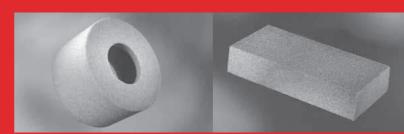
BONDED ABRASIVES

АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ НА ЖЕСТКОЙ СВЯЗКЕ



Шлифовальный инструмент



CARBORUNDUM ABRASIVES

THE CARBO GROUP

Abrasive intelligence

Компания КАРБОРУНДУМ является ключевым игроком на рынке абразивного инжиниринга и технологий уже более столетия. Основы нашего развития были заложены в далеком 1890 г., когда инженер Э. Дж. Эчесон открыл первый синтетический абразив. Разработанный на основе карбида кремния, он назвал его «Карборундум». Оксид алюминия, другой синтетический материал, был получен несколькими годами позже. Оба абразива по-прежнему находят использование во всем мире, обеспечивая возможности механической обработки поверхностей с высокой степенью точности. Сеголня, в произволстве наших абразивных материалов, мы относимся к имеющимся в нашем техническом материале многочисленным типам зерна. как к нечто само собой разумеющемуся. КАРБОРУНДУМ - один из безусловных лидеров в области производства высококачественных шлифовально-отрезных кругов и абразивного инструмента. Мы гордимся качеством нашей продукции с маркировкой «Сделано в Германии», производимой на собственных заводах. Мы концентрируем все свои усилия на том, чтобы наш инструмент соответствовал всем ожиданиям в части его качества. Потребители получают широчайший спектр нашего высокотехнологичного инструмента как в режиме прямых поставок, так и через развернутую сеть эксклюзивных представителей в более чем 150 странах мира.

Группа КАРБО - Ваш проверенный поставщик шлифовального инструмента и абразивных материалов из оксида алюминия, пористого корунда, карбида кремния, алмаза и кубического нитрида бора. Мы производим свою продукцию с использованием керамических и бакелитовых связок, а также искусственных смол. Мы выпускаем круги диаметром до 1,350 мм., которые используются в сочетании со всеми известными шлифовальными устройствами, во всех шлифовальных процессах: тонкое и прецизионное шлифование, контурное и плоскопараллельное шлифование, инструментальное шлифование и обдирка. Максимальные скорости наших кругов достигают 125 м. в секунду для обычных, и 140 – для кругов из кубического нитрида бора.

Ключ успеха - производственные технологии.

Наш подход - беспрерывное совершенствование своего производства. Партнерство со своими клиентами - наш активный инструмент. Оно подразумевает передачу клиенту всех необходимых ноу-хау и обеспечение клиента консультациями на местах, осуществляемыми нашими представителями и инженерами службы разработки и внедрения. Сотрудничая с нами, Вы можете смело рассчитывать на бесперебойность поставок и безукоризненный сервис. Годы производственного опыта и тесное сотрудничество как с техническими научноисследовательскими институтами, так и с производителями шлифовального оборудования, предопределяют наши, едва ли не безграничные, возможности разработки и производства абразивного инструмента, максимально соответствующего потребностям клиента. Именно так мы поддерживаем соответствие своего технологического и производственного потенциала растущим требованиям к качеству и эффективности абразивного инструмента, и оптимизации процессов шлифования, обеспечивая экономичность собственного производства, и производственных программ клиентов

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СОДЕРЖАНИЕ

- 2 Группа КАРБО
- Контроль Качества и Защита
 Окружающей Среды
- 4 Маркировка шлифовального инструмента
- 6 Абразивное зерно и связка
- 10 Производство шлифовальных кругов
- 12 Геометрия и формы шлифовального инструмента
- 13 Скорости резания и цветовая кодировка
- 14 Обращение и эксплуатация
- 16 Обзор основных процессов шлифования



Как лидирующий производитель и поставщик инструмента и технологий, мы считаем своей целью обеспечение постоянного соответствия своих предложений растущим спросу и требованиям наших клиентов. В этой связи, мы прошли сертификацию Bureau Veritas Quality International на соответствие стандарту DIN EN ISO 9001. Регулярный аудит нашей компании постоянно подтверждает высокое качество нашей продукции.

Наша преданность традициям качества и постоянного совершенствования своего производственно-технического и кадрового потенциала служит поддержке стабильного качества. Весь спектр продукции проходит перманентный технический контроль – от входного, поступающего сырья и материалов, до выходного, с целым рядом тестов на прилагаемые усилия, балансировку и т.д.

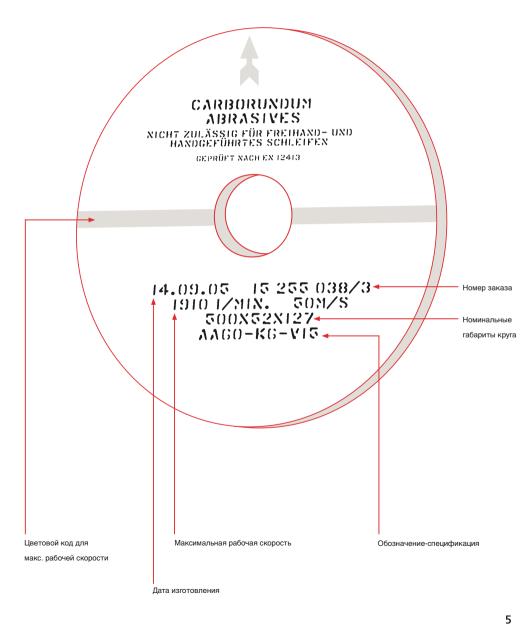
Мы также осознаем и высокую степень своей ответственности за состояние окружающей среды, и реализуем активную программу ее защиты. Жесткие меры по хранению и консервации сырьевых и энергетических ресурсов, сбору и переработке отходов, служат поддержке нашего вклада в сохранение и защиту окружающей среды.

Мы заботимся о состоянии здоровья своих клиентов, воздерживаясь от использования экологически небезопасных, или представляющихся небезопасными для человеческого организма, сырьевых компонентов нашей продукции. При необходимости, мы всегда готовы предоставить листы безопасности, в которых указываются сведения о продукте и его составляющих.

