

# HabaDRIVE® Справочное руководство

Habasit – Решения в движении



### **Ответственность за продукцию, замечания об областях применения**

В случаях, когда выбор того или иного изделия компании Nabasit для конкретного применения осуществлялся НЕ по рекомендации уполномоченного торгового представителя компании, ответственность за возможные последствия этого выбора, включая вопросы безопасности, лежит на заказчике.

Авторы данного руководства утверждают, что все содержащиеся в нем сведения и указания носят рекомендательный характер и могут считаться достоверными, однако не гарантируют их точность и пригодность для каких-либо конкретных областей применения. Все данные были получены в лабораторных условиях с использованием работавшего при стандартных нагрузках малогабаритного оборудования и, следовательно, могут отличаться от результатов, которые могут быть получены в промышленных условиях. На основании вновь полученных знаний и опыта изделия компании могут без предварительного оповещения об этом подвергаться изменениям и модификациям.

КОМПАНИЯ НАBASIT И ЕЕ ФИЛИАЛЫ НЕ В СОСТОЯНИИ ОБЕСПЕЧИТЬ КОНТРОЛЬ ЗА УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЕЕ ПРОДУКЦИИ ЗАКАЗЧИКАМИ. ПОЭТОМУ КОМПАНИЯ НЕ ГАРАНТИРУЕТ ПРИГОДНОСТЬ ЭТОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ И НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ, УЩЕРБ, КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ И ДРУГИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

# Содержание

<b>Решения компании Habasit</b>	5	<b>Хранение ремней и работа с ними</b>	
		Условия хранения	69
<b>Общие сведения</b>		<b>Обозначения и единицы измерения</b>	71
История развития плоскоременных приводов	7		
Плоский ремень - универсальный элемент оборудования	9	<b>Приложение</b>	
<b>Ремни HabaDRIVE® для ременных приводов</b>		Анкета: приводные ремни	73
Основные группы ремней	11	Анкета: ремни для тангенциальных приводов	74
Основные данные о продукции	12		
<b>Выбор типа и расчет ремня HabaDRIVE®</b>			
Сбор данных о приводе	13		
Выбор оптимального типа ремня	14		
Расчет в POWER-SeleCalc	15		
<b>Технические характеристики ремней</b>			
Длина ремня	17		
Растягивающее усилие для удлинения на 1 %	20		
Нагрузка на вал	21		
Номинальное периферийное усилие	22		
<b>Принципы проектирования</b>			
Общая конструкция привода	23		
Шкивы для плоских ремней	24		
Подшипник	28		
Натяжное устройство	30		
<b>Плоскоременные передачи спец. назначения</b>			
Тангенциальный ременной привод	33		
Шпиндельный ременной привод	41		
Приводной роликовый конвейер	44		
Привод с несколькими шкивами	49		
Привод для прядильной машины	50		
Привод с полуперекрещенным ремнем	51		
<b>Изготовление ремней</b>			
Общие сведения	53		
Склейка по методу Flexproof	54		
Склейка по методу Thermofix	56		
<b>Установка ремней</b>			
Правила техники безопасности	59		
Первоначальная установка	60		
Установка прочных ремней, повторная установка	63		
<b>Уход за ремнем и устранение неисправностей</b>			
Уход за ремнем	65		
Поиск и устранение неисправностей	66		

## **Что такое справочное руководство HabaDRIVE®?**

### **Справочное руководство HabaDRIVE® - это...**

- комплексное руководство по технологическим вопросам эксплуатации плоских приводных ремней
- сведения, необходимые разработчикам станков, руководителям проектов, инженерам, механикам, слесарям, специалистам по техническому обслуживанию и другим

### **Справочное руководство HabaDRIVE® содержит:**

- сведения о конструкции, особенностях и преимуществах современных плоских приводных ремней
- советы по подбору ремней типа HabaDRIVE®
- объяснение общих технических выражений
- базовые сведения о расчете плоских приводных ремней
- рекомендации по проектированию плоскоременных приводов
- подробная информация о методах склейки ремней и применяемых для этого инструментах
- советы по хранению и установке ремней, а также по уходу за ними
- инструкции по поиску и устранению неисправностей

### **Справочное руководство HabaDRIVE® обеспечивает:**

- применение инновационных приводных решений
- профессиональный подход к проектированию плоскоременных приводов
- профессиональный подход к установке ремней
- длительную и безотказную работу ремней

# Решения компании Habasit

Компания Habasit – один из ведущих в мире разработчиков и производителей, предлагает широкий выбор приводных ремней и предоставляет высочайший уровень обслуживания. Основная цель компании - предлагать заказчикам наиболее эффективные решения в данной проблемной области. Всегда. Везде.

## HabaDRIVE®

Универсальные ременные приводы компании Habasit позволяют экономить энергию и снижать эксплуатационные расходы. Продуманная конструкция приводных ремней позволяет использовать шкивы малого диаметра, оставляет проектировщикам полную свободу выбора конфигурации станка, что особенно важно для текстильной и бумажной промышленности, полиграфии.

## Совместная разработка системных решений

Habasit имеет исчерпывающее представление о параметрах конструкции и актуальных требованиях к приводным системам. Получив техническое задание, специалисты компании предложат оптимальное решение для конкретной задачи, а затем, совместно с инженерами заказчика, выполнят детальную проработку системы.



## Полный ассортимент продукции

Отвечая на любые требования заказчиков, Habasit предлагает модульные пластиковые и тканевые ленты, а также принадлежности и механизмы. Более 60 лет опыта работы в данной проблемной области и непрерывная работа над развитием технологий позволяют Habasit предлагать заказчикам лучшие приводные решения. Именно то, что нужно; как раз тогда, когда требуется.

## Развитая торговая сеть

Торговая сеть, в которую входит более 30 дочерних компаний, позволяет компании Habasit обслуживать заказчиков практически из любых стран. В распоряжении каждой дочерней компании имеется склад готовой продукции, производственные мощности, сервисные центры. Всех их объединяет одна цель: делать свою работу своевременно, профессионально и надежно.

## Крупные вложения в НИОКР

Технический прогресс подразумевает постоянную работу над решением актуальных и вновь возникающих задач. Поэтому около 3% сотрудников компании Habasit заняты научными исследованиями, разработкой новых и улучшением старых изделий компании. В их распоряжении находится лучшее лабораторное оборудование, а ежегодные отчисления на НИОКР составляют около 8% финансового оборота компании.

## Ведущие позиции в отрасли

Штат компании Habasit насчитывает более 3300 сотрудников, усилия которых направлены на обеспечение заказчиков приводными системами, адаптированными к их потребностям. Как быстро бы не росли эти потребности.

Компанией Habasit всегда движет стремление реально помогать заказчикам в их работе.

Более подробная информация о компании Habasit приведена на сайте: [www.habasit.com](http://www.habasit.com)

# Решения компании Habasit

## Не имеющий аналогов ассортимент продукции

Компания Habasit предлагает самый широкий выбор приводных ремней, конвейерных лент, технологических и вспомогательных устройств и систем. Работа над любым заказом заканчивается разработкой решения, идеально соответствующего установленным требованиям.

## Сертифицированное качество

Компания Habasit выполняет требования наиболее строгих стандартов качества не только в отношении предлагаемых ею изделий и решений, но и в плане организации каждодневной работы своих сотрудников.

Компания Habasit AG имеет сертификат соответствия ISO 9001:2000.

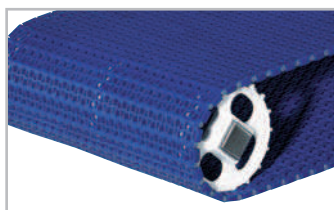


## Основные серии изделий компании



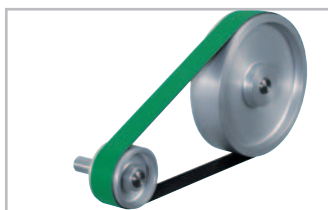
### HabaFLOW®

Конвейерные и технологические ленты на тканевой основе



### HabasitLINK®

Модульные пластиковые ленты



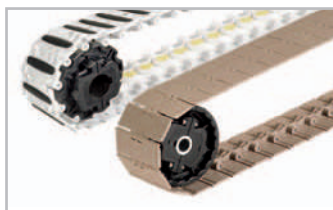
### HabaDRIVE®

Приводные ремни



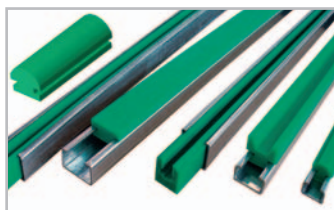
### HabaSYNC®

Зубчатые ремни



### HabaCHAIN®

Пластинчатые и цепные конвейеры



### HabiPLAST®

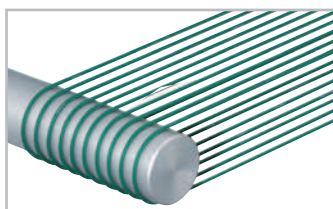
Профили, направляющие, опоры



Ленты для оборудования



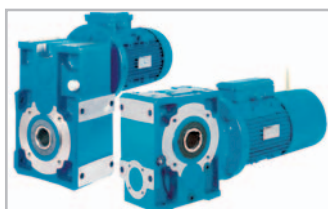
Бесшовные ремни



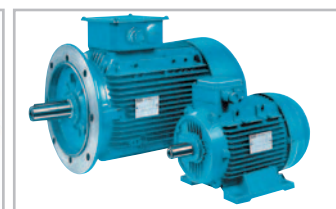
Ремни круглого сечения



Инструменты для изготовления (склейки)



Редукторы, редукторные двигатели, системы управления



Электрические двигатели

# Общие сведения

## История развития плоскоременных приводов



Ремни, канаты и цепи уже много веков используются в качестве приводных устройств. Еще в древнем Вавилоне и Ассирии применялись цепные механизмы для подъема воды из колодцев. В XV веке система на основе бесконечного каната служила приводом для шлифовальной машины, а на рисунках Леонардо да Винчи (1452 - 1519) можно увидеть чертеж шарнирной цепи.

В эпоху индустриализации, которая началась с изобретения парового двигателя (XVIII век) ременные приводы с изготовленными из хромовой кожи ремнями стали неотъемлемой частью любого промышленного производства. Энергия вырабатывалась централизованно паровым двигателем и передавалась к отдельным станкам длинными трансмиссионными валами.

Леонард Эйлер (математик, 1707–1783) опубликовал первые теоретические исследования тягового механизма. На их основе инженер Иоганн Альберт Эйтельвайн (1764– 1848) в 1808 году вывел формулу для расчета трения каната, которая и сегодня используется при расчете фрикционных приводов. С этого времени тяговые механизмы продолжали активно развиваться.

После изобретения электрического двигателя станки стали оснащаться отдельными приводами. Эта тенденция, а также существенные недостатки кожаных ремней (постепенное снижение коэффициента трения и ослабление натяжения, значительные вибрации и шум, небезопасные механические соединения) привела к временному выходу ременных приводов из употребления.

Изобретение полиамида во время Второй мировой войны навело Фердинанда Хабеггера (инженера и основателя компании Habasit AG Switzerland, 1921–1992) на мысль о возможности создания плоских ремней со стабильными и прогнозируемыми упругими свойствами, которые можно делать бесконечными при помощи склейки. В те времена хромовая кожа наклеивалась на тяговый слой из полиамида в качестве фрикционного покрытия.

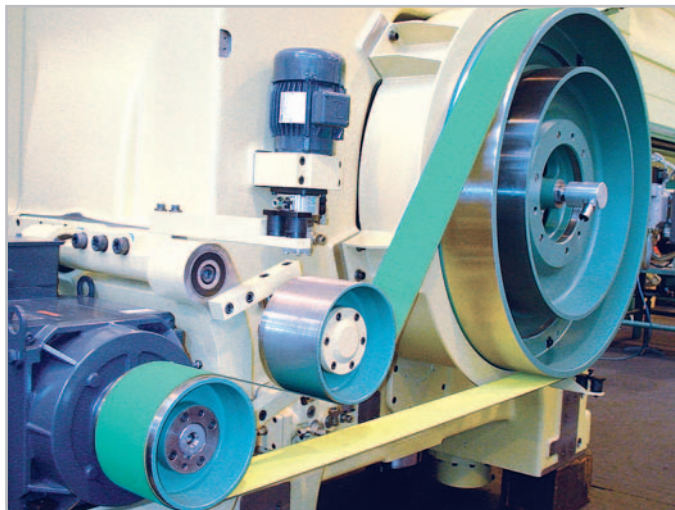
Современные, полностью синтетические высокопрочные плоские приводные ремни состоят из прочного и упругого тягового слоя полиамида, полиэстера или арамида, а также стойкого к износу, воздействию масла и смазки фрикционного покрытия из NBR-резины (эластомер), которое обладает высоким коэффициентом трения и обеспечивает качественное сцепление между ремнем и шкивами.

Благодаря универсальности, высоким техническим характеристикам и исключительной надежности, синтетические плоские ремни используются сегодня во всех тяговых приводах.

# Общие сведения

## История развития плоскоременных приводов

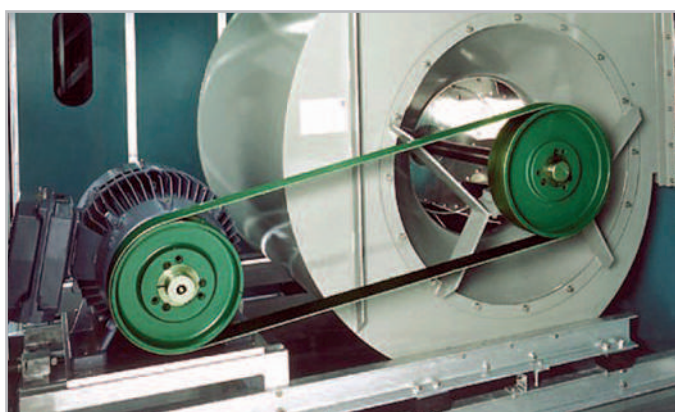
Примеры современных плоскоременных приводов:



Плоский ремень в составе 160-тонного пресса



Ремень в составе тангенциального привода  
пряделного станка



Плоский ремень вращает промышленный вентилятор



Плоский ремень в составе  
приводного роликового конвейера



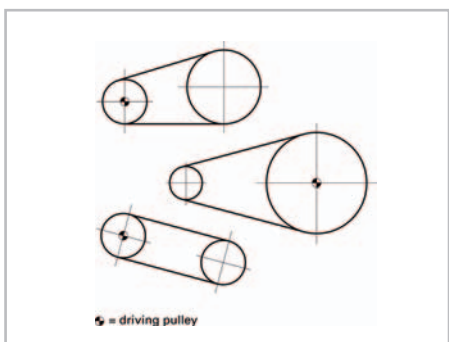
Привод текстильного станка с перекручивающимся плоским ремнем

# Общие сведения

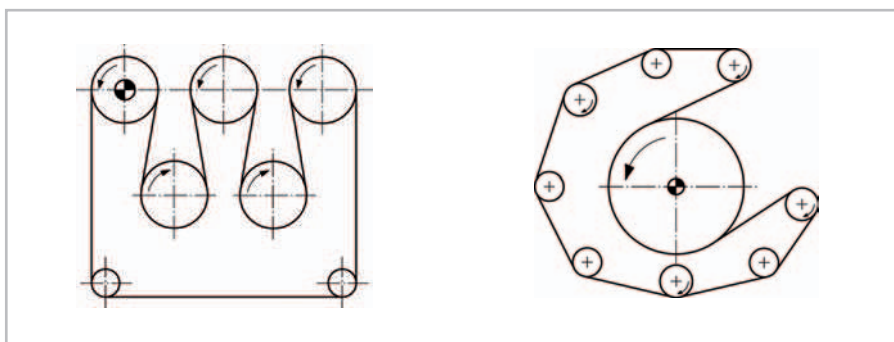
## Плоский ремень - универсальный элемент механического оборудования

Сегодня плоские приводные ремни используются в приводах различной конструкции. Наиболее распространенной из них является передача с двумя шкивами (с открытым ремнем), которая состоит из ведущего и ведомого шкивов, а также приводного ремня.

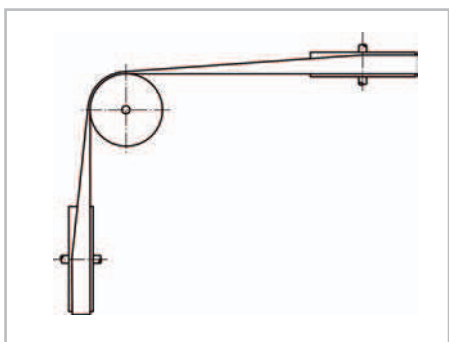
Однако плоский ремень может применяться и в других, различных по конструкции приводах. Вот несколько типовых примеров:



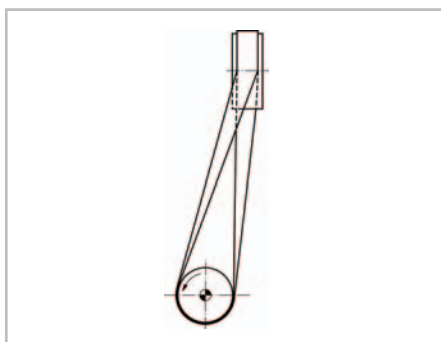
Привод с двумя шкивами  
(с открытым ремнем)



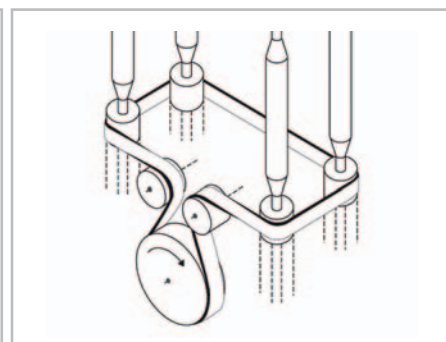
Привод с несколькими шкивами (разветвление мощности)



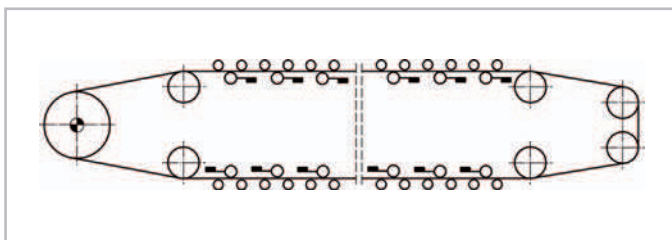
Привод для прядильной машины  
периодического действия



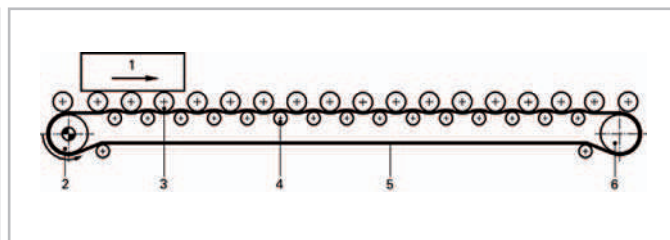
Привод с полуперекрещенным  
ремнем



Шпиндельный привод



Тангенциальный ременной привод



Приводной роликовый конвейер



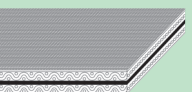


Более подробно эти приводы описаны в разделе «Плоскоременные передачи специального назначения».

# Ремень HabaDRIVE® для ременных приводов

## Основные группы ремней

Компания Habasit разработала серию приводных ремней HabaDRIVE®, среди которых можно найти ремень, наиболее подходящий для конкретной системы.

