

Spis treści

A Podstawy teorii, sprawność, straty, nadwyżka antykawitacyjna

A1 Znaczenie prędkości obrotowej w technice pompowej 13

Prędkość obrotowa decyduje o wyróżniku szybkobieżności pompy konstruowanej dla zadanych parametrów Q, H , a tym samym o osiągalnej sprawności i zdolności ssania. Posiada decydujący wpływ na gabaryty pompy.

A2 Wyróżnik szybkobieżności i jego znaczenie w teorii i praktyce pomp wirowych 21

Wyróżnik szybkobieżności jest podstawową, charakterystyczną dla pomp wielkością, wiążącą wydajność, wysokość podnoszenia i prędkość obrotową. Pozwala przedstawić i analizować pompy wirowe jako spójny zbiór maszyn przepływowych, podlegających regułom teorii podobieństwa.

A3 Nadwyżka antykawitacyjna i kawitacyjny wyróżnik szybkobieżności 29

Pojęcie nadwyżki antykawitacyjnej NPSH, wprowadzone w teorii pomp w miejsce maksymalnej wysokości ssania, jednoznacznie zdefiniowane w normalizacji międzynarodowej, jest jednym z najważniejszych parametrów pomp. Badania zjawiska kawitacji w pompach wymagają wyróżnienia krytycznych stanów rozwoju kawitacji. Związek wartości NPSH, odpowiadającej określonemu stanowi, oznaczanej jako NPSH₃, z wydajnością i prędkością obrotową pompy, pozwala posługiwać się syntetycznym wskaźnikiem, jakim jest kawitacyjny wyróżnik szybkobieżności.

A4 Czynniki decydujące o sprawności pompy wirowej 41

Dążenie do wysokiej sprawności pompy sprowadza się do minimalizowania sumy strat występujących w procesie – hydraulicznych, objętościowych, mechanicznych i strat tarcia tarcz wirujących. Teoria podobieństwa pomp ujawnia zależność osiąganych sprawności od wyróżnika szybkobieżności i wydajności pompy. Decydujące znaczenie ma wielkość pompy, jej konstrukcja i staranność wykonania.

B Regulacja i współpraca pomp

B1 Równoległa i szeregową współpracę pomp 53

Celowość stosowania różnych układów pomp wynika z parametrów zasilanego obiektu, warunków zainstalowania, potrzeby regulacji oraz rachunku kosztów, który może uzasadniać stosowanie dwóch lub większej liczby pomp. Z reguły współpraca szeregową pomp wirowych zwiększa wysokość podnoszenia, a współpraca równoległa, na wspólny rurociąg zwiększa wydajność. W obu przypadkach uzyskuje się możliwość regulacji przez włączanie lub wyłączanie pomp. Dobór pomp do współpracy okazuje się jednak zadaniem wymagającym wiedzy i doświadczenia projektanta.

B2 Regulacja zmiennoodrotowa. Za i przeciw 63

Silniki asynchroniczne o prędkości regulowanej przemiennikami częstotliwości wprowadziły przełom w technice pompowej. Sprawność i łatwość regulacji pozwala uzyskać znaczne oszczędności w porównaniu z wcześniej stosowaną techniką regulacji dławieniem, ale nie może jej w wielu przypadkach wykluczać. Warto też podkreślić, że przemiennik częstotliwości staje się kolejnym ogniwem w łańcuchu niezawodności i strat energii napędu; winien być stosowany w celu regulacji, a nie korygowania błędów doboru pompy,

B3 Stan i perspektywy rozwoju inteligentnych pomp i systemów pompowych 77

Pompa z własnym komputerem, zdolna do rozpoznania i analizy warunków pracy i własnego stanu technicznego, wnosi nową jakość do praktyki eksploatacyjnej. Postęp w tej dziedzinie prowadzi do optymalizacji efektywności energetycznej i ograniczenia kosztów nadzoru. Komputeryzacja działania pomp i systemów pompowych oznacza nowy etap w rozwoju techniki pompowej.