НА ПРИМЕРЕ АА60-K6-V15

ЗЕРНО	О ЗЕРНИСТОСТЬ КОМБ. ТВЕРДОСТЬ СТРУКТУРА		ТУРА	СВЯЗКА	тип связки					
										Керамическая (Al ₂ O ₃)
А Оксид алюминия –										
корунд нормальный	8	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1	Α \		0		плотная	V15	Очень износоустойчивая
	10	оч. грубая		В	искл. мягкая	1		<u></u>		
	12	1	2	С	'	2			V25	Мягкое шлифование
						3				
GA Оксид алюминия –										
специальный корунд	.		3			4				•
	14			D		5			V35	Универсального применения
	16		4	E		6		открытая		
	20	грубая		F	очень мягкая				V115	Специальная связка
ОА Оксид алюминия –	24			G					V376	
корунд очищенный	24 /		5						. V3/6	
			6			7		A	V20	Для высокопористого инструмент
	30			н∖		8			V606	-,-
НА Оксид алюминия –										
корунд очищенный	36		7	!		9		пористая		
	46	средняя		Jot	мягкая	10		*		
	54			· ĸ	1					
	60									Бакелитовая связка
										:
									BW1028	Универсального применения
🗚 Корунд белый	<u>:</u>			L		11			B11	
	70			M		12	04	ень открытая	BD	
	80			N	средняя	13	١	***************************************	B363	Для обдирочных кругов
А Оксид алюминия,	:				среднин		}			
монокристаллический	90	тонкая		0		14	Bh	ісоко	B80	Для стационарной отрезки
	100					15	по	ристая	BF80A	Для шлифотрезных кругов
	120					16			BF100	-,-
А Оксид алюминия,				- 1					:	Для притирочных кругов
пористый				Р					BY	дін притирочных кругов
				Qu					BYZ	-"-
	150			R	твердая				BYN	-"-
RA Корунд розовый	180			s						
		}	Y							
	220	очень тонкая	до 30							
	240								R	Прорезиненная связка
А Корунд розовый, специальный				ΤŢ						
				U						
					очень					
	320			V	.твердая					Керамическая связка (SiC)
	400	микропоро-		W					VDT	Универсального применения
	500	микропоро- шковая							VJ	-,-
Карбид кремния, черный	600]								:
черпыи	:									
GC Карбид кремния,	800			ΧŅ	исключительно					
зеленый кремния,				Υ	исключительно твердая				VEC	для высокопористого инструмент
				z	1				VFH	:

ТИПОВАЯ МАРКИРОВКА НАШИХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ



АБРАЗИВНОЕ ЗЕРНО И СВЯЗКА

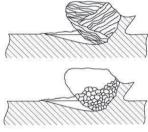
ОБЗОР АБРАЗИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

СЫРЬЕ	СРЕДНЯЯ ЧИСТОТА	ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Корунд нормальный	95,5 % Al ₂ O ₃	Прочный, твердый	
Корунд очищенный	97,5% Al ₂ O ₃	Прочный, свободный рез	
Корунд розовый	99,5% Al ₂ O ₃ + 0,25% Cr ₂ O ₃	Прочный, свободный рез	
Корунд төмно-красный	97,8% Al ₂ O ₃ + 2,0% Cr ₂ O ₃	Прочный, твердый	
Корунд белый	99,8% Al ₂ O ₃	Ломкий, жесткий, очень свободный рез	
Корунд пористый	96,8% Al ₂ O ₃	Очень прочный, монокристаллический, очень свободный рез	資資
Корунд монокристаллический	99,6% Al ₂ O ₃	Очень жесткий, прочный свободный рез	
Корунд сферический	99% Al ₂ O ₃	Высокая пористость	
Карбид кремния черный	99 % SiC	Ломкий, малопрочный, очень жесткий	
Карбид кремния зеленый	99.5 % SiC	Ломкий, очень жесткий	

АБРАЗИВНЫЙ МАТЕРИАЛ

В настоящее время, для производства своего шлифовального инструмента, мы в основном используем материалы на базе синтезированного оксида алюминия, пористого корунда и карбида кремния. Для продукции специального назначения, используются рецептуры с содержанием зерна, отличающегося модифицированными физико-механическими свойствами.

Струкрура и характеристики излома плавленого и керамокомпозитного (пористого) корунда



(Источник: Производственные процессы, Konig / Klocke)

Корунд (оксид алюминия плавленый)

В целом, базовое видовое различие сортов оксида алюминия, заключается в методах его получения за счет плавления или использования принципа композитной керамики. К наиболее распространенным сортам плавленого оксида алюминия относятся корунд белый, корунд очищенный, и нормальный корунд. Корунд белый получают из чистого оксида алюминия, тогда как для получения очищенного и нормального используются обожженные бокситы, подвергаемые плавке в электродуговой печи. Скорости охлаждения сырья определяют зернистость материала, а методы получения и дополнительные добавки служат изменению свойств. Прочность зерна зависит от содержания сопутствующих оксидов. Это - в случае индивидуального типа зерна - и предопределяет повышение прочности от специального к очищенному и - далее - нормальному корунду. Прочность корунда белого также можно увеличить за счет применения активных добавок.

Области применения плавленого оксида алюминия в составе рецептур шлифовальных кругов, находит широчайшее распространение. Корундовые круги используются для обработки различных сортов стали, цветных металлов и пластмасс.

Керамокомпозитный (пористый) корунд

В отличие от плавленого, керамокомпозитный корунд получают в результате крайне специфического и длительного производственного процесса, в основе которого лежит агломерационное спекание, и который предполагает присутствие ряда добавок. Такой процесс приводит к образованию зерна с тонкой кристаллической структурой и размером кристалла, измерение которого возможно – а подчас даже затруднительно – только с помощью микрометра. Важным отличием керамокомпозитного корунда от плавленого, является и то, что первый не имеет ярко выраженных ломких граней, и структурирован на уровне микрокристаллов. В силу такой специфической структуры зерна, в ходе шлифования обламываются мельчайшие частички зерна. Таким образом, оно сохраняет свои режущие способности.

Различные пропорциональные сочетания плавленого и керамокомпозитного корундов используются для изготовления высокопроизводительного шлифовального инструмента, или инструмента для обработки высокопрочных сталей.

Карбид кремния

Карбид кремния - синтетический продукт, получаемый в процессе запекания кремнезема в печи сопротивления. Карбид кремния различных степеней чистоты, характеристик, и даже цветов, можно получить в результате привнесения в базовый процесс широкого спектра вариантов. Основное цветовое отличие сортов карбида кремния – черного (или темного) и зеленого – предполагает еще и повышенную прочность первого. Карбид кремния является самым твердым из общераспространенных шлифовальных материалов, будучи в тоже время достяточно помким.

