



**BELIN
FETTE
KIENINGER
ONSRUD**

in alliance

**BILZ
BOEHLERIT**

**Прецизионный инструмент
Композиты & Пластики
Precision Tools
Composites & Plastics**



**с техническим приложением
with technical attachment**

www.lmt-tools.com

© by LMT Tool Systems GmbH

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit unserer Zustimmung gestattet. Alle Rechte vorbehalten. Irrtümer, Satz- oder Druckfehler berechtigen nicht zu irgendwelchen Ansprüchen. Abbildungen, Ausführungen und Maße entsprechen dem neuesten Stand bei Herausgabe dieser Druckschrift. Technische Änderungen müssen vorbehalten sein. Die bildliche Darstellung der Produkte muss nicht in jedem Falle und in allen Einzelheiten dem tatsächlichen Aussehen entsprechen.

This publication may not be reprinted in whole or part without our express permission. All rights reserved. No rights may be derived from any errors in content or from typographical or typesetting errors. Diagrams, features and dimensions represent the current status on the date of issue of this leaflets. We reserve the right to make technical changes. The visual appearance of the products may not necessarily correspond to the actual appearance in all cases or in every detail.

| | | | |
|---|--|----|--|
| 2 | СОВЕРШЕНСТВО в обработке КОМПОЗИТОВ LMT Tool Systems The COMPOSITE EXCELLENCE of LMT Tool Systems  | 4 | Таблица для выбора Selection table |
| | | 4 | Монолитные фрезы и фрезы с напайными пластинами Solid and brazed milling cutters |
| | | 5 | Сверление Drilling |
| 3 | Пиктограммы – Описание Pictograms – Description | 5 | Сборные фрезы Multi part milling tools |
| | | 6 | Рекомендации по применению Application recommendations |
| | | 6 | Стандартные пластики Standard plastics |
| | | 7 | Высококачественные пластики High performance plastics |
| | | 8 | Термопластики, армированные волокном Fiber reinforced thermoplastics |
| | | 9 | Реактопласт с углеродным волокном/Графит Fiber reinforced thermoset/graphite |
| | | 10 | Гибридные материалы Hybrid materials |
| | | 10 | Сотовые материалы Honeycomb |
| | | 11 | Монолитные фрезы и фрезы с напайными пластинами Solid and brazed milling cutters |
| | | 42 | Сверла Drills |
| | | 53 | Сборные фрезы Multi part milling tools |
| | | 59 | Специальный инструмент Special tools |
| | | 60 | Обработка штампов и пресс-форм Die and Mould applications |
| | | 61 | Приложение Attachment |
| | | 61 | Основные механические свойства пластиков Basic mechanical properties of plastics |
| | | 64 | Рекомендации по обработке пластиков Recommendations for plastics machining |
| | | 66 | Особенные свойства смол и пластиков, армированных волокном Important properties of fiber-reinforced plastics and resins |
| | | 69 | Рекомендации по обработке пластиков, армированных волокном Recommendations for fiber-reinforced plastics machining |
| | | 72 | Другие композитные материалы: Сэндвич-панели, Пакеты, и проч. Other composite materials: Sandwiches, Stacks, etc. |
| | | 73 | Таблица перевода дюймовой системы в метрическую Conversion table inch I metric |
| | | 74 | Обзор пиктограмм Pictogram overview |
| | | 75 | Бланк для запроса специальных фрез Inquiry form customized mills |
| | | 76 | Бланк для запроса специальных сверл Inquiry form customized drills |

Использование пластиковых и композитных материалов становится одним из основных технических решений 21 века для изготовления промышленных изделий. Следует отметить, что аэрокосмическая и автомобильная промышленность являются лидерами в этой области, однако существует и много других новых отраслей промышленности, как например, ветроэнергетика, которые вносят свой значительный вклад в возрастающее использование „Композитов & Пластиков“ или просто „С & Р“.

Одной из особенностей технологии „С & Р“ является то, что помимо замены материала заготовки в процессе обработки, она подразумевает использование своего собственного, особенного процесса производства, начиная от дизайна заготовок, необработанного и полубработанного материала и заканчивая формовкой, обрезкой и чистовой обработкой поверхности.

LMT group, специалист в области станочной обработки и обработки металлов резанием, уже больше 40 лет использует технологии „С & Р“ и разрабатывает индивидуальные решения, адаптированные под материал заготовки и производственные условия заказчика. Следуя девизу „Networking the Experts“, LMT Tool Systems сумела реализовать свои навыки обработки „С & Р“ в „Сегменте обработки С & Р“, ориентированном на международный рынок.

LMT Tool Systems предлагает широкий выбор решений для обработки „С & Р“: от торцевого и контурного фрезерования, резки, снятия фасок и гравирования до сверления и чистовой обработки отверстия.

В соответствии с различными техническими требованиями, мы предлагаем широкий выбор режущих материалов: от твердого сплава и комбинаций с алмазным и PVD покрытием до поликристаллического (PCD) и монокристаллического (MCD) алмаза. Нашей постоянной задачей является обеспечение максимально возможного качества обработки в соответствии с техническими особенностями оборудования. Мы называем это **СОВЕРШЕНСТВОМ** в обработке **КОМПОЗИТОВ**.

В этом каталоге LMT Tool Systems представляет Вашему вниманию широкий выбор стандартного инструмента для обработки „С & Р“.

Мы предлагаем Вам оценить **СОВЕРШЕНСТВО КОМПОЗИТОВ** LMT Tool Systems и использовать наш опыт для того, чтобы наладить свой собственный, оптимальный процесс производства.

Мы рады ответить на Ваши вопросы:
info@lmt-russia.ru
www.lmt-russia.ru



LMT Tool Systems является членом сообщества Carbon Composites e. V.
LMT Tool Systems is a member of competence network of Carbon Composites e. V.
www.carbon-composites.eu

The use of plastic and composite materials has become one of the key technologies of the 21st century in manufacturing industrial products. Once again, Aerospace and Automotive Industry are in the role of the pacemakers but also many new branches like wind energy are contributing to a strongly increasing application of “Composites & Plastics” or simply “C & P”.

One particular and common aspect of C & P technologies is the fact that they are not only replacing a workpiece material in an existing process but that they require their own, specific production processes from workpiece design, raw material and semi-manufactured parts up to moulding, trimming and surface finishing.

As a specialist for cutting and machining technologies, LMT group is dealing for more than 40 years with C & P technologies, developing customized solutions adapted to workpiece material and production processes. Following the motto “Networking the Experts”, LMT Tool Systems has brought together its competences for C & P machining in the internationally oriented “Segment Composites & Plastics Machining”.

LMT Tool Systems is providing the largest range of solutions for C & P machining with face milling, form and contour milling, sawing, chamfering or engraving up to drilling and borehole finish operations.

According to the variety of technical requirements, the offer of cutting materials is also covering the complete range from solid carbide, combinations with PVD or diamond coatings up to polycrystalline (PCD) or monocrystalline (MCD) diamond. Our claim is always to provide the best possible performance according to the state of technology. We have phrased this claim as **COMPOSITE EXCELLENCE**.

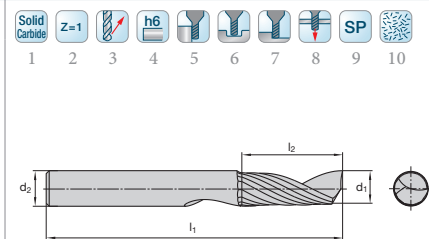
With the present catalogue, LMT Tool Systems is presenting you a choice of the most important standard tools for C & P machining applications.

We invite you to experience **COMPOSITE EXCELLENCE** with LMT Tool Systems and to exploit our know-how to achieve your optimum manufacturing process.

We will be pleased to advise you.
composites@lmt-tools.com
www.lmt-tools.com

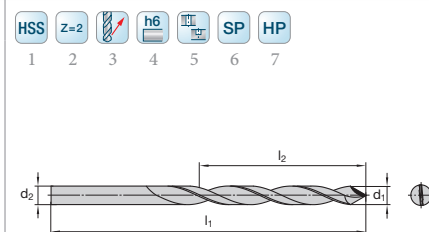
Монолитные фрезы и фрезы с напайными пластинами Solid and brazed milling cutters

- 1 Режущий материал
Cutting material
- 2 Число режущих кромок
Number of cutting surfaces
- 3 Стружка вверх Upcut
- 4 Класс точности Tolerance class
- 5 Контурное фрезерование
Contour milling
- 6 Фрезерование карманов
Pocket milling
- 7 Фрезерование в углах
Corner milling
- 8 Плунжерное фрезерование
Able to plunge
- 9 Стандартные пластики
Standard plastics
- 10 Термопластики, армированные
волокном
Fiber reinforced thermoplastics



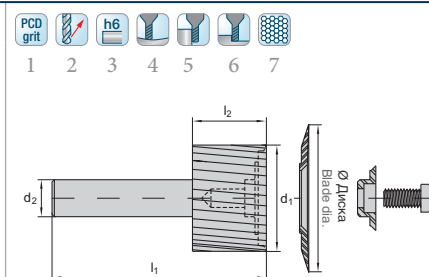
Сверла Drills

- 1 Режущий материал
Cutting material
- 2 Число режущих кромок
Number of cutting surfaces
- 3 Стружка вверх Upcut
- 4 Класс точности Tolerance class
- 5 Тип отверстия Type of hole
- 6 Стандартные пластики
Standard plastics
- 7 Высококачественные пластики
High performance plastics



Сборные фрезы Multi part milling tools

- 1 Режущий материал
Cutting material
- 2 Стружка вверх Upcut
- 3 Класс точности Tolerance class
- 4 Профильное фрезерование
Copy milling
- 5 Контурное фрезерование
Contour milling
- 6 Фрезерование в углах
Corner milling
- 7 Сотовые материалы Honeycomb



