

# Интеллектуальная система приводов CST





## По причине постоянного требования увеличения производительности

Улучшение эксплуатационных характеристик систем отработки пластов длинными очистными забоями остается ключевой целью угледобывающих компаний. В компании Cat постоянно пересматриваются все аспекты работы длинными забоями и машинного оборудования с целью поиска путей увеличения производительности и снижения общих затрат на добычу угля. Характеристики системы забойного конвейера — это область, в которой производятся постоянные усовершенствования.

### Повышенная производительность

Постоянно растущая мощность систем требует увеличения затрат энергии, усиленные цепи и увеличенную скорость забойного конвейера с максимальным коэффициентом мощности. Особенно была необходима система приводов CST (Controlled Start Transmission — привод с регулируемым пуском), которая была разработана нашими инженерами в соответствии со следующими требованиями.

- Номинальная приводная мощность до 1800 кВт (2447 л.с. при 50 Гц, 2937 л.с. при 60 Гц) на каждом приводе
- Безопасный пуск забойного конвейера
- Использование всей установленной мощности
- Высокопрочные компоненты
- Компактные габариты
- Высокий коэффициент полезного действия

### Система приводов CST

Компании Cat и Baldor Electric с 1991 года совместно разрабатывают систему приводов CST (привод с регулируемым пуском) для забойных конвейеров.

CST — это планетарный редуктор со встроенной многодисковой муфтой CST с бесступенчатым регулированием. Также введение нового блока управления приводом PMC-D, отличающегося пуском двигателя без нагрузки, плавным пуском забойного конвейера и синхронизированным пуском при большой нагрузке, позволяет точно распределить нагрузку между максимум тремя приводными двигателями с превосходной, в высшей степени быстродействующей защитой от перегрузок. В то время как CST 65 рассчитан на 1200 кВт на редуктор, CST 45 обеспечивает макс. 800 кВт, а CST 30 — макс. 500 кВт. Муфта передает крутящий момент с максимальным КПД и минимальным рабочим проскальзыванием. Компактная система приводов с интегрированным аварийным режимом, в период с 1995 по 2010 год было продано более 500 систем CST.

## Модульная конструкция

Редуктор CST имеет модульную конструкцию и состоит из трех блоков. Благодаря такой конструкции во всех редукторах CST с одинаковыми параметрами используются одинаковые блоки питания и выходные устройства. Выбор между конструкцией в виде углового редуктора (конические планетарные редукторы; сокр.: редукторы версии КР) или планетарного редуктора с коаксиальными входными и выходными валами (сокр.: редукторы версии Р) определяется исключительно центральным блоком редуктора. Для привода конвейера может использоваться как планетарный, так и конический редуктор. Конический планетарный редуктор является четырехступенчатым редуктором, состоящим из ступени конической передачи, двух ступеней прямозубой передачи и планетарной выходной ступени. Передаточное число можно изменить путем замены первой и/или второй ступени прямозубой муфты на соответствующее количество зубьев передачи и шестерни. Для типоразмеров 30, 45 и 65 редуктор версии Р имеет две планетарные ступени. Для типоразмера редуктора 115 добавляется третья планетарная ступень.

## Подача масла

Насос высокого давления подает масло к муфте с сервоклапаном. Сервоклапан регулирует давление, под воздействием которого диски муфты сжимаются. Мощность передается с КПД близким к 100% без износа деталей благодаря рабочему проскальзыванию 0,2%. Насос охлаждающего масла обеспечивает постоянную подачу масла через всю систему привода — до 2000 л/мин в зависимости от типоразмера системы привода.

Редуктор CST может использоваться в качестве привода для забойных конвейеров с креплением к машинной раме при помощи отдельного приводного вала, оснащенного опорным подшипником, или в качестве редуктора струга



Система приводов CST 45

(версия М редуктора) с креплением к приводе. Редуктор имеет одну масляную камеру. Буква М в обозначении модели свидетельствует о наличии в блоке питания редуктора CST насоса с электродвигателем. Блок питания работает независимо от частоты вращения привода редуктора, обеспечивая постоянную подачу масла. Благодаря автономному блоку питания редукторы CST компании Cat можно использовать совместно с частотно регулируемым приводом, например с частотным преобразователем (FC) или электродвигателем PU.

Редуктор CST представляет собой закрытую систему. Единственными внешними соединениями являются водяной шланг для теплообменника и 37-жильный кабель для блока управления приводом и коммуникации.

