

Inteligentny układ napędowy CST





Siła napędowa Twojego sukcesu

Stały nacisk na poprawę wydajności sprawia, że zwiększenie efektywności staje się kluczowym celem operatorów kopalń. Firma Caterpillar stale monitoruje wszystkie aspekty związane z działaniem przodków ścianowych oraz urządzeń, aby zwiększać ich wydajność i zmniejszać łączne koszty wydobycia. Wydajność systemów przenośników ścianowych nieustannie wzrasta.

Większa wydajność

Coraz potężniejsze systemy wymagają użycia większej mocy, cięższych łańcuchów i szybszych przenośników, zapewniających maksymalny czas nieprzerwanego działania. Niezbędne stało się zastosowanie inteligentnego układu napędowego do przenośników ścianowych, dlatego nasi inżynierowie skonstruowali układ napędowy o kontrolowanym przełożeniu rozruchowym (ang. Controlled Start Transmission, CST), spełniający następujące wymagania:

- Obecnie dostępna moc to 1800 kW (2447 hp przy częstotliwości 50 Hz, 2937 hp przy częstotliwości 60 Hz) na jednostkę napędową
- Bezpieczne uruchamianie przenośnika ścianowego
- Pełne wykorzystanie dostępnej mocy
- Bardzo wytrzymałe podzespoły
- Niewielkie wymiary
- Duża sprawność

Układ napędowy CST

Od 1991 r. nasi inżynierowie współpracują z firmą Baldor Electric nad rozwojem układu napędowego CST do przenośników ścianowych.

CST to przekładnia planetarna ze zintegrowanym wielotarczowym sprzęgłem CST o płynnej regulacji prędkości. Zawiera ona również moduł sterowania napędem PMC-D, umożliwiający uruchamianie silnika bez obciążenia, płynny rozruch systemu przenośników ścianowych AFC oraz zsynchronizowane uruchamianie z dużym obciążeniem. Pozwala to na dokładne równoważenie obciążenia nawet trzech silników przy doskonałym, niezwykle szybkim zabezpieczeniu przeciążeniowym. Model CST65 oferuje moc 1200 kW (1950 KM) na przekładnię, model CST45—do 800 kW (1250 KM), a model CST30—500 kW (800 KM). Sprzęgło zapewnia maksymalną sprawność i minimalny poślizg roboczy. CST stanowi gabarytowo niewielki układ napędowy ze zintegrowaną funkcją pracy awaryjnej. W latach 1995–2010 sprzedano na całym świecie ponad 500 układów CST.

Modułowa konstrukcja

Przekładnie o kontrolowanym rozruchu (CST) charakteryzują się modułową konstrukcją i składają się z trzech części. Dzięki tak zaprojektowanej strukturze możliwe jest zastosowanie jednakowych modułów zasilania i modułów wyjściowych we wszystkich wariantach przekładni CST o jednakowych parametrach. O konstrukcji jako przekładnia kątowa (planetarne przekładnie zębate stożkowo-skośne; w skrócie przekładnie typu KP) lub przekładnie planetarne ze współosiowym wałem wejściowym i wyjściowym (w skrócie: przekładnie typu P) decyduje wyłącznie środkowy moduł przekładni. Przekładnia KP to przekładnia czterostopniowa, w skład której wchodzi: stopień kół zębatach stożkowych, dwa stopnie kół zębatach czołowych oraz planetarny stopień wyjściowy. Zmiana przełożenia następuje poprzez wymianę par kół zębatach środkowego modułu przekładni. Przy parametrach 30, 45 i 65 przekładnia typu P stanowi przekładnię dwustopniową, na którą składają się 2 stopnie obiegowe. W przypadku parametru 115 dodany jest trzeci stopień obiegowy.

Zasilanie olejem

Pompa wysokociśnieniowa dostarcza olej do sprzęgła, podczas gdy serwowawór kontroluje ciśnienie, które utrzymuje ścisk płyt sprzęgła. Moc przekazywana jest z niemal w 100 % oraz bez tarcia, ponieważ poślizg roboczy wynosi zaledwie 0,2 %. Pompa oleju chłodzącego zapewnia stały przepływ oleju w obrębie całego układu napędu—do 2000 l/min, w zależności jego wielkości.