Вы можете ознакомиться с общим обзором пиктограмм на стр. 74.
You find a general pictogram overview in the annex at page 74.

| | | Режущий материал Cutting mat. | Кат. № Cat. No. | Геометрия/Область применения Design/Application | Стр. Page |
|--|--|----------------------------------|--------------------|--|--------------|
| | Однозубая концевая фреза с отводом стружки вверх Single flute end mill with upcut | Твердый сплав Solid carbide | 13000 | | 11 |
| | Однозубая концевая фреза с отводом стружки вниз Single flute end mill with downcut | | 12000 | | 13 |
| | Однозубая концевая фреза Cristal с отводом стружки вверх Single flute end mill Cristal with upcut | | 53000 | | 14 |
| | Однозубая фреза с прямой канавкой Single flute, straight fluted | | 61-400 61-000P | | 15 |
| | Двузубая концевая фреза с отводом стружки вверх 2 flutes end mill with upcut | | 193000 | | 16 |
| | Двузубая концевая фреза с отводом стружки вверх 2 flutes end mill with upcut | | 52-700 | | 17 |
| | Двузубая концевая фреза с прямой канавкой 2 flutes end mill, straight fluted | | 56-430 56-600 | | 18 |
| | Двузубая концевая фреза с прямой канавкой 2 flutes end mill, straight fluted | | 56-450 56-000 | | 19 |
| | Трехзубая концевая фреза для обработки фенольных композитов 3 flutes end mill, Composite Phenolic | | 67-200 | | 20 |
| | Двузубая фреза со сферическим концом и отводом стружки вверх, длинная серия 2 flutes ball nose end mill, long with upcut | | 117000 | | 21 |
| | Двузубая суперфинишная фреза со сферическим концом и отводом стружки вверх 2 flutes, Superfinish ball nose end mill with upcut | | 65-200B | | 22 |
| | Двузубая фреза со сферическим концом и отводом стружки вверх, короткая и длинная серии 2 flutes ball nose end mill, short and long with upcut | | 52-200B | | 23 |
| | Двузубая фреза с разнонаправленными винтовыми канавками 2 flutes end mill, Compression end mill | | 43000 | | 24 |
| | Концевая фреза для Kevlar® Kevlar® end mill | | 119000 | | 25 |
| | Концевая фреза для обработки сотовых материалов с отводом стружки вверх Honeycomb Hogger with upcut | | 29-100 | | 26 |
| | Фреза для композитных материалов Composite Router | 67-000 | | 27 | |
| | DFC фреза для композитных материалов DFC Composite Router | 118000 | | 28 | |
| | HPC фреза HPC Router | 66-900 | | 29 | |
| | Концевая фреза для пластиков, армированных стекловолокном GRP End mill | 54-200 | | 31 | |
| | DFC фреза с разнонаправленными винтовыми канавками DFC Compression end mill | 66-800 | | 32 | |
| | Однозубая концевая фреза Saphir с прямой канавкой Single flute end mill Saphir, straight fluted | PCD PCD | 204000 | | 33 |
| | Однозубая концевая фреза Saphir с прямой канавкой Single flute end mill Saphir, straight fluted | | 205000 | | 34 |
| | Фреза с разнонаправленными винтовыми канавками Compression end mill | | 213000 | | 35 |
| | Двузубая концевая фреза с прямой канавкой 2 flutes end mill, straight fluted | | 203000 | | 36 |

NEW

| | | Режущий материал Cutting mat. | Кат. № Cat. No. | Геометрия/Область применения Design/Application | | | | | | | | | | Стр. Page |
|--|---|----------------------------------|--------------------|--|-----|----|----|--|--|----|----|--|--|--------------|
| | Фреза „Serf“ Serf cutter | PCD PCD | 68-200 | PCD | Z=2 | 0° | h6 | | | | | | | 37 |
| | Фреза „Serf“ с финишной кромкой Serf cutter with finishing wing | | 68-300 | PCD | Z=3 | 0° | h6 | | | | | | | 38 |
| | Фреза со сферическим концом и алмазной крошкой Diamond grit ball nose end mill | Алмазная крошка Diamond grit | 29-050B | PCD grit | | | h6 | | | | | | | 39 |
| | Концевая суперфинишная фреза для гравирования Superfinish engraving end mill | MCD MCD | 211000 | MCD | Z=1 | 0° | h6 | | | SP | | | | 40 |
| | Концевая суперфинишная фреза для гравирования Superfinish engraving end mill | PCD PCD | 212000 | PCD | Z=1 | 0° | h6 | | | SP | HP | | | 41 |

Сверление
Drilling

| | | Режущий материал Cutting mat. | Кат. № Cat. No. | Геометрия/Область применения Design/Application | | | | | | | | | | Стр. Page |
|--|--|----------------------------------|--------------------|--|-----|-----|----|----|----|----|--|--|--|--------------|
| | HSS-Сверло HSS-Drill | HSS HSS | 70-700 70-500 | HSS | Z=2 | | h6 | | SP | HP | | | | 42 |
| | Восьмигранное сверло 8 Facet drill | Твердый сплав | 67-900 67-800 | Solid Carbide | Z=2 | | h6 | | HP | | | | | 45 |
| | Сверло с W-образной вершиной W-Point drill | Твердый сплав Solid carbide | 85-900 | Solid Carbide | DLC | Z=2 | | h6 | | | | | | 47 |
| | Сверло для Kevlar® Kevlar® drill | Твердый сплав | 86-000 | Solid Carbide | Z=2 | | h6 | | | | | | | 48 |
| | DFC Параболическое сверло DFC Parabolic drill | Твердый сплав Solid carbide | 86-100 | Solid Carbide | | Z=2 | | h6 | | | | | | 49 |
| | Сверло для обработки сэндвич-панелей Sandwich drill | PCD PCD | 494000 | PCD | Z=2 | | h6 | | | HP | | | | 50 |
| | Сверло с восьмигранной вершиной 8 Facet drill | | 68-900 | PCD | Z=2 | | h6 | | | | | | | 51 |
| | Микросверло Micro drill | | 493000 | PCD | Z=2 | | h6 | | HP | | | | | 52 |

Сборные фрезы
Multi part milling tools

| | | Режущий материал Cutting mat. | Кат. № Cat. | Геометрия/Область применения Design/Application | | | | | | | | | | Стр. Page |
|--|--|--|----------------|--|-----|----|----|--|----|--|--|--|--|--------------|
| | Фреза с алмазной крошкой Diamond grit hogger | Алмазная крошка Diamond grit | 29-050 | PCD grit | | | h6 | | | | | | | 53 |
| | Державка для режущих пластин для обработки сотовых материалов Holder for honeycomb cutting blades | Твердый сплав Solid carbide | 30-000 | h6 | | | | | | | | | | 55 |
| | Фреза для обработки сотовых материалов с уменьшенным весом Honeycomb hogger with reduced weight | HSS HSS | 30-700 | HSS | | | h6 | | | | | | | 56 |
| | Фреза для Т-образных пазов для обработки сотовых материалов Aircraft Panel Tool for honeycombs | HSS или Алмазная крошка HSS or Diamond grit | 34-000 | PCD | h6 | | | | | | | | | 57 |
| | Суперфинишная торцевая фреза Superfinish face end mill | MCD MCD | 98100 | MCD | Z=1 | h6 | | | SP | | | | | 58 |

| Кат. № Cat.-No. | 211000 | 212000 | 56-430 | 12000 | 13000 | 53000 | 204000 | 205000 | 61-400 | 193000 | 52-700 | 117000 | 65-200B | 52-200B | 43000 | 70-700 |
|---|---------------------------------|---------------|---|---------------|---------------|--------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---|
| Контурное фрезерование Contour milling | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | |
| Обработка пазов Slotting | ■ | ■ | □ | □ | ■ | ■ | | □ | □ | ■ | ■ | □ | □ | □ | □ | |
| Плунжерное фрезерование Plunging | | | ■ | □ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | □ | □ | □ | |
| Фрезерование в углах Corner milling | | | □ | □ | ■ | ■ | | ■ | □ | ■ | ■ | | | | | ■ |
| Профильное фрезерование Copy milling | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Сверление Drilling | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| Величина измерения Reference value | f_z [мм mm] CL [дюйм inch] | | | | | | | | | | | | | | | f [мм/об. mm/U] f [дюйм/об. IPR] |
| Минимальная величина Application min. | 0,02 0.001 | 0,02 0.001 | 0,1 0.004 | 0,05 0.002 | 0,05 0.002 | 0,1 0.004 | 0,04 0.002 | 0,04 0.002 | 0,15 0.006 | 0,05 0.002 | 0,1 0.004 | 0,1 0.004 | 0,1 0.004 | 0,1 0.004 | 0,05 0.002 | 0,08 0.003 |
| Максимальная величина Application max. | 0,04 0.002 | 0,04 0.002 | 0,3 0.012 | 0,25 0.001 | 0,25 0.001 | 0,4 0.016 | 0,09 0.004 | 0,09 0.004 | 0,3 0.012 | 0,25 0.001 | 0,38 0.015 | 0,25 0.01 | 0,25 0.01 | 0,25 0.01 | 0,25 0.01 | 0,3 0.012 |
| Материал Material description | Аббревиатура Abbreviation | | Торговая марка (примеры) Brand name (examples) | | | | Примеры использования Application examples | | | | | | | | | |
| Полиамид Polyamide | PA | | Nylon, Perlon, Durethan, Ultramid, Zytel | | | | Шестерни, направляющие кольца, корпуса насоса Gears, guide rings, pump cases | | | | | | | | | |
| Полиацетилен Polyac | POM | | Delrin, Hostaform, Kepital, Ultraform | | | | Направляющие части, корпуса, составные части насоса, элементы суставов (медицина) Guide parts, housings, pump elements, matching element (medicine) | | | | | | | | | |
| Полиметилметакрилат Polymethylmethacrylate | PMMA | | Acryl, Plexiglas, Resartglas, Pegalan | | | | Дисплеи, рекламные материалы, осветительные элементы, корпуса Displays, advertising materials, lighting, housing | | | | | | | | | |
| Полиэтилен Polyethylene | PE | | Baylon, Sustylen, Hostalem, Lumpolen, Vestolen | | | | Элементы корпуса автомобиля, сиденья, протезы и ортопедические изделия Machine body, seats, prostheses and orthoses | | | | | | | | | |
| Полистирол Polystyrene | PS | | Bucara, Langolen, Hostyren, Polystyrol | | | | Изоляционные материалы, дисплеи, вывески Insulation, display, signage | | | | | | | | | |
| Полиэтилентерефталат Polyethylene terephthalate | PET | | Hostaphan, Novatron Enduran, Bitan | | | | Корпуса медицинского оборудования, приборы Covers for medical equipment, apparatus | | | | | | | | | |
| Поликарбонат Polycarbonate | PC | | Bayfol, Makrolon, Stapron, Lexan, Merlon | | | | Небьющееся стекло, вывески, рекламные щиты, защитные кожухи Safety glass, signs, plates, covers | | | | | | | | | |
| Полифенилен Polyphenylene | PPE | | Celanex, Noryl, Vestoran | | | | Изолирующие детали для электротехники, шестерни Insulating parts in electrical engineering, gears | | | | | | | | | |
| Акрилонитрил-бутадиен-стирол Acrylonitrile-butadiene-styrene | ABS | | Saxalac, Toyolac, Riadur, Sinkral | | | | Корпуса, панели управления Housing, panels | | | | | | | | | |
| Полипропилен Polypropylene | PP | | Hostalen, Novolen, Eltex, Vestolen | | | | Опоры, корпуса, профили Component support, housing, profiles | | | | | | | | | |
| Полиуретан Polyurethane | PUR | | Necuron, Obomodulan, Ureol, Raku-Tool | | | | Модели, детали машин, элементы корпуса Models, machine parts, housing part | | | | | | | | | |

