

MICHAŁ HEBDA
WYŻSZA SZKOŁA INŻYNIERSKA
RADOM

PROBLEMY OPTYMALIZACJI EKSPLOATACJI MASZYN

W referacie poruszono złożoność problematyki eksploatacji maszyn. Omówiono realizację celów problemu węzłowego O5.14 w aspekcie optymalizacji. Scharakteryzowano poszczególne metody optymalizacji.

W roku 1976 został powołany problem węzłowy O5.14 nt.: "Optymalizacja eksploatacji pojazdów mechanicznych i maszyn w gospodarce narodowej". Eksploatowanie urządzeń technicznych jest to proces, który odbywa się od chwili wytworzenia urządzenia do chwili kasacji. W procesie eksploatacji wyróżnia się dwa stany eksploatacyjne: stan użytkowania oraz stan odnawiania. Rozwój nauki o eksploatacji urządzeń technicznych w Polsce został zapoczątkowany w wyniku społecznego zapotrzebowania na prace badawcze, których przedmiotem było optymalne wykorzystywanie urządzeń w celowym działaniu ludzi. Całokształt wszelkich działań mających na celu poszukiwanie rozwiązań optymalnych nazywa się optymalizacją.

Pod pojęciem rozwiązania optymalnego rozumie się rozwiązanie najlepsze z pewnego punktu widzenia wyrażonego w postaci kryterium optymalizacji, w danych warunkach określonych zbiorem ograniczeń. Dla uzyskania rozwiązań optymalnych należy:

- sformułować zagadnienie podlegające optymalizacji,
- wybrać zmienne decyzyjne podlegające optymalizacji,
- wybrać kryterium optymalizacji,
- określić zbiór ograniczeń zagadnienia podlegającego optymalizacji,
- sformułować postać modelu matematycznego zagadnienia podlegającego optymalizacji,

- wybrać metodę rozwiązania modelu,
- rozwiązać model.

Określenie charakteru zmiennych /np. zdeterminowane, losowe, ciągłe, dyskretne/ postaci funkcji kryterium i zbioru ograniczeń np: liniowe, nieliniowe/ determinuje wybór metody optymalizacji. Wyróżnia się dwie klasy metod optymalizacji ze względu na postać kryterium i zbiór ograniczeń, tj:

- liniowe,
- nieliniowe.

W klasie metod liniowych najbardziej znane są metody:

- programowania liniowego,
- programowania liniowego dyskretnego,
- programowania liniowego stochastycznego.

Ogólna postać zadania programowania liniowego jest następująca:

Znaleźć ekstremum funkcji kryterium:

$$Q = \sum_{i=1}^n C_i X_i$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{i=1}^n a_i^k x_i - b^k \geq 0 \quad k = 1, \dots, m$$

W przypadku 2 na zmienne nakłada się dodatkowo warunek dyskretyzacji, a w przypadku 3 zakłada się losowy charakter współczynników.

W klasie metod nieliniowych wyróżniamy między innymi metody:

- programowania wypukłego /funkcja celu jest funkcją wypukłą, ograniczenia wyznaczają zbiór wypukły/,
- programowanie dynamiczne,

funkcja celu w postaci:

$$Q = \sum_{i=1}^n f_i(x_i)$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{i=1}^n g_i^k(x_i) \geq 0 \quad k = 1, \dots, m$$

- wariacyjne /kryterium w postaci funkcjonału/.

Powyższe metody pozwalają na dokładne wyznaczenie rozwiązania optymalnego. Zakres stosowalności przedstawionych metod jest jednak ograniczony rozmiarem i złożonością optymalizowanych zagadnień. W sprzyjających przypadkach złożone zagadnienia optymalizacyjne mogą być podzielone na części, które rozwiązuje się oddzielnie. Zadania częściowe są przy tym w odpowiedni sposób uzależnione między sobą przez pewne zadanie nadrzędne. Nazywa się to odpowiednio dekompozycją i koordynacją. Do optymalizacji złożonych systemów rzeczywistych można stosować również metodę symula-

cji cyfrowej. Eksploatacja jest złożonym zagadnieniem optymalizacyjnym. Głównym celem problemu węzłowego O5.14 jest zoptymalizowanie eksploatacji wybranych grup urządzeń technicznych w zakresie: organizacji eksploatacji, użytkowania, obsługi i remontu, produkcji i zaopatrzenia w części zamienne, gospodarki paliwowo-smarowniczej oraz przygotowania kadr eksploatorów. W celu uzyskania odpowiedzi na postawiony problem główny wyróżniono siedem następujących podproblemów:

