

**SIEMENS***Ingenuity for life*

Siemens Digital Industries Software

Maksymalne wykorzystanie możliwości pomp i sprężarek

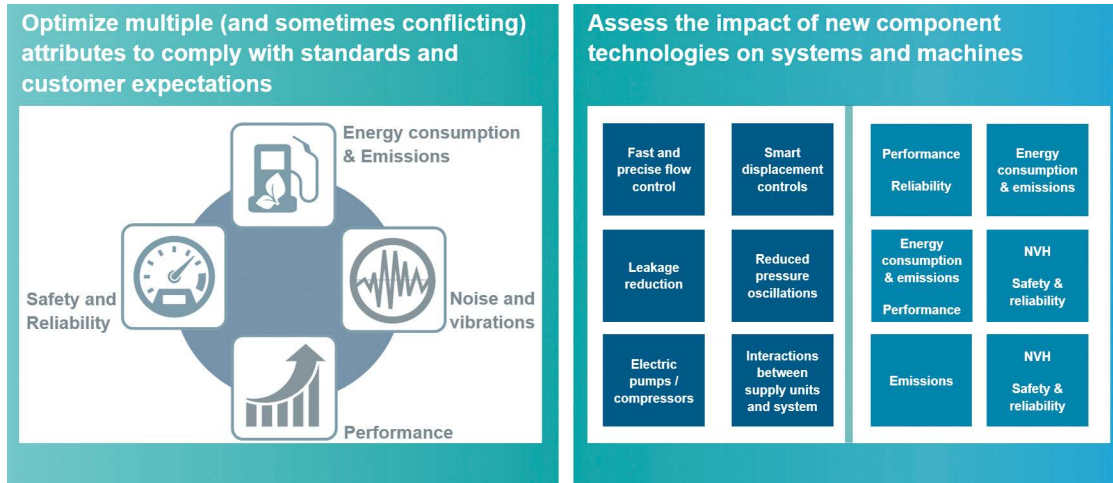
Zastosuj rozwiązanie Simcenter Amesim, aby skutecznie spełniać wymagania regulacyjne i rynkowe

Streszczenie dla kadry zarządzającej

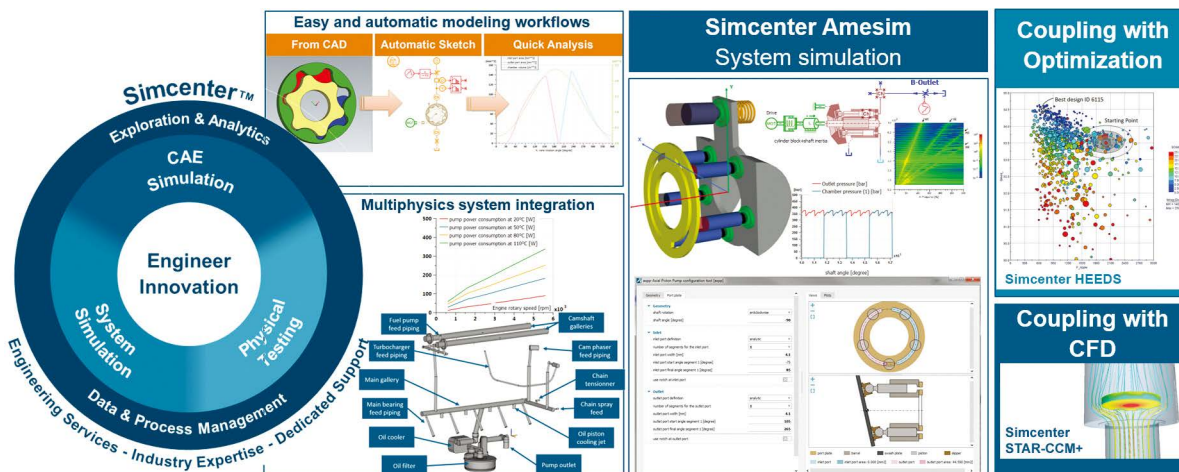
Dostawcy układów wirujących muszą obecnie zagwarantować, że oferowane przez nich produkty będą spełniały liczne kryteria, w tym coraz surowsze regulacje dotyczące hałasu, wibracji i uciążliwości działania (NVH), emisji zanieczyszczeń oraz bezpieczeństwa, jednocześnie ograniczając zużycie energii przy niezmienionej wydajności. W tym wymagającym kontekście rozwiązania do symulacji systemów mogą ułatwić klientom prawidłową ocenę proponowanych projektów na jak najwcześniejszym etapie procesu rozwoju produktu.