■ = отлично подходит well suited
□ = подходит also suited


Указаны начальные значения, которые должны быть адаптированы к условиям обработки.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

| Кат. № Cat.-No. | 53000 | 56-430 | 56-000 | 61-400 | 67-200 | 117000 | 65-200B | 52-200B | 212000 | 494000 | 493000 | 70-700 | 67-800 |
|---|--|---------------|---------------|---|---------------|----------------|----------------|--|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Контурное фрезерование Contour milling | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Обработка пазов Slotting | ■ | □ | ■ | □ | ■ | □ | □ | □ | ■ | | | | |
| Плунжерное фрезерование Plunging | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | □ | □ | | | | | |
| Фрезерование в углах Corner milling | ■ | □ | ■ | □ | ■ | | | | | | | | |
| Профильное фрезерование Copy milling | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Сверление Drilling | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Величина измерения Reference value | f _z [мм mm] CL [дюйм inch] | | | | | | | | f [мм/об. mm/U] f [дюйм/об. IPR] | | | | |
| Минимальная величина Application min. | 0,05 0.002 | 0,07 0.003 | 0,12 0.005 | 0,09 0.003 | 0,12 0.005 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,08 0.003 | 0,09 0.003 | 0,08 0.003 | 0,08 0.003 |
| Максимальная величина Application max. | 0,3 0.012 | 0,3 0.012 | 0,3 0.012 | 0,3 0.012 | 0,3 0.012 | 0,1 0.005 | 0,13 0.005 | 0,13 0.005 | 0,04 0.002 | 0,7 0.03 | 0,7 0.03 | 0,3 0.012 | 0,3 0.02 |
| Материал Material description | Аббревиатура Abbreviation | | | Торговая марка (примеры) Brand name (examples) | | | | Примеры использования Application examples | | | | | |
| Поликарбонат Polycarbonate | PC-HT | | | Арес | | | | Шкафы с приборами управления, защитные барьеры, медицинские инструменты и приборы Cabinets, machinery guards, medical instruments and devices | | | | | |
| Полиэфирсульфон Polyethersulfone | PES | | | Ultrason E, Radel A, Sumikaexcel | | | | Медицинские приборы, автомобилестроение, электротехника Medical devices, automotive, electrical industry | | | | | |
| Полифениленсульфид Polyphenylene sulfide | PPS | | | Fortron, Ryton, Tedur, Xtel | | | | Изоляционные материалы, переключатели, шасси, адаптеры Insulators, switch parts, chassis, adapters | | | | | |
| Полисульфон Polysulfone | PSU | | | Mindel, Udel, Ultrason S, Vampsulf | | | | Фары, теплостойкие насосы, коробки фильтра Vehicle lights, heating pumps, filter housings | | | | | |
| Полиэфирэфиркетон Polyetheretherketone | PEEK | | | Hostatec, Kadel, Victrex, KetaSpire | | | | Шестерни, корпуса насоса, связующие материалы (напр. пластик, армированный углеродным волокном) Gears, pump housings, matrix material (e. g. CFRP) | | | | | |
| Фенолформальдегидная смола Phenol formaldehyde resin | PF | | | Delchi, Deltex, Resinol, Trolitan | | | | Панели управления, корпуса, рукоятки Panels, housings, handles | | | | | |
| Эпоксидная смола Epoxy | EP | | | Epikote, Eposite, Epodur, Araldit | | | | Электротехника, связующие материалы (напр. пластик, армированный углеродным волокном) Electrical engineering, matrix material (e. g. CFRP) | | | | | |
| Ненасыщенный полиэфир Unsaturated polyester | UP | | | Synolite | | | | Корпуса, изоляционные материалы, связующие материалы (напр. пластик, армированный стекловолокном) Housings, insulation material, matrix material (e. g. GRP) | | | | | |
| Полиэфиримид Polyetherimide | PEI | | | Ultem, Siltem | | | | Электротехника, элементы внутренней части воздушного судна, связующие материалы (напр. пластик, армированный углеродным волокном) Electrical engineering, aircraft interior, matrix material (e. g. CFRP) | | | | | |

■ = отлично подходит well suited
□ = подходит also suited

Указаны начальные значения, которые должны быть адаптированы к условиям обработки.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

NEW

| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кат. № Cat.-No. | 56-000 | 212000 | 56-430 | 12000 | 13000 | 53000 | 61-400 | 193000 | 52-700 | 54-200 | 86-100 | 67-800 |
| Контурное фрезерование Contour milling | ■ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| Обработка пазов Slotting | ■ | ■ | □ | □ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | | |
| Плунжерное фрезерование Plunging | ■ | | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | | |
| Фрезерование в углах Corner milling | ■ | | □ | □ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | | |
| Профильное фрезерование Copy milling | | | | | | | | | | | | |
| Сверление Drilling | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Величина измерения Reference value | f_z [мм mm] CL [дюйм inch] | | | | | | | | | | f [мм/об. mm/U] f [дюйм/об. IPR] | |
| Минимальная величина Application min. | 0,08 0.003 | 0,025 0.001 | 0,08 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,08 0.003 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 |
| Максимальная величина Application max. | 0,23 0.009 | 0,04 0.002 | 0,23 0.009 | 0,2 0.008 | 0,2 0.008 | 0,23 0.009 | 0,23 0.009 | 0,12 0.005 | 0,12 0.005 | 0,12 0.005 | 0,1 0.004 | 0,08 0.003 |
| Материал Material description | Аббревиатура Abbreviation | Торговая марка (примеры) Brand name (examples) | Примеры использования Application examples | | | | | | | | | |
| Полиамид, армированный стекловолокном Polyamide, glass fiber reinforced | PA-GF | Akulon, Ultramid, Durethan | Корпуса, детали машин, элементы внутренней отделки автомобиля Housing, machine parts, automotive interior | | | | | | | | | |
| Полиацетали, армированные стекловолокном Polyacetals, glass fiber reinforced | POM-GF | Ultraform, Hostaform | Части насоса, сантехника, панели управления Pump part, sanitation, panels | | | | | | | | | |
| Полиэфирэфиркетон, армированный стекловолокном Polyetheretherketone, glass fiber reinforced | PEEK-GF | Victrex | Корпуса, насосы, патроны Housing, pumps, sockets | | | | | | | | | |
| Полипропилен, армированный стекловолокном Polypropylene, glass fiber reinforced | PP-GF | Xmod | Элементы внутренней отделки автомобиля, корпус клапана, всасывающий коллектор Vehicle interior, valve housing, intake manifold | | | | | | | | | |
| Поликарбонат, армированный стекловолокном Polycarbonate, glass fiber reinforced | PC-GF | - | Элементы внутренней отделки автомобиля, детали двигателя, корпуса Vehicle interior, engine parts, housing | | | | | | | | | |
| Политетрафторэтилен, армированный стекловолокном Polytetrafluoroethylene, glass fiber reinforced | PTFE-GF | - | Уплотнители, подшипники, седла клапана Seals, bearings, valve seats | | | | | | | | | |
| Полисulfон, армированный стекловолокном Polysulfone, glass fiber reinforced | PSU-GF | - | Медицинское оборудование Medical equipment and aids | | | | | | | | | |
| Полифениленсульфид, армированный стекловолокном Polyphenylene sulfide, glass fiber reinforced | PPS-GF | Fortron | Части насоса, детали двигателя Pump parts, engine parts | | | | | | | | | |
| Поливинилиденфторид, армированный стекловолокном Polyvinylidene fluoride, glass fiber reinforced | PVDF-GF | - | Корпуса, лопастные рабочие колеса Housing, impellers | | | | | | | | | |

■ = отлично подходит well suited
□ = подходит also suited

Указаны начальные значения, которые должны быть адаптированы к условиям обработки.