## Управление приводом

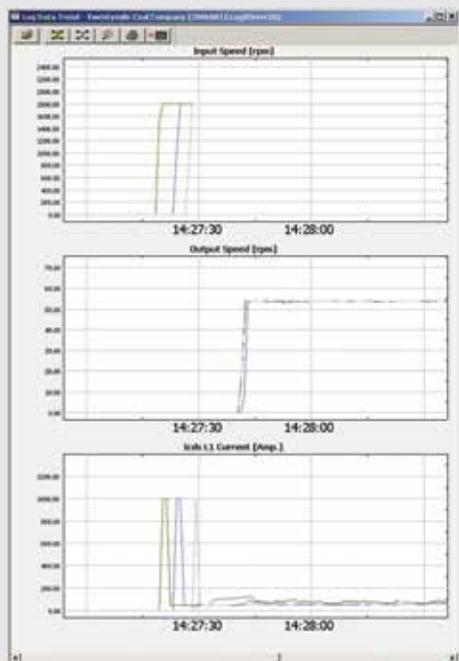
Через интегральный сервоклапан быстродействующий блок привода управляет в режиме реального времени всеми операциями в системе редукторов CST. Каждый редуктор оборудован блоком управления. Блоки управления соединены между собой управляющими кабелями. Эти системы могут связываться с шахтными системами управления забоя, как под землей, так и на поверхности. Испытанное гидравлическое устройство натяжения цепи компании CAT используется для обеспечения безопасности в процессе работ по техническому обслуживанию цепи.

### Редуктор CST (версия Р)



### Редуктор CST (версия КР)





## Пуск

Для плавного пуска и пуска под нагрузкой все приводные двигатели запускаются до полной скорости без нагрузки. Двигатели всегда запускаются друг за другом, в результате пик тока и потребность в энергии весьма незначительны. Когда последний двигатель достигает полной скорости, к муфте CST прикладывается давление, возрастающее до тех пор, пока не будет достигнут максимальный вращающий момент. В результате увеличение давления и нагрузка на двигатель синхронизируются во время фазы пуска. Процесс продолжается до полного пуска конвейера.

## Преимущества

- **Смещенный пуск двигателей без нагрузки:**  
минимальное падение напряжения в электросети
- **Плавный пуск забойного конвейера:**  
минимальные динамические нагрузки на все компоненты приводного механизма при пуске
- **Синхронизированный пуск и использование кинетической энергии двигателя:**  
доступен максимальный общий крутящий момент для облегчения пуска полностью загруженных конвейеров

## Распределение нагрузки

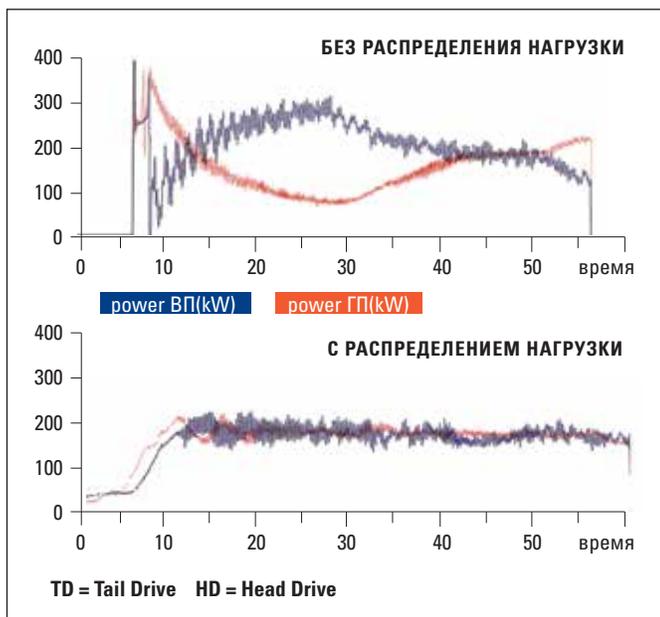
Расход энергии каждого двигателя постоянно контролируется, чтобы обеспечить распределение нагрузки между индивидуальными приводами. Если заданное значение превышено, проскальзывание в приводе с большим расходом энергии увеличивается, вызывая большее потребление энергии другими приводами и вновь выравнивая распределение энергии. Типичное рабочее проскальзывание обычно ниже 0,2%.