При этом все ремни серии можно разделить на три группы, в зависимости от материала основного слоя:

	Приводные ремни из полиэстера		Приводные ремни из полиамида		Ремни из арамида
	Универсальные ремни		Ремни для тяжелых условий эксплуатации		Специальное решение
	Отличное соотношение цены и качества  Основной выбор для производителей оборудования и конечных пользователей		Хорошо известны своей надежностью и сроком службы  Надежные и очень эластичные ремни, которые выдерживают перемежающиеся перегрузки и высокие температуры (до 100 °C)		Идеальный выбор для ремней большой длины.  Короткий ход натяжного устройства, высокая точность ЧВ и скорости ремня.
	TC-	TCF-xxEL	S-	A-	TF-
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкое энергопотребление</li> <li>Высокая гибкость</li> <li>Простота склейки</li> <li>Надежная работа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкое энергопотребление</li> <li>Канавки обеспечивают зацепление</li> <li>Высокая гибкость</li> <li>Простота склейки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Эластичность</li> <li>Ударопрочность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Эластичность</li> <li>Ударопрочность</li> <li>Канавки обеспечивают зацепление</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкое энергопотребление</li> <li>Высокая гибкость</li> <li>Простота склейки</li> <li>Большой модуль Юнга</li> </ul>
Область применения					
Тангенциальная лента	●	—	●	—	●
Несколько шкивов	●	●	●	●	●
Роликовый конвейер	●	—	●	—	●
Двухнаправленный ременный привод	●	—	●	—	●
Конструкция и материалы	напр.: TC-55ER 	напр.: TCF-20EL 	напр.: S-250H 	напр.: A-2 	напр.: TF-50 
Фрикционное покрытие (материал)	NBR-резина	NBR-резина	NBR-резина	NBR-резина	NBR-резина <sup>1)</sup>
Тяговый слой (материал)	Полиэстер		Полиамид		Арамид
Покрытие задней стороны (материал)	NBR-резина	Hamid	NBR-резина	NBR-резина (защитный слой)	NBR-резина <sup>1)</sup>
Допустимая рабочая температура (непрерывная)	-20 °C / 70 °C		-20 °C / 100 °C		-20 °C / 65 °C
Метод склейки	Flexproof (без клея)		Thermofix		Flexproof (без клея)

<sup>1)</sup> Кроме TF-15H (Hamid)

# Ремень HabaDRIVE® для ременных приводов

## Основные данные о продукции

В следующей таблице приведены основные данные по наиболее распространенным ремням HabaDRIVE®. Более подробная и актуальная информация приведена на сайте [www.habasit.com](http://www.habasit.com)

Серия ремней	Код ремня	Двухнаправленный ременный привод, привод с тангенциальным ремнем	Толщина [мм]	Минимальный диаметр шкива при наличии перегибов [мм]	Растягивающее усилие 1% удлинения на ед. ширины [Н/мм] (K <sub>1</sub> % после приработки)	Номинальное периферийное усилие на ед. ширины [Н/мм]	
Приводные ремни из полиэстера	TC-	TC-10EF	●	1.8	25	5	10
		TC-20EF	●	2.0	25	10	21
		TC-20/25EF	●	2.5	50	11	23
		TC-35ER	●	2.5	50	18	38
		TC-35/30ER	●	3.0	50	18	38
		TC-35/35ER	●	3.5	70	18	38
	TC-55ER	●	3.0	70	25	53	
	TCF-	TCF-20EL	○	2.6	80	10	21
		TCF-35EL	○	3.0	100	18	38
		TCF-55EL	○	3.5	150	25	53
TCF-20H		●	1.5	25	10	20	
TCF-50H	●	2.0	60	24	48		
Приводные ремни из полиамида	S-	S-10/15	●	1.5	40	4.4	12
		S-18/20	●	2.0	60	8	22
		S-18/30	●	3.0	60	8	22
		S-33/40	●	4.0	125	13	37
		S-33/50	●	5.0	125	13	37
		S-140H	●	1.7	40	4.8	13
		S-141H	●	2.3	40	4.8	13
		S-250H	●	2.3	100	11	29
		S-250HR	●	2.6	100	11	29
		S-251H	●	3.0	100	11	29
		S-321H	●	3.2	125	13	35
		S-390H	●	3.2	160	14	38
		S-391H	●	4.0	160	14	38
	A-	A-2	○	2.7	60	7.5	22
		A-3	○	3.4	125	12	36
		A-4	○	5.0	300	21	63
		A-5	○	6.8	450	30	92
	Приводные ремни из арамида	TF-	TF-10	●	1.7	25	10
TF-15			●	2.0	30	15	15
TF-15H			●	1.5	30	15	15
TF-22			●	2.4	60	22	22
TF-33			●	3.0	100	33	33
TF-50			●	3.9	125	50	50
TF-75TE			○	4.4	200	70	70

● Применимо ○ Неприменимо

Все данные представляют собой аппроксимированные значения для стандартных климатических условий: 23°C, относительная влажность 50% (DIN 50005/ISO 554), с учетом использования методов склейки Habasit.

# Выбор типа и расчет ремня HabaDRIVE®

## Сбор данных о приводе

Для того чтобы гарантировать безотказную работу и надлежащий уровень технических характеристик плоскоременной передачи HabaDRIVE®, необходимо правильно выбрать и установить ремень.

- Тип ремня
- Ширина ремня
- Начальное удлинение

Если меняется хотя бы один из этих факторов, расчет привода необходимо выполнить заново.

Профессиональный подход к разработке ременных приводов предполагает последовательное выполнение следующих операций:

1. Сбор данных о приводе
2. Выбор оптимального типа ремня
3. Вычисление требуемых размеров ремня

### Сбор данных о приводе

Для того чтобы подобрать ремень оптимального типа и правильно вычислить размеры ремня, важно иметь точные данные о системе, в которой будет работать ремень, а также об условиях его работы.

Для расчета обычного привода с двумя шкивами необходимы следующие параметры:

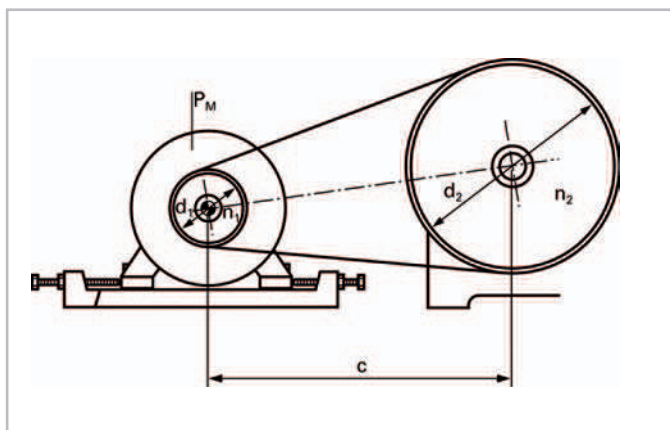
- $P_M$  = мощность двигателя или передаваемая мощность [кВт]
- $n_1$  = частота вращения ведущего шкива [1/мин]
- $n_2$  = частота вращения ведомого шкива [1/мин]
- $d_1$  = диаметр ведущего шкива [мм]
- $d_2$  = диаметр ведомого шкива [мм]
- $c$  = расстояние между центрами шкивов [мм]

Для сбора данных используйте специальные **Анкеты** (см. Приложение). Эти анкеты необходимо скопировать, заполнить и направить лицу, ответственному за выбор ремня и вычисление его размеров.

### Выбор оптимального типа ремня

Для выбора оптимального типа ремня можно воспользоваться **специальной блок-схемой** на следующей странице. При наличии расчетной программы Habasit POWER-SeleCalc, можно воспользоваться ею и для выбора оптимального типа ремня.

Более подробную информацию о них можно получить, обратившись к ближайшему партнеру компании Habasit.





# Выбор типа и расчет ремня HabaDRIVE®


## Расчет в POWER-SeleCalc

Программа Habasit POWER-SeleCalc позволяет пользователю произвести расчет ремня (параметров станка и окружающей среды) и определить технические характеристики привода в том числе ширину ремня, начальное удлинение, статические и динамические нагрузки на вал, эффективную длину ремня и др.

Расчет можно выполнить для привода с двумя шкивами, для привода с натяжным шкивом, а также для тангенциального привода.


**Однуступенчатый привод / привод с открытым ремнем (с двумя шкивами)**

Форма для выбора/ввода




Дополнительная форма ввода

Форма для выбора ремня



Экран с результатами

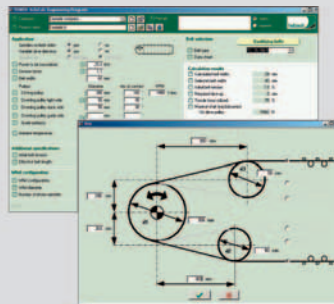
Распечатка результатов



Опция: Печать спецификаций

**Тангенциальный ременной привод**

Форма для выбора/ввода



Форма для ввода данных / выбора типа ремня

Программу Habasit POWER-SeleCalc можно бесплатно заказать через сайт [www.habasit.com](http://www.habasit.com), по электронной почте [info@habasit.com](mailto:info@habasit.com) или у ближайшего партнера компании Habasit.

# Технические характеристики ремней

## Длина ремня

Технология ременных передач основывается на нескольких специальных выражениях и технических характеристиках, которые требуют краткого пояснения.

### Длина ремня

Длину ремня можно выразить при помощи следующих параметров:

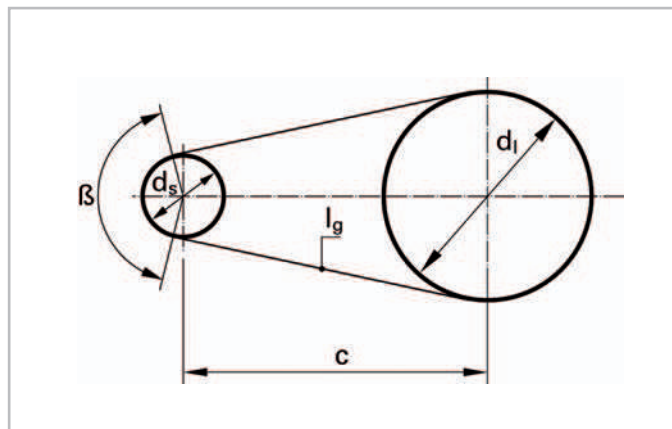
- Геометрическая длина ремня ( $l_g$ )
- Эффективная длина ремня ( $l_{eff}$ )
- Длина укороченного ремня ( $l_s$ )

В обычной передаче с двумя шкивами разница между геометрической и эффективной длиной ремня пренебрежимо мала. Однако в некоторых специальных случаях (например, при небольшом расстоянии между центрами шкивов, при относительно большой толщине ремня и т.п.) требуется более высокая точность в расчетах.

Обратите внимание на то, что приведенные ниже теоретические соображения автоматически учитываются при использовании расчетной программы POWER-SeleCalc.

### Геометрическая длина ремня ( $l_g$ )

Под геометрической длиной понимается внутренний периметр ннатянутого ремня. При этом предполагается, что толщина ремня одинакова по всей длине. Толщина ремня и положение нейтрального слоя не учитываются.



Точная формула для расчета геометрической длины ремня для привода с двумя шкивами:

$$l_g = 2c \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + \frac{\pi}{2} \left[ d_s + d_l + \frac{(d_l - d_s)(180 - \beta)}{180} \right] \text{ [mm]}$$

$c$  = расстояние между центрами [мм]

$d_s$  = диаметр малого шкива [мм]

$d_l$  = диаметр большого шкива [мм]

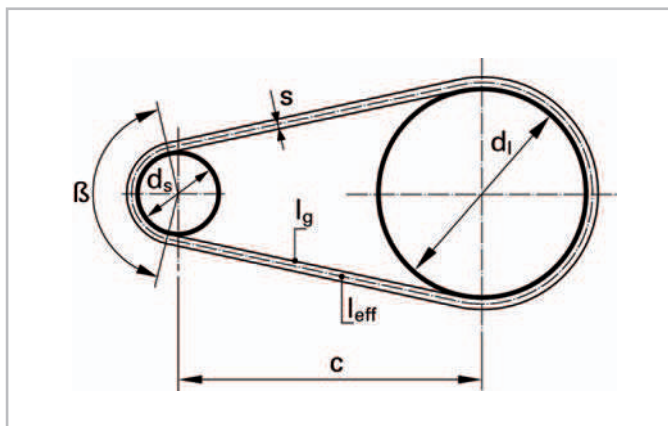
$\beta$  = дуга контакта малого шкива [°]

# Технические характеристики ремней

## Длина ремня

### Эффективная длина ремня ( $l_{eff}$ )

Под эффективной длиной понимается длина нейтрального слоя ненатянутого ремня. Она соответствует его технологической длине.

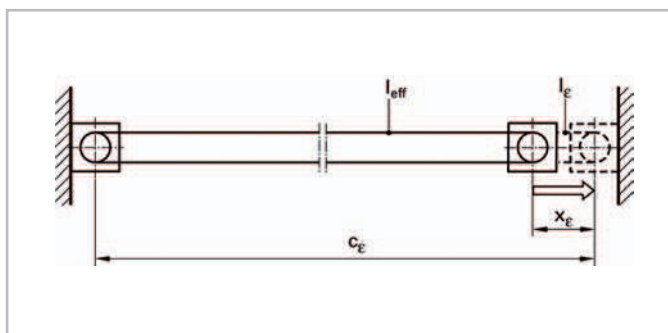


Точная формула для расчета эффективной длины ремня для привода с двумя шкивами:

$$l_{eff} = 2c \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + \frac{\pi}{2} \left[ d_s + d_l + 4s + \frac{(d_l - d_s)(180 - \beta)}{180} \right] \quad [\text{mm}]$$

- $c$  = расстояние между центрами [мм]
- $d_s$  = диаметр малого шкива [мм]
- $d_l$  = диаметр большого шкива [мм]
- $s$  = измеренное положение нейтрального слоя относительно рабочей стороны ремня [мм]
- $\beta$  = дуга контакта малого шкива [°]

В системах, в которых **конечное положение шкива после натяжения четко определено**, и ремень удлиняется до конкретного фиксированного положения, обычно известно расстояние между центрами шкивов после натяжения ремня ( $c_\epsilon$ ).



Эффективная (технологическая) длина ненатянутого ремня вычисляется следующим образом:

$$l_{eff} = 2(c_\epsilon - x_\epsilon) \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + \frac{\pi}{2} \left[ d_s + d_l + 4s + \frac{(d_l - d_s)(180 - \beta)}{180} \right] \quad [\text{mm}]$$

- $c_\epsilon$  = расстояние между шкивами после натяжения ремня [мм]
- $x_\epsilon$  = смещение шкива при натяжении [мм]

Формула для расчета перемещения шкива при натяжении ремня ( $x_\epsilon$ ):

$$x_\epsilon = \frac{l_{eff} \cdot \epsilon_0}{2 \cdot 100}$$

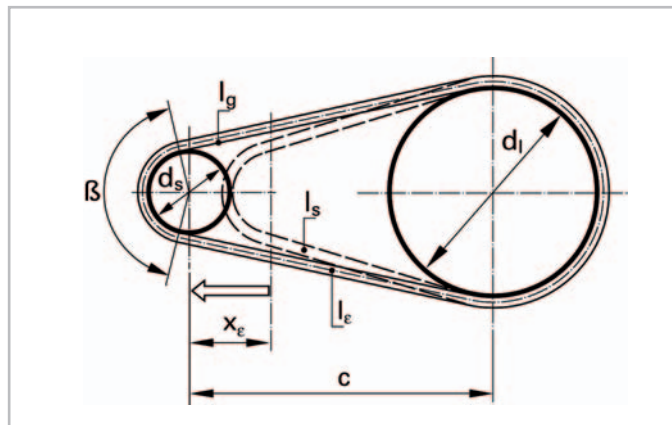
- $l_{eff}$  = эффективная длина ненатянутого ремня [мм]
- $\epsilon_0$  = начальное удлинение [%]

# Технические характеристики ремней

## Длина ремня

### Длина укороченного ремня ( $l_s$ )

В системах, в которых полностью отсутствуют натяжные устройства, технологическая длина ремня должна быть уменьшена на величину необходимого начального удлинения.



Базовая формула для расчета (технологической) длины укороченного ремня ( $l_s$ ) имеет следующий вид:

$$l_s = \frac{l_e}{1 + \frac{\varepsilon_0}{100}} = \frac{100 \cdot l_e}{100 + \varepsilon_0} \quad [\text{mm}]$$

$l_e$  = длина натянутого ремня [мм]

$\varepsilon_0$  = начальное удлинение [%]

Обычно по геометрической длине ремня ( $l_g$ ) можно определить его внутренний периметр в натянутом состоянии. Поэтому при вычислении длины укороченного ремня необходимо учесть положение нейтрального слоя ( $s$ ):

$$l_s = \frac{100 \cdot [l_g + (2s \cdot \pi)]}{100 \cdot \varepsilon_0} \quad [\text{mm}]$$

**Примечание:** Если в состав привода входит натяжное устройство, но длина его хода недостаточно велика для обеспечения требуемого удлинения ремня ( $x_e$ ), последний может быть частично укорочен.

# Технические характеристики ремней

## Растягивающее усилие для удлинения на 1% (значение $k_{1\%}$ )

### Растягивающее усилие для удлинения на 1% (значение $k_{1\%}$ )

Значение  $k_{1\%}$  показывает растягивающее усилие, которое позволяет растянуть ремень до удлинения на 1% (на единицу ширины ремня) [Н/мм].

### Растягивающее усилие для удлинения на 1% после приработки (значение $k_{1\%a.r.i.}$ )

Взаимосвязь между усилием и удлинением синтетического материала изменяется и зависит от времени, прошедшего после растяжения, температуры и влажности. Зависимость от температуры и влажности довольно сложна (и не рассматривается в данном руководстве). В отличие от нее, зависимостью от времени пренебречь нельзя.

Ниже описывается, что происходит при удлинении синтетического материала (например, приводного ремня):

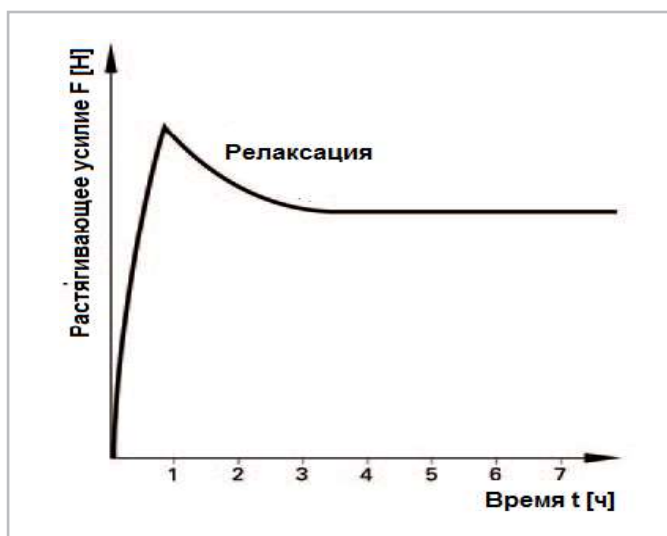
Для того чтобы нужным образом удлинить ремень, требуется приложить к нему определенное растягивающее усилие ( $F$ ). Как только ремень приобретает необходимую длину, это усилие начинает снижаться: сначала значительно, потом медленнее, а затем перестает изменяться. В результате этого имеет место микроскопическое перемещение молекулярных цепочек относительно друг друга. Это вязкоупругое явление называется "релаксацией".

В качестве показателя релаксации приводных ремней компания Nabasit использует значение  $k_{1\%}$ , которое измеряется по окончании релаксации или периода приработки ремня.

Поэтому это значение называется  $k_{1\%}$  после приработки:

$k_{1\%a.r.i.}$  = растягивающее усилие, необходимое для удлинения ремня на 1%, в расчете на единицу его ширины, измеренное после приработки ремня [Н/мм]

Значение  $k_{1\%a.r.i.}$  позволяет принять решение относительно требуемой ширины ремня и вычислить итоговое значение нагрузки на вал после релаксации.



# Технические характеристики ремней

## Нагрузка на вал

Описанное выше явление релаксации оказывает непосредственное влияние на нагрузку на вал.

Если приводной ремень натянут до необходимого начального натяжения, сразу после натяжения нагрузка на вал будет максимальной ( $F_{Wpeak}$ ).

Если удлинение в дальнейшем не меняется, нагрузка на вал со временем начинает снижаться. Сначала это снижение довольно интенсивно (основная часть процесса релаксации проходит за первые 2 часа после натяжения), но затем скорость снижения уменьшается до тех пор, пока нагрузка не стабилизируется на уровне ( $F_{Wa.r.i.}$ ).

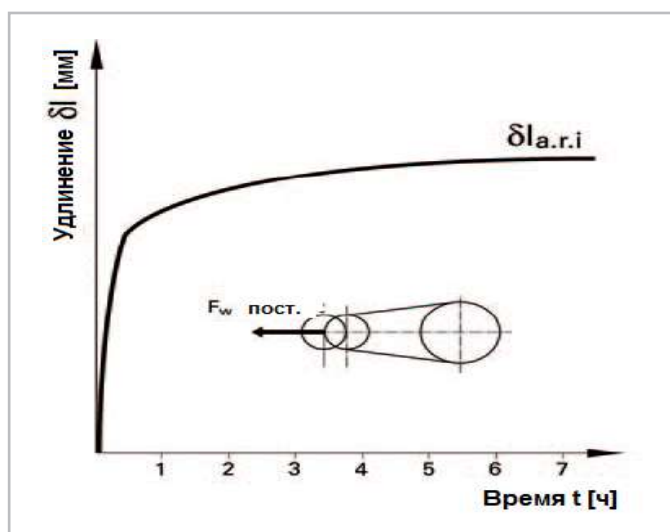
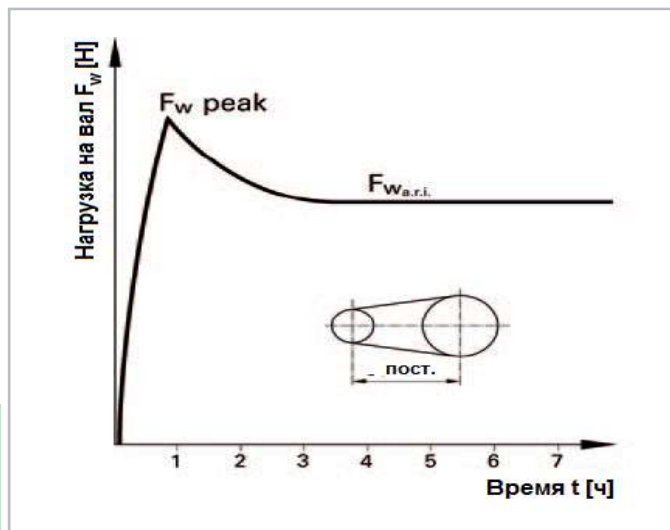
Наибольшая нагрузка на вал ( $F_{Wpeak}$ ), которая имеет место сразу после натяжения, на 40-50% выше нагрузки, которая ( $F_{Wa.r.i.}$ ), которая устанавливается после релаксации. Конкретное значение зависит от типа ремня и условий удлинения.

Этот факт необходимо учитывать при выборе валов и подшипников (см. раздел «Принципы проектирования. Подшипники»), проектировании рамы привода, а также во время установки (см. раздел «Установка ленты»).

Указанные Habasit значения нагрузок на валы представляют собой значения после релаксации.