The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

NEW

NEW

| Кат. № Cat.-No. | 67-200 | 118000 | 67-000 | 66-900 | 54-200 | 66-800 | 213000 | 203000 | 68-300 | 68-200 | 29-050 | 494000 | 493000 | 86-100 | 67-800 | 68-900 | 119000 | 85-900 | 86-000 | |
|--|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|----------------|---------------|---------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Контурное фрез. Contour milling | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | ■ | | | |
| Обработка пазов Slotting | ■ | □ | □ | ■ | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | | | | | | | ■ | | | |
| Плунжерное фрез. Plunging | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | | ■ | ■ | | | | | | | | | □ | | | |
| Фрез. в углах Corner milling | ■ | □ | □ | ■ | ■ | □ | □ | □ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Профильное фрез. Copy milling | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| Сверление Drilling | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | |
| Величина измерения Reference value | f [мм/об. mm/U] f [дюйм/об. IPR] | | | | | f _z [мм mm] CL [дюйм inch] | | | | | f [мм/об. mm/U] f [дюйм/об. IPR] | | | | | | | | | |
| Мин. величина Application min. | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,05 0.002 | 0,05 0.002 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | |
| Макс. величина Application max. | 0,08 0.003 | 0,13 0.005 | 0,13 0.005 | 0,23 0.009 | 0,08 0.003 | 0,08 0.003 | 0,23 0.009 | 0,23 0.009 | 0,23 0.009 | 0,23 0.009 | 0,25 0.001 | 0,13 0.005 | 0,13 0.005 | 0,1 0.004 | 0,08 0.003 | 0,08 0.003 | 0,13 0.005 | 0,15 0.006 | 0,08 0.003 | 0,08 0.003 |
| Материал Material description | | | | | | Аббревиатура Abbreviation | | | | | Примеры использования Application examples | | | | | | | | | |
| Эпоксидная смола, армированная углеродным волокном Epoxy resin, carbon fiber reinforced | | | | | | EP-CF | | | | | Авиакосмическая, автомобильная, медицинская промышленность, ветроэнергетика, общее машиностроение Aerospace, automotive, wind energy, medical, general mechanical engineering | | | | | | | | | |
| Ненасыщенная полиэфирная смола, армированная углеродным волокном Unsaturated polyester resin, carbon fiber reinforced | | | | | | UP-CF | | | | | | | | | | | | | | |
| Винилэфирная смола, армированная углеродным волокном Vinyl ester resin, carbon fiber reinforced | | | | | | VE-CF | | | | | | | | | | | | | | |
| Эпоксидная смола, армированная стекловолокном Epoxy resin, glass fiber reinforced | | | | | | EP-GF | | | | | Ветроэнергетика, корпуса Wind power, housing | | | | | | | | | |
| Ненасыщенная полиэфирная смола, армированная стекловолокном Unsaturated polyester resin, glass fiber reinforced | | | | | | UP-GF | | | | | | | | | | | | | | |
| Винилэфирная смола, армированная стекловолокном Vinyl ester resin, glass fiber reinforced | | | | | | VE-GF | | | | | | | | | | | | | | |
| Углерод, армированный углеродным волокном Carbon, carbon fiber reinforced | | | | | | CFC | | | | | Теплозащита космических кораблей, тормозные диски Space shuttle heat shield, brake discs | | | | | | | | | |
| Графит Graphite | | | | | | - | | | | | Электроды, подшипники скольжения Electrodes, plains | | | | | | | | | |
| Керамика, армированная волокном Ceramic, fiber reinforced | | | | | | C/SiC, SiC/SiC | | | | | Рулевые клапана космических кораблей, подъемные ворота для агломерационной печи, тормозные диски Steering flaps for space vehicles, lifting gates for sintering furnace, brake discs | | | | | | | | | |

■ = отлично подходит well suited
□ = подходит also suited

Указаны начальные значения, которые должны быть адаптированы к условиям обработки.
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.

| Кат. № Cat.-No. | 53000 | 56-000 | 43000 | 213000 | 203000 | 494000 | 493000 | 86-100 | 67-800 | 68-900 | 54-200 |
|--|--|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Контурное фрезерование Contour milling | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | ■ |
| Обработка пазов Slotting | ■ | ■ | □ | □ | □ | | | | | | ■ |
| Плунжерное фрезерование Plunging | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | | | | | | □ |
| Фрезерование в углах Corner milling | ■ | ■ | ■ | □ | □ | | | | | | ■ |
| Профильное фрезерование Copy milling | | | | | | | | | | | |
| Сверление Drilling | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Величина измерения Reference value | f_z [мм/мм] CL [дюйм/инч] | | | | | f [мм/об. мм/У] f [дюйм/об. IPR] | | | | | |
| Минимальная величина Application min. | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,08 0.003 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 | 0,025 0.001 |
| Максимальная величина Application max. | 0,12 0.005 | 0,12 0.005 | 0,15 0.006 | 0,12 0.005 | 0,23 0.009 | 0,10 0.007 | 0,15 0.006 | 0,12 0.005 | 0,1 0.004 | 0,18 0.007 | 0,12 0.005 |
| Примеры Examples | Примеры использования Application examples | | | | | | | | | | |
| Углепластик+Титан CFRP-Titanium | Узлы и детали конструкции Structural components and elements | | | | | | | | | | |
| Углепластик+Алюминий CFRP-Aluminum | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| Углепластик+Латунь CFRP-brass | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ |
| Алюминий-PA GF Aluminum-PA GF | Элементы внутренней отделки автомобиля, обтекатели | | | | | | | | | | |
| Алюминий-PC GF Aluminum-PC GF | Automotive interior, fairings | | | | | | | | | | |
| Кожзаменитель-PUR- PP GF Leatherette-PUR-PP GF | ■ | ■ | ■ | | | | | ■ | ■ | | |

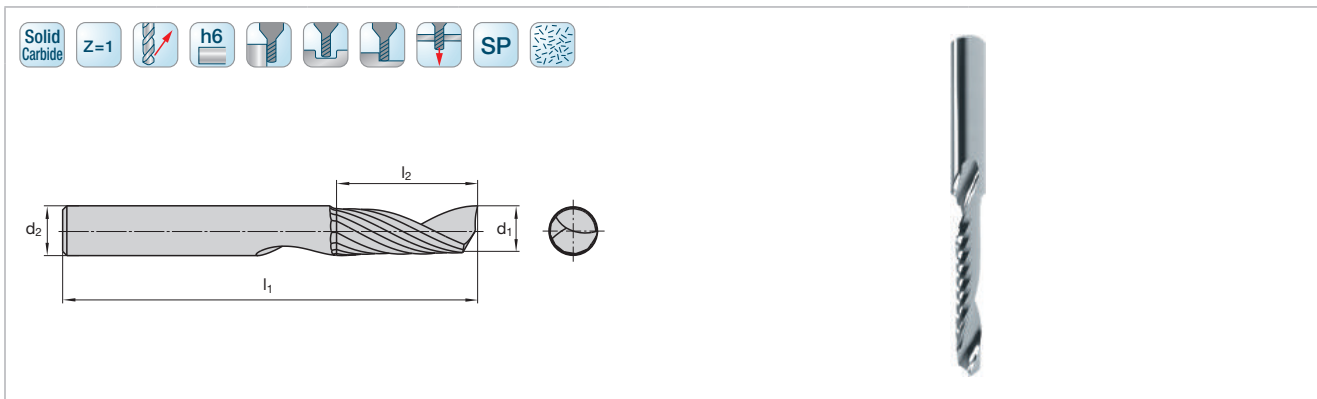
Сотовые материалы
Honeycomb

| Кат. № Cat.-No. | 30-000 | 29-050 | 30-700 | 29-100 | 34-000 | 29-050B |
|--|---|--|-----------|-----------|------------|---|
| Контурное фрезерование Contour milling | | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Обработка пазов Slotting | | | | ■ | ■ | |
| Плунжерное фрезерование Plunging | | | | □ | | |
| Фрезерование в углах Corner milling | | ■ | ■ | ■ | | |
| Профильное фрезерование Copy milling | ■ | ■ | ■ | | | ■ |
| Сверление Drilling | | | | | | |
| Величина измерения Reference value | v_f [м/мин. m/min] v_f [дюйм/мин. IPR] | | | | | f [мм/об. мм/У] f [дюйм/об. IPR] |
| Минимальная величина Application min. | 3 100 | 3 100 | 3 100 | 3 100 | 3 100 | 0,03 0.001 |
| Максимальная величина Application max. | 20 800 | 20 800 | 20 800 | 20 800 | 5,6 220 | 0,2 0.005 |
| Описание материала | Торговая марка (примеры) | Примеры использования Application examples | | | | |
| Бумажный Paper based | SCW | Мебельное производство, транспортостроение Fair- and furniture constructions, transport | | | | |
| Бумажный, фенольный Paper based, Phenolic impregnated | Nomex, PN1 | Элементы внутренней отделки воздушного судна, каменные плиты, обтекатели Aircraft interiors, flooring, paneling | | | | |
| Бумажный, арамидопластик Paper based, Aramid fiber reinforced | PK2 | Элементы внутренней отделки воздушного судна, каменные плиты, обтекатели Aircraft interiors, flooring, paneling | | | | |
| Алюминиевый сердечник Aluminum core | CRF, PCGA-PAMG | Детали для авиакосмической промышленности и поездов Aerospace- and train components | | | | |

■ = отлично подходит well suited
□ = подходит also suited

Указаны начальные значения, которые должны быть адаптированы к условиям обработки.