W konsekwencji nowe technologie są opracowywane i weryfikowane przy zastosowaniu wiarygodnych modeli wirtualnych umożliwiających badanie pełnej przestrzeni projektu pod kątem spełnienia wymogów regulacyjnych i oczekiwań klienta. Liczne i często sprzeczne atrybuty pomp i sprężarek muszą zostać zrealizowane przy użyciu rozwiązań technicznych pozwalających zmniejszyć oscylacje ciśnienia i momentu obrotowego, a także zapewniających szybką i precyzyjną regulację przepływu. Ponadto niezbędne jest zrozumienie interakcji między pompami/sprężarkami i innymi komponentami oraz systemami na dalszych etapach procesu.

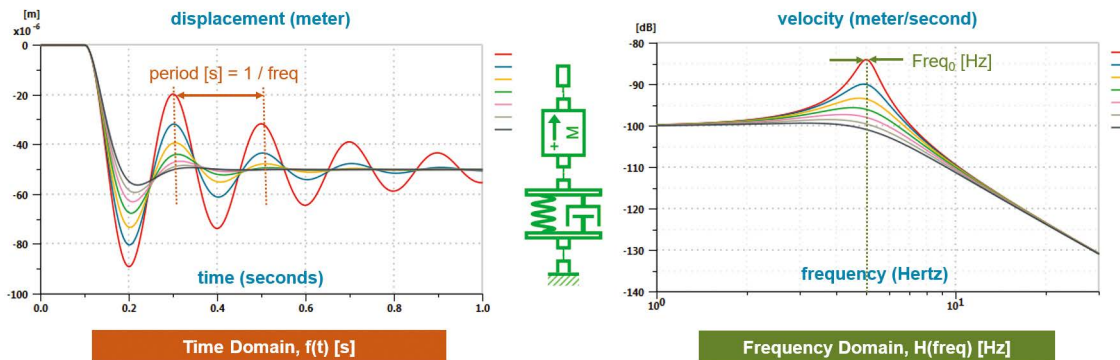
Abstrakt



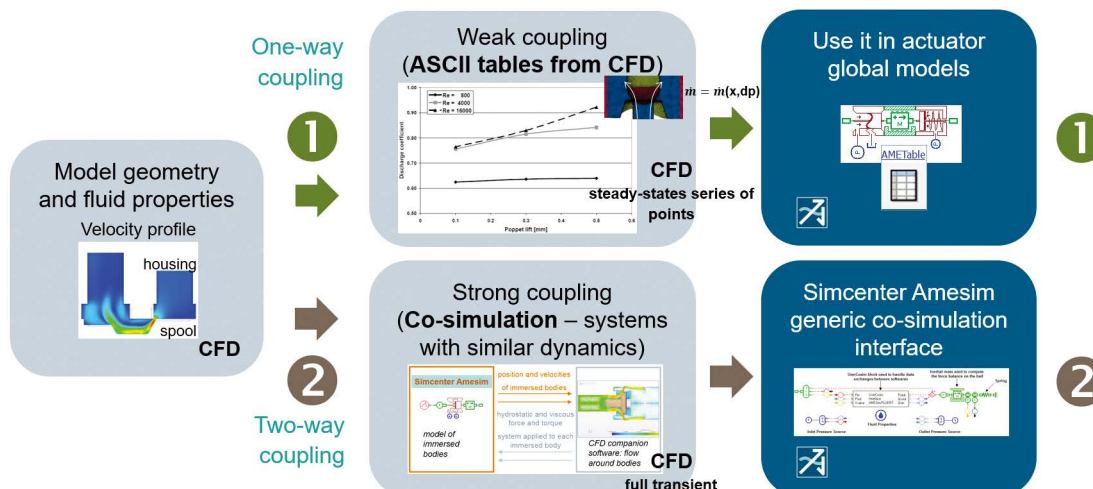
Aby ułatwić dostawcom komponentów strumieniowych opracowywanie produktów wysokiej jakości w skróconym cyklu rozwoju produktu i bez generowania nadmiernych kosztów, oferujemy im oprogramowanie Simcenter™ Amesim™, wchodzące w skład portfolio rozwiązań Xcelerator™, kompleksowego i zintegrowanego pakietu oprogramowania i usług firmy Siemens Digital Industries Software. Oprogramowanie zawiera wielodomenowe biblioteki dostępne w zintegrowanym środowisku, reprezentujące różne dziedziny fizyki, między innymi mechanikę, elektrykę, hydraulikę i fizykę cieplną.



Oprócz symulacji w dziedzinie czasu zawarte w oprogramowaniu Simcenter Amesim narzędzia do symulacji w dziedzinie częstotliwości umożliwiają identyfikację swobodnych i wymuszonych reakcji, takich jak wartości i mody własne, linię pierwiastkową i wykresy Bode/Nyquista/Nicholsa, w celu analizowania amplitud i faz funkcji transferu między zmiennymi wejściowymi (np. wzbudzenie falowania płynu w pompie) i efektami (np. poziomy ciśnienia w obwodzie).