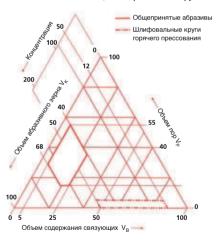
Его, в основном, используют при производстве кругов для обработки чугунного литья, твердых металлов, стекла и камня.

СИСТЕМЫ СВЯЗОК

Связка – говоря упрощенно – удерживает отдельные зерна вместе. Твердость шлифовального материала определяется выбором типа связки и процентными содержаниями связующих. Оптимальное сочетание предполагает удержание отдельных абразивных зерен в структуре инструмента в процессе шлифования до тех пор, пока они сохраняют свои режущие свойства. Зерно должно покинуть связку до того, как окончательно затупится.

КАРБОРУНДУМ производит шлифовальный инструмент с использованием керамической, бакелитовой и резиноидных (прорезиненных) связок.

Соотношение составляющих шлифовального круга



Керамическая связка

Химический анализ образца керамической связки демонстрирует ее схожесть с составами материала типа стекла или какого-либо жаропрочного продукта. В ее состав входят глина и шпат. Глина, как материал вязкий, является основным компонентом керамической связки. Это ее свойство определяет прочность сырой композиции на излом. Шпат выступает в качестве десиликата, удаляющего излишки кремния. Вместе они выступают в качестве своеобразного флюса, что и приводит к оплавлению и глазированию керамической связки. Связка плавится в процессе обжига изделия. Его технология, в сочетании с компонентами, определяет окончательную структуру и свойства инструмента. Температуры обжига шлифовальных кругов варьируются в диапазоне 900°C и 1300°C. Обжиг происходит в течение периода от пяти до 12 дней, в зависимости от типа изделия. В ходе дальнейшего охлаждения, связка остекловывается. Она «упаковывает» зерна и закрепляет их в своей структуре.

Шлифовальный инструмент на керамической связке отличается высокой стойкостью к воздействию химических составляющих процесса шлифования. Такая связка сохраняет стабильность под воздействием воды и масел, но присущая ей определенная хрупкость делает ее восприимчивой к ударному воздействию.

Бакепитовая связка

Основу бакелитовой связки составляют уплотненные фенольные смолы. Материал такого рода, будучи по своей природе органическим, модифицируется за счет различных добавок для достижения специфических химических и физико-механических свойств, пригодных для использования в различных шлифовальных процессах.

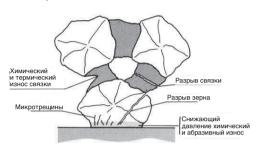
Шлифовальные круги на бакелитовой связке производятся методом холодного прессования с последующим упрочением в электропечах. Окончательная доводка кругов с максимальным поперечным связыванием по основе, осуществляется при температурах от 170°Сдо 190°С. Точный выбор температуры доводки определяет прочность связки от жесткой к мягкой. Твердость связки зависит от содержания смолы.

Вариантом исполнения бакелитовой связки может быть скомпонованная без присутствия наполнителей. Некоторые виды связок предполагают изготовление методом горячего прессования, когда готовое изделие отличается фактическим отсутствием пор. Еще один из вариантов исполнения связки – органическая, на основе синтетической смолы.

Для упрочения толстых и жестких шлифовальных кругов, эксплуатируемых на высоких скоростях (63 и 80 м./сек.), их армируют металлическими кольцами. При производстве шлифовально-отрезных кругов и компактного инструмента, работающего на еще более высоких (от 80 до 100 м./сек.), используются пластиковое и целлюлозное волокно.

Бакелитовые связки довольно неустойчивы к воздействию высоких температур. Их отличает повышенная, по сравнению с керамическими, эластичность. Тем не менее, их эластичность отличается от еще более высокой эластичности прорезиненных связок. Положительным качеством бакелитовых связок является их стойкость к механическому воздействию, ударопрочность, и поперечное давление.

Износ зерна и связки



(Источник: Производственный процессы, König/Klocke)

В большинстве случаев, износ зерна приводит к одновременному износу связки, т. к. выравнивание режущей кромки зерна заставляет, в силу увеличения площади поверхностного трения, расти как усилие резания отдельным зерном, так и механическую нагрузку на связку. Цельные зерна, или целые группы зерен, выбиваются из связки. Причины износа такого рода следует принимать во внимание при выборе пригодного шлифовального круга, оптимального для определенного технологического процесса. КАРБОРУНДУМ уделяет данному аспекту повышенное внимание, и предлагает содействие в оптимизации выбора инструмента под заданные технологические условия шлифования.

ПРОИЗВОДСТВО ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Последовательность технологических процессов при производстве кругов на керамической и бакелитовой связках, в целом, совпадает. Однако, в силу отличий свойств собственно связок, производство кругов с разными связками отличается в ряде аспектов.

В начале процесса происходит рецептурное взвешивание и приготовление смеси всех компонентов: зерна, связки и прочих дополнительных составляющих. Перед последующими заточкой и правкой кругов, осуществляются два наиболее значимых процесса – формовка и прессование. В производстве кругов на бакелитовой связке присутствуют оба; в производстве бакелитовых – только последний.

Процесс формовки

В ходе формовки, составы керамической связки и зерна, механическим образом смешиваются с водой, приобретая гомогенность и способность к формообразованию. Затем полученную смесь заливают в формы с пористым днищем, и выставляют для сушки в специальных камерах на продолжительный период.

Процесс формовки занимает очень долгое время, и в последнее время заменяется прессованием. Тем не менее, результат его заключается в получении единообразных изделий гомогенного состава, однородной твердости, и стабильности режущих кромок, поэтому он до сих пор используется для производства тонкозернистых шлифовальных кругов.

Процесс прессования

Процесс прессования также начинается со смешивания.

Задача – покрыть индивидуальные несущие заготовки будущих шлифовальных кругов связующими, и довести эти покрытия до такого состояния, при котором заготовки определенным образом слипнутся входе собственно прессования. При изготовлении кругов на керамической связке, для этого используются органические клеи и вода. При производстве бакелитовых кругов, применяются жидкие фенольные смолы и фурфурали (фурфурольные полимеры). Для изготовления высокопористых кругов на керамической связке, в состав рецептуры добавляют порообразующие компоненты, такие, например, как грану-

лированный кокс или парафин. В дальнейшем они выгорают, оставляя поры заданной конфигурации.