Przekładnia o kontrolowanym rozruchu (CST) nadaje się do stosowania w charakterze przekładni przenośnika do kadłubów napędowych z oddzielnym wałem, na którym osadzone jest łożysko lub—w przypadku wersji M—także w charakterze przekładni struga jako osprzęt układu napędu struga. Przekładnia ta ma jedną komorę olejową. Dodana opcja



Układ napędowy CST45

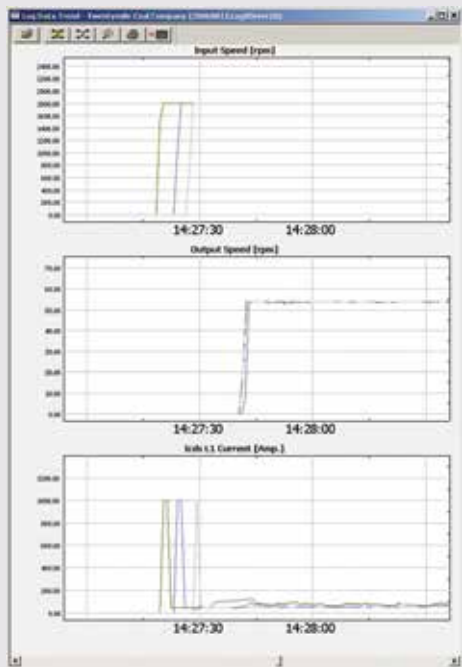
M w konstrukcji parametru przekładni wskazuje, że w module zasilania przekładni CST obecny jest moduł pompy wraz z silnikiem, którego praca jest niezależna od prędkości silnika napędu przekładni, zapewniając tym samym stały dopływ oleju do tego zespołu. Dzięki samowystarczalnemu modułowi zasilania istnieje także możliwość stosowania przekładni o kontrolowanym rozruchu (CST) firmy Cat w połączeniu z napędem bezstopniowym, na przykład z przetwornicą częstotliwości (FC) zasilającą silnik zespołu napędowego.

Przekładnia CST to układ zamknięty. Jedyne zewnętrzne połączenie stanowi przewód elastyczny wody prowadzący do wymiennika ciepła oraz kabel 37-żyłowy prowadzący do modułu sterowania napędem.

Układ sterowania napędem

Szybki, działający w czasie rzeczywistym moduł sterowania napędem steruje wszystkimi czynnościami układu napędowego CST za pośrednictwem zintegrowanego serwowaworu. Każda przekładnia jest wyposażona w moduł sterujący, podłączony za pomocą przewodów sterujących. Moduły te mogą komunikować się z używanym w kopalni systemem sterowania funkcjonującym pod ziemią lub na powierzchni. W celu zapewnienia bezpieczeństwa przy konserwacji łańcucha zastosowano sprawdzony w działaniu i przetestowany hydrauliczny napinacz łańcucha firmy Cat.





Uruchamianie

Z myślą o płynnym uruchamianiu i uruchamianiu z dużym obciążeniem wszystkie silniki są rozpędzane do pełnej prędkości bez obciążenia. Są one zawsze uruchamiane kolejno, co umożliwia ograniczenie szczytowych wartości prądu i zapotrzebowania na energię. Po osiągnięciu maksymalnej prędkości przez ostatni silnik stopniowo zwiększane jest ciśnienie w sprzęgle CST do czasu osiągnięcia krytycznego momentu obrotowego. Dzięki temu zwiększanie ciśnienia i obciążanie silników jest zsynchronizowane w fazie uruchamiania oraz podczas przyspieszania przenośnika.