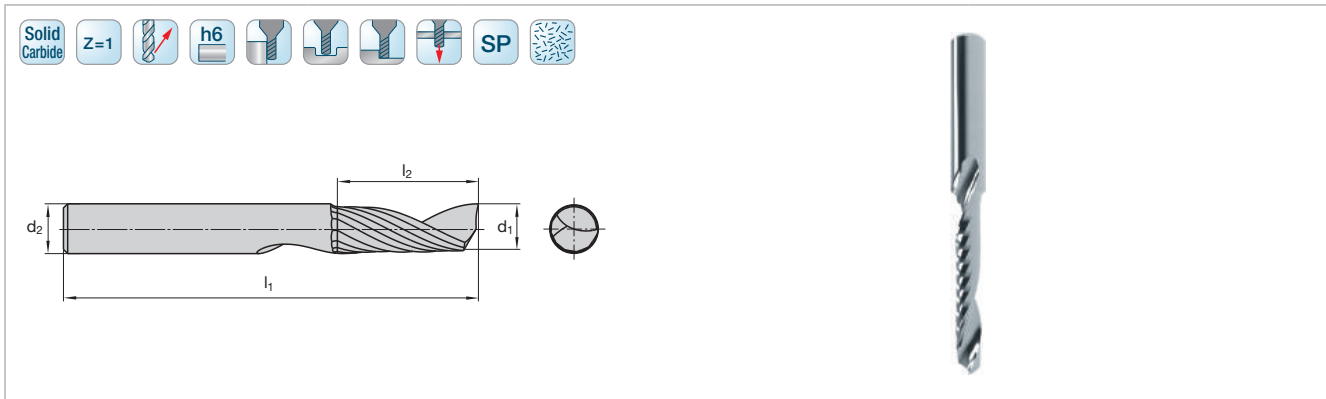
The indicated cutting data are reference values and have to be leveled to the prevailing machining conditions.



| Кат. № Cat.-No. | | | | 13000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| MM mm | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 30 | 13010 | 2700280 | |
| 1,1 | 4 | 3 | 30 | 13011 | 2750688 | |
| 1,2 | 4 | 3 | 30 | 13012 | 2750690 | |
| 1,4 | 4 | 3 | 30 | 13014 | 2750692 | |
| 1,5 | 6 | 3 | 30 | 13015 | 2700286 | |
| 1,6 | 6 | 3 | 30 | 13016 | 2750694 | |
| 1,8 | 6 | 3 | 30 | 13018 | 2750696 | |
| 2 | 8 | 2 | 30 | 13020 | 2700132 | |
| 2 | 8 | 2 | 60 | 13020A | 2701855 | |
| 2 | 8 | 3 | 30 | 13020B | 2700287 | |
| 2 | 8 | 6 | 50 | 13020C | 2728731 | |
| 2,5 | 8 | 2,5 | 30 | 13025 | 2700262 | |
| 2,5 | 8 | 2,5 | 60 | 13025A | 2701856 | |
| 3 | 10 | 3 | 30 | 13030 | 2700263 | |
| 3 | 10 | 3 | 60 | 13030A | 2701867 | |
| 3 | 10 | 6 | 50 | 13030B | 2700288 | |
| 3 | 20 | 3 | 60 | 13030C | 2709117 | |
| 3 | 20 | 6 | 60 | 13030D | 2709118 | |
| 3 | 15 | 3 | 40 | 13030E | 2731105 | |
| 4 | 12 | 4 | 50 | 13040 | 2700264 | |
| 4 | 20 | 4 | 60 | 13040A | 2701859 | |
| 4 | 30 | 4 | 70 | 13040B | 2701860 | |
| 4 | 12 | 6 | 50 | 13040C | 2700289 | |
| 4 | 20 | 6 | 60 | 13040D | 2709119 | |
| 4 | 12 | 4 | 40 | 13040E | 2734847 | |
| 5 | 16 | 5 | 60 | 13050 | 2700265 | |
| 5 | 30 | 5 | 70 | 13050A | 2701861 | |
| 5 | 16 | 6 | 50 | 13050B | 2700290 | |
| 6 | 20 | 6 | 60 | 13060 | 2700266 | |
| 6 | 30 | 6 | 70 | 13060A | 2701862 | |
| 6 | 38 | 6 | 80 | 13060B | 2701863 | |
| 8 | 22 | 8 | 60 | 13080 | 2700267 | |
| 8 | 38 | 8 | 80 | 13080A | 2701865 | |
| 10 | 30 | 10 | 75 | 13100 | 2700268 | |
| 12 | 30 | 12 | 75 | 13120 | 2700269 | |



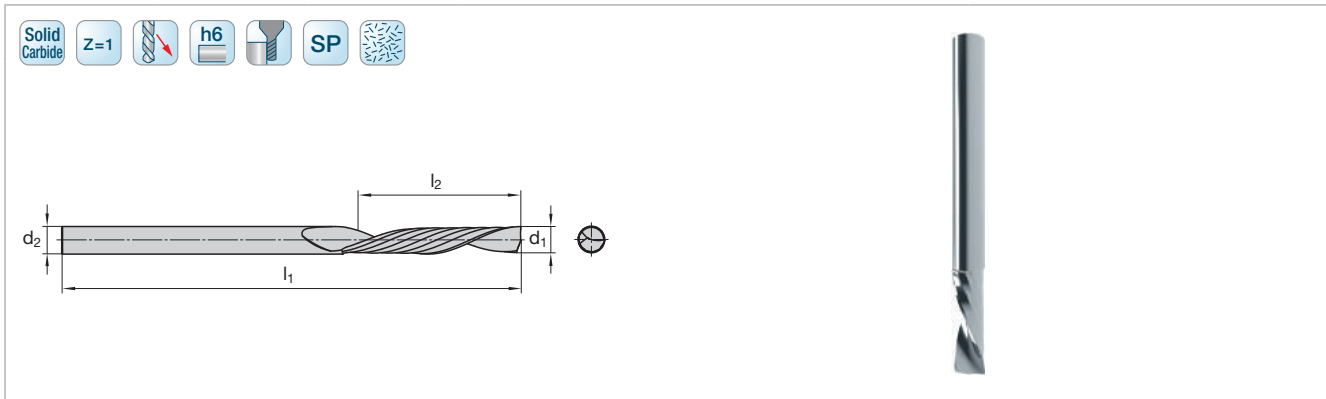
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 13000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.250 | 0.250 | 1.500 | 13317 | 2701858 | |
| 0.125 | 0.250 | 0.125 | 2 | 13317A | 2703218 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | 13476 | 2701866 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.188 | 2 | 13476A | 2703219 | |
| 0.188 | 1.250 | 0.250 | 3 | 13476B | 2709114 | |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2 | 13635 | 2701864 | |
| 0.250 | 1.500 | 0.250 | 3 | 13635A | 2709115 | |
| 0.250 | 2.250 | 0.250 | 3.750 | 13635B | 2743445 | |
| 0.250 | 1.125 | 0.250 | 3 | 13635C | 2750260 | |
| 0.375 | 1.125 | 0.375 | 3 | 13952 | 2743447 | |
| 0.375 | 3.188 | 0.375 | 5 | 13952A | 2743449 | |
| 0.500 | 1.250 | 0.500 | 3 | 13127 | 2709116 | |
| 0.500 | 2 | 0.500 | 4 | 13127A | 2751019 | |

По запросу: Покрытие
On request: Coating

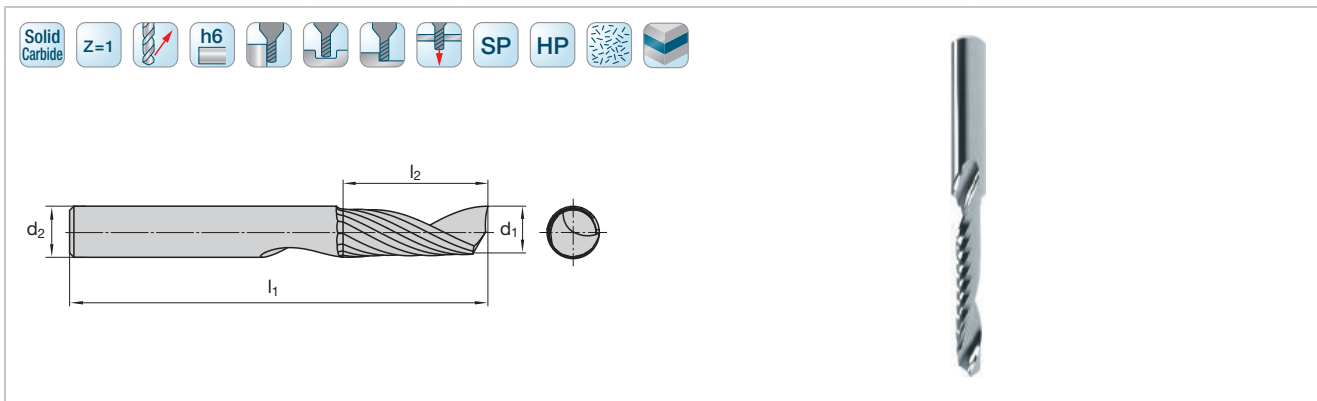
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 12000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 30 | 12010 | 2700279 | |
| 1,5 | 6 | 3 | 30 | 12015 | 2700281 | |
| 2 | 8 | 2 | 30 | 12020 | 2700025 | |
| 2 | 8 | 2 | 60 | 12020A | 2701844 | |
| 2 | 8 | 3 | 30 | 12020B | 2700282 | |
| 2,5 | 8 | 2,5 | 30 | 12025 | 2700254 | |
| 2,5 | 8 | 2,5 | 60 | 12025A | 2701846 | |
| 3 | 10 | 3 | 30 | 12030 | 2703050 | |
| 3 | 10 | 3 | 60 | 12030A | 2701847 | |
| 3 | 10 | 6 | 50 | 12030B | 2700283 | |
| 4 | 12 | 4 | 50 | 12040 | 2700256 | |
| 4 | 20 | 4 | 60 | 12040A | 2701849 | |
| 4 | 30 | 4 | 70 | 12040B | 2701850 | |
| 4 | 12 | 6 | 50 | 12040C | 2700284 | |
| 5 | 16 | 5 | 60 | 12050 | 2700257 | |
| 5 | 30 | 5 | 70 | 12050A | 2701852 | |
| 5 | 16 | 6 | 50 | 12050B | 2700285 | |
| 6 | 20 | 6 | 60 | 12060 | 2700258 | |
| 6 | 30 | 6 | 70 | 12060A | 2701843 | |
| 6 | 38 | 6 | 80 | 12060B | 2701841 | |
| 8 | 22 | 8 | 60 | 12080 | 2700259 | |
| 8 | 38 | 8 | 80 | 12080A | 2701854 | |
| 10 | 30 | 10 | 75 | 12100 | 2700260 | |
| 12 | 30 | 12 | 75 | 12120 | 2700261 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.500 | 0.250 | 1.500 | 12317 | 2701848 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | 12476 | 2701851 | |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2 | 12635 | 2701853 | |