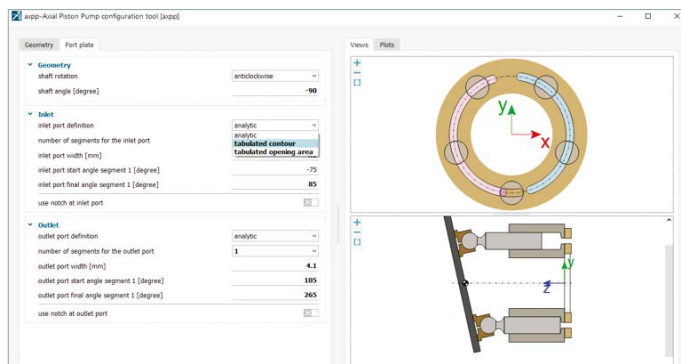
Oprogramowanie Simcenter Amesim opracowano z myślą o kompleksowych potrzebach w zakresie symulacji w procesie rozwoju produktu, łącznie z modelami funkcjonalnymi i opartymi na geometrii szczegółowej oraz fizyką quasi-statyczną i dynamiczną. Ponadto otwarty charakter oprogramowania Simcenter Amesim umożliwia połączenie modeli symulacji systemów z narzędziami do analizy mechaniki płynów (CFD) 3D w celu analizowania przepływów w skali lokalnej. Oprogramowanie jest stosowane między innymi do oceny strat ciśnienia w złożonych układach rur lub zagłębieniach, współczynników przepływu w warunkach określonych ograniczeń lub sił przepływowych oddziałujących na zawory grzybkowe i sterujące o określonych kanałach przepływowych i recyrkulacji.



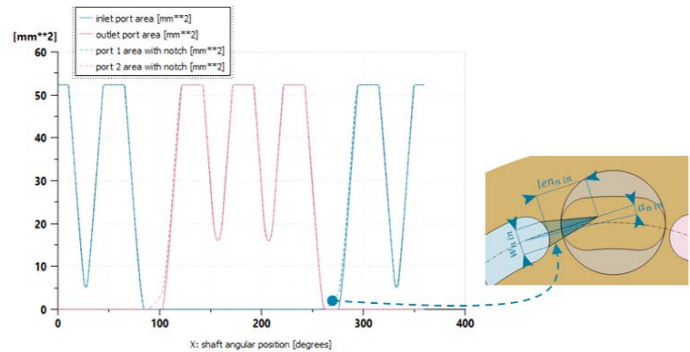
Modelowanie układów hydraulicznych

Na potrzeby zastosowań hydraulicznych oprogramowanie Simcenter Amesim oferuje trzy biblioteki stanowiące kompleksową odpowiedź na wymagania symulacji na podstawie dostępnych danych wejściowych i dynamiki:

- Funkcjonalne modele fizyczne przedstawiające ogólne/dominujące charakterystyki pomp, zaworów, akumulatorów itp. na poziomie systemu, opisywane przy użyciu wspólnych cech dostępnych na arkuszach danych.
- Opory hydrauliczne w celu uwzględnienia lokalnych strat ciśnienia wynikających z łuków, połączeń trójdrożnych i innych nieoczekiwanych zmian geometrii rur. Ta biblioteka może być niezbędna w przypadku przewodów hydraulicznych podłączonych do niskociśnieniowych wlotów pomp, gdzie wysokie ciśnienie może skutkować powstaniem względnego podciśnienia oraz silnym napowietrzeniem i kawitacją po stronie ssącej.
- W przypadku rur o złożonej geometrii inżynierowie mogą łatwo utworzyć model w oprogramowaniu Simcenter Amesim i określić jego parametry przy użyciu funkcji importu z oprogramowania CAD (komputerowego wspomagania projektowania) dostępnych na platformie symulacji.
- Ostatnia z bibliotek, biblioteka projektów komponentów, zawiera wiele modeli opartych na geometrii, reprezentujących w pełni drogi przepływu w hydraulicznych zaworach sterujących i grzybkowych, wyciekach oraz pompach. Ta biblioteka jest przeznaczona do wspomagania projektowania komponentów oraz optymalizacji układów hydraulicznych.