Следующий этап процесса прессования – запрессовка в формы. Объем рецептурной смеси, необходимый для изготовления одного круга, помещается в форму, и равномерным образом распределяется.

Распределение смеси в форме определяет качество изготовления круга. Неоднородное распределение влияет на структуру и твердость изделия, равно как и на степень его сбалансированности. Далее, рецептурная смесь в форме прессуется до определенного объема. Круги на бакелитовой связке проходят предварительную сушку. Инструмент заданной формы, типа чашечных кругов, подвергают предварительной контурной и габаритной правке. Любые круги на этом этапе подвергаются контролю качества, особенно – в части геометрического и структурного соответствия, а также инспектируются на предмет образования трещин и сколов, возможного в ходе обжига и сушки.

В этой связи, чтобы обеспечить производство единообразного, высокого качества инструмента на бакелитовой связке, смешивание и прессование такового происходит в кондиционируемых помещениях, в условиях присутствия определенных температур и относительной влажности, поддерживаемых с минимумом отклонений.

Производство шлифовальных сегментов



Размещение заготовок на колпаковой печи



Процесс обжига

В зависимости от типа связки, для получения фиксированной формы готового изделия, используются различные процессы. Керамические круги обжигают при температурах от 930°C до 1350°C. Бакелитовые круги отверждают в печах в диапазоне температур от 180°C до 190°C, или подвергают горячему прессованию при температурах в 150°C – 160°C.

Круги на керамической связке обжигают в электрических, газовых или жидкотопливных (мазутных) печах различных конструкций – как тоннельных, так и загрузочных, типа выкатных, или компактных кожуховых.

Тоннельные печи работают по принципу беспрерывного обжига изделий, положение которых фиксируется на подвижных вставках-поддонах. Длина такой печи может составлять около 70 метров. Сырые инструментальные заготовки располагаются на специальных тележках. В течение порядка восьми дней, они последовательно проходят три зоны печи: предварительного прокаливания, обжига и охлаждения.

В зоне предварительного прокаливания, круги теряют остаточную влажность, а также излишки дополнительных органических добавок типа клеевых или порообразующих. В зоне основного обжига связка запекается вплоть до образования однородного керамо- или стеклоподобного состава, обволакивающего зерна абразивного материала и объединяющего абразивное зерно в массе. Далее, в зоне охлаждения, занимающей почти половину печи, происходит постепенное остывание кругов до комнатной температуры. Это необходимо для предотвращения каких-либо остаточных воздействий на готовые изделия с образованием пузырей и трещин.

В итоге, мы получаем круги единообразного, заданного процентного содержания абразивного зерна, связующего и пористости.

Окончательная доводка

Обжиг или придание заданной твердости шлифовальному инструменту на жесткой связке, как правило, сопровождается доводкой на специальном оборудовании (балансировочном, токарном и т.п.). Это необходимо для обеспечения заданных же геометрических и габаритных характеристик. Кроме того, на данном этапе обработки кругов на керамической связке, удаляются твердые вкрапления и окалина на поверхности инструмента, возникшие в ходе обжига.

Круги на керамической связке, предназначающиеся для использования в специфических технологических условиях, на этапе доводки импрегнируют искусственной смолой. На этом же этапе, при необходимости, круги и шлифовальные головки устанавливаются на металлические державки.

Перед отгрузкой, любой шлифовальный инструмент проходит финальное инспектирование, входе которого проверяется его соответствие заданным геометрии, габаритам, структуре и твердости (путем, например, тестирования на модульную эластичность с помощью акустического оборудования).

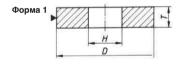
ГЕОМЕТРИЯ ФОРМ ШЛИФО-ВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

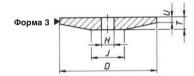
Мы производим свои шлифовальные круги по стандарту DIN ISO 525 с максимумом внешнего диаметра до 1350 мм

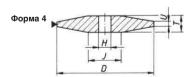
Формы по ISO (DIN 69105)	Nr. 01 – 13
	Nr. 20 – 26
	Nr. 35 – 39
Промежуточне формы (по ранее	Тип В – Р
действительному DIN 69105)	
Шлифовальные сегменты (по ранее	Nr. 3101 – 3109
действительному DIN 69100)	
Шлифовальные и правочные бруски	Nr. 9010 – 9040
(по ранее действительному DIN 69100)	

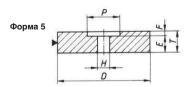
Возможно изготовление инструмента всех стандартных форм. Круги нестандартных форм производятся под заказ по чертежам клиента.

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ФОРМЫ









СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ И ЦВЕТОВАЯ КОДИРОВКА

ЫЕ СКОРОСТИ

В соотношении к диаметрам (mm) и скоростям вращения (оборотов в минуту).

$$V(M/ceK.) = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

ОКРУЖНЫЕ СКОРОСТИ В М/СЕК.

ДИАМЕТР В ММ.	15 M/CEK.	20 M/CEK.	25 M/CEK.	30 M/CEK.	35 M/CEK.	40 M/CEK.	50 M/CEK.	63 M/CEK.	80 M/CEK.	100 M/CEK.
35	8200	10 900	13 600	16 400	19 100	21800	27300	34 400	43 700	54600
40	7200	9 500	11 900	14 300	16 700	19100	23900	30 100	38 200	47700
50	5700	7 600	9 500	11 500	13 400	15300	19100	24 100	30 600	38200
80	3600	4800	6 000	7200	8400	9500	11 900	15 000	19100	23 900
90	3200	4200	5 300	6400	7400	8500	10 600	13 000	17000	21 200
100	2900	3800	4 800	5700	6700	7600	9 500	12 000	15300	19 100
125	2300	3100	3800	4600	5300	6100	7600	9600	12200	23 900
150	1900	2500	3200	3800	4500	5100	6400	8000	10200	21 200
175	1600	2200	2700	3300	3800	4400	5500	6900	8700	19 000
200	1 400	1 900	2400	2900	3300	3800	4800	6000	7600	16 600
250	1 100	1 500	1900	2300	2700	3100	3800	4800	6100	12 700
300	1 000	1 300	1600	1900	2200	2500	3200	4000	5100	10 900
350	800	1 100	1 400	1600	1900	2200	2700	3400	4400	9500
400	700	1 000	1 200	1400	1700	1900	2400	3000	3800	8500
450	600	800	1 100	1300	1500	1700	2100	2700	3400	7600
500	600	800	1 000	1100	1300	1500	1900	2400	3100	6400
600	500	600	800	1 000	1 100	1300	1 600	2000	2500	4800
650	400	600	700	900	1 000	1200	1 500	1900	2400	4200
700	400	500	700	800	1 000	1100	1 400	1700	2200	3800
750	400	500	600	800	900	1 000	1 300	1600	2000	3500
800	400	500	600	700	800	1 000	1 200	1500	1900	3200
900	300	400	500	600	700	800	1 100	1300	1700	2700
1000	300	400	500	600	700	800	1 000	1200	1 500	2400
1100	300	300	400	500	600	700	900	1100	1 400	2100
1200	200	300	400	500	600	600	800	1 000	1300	1 600
1300	200	300	400	400	500	600	700	900	1200	1 500

