

Romuald KOLMAN

Instytut Technologii Budowy Maszyn
Politechnika Gdańska

OPTIMALIZACJA RELATYWNA OPERACYJNYCH PLANÓW OBRÓBKOWYCH

Streszczenie. Przedstawiono przykład wykorzystania optymalizacji relatywnej do wyboru najkorzystniejszego wariantu planu operacyjnego obróbki. Optymalizację taką można zastosować w projektowaniu procesów technologicznych dowolnych części maszynowych.

1. Wstęp

Plan operacyjny stanowi część składową dokumentacji technologicznej. Podaje się w nim informacje dotyczące wykonania obrabianych przedmiotów w rozbiciu na kolejne fazy postępowania, czyli operacje obróbkowe.

Optymalizacja relatywna (m.in. [1]) - to metoda obliczeniowego wyboru najkorzystniejszego wariantu ze zbioru rozpatrywanych czynników o różnych stanach względnych, wykorzystująca zasadę relatywności, tj. badania tylko stanów względnych analizowanych czynników.

Plany operacyjne dla procesów obróbkowych są opracowywane przez technologów w komórkach przygotowania produkcji - w warunkach praktycznych - bez stosowania optymalizacji w doborze kolejności i rodzaju operacji obróbkowych. Porównując plany operacyjne zaproponowane dla takiego samego przedmiotu obrabianego, przez różnych technologów - można stwierdzić (niekiedy spore) różnice w doborze rodzaju i kolejności operacji obróbkowych. Różnice te nie są bez znaczenia dla efektów ekonomicznych realizacji procesów technologicznych, szczególnie w produkcji wielkoseryjnej i masowej.

Racjonalne opracowanie planów operacyjnych stanowi więc, niewątpliwie ważny w aspekcie ekonomicznym, element składowy procesu przygotowania produkcji. Trzeba też obiektywnie stwierdzić, że daje się odczuwać brak prostej i poręcznej w stosowaniu metody, która nadawałaby się do obiektywnej optymalizacji planów operacyjnych.

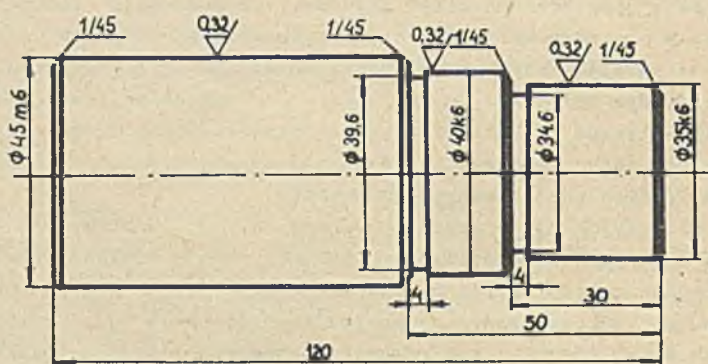
2. Badania własne

W Zakładzie Inżynierii Jakości i Metrologii Instytutu Technologii Budowy Maszyn Politechniki Gdańskiej, przez autora niniejszego opracowania, przy współudziale mgr inż. Marietty Urbańskiej, została podjęta próba wy-

korzystania optymalizacji relatywnej (w skrócie: OR) do optymalizowania obróbkowych planów operacyjnych.

W przypadku wytypowanych do badań przedmiotów analizy, istota metody OR sprowadza się do [2]:

- wyboru zestawu kryteriów optymalizacji.
- wyznaczenia współczynników ważności dla przyjętych kryteriów (nie jest to konieczne, ale daje bardziej szczegółowy wynik),
- transformacji stanów bezwzględnych kryteriów do stanów względnych, bazowanych na rozpiętości wartości skrajnych kryteriów dla danego zadania (analizy), co daje nasilenia oddziaływania poszczególnych kryteriów,
- obliczenia skuteczności oddziaływania kryteriów (iloczyn współczynników ważności oraz nasileni) stanów względnych (odpowiednich kryteriów), w przypadkach gdy różnicuje się ważność kryteriów,
- obliczenia potencjałów (sum nasileni) lub kumulacji (sum skuteczności) dla rozpatrywanych wariantów przedmiotu analizy,
- podjęcia decyzji optymalizacyjnej dla porównywanych wariantów przedmiotu analizy, na podstawie maksymalnej wartości potencjału lub kumulacji.



Rys. 1. Sworzeń, dla którego były optymalizowane plany operacyjne obróbki

Przedmiotem, dla którego dokonywano optymalizacji planów operacyjnych obróbki był sworzeń pokazany na rys. 1. Dla tego przedmiotu opracowano trzy różne wersje planów operacyjnych, różniących się szczegółami wykonawczymi. W każdej wersji planu operacyjnego utworzono w jednakowy sposób trzy warianty następująco:

- a) wartości posuwów średnie,
- b) wartości posuwów maksymalne,
- c) wartości posuwów minimalne - z możliwych do wykorzystania z normatywów [3].