B4 Optymalna regulacja atrybutem inteligentnej pompy 85

Regulacja pompy, działająca według algorytmu minimalizacji zużycia energii w założonych warunkach eksploatacji, stanowi o jej cechach, które można uznać za spełniające kryteria sztucznej inteligencji. Podobnie cechy inteligencji można uzyskać w układach pompowych dostosowujących się samoczynnie do zmiennych warunków pracy.

C Kryteria jakości pomp, kierunki postępu

C1 Kryteria jakości pomp wirowych 93

Dobrowolne oznaczenia pomp symbolem klas energetycznych od A do G ustępuje miejsca kryteriom efektywności energetycznej, wprowadzonym rozporządzeniami Parlamentu Europejskiego. Pompy cyrkulacyjne obowiązują kryteria EEI, a inne pompy do wody kryteria MEI. Regulacje prawne i normy nie zwalniają odbiorców pomp od precyzowania wymagań w konkretnych umowach i egzekwowania ich spełnienia.

C2 Wymagania Unii Europejskiej, dotyczące energochłonności pomp do czystej wody 103

W poszukiwaniu oszczędności źródeł energii, efektywność energetyczna traktowana jest jako „czwarte paliwo”. Efektywność energetyczna transportu cieczy jest tym większa, im większa sprawność pompy, jej napędu i regulacji. Wymagania w tym zakresie, obowiązujące na rynku pomp do wody, warunkujące oznaczanie symbolem CE, wprowadzone przez Parlament Europejski i nowe normy, wyrażają się kryteriami efektywności EEI (Energy Efficiency Index) oraz, co istotne, zasadami deklarowania i kontroli efektywności EEI.

C3 Sprawność minimalna pomp do wody 109

Zużycie energii przez pompy w krajach Unii Europejskiej może być stopniowo zmniejszanie w wyniku wdrożenia rozporządzenia Komisji Europejskiej, wyznaczającego kryteria sprawności najczęściej stosowanych pomp. Dotyczy ono pomp jednostopniowych z wlotem osiowym, pomp głębinowych i popularnych pomp wielostopniowych. Obowiązujące kryteria wyrażają się konkretnymi wartościami minimalnymi tych pomp, zestawionymi tabelarycznie.

D Dobór pompy

D1 Kryterium ekonomiczne wyboru pompy 117

Decydującym kryterium o wyborze pompy do warunków pracy, określonych w wyniku rzetelnej analizy, jest suma kosztów, w której koszt zakupu jest jednym z elementów. W analizie według reguł LCC (Life Cycle Cost) uwzględnia się oprocentowanie kredytu i stopę amortyzacji w założonym okresie eksploatacji pompy, zwykle 25-letnim.

D2 Nadwyżka parametrów 123

Przewidywanie skutków zużycia pompy podczas jej eksploatacji jest ważnym problemem, występującym podczas projektowania. Nie można niestety jednoznacznie określić zależności spadku parametrów pompy od stopnia jej zużycia. Obniżenie wydajności instalacji, będące następstwem obniżenia charakterystyki $H(Q)$, zależy od stromości charakterystyk. W niektórych przypadkach może być niezauważalne, a w innych niedopuszczalne dla funkcjonowania instalacji. W każdym przypadku stosowanie nadwyżki pociąga za sobą konsekwencje ekonomiczne.

D3 Pompa na miarę 129

Dopasowanie parametrów pompy do warunków pracy łatwym zabiegiem korekty średnicy wirnika prowadzi do ograniczenia zużycia energii oraz poprawy niezawodności i trwałości w eksploatacji. Zmniejsza się zagrożenie kawitacją oraz napór osiowy i promieniowy, co skutkuje poprawą warunków działania uszczelnienia i zmniejszeniem obciążenia łożysk pompy. Koszt zabiegu (obtaczanie lub wytaczanie łopatek) zwraca się po krótkim okresie pracy pompy.