Необходимо различать статические нагрузки на вал (в состоянии покоя,  $F_{Ws}$ ) и динамические нагрузки (во время работы  $F_{Wd}$ ), когда действуют центробежные силы.

Примечание: В системах, в которых ремень натягивается воздействием постоянного усилия, механической силы (гидравлически или пневматический цилиндр или пружина) или силы собственного веса, нагрузка на вал остается постоянной, но изменяется длина ремня. То есть в процессе релаксации он сначала удлиняется, а затем больше не меняется.



# Технические характеристики ремней

## Номинальное периферийное усилие

Номинальное периферийное усилие ( $F_{UN}$ ) показывает, какое усилие может быть передано от периметра ведущего шкива ремню в пересчете на единицу его ширины [Н/мм].

Усилие  $F_{UN}$  представляет собой произведение  $k_{1\%}$  после приработки ( $k_{1\%a.r.i.}$ ) и допустимого удлинения ( $\epsilon_{adm}$ ) ремня с учетом коэффициента трения ( $\mu$ ) между ремнем и шкивом.

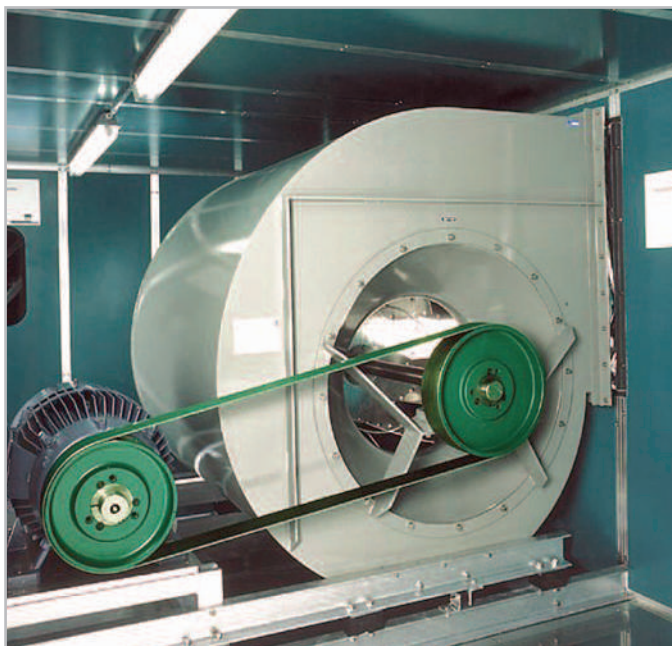
Допустимое удлинение определяется для данного типа ремня испытательным путем.

Примечание: Номинальное периферийное усилие показывает эффективную прочность приводного ремня.

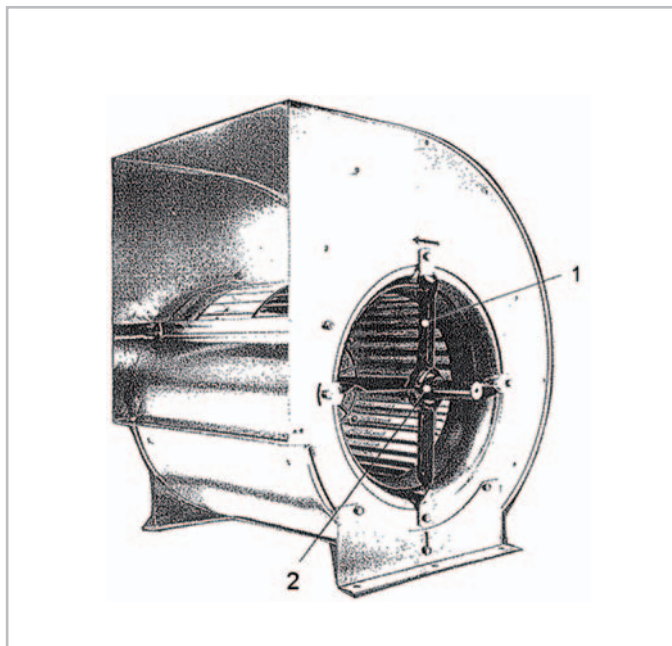
## Общая конструкция привода

Передача энергии в плоскоременных передачах осуществляется за счет трения. Это означает, что ремень должен быть прижат к рабочей поверхности шкива с определенным усилием, что создает нагрузку на вал. Вал и удерживающие его подшипники должны выдерживать эту нагрузку. Конструкция передачи в целом должна выдерживать все приходящиеся на нее нагрузки, не испытывая при этом существенной деформации. Поэтому можно сделать следующие общие заключения:

- Конструкция передачи должна быть жесткой и не испытывать деформаций. Поэтому размеры рамы, подшипников вала и опор двигателя должны быть подобраны с учетом максимальной силы растяжения и вызванной ею нагрузки на вал.
- Оси всех валов и роликов, которые входят в контакт с ремнем, должны быть перпендикулярны рабочей оси последнего.
- Во избежание электростатических разрядов установка должна быть заземлена (электрически соединена с потенциалом земли). Конструкции с подшипниками на опорах из синтетических материалов, а также мобильные установки на резиновых колесах следует эксплуатировать с осторожностью!



а) Пример правильно спроектированной, устойчивой к деформациям опорной конструкции



б) Пример неправильно спроектированной конструкции

- 1 Опорная конструкция непрочна и может испытывать деформации
- 2 Подшипники установлены на резиновых кольцах (которые непрочны с механической точки зрения и могут накапливать электростатический заряд)

# Принципы проектирования

## Шкивы для плоских ремней

### Материал шкива

Если линейная скорость  $v \leq 35$  м/с, то желательно использовать шкивы из **чугуна**. При  $v > 35$  м/с следует применять шкивы из стали или чугуна повышенной прочности. Указанные численные значения относятся к цельным шкивам и шкивам с центральным диском.

В настоящее время, в силу весовых и экономических характеристик, популярны становятся шкивы, отлитые под давлением из **реактопластика**. Однако в общем случае не рекомендуется применять такие шкивы в качестве ведущих или ведомых: низкая теплопроводность синтетического материала может привести к недопустимому перегреву шкивов и ремня.

**Алюминиевые** шкивы и ролики должны подвергаться **анодной обработке**. Однако была отмечена склонность таких шкивов к преждевременному износу и "почернению".

### Размеры шкива

Диаметр и ширина шкива зависят от требований и геометрических параметров конкретной системы.

### Ширина шкива

Ширина шкивов должна превосходить ширину ремня хотя бы в 1,05 - 1,1 раза.

### Диаметр шкива

Диаметр шкива выбирается в соответствии с требуемым для конкретной системы коэффициентом передачи.

Минимальный диаметр шкива определяется техническими характеристиками плоского ремня.

Максимальный диаметр обычно ограничивается габаритами конкретной установки, чаще всего – размерами защитного кожуха.

Общее правило: Чем больше диаметры шкивов, тем выше скорость ремня и, следовательно, меньше нагрузка на вал.

Вообще говоря, шкивы могут иметь произвольные размеры. Однако по возможности следует выбирать стандартные диаметры в соответствии с ISO 22.

### Профиль шкива

Для того чтобы плоский ремень не соскальзывал с передачи, **хотя бы один из шкивов должен иметь отличный от плоского профиль**. Желательно, чтобы это был шкив большего размера или шкив с большей дугой контакта.

Рекомендуется, чтобы шкив имел правильный, симметричный профиль. Не следует применять шкивы с коническим или цилиндрическим и коническим профилем, ни в коем случае не допускается наличие острых кромок.



Коммерчески доступные шкивы обычно имеют стандартный (ISO 22) профиль. **При использовании плоских ремней Habasit высоту профиля можно уменьшить**, так как эти ремни обладают значительной поперечной жесткостью и, как следствие, хорошо удерживаются на шкивах.

# Принципы проектирования

## Шкивы для плоских ремней

Для вновь проектируемых шкивов, компания Habasit рекомендует выбирать высоту профиля в соответствии со следующей таблицей:

Диаметр шкива по ISO 22	Рекомендуемая высота профиля (h) [мм]					Высота профиля по ISO 22 Не рекомендуется [мм]	
	Ширина шкива b по ISO 22 [мм]					Ширина шкива [мм]	
[мм]	20, 25, 32, 40, 50	63, 71, 80, 90, 100	112, 125, 140, 160	180, 200, 244, 250	280, 315, 355, 400	b ≤ 250	b ≥ 280
40	<b>0.3</b>	<b>0.3</b>				<b>0.3</b>	<b>0.3</b>
50							
63							
71							
80							
90							
100	<b>0.4</b>	<b>0.4</b>				<b>0.4</b>	<b>0.4</b>
112							
125							
140							
160							
180							
200	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>				<b>0.5</b>	<b>0.5</b>
224							
250							
280							
315							
355							
400	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>				<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
450							
500							
560							
630							
710							
800	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>				<b>0.7</b>	<b>0.7</b>
900							
1000							
1120							
1250							
1400							
1600	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>				<b>0.8</b>	<b>0.8</b>
1800							
2000							

При необходимости использовать шкивы диаметром более 2000 мм обратитесь за консультацией к ближайшему партнеру компании Habasit.

# Принципы проектирования

## Шкивы для плоских ремней

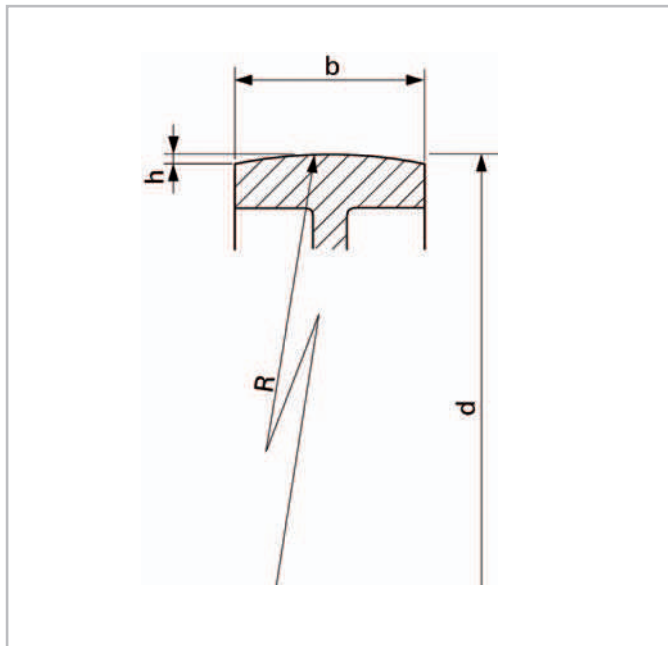
Увеличенная по сравнению с указаниями предыдущей таблицы высота шкива может негативно отразиться на сцеплении шкива с ремнем, особенно если последний обладает значительной поперечной жесткостью.

Взаимосвязь высоты ( $h$ ) и радиуса ( $R$ ) профиля:

$$R = \frac{h}{2} + \frac{b^2}{8h} \quad [\text{mm}]$$

$$h = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \left( \frac{\arcsin \left( \frac{b}{2R} \right)}{2} \right) \quad [\text{mm}]$$

Чем больше дуга контакта, тем лучше сцепление шкива с ремнем.

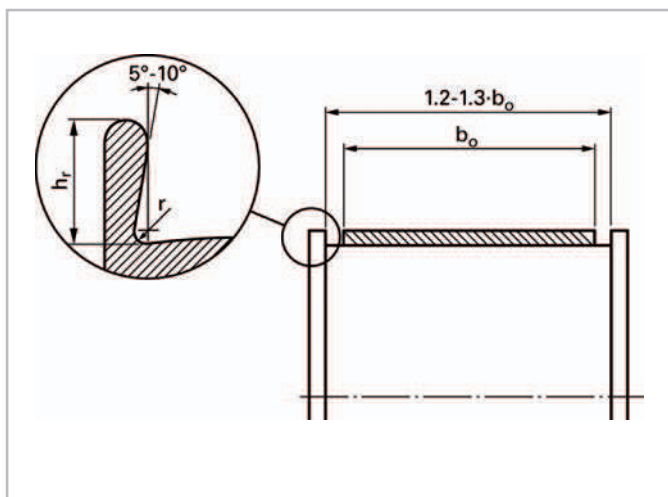


### Шкивы с фланцами

Следует избегать применения шкивов и роликов с фланцами из-за опасности повреждения ремня при контакте с поверхностью фланца.

В исключительных случаях, как, например, когда необходимо сохранить правильное положение длинного ремня во время монтажа тангенциальной передачи, могут использоваться прижимные фланцевые ролики. Однако во время нормальной работы ремень не должен соприкасаться с фланцами.

Ширина контактной поверхности шкива должна на 20%... 0% превышать ширину ремня ( $b_0$ ). Высота фланца ( $h_r$ ) должна быть примерно равна толщине ремня. При этом необходимо сделать во фланцах вырезы, чтобы уменьшить вероятность контакта с ремнем.



# Принципы проектирования

## Шкивы для плоских ремней

### Рабочая поверхность шкива

Чистая и гладкая рабочая поверхность шкива повышает КПД и увеличивает срок службы приводных ремней.

Рабочая поверхность приводного шкива не должна быть слишком гладкой, поскольку это приведет к проскальзыванию и повышению уровня шума, или слишком шероховатой (рифление не допускается!), так как при этом будет иметь место чрезмерный износ и преждевременное старение ремня.

Рекомендации Habasit по шероховатости рабочей поверхности:

$R_a = 6.3 - 3.2$  мкм (обеспечивается обычным инструментом на токарном станке)

$R_a$  = среднее арифметическое отклонение профиля в соответствии с ISO 4287

При небольшом диаметре шкивов и роликов (около 200 мм) при желании можно использовать более гладкие поверхности, например  $R_a = 1,6$  мкм (возможно только при обработке на прецизионном токарном станке в режиме высокой точности).

Не следует применять ведущие и ведомые шкивы большого диаметра и ширины с шероховатостью поверхности менее  $R_a = 3,2$  мкм. Это может привести к проскальзыванию ремня.

Показатель " $R_z$ " (неровность по десяти точкам) более не применяется в качестве параметра ISO. Аналогичным образом не используется показатель " $N$ ", шкала шероховатости в соответствии с ISO 1302.

### Качество балансировки шкива

Если линейная скорость не превышает  $v = 30$  м/с, а диаметр шкива -  $d = 355$  мм, шкивы обычно балансируют в одной плоскости (качество G 1.6, в соответствии с ISO 1940 (VDI 2060)).

При более высоких линейных скоростях ( $v > 30$  м/с) и диаметрах  $d > 355$  мм, шкивы необходимо динамически балансировать в двух плоскостях.

# Принципы проектирования

## Подшипники

### Выбор и технические характеристики подшипников

Выбор конструкции и технических характеристик подшипников осуществляется в соответствии с техническими спецификациями производителей.

### Нагрузка на подшипники

Основным фактором для определения нагрузки на подшипник является нагрузка на вал, возникающая из-за натяжения приводного ремня (см. раздел «Технические характеристики ремня, нагрузка на вал»).

Расчетная программа POWER-SeleCalc позволяет определить как статическую ( $F_{Ws}$ ), так и динамическую ( $F_{Wd}$ ) нагрузку на вал. Эти показатели вычисляются в ходе обычного расчета параметров ремня.

При выборе технических характеристик подшипника необходимо учитывать, что максимальная нагрузка на вал ( $F_{Wpeak}$ ), которая действует в течение небольшого промежутка времени после удлинения, примерно на 40-50% превышает указанные значения  $F_{Ws}$  и  $F_{Wd}$ .

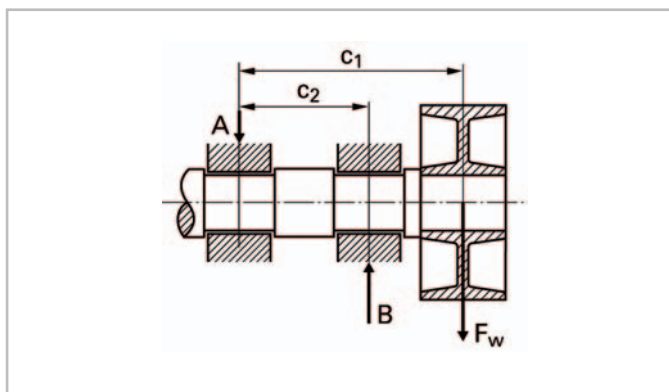
**Примечание:** В редких случаях, например если очень прочный ремень подвергается необычно быстрому удлинению, нагрузка на вал в первый момент после натяжения может на 100% превышать значения, полученные при помощи POWER-SeleCalc.

Если основной параметр расчета – нагрузка на вал ( $F_w$ ) – известен, фактическая нагрузка на подшипник может быть найдена следующим образом:

#### • Система с одним подшипником

$$\text{Нагрузка на подшипник } A_w = F_w \cdot \frac{c_1 - c_2}{c_2}$$

$$\text{Нагрузка на подшипник } B_w = F_w \cdot \frac{c_1}{c_2} \quad [H]$$



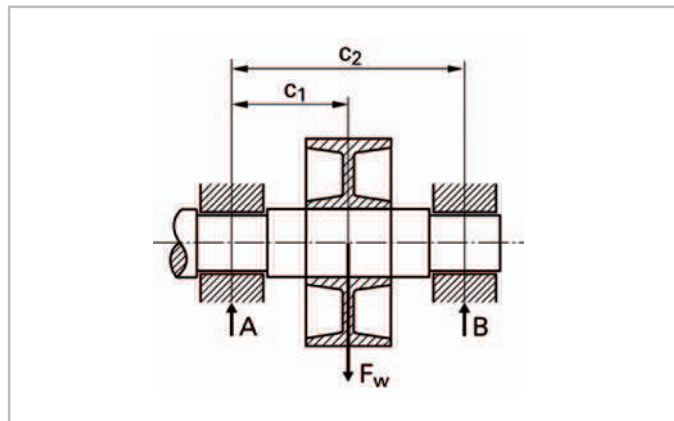
# Принципы проектирования

## Подшипники

### • Система с двумя подшипниками

$$\text{Нагрузка на подшипник } F_{W1} = F_w \cdot \frac{C_2 - C_1}{C_2} \quad [\text{H}]$$

$$\text{Нагрузка на подшипник } F_{W2} = F_w \cdot \frac{C_1}{C_2} \quad [\text{H}]$$



Очевидно, что полученная в результате расчета нагрузка на подшипник не должна превышать максимально допустимую нагрузку, значение которой указывается в паспорте подшипника.

Если оказывается, что максимальная расчетная нагрузка близка или превышает максимально допустимую нагрузку на существующие подшипники, можно принять следующие меры:

- По возможности увеличьте диаметры шкивов, чтобы уменьшить нагрузку на вал
- Используйте систему натяжения ремня, работающую за счет механического усилия (гидравлический или пневматический цилиндр, пружина) или собственного вес (постоянная нагрузка на вал).
- При установке натягивайте ремень в два этапа (см. раздел «Установка ремня. Натяжение в два этапа»).

**Примечание:** Вопреки распространенному мнению, нагрузка на вал и вызванная ею нагрузка на подшипники плоскоремной передачи не превышает, а примерно равна аналогичной нагрузке в системах с клиновыми и поликлиновыми ремнями (при условии, что они правильно установлены).

# Принципы проектирования

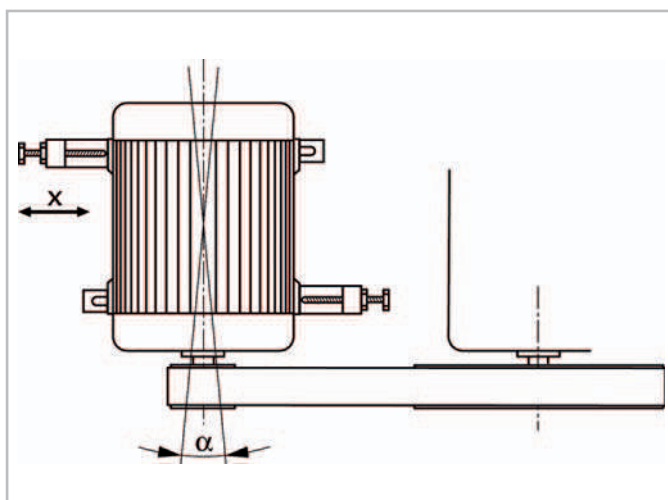
## Натяжное устройство

Правильное и достаточное начальное удлинение – обязательное условие бесперебойной работы плоскоременной передачи. Необходимо соблюдать вычисленное начальное удлинение ( $\epsilon_0$ )

Необходимо различать системы с переменным расстоянием между центрами, системы с натяжным устройством, системы с натяжным шкивом, а также системы без натяжного устройства.

### Системы с переменным расстоянием между центрами

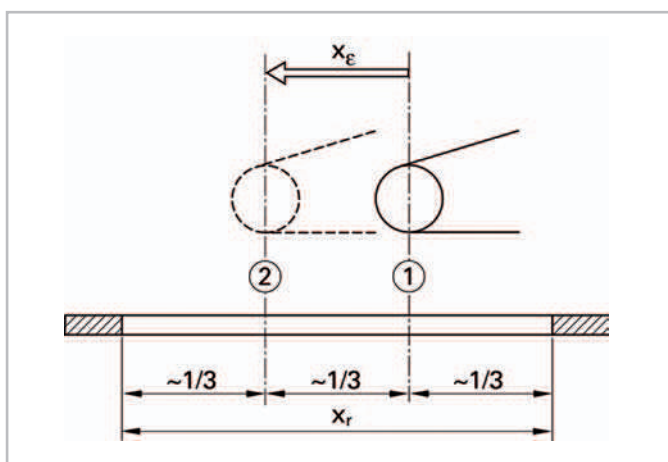
Наиболее распространенный вариант системы с двумя шкивами. Обычно двигатель устанавливается на регулируемом основании, перемещением которого и обеспечивается натяжение ремня. После натяжения основание фиксируется винтами.