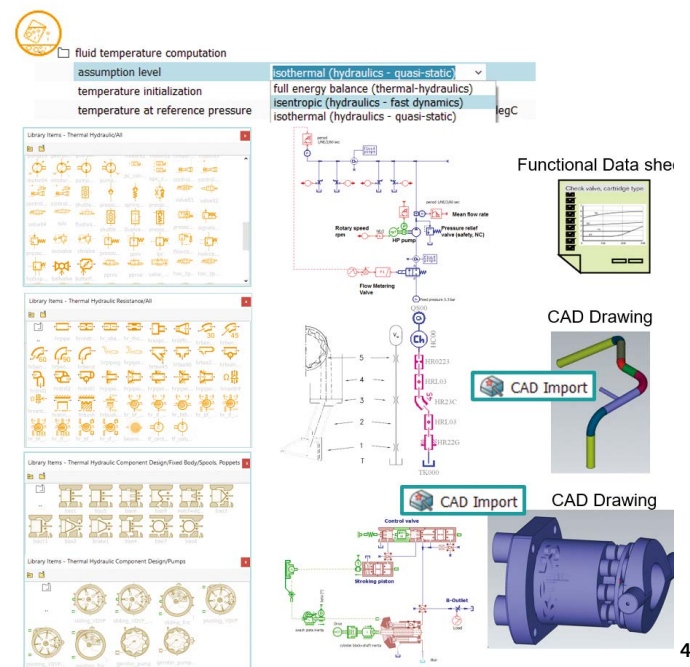
Siemens Digital Industries Software



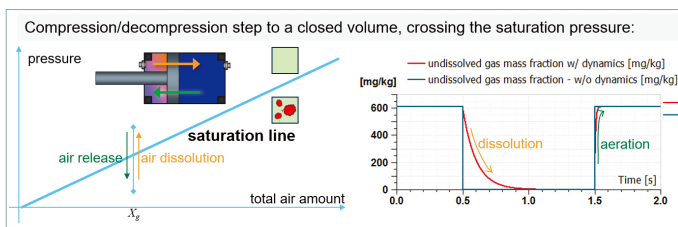
W przypadku pomp wyporowych można użyć w pełni zintegrowanych modeli w fazie poprzedzającej projektowanie, gdy nie są jeszcze dostępne rysunki CAD, w celu zweryfikowania różnych opcji geometrii przy użyciu aplikacji do preprocessingu, które ułatwiają określenie parametrów modelu.

Gdy tylko rysunek pompy będzie dostępny, funkcje importu z oprogramowania CAD umożliwią użytkownikowi automatyczne wygenerowanie szkicu i określenie parametrów modelu pompy przez bezpośrednie pobranie jej geometrii.

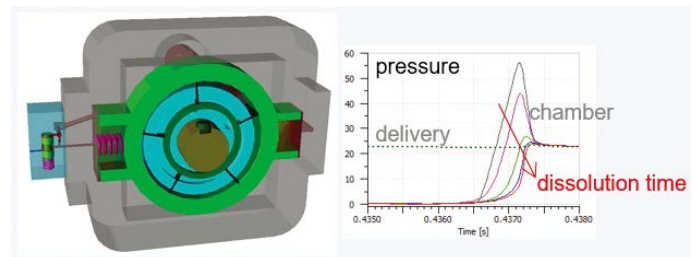
Obliczanie zaawansowanych właściwości cieczy musi zawsze przebiegać zgodnie z zasadami termodynamiki (zasada zachowania masy i energii), co pozwala na prognozowanie zjawisk napowietrzania i kawitacji mogących wystąpić na przykład na wlocie pompy przy wyższej prędkości kątowej.



W najbardziej złożonym modelu napowietrzania, przeznaczonym do przeprowadzania analizy pełnej dynamiki pomp hydraulicznych, całkowita ilość powietrza i ilość nierozpuszczonego powietrza to wartości niezależne, obliczone na podstawie zasad zachowania ułamków masowych. Zmiana ułamka masowego nierozpuszczonego gazu uwzględnia dynamikę napowietrzania i rozpuszczania przez uwzględnienie inercji pierwszego rzędu określonej przez zdefiniowane przez użytkownika stałe czasowe lub bardziej złożone zasady.¹



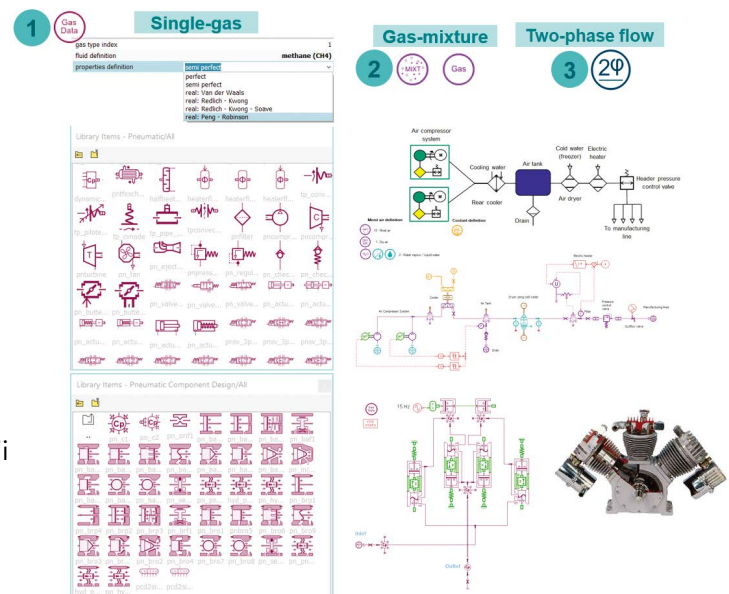
Ten artykuł² opisuje wpływ dynamiki rozpuszczania powietrza na regulację pompy smarującej o zmiennej wydajności z regulowanym ustawieniem ciśnienia. Ta dynamika ma znaczący wpływ na chwilową wartość oddzielnego powietrza, co z kolei determinuje wartość efektywnego współczynnika sprężystości objętościowej mieszaniny powietrza/oleju oraz tempa zmian ciśnienia.