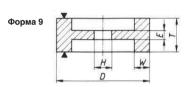
Синий	50 м/сек.
Желтый	63 м/сек.
Красный	80 м/сек.
Зеленый	100 м/сек.
Синий/Желтый	125 м/сек.
Синий/Красный	140 м/сек.

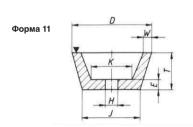
МАКСИМАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ СКОРОСТЬ И ЦВЕТОВАЯ КОДИРОВКА

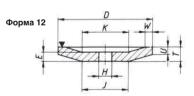
Стандарт EN 12413 определяет маркировку максимума рабочей скорости полосами соответствующего цвета. Определение максимальной допустимой скорости вращения соотносится с диаметром круга.

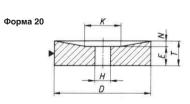
кны
КПЫ

		u.
Форма 7		W L
	H	5
	P	
	D	









ХРАНЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ СО ШЛИФОВАЛЬНЫМИ КРУГАМИ

Мы поставляем свои круги потребителям пребыва-ющими в строгом соответствии с требованиями по технике безопасности стандарта DIN EN 12413 для шлифовального инструмента на жесткой основе (немецкая версия – EN 12413:1999).

ИНСПЕКТИРОВАНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ПО ПОСТАВКЕ(СОГЛАСНО ПРАВИЛАМ БЕЗОПАСНОСТИ FEPA)

Пожалуйста, убедитесь в целостности упаковки. При об¬наружении видимых повреждений, сам инструмент следует обследованием с максимумом тщательности для обнару¬жения возможного транспортного повреждения.

Шлифовальный круг необходимо проверить на звуковой тест. Для этого, легкий круг поместите на оправку, или палец, тяжелый - расположите на полу. Слегка постучите по кругу неметаллическим предметом. Неповрежденный круг издает чистый звук; поврежденный - глухой и рас-плывчатый.

ОБРАЩЕНИЕ И УХОД ЗА ИНСТРУМЕНТОМ

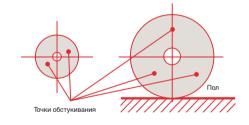
Шлифовальный инструмент отличается известной хрупкостью. Обращаться с ним следует осторожно. Пожалуйста, имейте ввиду:

- Никогда не бросайте инструмент или не волочите тяжелые круги по полу.
- Не следует даже катать тяжелые круги.
- Следует избегать воздействия любой вибрации на инструмент в ходе транспортировки.



Звуковое тестирование шлифовального круга

Варианты точек обстукивания при звуковом тесте.



УСТАНОВКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНОМ ПРОХОЖДЕНИИ ЗВУКОВОГО ТЕСТА, КРУГ МОЖНО УСТАНАВЛИВАТЬ В ЗАЖИМНОМ УСТРОЙСТВЕ ПРИ-ВОДА. ЗАЖИМНОЕ УСТРОЙСТВО ДОЛЖНО НАХО-ДИТЬСЯ В ПОЛ-НОМ ПОРЯДКЕ, БЫТЬ ЧИСТЫМ И НЕПОВ-РЕЖДЕННЫМ.

МЕЖДУ ЗАЖИМАМИ И КОРПУСОМ КРУГА ПОМЕЩАЮТСЯ БУМАЖНЫЕ ИЛИ ПЛАСТИКОВЫЕ ПРОКЛАДКИ. ДЛЯ ПОРИСТЫХ КРУГОВ, ИЛИ КРУГОВ С РАБОЧИМИ СКОРОСТЯМИ ОТ 50 М./СЕК., НЕОБХО-ДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРОКЛАДКИ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА (0.5-1.0ММ.).

РАСПОЛОЖИТЕ КРУГ В ЗАЖИМНОМ УСТРОЙСТВЕ
ПЕРПЕН-ДИКУЛЯРНО ШПИНДЕЛЮ, И С УЧЕТОМ ПОКАЗАНИЯ СТРЕЛКИ "UP" (ВВЕРХ). ПО УСТАНОВКЕ, СЛЕДУЕТ ЗАТЯНУТЬ КРЕПЕЖНЫЕ БОЛТЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЗАКРЕПЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЮЧА, ОГРАНИЧИВАЮЩЕГО
КРУТЯШИЙ МОМЕНТ.

ХРАНЕНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Шлифовальные круги следует хранить в специальных ни¬шах, полках или контейнерах таким образом, чтобы их можно было вынуть без каких-либо затруднений и повреж¬дений, исключая, тем не менее, слишком свободное или неустойчивое их расположение. Круги следует размещать таким образом, чтобы инструмент поступал в эксплуатацию в порядке периодичности поставки на склад.

- Храните шлифовальные круги в сухом, не подверженном воздействию минусовых температур, помещении.
 Этот условие особенно важно соблюдать в отношении инструмента на бакелитовой связке. кругов.
- Избегайте любого проявления конденсации и перепадов влажности и температур.



Хранение шлифовальных кругов

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ПРО-ЦЕССОВ ШЛИФОВАНИЯ

ШЛИФОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Цилиндрическое шлифование – один из наиболее распространенных процессов. Он применяется для придания точных заданных контуров, и обеспечения высокого качества поверхности заготовкам цилиндрической формы. В зависимости от метода и направления подачи, процесс можно подразделить натри метода: продольное, поперечное и врезное шлифование.