Według tych normatywów przyjmowano również prędkości i głębokości skrawania. Obróbkę planowano na tokarkę pociągową TSS 150 o mocy silnika $N_3 = 2,2 \text{ kW}$.

łącznie optymalizacji relatywnej poddano 9 wariantów planów operacyjnych.

Jako kryteria OR zostały przyjęte:

- posuw p ,
- prędkości skrawania v ,
- czasy główne operacji t_g .

Mając na względzie zalecenia zawarte w [2], przyjęto dla rozpatrywanych kryteriów współczynniki ważności według ciągu geometrycznego o ilorazie $\psi = 2$, co dało proporcję ważności

$$p : v : t_g = 1 : 2 : 4 \quad (1)$$

Dla kryteriów optymalizacji traktowanych jako maksymanty (czyli wielkości korzystne dla dużych wartości), którymi są prędkość skrawania i posuw przy obróbce zgrubnej oraz stany względne obliczano według wzoru:

$$s = \frac{k_z - k_1}{k_a - k_1}, \quad (2)$$

gdzie:

- k_z - zmierzona wartość bezwzględna kryterium,
- k_a oraz k_1 - największa i najmniejsza wartość bezwzględna kryterium optymalizacji w rozpoznanym i przyjętym przedziale jego zmienności.

W przypadku wielkości korzystnych dla małych wartości, czyli dla minimumów, którymi są: posuw przy obróbce wykańczającej oraz czas główny wykonania sworznia, stany względne obliczano ze wzoru:

$$s' = 1 - s \quad (3)$$

przy czym s - jak w (2).

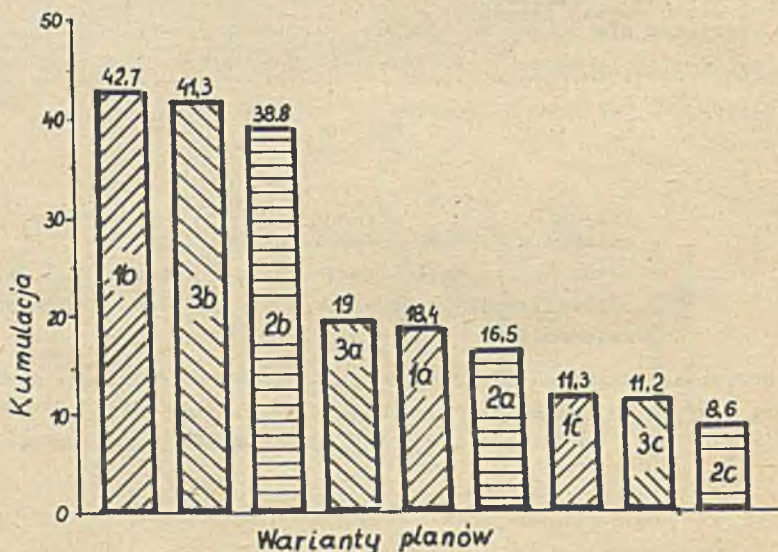
Stany względne obliczano dla poszczególnych operacji we wszystkich wariantach dla posuwu p oraz prędkości skrawania v , natomiast dla czasu głównego wykonania t_g sworznia stan względny obliczano łącznie dla całego planu operacyjnego w poszczególnych wariantach.

Zaumowane nasielnia (stany względne) s lub s' przemnożone przez współczynniki ważności kryteriów ujęte w proporcji (1) dały skuteczności oddziaływania poszczególnych kryteriów optymalizacji zestawione w tab. 1. Z tabeli tej wynika, że najkorzystniejszym okazał się plan operacyjny 1b, tzn. wersja 1 w wariantcie b, dla którego uzyskano największą kumulację, czyli sumę skuteczności oddziaływania kryteriów. Graficzne ujęcie wyników optymalizacji przedstawiono na rys. 2.

Tabela 1

Wyniki optymalizacji planów operacyjnych

Wersja planu	1			2			3		
Wariant	a	b	c	a	b	c	a	b	c
t_g	2,44	4	2,6	0	0,08	0,08	2,44	2,52	2,6
Skuteczności v	8,44	24,74	4	8,5	24,74	4	8,56	24,74	4
p^a	7,5	14	4,68	8	14	4,53	8	14	4,58
Kumulacja	18,38	42,74	11,28	16,5	38,82	8,61	19,0	41,26	11,18
Lokata	5	1	7	6	3	9	4	2	8



Rys. 2. Wykres słupkowy kumulacji dla porównywalnych planów operacyjnych obróbki

W razie zainteresowania szczegółami - autor służy dodatkowymi informacjami dopełniającymi treść niniejszego opracowania.

Zaprezentowany przykład, to oczywiście tylko jeden z bardzo wielu przykładów wykorzystania OR, które już zrealizowano w praktyce i zasygnalizowano w [1] oraz tych możliwości, które jeszcze nie zostały wykorzystane.