Достаточное для натяжения ремня перемещение вдоль оси  $x$  определяется как особенностями конструкции привода, так и отклонениями длины ремня (точнее, его полиамидного слоя) в зависимости от температуры, влажности и других параметров. Кроме того, необходимо отрегулировать угловое положение вала (угол  $\alpha$ ): он должен быть направлен по нормали к рабочей плоскости ремня.

Рекомендуемый диапазон перемещения натяжного устройства:  $x_r \cong 3 x_\epsilon$

- j Положение шкива при ненатянутом ремне
- k Положение шкива после натяжения до начального удлинения  $\epsilon_0$
- $x_\epsilon$  Эффективное перемещение шкива [мм]
- $x_r$  Рекомендуемый диапазон перемещения натяжного устройства [мм]



# Принципы проектирования

## Натяжное устройство

### Системы с определенным перемещением шкива

Поскольку расстояние, на которое перемещается шкив при натяжении, четко определено (ремень удлиняется до фиксированного конечного положения), неправильная регулировка начального удлинения ремня в процессе установки не допускается.

$l_{eff}$  = эффективная (заводская) длина ненапрянутого ремня [мм]

$l_{\varepsilon}$  = длина натянутого ремня [мм]

$c_{\varepsilon}$  = расстояние между центрами шкивов после натяжения ремня [мм]

$x_{\varepsilon}$  = перемещение шкива при натяжении [мм]

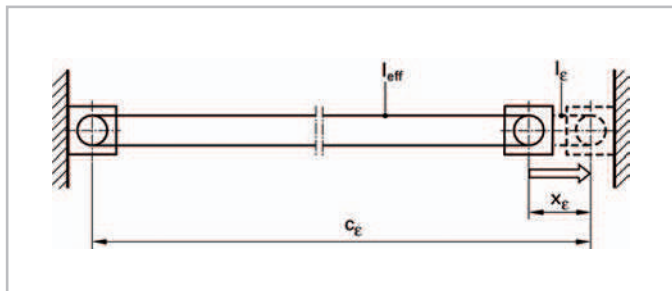
Приводы, в которых конечное положение шкива после натяжения четко определено, кажутся продуманными и простыми с точки зрения монтажа. Однако такие системы имеют ряд недостатков:

1. Эффективная длина ремня (то есть его длина после завершения всех технологических операций,  $l_{eff}$ ) должна быть обеспечена с очень высокой точностью. Даже небольшие отклонения по длине могут привести к значительному изменению натяжения ремня. Это особенно важно для коротких ремней и ремней с высоким модулем Юнга (значением  $K_{1\%}$ ).

Для этих систем крайне важна высокая точность изготовления ремня! Рекомендуемый допуск на длину ремня: **0/-** уу мм.

Компенсация отклонений длины ремня в системах такой конструкции отсутствует. Повторное натяжение ремня невозможно. Чрезмерная длина ремня приводит к различным проблемам, включая проскальзывание и преждевременный износ ремня.

2. Конструкция системы не позволяет скомпенсировать изменение размеров ремня из-за колебаний температуры и влажности (ремни из полиамида), в результате чего может иметь место уменьшение или увеличение нагрузки на вал.
3. Для натяжения ремня могут использоваться приспособления с ручным шпинделем. Однако этот процесс занимает относительно долгое время, в течение которого может иметь место релаксация ремня.  
При использовании приспособлений других типов, например пневматических или гидравлических цилиндров, ремень, напротив, натягивается слишком быстро, в результате чего возникают высокие напряжения, а вал испытывает большие нагрузки, которые могут оказаться чрезмерными для подшипников.



Слишком быстрое натяжение, как в случае использования пневматических или гидравлических цилиндров, может привести к повреждению ремней из арамида (серия TF).

4. Натяжные устройства этой конструкции часто проектируются под определенный тип ремней. Если во время эксплуатации потребуется установить ремень другого типа, в работе системы могут возникнуть проблемы.

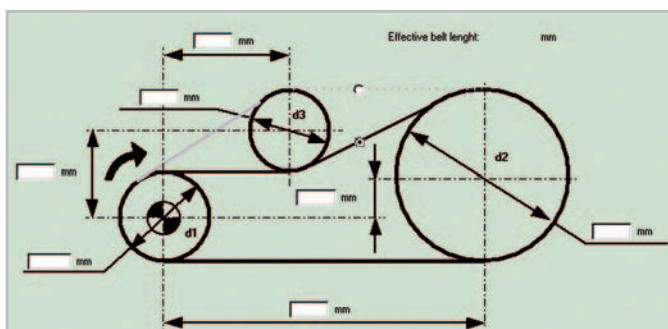
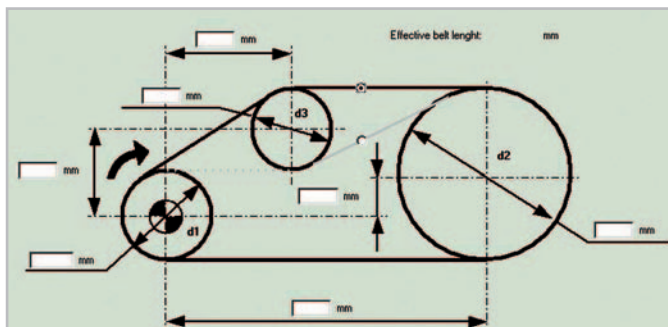
# Принципы проектирования

## Натяжное устройство

### Системы с натяжным шкивом

В системах этого типа расстояние между ведущим и ведомым шкивами неизменно. Натяжной шкив, который рекомендуется размещать на сбегающей ветви ремня (при этом для натяжения потребуются меньшие усилия), нажимает на ремень, чем обеспечивает требуемое начальное натяжение. Необходимое для этого усилие развивается гидравлическим или пневматическим цилиндром, пружиной, либо за счет собственного веса шкива.

Расчетная программа POWER-SeleCalc автоматически вычисляет нагрузки на все три вала системы, а также необходимое перемещение натяжного шкива.



### Системы без натяжного устройства

В приводах старой конструкции натяжное устройство нередко совсем отсутствует. При этом ремень надевается на шкивы вручную.

В системах без натяжного устройства требуемое начальное удлинение ( $\epsilon_0$ ) определяется путем уменьшения окончательной длины ремня ( $l_s$ ).

Установка ремня требует особого внимания. Не допускается его перекручивание, а также чрезмерные поперечные усилия.

Из-за возможности повреждения тягового слоя во время установки не рекомендуется использовать в таких приводах ремни из арамида (серия TF).

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Общие сведения

В дополнение к классической конструкции привода с двумя шкивами существует несколько других решений, в которых плоский приводной ремень используется для передачи мощности.

В этом разделе рассматриваются следующие приводные системы:

- Тангенциальный ременной привод
- Шпиндельный привод
- Приводной роликовый конвейер
- Привод с несколькими шкивами (разветвление мощности)
- Привод для прядильной машины периодического действия
- Привод с полуперекрещенным ремнем

### Общие сведения о тангенциальных ременных приводах

Тангенциальные ременные приводы применяются, главным образом, в текстильной промышленности для приведения в движение шпинделей кольцевых и открытых прядильных, крутильных и других станков.

В отличие от приводов классической конструкции тангенциальный привод используется для передачи энергии не одному ведомому шкиву, а нескольким шпинделям или роторам, которые располагаются вдоль ремня. При этом последний прижимается к шпинделям (роторам) специальными прижимными роликами, что позволяет приводить их в движение при тангенциальном расположении ремня.

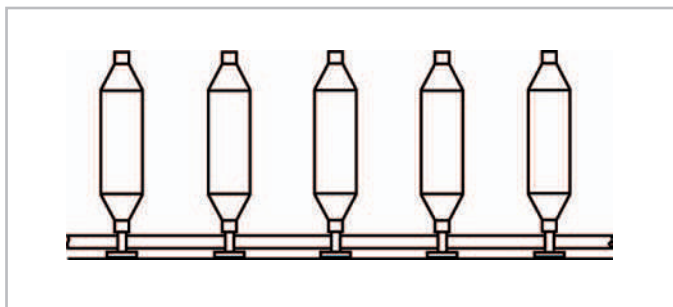
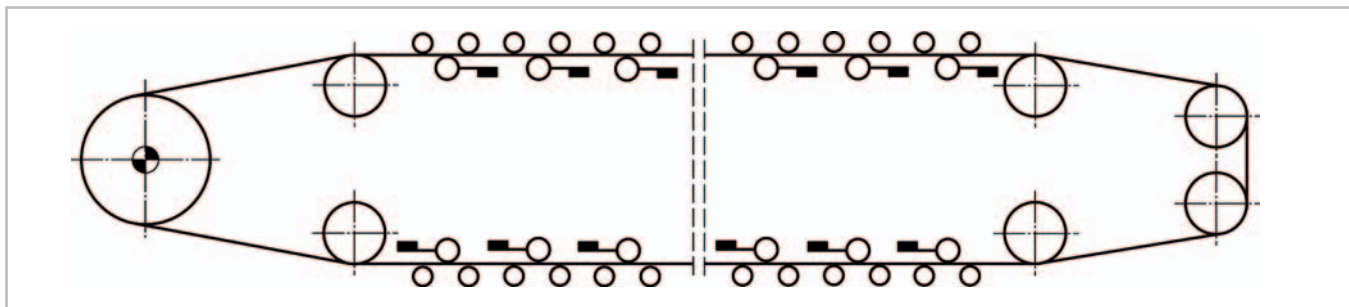
Именно поэтому приводы такой конструкции называются «тангенциальными». Компоновка тангенциальных приводов может быть различной и зависит от производителя, типа и размера станка, а также других параметров. Наиболее важные варианты, без претензий на полноту информации, описаны ниже. Указанные общие преимущества и недостатки этих систем могут быть, в конкретных случаях, компенсированы за счет особенностей конструкции станка или выбора ремня специального типа.

# Плоскоременные передачи специального назначения

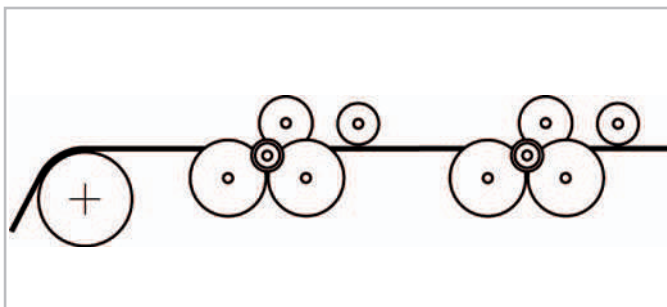
## Тангенциальный ременный привод

### Системы с одним ремнем / одним приводом

Движение ремня обеспечивается одним ведущим шкивом, который находится с одной из сторон станка. С другой стороны находится один или два ролика, которые изменяют направление его движения на обратное. Обычно ремень касается ведущего шкива внутренней стороной, а внешняя сторона используется для передачи движения сотням шпинделей или роторов.



Кольцевой прядильный станок



Открытый прядильный станок

#### Преимущества системы

- Простота конструкции
- Шкивы большого диаметра, мало изгибов, отсутствие изгибов в противоположную сторону → большой срок службы ремня
- Простота установки ремня

#### Недостатки системы

- Необходимо использовать ремни с большой жесткостью, поэтому
  - высокие нагрузки на валы и подшипники
  - большая масса деталей станка
  - большие перемещения для натяжения ремня 1)
- Значительная разница в частоте вращения между первым и последним шпинделем 1)
- Сложности с трассировкой ремня
- Неоптимальный КПД
- При выходе ремня из строя прекращают работу все шпиндели (роторы)

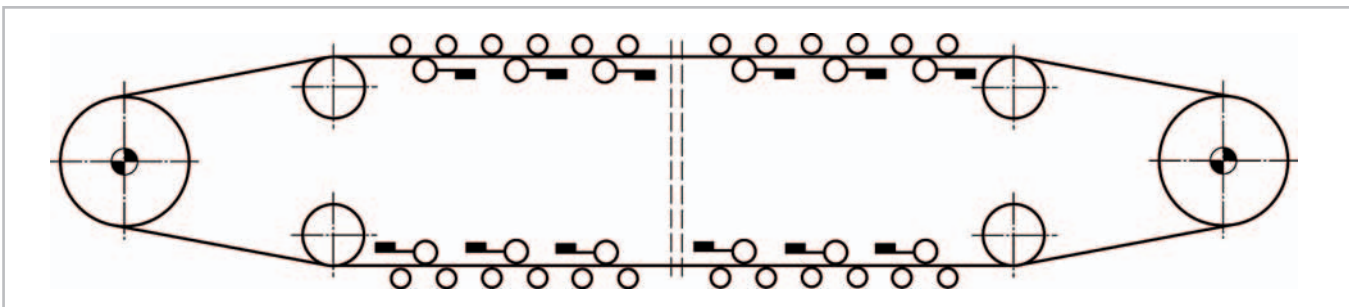
1) Этот недостаток можно компенсировать за счет применения ремней серии TF с тяговым слоем из арамида

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Системы с одним ремнем / двумя приводами

Движение ремня обеспечивается двумя приводами, которые находятся с разных сторон станка. Это позволяет на 50% сократить потребление энергии приводом и ремнем по сравнению с системой с «одним ремнем / одним приводом».



Преимущества системы	Недостатки системы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимы менее прочные ремни по сравнению с системами с одним ремнем / одним приводом, поэтому</li> <li>• валы и подшипники испытывают меньшие нагрузки</li> <li>• детали станка имеют меньшую массу</li> <li>• Автоматическое управление и регулировка двигателей с переменной частотой вращения проще, чем в системах с «несколькими приводами»</li> <li>• Шкивы большого диаметра, мало изгибов, отсутствие изгибов в противоположную сторону → большой срок службы ремня</li> <li>• Простота установки ремня</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Существенная разница в частоте вращения между первым и последним шпинделем <sup>1)</sup></li> <li>• Сложности с трассировкой ремня</li> <li>• КПД выше, чем в системе с «одним ремнем / одним приводом», но все еще не оптимален</li> <li>• При выходе ремня из строя прекращают работу все шпиндели (роторы)</li> </ul>

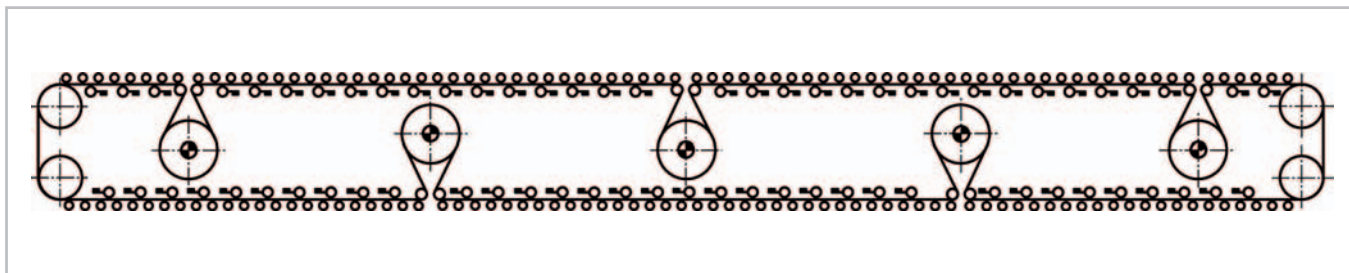
<sup>1)</sup> Этот недостаток можно компенсировать за счет применения ремней серии TF с тяговыми слоями из арамида

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Системы с одним ремнем / несколькими приводами

Движение ремня обеспечивается несколькими приводами, которые расположены на одинаковом расстоянии друг от друга внутри станка. Поэтому может использоваться ремень с невысокой прочностью. Такая конструкция позволяет создавать станки длиной до 60 м, насчитывающие до 15000 шпинделей.



Отдельные двигатели должны быть строго синхронизированы по частоте вращения, приводные шкивы должны иметь одинаковый диаметр (с очень узким допуском). В противном случае ремень испытывает сильные напряжения, в результате чего может иметь место его преждевременный износ. Снижается срок службы ремня.

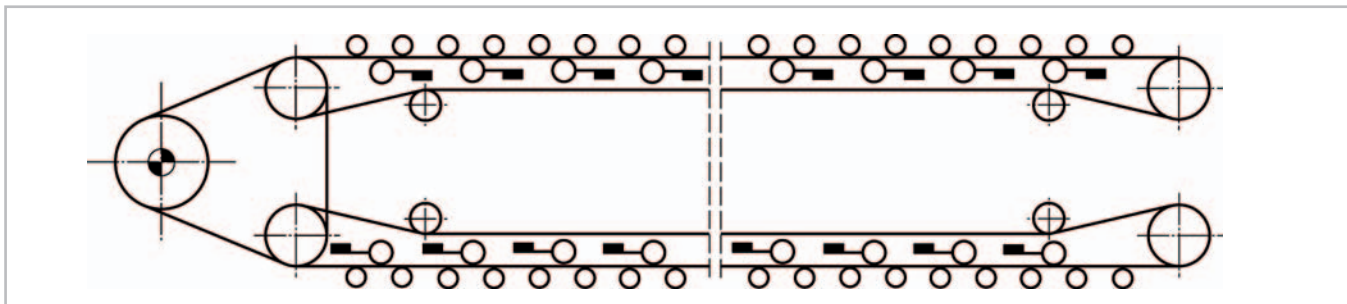
Преимущества системы	Недостатки системы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимы менее прочные ремни по сравнению с системами с одним ремнем / одним приводом, поэтому               <ul style="list-style-type: none"> <li>• валы и подшипники испытывают меньшие нагрузки</li> <li>• детали станка имеют меньшую массу</li> </ul> </li> <li>• Высокий КПД, низкое энергопотребление</li> <li>• Минимальная разница в частоте вращения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Автоматическая система управления и регулировки двигателей с переменной частотой вращения:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• технически сложна</li> <li>• затратна</li> <li>• чувствительна</li> </ul> </li> <li>• Недостаточная синхронизация двигателей приводят к преждевременному износу ремня, снижению срока его службы, а также к выработке неравномерной по качеству пряжи</li> <li>• При выходе ремня из строя прекращают работу все шпиндели (роторы)</li> <li>• Шкивы имеют очень малый диаметр, большое количество перегибов, использование только одной стороны ремня приводят к снижению срока службы ремня.</li> </ul>

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Система с двумя ремнями

В состав системы входит два независимых плоских ремня, которые располагаются на противоположных сторонах станка. Каждый из них приводит в движение половину имеющихся шпинделей, то есть передает вдвое меньше энергии, чем в системе с одним ремнем. Это позволяет использовать менее прочные ремни и понизить их натяжение.



Преимущества системы	Недостатки системы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимы менее прочные ремни по сравнению с системами с одним ремнем / одним приводом, поэтому               <ul style="list-style-type: none"> <li>• валы и подшипники испытывают меньшие нагрузки</li> <li>• детали станка имеют меньшую массу</li> </ul> </li> <li>• Шкивы относительно большого диаметра, мало изгибов, отсутствие изгибов в противоположную сторону → большой срок службы ремня</li> <li>• Если один из ремней вышел из строя, производство продолжается с 50% производительностью до тех пор, пока не будет выполнен ремонт</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Различные начальные удлинения и условия работы обеих ремней</li> <li>• Различная частота вращения шпинделей с левой и правой сторон станка (из-за набегания ремня главного привода) <sup>1)</sup></li> <li>• Сложности с трассировкой ремня</li> <li>• Повышенные требования к характеристикам ремней</li> <li>• Для замены всех ремней требуется больше времени</li> </ul>

<sup>1)</sup> Этот недостаток можно компенсировать за счет применения ремней серии TF с тяговыми слоями из арамида

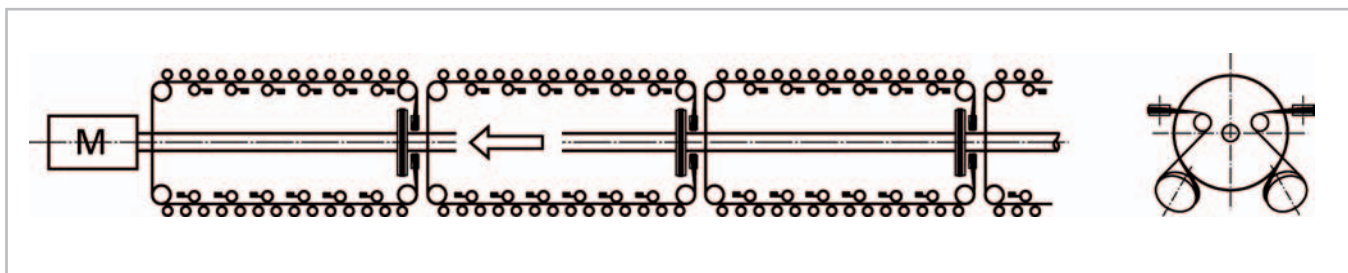
# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременный привод

### Секционная (сегментированная) приводная система

В состав секционного привода (который называется также сегментированным или групповым) входит один двигатель с центральным валом, который проходит вдоль станка.

Приводные шкивы ремней закреплены на валу и приводят в движение несколько независимых ремней. Каждый из этих ремней передает вращение небольшой группе шпинделей (например, по 24 шпинделя с каждой стороны).