Следует также делать различия и между цилиндрическим шлифованием внешних и внутренних поверхностей и – как вариантами – врезным, вертикальным, или безцентровочным шлифованием, которые, каждое в силу своих преимущественных особенностей и областей применения, занимают отдельные позиции. Так, наиболее распространенным в массовом производстве – из-за оптимальных возможностей автоматизации процесса и высокой экономической эффективности - является безцентровочное шлифование.

КАРБОРУНДУМ производит круги для безцентровочного шлифования на керамической, бакелитовой и прорезиненных (резиноидных) связках.

ПЛОСКО-ПОВЕРХНОСТНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Плоско-поверхностное шлифование, как правило, необходимо для придания заготовке абсолютно плоской поверхности. Оно может рассматриваться в разрезе ряда альтернативных методов. Основные предполагают использование периферийных плоскопараллельных или чашечных кругов, и шлифовальных сегментов.

Периферийные круги незаменимы для обработки канавок и профилей, и здесь крайне распространено применение пористых кругов с открытой структурой режущей поверхности, которые можно использовать как для амплитудного, маятникового, так и для врезного шлифорания

Чашечные круги используются повсеместно, однако более применимы для обработки поверхностей малой площади.

Шлифовальные сегменты представляют собой альтернативу как чашечным, так и периферийным кругам там, где их использование не представляется возможным из-за ограничений по диаметру И как раз их можно использовать и для обработки поверхностей малых диаметров, т.к. они позволяют вести обработку без охлаждения. Наибольшим же преимуществом сегментов по сравнению с кругами в этом, да и в других случаях, является присущий первым достаточно высокий коэффициент шлифования.

КАРБОРУНДУМ производит шлифовальные сегменты на керамической и резиноидной связках в широком диапазоне форм и исполнений.

ШЛИФОВАНИЕ ВАЛКОВ

Данный процесс является принципиальным для предприятий сталелитейной, алюминиевой и целлюлозно-бумажной промышленностей. Технология процесса зависит от профиля пользователя и характеристик используемого оборудования от конкретного производителя. Как правило, используются круги в диапазоне диаметров от 600 до 1050 мм. толщиной от 65 до 150.

Весьма жесткие нагрузки, особенно в сталелитейной промышленности - вот что характеризует данный процесс. Предприятия целлюлозно-бумажной и алюминиевой промышленностей, в свою очередь, предъявляют высокие требования к качеству обработки валков в свете их плавного вращения, параллелизма и качества поверхности. Типичные дефекты обработки валков на таких производствах - точечные отметки, погрешности подачи, или поперечное дробление - не допускаются.

КАРБОРУНДУМ предлагает широкий спектр кругов, используемых в данном процессе, в исполнении резиноидной и керамической связок.

В последнее время получает все большее распространение использование кругов из кубического нитрида бора. КАРБОРУН-ДУМ готов предложить Вам оптимальные варианты выбора такого инструмента собственного производства; пожалуйста, обращайтесь для получения отдельного каталога.

ПРЕЦИЗИОННОЕ ПРОФИЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Такие производственные процессы, как, например, тонкая обработка боковых поверхностей зубчатых заготовок, заставляет выделить целую категорию соответствующего процесса. Его же, в свою очередь, можно методологически рассмотреть с позиций кинематики - как непрерывное накатное, или шлифование профиля. Форма эвольвента зубчатой заготовки должна обрабатываться инструментом, профилированным с высочайшей степенью точности, или с соблюдением точнейшего соотношения движения инструмента по поверхности заготовки. Мы производим прецизионные шлифовальные круги на керамической связке для обеспечения высочайших результатов обработки такого рода, которые отличают высокие коэффициенты шлифования, не нарушающего структур и геометрии профилей.

В такой обработке нуждаются зубчатые колеса, находящие применение в автомобильной и транспортной промышленности, а также общем машиностроении. Кроме того, в обработке данных изделий, задействованы и вариации цилиндрического шлифования, типа врезного или, например шлифования наклонных поверхностей.









КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ШЛИФОВАНИЯ

В ближайшем будущем, тенденцию развития шлифовальных технологий будут определять высокие стандарты качества обработки изделий, и требования повышения ее эффективности. Для того, чтобы данная тенденция получила свое развитие, необходимо подбирать шлифовальный инструмент с учетом его сочетания с технологическими характеристиками процесса, возможностями оборудования и свойствами обрабатываемого материала.

Кроме того, возможности и перспективы развития шлифовального оборудования, до сих пор не раскрыты в полном объеме. С учетом вышесказанного, экономичность, производительность, и качество процессов шлифования, могут быть существенно повышены Оптимальный выбор шлифовального круга, исходящий из специфической технологической задачи, должен в обязательном порядке предполагать максимально точное соответствие иллюстрированных ниже зависимостей.

Все критерии производственных показателей и ограничений по ним оцениваются в отдельно взятом случае, в зависимости от специфических условий индивидуального технологического процесса. Наиболее значимыми, кроме всего прочего, являются такие, как усилия резания, качество обработки, коэффициенты шлифования, степень износостойкости, и факторы воздействия на периферийные области.

Мы предлагаем использовать следующий подход к оптимизации процессов шлифования, основанный на соотношении зависимостей входных параметров процесса шлифования.

Соотношение зависимостей входных параметров



(Источник: Производственные процессы, König / Klocke)

ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Оптимальная настройка параметров шлифовального процесса в существенной степени зависит от степени обрабатываемости материала заготовки. Химический состав стали, отклонения от ее базовых характеристик в результате термической обработки, порой являются решающими факторами, определяющими ход шлифования. Они, как минимум, обуславливают выбор абразива и степень твердости инструмента.

Научные исследования в области механической обработки в приложении к процессам шлифования, привели к определенным выводам, касающимся расщепления материалов, разрыва связующих и абразивного зерна, и его износу, суть которых в том, что все вышеперечисленные явления имеют непосредственное отношение к типу или состоянию обрабатываемого материала.

Такие материалы, как алюминий или медь, демонстрируют тенденцию преждевременного забивания пор шлифовального круга мельчайшими фрагментами снимаемого слоя, что приводит к едва ли не срыву технологического процесса. Что касается износа инструмента, их влияние на его степень износа – в силу присущей им специфической твердости – не считается существенно значимым.