Modelowanie układów pneumatycznych

Oprogramowanie Simcenter Amesim oferuje biblioteki stanowiące kompleksową odpowiedź na potrzeby symulacji układów pneumatycznych na podstawie dostępnych danych wejściowych i dynamiki.

- W przypadku zastosowań z użyciem jednego gazu biblioteki układów pneumatycznych oferują modele uwzględniające właściwości gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego.
- Rozwiązanie z zastosowaniem mieszaniny gazu jest dostosowane do różnych gatunków ze zmianami frakcji gazu w czasie.
- W przypadku przepływu dwufazowego konkretne biblioteki umożliwiają analizę zjawiska zmiany fazy cieczy w parownikach lub kondensatorach.



Przykłady zastosowań

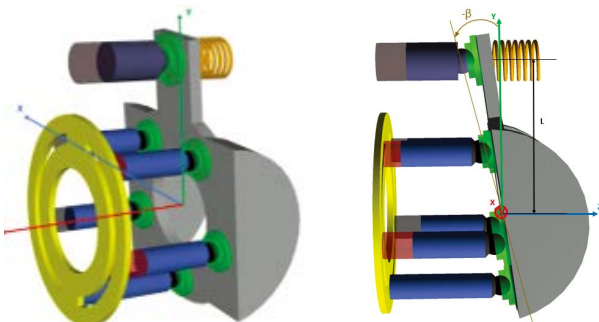
Spośród wszelkich możliwych technologii pomp i sprężarek używanych w różnych segmentach przemysłu na potrzeby tej sekcji wybrano osiową pompę tłokową i sprężarkę tłokową.

Osiowa pompa tłokowa

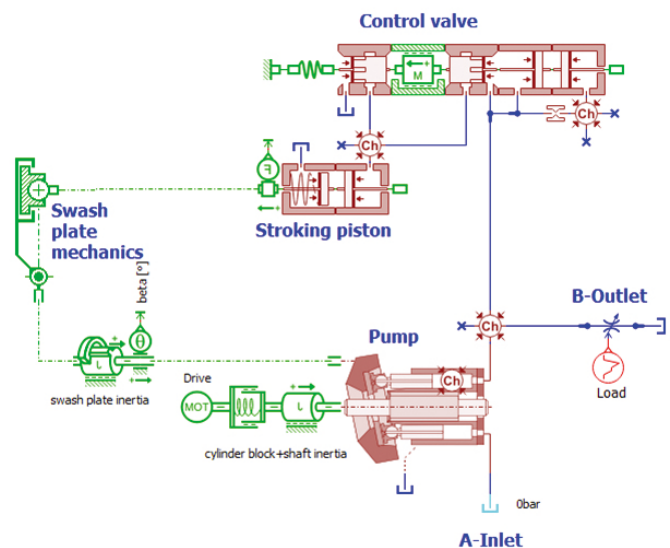
Osiowe pompy tłokowe są szeroko stosowane w segmencie mobilności oraz przemysłowym, a także do zasilania układów hydraulicznych samolotów odrzutowych. Ta technologia jest w stanie osiągnąć wysoką sprawność objętościową, nawet przy najwyższych wartościach ciśnienia hydraulicznego. Ponadto osiowe pompy tłokowe mogą występować zarówno z konstrukcją zapewniającą stałą, jak i zmienną wydajność.

Poniższa ilustracja przedstawia osiową pompę tłokową o zmiennej wydajności z tarczą przechylną.

Gdy ciśnienie zasilania pompy osiąga maksymalną wartość odpowiadającą ciśnieniu otwarcia zaworu sterującego, tłok oddziałujący na tarczę przechylną zaczyna poruszać się pod wpływem ciśnienia (z lewej do prawej), zmniejszając kąt β tarczy, a następnie wypór pompy i prędkość przepływu.