Преимущества системы	Недостатки системы
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуются менее прочные ремни</li> <li>• Небольшие различия в частоте вращения шпинделей с левой и правой сторон станка</li> <li>• Высокий КПД, низкое энергопотребление</li> <li>• Если один из ремней вышел из строя, производство продолжается с небольшим ограничением производительности до тех пор, пока не будет выполнен ремонт</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дорогостоящая система приводов</li> <li>• Небольшие диаметры шкивов, большое количество мест, где изгиб ремня меняется на противоположный, перекручивание ремней → снижение срока службы ремней</li> <li>• Не все типы ремней подходят для применения (в основном могут использоваться ремни серии TC)</li> <li>• Требуется высокая точность длины ленты (из-за фиксированной длины хода натяжного устройства)</li> </ul>

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Технические требования к ремням для тангенциальных приводов

К ремням для тангенциальных передач предъявляются многочисленные требования, которые можно разделить на различные по приоритету группы в зависимости от области применения, типа станка, скорости движения ремня, рабочих условий, возможности технического обслуживания и др.

- **Энергосбережение**  
Современные эластичные ремни с большим модулем Юнга (например, ремни из полиэфирной (серия TC) или арамидной (серия TF) ткани) обеспечивают работу при высоком КПД и, следовательно, позволяют добиться значительного снижения затрат на электроэнергию.
- **Большой срок службы, сокращение простоев**  
Ремень представляет собой деталь станка, постоянно работающую в условиях повышенных напряжений. Несмотря на это, при правильном выборе и установке ремня, а также при надлежащем уходе за ним удастся обеспечить продолжительный срок его службы.
- **Простой, быстрый и надежный способ склейки**  
Если ремни подлежат склейке во время монтажа станка, в целях оптимизации затрат времени, для этого должен использоваться простой метод, позволяющий получить равномерные, надежные швы. Полученные швы не должны приводить к вибрации ремней.
- **Оптимальное и постоянное соотношение усилие/удлинение**  
Оптимальное соотношение усилие/удлинение (модуль Юнга, значение  $K_{1\%}$ ), которое остается постоянным на протяжении всего срока службы ремня, обеспечивает постоянное высокое качество пряжи, длительный срок службы ремня, а также позволяет уменьшить требования по уходу за ним.
- **Высокий и постоянный коэффициент трения**  
При работе в тангенциальных приводах ремни при любых рабочих условиях должны передавать необходимое окружное усилие без проскальзывания. Для этого требуется, чтобы покрытие ремня обладало высоким коэффициентом трения, который должен оставаться постоянным в течение всего срока службы. Воздействие влаги, попадание на ремень масла для умягчения, волокон и другого мусора в количествах, характерных для нормальной эксплуатации, не должно приводить к проскальзыванию.
- **Отсутствие вибраций**  
В целях снижения уровня шума, повышения качества пряжи, а также увеличения срока службы ремней, подшипников шпинделей и других деталей станка, необходимо, чтобы ремень работал тихо и без вибраций, особенно при высоких скоростях. Важными свойствами ремней в этой связи является отсутствие флуктуаций толщины, а также равномерность соединительных швов.
- **Минимальное время разгона**  
После срачивания нити тормозные механизмы шпинделей (роторов) отключаются, и последние вновь разгоняются до рабочей частоты вращения. Время разгона не должно превышать нескольких секунд. Выполнить это требование можно при условии, что ремни будут иметь большой модуль Юнга (значение  $K_{1\%}$ ), а также высокий и постоянный коэффициент трения.
- **Идеальная трассировка, не требуется уход**  
В целях обеспечения оптимальной, не требующей ухода работы ремня и повышения срока его службы, система должна гарантировать, что ремень не будет сходить со шкивов и/или направляющих роликов. Поэтому необходимо обеспечить правильное выравнивание узлов станка относительно друг друга, а также регулировку натяжения ремня.
- **Короткое натяжное устройство**  
Значительная длина современных текстильных станков не должна дополнительно увеличиваться за счет необходимости в протяженных натяжных устройствах. Поэтому желательно, чтобы используемые ремни имели большой модуль Юнга (значение  $K_{1\%}$ ).
- **Высокая точность вращения шпинделей**  
Постоянство качества пряжи в значительной степени зависит от точности регулировки частоты вращения шпинделей. С увеличением модуля Юнга (значения  $K_{1\%}$ ) снижается склонность ремня к набеганию, что приводит к уменьшению разницы между первым и последним шпинделем станка по частоте вращения, а следовательно, к повышению качества пряжи.
- **Стойкость к воздействию химических веществ**  
В целях обеспечения оптимальной работы ремни должны обладать стойкостью к воздействию типовых смазочных материалов (масло, жиры, масла для умягчения, авиважа).

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Тангенциальный ременной привод

### Рекомендуемый ассортимент изделий

Для новых станков, ориентированных на низкое энергопотребление:

- **Серия TC**

Для областей применения с высокими требованиями по длине натяжного механизма, энергопотреблению и точности частоты вращения:

- **Серия TF**

Для старых станков, станков с фланцевыми шкивами, а также для работы в особо теплых климатических условиях:

- **Серия S**

### Расчет ремня

Если характеристики станка известны (заполните анкету из приложения), можно произвести точный расчет необходимых параметров ремня при помощи программы POWER-SeleCalc.

**Примечание:** Расчет ремней для тангенциальных приводов требует определенных усилий даже при использовании программы POWER-SeleCalc. Кроме того, для расчета необходимы специальные знания. В случае сомнений рекомендуется привлечь к выполнению или проверке расчета специалистов из компании Habasit.

### Рекомендации по проектированию

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования». Используйте профильные шкивы и ролики, не применяйте шкивы с фланцами!

Полную техническую поддержку по этим вопросам всегда можно получить у ближайшего партнера компании Habasit.

### Установка и уход

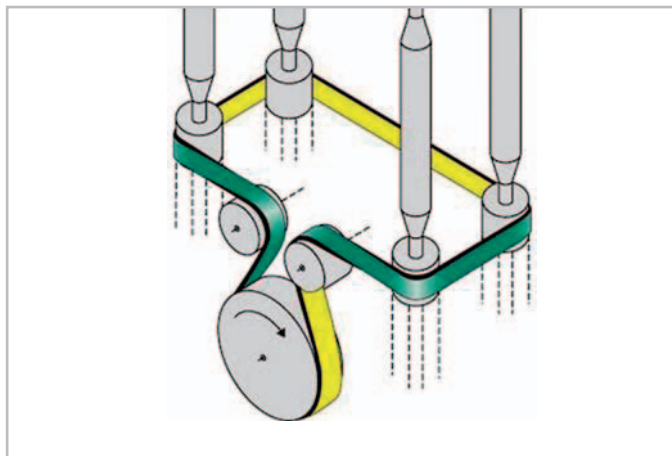
Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Шпиндельный ременной привод

### Общие сведения

Шпиндельный привод представляет собой альтернативу системам с тангенциальным ремнем. Он применяется в текстильной промышленности для приведения в движение шпинделей кольцевых прядильных и крутильных станков. Шпиндельная лента огибает ролики шпинделей с дугой контакта не менее  $90^\circ$ .



### Технические требования к шпиндельным лентам

Шпиндельные ленты высокого качества должны обладать следующими свойствами:

#### • Энергосбережение

Современные эластичные шпиндельные ленты обеспечивают работу с высоким КПД. Следствием этого является возможность значительного снижения затрат на электроэнергию.

#### • Простой, быстрый и надежный способ склейки

Учитывая, что за время эксплуатации станка требуется склеить сотни шпиндельных лент, необходимо использовать простой (желательно не требующий применения клея) и надежный способ склейки.

#### • Максимальная частота вращения шпинделя (об/мин)

Шпиндельные ленты для современных прядильных станков должны обеспечивать вращение с частотой до 20 000 об/мин и выше.

#### • Высокая точность частоты вращения шпинделя

С увеличением модуля Юнга снижается склонность ремня к набеганию, что приводит к уменьшению разницы между первым и последним шпинделем станка по частоте вращения, а следовательно, к повышению качества пряжи.

#### • Работа без образования накоплений волокон / пуха

Шпиндельные ленты должны иметь четкие, чистые и гладкие края. Они не должны накапливать статический заряд, способствующий прилипанию к поверхности волокон или мусора, скопления которых приводят к снижению коэффициента трения.

#### • Большой срок службы, сокращение простоев

Лента представляет собой деталь станка, постоянно работающую в условиях повышенных напряжений. Несмотря на это она должна иметь большой срок службы.

#### • Незначительное снижение частоты вращения при остановке соседних шпинделей

При торможении одного из шпинделей ожидается, что расположенные рядом с ним шпиндели продолжают работать без значительного снижения частоты вращения (задача: постоянство качества пряжи).

#### • Стойкость к воздействию высоких температур

При обрыве нити шпиндель блокируется механическим тормозным механизмом, но шпиндельная лента продолжает движение относительно ставшего неподвижным ролика. В результате этого температура может увеличиться до  $60^\circ\text{C}$ . Поэтому шпиндельная лента должна выдерживать такой перегрев без повреждения.

#### • Минимальное время разгона

После срачивания нити тормозные механизмы шпинделей отключаются, и последние вновь разгоняются до рабочей частоты вращения. Время разгона не должно превышать нескольких секунд.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Шпиндельный ременной привод

### Доступные шпиндельные ленты

- W-8** Лучшая энергосберегающая лента в мире (склейка без клея)
- W-16** Более прочная альтернатива W-8 (склейка без клея)
- TS-5** Самая популярная шпиндельная лента в мире (изготовлена из полиамида). Высокая термостойкость, надежность и долговечность
- TS-55** Более прочная альтернатива TS-5
- TS-10** Подходит для работы при наличии смазочных материалов;  
не подходит для систем, требующих торможения (останова) шпинделей.
- HS-5, HS-55** Экономичные альтернативы TS-5 и TS-55 (изготовлены из полиамида)

### Помощь при выборе и расчете ремней

Подбор ремней в соответствии с техническими требованиями станка и предпочтениями заказчика. Обратитесь к ближайшему партнеру компании Habasit с запросом на выполнение специальных расчетов.

### Рекомендации по проектированию

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования».

### Установка и уход

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах, а также следующие дополнительные требования. На разных сторонах любой шпиндельной ленты имеются фрикционные покрытия разного типа. В целях обеспечения бесперебойной эффективной работы ленты при установке важно соблюдать следующие правила:

- Покрытие с высоким коэффициентом трения должно быть обращено к ведущему шкиву
- Покрытие с низким коэффициентом трения должно быть обращено к роликам шпинделей

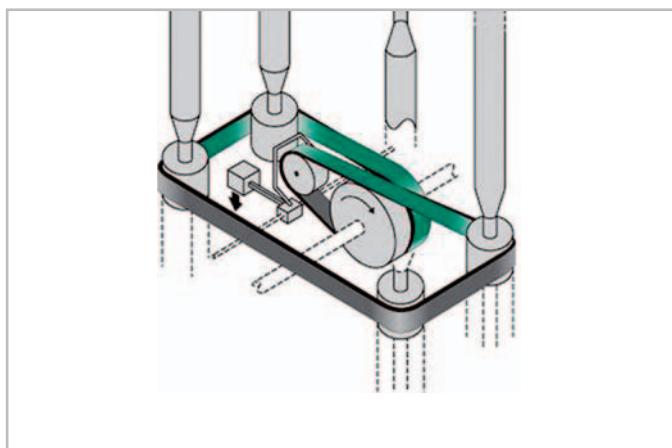
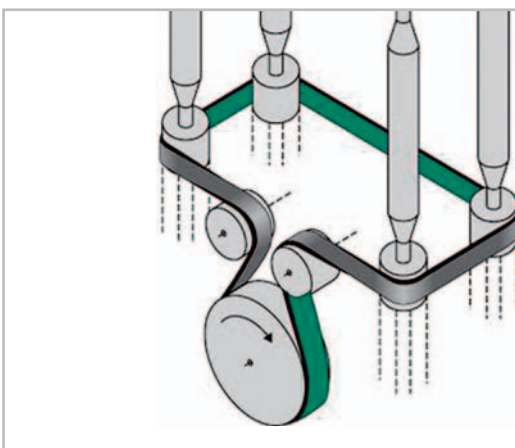
# Плоскоременные передачи специального назначения

## Шпиндельный ременной привод

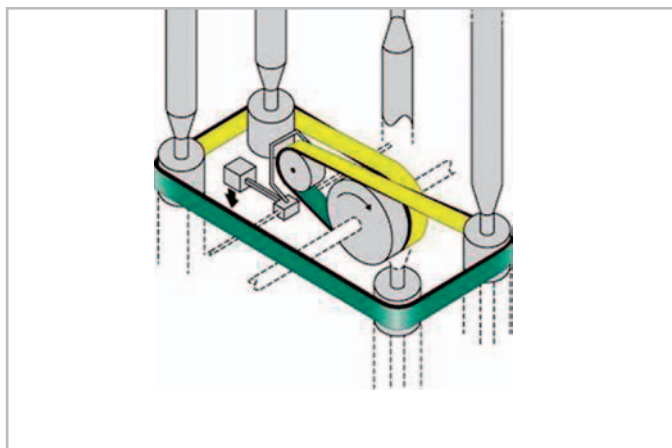
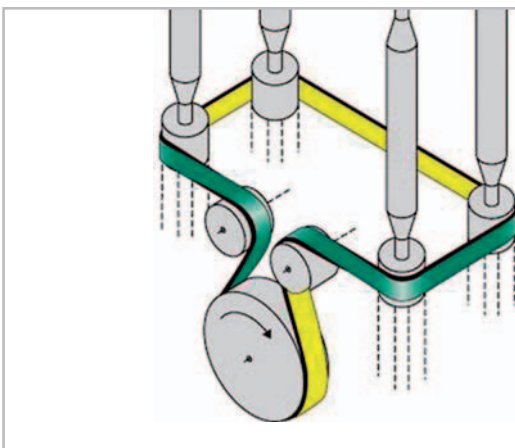
Зависимость цвета покрытия от коэффициента трения:

Тип шпиндельной ленты	Покрытие с высоким коэффициентом трения (ведущий шкив)	Покрытие с низким коэффициентом трения (ролики шпинделей)
W-8, W-16	Черный	Зеленый
TS-5, TS-55, TS-10	Зеленый	Желтый
HS-5, HS-55	Зеленый	Бежевый

Правильная установка W-8 и W-16:



Правильная установка TS-5 (HS-5), TS-55 (HS-55) и TS-10:

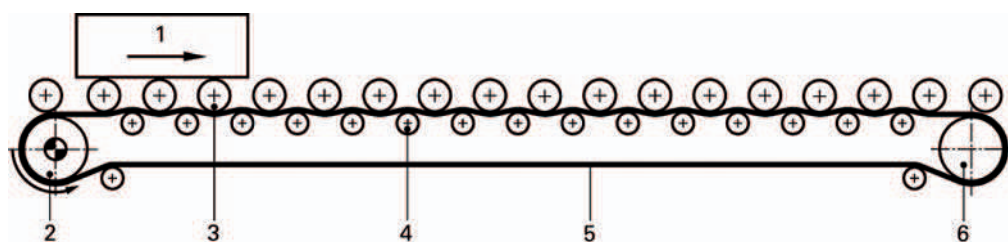


# Плоскоременные передачи специального назначения

## Приводной роликовый конвейер

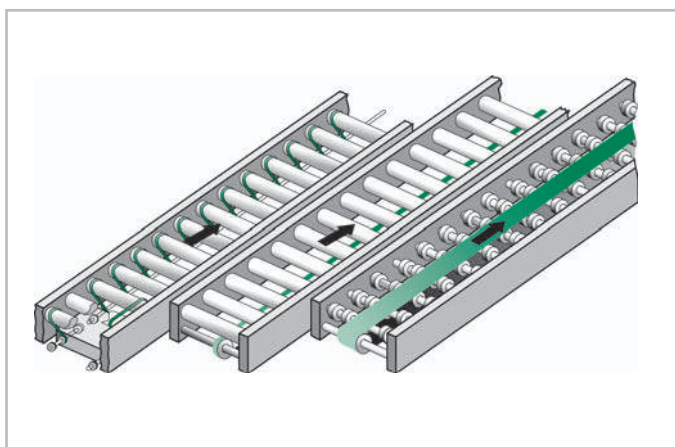
### Общие сведения

Приводные роликовые конвейеры широко применяются для транспортировки материалов в различных современных системах. Изделия различных размеров перемещаются на нужное расстояние по прямой или скругленной траектории при относительно малых затратах энергии. Обычно транспортировка осуществляется в горизонтальной плоскости, однако в некоторых случаях возможен небольшой уклон.



Изделия транспортируются роликовым конвейером. Ролики приводятся в движение прочным и поэтому относительно узким ремнем. Для передачи энергии от ремня к роликам в состав системы входят также нажимные ролики. Изделия перемещаются в направлении, противоположном направлению движения ремня.

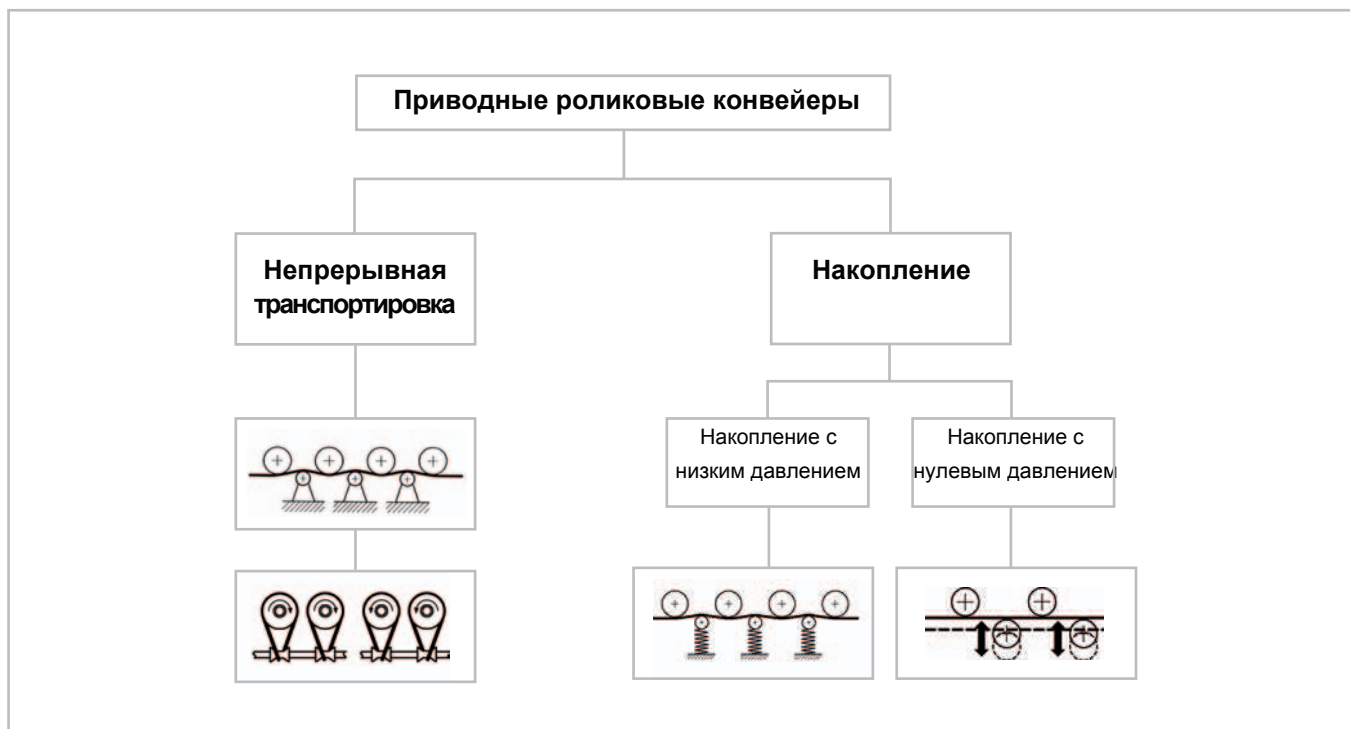
- 1 Транспортируемое изделие
- 2 Ведущий шкив
- 3 Несущие ролики
- 4 Нажимные ролики
- 5 Приводной ремень
- 6 Реверсивный шкив



# Плоскоременные передачи специального назначения

## Приводной роликовый конвейер

Приводные роликовые конвейеры с плоскими ремнями отлично подходят для систем, в которых продукция накапливается перед выполнением последующих операций. При этом, для правильного подбора ремня важно знать, какой именно тип конвейера будет использоваться.



### Система непрерывной транспортировки

В системах непрерывной транспортировки несущие ролики вращаются постоянно. Накопление продукции и, соответственно, остановка роликов не предусматриваются. Нажимные ролики закреплены в фиксированных точках. В таких системах используются плоские ремни, имеющие фрикционное покрытие с обеих сторон. Кроме того, для вращения роликов могут использоваться ремни круглого сечения Polycord. Это решение особенно эффективно, если конвейер имеет нелинейную конфигурацию.

