsjusza, oraz w spiekach związków ceramicznych w temperaturach zbliżających się do zera Celsjusza)
- Ogrzewacze rąk z materiałów z przemianą materii


 Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

38

37 zasada. Ciepłej rozszerzalności

A - Zastosowanie ciepłej rozszerzalności (lub kurczliwości) materiałów

- Dopasowywanie złącza na ścisk, poprzez schłodzenie wewnętrznej części celem wywołania jej kurczliwości, oraz podgrzanie zewnętrznej części celem wywołania jej rozszerzalności, a następnie: poprzez połączenie tych dwóch części i pozostawienie ich, w celu osiągnięcia równowagi termicznej
- Metalowe rozciągane pręty (kratownicy), używane w celu prostowania w pionie chylących się ścian starych budynków
- Termiczne wyłączniki/termiczne układy odciążenia (energii)
- Stopy oraz polimery z termiczną pamięcią kształtu
- Termokurczliwe izolacyjne rurki do zacisku na kablach i wiązkach kabli elektrycznych



B - Jeśli zjawisko termicznej rozszerzalności jest już w użyciu, należy zastosować różnorodne i wielorakie materiały o odmiennych współczynnikach rozszerzalności cieplnej

- Paski bimetaliczne zastosowywane w termostatach, itp...
- Stopy o dwu-torowej pamięci kształtu
- Sterowanie luzem wierzchołkowym pasywnych topatek turbin gazowych w silnikach
- Łączyć materiały o dodatnim i ujemnym współczynniku rozszerzalności termicznej, w celu uzyskiwania stopów o zerowych (lub specjalnie ustalonych) właściwościach rozszerzalności termicznej, np. stopy metali typu *cerro-tru*, wykorzystywane w montażu lub pozycjonowaniu wrażliwych komponentów topatek turbin podczas czynności produkcyjnych

 Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

39

38 Zasada. Stosowania silnych utleniaczy

A - Zastąpić zwykłe powietrze atmosferą wzbogaconą w tlen

- Płetwonurek z pełnym ekwipunkiem autonomicznego aparatu oddechowego, nurkujący z mieszanką Nitrox lub inną nie powietrzną mieszanką, stosowaną w celu wydłużonego okresu nurkowania
- Zastosowanie wtrysków (mono) tlenków azotu w celu podwyższenia osiągnięć silników dużej mocy (w samochodach wyścigowych?)

B - Zastąpić wzbogacone powietrze czystym tlenem

- Przecinać materiały palnikiem acetylo-tlenowym o wyższej temperaturze płomienia
- Sterować reakcje utleniania bardziej wydajnie poprzez powodowanie reakcji w kontakcie z czystym tlenem

C – Poddać powietrze lub tlen jonizującemu działaniu promieniowania

- Napromieniowywanie żywności w celu polepszenia jakości procesu utrwalania produktów
- Zastosowywać zjonizowane powietrze w niszczeniu bakterii oraz sterylizacji żywności
- Dodatnio naładowane jony powstałe w jonizacji powietrza mogą być odchylane w ich torach ruchu w polu magnetycznym, w celu redukcji oporów powietrza nad powierzchnią aerodynamiczną

D – Zastosowanie zjonizowanego tlenu

- Przyspieszenie reakcji chemicznych poprzez uprzednią jonizację gazu
- Wydzielenie tlenu spośród mieszanki gazu poprzez jonizację tlenu (z zastosowaniem katalizującej platyny)

E – Zastąpić tlen zjonizowany lub tlen z domieszką ozonu samym ozonem

- Oksydacja metali w roztworze wybielacza w redukcji kosztów tej operacji względem kosztów użycia nadtlenu wodoru (wody utlenionej)
- Ozon stosowany w celu niszczenia mikroorganizmów oraz toksyn w ziarnie zbożowym
- Ozon rozpuszczony w wodzie, użyty w celu usunięcia zanieczyszczeń organicznych z powierzchni kadłuba statku


 Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

40

39 Zasada. Inercyjnych atmosfer

A - Zastąpić normalne środowisko inercyjnym

- Ochrona przed degradacją gorącego metalowego żarnika (żarówka), poprzez zastosowanie argonowej atmosfery w szklanej bańce żarówki
- Spawanie w otoczeniu inercyjnej atmosfery MIG / spawanie w inercyjnej atmosferze z użyciem elektrody wolframowej TIG,
- Spawanie wiązką elektronów przeprowadzane w próżni
- Próżniowe pakowanie
- Pakowanie żywności realizowane w atmosferze CO₂ lub w atmosferze bogatej w azot, celem ochrony żywności przed zepsuciem
- Gaśnica CO₂

B - Dodać neutralne części, lub dodatki inercyjne do przedmiotu

- Paliwo samolotów bojowych zawiera składniki zmieniające punkt zapłonu (powodujące przesunięcie temperaturowego punktu zapłonu paliwa)
- Dodawanie pierwiastków osłabiających reaktywność chemiczną tytanu, w celu zmniejszenia ryzyka zapłonu tytanu (dodajmy: tytanu w postaci czystej, metalicznej, a znajdującego się w reaktywnej atmosferze np. tlenowej)
- Dodanie pianki, w celu absorpcji drgań – np. drgań głośników hi-fi
- Cieczowe pochłaniacze drgań mechanicznych



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences

Zasada 40. Kompozytów Materiałowych

A - Przejsz od jednorodnych do kompozytowych (wielokrotnej, różnorodnej natury) materiałów, z których każdy materiał jest dostosowany to specyficznych funkcjonalnych wymogów zadania

- Konstrukcja samolotu, w której to niska waga oraz duża wytrzymałość są wymogami niezbędnymi do spełnienia. (z włóknami ułożonymi tak by spełnić wymogi obciążenia – włączając w to wielokrotne warstwowe ułożenie włókien, zorientowanych wzdłuż różnych kierunków)
- Kije do golfa wykonane z kompozytów wykonane tak, by uzyskać niską wagę, giętkość wzdłuż wybranego kierunku, a jednocześnie wysoką sztywność względem działających na kij sił skręcających
- Agregaty zaprawy murarskiej, agregaty zaprawy betonowej
- Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami szklanymi
- Ceramika wzmocniana włóknami (szklanymi?, węglowymi?)
- Naprzemiennie występujące warstwy twarde, miękkie i znów twarde pokryć wielowarstwowych przeciwerozryjnych przedmiotów
- O niskiej adhezji (nie powodujące przyklejania się do naczyń żywności przetwarzanej termicznie) pokrycia patelni
- Olejowe mieszaniny (być może również mieszaniny), które posiadają dodatki polepszające ich właściwości – np. dodatek siarki poprawia smarowność oleju

Siatka konstrukcji z tytanu



Module SESA3002a; Aerospace Design
James Scanlan; School of Engineering Sciences