## Преимущества

- **Точное распределение нагрузки между приводами:**  
полное использование имеющейся энергии, предотвращение перегрева двигателя и сопутствующего ему простоя, даже в лавах, имеющих различные углы падения вдоль забоя

## Защита от перегрузки

Если цепь заклинена большими кусками породы или металлом, муфта CST быстро размыкается и двигатель выключается. С этой целью постоянно контролируется выходная скорость. В течение миллисекунд вращающаяся масса редуктора — и отдельно асинхронного двигателя — отсоединяется от звездочки конвейерной цепи. Связь между блоками управления привода позволяет одновременно размыкаться всем муфтам.



Характеристики распределения нагрузки системы приводов CST

## Преимущества

- **Мгновенная, эффективная защита от перегрузки:**  
Фактически устранены избыточные усилия цепи и риск мгновенного выхода из строя цепи. Цепи, звездочки и блоки коробок передач подвергаются меньшему износу, вследствие исключения ударных нагрузок.

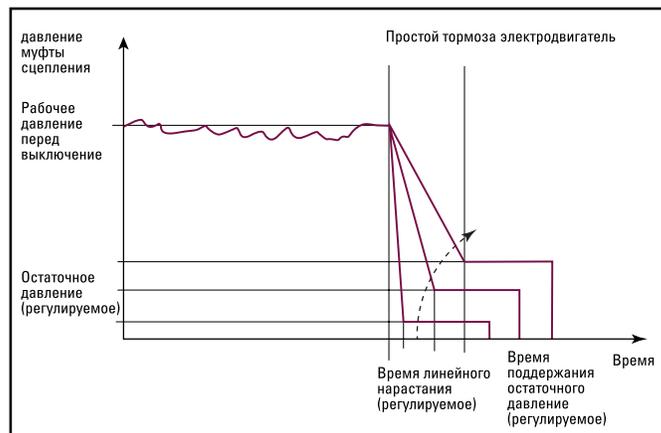
## Особенность торможения двигателя

Иногда — даже во время рабочей смены — появляется необходимость прервать производственный процесс и выключить двигатели забойного конвейера. С целью безопасного перезапуска приводов оператор должен переждать значительное время (до 3 минут), пока двигатели не остановятся. Торможение двигателя осуществляется через регулируемое остаточное давление на муфте CST, минимизируя время для остановки двигателя и, соответственно, время простоя.

## PMC-D и PMC-V

Приборы PMC-D и PMC-V — это члены семейства CatPMC Programmable Mining Controls (средства управления программируемой добычи). PMC-D управляет приводными компонентами, например, редукторами забойных конвейеров и защитой редукторов от перегрузки. PMC-V служит для визуализации данных. Обычно PMC-D предназначен индивидуально для каждого редуктора или привода. Он содержит в себе все необходимые аппаратные средства для эффективного управления всеми функциями приводной системы. Блок может быть подключен к установленной внутри распределительной коробке, обычно используемой в редукторах CST для подключения датчиков и исполнительных механизмов.

Для удобной работы PMC-V содержит 24 клавиши и 4-дюймовый VGA-дисплей. На нем могут быть изображены графические тренды, предупреждения и сообщения об ошибках. Интерфейс доступен на различных языках, включая английский, китайский, немецкий и русский. PMC-V отображает все имеющиеся редукторные данные, включая показания датчиков, информацию о состоянии машины, глобальные и локальные параметры, состояние сети и др. Параметры можно легко изменить, используя 24-клавишную цифровую клавиатуру. Важные системные параметры защищены паролем.



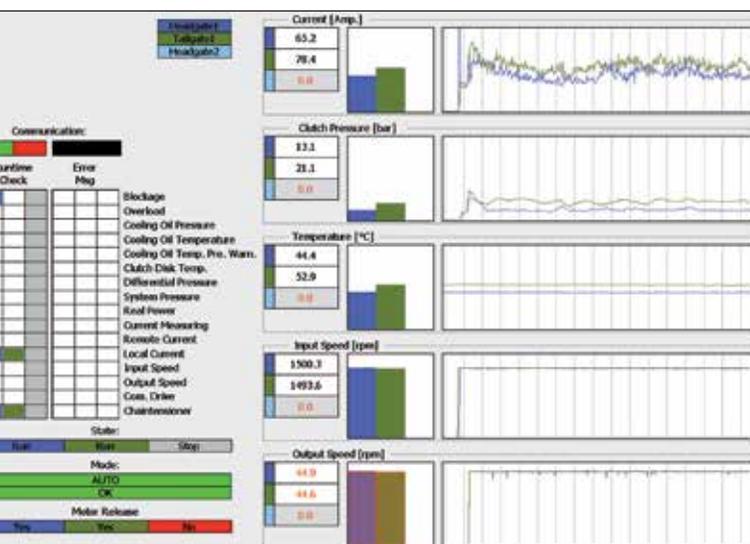
*Торможение электродвигателем минимизирует время до остановки электродвигателей и результирующие простои.*