Wieloletnia obserwacja rozwoju badań w zakresie optymalizacji wielokryterialnej prowadzi do spostrzeżenia, że po pierwsze - nie została jeszcze w pełni opanowana metodologia tego rodzaju działań, a po drugie - wylaniają się nasze istotne luki poznawcze w odniesieniu do bardzo wielu układów, które mogłyby i powinny być optymalizowane. Te luki sprowadzają

się głównie do poznania odmian właściwości opisujących badane układy oraz sposobu i zakresu zmian stanów tych właściwości.

W wyniku istniejącego stanu rzeczy do dyspozycji pozostaje często tylko ograniczona liczba kryteriów optymalizacji, a to w oczywisty sposób ogranicza również zasób dysponowanej informacji. Jest zrozumiałe, że próby skutecznego wykorzystania różnych układów przy spłyconej ich znajomości - nie mogą dać w pełni rzetelnych rezultatów. Wobec takiej sytuacji głębsze poznawanie różnych procesów w celu wyłaniania nie wykorzystanych dotychczas właściwości oraz ich zmian, w aspekcie wydatnego wzbogacenia zasobów naszej wiedzy, staje się bieżącą koniecznością, tym bardziej, że wiele przesłanek wskazuje na nie ujawnione jeszcze rezerwy i możliwości pełniejszego ich wykorzystania w zastosowaniach praktycznych.

Pomoc metodologiczną w tym zakresie mogą dać systematycznie realizowane badania różnych przemian jakościowych, o czym więcej szczegółów podaje się w pracy [4], jako że to co się dzieje w postrzeganej przez nas rzeczywistości można sprowadzić do nieustannie zachodzących bez naszej ingerencji przemian jakościowych w naturze i tych przemian jakościowych, które inicjujemy lub tylko stymulujemy w różnych dziedzinach tworzonych przez ludzi techniki.

3. Wnioski

1. Z uwagi na możliwości polepszenia efektów ekonomicznych operacyjne plany obróbkowe (szczególnie dla produkcji wielkoseryjnej i masowej) powinny być przygotowane w kilku wariantach w celu dokonania wyboru najlepszego z nich przez optymalizację.

2. Ze względu na zróżnicowany wpływ parametrów skrawania (np. prędkość v , posuw p , głębokość skrawania g) na efekty obróbkowe (wydajność, dokładność, gładkość powierzchni, wykorzystanie obrabiarki i narzędzia) optymalizacja obróbkowych planów operacyjnych powinna być wielokryterialna.

3. Jak wykazano w opisanym przykładzie, który ma przede wszystkim znaczenie poglądowe, próba wykorzystania OR do optymalizowania operacyjnych planów obróbkowych dała rezultat pomyślny.

4. W przypadkach systematycznego stosowania OR do racjonalizacji procesów obróbkowych, procedurę optymalizacyjną można usprawnić i skrócić w czasie, przez wykorzystanie uprzednio przygotowanych nomogramów lub tabel przeliczeniowych.

5. Należy dążyć do rozpowszechniania i wdrażania do praktyki koncepcji wykorzystania OR w procesach wyboru najbardziej racjonalnych planów obróbkowych.

6. Perspektywę rozwojową w głębszym poznaniu i wykorzystaniu sił przyrody dla potrzeb człowieka mogą stworzyć systematycznie realizowane według ujednocnionej metodologii badania konglomeratu zdarzeń i przemian jakościowych w otaczającej nas rzeczywistości.

LITERATURA

- [1] Kolman R.: Konceptcja relatywnego modelowania procesu obróbkowego. Materiały XXI Sympozjonu "Modelowanie w mechanice", Politechnika Śląska - PTMTiS, Gliwice - Wisła 1982.
- [2] Kolman R.: Sterowanie jakością wytwarzania. Wyd. 2. Politechnika Gdańska 1980.
- [3] Wołk R.: Techniczne normowanie czasów obróbki. Normowanie obróbki skrawaniem, PWT, Warszawa 1961.
- [4] Kolman R.: Niektóre zagadnienia badawcze przemian jakościowych. ZN Pol. Gdańskiej. Mechanika (w przygotowaniu do druku).

Recenzent: doc. dr hab. inż. Jan Szadkowski

Wpłynęło do Redakcji: 27.9.1982 r.

РЕЛЯТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ ОБРАБОТОЧНЫХ ПЛАНОВ

Р е з ю м е

Приведено пример использования релятивной оптимизации к выборке более способного варианта операционного плана обработки. Эту оптимизацию можно применять в проектировании технологических процессов произвольных деталей машин.

RELATIVE OPTIMIZATION OF MACHANING PROCEDURE

S u m m a r y

The paper presents an application example of a relative optimization in the case of a proper machining procedure selection. This optimization may be used in a machining planning of an optional machine element.