- O1 - systemy użytkowania urządzeń technicznych,
 - O2 - systemy odnawiania urządzeń technicznych,
 - O3 - trwałość i niezawodność urządzeń technicznych,
 - O4 - gospodarka paliwowo-smarownicza urządzeń technicznych,
 - O5 - systemy zaopatrywania w części zamienne i zespoły dla urządzeń technicznych,
 - O6 - systemy przygotowania kadr eksploatorów urządzeń technicznych,
 - O7 - systemy informatyczne kierowania eksploatacją urządzeń technicznych.
- W wyniku realizacji prac w ramach problemu węzłowego przewiduje się osiągnięcie następujących celów:
- 1/ zwiększenia czasu pracy efektywnej urządzeń technicznych poprzez wdrożenie efektywnych struktur organizacyjno-technologicznych ich użytkowania,
 - 2/ zmniejszenie czasu odnawiania urządzeń technicznych oraz zwiększenie jakości wykonywanych prac przez wdrożenie nowych systemów ich odnawiania,
 - 3/ zwiększenie w sposób uzasadniony gospodarczo trwałości i niezawodności urządzeń technicznych w wyniku ujawnienia i likwidacji przyczyn nadmiernego ich zużycia i zawodności wywołanych przyczynami konstrukcyjnymi, technologicznymi i eksploatacyjnymi,
 - 4/ zmniejszenie zużycia paliw, olejów i smarów przez właściwy ich dobór dla poszczególnych urządzeń oraz racjonalną gospodarkę paliwowo-smarowniczą. Wynikiem prac z tego zakresu będzie ponadto zwiększenie trwałości silników i innych zespołów urządzeń technicznych,
 - 5/ ujawnienia rzeczywistych potrzeb ilościowych i asortymentowych produkcji części zamiennych przez opracowanie i wdrożenie racjonalnych systemów zaopatrywania opartych o badania naukowe,
 - 6/ wdrożenia nowoczesnych systemów organizacji eksploatacji urządzeń technicznych oraz stworzenia systemów informatycznych dla sprzężenia użytkownika z producentem w celu optymalizacji jakości produkowanych urządzeń,
 - 7/ wykształcenia kadry specjalistów na poziomie zapewniającym poprawę jakości eksploatacji urządzeń technicznych,
 - 8/ usprawnienia warunków i poprawienia bezpieczeństwa pracy w systemach eksploatacji urządzeń technicznych.

Efektom tych prac będzie również wydatne zmniejszenie stanu zapasów bieżących a jednocześnie zmniejszenie przestoju urządzeń technicznych.

Wdrożenie technicznie uzasadnionych normatywów dotyczących liczby i asortymentów części zamiennych oraz sterowanie systemami zaopatrywania pozwoli na wydatne zwolnienie mocy produkcyjnych u wytwórców części zamiennych i nasycenie rynku potrzebami ilościowo i asortymentowo częściami zamiennymi. Realizacja powyższych celów wymaga sprecyzowania szczególnych kryteriów optymalizacji oraz zbiorów ograniczeń.

W przypadku realizacji celów w podproblemie użytkowanie wyróżniono kryteria cząstkowe np:

- zwiększenie współczynnika wykorzystania czasu pracy urządzeń,
- zmniejszenie jednostkowego kosztu użytkowania,
- zwiększenie dynamicznego współczynnika ładowności,
- zmniejszenie czasów przestoju pod za- i wyładunkiem.

W przypadku realizacji celów w podproblemie trwałości i niezawodności wyróżniono kryteria cząstkowe np:

- zmniejszenie intensywności uszkodzeń,
- zwiększenie przebiegu międzyobsługowego.

Weryfikacja przyjętych kryteriów oraz ograniczeń jest możliwa poprzez wykorzystanie banku danych uzyskanych w wyniku prowadzonych badań eksploatacyjnych. Badania eksploatacyjne urządzeń mechanicznych dają szczególne możliwości zebrania informacji o obiekcie badań, oraz warunkach jego eksploatacji. Otrzymane z badań wyniki są przydatne dla potrzeb producenta oraz eksploatatora. Różnorodność urządzeń oraz stawianych celów badań w systemach ich eksploatacji wymagała utworzenia warsztatu badawczego odpowiadającego potrzebom eksploatacyjnej sytuacji badawczej.