По запросу: Покрытие
On request: Coating

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



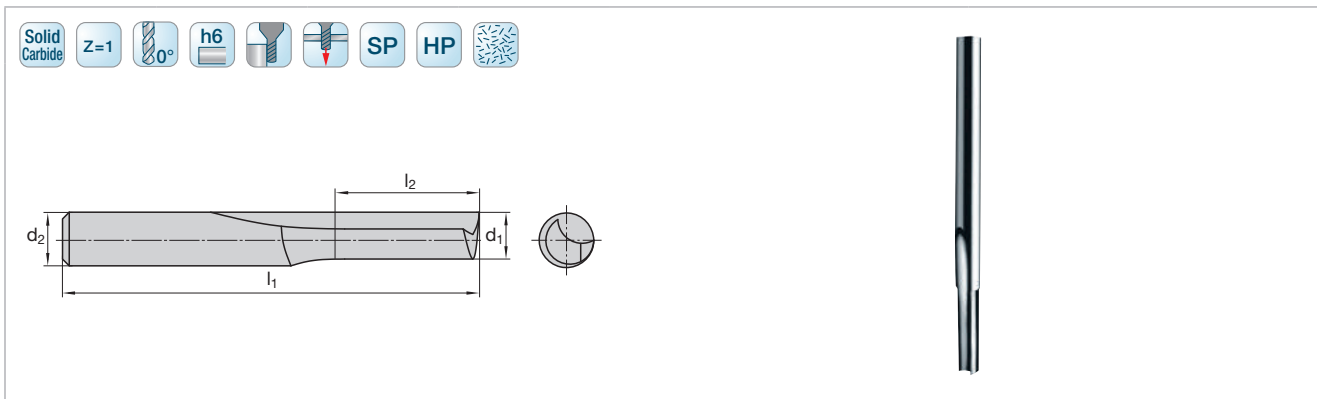
| Кат. № Cat.-No. | | | | 53000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 9 | 3 | 30 | 53030 | 2823827 | |
| 4 | 13 | 4 | 50 | 53040 | 2823828 | |
| 4 | 13 | 6 | 50 | 53040A | 2803593 | |
| 6 | 16 | 6 | 50 | 53060 | 2823830 | |
| 8 | 20 | 8 | 60 | 53080 | 2823831 | |
| 10 | 23 | 10 | 60 | 53100 | 2823832 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.188 | 0.500 | 0.188 | 1.250 | 53476 | 2864636 | |
| 0.250 | 0.625 | 0.250 | 2 | 53635 | 2864637 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 2.375 | 53952 | 2864638 | |

По запросу: Покрытие
On request: Coating



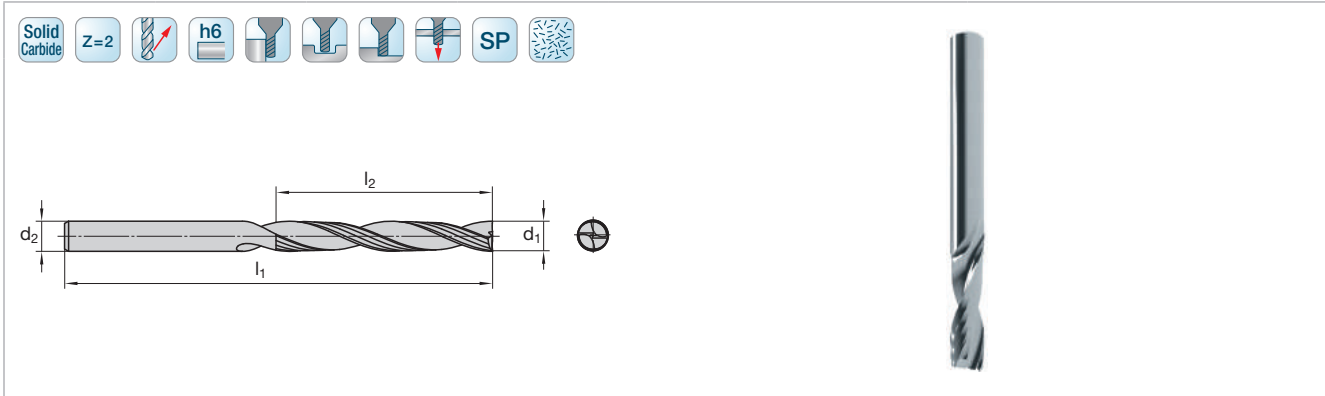
Благодаря полированной стружковыводящей канавке, а также очень острой режущей кромке, эта универсальная концевая фреза позволяет достичь высокое качество обработанной поверхности. Due to its polished flute and an extremely sharp cutting edge, this universal end mill permits to obtain highest surface qualities. The multi-facet geometry supports this effect by a perfect chip evacuation.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 61-400 61-000P | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | |
| 4 | 16 | 4 | 64 | 61-410 | 7054031 |
| 5 | 20 | 6 | 64 | 61-411 | 7054032 |
| 6 | 25 | 6 | 64 | 61-412 | 7054033 |
| 8 | 25 | 8 | 64 | 61-414 | 7054034 |
| 12 | 35 | 12 | 88 | 61-418 | 7054035 |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.125 | 0.500 | 0.250 | 2 | 61-042 | 7054025 |
| 0.125 | 0.625 | 0.250 | 4 | 61-043 | 7054026 |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | 61-062 | 7054027 |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2.500 | 61-082 | 7054028 |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 4 | 61-084 | 7054029 |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 2.500 | 61-122 | 7054030 |

По запросу: Покрытие
On request: Coating

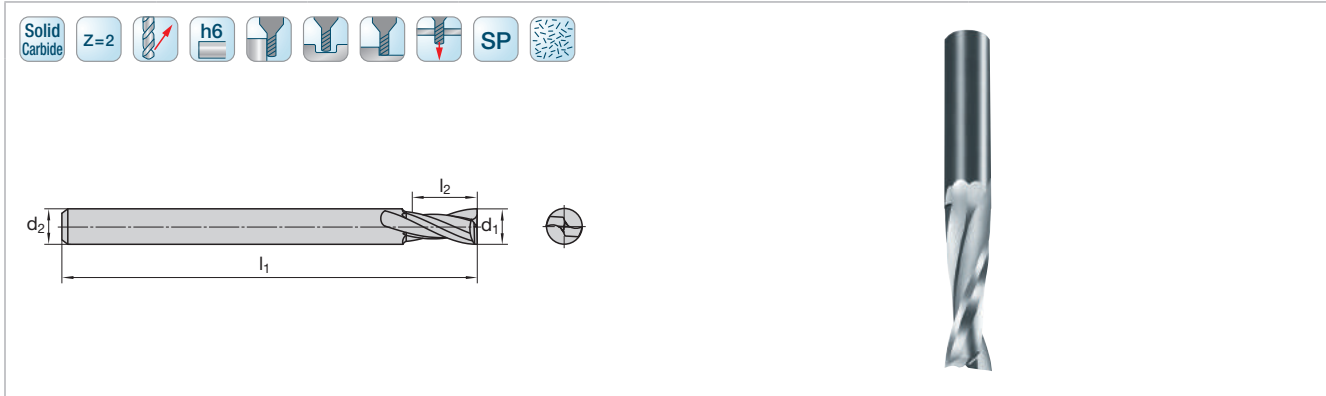


| Кат. № Cat.-No. | | | | 193000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 5 | 20 | 5 | 70 | 193050 | 2758471 | |
| 6 | 22 | 6 | 76 | 193060 | 2755602 | |
| 8 | 25 | 8 | 76 | 193080 | 2755604 | |
| 10 | 30 | 10 | 76 | 193100 | 2755606 | |
| 12 | 35 | 12 | 80 | 193120 | 2757588 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.250 | 0.875 | 0.250 | 2.500 | 193635 | 2781854 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 193952 | 2781848 | |
| 0.500 | 1.375 | 0.500 | 3.125 | 193127 | 2781846 | |

По запросу: Покрытие
On request: Coating

i Двузубая альтернатива серии 13000: универсальная концевая фреза для обработки термопластиков с отводом стружки вверх.
The two fluted alternative to our 13000 series: universal end mill for thermoplastics. Upcut geometry.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