Korzyści

- **Stopniowe uruchamianie silnika bez obciążenia:**
Minimalne spadki napięcia w układzie zasilania elektrycznego
- **Płynne uruchamianie przenośnika ścianowego:**
Minimalne obciążenie elementów układu napędowego podczas rozruchu
- **Zsynchronizowane uruchamianie i wykorzystanie energii kinetycznej silnika:**
Dostępny maksymalny łączny moment obrotowy ułatwia uruchamianie całkowicie załadowanego przenośnika

Równoważenie obciążenia

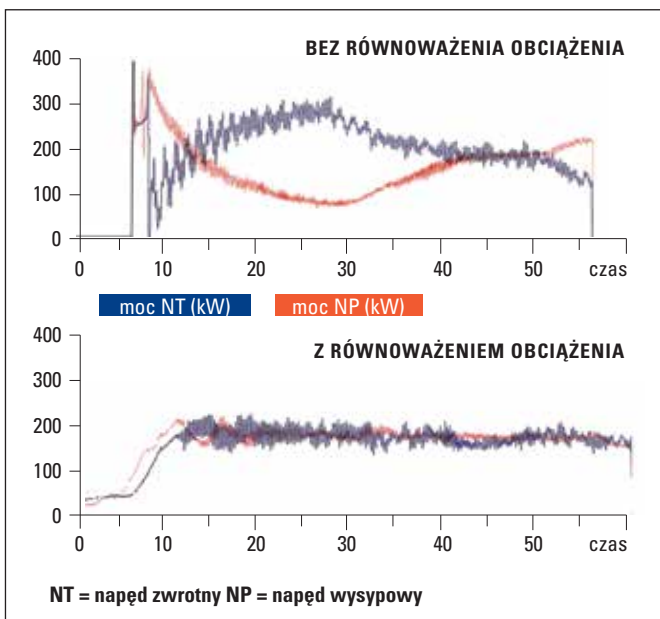
Pobór energii silników jest stale monitorowane, co umożliwia równoważenie obciążenia poszczególnych jednostek. W przypadku przekroczenia ustawionej wartości zwiększany jest poślizg napędu o większym zużyciu energii, co powoduje pobieranie większej ilości energii przez pozostałe napędy i zrównoważenie jej zużycia. Typowy poślizg roboczy jest zwykle nie przekracza 0,2%.

Korzyści

- **Dokładne równoważenie obciążenia napędów:**
Pełne wykorzystanie dostępnej mocy bez przegrzewania silników oraz wynikających z tego przestojów, również przy zróżnicowanym nachyleniu przenośnika wzdłuż czoła ściany

Zabezpieczenie przed przeciążeniem

W przypadku zablokowania łańcucha przez duże odłamki skalne lub metalowe elementy następuje szybkie rozłączenie sprzęgła CST i wyłączenie silnika. Aby zapewnić taką możliwość, nieustannie monitorowana jest prędkość wyjściowa. W ciągu kilku milisekund wirująca masa przekładni, a zwłaszcza silnika asynchronicznego, jest odłączana od koła napędowego łańcucha przenośnika. Komunikacja z modulem sterowania napędem umożliwia jednoczesne otwarcie wszystkich sprzęgieł.



Możliwości równoważenia obciążenia układu napędowego CST

Korzyści

- **Natychmiastowa, skuteczna ochrona przed przeciążeniem:**

Praktycznie wyeliminowano ryzyko zerwania łańcucha na skutek działania nadmiernych sił. Łańcuchy, koła napędowe i przekładnie podlegają mniejszemu zużyciu dzięki tłumieniu obciążeń uderowych.

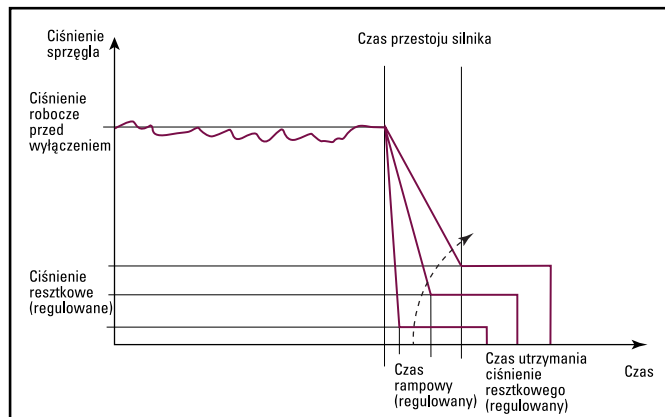
Funkcja hamowania silnika

Czasami, nawet podczas zwykłej zmiany, zachodzi konieczność przerwania produkcji i wyłączenia silników przenośników ścianowych AFC. W celu bezpiecznego ponownego uruchomienia napędów operator musi odczekać pewien czas (do 3 minut), aby silniki całkowicie się zatrzymały. Funkcja hamowania silnika pozostawia niewielkie ciśnienie na sprzęgle CST, co powoduje skrócenie czasu potrzebnego na zatrzymanie się silnika oraz wynikającego z tego przestoju.