### Накопительная система

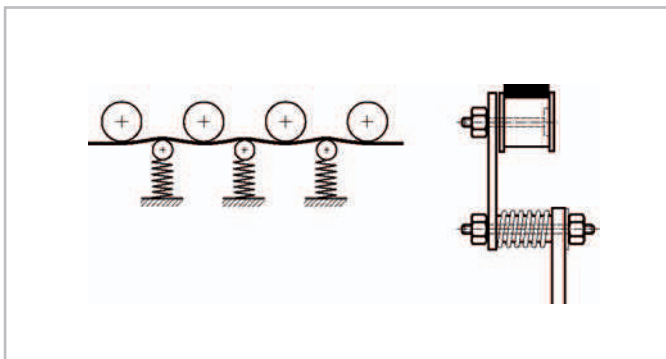
Если продукция перед выполнением последующих операций должна накапливаться на роликовом конвейере, конструкция последнего будет несколько иной, чем при непрерывной транспортировке. При этом возможно два варианта. В первом случае (накопление с низким давлением) приводной ремень продолжает движение в контакте с роликами, вращение которых заблокировано находящимися на конвейере изделиями. Во втором случае (накопление с нулевым давлением) ремень отходит от несущих роликов.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Приводной роликовый конвейер

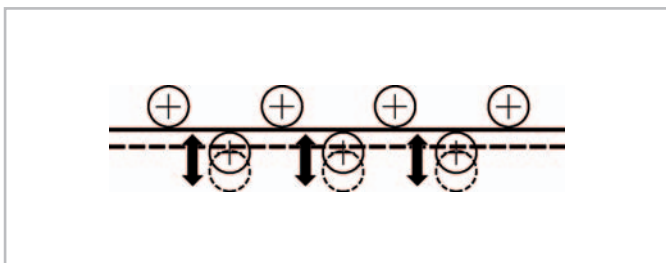
### • Накопление с низким давлением

В относительно простых накопительных системах с низким давлением ремень прижимается к роликам пружинными механизмами. Когда транспортируемые изделия накапливаются на ленте (например, при помощи механического стопора или затвора), задействованные ролики прекращают вращаться, хотя ремень продолжает движение. Поверхность ремня, находящаяся в контакте с несущими роликами, должна, с одной стороны, с минимальным сопротивлением продвигаться относительно неподвижных роликов, а с другой стороны - иметь достаточный коэффициент трения, чтобы надежно вращать остальные ролики. Со стороны, контактирующей с ведущим шкивом, ремень должен иметь высокий коэффициент трения (предпочтительно резиновое покрытие NBR).

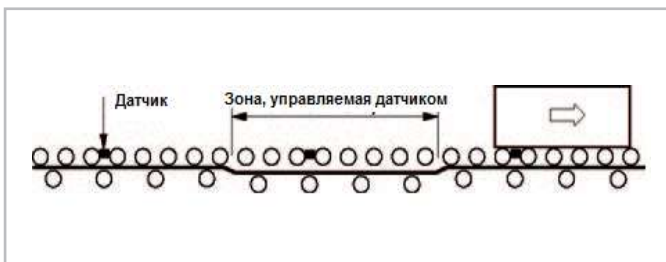


### • Системы с нулевым давлением

В более сложных накопительных системах с нулевым давлением нажимные ролики отделяются от несущих при помощи специальных механизмов.



Движение изделий по конвейеру прекращается сразу после разделения роликов. Для того чтобы продукция снова пришла в движение, достаточно просто вернуть нажимные ролики в рабочее положение, в котором ремень прижат к несущим роликам.



Таким образом, различные участки конвейера могут отключаться от привода и подключаться к нему, причем работают полностью независимо друг от друга. Устройство, перемещающее нажимные ролики, может быть механическим, пневматическим или электромеханическим. Для управления им могут использоваться механические, электрические, пневматические или оптические датчики.

Поскольку в системах с нулевым давлением контакт между приводным ремнем и неподвижными несущими роликами полностью отсутствует, могут использоваться ремни, на обеих сторонах которых нанесено фрикционное покрытие (резина NBR). Это позволяет повысить надежность работы конвейера, увеличить срок службы ремня, а также снизить энергопотребление по сравнению с системами с низким давлением.

# Плоскоременные передачи специального назначения

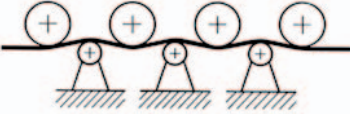
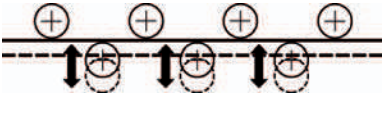

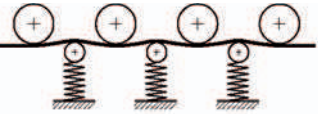

## Приводной роликовый конвейер

### Технические требования к ремням для приводных роликовых конвейеров

Поскольку скорости, с которыми перемещаются ремни роликовых конвейеров, достаточно малы, к ним предъявляются относительно небольшие требования. Однако, поскольку ремни часто подвергаются значительным механическим нагрузкам (пуск/останов, относительное перемещение неподвижных роликов, боковой контакт с фланцевыми шкивами и др.), они должны быть надежными.

### Выбор ремня

Компания Habasit может предложить оптимальные ремни для любого приводного роликового конвейера:

Приводной роликовый конвейер	Требуемая конструкция ремня	Рекомендуемые ремни
<p><b>Система непрерывной транспортировки</b></p>  <p><b>Накопление с нулевым давлением</b></p> 	<p>Сторона несущих роликов: Клейкая поверхность *</p>  <p>Сторона ведущего шкива: Клейкая поверхность *</p>	<p><b>HabaDRIVE®</b> приводные ремни: Серия TC TCF-20H, TCF-50H Серия TF Серия S</p> <p><b>Другие возможности (пример):</b> MAM-5E CM-18/30F</p>
<p><b>Накопление с низким давлением</b></p> 	<p>Сторона несущих роликов: Неклейкая поверхность</p>  <p>Сторона ведущего шкива: Клейкая поверхность *</p>	<p><b>HabaDRIVE®</b> приводные ремни: TF-75TE</p> <p><b>Другие возможности (пример):</b> MAM-5P FAB-xxE EMB-12EMCH ENU-20EXBD EMB-27EHBT</p>

\* Предпочтительно - резина NBR.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Приводной роликовый конвейер

Могут быть поставлены ремни, предназначенные для работы в особых условиях, например, при низких температурах.

В качестве альтернативы, в приводных роликовых конвейерах часто используются ремни круглого сечения (Polycord<sup>®</sup>, Habicord). Более подробную информацию о них можно получить, обратившись к ближайшему партнеру компании Habasit.

### **Помощь при выполнении расчетов**

При необходимости выполнить расчет ремня для особых условиях эксплуатации обратитесь за консультацией к ближайшему партнеру компании Habasit.

### **Рекомендации по проектированию**

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования».

### **Установка и уход за ремнем**

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах.

### **Альтернативный вариант:**

#### **Конвейер с модульной лентой HabasitLINK<sup>®</sup>**

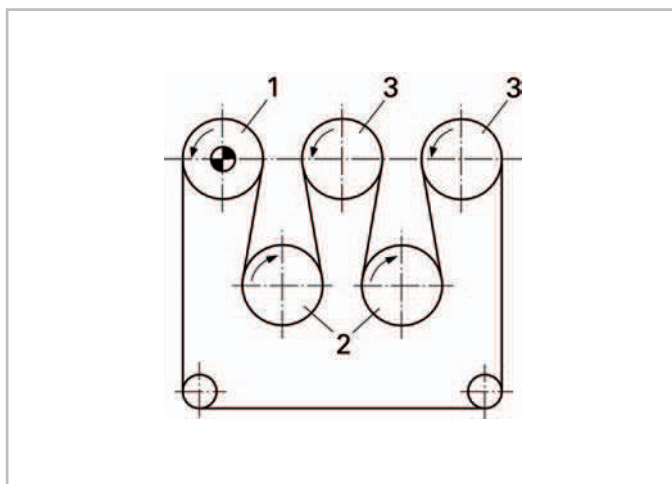
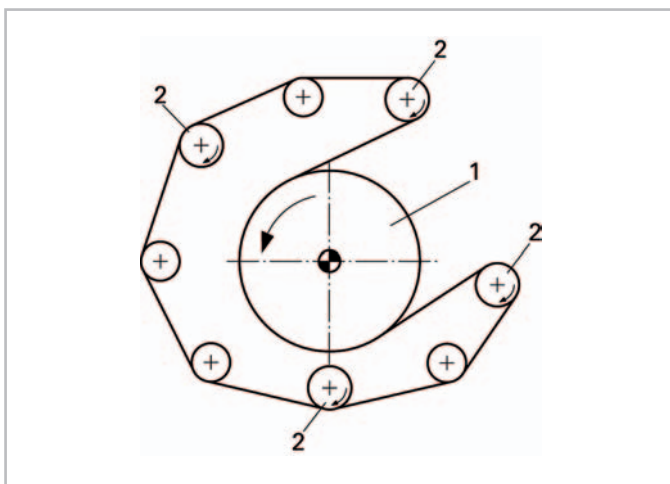
В качестве альтернативы роликовым конвейерам с плоскими приводными ремнями в новых системах могут рассматриваться конвейеры с модульной лентой HabasitLINK<sup>®</sup>. Более подробную информацию о них можно получить на сайте [www.habasitlink.com](http://www.habasitlink.com) или у ближайшего партнера компании Habasit.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Привод с несколькими шкивами (разветвление мощности)

### Общие сведения

Один ведущий шкив, посредством одного ремня, приводит в движение несколько ведомых шкивов. При этом как минимум два из последних используются для передачи вращения на различное оборудование. В таких системах ведомые шкивы могут вращаться в разные стороны (двухнаправленные ременные приводы).



- 1 Ведущий шкив
- 2 Ведомые шкивы, вращающиеся в обратную сторону
3. Ведомые шкивы, вращающиеся в ту же сторону, что и ведомый шкив

### Выбор ремня

При выборе оптимального типа ремня необходимо руководствоваться требованиями, актуальными для конкретной области применения, предпочтениями заказчика и экономическими соображениями.

Однонаправленный ременной привод:

- **TCF-xxEL и серия A**

Возможно также применение ремней серий TC, TF и S

Двухнаправленный ременной привод:

- **Серии TC, TF и S**

См. также таблицу выбора ремней на стр. 14 или обратитесь к ближайшему партнеру Habasit.

### Расчет ремня

Обратите внимание на то, что программа POWER-SeleCalc не поддерживает расчет приводов с несколькими шкивами и разветвлением мощности.

Рекомендуется направить параметры проектируемого привода для расчета ближайшему партнеру компании Habasit.

### Рекомендации по проектированию

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования».

### Установка и уход за ремнем

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах.

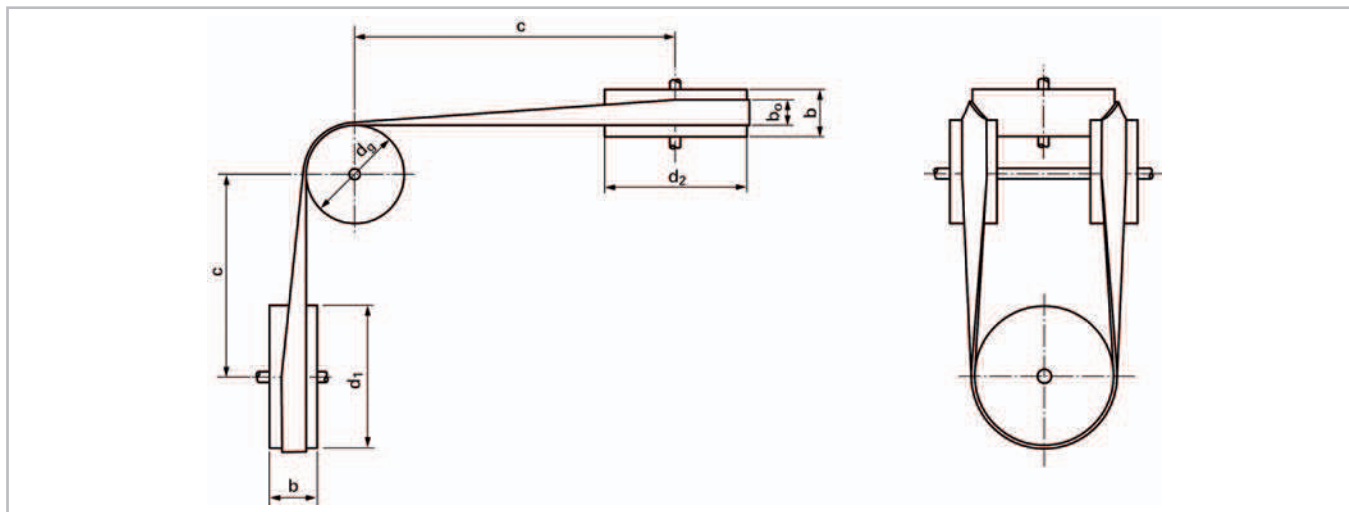
В целях обеспечения правильной трассировки ремня необходимо тщательно выровнять наибольшие диаметры профилей всех шкивов.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Привод для прядильной машины периодического действия

### Общие сведения

В приводах для прядильных станков периодического действия ведущий и ведомый шкивы могут произвольным образом располагаться относительно друг друга. Это возможно благодаря наличию направляющих роликов, ориентацию которых в пространстве можно отрегулировать.



### Рекомендуемый ассортимент изделий

#### • Серия ТС или TCF-xxEL

Кроме того, можно использовать ремни серий А и S

### Нерекомендуемые изделия

Не применяйте ремни серии TF

(арамид не обладает нужной стойкостью к перекручиванию и продольному изгибу).

$d_1$	=	диаметр ведущего шкива
$d_2$	=	диаметр ведомого шкива
$d_g$	=	диаметр направляющих роликов
$b$	=	ширина шкива
$b_o$	=	ширина ремня
$c_1$	=	расстояние между центрами
$c_2$	=	расстояние между центрами

### Расчет ремня

Если характеристики станка известны, можно произвести точный расчет необходимых параметров ремня при помощи программы POWER-SeleCalc.

### Рекомендации по проектированию

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования». На основании опыта работы с приводами этого типа можно дать следующие дополнительные рекомендации:

- Чем больше расстояние между центрами ( $c_1$ ,  $c_2$ ), тем лучше. Это расстояние должно как минимум в 10 раз превышать ширину ремня
- Ширина ведущего и ведомого шкивов должна в 1,5-2 раза превышать ширину ремня
- Как ведущий, так и ведомый шкивы должны быть профильными
- Ширина направляющего ролика должна быть как минимум в 2 раза больше ширины ремня
- Направляющие ролики должны быть цилиндрическими

### Установка и уход за ремнем

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах.

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Привод с полуперекрещенным ремнем

### Общие сведения

Привод с полуперекрещенным ремнем используется для передачи энергии между двумя валами, оси которых пересекаются под углом от  $1^\circ$  до  $90^\circ$ .

### Предварительные условия

Ремень должен проходить параллельно шкивам (перпендикулярно к оси). Вращение в обратную сторону невозможно.

### Рекомендуемый ассортимент изделий

#### • Серия TC

Также возможно применение ремней серии S

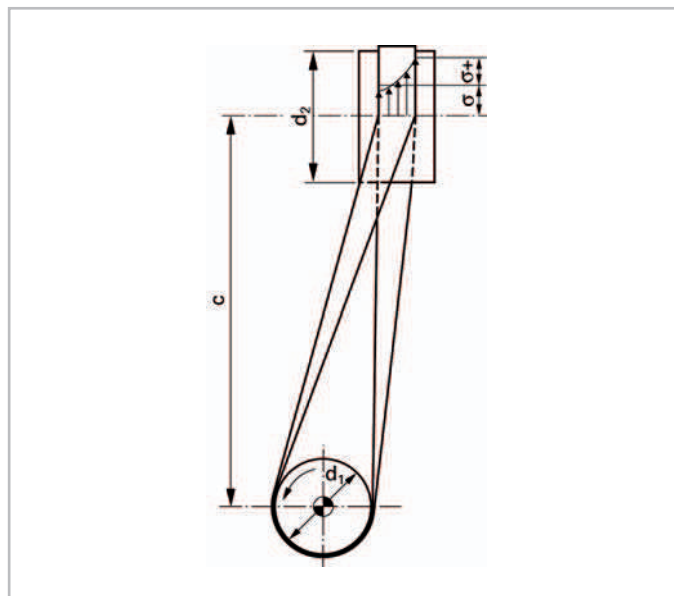
### Нерекомендуемые изделия

Не применяйте ремни серии TF (арамида не обладает нужной стойкостью к перекручиванию и продольному изгибу).

### Расчет ремня

Если характеристики станка известны, можно произвести точный расчет необходимых параметров ремня при помощи программы POWER-SeleCalc.

Примечание: Один из краев ремня испытывает дополнительную растягивающую нагрузку ( $\sigma_+$ , см. рис.) из-за деформации. Поэтому ремни для приводов этого типа должны быть напряжены не более, чем на 80% от максимально допустимого уровня. Для того чтобы учесть это требование, можно увеличить указанную ширину ремня примерно на 20%.



- $d_1$  = диаметр ведущего шкива
- $d_2$  = диаметр ведомого шкива
- $c$  = расстояние между центрами

# Плоскоременные передачи специального назначения

## Привод с полуперекрещенным ремнем

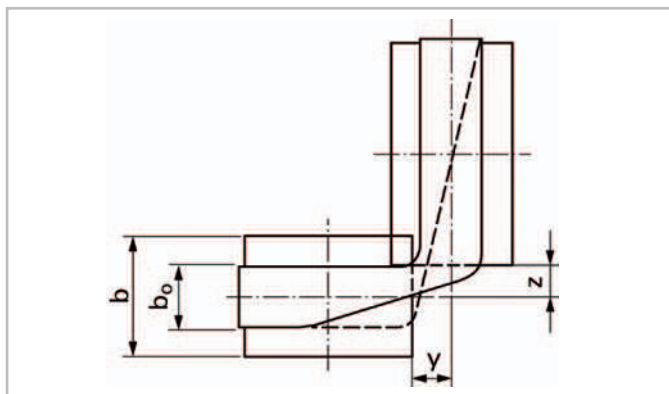
### Рекомендации по проектированию

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в разделе «Принципы проектирования». На основании опыта работы с приводами этого типа можно дать следующие дополнительные рекомендации:

- Соотношение между меньшим и большим шкивами не должно превышать 0,4
- Желательно максимально увеличить расстояние между осями и выбрать узкий ремень
- Чем больше расстояние между центрами (с), тем лучше. Это расстояние должно как минимум в 10 раз превышать ширину ремня
- Ширина шкива должна быть как минимум в 2 раза больше ширины ремня
- Оба шкива должны иметь цилиндрическую форму
- Как минимум один из шкивов должен иметь возможность наклоняться в плоскости, параллельной его оси и перпендикулярной оси другого шкива.

$$y \cong 0.5 \cdot b_0$$

$$z \cong (0.1-0.2) \cdot b_0$$



- Шкивы должны быть смещены на следующие расстояния друг от друга:
- Смещение должно быть таким, чтобы с приводной стороны ремень изгибался меньше, чем со стороны набегания.

### Установка и уход за ремнем

Необходимо принимать во внимание рекомендации, приведенные в соответствующих разделах.

# Изготовление ремней

## Общие сведения

Под «изготовлением» в данном случае понимается подготовка ремня требуемой длины и ширины, а также соединение его концов с использованием специально предназначенных для этого методов и инструментов.

Для склейки концов стандартных приводных ремней компании Habasit используются методы **Flexproof** и **Thermofix**.

### Склейка по методу Flexproof («соединение в замок»)

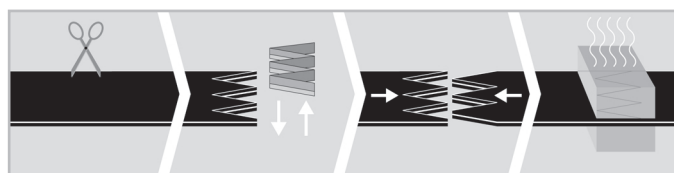
В время склейки по методу Flexproof концы ремня сплавляются друг с другом **без** добавления клея. Благодаря этому соединения выполняются просто и быстро.

#### Преимущества

- Эластичность в продольном направлении, ремень не затвердевает в районе шва.
- Соединение выполняется без использования клея, и толщина ремня в районе склейки не изменяется. Это позволяет снизить уровень вибрации при работе!
- Опрятный внешний вид; качество склейки легко определить во время внешнего осмотра.

#### Ограничения

- Термостойкость: ремень не предназначен для работы при высоких температурах (не более 60 - 80°C)



### Склейка по методу Thermofix

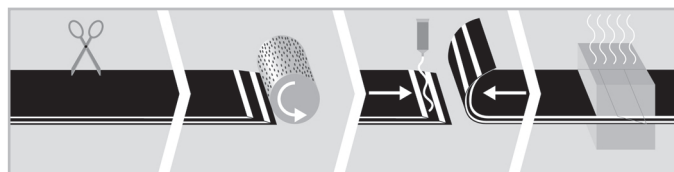
Метод Thermofix позволяет получить клеевое соединение концов ремня. Порядок работы и тип используемого клея определяется типом склеиваемого ремня.

#### Преимущества

- Допустимая рабочая температура до 100°C.

#### Ограничения

- В районе шва ремень становится немного тверже
- Качество шва сильно зависит от изготовителя



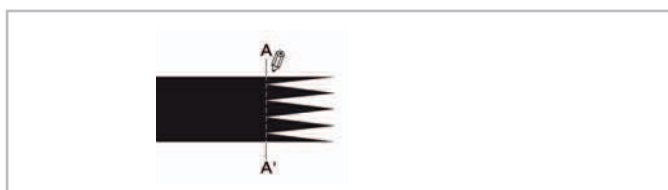
# Изготовление ремней

## Склейка по методу Flexproof («соединение в замок»)

### Общий обзор процесса

Для работы берут рулон ремня достаточной длины, заранее отрезанный по требуемой ширине (один ремень или несколько ремней, намотанных на гильзу).