E Eksploatacja, stany pracy

E1 Naturalne i nienaturalne stany pracy pompy wirowej 139

Kierunek obrotów oraz kierunek przepływu przez pompę różnicują stany jej pracy. Poza spotykanymi – naturalną pracą pompy oraz pracą pompy jako turbiny, wyróżnia się stany nienaturalne, które występują lub mogą wystąpić, trwale lub chwilowo, jako awaryjne.

E2 Rozruch pompy wirowej 145

Pompy wirowe są maszynami o lekkim rozruchu, poza szczególnymi przypadkami niewymagającymi urządzeń łagodzących. Zmiana momentu, wydajności i wysokości podnoszenia pompy w trakcie rozruchu zależy od jej charakterystyki oraz warunków – zwłaszcza procesu otwierania zaworu na rurociągu tłocznym. Trudności rozruchu pojawiają się w szczególnych warunkach, np. przepływu powrotnego przez pompę.

E3 Pompowanie na zatykający się rurociąg 157

Charakterystyka rurociągu podnosi się wraz ze zmniejszaniem wolnego pola powierzchni przekroju przepływowego. Pompa wyporowa pompuje ze stałą wydajnością przy wzrastającym ciśnieniu. Wydajność pompy wirowej ulega stopniowemu zmniejszaniu. Przeciwdziałanie temu wiąże się z koniecznością zwiększania prędkości obrotowej. Korzystnym rozwiązaniem jest dobór pompy, której punkt pracy na czysty rurociąg leży powyżej Q_{opt} .

E4 Zapobieganie pracy w warunkach kawitacji 165

Przystępny wykład wyjaśnia definicję rozporządzalnej nadwyżki antykawitacyjnej NPSHA, będącej parametrem układu pompowego. Standardowym warunkiem poprawnego doboru pompy, zapewniającym, że spadek wysokości podnoszenia nie będzie większy niż 3%, jest zapewnienie, że nadwyżka rozporządzalna NPSHA jest większa od nadwyżki NPSH3. Aby zapobiegać występowaniu kawitacji, stosuje się nadwyżkę wymaganą NPSHR jako parametr pompy, odpowiednio zwiększoną w stosunku do NPSH3, standardowo o 20 do 40%.

E5 Wpływ niewyważenia statycznego na pracę pompy 177

Siły generowane niewyważeniem statycznym obciążają łożyska pompy, powodują drgania i zagrażają ugięciem wału o wartościach, które mogą być większe od luzu hydraulicznego. Siły te potęgują niebezpieczne skutki pracy w pobliżu krytycznej prędkości obrotowej, zwłaszcza gdy w wyniku regulacji przekracza się prędkość nominalną.

E6 Potrzeba i sposób wyważania wirników jednołopatkowych, pracujących w wodzie 185

Rozkład ciśnienia na powierzchni łopatki wirnika podczas pracy w wodzie powoduje brak osiowej symetrii obciążenia wału. Wyważanie statyczne wirnika jednołopatkowego nie likwiduje niewyważenia w pracy. Konieczne jest analityczne wyznaczenie masy korygującej i usuwanie jej w sposób zapobiegający powstawaniu momentu od wody wirującej w miejscu ubytku materiału.

Reklamy

ANGA Uszczelnienia Mechaniczne Sp. z o.o.	24
DANFOSS Poland Sp. z o.o.	40
GAMBIT Lubawka Sp. z o.o.	64
HYDRO-VACUUM S.A.	128
Kielecka Fabryka Pomp „BIAŁOGON” S.A.	144
KTR Polska Sp. z o.o.	176
Brzeska Fabryka Pomp i Armatury MEPROZET Sp. z o.o.	24
Grupa Powen-Wafapomp S.A.	184
WILO Polska Sp. z o.o.	96
Czasopismo Pompy-Pompownie, pierwszy numer, październik 1992	64