Układy PMC-D i PMC-V

Układy PMC-D i PMC-V należą do rodziny programowalnych układów sterowania Cat PMC przeznaczonych dla górnictwa. Układ PMC-D steruje układami napędowymi, np. w przenośnikach ścianowych, oraz przekładniami chroniącymi przed przeciążeniem. Układ PMC-V umożliwia wizualizację. Układ PMC-D jest zwykle przypisany do pojedynczej przekładni lub napędu. Obejmuje on urządzenia niezbędne do efektywnego sterowania wszystkimi funkcjami układu napędowego. Można go podłączyć do wbudowanej skrzynki połączeniowej, stosowanej standardowo w przekładniach CST do podłączania czujników i siłowników.

Układ PMC-V zawiera 24 przyciski ułatwiające obsługę oraz 4-calowy wyświetlacz VGA, na którym mogą być prezentowane w formie graficznej trendy, ostrzeżenia i komunikaty o błędach. Interfejs jest dostępny w kilku językach, takich jak angielski, chiński, niemiecki i rosyjski. Układ PMC-V wyświetla wszystkie dostępne dane dotyczące przekładni, w tym wartości przetworników, informacje o stanie, parametry globalne i lokalne, stan sieci itp. Wartości parametrów można łatwo zmienić za pomocą 24-przyciskowej klawiatury numerycznej. Ważne parametry systemowe są zabezpieczone hasłem.



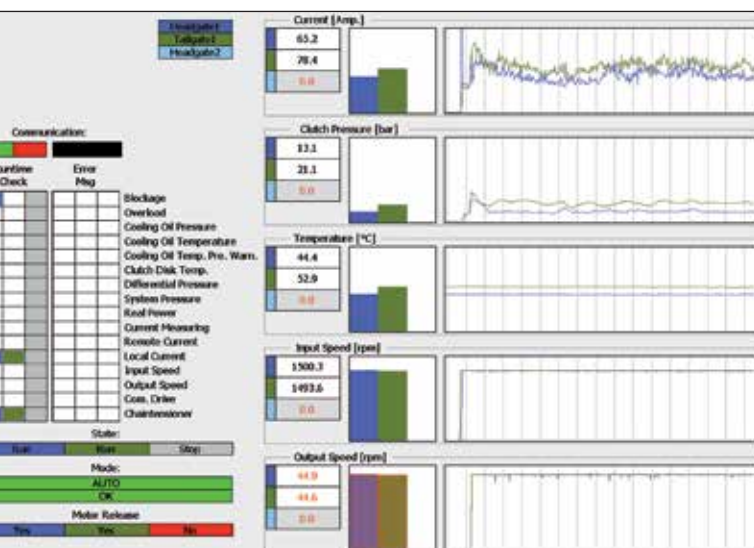
Funkcja hamowania silnika minimalizuje czas zatrzymania oraz wynikający z tego czas przestoju.



PMC-D — używany do pomiaru i sterowania



PMC-V — używany głównie do wizualizacji danych i ustawień parametrów



Wizualizacja danych CST przez układ V-Drive



Mechanizm rozrządu CST30



Układ napędowy P-45 CST

Oprogramowanie do wizualizacji V-Drive

Oprogramowanie to wizualizuje wszystkie dane układu CST, napędu zwrotnego i układu naprężenia łańcucha. Umożliwia ono zmianę parametrów układu napędowego i monitorowanie równoważenia obciążenia, prędkości przenośnika, czujników sprzęgła itp. Oprogramowanie zapisuje również wszystkie dane układu CST i analizuje wartości z czujników, określając ich trendy. Umożliwia także wyeksportowanie danych do aplikacji biurowych, takich jak arkusze kalkulacyjne. Dostępne są wersje oprogramowania w języku chińskim, niemieckim i rosyjskim.