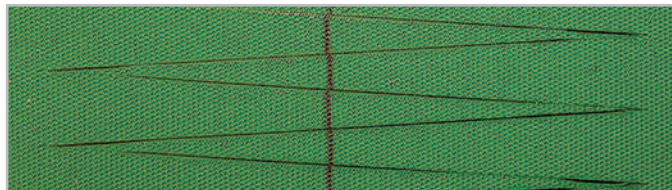
- Выберите подходящее для конкретного случая устройство для резки зубьев.
- Отмерьте требуемую длину ремня и разметьте его для резки. (Для склейки требуется предусмотреть определенный запас по длине).
- Вырежьте зубья на первом конце ремня.
- Вырежьте зубья на втором конце ремня, убедившись в том, что:
  - готовый ремень будет иметь нужную длину
  - зубья на обоих концах ремня совместимы друг с другом (зубья входят в зацепление без дополнительных смещений, вызванных небольшими боковыми рассогласованиями).
- Выберите подходящий пресс для склейки ремня (см. перечень рекомендуемых устройств для предварительного нагрева и прессования).
- Определите параметры склейки (на [www.habasit.com](http://www.habasit.com)).
- Подготовьте пресс к работе в соответствии со схемой расположения «вставок» из руководства по склейке.
- Закройте пресс.
- Следуйте инструкциям из руководства по эксплуатации пресса и/или руководства по склейке:
  - Подайте давление в пресс
  - Задайте уставки температуры нижней и верхней поверхностей пресса
  - Задайте время прессования
  - Начните процесс склейки
  - Охладите пресс (по возможности следует применять ускоренное охлаждение водой или сжатым воздухом)
  - Тщательно удалите охлаждающую воду из пресса (остатки воды могут повлиять на качество следующей склейки)
  - Снимите давление с пресса.
- Откройте пресс и снимите верхние вставки.



# Изготовление ремней

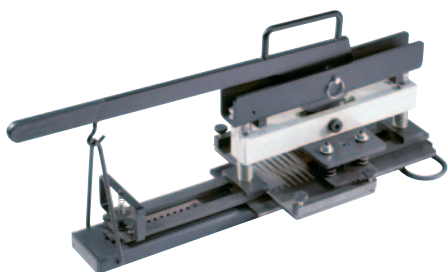
## Склейка по методу Flexproof («соединение в замок»)

- Проверьте качество склейки на верхней поверхности ремня.  
Концы зубьев на покрытой резиной поверхности ремня должны быть плотно припаяны, должен быть виден вытекший на поверхность термопластичный материал основы ремня. Аналогичным образом вдоль границы между зубьями должна образоваться тонкая линия или точки из материала основы.
- Поместите под край ремня режущую накладку и удалите с него лишний материал.
- Снимите ремень с прессы и проверьте качество склейки на его нижней поверхности. Критерии качества такие же, как и для верхней стороны.
- Если наплавления материала основы недостаточны, ремень можно подвергнуть повторному прессованию при немного (на 5 - 10°C) повышенной температуре. При слишком сильном наплавлении следует немного (на 5 - 10°C) уменьшить температуру следующей склейки.



### Рекомендуемые устройства для подготовки и склейки ремней

#### Устройства для подготовки



AF-100/US

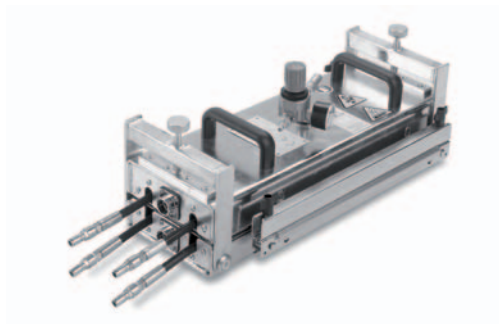


Серия AF-1201

#### Устройства для склейки



PF-61



Серия PM-02/04/06

# Изготовление ремней

## Склейка по методу Thermofix

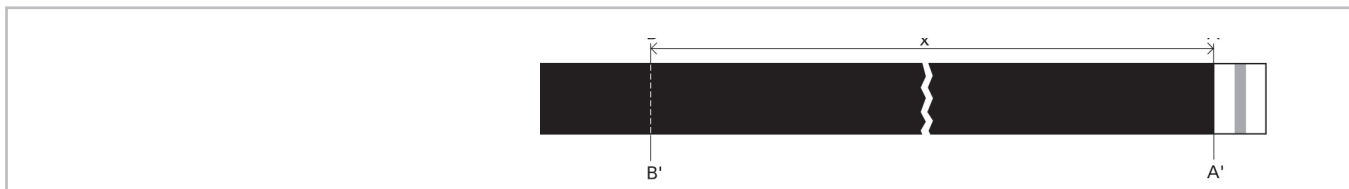
### Общий обзор процесса

Для работы берут рулон ремня достаточной длины, заранее отрезанный по требуемой ширине (один ремень или несколько ремней, намотанных на гильзу).

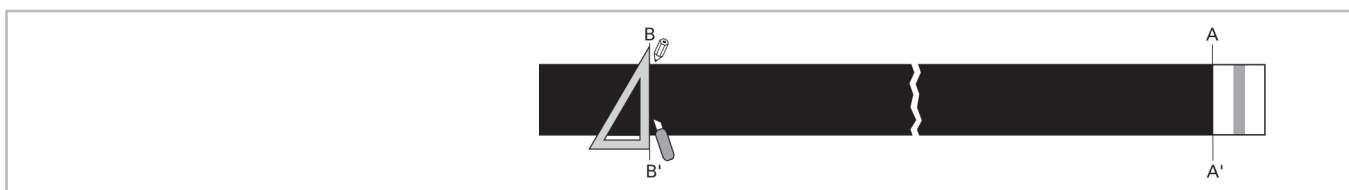
- Выберите подходящую шлифовальную машину (см. перечень рекомендуемых устройств для подготовки ремня).
- Определите параметры склейки (на [www.habasit.com](http://www.habasit.com)).
- Обрежьте первый конец ремня под нужным углом (обычно используются углы  $75^\circ$  и  $90^\circ$ ), а затем выполните его шлифовку. Следуйте инструкциям из руководства по эксплуатации шлифовальной машины.
- После шлифовки первого конца ремня разметьте контрольные точки А и А', которые лежат на концах границы отшлифованного участка (как показано ниже).
- Убедитесь в том, что угол между отрезком АА' и краями ремня равен углу, под которым ремень был разрезан. Если это не так, выполните шлифовку заново.



- Отмерьте длину ремня X от точек А и А' и отметьте полученные таким образом точки В и В'



- Проведите через точки В и В' линию, параллельную отрезку А – А', и обрежьте ремень вдоль нее



- Выполните шлифовку на втором конце ремня.



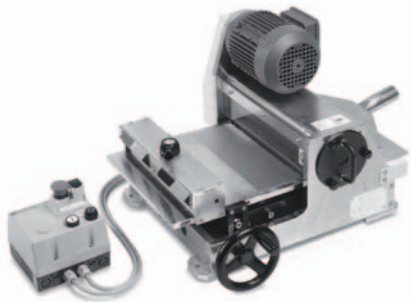


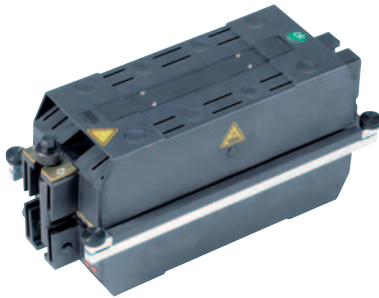
- Выберите подходящий пресс для склейки ремня (см. перечень рекомендуемых устройств для прессования).

# Изготовление ремней

## Склейка по методу Thermofix

- Подготовьте пресс к работе в соответствии со схемой расположения «вставок» из руководства по склейке.
- Закройте пресс.
- Следуйте инструкциям из руководства по эксплуатации пресса и/или руководства по склейке:
  - Подайте давление в пресс
  - Задайте уставки температуры нижней и верхней поверхностей пресса
  - Задайте время прессования
  - Начните процесс склейки
  - Охладите пресс (по возможности следует применять ускоренное охлаждение водой или сжатым воздухом, однако активное охлаждение для склейки по методу Thermofix не требуется)
  - Тщательно удалите охлаждающую воду из пресса (остатки воды могут повлиять на качество следующей склейки)
  - Снимите давление с пресса.
- Откройте пресс, извлеките из него ремень и проверьте качество склейки.

### Рекомендуемые устройства для подготовки и склейки ремней

Устройства для подготовки	Устройства для склейки
 <p data-bbox="165 1406 252 1435">AT-305</p>	 <p data-bbox="849 1406 935 1435">PT-100</p>
 <p data-bbox="165 1845 354 1874">Серия AT-1201</p>	 <p data-bbox="849 1845 935 1874">PT-300</p>

# Установка ремней

## Правила техники безопасности

### Установка ремней

Для того чтобы гарантировать безотказную работу и надлежащий уровень технических характеристик плоскоременной передачи, необходимо правильно выбрать и установить ремень. При этом следует неукоснительно соблюдать не только инструкции по установке, но и правила техники безопасности.

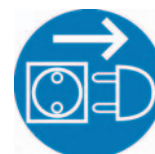
### Правила техники безопасности

Не прикасайтесь к движущемуся ремню: это может привести к захвату частей тела или объектов (например, одежды, инструмента и др.) и, как следствие, к тяжелым травмам или повреждению оборудования.

Выключите станок при помощи главного выключателя, примите меры к недопущению его включения до окончания работ по установке, регулировке или техническому обслуживанию.

Установка приводных ремней допускается только на оборудование, для которого они были выбраны, и для которого производился расчет параметров ремня в соответствии с документацией Habasit.

К производству работ по установке и техническому обслуживанию оборудования допускаются только квалифицированные специалисты, имеющие допуск на выполнение этих работ. Они должны обладать знаниями и навыками, необходимыми для эффективного и безопасного выполнения требуемых операций.



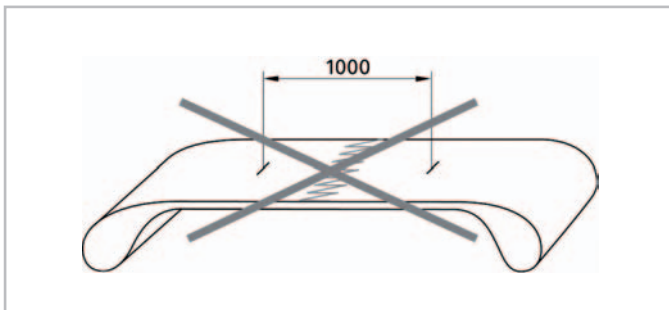
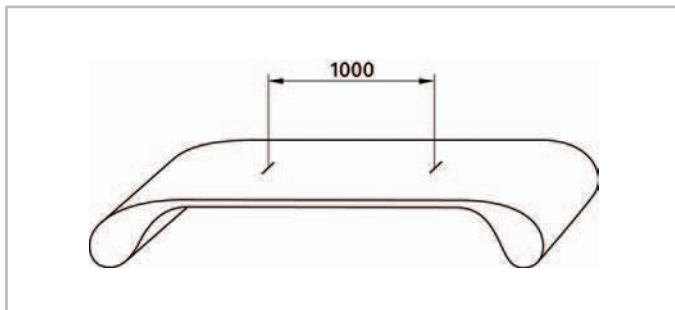
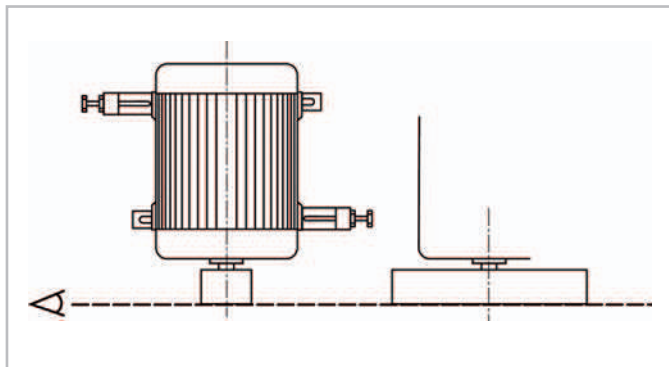
# Установка ремней

## Первоначальная установка

Следующие рекомендации относятся к первой установке бесконечных приводных ремней.

Выполните следующие действия:

1. Убедитесь в том, что натяжное устройство находится в крайнем внутреннем положении.
2. Убедитесь в том, что валы параллельны друг другу, а шкивы ориентированы перпендикулярно к рабочей оси ремня.
3. Очистите контактные поверхности шкивов от жира, земли и пыли.
4. Перед установкой нанесите на поверхность ненатянутого ремня контрольные точки (рекомендуется располагать их на расстоянии 1000 мм друг от друга). Используйте для этого шариковую ручку. Расстояние между контрольными точками должно быть выдержано как можно более точно! Место склейки ремня не должно находиться между контрольными точками.



Если ремень, либо участок станка, на котором можно выполнить измерение слишком коротки, расстояние между контрольными точками следует уменьшить (например, до 500 мм).

Чем больше расстояние между контрольными точками, тем с большей точностью будет натянут ремень.

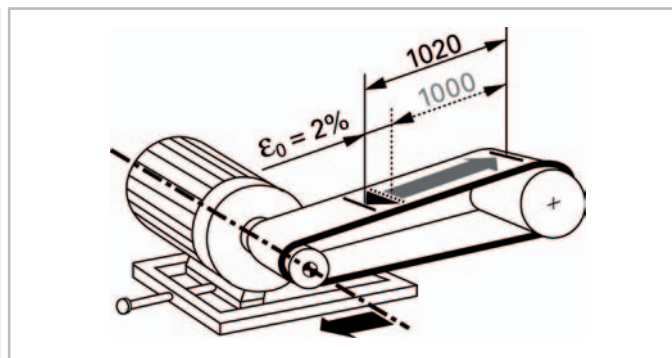
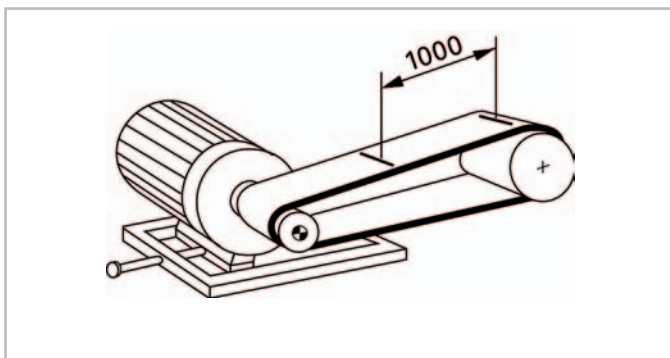
# Установка ремней

## Первоначальная установка

5. Осторожно установите ремень. Сначала наденьте его на шкив меньшего диаметра, затем - на шкив большего диаметра. Не прижимайте ремень к краям шкивов. Не применяйте неподходящий для этой операции инструмент: отвертки, молотки и другие приспособления.

Особого внимания требует установка ремней с тяговым слоем из арамида (ремни TF). Эти ремни не обладают высокой стойкостью к перекручиванию.

6. Натяните ремень, увеличив расстояние между шкивами таким образом, чтобы расстояние между контрольными точками на поверхности ремня увеличилось на нужное (определенное при расчете) значение **начального удлинения** ( $\epsilon_0$ ).



### Пример:

Необходимое начальное удлинение  $\epsilon_0 = 2.0\%$

Расстояние между контрольными точками на ненатянутом ремне: 1000 мм

Расстояние между контрольными точками на натянутом ремне: 1020 мм

Если расстояние между контрольными точками на ненатянутом ремне отличается от рекомендуемого (1000 мм), вычислите значения, соответствующие этому расстоянию. Несколько примеров приведено в следующей таблице:

Расстояние между контрольными точками на ненатянутом ремне [мм]	Расстояние между контрольными точками на натянутом ремне [мм]				
	Вычисленное начальное удлинение $\epsilon_0$ [%]				
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
200	201	202	203	204	205
500	502.5	505	507.5	510	512.5
750	753.8	757.5	761.3	765	768.8
<b>1000 (рекомендуется)</b>	<b>1005</b>	<b>1010</b>	<b>1015</b>	<b>1020</b>	<b>1025</b>
1500	1507.5	1515	1522.5	1530	1537.5
2000	2010	2020	2030	2040	2050

# Установка ремней

## Первоначальная установка

Никогда не натягивайте приводные ремни наглазок: строго соблюдайте вычисленные значения начального удлинения  $\epsilon_0$ !

Если требуемое начальное удлинение неизвестно, выполните расчет при помощи программы POWER-SeleCalc или позвоните в службу технической поддержки компании Habasit.

7. Один или два раза прокрутите ремень рукой. Плоский ремень не должен смещаться или спадать со шкивов даже при изменении направления вращения.
8. Еще раз проверьте расстояние между контрольными точками. При необходимости подтяните ремень до требуемого начального удлинения.
9. Зафиксируйте натяжное устройство винтами.
10. Перед запуском двигателя установите на место защитный кожух привода.
11. Убедитесь в том, что лист с параметрами ремня (тип, размеры, начальное удлинение, дата установки), а также инструкция по уходу за ним хранятся в непосредственной близости от станка (например, в самоклеющемся конверте на станине).

### Установка ремней из арамида

Приводные ремни с тяговым слоем из арамида (серия TF) следует устанавливать с особой осторожностью.

Не перекручивайте ремни с тяговым слоем из арамида и не натягивайте их слишком резко или слишком интенсивно!

Арамидные волокна имеют большой модуль Юнга, из-за чего ремни из этого материала имеют две особенности:

- Необходимое для натяжения перемещение шкива очень мало
- Даже при небольшом превышении начального удлинения могут существенно возрасти растягивающие усилия и нагрузки на вал. Это может привести к чрезмерному отклонению вала от требуемого положения, а также к его преждевременному выходу из строя.

# Установка ремней

## Установка прочных ремней; повторная установка

### Установка прочных ремней (натяжение в два этапа)

Если достаточно прочный ремень необходимо установить на привод относительно **слабой конструкции**, натяжение рекомендуется производить в два этапа:

- 1й этап: Натяните ремень только до 60% - 70% необходимого начального удлинения ( $\epsilon_{1й\ этап}$ ). Подождите 3-6 ч.
- 2й этап: Повторно натяните ремень до требуемой величины начального удлинения ( $\epsilon_{2й\ этап} = \epsilon_0$ )

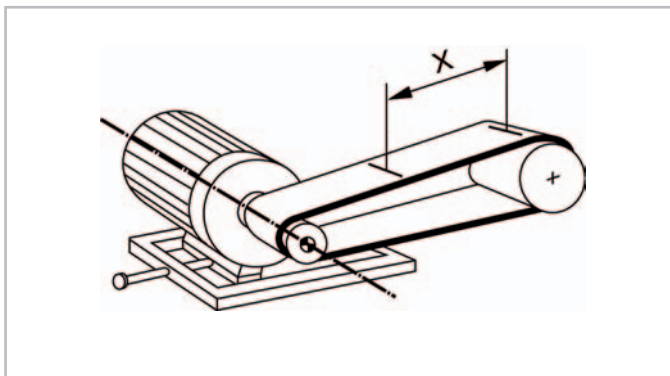
#### Вывод:

Натяжение ремня в два этапа позволяет избежать максимальной пиковой нагрузки на вал ( $F_{W\text{пик}}$ ), которое имеет место, если сразу натянуть ремень до нужного удлинения ( $\epsilon_0$ ).

Нагрузка на вал сразу после первого и по завершении второго этапа натяжения остается ниже допустимого уровня ( $F_{W\text{adm}}$ ).

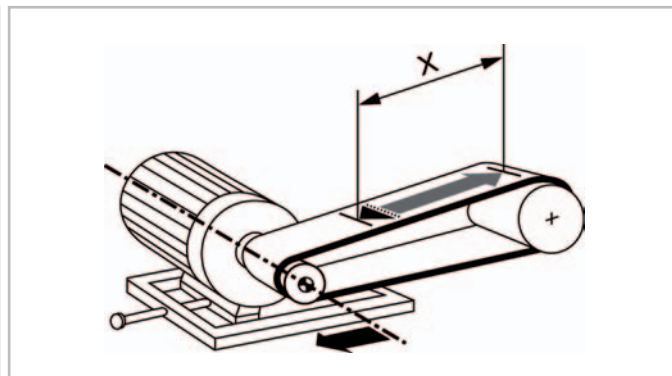
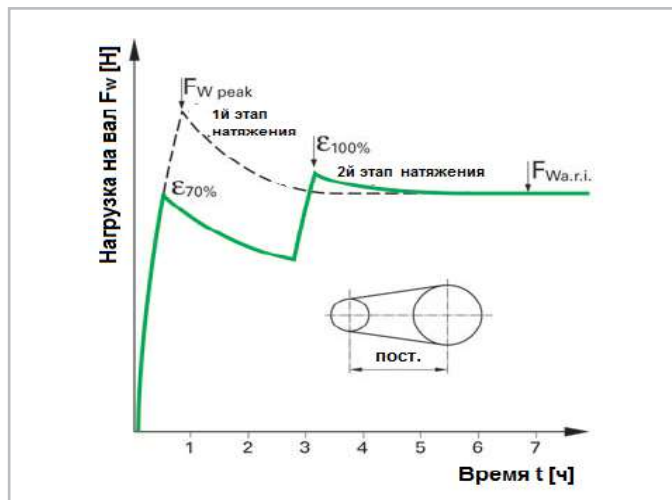
Второй этап натяжения не оказывает негативного влияния на нагрузку на вал после релаксации ( $F_{W\text{a.r.i.}}$ ).