*PMC-D- используется для решения задач измерения и управления*



*PMC-V- в основном для визуализации данных и настройки параметров*



Визуализация данных CSN с помощью V-Drive



Зубчатая передача CST 30



Система привода P-45 CST

## Программное обеспечение визуализации V-Drive

Это программное обеспечение визуализирует все CST, вспомогательный привод и данные по натяжению цепи. Оно позволяет вносить изменения в параметры системы приводов и контролирует распределение нагрузки, скорость конвейера, датчики муфты и др. Программное обеспечение также сохраняет все данные CST и выполняет анализ и определение тренда значений датчиков. Оно позволяет экспортировать данные в офисные приложения, например, в электронные таблицы. Также доступны китайская, немецкая и русская версии программного обеспечения.

## Опыт эксплуатации

Система приводов CST впервые была применена в 1995 году в высокопроизводительном очистном заборе в США. С тех пор свыше 350 систем приводов CST были проданы и с успехом эксплуатируются в шахтах США, Мексики, Австралии, Польши, Китая, России, Казахстана, Чешской Республики и Германии. Максимальная общая доступная мощность для забойных конвейеров в настоящее время до 5400 кВт. Все компоненты — главным образом в блоке питания и муфте CST — прошли проверку на надежность в различных вариантах использования. Самый высокопроизводительный в мире забойный конвейер (>6000 т/ч) и находящийся в эксплуатации, один из самых длинных в мире, забойный конвейер (около 500 м) были оборудованы системой приводов Cat CST.

## Преимущества

- **Минимальное проскальзывание во время работы:** минимальные потери энергии и тепла, максимальный общий коэффициент полезного действия
- **Муфта CST смонтирована на низкоскоростном выходном валу:** идеальное снятие нагрузки на звездочке, очень точное управление муфтой
- **Особенность интегрированного аварийного режима:** переход в аварийный режим позволяет работать в полуавтоматическом и аварийном режиме
- **Интегрированная система приводов CST существенно короче, чем другие системы приводов:** в узких штреках требуется меньшее пространство, незначительное количество крупногабаритных компонентов
- **Высокая гибкость в работе:** все параметры для пуска, распределения нагрузки и защиты от перегрузки можно свободно выбирать

## Модели редукторов Cat CST

Редукторы Cat CST могут использоваться в качестве привода конвейера, который устанавливается на раме привода и закрепляется на входном валу. Существуют два типа конструкций, доступных для большинства систем привода CST: планетарный редуктор (редукторы версии P) и конический планетарный редуктор (редукторы версии KP). Модель CST45 M доступна только с редуктором версии P. Редуктор CST поставляется в трех частях: блок питания, первая ступень планетарной передачи и выходное устройство, в которое входит вторая ступень планетарной передачи. Редуктор версии KP также поставляется в трех частях. Блок питания и выходное устройство аналогичны соответствующим компонентам редуктора версии P, однако первая ступень планетарной передачи заменена на коническую косозубую шестерню. Для редукторов версии KP доступны два варианта конструкции: левостороннее и правостороннее исполнение. Это также дает возможность установить электрогидравлический контроллер как внутри, так и снаружи блока питания.

Роликовые подшипники вала конического зубчатого колеса принудительно смазываются маслом при помощи встроенного масляного насоса, который обычно отвечает за подачу охлаждающего масла на муфту сцепления CST. Остальные зубчатые передачи и роликовые подшипники смазываются с помощью разбрызгивания.

### CST30

Доступны передаточные отношения 24,4:1, 33:1, 39:1 и 50:1; прочие передаточные отношения доступны по запросу. В зависимости от передаточного отношения допустимая входная мощность может достигать 500 кВт/680 hr с частотой сети 50 Гц ( $\approx 1485$  об/мин) или 600 кВт/816 hr с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 300 000 Н·м (макс. 3 с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 130 000 Н·м ( $i=50$ ).



### CST45

Доступны передаточные отношения 24,4:1, 28:1, 33:1, 39:1 и 45:1; другие передаточные отношения доступны по запросу. В зависимости от передаточного отношения допустимая входная мощность может достигать 800 кВт/1088 hr с частотой сети 50 Гц ( $\approx 1485$  об/мин) или 960 кВт/1305 hr с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 450 000 Н·м (макс. 3с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 175 000 Н·м ( $i=39$ ).