Doświadczenie praktyczne

Układy napędowe CST zostały po raz pierwszy zastosowane w 1995 roku na przodku ścianowym o dużej wydajności w USA. Od tego czasu dostarczono ponad 500 układów napędowych CST, które z powodzeniem działają w kopalniach w USA, Meksyku, Australii, Polsce, Chinach, Rosji, Kazachstanie, Czechach i Niemczech. Maksymalna łączna dostępna moc przenośników ścianowych wynosi obecnie do 5400 kW. Wszystkie elementy — zwłaszcza najważniejsze podzespoły modułu zasilania i sprzęgła CST — dowiodły swojej niezawodności w szerokiej gamie zastosowań. W układ napędowy CST firmy Cat został wyposażony system przenośników ścianowych AFC o najwyższej wydajności na świecie (>6000 t/h) oraz najdłuższy na świecie system przenośników ścianowych AFC (prawie 500 m).

Korzyści

- **Minimalny poślizg roboczy:**
Minimalne straty energii i ciepła przy maksymalnej ogólnej sprawności
- **Sprzęgło CST zamontowane na wale wyjściowym o małej prędkości:**
Idealne przeniesienie obciążenia na koło napędowe łańcucha oraz precyzyjne sterowanie sprzęgłem
- **Zintegrowana funkcja pracy awaryjnej:**
Tryb pracy awaryjnej umożliwia pracę w trybie półautomatycznym i awaryjnym
- **Zintegrowane układy napędowe CST są znacząco mniejsze od innych układów napędowych:**
Mniejsze wymagania przestrzenne w ciasnych przejściach, mała liczba elementów zewnętrznych
- **Duża elastyczność pracy:**
ASwobodny wybór wszystkich parametrów uruchamiania, równoważenia obciążenia i zabezpieczenia przed przeciążeniem

Modele przekładni o kontrolowanym rozruchu (CST) firmy Cat

Przekładnie o kontrolowanym rozruchu (CST) firmy Cat nadają się do stosowania w charakterze przekładni przenośników instalowanych do kadłubów napędowych i mocowanych do wałów wejściowych. Dostępne są dwa typy konstrukcji układów napędu CST: przekładnia liniowa (typ P) oraz przekładnia kątowa (typ KP). Model CST45 M dostępny jest wyłącznie jako przekładnia typu P. Ta przekładnia składa się z trzech części: modułu zasilania, pierwszego stopnia koła obiegowego przekładni oraz modułu wyjściowego, który stanowi drugi stopień koła obiegowego przekładni. Przekładnia typu KP także składa się z trzech części. Moduł zasilania oraz moduł wyjściowy są takie same, jak w przypadku przekładni typu P, jednakże zamiast pierwszego stopnia koła obiegowego zastosowano w nim moduł przekładni planetarnej ze stożkowymi wałkami skośnymi. Konstrukcja przekładni typu KP dostępna jest w wersji prawostronnej i lewostronnej. Możliwe jest także zainstalowanie sterownika elektrohydraulicznego wewnątrz lub na zewnątrz modułu zasilania.

Łożyska walczkowe wału koła zębatego stożkowego podlegają smarowaniu wymuszonemu poprzez wbudowaną pompę olejową (zazwyczaj odpowiedzialną za wtlaczanie oleju chłodzącego do sprzęgła CST). Wszystkie pozostałe przekładnie zębate oraz łożyska walczkowe są smarowane metodą rozbryzgową.

CST30

Możliwe są następujące przełożenia: 24,4:1, 33:1, 39:1 oraz 50:1; inne przełożenia dostępne są na zamówienie. W zależności od przełożenia, dopuszczalna moc wejściowa przekładni może wynosić do 500 kW/680 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) lub 600 kW/816 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 300 000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły wyjściowy moment obrotowy wynosi 130,000 ($i=50$).



CST45

Możliwe są następujące przełożenia: 24,4:1, 28:1, 33:1, 39:1 oraz 45:1; inne dostępne są na zamówienie. W zależności od przełożenia, dopuszczalna moc wejściowa przekładni może wynosić do 800 kW/1,088 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) lub 960 kW/1,305 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 450 000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły wyjściowy moment obrotowy wynosi 175,000 ($i=39$).