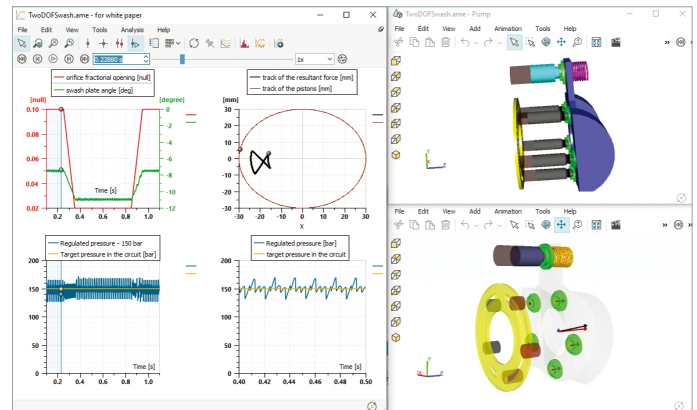
Model pompy został wygenerowany automatycznie, łącznie z określeniem jego parametrów, przez zaimportowanie pliku CAD bezpośrednio do oprogramowania Simcenter Amesim. Ponadto dodano do niego zawór sterujący, tłok i mechanizm tarczy przechylnej, aby umożliwić regulację tarczy w celu zmniejszenia wyporu pompy, gdy ciśnienie zasilania osiągnie wartość równoważną napięciu wstępnemu sprężyny.



Model pompy integruje wiele zjawisk, jak na przykład:

- kinematykę tłoków pompy,
- obszary otworów portów tarczy (mogą zawierać wycięcia),
- wewnętrzne wycieki i siły tarcia lepkiego oraz ściśliwość płynu zwiększają się znacząco na skutek zjawiska napowietrzania i kawitacji, zwłaszcza przy największych prędkościach wału.

Przedstawiony powyżej model symulacji umożliwia użytkownikowi zoptymalizowanie konstrukcji pompy w celu ograniczenia falowania przepływu i momentu obrotowego, ulepszenia charakterystyki NVH i wydajności, a także zagwarantowania stabilnej regulacji wyporu w pełnym zakresie roboczym.



Istnieje wiele publikacji poświęconych zastosowaniu oprogramowania Simcenter Amesim do opracowywania i optymalizowania konstrukcji osiowych pomp tłokowych.^{3, 4, 5, 6, 7}

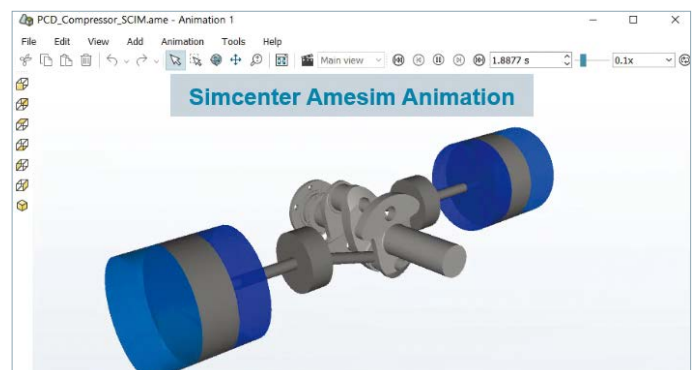
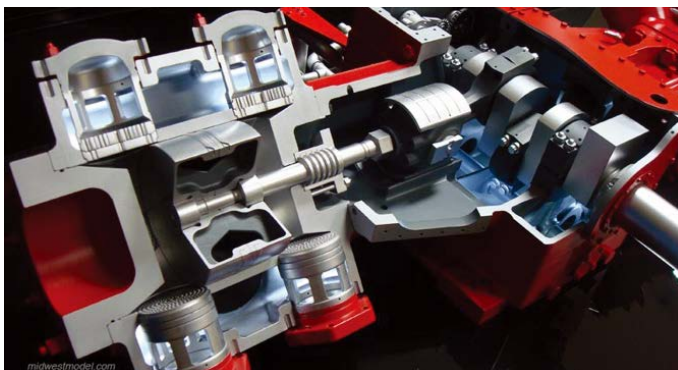
Sprężarka tłokowa

Sprężarka tłokowa jest urządzeniem wyporowym z tłokami, służącym do sprężania gazu i dostarczania go pod wysokim ciśnieniem. Tłoki są napędzane przez mechanizm korbowy.