### CST45 M

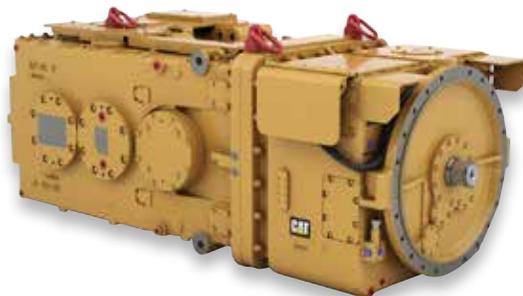
Может использоваться в качестве привода забойных конвейеров или автоматизированных струговых систем Cat. Доступны передаточные отношения 16:1 и 33:1, другие передаточные отношения доступны по запросу. Буква M в обозначении модели свидетельствует о наличии в блоке питания насоса с электродвигателем. Блок питания работает независимо от частоты вращения привода редуктора, обеспечивая постоянную подачу охлаждающего и смазывающего масла в редуктор. В отличие от стандартной модели CST45, электрогидравлический контроллер устанавливается на выдвижную секцию и не крепится к блоку питания с внутренней или боковой наружной стороны. Как и CST45, редуктор версии M в состоянии выдерживать входную мощность до 800 кВт/1088 hr с частотой сети 50 Гц



( $\approx 1485$  об/мин) или 960 кВт/1305 hp с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 450 000 Н·м (макс. 3 с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 170 000 Н·м ( $i=33$ ). Редуктор CST45 M может использоваться совместно с частотно-регулируемым приводом Cat.

### CST45 V

Редуктор CST45 V может использоваться в качестве привода конвейера, установленного на приводной раме и закрепленной на входных валах. На данный момент доступно только передаточное отношение 33:1, другие параметры доступны по запросу. По сравнению со стандартной конструкцией редуктора CST45 модели CST45 V способны выдерживать более высокую входную мощность. Допустимая входная мощность для редукторов с передаточным отношением 33:1 составляет 1050 кВт/1428 hp с частотой сети 50 Гц ( $\approx 1485$  об/мин) или 1260 кВт/1713 hp с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 450 000 Н·м (макс. 3с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 220 000 Н·м (175 000 Н·м для стандартного редуктора CST45).



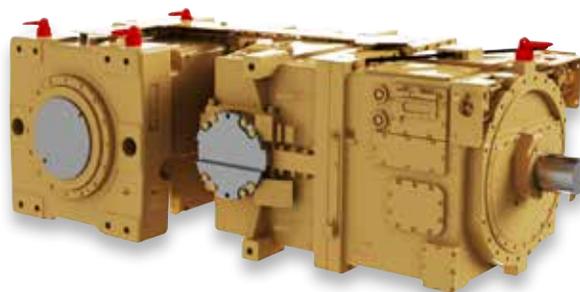
### CST65

Доступны передаточные отношения 33:1, 39:1 и 50:1; другие передаточные отношения доступны по запросу. Помимо стандартного редуктора CST65, мы предлагаем редуктор CST65 S. Версия S поставляется с поперечно расположенным электрогидравлическим контроллером, дополнительным фильтром смазочного масла и двумя независимыми охлаждающими контурами (включая отдельные теплообменники) вместо одного. В зависимости от передаточного отношения допустимая входная мощность может достигать 1200 кВт/1632 hp с частотой сети 50 Гц ( $\approx 1485$  об/мин) или 1440 кВт/1958 hp с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 650 000 Н·м (макс. 3с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 255 000 Н·м ( $i=33$ ).



### CST115

На данный момент доступно только передаточное отношение 39:1, другие передаточные отношения доступны по запросу. Допустимая входная мощность для редуктора с передаточным отношением 39:1 составляет 1800 кВт/2447 hp с частотой сети 50 Гц ( $\approx 1485$  об/мин) или 2160 кВт/2937 hp с частотой сети 60 Гц ( $\approx 1782$  об/мин). Допустимый выходной момент составляет 1 150 000 Н·м (макс. 3с). Номинальный непрерывный выходной момент составляет 450 000 Н·м.