CST45 M

Model ten może być stosowany do napędzania zgrzeblowych przenośników ścianowych lub zautomatyzowanych systemów strugowych. Możliwe są przełożenia 16:1 oraz 33:1; inne przełożenia dostępne są na zamówienie. Dodana opcja M w konstrukcji parametru przekładni wskazuje, że w module zasilania przekładni CST obecny jest moduł pompy wraz z silnikiem, którego praca jest niezależna od prędkości silnika napędu przekładni, zapewniając tym samym stałe dostarczanie oleju chłodzącego oraz smarowego do przekładni. W odróżnieniu od standardowego modelu CST45, sterowanie elektrohydrauliczne zamontowane jest na płaskiej prowadnicy, a nie przytwierdzone na stałe wewnątrz lub po bokach modułu zasilania. Podobnie jak w modelu CST45, model z dodaną opcją M jest w stanie utrzymać moc wejściową do 800 kW/1088 hp przy częstotliwości sieci



zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) or 960 kW/1305 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 450 000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły moment obrotowy wynosi 170,000 Nm ($i=33$). Przekładnia CST45 M może być stosowana w połączeniu z napędem z częstotliwościową regulacją prędkości obrotowej Cat.

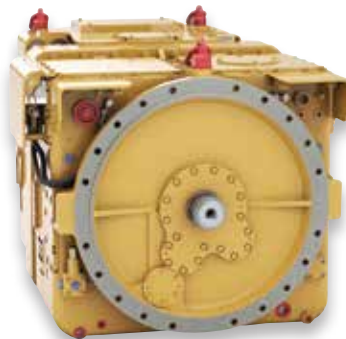
CST45 V

Przekładnia CST45 V nadają się do stosowania w charakterze przekładni przenośników, po zainstalowaniu w kadłubach napędu oraz na wałach wejściowych. W chwili obecnej możliwe jest tylko przełożenie 33:1, jednakże inne dostępne są na zamówienie. W porównaniu ze standardowym modelem CST45, przekładnie CST45 V są w utrzymaniu wyższą moc wejściową. Dopuszczalna moc wejściowa tej przekładni dla konkretnego przełożenia 33:1 wynosi 1050 kW/1428 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) lub 1260 kW/1713 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 450 000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły wyjściowy moment obrotowy wynosi 220 000 (w porównaniu do 175 000 Nm dla modelu standardowego CST45).



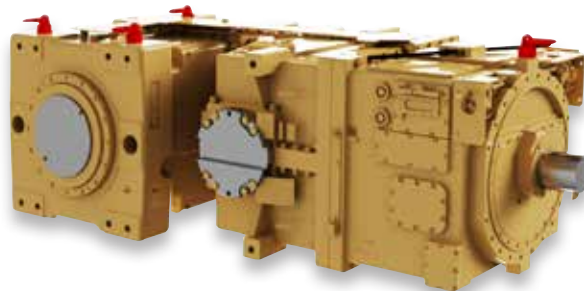
CST65

Możliwe są następujące przełożenia: 33:1, 39:1 oraz 50:1; inne przełożenia dostępne są na zamówienie. Oprócz standardowej przekładni CST65 oferujemy model CST65 S. Model CST65 S wyposażony jest w zamontowane po bokach sterowanie elektrohydrauliczne, dodatkowy filtr oleju smarowego oraz dwa niezależne obwody chłodzenia (w tym oddzielne wymienniki ciepła) zamiast jednego. W zależności od poszczególnych przełożeń, dopuszczalna moc wejściowa tej przekładni może wynosić nawet 1200 kW/1632 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) lub 1440 kW/1958 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 650 000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły wyjściowy moment obrotowy wynosi 255 000 ($i=33$).