Инструментальные и нержавеющие стали с повышенным содержанием хрома и никеля, относят к категории достаточно труднообрабатываемых. Специальные упроченные карбиды, твердость отдельных из которых превышает твердость чистого оксида алюминия, формируют группу, в которую входят улучшенные быстрорежущие стали и сплавы с высоким содержанием ванадия, вольфрама и молибдена. В данном случае, обработка предполагает высокие коэффициенты износа. Для шлифования таких материалов пригодны только абразивы типа карбида кремния или кубического нитрида бора.

ЗЕРНИСТОСТЬ

Выбор зернистости зависит от требуемого качества поверхности и ожидаемого коэффициента шлифования.

С увеличением зернистости, уменьшается объем режущих кромок. Это, в свою очередь, ведет к большей толщине фрагментов снимаемого материала, и снижению качества поверхности, т.е. большей шероховатости. Потенциальный же коэффициент шлифования, наоборот, растет. По этой причине, грубое зерно используется для чернового шлифования. Более тонкие зерна предназначены, в свою очередь, для окончательной обработки. Определенный размер зерна предполагает использование в специфической категории работ. Иногда более тонкое зерно используют в сочетании с грубым для упрочения структуры инструмента.

Это объясняется тем, что более тонкое зерно несет в себе дополнительный поддерживающий эффект, т.к. износ режущих кромок за счет большего их количества, достаточно заметно снижается.

К выбору зернистости необходимо подходить с позиций возможности получения необходимого качества поверхности за счет использования наиболее крупного - из пригодного - зерна. Таким образом, мы обеспечиваем максимально возможный коэффициент шлифования. Скорости резания и охлаждение - факторы, которые тоже необходимо учитывать. Для корректного подбора зернистости важны даже методы и инструментарий, применяемые для правки.

С увеличением периферийной скорости шлифовального круга, усилия резания, допустимо возможная шероховатость, и износ инструмента, наоборот, снижаются. Одновременно с этим, увеличивается и возможный период работоспособности инструмента.

ТВЕРДОСТЬ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

В настоящее время, не имеется определенных общепринятых стандартов оценки твердости шлифовальных кругов, позволивших бы сравнивать инструмент от разных производителей. Общим является только идентификация твердости в алфавитном порядке от «А» до «Z», где «А» значит наиболее мягкий, а «Z» - наиболее твердый круг.

Твердость круга определяет сопротивляемость его структуры выходу изношенного зерна. Она, в свою очередь, определяется объемными соотношениями зерна, связки и пор, а также их распределением. Эффективную твердость можно получить при использовании кругов с различной связкой и исполнением, которые, для решения определенной технологической задачи, необходимо подбирать индивидуально.

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ШЛИФОВАНИЯ

СТРУКТУРА ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Структура инструмента характеризуется соотношениями объемов зерна Vк, связки Vв, и пор Vр. Градация структуры варьируется от 0 до 20. Максимально закрытая структура – «0». Индекс «20» обозначает присутствие очень открытой (высокопористой) структуры. В этом отношении, общепринятые стандарты также отсутствуют.

Начиная от индекса «10», круги можно рассматривать, как пористые. Для их производства используются выгорающие в процессе обжига материалы. Объем их присутствия определяют с учетом предназначения инструмента. Меньший объем пор, как правило, предполагает большую твердость, лучшую стабильность режущей кромки, и меньшую неоднородность по шероховатости. В то же время, возможности таких кругов по удалению снимаемого материала, снижаются, а риск термического повреждения – возрастает.

ВЛИЯНИЕ СВЯЗКИ

Роль связки – удерживать в структуре инструмента абразивное зерно до момента его полного износа в ходе процесса шлифования. Как только зерно изнашивается, связка должна выпустить зерно таким образом, чтобы его место заняло следующее в структуре, острое и готовое к работе. Диапазон вариантов применяемой связки весьма широк.

Объектом оптимизации связки является т. н. «эффект самозатачивания». Для его достижения используют различные сочетания органических и неорганических связующих. Большинство шлифовальных кругов производятся с использованием керамической связки. Они же являются наиболее предпочтительными для прецизионного шлифования. Свойства керамической связки могут отличаться в зависимости от ее, так называемых, фарфоро- или стеклоподобной структур.

В течение ряда прошедших лет, свойства связок подверглись значительным улучшениям. За счет этого, удалось достичь больших износоустойчивости и периферийных скоростей. Разработка новых связок велась и в направлении обеспечения стабильной воспроизводимости. Это предполагает минимальные допуски по рецептурным и технологическим отклонениями, а также минимизацию отторжения компонентов и производственного брака.

Важно учитывать соответствие связки условиям эксплуатации инструмента и используемому абразивному зерну. Характеристики керамической связки в целом, можно свести к следуюшим:

- хрупкая, и соответственно восприимчивая
- к ударному воздействию
- высокий модуль упругости
- термическая стойкость
- химическая стойкость в отношение
 смазывающее-охлаждающих составов

Второй по значимости разновидностью связок является бакелитовая и далее, как вариант ее исполнения – резиноидная (прорезиненная) связка.

Принципиальными областями применения кругов на бакелитовой связке являются зачистка, полирование, отрезка, шлифование валков и безцентровочное шлифование. Среди прочих, к специфическим качествам бакелитовой связки, относятся относительно беспроблемная эксплуатация на высоких периферийных скоростях и – по мере присутствия особых условий – относительная невосприимчивость к ударному или механическому воздействию. Ранее упомянутый эффект самозатачивания, инструменту на таких связках присущ в большей степени

ПРАВКА

Шлифовальный круг приводится в технически функциональное состояние путем соответствующей правки. Условием, предопределяющим оптимальный шлифовальный процесс, является постоянно присутствующая режущая способность инструмента. В этой связи, процесс правки, в дополнение к собственно исполнению шлифовального круга, имеет очень важное значение.

Условия правки, в зависимости от состояния круга и правочного приспособления, могут отличаться. Эти отличия отражаются
на геометрии поверхностей и режущей способности инструмента с соответствующими последствиями для качества
обрабатываемой поверхности. Некорректная правка, и даже
отклонения условий правки, часто приводят к отрицательным
отклонениям по результатам использования круга.

Многочисленные опыты подтверждают, что на процесс правки, в наибольшей степени, влияют ее подача и коэффициент перекрытия U_d , формируемый эффективной шириной b_d правочного приспособления и аксиальной скоростью правки на оборот круга f_{ad} .