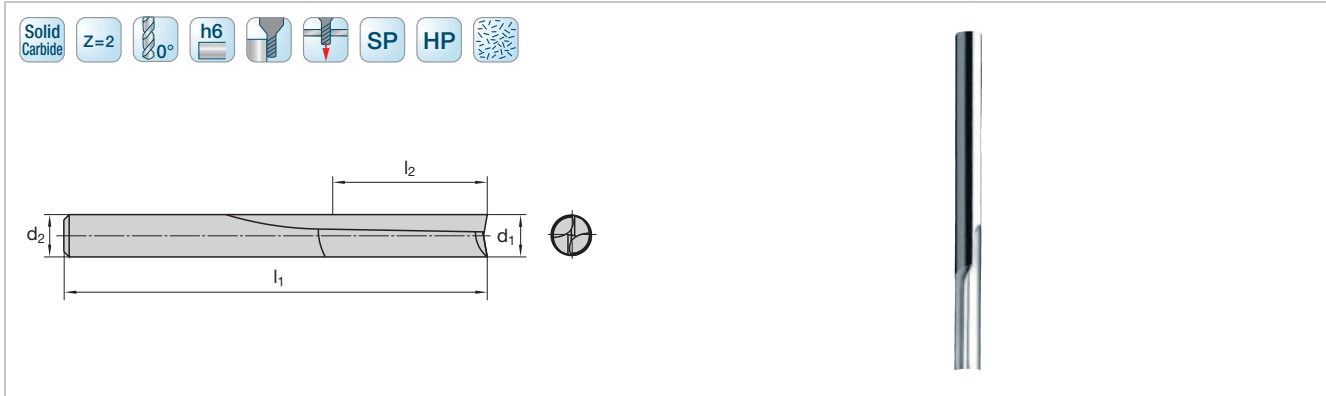


| Кат. № Cat.-No. | | | | 52-700 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 12 | 35 | 12 | 100 | 52-742 | 7053925 | |
| 12 | 45 | 12 | 100 | 52-744 | 7053926 | |
| 12 | 55 | 12 | 100 | 52-746 | 7053927 | |
| 16 | 45 | 16 | 120 | 52-752 | 7053928 | |
| 16 | 55 | 16 | 120 | 52-754 | 7053929 | |
| 20 | 65 | 20 | 125 | 52-764 | 7053930 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.500 | 0.250 | 2 | 52-703 | 7053931 | |
| 0.250 | 0.875 | 0.250 | 3 | 52-707 | 7053932 | |
| 0.188 | 0.375 | 0.188 | 2.500 | 52-708 | 7053933 | |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 3 | 52-700 | 7053934 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 52-709 | 7053935 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2.500 | 52-710 | 7053936 | |
| 0.375 | 1.500 | 0.375 | 4 | 52-701 | 7053937 | |
| 0.500 | 1.250 | 0.500 | 4 | 52-702 | 7053938 | |
| 0.500 | 1.750 | 0.500 | 4 | 52-704 | 7053939 | |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | 52-706 | 7053940 | |
| 0.625 | 1.750 | 0.625 | 5 | 52-712 | 7053941 | |
| 0.625 | 2.250 | 0.625 | 5 | 52-714 | 7053942 | |
| 0.750 | 1.750 | 0.750 | 5 | 52-726 | 7053943 | |
| 0.750 | 2.500 | 0.750 | 5 | 52-724 | 7053944 | |
| 0.750 | 4 | 0.750 | 6.500 | 52-728 | 7053945 | |
| 1 | 4 | 1 | 6.500 | 52-734 | 7053946 | |



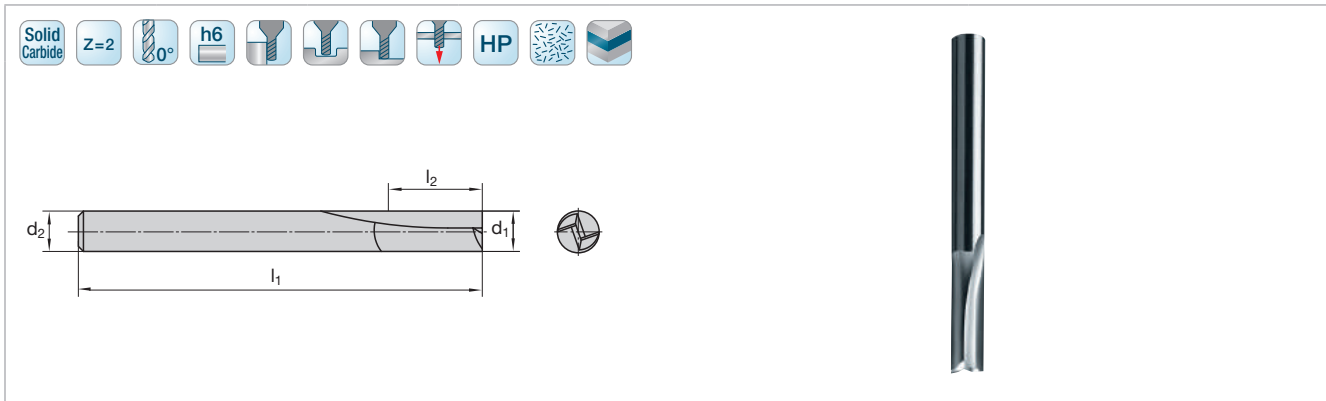
Эта серия двузубых фрез дополняет серию однозубых фрез лишь большим диапазоном предложенных диаметров. Их спиралевидная геометрия позволяет достичь максимальной чистоты обработки при резке мягких пластиков с отводом стружки вверх, а специальная геометрия вершины обеспечивает улучшенную чистовую обработку дна заготовки.

This 2 flute series does complete our approved single flute program in larger diameter ranges. High helix geometry designed to cut soft plastic with a smooth finish and upward chip flow. Special point geometry for improved bottom finish.



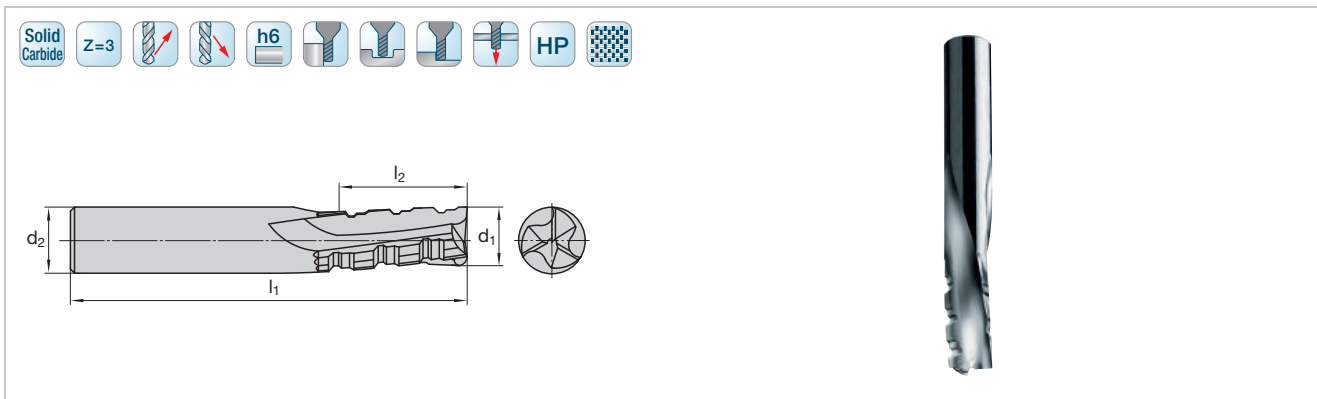
| Кат. № Cat.-No. | | | | 56-430 56-600 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 12 | 6 | 50 | 56-612M | 7053953 | |
| 4 | 16 | 6 | 64 | 56-430 | 7053954 | |
| 5 | 20 | 6 | 64 | 56-431 | 7053955 | |
| 6 | 25 | 6 | 64 | 56-432 | 7053956 | |
| 8 | 25 | 8 | 76 | 56-434 | 7053957 | |
| 10 | 35 | 10 | 88 | 56-436 | 7053958 | |
| 12 | 25 | 12 | 76 | 56-650M | 7053959 | |
| 12 | 35 | 12 | 88 | 56-438 | 7053961 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.313 | 0.250 | 2 | 56-610 | 7054019 | |
| 0.125 | 0.625 | 0.250 | 4 | 56-614 | 7054020 | |
| 0.188 | 1 | 0.250 | 4 | 56-620 | 7054021 | |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 2.500 | 56-625 | 7054022 | |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 2.500 | 56-638 | 7054023 | |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 3 | 56-650 | 7054024 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 56-450 56-000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 4 | 16 | 6 | 64 | 56-450 | 7053947 | |
| 5 | 20 | 6 | 64 | 56-451 | 7053948 | |
| 6 | 25 | 6 | 64 | 56-452 | 7053949 | |
| 8 | 25 | 8 | 76 | 56-454 | 7053950 | |
| 10 | 35 | 10 | 88 | 56-456 | 7053951 | |
| 12 | 35 | 12 | 88 | 56-458 | 7053952 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.250 | 0.250 | 2 | 56-041 | 7054014 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | 56-062 | 7054015 | |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2.500 | 56-082 | 7054016 | |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 2.500 | 56-122 | 7054017 | |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 3 | 56-162 | 7054018 | |

По запросу: Покрытие
On request: Coating



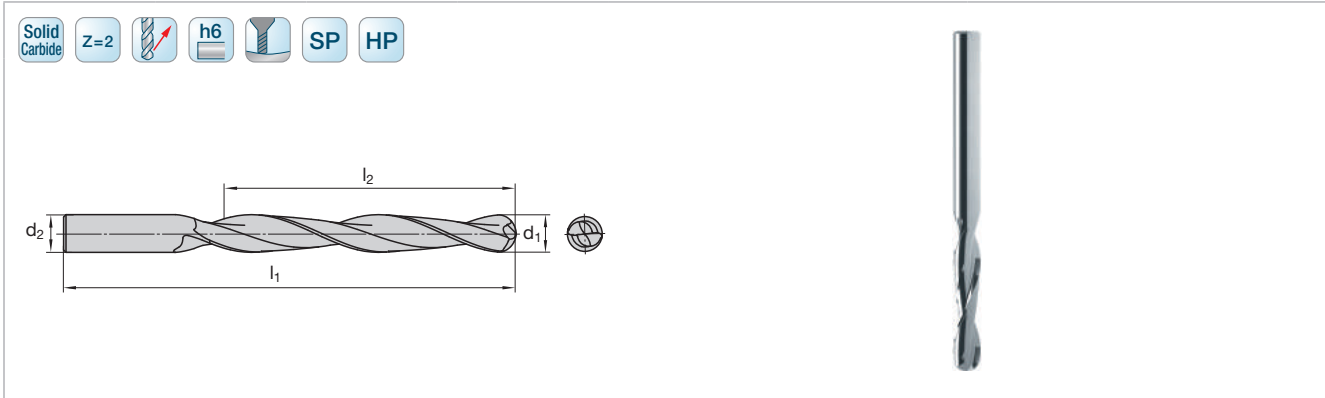
| Кат. № Cat.-No. | | | | 67-200 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Угол подъема Helix | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 10 | 22 | 10 | 75 | стружка вверх upcut | PCL56269 | 7053886 |
| 12 | 28 | 12 | 75 | | PCL56270 | 7053887 |
| 10 | 22 | 10 | 75 | стружка вниз downcut | PCL56271 | 7053888 |
| 12 | 28 | 12 | 75 | | PCL56272 | 7053889 |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 3 | стружка вверх upcut | 67-205 | 7053890 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | | 67-211 | 7053891 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | | 67-215 | 7053892 |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 3 | стружка вниз downcut | 67-206 | 7053893 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3.500 | | 67-212 | 7053894 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4.500 | | 67-216 | 7053895 |