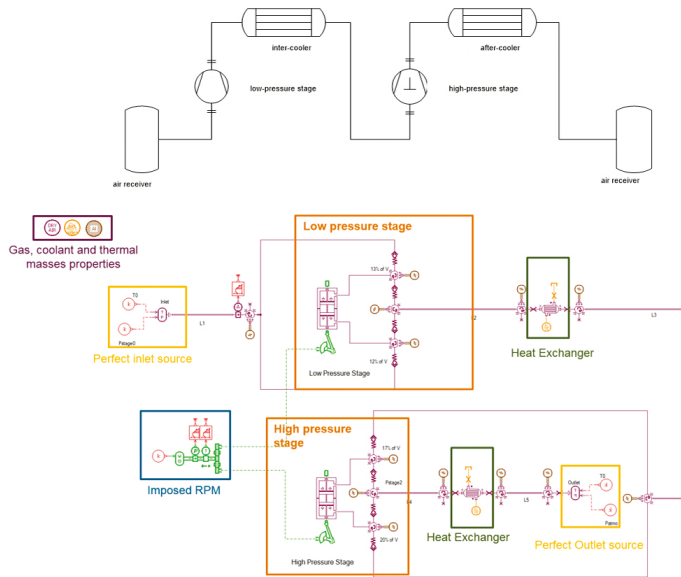
Sprężarki są używane w niemal każdym zakładzie przemysłowym jako źródło sprężonego powietrza do różnych narzędzi obróbki, jako zbiorniki gazu i układy napędowe. Są także stosowane w branży naftowej i gazowej. Sprężarki mogą być jedno- lub dwustronnego

działania. W sprężarkach dwustronnego działania sprężanie następuje po obu stronach tłoka podczas jego wysuwania i cofania.

W przypadku wysokiego stopnia kompresji sprężanie przebiega wieloetapowo, przy zastosowaniu wielu sprężarek pracujących w szeregu. Podczas sprężania następuje gwałtowny wzrost temperatury, w związku z czym należy zapewnić wymienniki ciepła odpowiedniej wielkości, aby uniknąć przegrzania urządzeń.

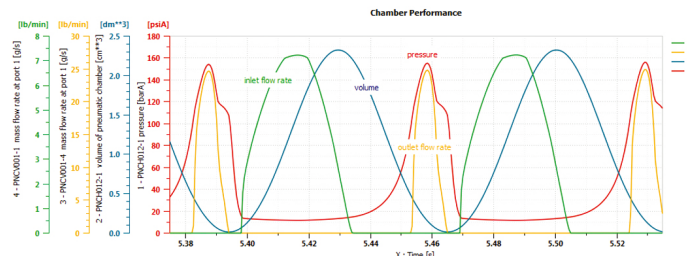


W oprogramowaniu Simcenter Amesim przedstawiono dwuetapową sprężarkę dwustronnego działania z dwoma wymiennikami ciepła (chłodnicą międzystopniową i zewnętrzną) zapewniającymi chłodzenie.

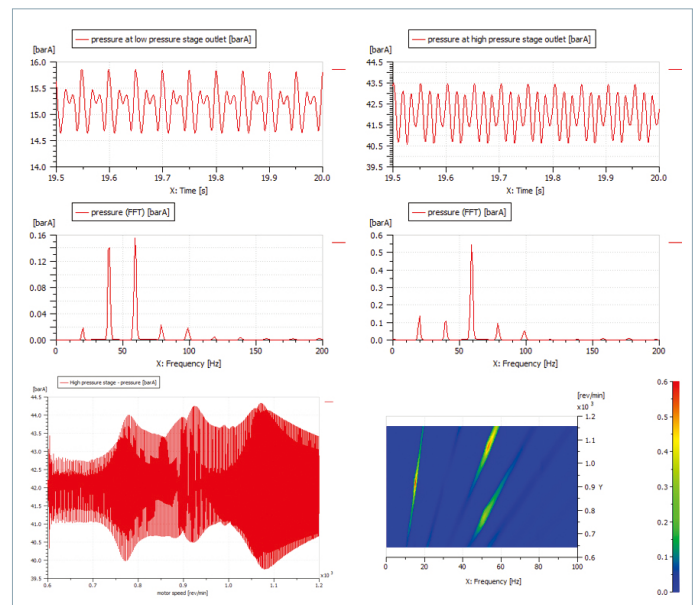


Powyższy model symulacji umożliwia użytkownikowi ulepszenie wydajności sprężarki dzięki prognozowaniu wymaganego momentu obrotowego, zrozumieniu dynamiki linii gazowej, ograniczeniu strat pompy (na skutek tarcia lub wycieków) oraz poprawienie dynamiki układu napędowego pompy (kształty modalne, odpowiedź częstotliwościowa).

Oprogramowanie Simcenter Amesim pozwala użytkownikom ocenić działanie każdej komory pod kątem zmienności objętościowej, tempa przepływu na wlocie i wylocie oraz ciśnienia wewnętrznego.



Na wylocie każdego etapu sprężania użytkownik może sprawdzić poziom temperatury, pulsacje ciśnienia oraz wpływ przewodów pneumatycznych na tłumienie lub wzmacnienie tych oscylacji.