Коэффициент перекрытия (U_d)

 $U_d = \frac{ {
m aph} \phi \phi$ ективная ширина правочного приспособления (b_d)}{ Скорость перемешения правки (f_a_t)}

Рекомендуемые значения коэффициента перекрытия:

Черновая обработка $U_d = 1-2$ Чистовая обработка $U_d = 3-5$ Тонкое шлифование $U_d = 5-6$

При использовании одногранного правочного алмазного карандаша, необходимо делать допуск на – к примеру – следующий факт: эффективная толщина приспособления будет меняться (от ок. 0,5 мм. – для нового, и до ок. 0,8 – для изношенного).

При использовании вращающегося правочного приспособления типа профильной алмазной головки, на геометрию поверхностей круга будут влиять состояние алмазного зерна, направление вращения и скоростные характеристики собственно круга.

Кинематика процесса правки





(Источник: Производственные процессы, König/Klocke)

Для, например, правки инструмента под черновую обработку, ее необходимо осуществлять на относительно большую глубину, и с небольшими усилиями шлифования на скорости от 0,5. Если в условиях промежуточного шлифования с усредненными коэффициентами, необходимо получить среднюю шероховатость, достаточно поверхностной правки.

Забивание режущей поверхности круга приводит к существенным отклонениям в его эксплуатационных способностях. Даже забивание 3% пространства режущей поверхности приводит к тому, что в процессе шлифования начинаются сбои. Из-за высокой энергии трения происходит термическое повреждение заготовки. Проявления забивания, или засаливание, могут быть вызваны рядом причин – таких, например, как затупленное правочное приспособление, некорректный режим и параметры настройки правки, недостаточное охлаждение, нестабильные условия шлифования, или некорректный выбор исполнения круга (зерно, пористость, твердость).

ОХЛАЖДЕНИЕ

Выделение большого количества тепла, сопровождающее шлифовальные процессы, часто приводит к термическому повреждению обрабатываемой заготовки. Во избежание такового, недостаточно правильно подобрать круг. Так же необходимо обеспечить обильное охлаждение. Смазывающе-охлаждающие составы (жидкости) нужны для того, чтобы:

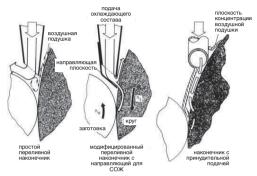
- снизить трение между кругом и заготовкой
- обеспечить охлаждение поверхности заготовки путем поглошения и вывода тепла
- очистить и увлажнить рабочую поверхность круга для предотвращения коррозионного поражения приводного устройства и заготовки.

Высокий коэффициент смазывающего воздействия масла, благоприятным образом сказывается на усилиях резания и качестве поверхности. Что касается коэффициента шлифования, то – при прочих равных условиях – усилия, обычно прилагаемые к, и глубина шероховатости обрабатываемой поверхности, отличаются меньшими значениями при использовании чистого масла, нежели чем при использовании масляной эмульсии. Даже износ шлифовального круга, в первом случае, значительно ниже.

Присутствие высоких тепловых нагрузок всегда можно ожидать при шлифовании на большую контактную длину. При обработке внутренних поверхностей, длина контакта намного превышает значение таковой при внешней цилиндрической обработке, подчас превосходя последнюю в два-три раза. В этой связи, оптимальное охлаждение абсолютно обязательно при шлифовании внутренних цилиндрических поверхностей, и обработке на полную рабочую ширину инструмента.

Такая обработка предполагает дополнительное охлаждение под высоким давлением с минимальной подачей в восемь бар в направлении, перпендикулярном движению шлифовального круга.

Подача смазывающее-охлаждающего состава



(Источник: Производственные процессы, König/Klocke)

Минимальным соотношением объема подачи СОЖ на толщину круга для большинства шлифовальных процессов, считается один литр в минуту на один миллиметр рабочей ширины (толщины).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Высокие коэффициенты шлифования и максимально высокое качество поверхности – категории взаимоисключающие». Успешное решение Ваших технологических задач в области шлифования - вопрос многолетнего опыта, а не только выверенных технологических установок.

Именно поэтому наши инженеры по разработке и внедре¬нию шлифовально-отрезных кругов будут всегда рады поделиться с Вами своим опытом. Воспользуйтесь нашими профессиональными знаниями и навыками в области экс¬плуатации инструмента и оптимизации процессов шлифования.

При необходимости, мы готовы направить в Ваше распоряжение своего технического специалиста.

Группа КАРБО специализируется на производстве шлифовально-отрезных кругов, и абразивных материалов и инструмента на гибкой основе.

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ И ИНСТРУМЕНТ НА ЖЕСТКОЙ ОСНОВЕ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА:

- шлифовальные круги горячего прессования
- стационарные отрезные круги
- отрезные и обдирочные круги Carboflex®
- силовые обдирочные круги
- Круги для внутреннего шлифования
- Шлифовальные круги для безцентровочного
- шлифования
- Подающее-направляющие круги для безцентровочного шлифования (транспортные круги)
- Притирочные круги
- Круги для внутреннего шлифования
- Круги для п/параллельного и профильного шлифования
- Шлифовальные сегменты
- Круги для обработки валов
- Круги для шлифования бритвенных лезвий
- Инструментальные шлифовальные круги
- CBN круги на керамической связке
- Алмазные круги на керамической связке
- Зачистные круги
- Точильные камни и полировальные бруски
- Правочный инструмент

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ГИБКОЙ ОСНОВЕ

ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ:

Листы, барабанные покрытия, полосы (обычные, самоклеящиеся, с отверстиями/перфорацией), рулоны, ленты, широкие ленты, цилиндры, конусы, колпачки, диски (обычные, самоклеящиеся, с отверстиями/перфорацией), шлифовальные головки, фиброкруги и диски

основы:

Бумажная, комбинированная, фибро, полиэстеровая, тканевая, нетканая

ТИПЫ ЗЕРНА:

Оксид алюминия, карбид кремния, цирконий, пробка, оксид алюминия пористый, керамокомпозитный (синтер-) корунд

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

Графитовое полотно, подложки, спрэи для ленточного шлифования

Эксклюзивный представитель в СНГ:

ООО «КОМБИТЕК-ГРУПП»

тел/факс: (495) 416-63-85; 415-63-86; 416-77-10; 416-77-20 www.combitec.ru sales@combitec.net tvsplav@combitec.net

почтовый адрес: ООО «КОМБИТЕК-ГРУПП» 121059 г. Москва ул. Киевская д.19