### Повторная установка ремней, бывших в употреблении



**Перед (!)** снятием ремня измерьте и запишите расстояние между двумя существующими или вновь нанесенными на ремень контрольными точками.

В противном случае выполните те же действия, что и при первоначальной установке ремня.



При повторной установке ремня натяните его таким образом, чтобы расстояние между контрольными точками было равно измеренному перед снятием значению.

# Уход за ремнем и устранение неисправностей

## Уход за ремнем

При условии правильного выбора размеров и квалифицированной установки приводные ремни Habasit обычно не требуют ухода или повторного натяжения.

Однако рекомендуется регулярно проверять состояние ремня, чтобы гарантировать безотказную работу привода.

### Чистка

Очистите контактные поверхности шкивов от жира и пыли. Для чистки поверхности ремней используйте теплую воду с мылом.

### Проверка

Осмотрите ремень на предмет появления видимых дефектов фрикционного покрытия и склейки. При обнаружении значительных дефектов или при повреждении ремень следует заменить. Проверьте шкивы на предмет чрезмерного износа.

### Повторное натяжение

Если технические характеристики плоского приводного ремня снизились относительно расчетных значений, очистите шкивы и ремень, после чего осторожно вновь натяните его.

### Необходимые условия безотказной работы

Плоские приводные ремни очень надежны и долговечны при условии выполнения следующих необходимых условий:

- Выбор типа и расчет параметров ремня должны быть выполнены с учетом конкретной области применения
- Тип и размеры (ширина и длина) ремня, а также его начальное удлинение известны.
- Склейка ремня выполнена надлежащим образом, согласно рекомендациям Habasit
- Ремень установлен надлежащим образом, согласно рекомендациям Habasit, начальное натяжение отрегулировано правильно
- Фактические рабочие условия соответствуют первоначальной спецификации на ремень
- Отсутствуют механические повреждения ремня

# Уход за ремнем и устранение неисправностей

## Поиск и устранение неисправностей

### Таблица поиска и устранения неисправностей

Ниже приведены наиболее распространенные проблемы, связанные с плоскими приводными ремнями, возможные причины и рекомендуемые методы их устранения.

Если ту или иную проблему решить не удастся, обратитесь в ближайшее представительство компании Habasit.

Проблема	Возможные причины	Методы устранения
Плохая трассировка ремня I Ремень смещается в одну сторону	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточно точное выравнивание шкивов или роликов</li> <li>• Загрязнение шкивов или роликов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Убедитесь в том, что валы параллельны друг другу, а шкивы ориентированы перпендикулярно к рабочей оси ремня.</li> <li>• Очистите поверхности шкивов</li> </ul>
Плохая трассировка ремня II Ремень смещается то к одной, то к другой стороне шкива	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неподходящий профиль шкива или ролика (обычно слишком большая высота), либо полное отсутствие профиля</li> <li>• Загрязнение шкивов или роликов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Переоснастите станок, установив на него шкивы, соответствующие рекомендациям компании Habasit</li> <li>• Очистите поверхности шкивов</li> </ul>
Износ по краям ремня	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ремень вступает в контакт с краями шкива, что связано с плохой трассировкой</li> <li>• Ремень вступает в контакт с фланцами или другими деталями станка, даже если движется по прямой линии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• См. «Плохая трассировка ремня»</li> <li>• Устраните контакт между краями ремня и фланцами, либо другими деталями станка</li> <li>• Не используйте шкивы с фланцами</li> <li>• Увеличьте ширину шкивов, либо используйте более прочный и короткий ремень (требуется выполнить расчет ремня заново)</li> </ul>
Износ контактной поверхности ремня	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проскальзывание между ведущим/ ведомым шкивом и ремнем</li> <li>• Рифленая или слишком шероховатая поверхность шкива</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• См. «Проскальзывание ремня»</li> <li>• Уменьшите шероховатость шкивов до величин, рекомендуемых компанией Habasit (<math>R_a = 6,3 \dots 3,2 \text{ мкм}</math>)</li> </ul>
Обрыв ремня сразу после запуска двигателя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкое качество склейки</li> <li>• Непредвиденные сильные ударные нагрузки или перегрузки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Используйте новый ремень со склейкой надлежащего качества</li> <li>• Проверьте параметры привода, а также выбор и расчет ремня</li> </ul>

# Уход за ремнем и устранение неисправностей

## Поиск и устранение неисправностей

Проблема	Возможные причины	Методы устранения
Срок службы ремня не соответствует ожиданиям заказчика	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая частота перегиба, вызванная малым диаметром шкивов</li> <li>• Привод передает более высокую мощность [кВт] или работает в более тяжелых условиях, чем указано</li> <li>• Влияние чрезмерной температуры или влажности</li> <li>• Слишком сильное или слишком слабое натяжение ремня</li> <li>• Нереалистичные ожидания заказчика</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Увеличьте диаметр шкивов или выберите более эластичный ремень</li> <li>• Проверьте параметры привода, а также выбор и расчет ремня</li> <li>• Соблюдайте вычисленное значение начального удлинения (<math>\epsilon_0</math>)</li> <li>• Проинформируйте заказчика о реалистичных прогнозах в отношении срока службы ремня</li> </ul>
Расслоение ремней из полиамида или трещины на слое из полиамида	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Полиамидный слой ремня оказывается пережат из-за малого диаметра шкивов, большой толщины тягового слоя, а также малого начального удлинения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Соблюдайте вычисленное начальное удлинение! При необходимости повторно натяните ремень</li> <li>• Используйте ремень с тяговым слоем из ткани (например, ремень серии TC или TF)</li> </ul>
Проскальзывание ремня	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточное начальное удлинение</li> <li>• Привод передает более высокую мощность [кВт] или работает в более тяжелых условиях, чем указано</li> <li>• Попадание на поверхности шкивов или ремня грязи, жира, масел или влаги</li> </ul> <p>Важно:  <u>Не следует</u> пытаться устранить проскальзывание ремня путем повышения коэффициента трения или шероховатости ведущего шкива. Это может привести к преждевременному износу ремня!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Соблюдайте вычисленное начальное удлинение! При необходимости повторно натяните ремень</li> <li>• Проверьте параметры привода, заново выполните расчет ремня</li> <li>• Очистите поверхности шкива и ремня</li> <li>• Не применяйте шкивы с обкладкой</li> <li>• Избегайте рифленых поверхностей</li> </ul>

# Уход за ремнем и устранение неисправностей

## Поиск и устранение неисправностей

Проблема	Возможные причины	Методы устранения
<p>Чрезмерный уровень шума – громкий свист</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прерывистое скольжение ремня, которое обычно имеет место при использовании широких ремней и больших (более 2000 мм) шкивов с очень гладкой, отполированной поверхностью и большой дугой контакта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Используйте ремень с более высоким модулем Юнга (значением <math>k_{1\%}</math>)</li> <li>• Используйте ремень с меньшим коэффициентом трения (например, ремни с кожаным покрытием)</li> <li>• Уменьшите коэффициент трения при помощи талька или смеси воды и спирта (200 мг спирта на 10 л воды)</li> <li>• Уменьшите трение за счет увеличения шероховатости поверхности шкива до <math>R_a = 6,3 \dots 3,2</math> мкм</li> </ul>
<p>Место склейки ремня во время работы привода испытывает толчки</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Склейка частично повреждена</li> <li>• Склейка немного наклонена относительно ремня</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замените ремень</li> <li>• Это явление не опасно для ремня или привода, если ремень не касается краев шкива.</li> <li>• Каких-либо действий не требуется</li> </ul>
<p>Во время движения ремень кажется волнистой линией</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Линия обрезки ремня не идеально прямая («банан»)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Это явление не опасно для ремня или привода, если ремень не касается краев шкива.</li> <li>• Каких-либо действий не требуется</li> </ul>

# Хранение ремней и работа с ними

## Условия хранения

Неблагоприятные условия хранения или неправильное обращение с синтетическими приводными ремнями приводит к изменению их физических характеристик. В первую очередь это отражается на коэффициенте трения и сроке службы ремней.

Кратко надлежащие условия хранения можно описать следующим образом:

- Не допускайте воздействия на ремни солнечного света, ультрафиолетового излучения, пыли и грязи
- Храните запасные ремни в прохладном (рекомендуется 15 ... 25°C) и сухом месте
- По возможности храните ремни в оригинальной упаковке

### Место хранения

Место хранения должно быть прохладным, сухим и незапыленным. Необходимо наличие вентиляции умеренной интенсивности. Хранение ремней и лент вне помещения допускается только при условии, что они защищены от воздействия неблагоприятных погодных условий.

### Температура

Не допускается хранение ремней при температуре ниже -10°C и выше +25°C, за исключением очень коротких периодов времени.

Воздействие низких температур при хранении может привести к повышению твердости ремня. Перед тем как ввести его в эксплуатацию или выполнить какие-либо технологические операции, следует выдержать ремень при комнатной температуре в течение как минимум 48 часов. При этом, чтобы предотвратить образование на ремне конденсата, рекомендуется не снимать с него оригинальную упаковку.

### Отопление

При хранении на отопляемых складах необходимо экранировать ремни от источников тепла. При отсутствии упаковки расстояние между источником тепла и местом хранения ремней не должно быть менее 1 м. Если используется вентиляторная система отопления, это расстояние следует увеличить.

### Влажность

Следует избегать хранения ремней в условиях повышенной влажности. Рекомендуется поддерживать относительную влажность от 40 до 65%.

### Освещение

Изделия должны быть защищены от света, в частности от прямых солнечных лучей и искусственного излучения с высокой интенсивностью в ультрафиолетовой части спектра. Для освещения склада желательно использовать лампы накаливания.

### Озон

Не следует хранить ремни в непосредственной близости от выделяющего озон оборудования: ультрафиолетовых ламп, аппаратов для электродуговой сварки, лазерных принтеров и т.п.

### Химикаты

Не допускается хранение растворителей, топлива, смазочных материалов, кислот, щелочей, дезинфицирующих средств и другие химикатов в тех же помещениях, где хранятся ремни.

### Обращение

Во время хранения ремни не должны подвергаться напряжениям, в том числе сильному растяжению, давлению или деформации. Под действием таких напряжений ремни могут потерять форму, растрескаться.

Не допускается контакт между ремнями различного состава или цвета.

При длительном хранении разделяйте вновь поступившие изделия и уже находящиеся на складе (принцип «первым прибыл, первым использован»!).

### Упаковка

В целях защиты ремней от загрязнения используется специальная упаковка. Изделия, в состав которых входит полиамид, должны быть упакованы герметично, чтобы предотвратить нежелательное впитывание влаги или высыхание.

Упаковочные материалы не должны содержать каких-либо вредных для изделий присадок (пластификаторы, бензол, масла и другие подобные вещества). Например, для хранения подойдет черная антистатическая пленка, полиэтиленовые или полиамидные мешки. Ремни Habasit следует, по возможности, хранить в оригинальной упаковке.

Если, несмотря на принятые меры, внутрь упаковки проникла влага, ремни следует распаковать, чтобы предотвратить появление плесени.

# Обозначения и единицы измерения

Обозначение	Ед. изм.	Ед. изм.	Пояснение
a	мм	дюйм	Толщина ремня
b	мм	дюйм	Ширина шкива
b <sub>o</sub>	мм	дюйм	Ширина ремня
c	мм	дюйм	Расстояние между центрами шкивов при ненатянутом ремне (соответствует l <sub>eff</sub> )
c <sub>ε</sub>	мм	дюйм	Расстояние между центрами шкивов при натянутом ремне (соответствует l <sub>ε</sub> )
d <sub>l</sub>	мм	дюйм	Диаметр большого шкива
d <sub>s</sub>	мм	дюйм	Диаметр малого шкива
d <sub>1</sub>	мм	дюйм	Диаметр ведущего шкива
d <sub>2</sub>	мм	дюйм	Диаметр ведомого шкива
E	Н/мм <sup>2</sup>	кф/дюйм <sup>2</sup>	Модуль Юнга
F' <sub>UN</sub>	Н/мм	ф-с/дюйм	Номинальное периферийное усилие на единицу ширины
F <sub>Wadm</sub>	Н	фунт-сила	Допустимая нагрузка на вал
F <sub>Ws</sub>	Н	фунт-сила	Статическая нагрузка на вал (после релаксации)
F <sub>Wd</sub>	Н	фунт-сила	Динамическая нагрузка на вал (после релаксации)
h	мм	дюйм	Высота профиля шкива
h <sub>r</sub>	мм	дюйм	Высота фланца шкива
k <sub>1%</sub>	Н/мм	ф-с/дюйм	Сила растяжения, необходимая для удлинения ремня на 1%, на единицу ширины
k <sub>1%a.r.i.</sub>	Н/мм	ф-с/дюйм	То же, после приработки
l <sub>g</sub>	мм	дюйм	Геометрическая длина ремня (толщина ремня не учитывается)
l <sub>eff</sub>	мм	дюйм	эффективная длина ненапрянутого ремня (длина нейтрального слоя, технологическая длина ремня)
l <sub>s</sub>	мм	дюйм	Длина укороченного ремня для систем с неизменным расстоянием между центрами шкивов или для систем без натяжных элементов (длина нейтрального слоя, технологическая длина)
l <sub>ε</sub>	мм	дюйм	Длина натянутого ремня (при удлинении ε <sub>o</sub> )
n <sub>1</sub>	1/мин	об/мин	Частота вращения ведущего шкива
n <sub>2</sub>	1/мин	об/мин	Частота вращения ведомого шкива
P	кВт	л.с.	Передаваемая мощность
P <sub>M</sub>	кВт	л.с.	Мощность двигателя
R	мм	дюйм	Заводской радиус профиля шкива
s	мм	дюйм	Положение нейтрального слоя ремня относительно его рабочей поверхности
v	м/с	фут/мин	Скорость ремня
x	мм	дюйм	Доступный диапазон перемещения натяжного устройства
x <sub>r</sub>	мм	дюйм	Рекомендуемый диапазон перемещения натяжного устройства
x <sub>ε</sub>	мм	дюйм	Эффективное перемещение натяжного устройства, необходимое для удлинения ремня до ε <sub>o</sub> )
β <sub>□</sub>	°	°	Дуга контакта
ε <sub>o</sub>	%	%	Начальное удлинение (начальное натяжение)
ε <sub>adm</sub>	%	%	Допустимое удлинение
μ	–	–	Коэффициент трения

# Приложение

## Анкета: приводные ремни

### Выбор параметров

#### Общие требования

- Ремень используется в системе общего назначения, без специальных требований
- Двухнаправленный ременной привод
  - Ремень для тангенциального привода
    - Малая интенсивность набегания, высокая точность и равномерность ЧВ
    - Высокий КПД, низкое энергопотребление
    - Короткий ход натяжного устр-ва (в сочетании с большой длиной ремня)
    - Широкие и большие шкивы
    - Привод с перекрещенным ремнем
    - Постоянная защита от статического напряжения

#### Механические воздействия

- Большие ударные нагрузки
  - Небольшие шкивы, частый и интенсивный изгиб ремня
  - Высокая скорость движения, требование обеспечить низкий уровень вибраций
    - Поперечный изгиб и/или перекручивание
    - Грубое обращение с ремнем (во время установки и др.)

#### Окружающая среда

- Большая влажность, много грязи и/или пыли
  - Интенсивное воздействие на ремень масел и/или смазок
  - Перемены климата (влажность, температура)
  - Рабочая температура > 60 °C/140 °F (постоянно)

#### Метод склейки

- Клеевое соединение (Thermofix)
  - Соединение без применения клея (Flexproof)
  - Бесшовный ремень

### Параметры расчета

Передаваемая мощность

кВт или PS

Эксплуатационный коэффициент

1)

Расстояние между центрами

мм или эффект. длина ремня  мм

#### Шкивы

Ведущий шкива

Диаметр  мм      Ширина  мм      Дуга контакта  °      Частота вращения  об/мин

Ведомый шкив

мм       мм       °       об/мин

Натяжной шкив

2)  мм       мм       °

#### Температура окр. среды

Минимум

°C

Максимум

°C

### Альтернативные параметры

1) Пуск:

Условия эксплуатации:

Окружающая среда:

- Плавный пуск       Среднее       Резкий пуск
- Равномерная работа       Средние силы инерции       Сильные ударные нагрузки
- Очень влажно       Масла или смазки       Запыленность

2) Привод с натяжным шкивом

- Натяжной шкив на сбегающей ветви       Натяжной шкив на ведущей ветви

Размеры

X<sub>2</sub>  мм

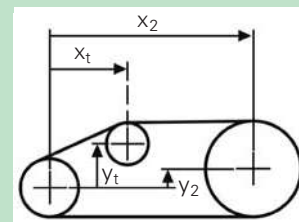
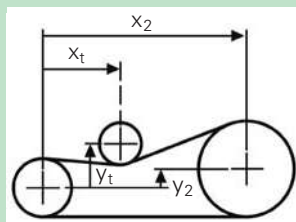
Y<sub>2</sub>  мм

X<sub>t</sub>  мм

Y<sub>t</sub>  мм

- Натяжной шкив снаружи

- Натяжной шкив внутри



# Приложение

## Анкета: ремни для тангенциальных приводов

### Выбор параметров

#### Общие требования

- Ремень используется в системе общего назначения, без специальных требований
- Малая интенсивность набегания, высокая точность и равномерность частоты вращения
- Высокий КПД, низкое энергопотребление
- Короткий ход натяжного устройства (в сочетании с большой длиной ремня)
- Широкие и большие шкивы
- Привод с перекрещенным ремнем
- Постоянная защита от статического напряжения

#### Механические воздействия

- Большие ударные нагрузки
- Небольшие шкивы, частый и интенсивный изгиб ремня
- Высокая скорость движения ремня, требование обеспечить низкий уровень вибраций
- Поперечный изгиб и/или перекручивание
- Грубое обращение с ремнем (во время установки и др.)

#### Окружающая среда

- Большая влажность, много грязи и/или пыли
- Интенсивное воздействие на ремень масел и/или смазок
- Перемены климата (влажность, температура)
- Рабочая температура > 60 °C/140 °F (постоянно)

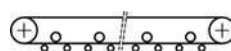
#### Метод склейки

- Клеевое соединение (Thermofix)
- Соединение без применения клея (Flexproof)
- Бесшовный ремень

### Параметры расчета

#### Конфигурация

- Шпиндели с обеих сторон  Шпиндели с одной стороны



#### Переменное направление вращения

- Да  Нет  Шпиндели на вед. ветви  Шпиндели на сбегаящей ветви

#### Передаваемая мощность

кВт или PS

#### Эксплуатационный коэффициент

1)

#### Ширина ремня

мм

#### Эффективная длина ремня

мм

#### Шкивы

##### Ведущий шкив $d_1$

2)  мм

##### Отклоняющий шкив на ведущей ветви $d_t$

2)  мм

##### Отклоняющий шкив на сбег. ветви $d_s$

2)  мм

##### Отклоняющий шкив направляющей $d_m$

2)  мм

##### Направляющие шкивы $d_u$

мм

##### Дуга контакта

°

°

°

°

°

##### Частота вращения

об/мин

#### Температура окр. среды

##### Минимум

°C

##### Максимум

°C

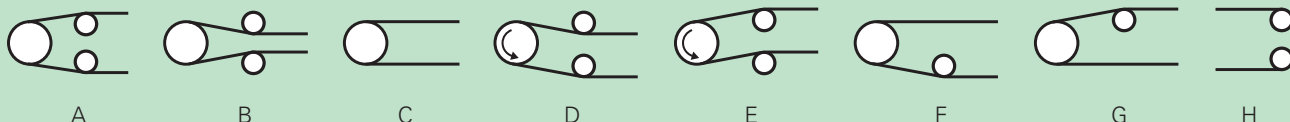
# Приложение

Анкета: ремни для тангенциальных приводов

## Альтернативные параметры

- 1) Пуск:  Плавный пуск  Среднее  Резкий пуск  
 Условия эксплуатации:  Равномерная работа  Средние силы инерции  Сильные ударные нагрузки  
 Окружающая среда:  Очень влажно  Масло или смазка  Запыленность

## 2) Конфигурация



Конфигурация приводной стороны  
(A,B,C,D,E,F,G)

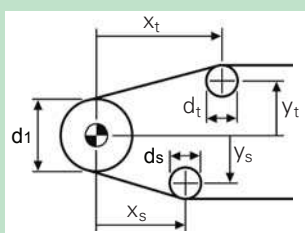
Размеры

$x_t$   мм

$y_t$   мм

$x_s$   мм

$y_s$   мм



Конфигурация направляющей стороны  
(A,B,C,D,E,F,G,H)

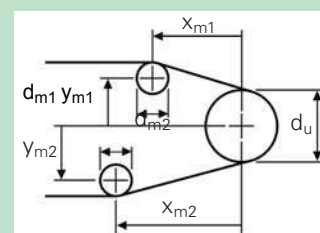
Размеры

$x_{m1}$   мм

$y_{m1}$   мм

$x_{m2}$   мм

$y_{m2}$   мм



## Параметры расчета роликов

Конфигурация роликов  Один прижимн. ролик на 2 шпинделя  Один пр. ролик на шпindelь  Без прижимных роликов



Расстояние между шп.  мм

Диаметр ролика  мм или частота вращения  об/мин

Количество шпинделей