## Технические данные редукторов типа "CST"

Технические данные	CST30	CST45	CST45 V	CST45 M	CST65	CST115
Применение	Забойный конвейер	Забойный конвейер	Забойный конвейер	Забойный конвейер, струг, привод с частотным регулированием	Забойный конвейер	Забойный конвейер
Максимальный выходной момент на короткое время (3 сек)	300 000 Н·м	450 000 Н·м	450 000 Н·м	450 000 Н·м	650 000 Н·м	1 150 000 Н·м
Максимальная скорость на входе (скорость электродвигателя)	1 800 об/мин	1 800 об/мин	1 800 об/мин	1 800 об/мин	1 800 об/мин	1 800 об/мин
Максимальная установленная мощность* при: i = 50:1 i = 45:1 i = 39:1 i = 33:1 - 16:1	400 кВт (650 л.с.) 435 кВт (700 л.с.) 500 кВт (800 л.с.)	540 кВт (880 л.с.) 700 кВт (1,100 л.с.) 800 кВт (1,300 л.с.)	1 050 кВт (1,713 л.с.)	800 кВт (1,300 л.с.)	800 кВт (1,300 л.с.) 1 000 кВт (1,600 л.с.) 1 200 кВт (1,950 л.с.)	1 800 кВт (2,937 л.с.)
Маслозаливные емкости: - линейная система привода - система с левым/правым приводом	250л (66 галл.) 500л (132 галл.)	430л (114 галл.) 730л (193 галл.)	430л (114 галл.) 730л (193 галл.)	310л (85 галл.)	500л (132 галл.) 800л (212 галл.)	700л (132 галл.) 1300л (212 галл.)
Масса: (без масла) - линейная система привода - система с левым/правым приводом	3 900кг (8 600 фунтов) 5 800кг (12 800 фунтов)	5 880кг (13 000 фунтов) 9 700кг (21 500 фунтов)	6400кг (14 170 фунтов) 9700кг (21 400 фунтов)	7 200кг (15 800 фунтов)	7 300кг (16 100 фунтов) 10 880кг (24 000 фунтов)	16 400кг (36 145 фунтов) 23 980кг (52 851 фунтов)
Габаритные размеры линейного редуктора (версия P) - высота - длина (без соединения с приводом) - ширина	900мм (35,5 дюйма) 1 400мм (55,2 дюйма) 960мм (37,8 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 1 697мм (66,8 дюйма) 1 120мм (44,1 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 1 697мм (66,8 дюйма) 1 120мм (44,1 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 1 697мм (66,8 дюйма) 1 120мм (44,1 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 1 887мм (74,3 дюйма) 1 120мм (44,1 дюйма)	1 300 мм (51,1 дюйма) 2 811 мм (110,6 дюйма) 1 400 мм (55,1 дюйма)
Габаритные размеры левого или правого углового редуктора (версия KP) - высота - длина (без соединения с приводом) - ширина	900мм (35,5 дюйма) 2 280мм (89,8 дюйма) 1 180мм (46,5 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 2 873мм (113 дюйма) 1 285мм (50,6 дюйма)	1 060мм (41,7 дюйма) 2 769мм (109 дюйма) 1 285мм (52 дюйма)		1 060мм (41,7 дюйма) 2 910мм (114,6 дюйма) 1 530мм (60,2 дюйма)	1 300мм (51,1 дюйма) 3 600мм (141,6 дюйма) 1 954мм (77 дюйма)

\*кВт 1 500 об/мин при 50 Гц (л.с. 1 800 об/мин при 60 Гц)



Сравнение размеров между CST 30, CST 45 и CST 65

# Примечания



# Интеллектуальная система приводов CST

## ВМЕСТЕ МЫ СПРАВИМСЯ

Дополнительные сведения о продукции компании Cat, услугах, предоставляемых дилерами, и продуктах для промышленного использования можно узнать на веб-сайтах [mining.cat.com](http://mining.cat.com) и [www.cat.com](http://www.cat.com)

© 2014 Caterpillar Inc.  
Все права защищены

Материалы и технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления. Машины, изображенные на фотографиях, могут быть оснащены оборудованием, не входящим в стандартную комплектацию. Информацию об оборудовании, устанавливаемом по заказу, можно получить у дилера компании Cat.

CAT, CATERPILLAR, ВМЕСТЕ МЫ СПРАВИМСЯ, соответствующие логотипы, "Caterpillar Yellow" и маркировка техники "Power Edge", а также идентификационные данные корпорации и ее продукции, используемые в данной публикации, являются товарными знаками компании Caterpillar и не могут использоваться без разрешения.

ARXQ0605-02