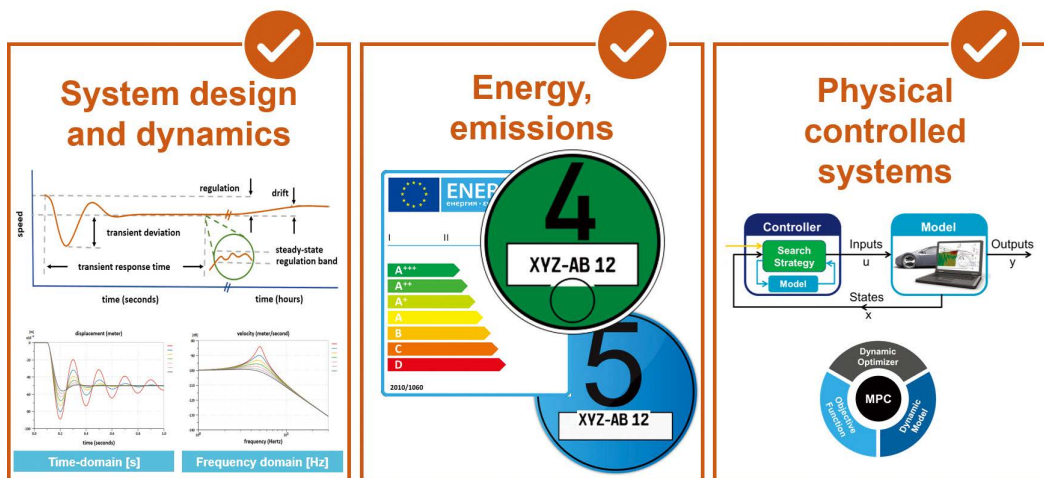


Podsumowanie

Oprogramowanie Simcenter Amesim obsługuje modelowanie komponentów hydraulicznych odznaczających się wysoką wydajnością i inteligentnymi systemami mechatronicznymi, pozwalając jednocześnie zachować kontrolę nad czasem i kosztami rozwoju produktu.

Symulacja systemów pozwala inżynierom uzyskać właściwy rozmiar i optymalizację właściwości

dynamicznych hydraulicznych jednostek zasilających, zaworów, wymienników ciepła, siłowników i innych połączonych komponentów. Ułatwia również modyfikowanie istniejących lub nowych projektów na wczesnym etapie, umożliwiając weryfikację właściwości cieplnych w różnych warunkach roboczych oraz cyklach działania, a także integrowanie inteligentnych strategii sterowania już na samym początku cyklu projektowania produktu.



Źródła

1. J. Zhou, A. Vacca, B. Manhartgruber, „A novel approach for the prediction of dynamic features of air release and absorption in hydraulic oils”, *Journal of Fluids Engineering*, ASME, wrzesień 2013, tom 135.
2. M. Rundo et al. „Modelling of a variable displacement lubricating pump with air dissolution dynamics”, *SAE Int. J. Engines* 2018., ISSN 1946–3936.
3. S. Stoll et al. „Simulation of hydraulic drive system using library elements” Bosch Rexroth, Elchingen, Mobile Conference 2006.
4. N. Timo et al. „Active systems for noise reduction and efficiency improvement of axial piston pumps”, Bosch Rexroth, Fluid Power Motion and Control Conference 2008.
5. P. Achten et al. „A four-quadrant hydraulic transformer for hybrid vehicles”, Innas BV, 11th Scandinavian International Conference on Fluid Power 2009.
6. M. Borghi et al. „Displacement control in variable displacement axial piston swashplate type pumps”, 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power 2011.
7. M. Rigosi et al. „Optimization of a low noise hydraulic piston pump”, Newsletter Enginsoft Year 11 nr^o4, https://www.enginsoft.com/assets/pdf/specialissue/newsletter_modeFRONTIER.pdf

Siemens Digital Industries Software

Centrala

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA+1 972 987 3000

Ameryka Pn. i Płd.

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA+1 314 264 8499

Europa

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Azja i Pacyfik

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Koulun, Hongkong
+852 2230 3333

O firmie Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software prowadzi współczesnym przemianom, które pozwolą zbudować cyfrowe przedsiębiorstwo, gdzie inżynieria, produkcja i elektronika tworzą przyszłość. Kompleksowe i zintegrowane portfolio oprogramowania i usług Xcelerator oferowane przez firmę Siemens Digital Industries Software pomaga firmom każdej wielkości tworzyć i wykorzystywać cyfrowe bliźniaki, dzięki którym organizacje zyskują nowe pomysły i informacje, więcej możliwości i wyższy poziom automatyzacji, co sprzyja opracowywaniu innowacyjnych rozwiązań. Aby uzyskać więcej informacji na temat produktów i usług firmy Siemens Digital Industries Software, odwiedź stronę siemens.com/software lub obserwuj nas w serwisie [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) i [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

siemens.com/software

© 2020 Siemens. Listę znaków towarowych firmy Siemens można znaleźć [tutaj](#).
Pozostałe znaki towarowe należą do odpowiednich podmiotów.

82757-83427-C3-PL 2/21 LOC