Organizacja eksploatacyjnych badań efektywności systemu oraz niezawodności obiektu wymaga podjęcia określonych decyzji a to z kolei rozwiązania wielu problemów decyzyjnych. Eksploatacyjne badania efektywności systemu organizowane są w celu bezpośredniego zebrania informacji o użytkowaniu, odnowie, zaopatrzeniu w części zamienne i zespoły, gospodarce paliwowo-smarowniczej oraz kwalifikacjach kadr eksploatatorów. Eksploatacyjne badania niezawodności organizowane są w celu bezpośredniego zebrania informacji o niezawodności urządzeń. Ze względu na sposób prowadzenia badania eksploatacyjne można podzielić na:

- badania przyspieszone,
- badania ciągłe w warunkach normalnej eksploatacji,
- badania warstwowe /przyspieszone lecz nieintensyfikowane/ w warunkach normalnej eksploatacji.

Ze względu na stopień szczegółowości badania eksploatacyjne dzielą się na:

- badania eksploatacyjne kontrolowane, w których badane urządzenia są użytkowane i obsługiwane pod stałą kontrolą badającego, ściśle z instrukcją eksploatacyjną producenta,
- badania eksploatacyjne obserwowane, w których badane urządzenia są użytkowane i obsługiwane w warunkach normalnych dla systemu eksploatacji bez ingerencji badającego.

W problemie węzłowym O5.14 prowadzone są badania zarówno efektywności systemów eksploatacji jak i niezawodności wybranych urządzeń technicznych. Przykładowo w branży pojazdy mechaniczne badania efektywności systemu eksploatacji prowadzone są w Zjednoczeniu Przedsiębiorstw Transportowo Sprzętowych Budownictwa "Transbud", natomiast badania niezawodności dla Fabryki Samochodów Małolitrażowych

- Fiat 126 P.

Głównymi celami badań efektywności systemów eksploatacji jest opracowanie np.:

- optymalnych metod planowania użytkowania i odnowy,
- optymalnych zasad doboru środków transportu do zunifikowanych technologii,
- zasad oceny technicznej i ekonomicznej użytkowania i odnowy,
- optymalnych organizacji punktów za- i wyładunkowych,
- optymalnych okresów międzyobsługowych i międzynaprawczych dla wybranych typów pojazdów,
- optymalnych norm zużycia paliw i smarów,
- zasad ustalania normatywów magazynowych,
- zasad oceny kwalifikacji kadr eksploatatorów.

W przypadku badań niezawodności głównym celem jest opracowanie charakterystyk trwałości i niezawodności, w tym naprawialności, poprawności oraz trwałości na różnych poziomach złożoności obiektu.

Całokształt celów badań z zakresu eksploatacji zawarty jest w planie koordynacyjnym problemu węzłowego O5.14 nt: "Optymalizacja eksploatacji pojazdów mechanicznych i maszyn w gospodarce narodowej".

WNIOSKI

1. Celowe jest kontynuowanie prac nad zastosowaniem zagadnień optymalizacyjnych do problematyki eksploatacji.
2. Badania eksploatacyjne są głównym źródłem informacji o obiekcie oraz systemie eksploatacji.
3. Optymalne sterowanie eksploatacją wymaga określenia charakterystyk eksploatacyjnych, algorytmu sterowania oraz metod optymalizacji.

LITERATURA

- [1] Dokumentacja problemu węzłowego O5.14 nt: Optymalizacja eksploatacji pojazdów mechanicznych i maszyn w gospodarce narodowej.
- [2] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A.: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. PWN Warszawa 1977.
- [3] Hebda M., Janicki D.: Trwałość i niezawodność samochodów w Eksploatacji. WKiŁ, Warszawa 1976.
- [4] Kryński H., Badach A.: Zastosowania matematyki do podejmowania decyzji ekonomicznych. PWN, Warszawa 1976.
- [5] Kulikowski R.: Analiza systemowa. PWN, Warszawa 1977.

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

Резюме

В статье представлена сложность проблематики эксплуатации машин, обслужена реализация целей изловой проблемы 05.14 в аспекте оптимизации. Дана характеристика отдельных методов оптимизации! эксплуатации машин.

THE PROBLEMS OF OPTIMIZATION IN EXPLOITATION OF MACHINES

Summary

The paper deals with complexity of exploitation problems in national economy. The accomplishment of purposes laid down in the Main Problem No 05.14 has been discussed from the expected effects have been presented too. Particular optimization methods have been also characterized.