CST115

W chwili obecnej możliwe jest tylko przełożenie 39:1, jednakże inne przełożenia dostępne są na zamówienie. Dopuszczalna moc wejściowa tej przekładni dla konkretnego przełożenia 39:1 wynosi 1800 kW/2,447 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz (≈ 1485 obr./min) lub 2160 kW/2937 hp przy częstotliwości sieci zasilającej równej 60 Hz (≈ 1782 obr./min). Dopuszczalny wyjściowy moment obrotowy wynosi 1 150,000 Nm (maksymalnie przez 3 sek.). Znamionowy ciągły moment obrotowy wynosi 450 000 Nm.



Specyfikacja Przekładni CST

Dane techniczne	CST30	CST45	CST45 V	CST45 M	CST65	CST115
Zastosowanie	AFC	AFC	AFC	AFC, strug, VFD	AFC	AFC
Maksymalny, krótkotrwały wyjściowy moment obrotowy (3 s)	300 000 Nm	450 000 Nm	450 000 Nm	450 000 Nm	650 000 Nm	1 150 000 Nm
Maksymalna prędkość na wejściu (prędkość silnika)	1800 obr./min przy	1800 obr./min przy	1800 obr./min przy	1800 obr./min przy	1800 obr./min przy	1800 obr./min przy
Maksymalna dostępna moc* dla: i = 50:1 i = 45:1 i = 39:1 i = 33:1 - 16:1	400 kW (650 KM) 435 kW (700 KM) 500 kW (800 KM)	540 kW (880 KM) 700 kW (1,100 KM) 800 kW (1,300 KM)	1 050 kW (1,713 KM)	800 kW (1,300 KM)	800 kW (1,300 KM) 1 000 kW (1,600 KM) 1 200 kW (1,950 KM)	1 800 kW (2,937 KM)
Ilości oleju: - przekładnia walcowa - przekładnia kątowna prawa lub lewa	250 L 500 L	430 L 730 L	430 L 730 L	310 L	500 L 800 L	700 L 1300 L
Masa (bez oleju): - przekładnia walcowa - przekładnia kątowna prawa lub lewa	3 900 kg 5 800 kg	5 880 kg 9 700 kg	6400 kg 9700 kg	7200 kg	7 300 kg 10 880 kg	16 400 kg 23 980 kg
Wymiary przekładni walcowej (wersja P) - wysokość - długość (bez przyłącza napędu) - szerokość	900 mm 1 400 mm 960 mm	1 060 mm 1 697 mm 1 120 mm	1 060 mm 1 697 mm 1 120 mm	1 060 mm 1 697 mm 1 120 mm	1 060 mm 1 887 mm 1 120 mm	1 300 mm 2 811 mm 1 400 mm
Wymiary przekładni kątownej prawej lub lewej (wersja KP) - wysokość - długość (bez przyłącza napędu) - szerokość	900 mm 2 280 mm 1 180 mm	1 060 mm 2 873 mm 1 285 mm	1 060 mm 2 769 mm 1 285 mm		1 060 mm 2 910 mm 1 530 mm	1 300 mm 3 600 mm 1 954 mm

* kW 1500 obr./min przy 50 Hz (KM 1800 obr./min przy 60 Hz)



Porównanie rozmiarów modeli CST30, CST45 i CST65

Inteligentny układ napędowy CST

Z NAMI ZBUDUJESZ.

Bardziej szczegółowe informacje na temat produktów marki Cat, usług oferowanych przez dealerów oraz rozwiązań branżowych można znaleźć w Internecie pod adresem mining.cat.com i www.cat.com

© 2014 Caterpillar Inc.

Wszelkie prawa zastrzeżone

AXXQ0605-02

Materiały i specyfikacje mogą ulec zmianie bez powiadomienia. Maszyny przedstawione na zdjęciach mogą mieć zamontowane wyposażenie dodatkowe. Aby uzyskać informacje o dostępnym wyposażeniu dodatkowym, należy skontaktować się z dealerem firmy Cat.

CAT, CATERPILLAR, Z NAMI ZBUDUJESZ, odpowiadające im znaki towarowe, żółty kolor „Caterpillar Yellow” oraz element graficzny „Power Edge”, a także wizerunek firmy i produktów użytych w niniejszej publikacji są zarejestrowanymi znakami handlowymi firmy Caterpillar i nie mogą być wykorzystywane bez pozwolenia.