Может использоваться как при низкой, так и при высокой скорости вращения шпинделя на любом станке с ЧПУ.
Высокая режущая способность улучшает качество чистовой обработки заготовки, требует меньшей силы резания и значительно уменьшает уровень шума.
Equally adaptable to low or high spindle speed applications in any CNC machining environment.
The free cutting action of the tools provides for better finishes, reduced cutting force and significantly lower noise levels.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

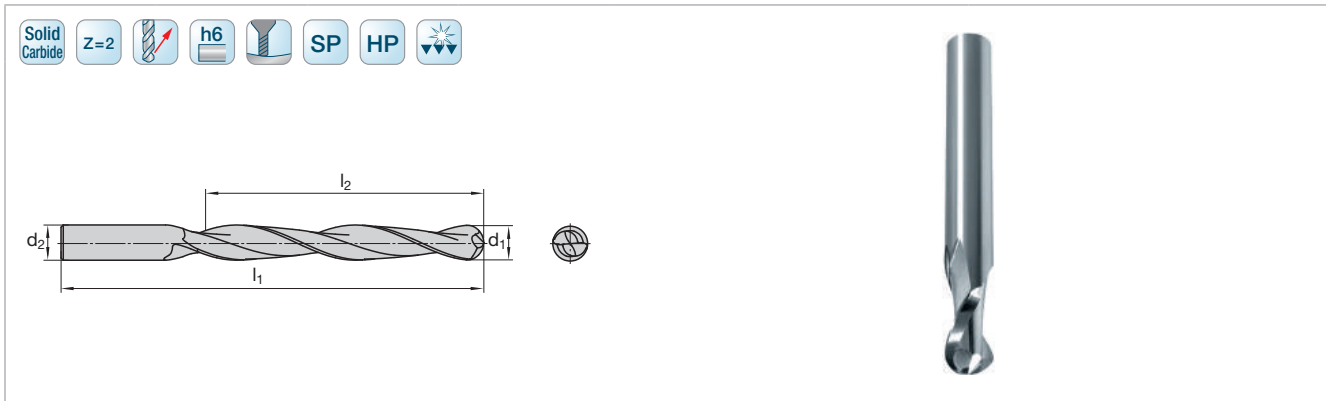
Двузубая фреза со сферическим концом, длинная серия
Ball nose end mill, 2 flutes, long



| Кат. № Cat.-No. | | | | 117000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 2 | 10 | 4 | 80 | 117020 | 2700055 | |
| 3 | 15 | 6 | 90 | 117030 | 2700334 | |
| 4 | 20 | 6 | 100 | 117040 | 2700335 | |
| 5 | 20 | 6 | 100 | 117050 | 2700336 | |
| 6 | 30 | 6 | 130 | 117060 | 2700337 | |
| 8 | 40 | 8 | 150 | 117080 | 2700340 | |
| 10 | 50 | 10 | 180 | 117100 | 2700338 | |
| 12 | 50 | 12 | 200 | 117120 | 2700339 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.625 | 0.250 | 3.250 | 117317 | 2809276 | |
| 0.188 | 0.875 | 0.250 | 4 | 117476 | 2819786 | |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 5.125 | 117635 | 2819788 | |
| 0.500 | 2 | 0.500 | 8 | 117127 | 2803712 | |

По запросу: Покрытие
 On request: Coating

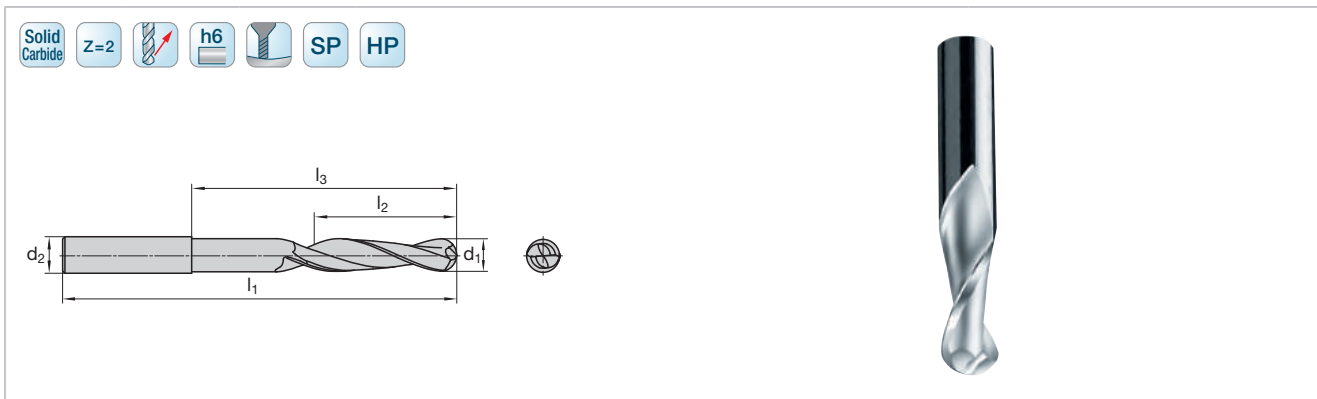
Рекомендации по применению на стр. 6–10
 Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 65-200B | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | |
| 3 | 12 | 3 | 64 | 65-280B | 7053979 |
| 6 | 20 | 6 | 76 | 65-285B | 7053980 |
| 8 | 25 | 8 | 76 | 65-290B | 7053981 |
| 10 | 30 | 10 | 76 | 65-295B | 7053982 |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.063 | 0.250 | 0.125 | 2 | 65-205B | 7053983 |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 2.500 | 65-210B | 7053984 |
| 0.188 | 0.500 | 0.250 | 2.500 | 65-215B | 7053985 |
| 0.250 | 0.500 | 0.250 | 2.500 | 65-220B | 7053986 |
| 0.250 | 1.125 | 0.250 | 3 | 65-225B | 7053987 |
| 0.313 | 0.500 | 0.313 | 3 | 65-235B | 7053988 |
| 0.313 | 1.125 | 0.313 | 3 | 65-240B | 7053989 |
| 0.375 | 1.125 | 0.375 | 3 | 65-250B | 7053990 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | 65-260B | 7053991 |

i Уникальная геометрия нового инструмента, специальный дизайн вершины, тщательно отполированные задняя поверхность кромки и стружечной канавки позволяют получить качество обработки поверхности до Ra 0,7 (метрич.) для технических пластиков (например, внутренний слой коленных протезов). Чистовая обработка этим инструментом исключает наличие видимых следов на обработанной поверхности и ее шероховатость.
The new tool's unique geometry, specially designed point, and highly polished primary clearance and flute give the tool the ability to attain a surface quality of 28 Ra (inch) in mechanical plastic (e. g. inlays for knee-prosthesis), avoiding irregular surface finish or evident tool marks.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | | 52-200B BL BM | |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | l ₃ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| короткая серия short | | | | | | |
| 3 | 12 | 6 | 50 | – | 52-240BM | 7053992 |
| 6 | 22 | 6 | 64 | – | 52-280BM | 7053993 |
| 10 | 29 | 10 | 76 | – | 52-320BM | 7053994 |
| 12 | 29 | 12 | 76 | – | 52-360BM | 7053995 |
| дюйм inch | | | | | | |
| короткая серия short | | | | | | |
| 0.063 | 0.250 | 0.125 | 2 | – | 52-235B | 7053996 |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 2 | – | 52-244B | 7053997 |
| 0.125 | 0.500 | 0.250 | 2 | – | 52-240B | 7053998 |
| 0.188 | 0.750 | 0.250 | 2 | – | 52-260B | 7053999 |
| 0.250 | 0.875 | 0.250 | 2.500 | – | 52-280B | 7054000 |
| 0.375 | 1.125 | 0.375 | 3 | – | 52-320B | 7054001 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | – | 52-360B | 7054002 |
| 0.625 | 2.250 | 0.625 | 4 | – | 52-386B | 7054003 |
| 0.750 | 2.500 | 0.750 | 5 | – | 52-397B | 7054004 |
| длинная серия long | | | | | | |
| 0.063 | 0.250 | 0.125 | 3 | – | 52-235BL | 7054005 |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 3 | 1.625 | 52-244BL | 7054006 |
| 0.125 | 0.500 | 0.250 | 3 | 1.625 | 52-240BL | 7054007 |
| 0.188 | 0.750 | 0.250 | 3 | 1.625 | 52-260BL | 7054008 |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 4 | 2.625 | 52-280BL | 7054009 |
| 0.375 | 1.250 | 0.375 | 4 | 2.625 | 52-320BL | 7054010 |
| 0.500 | 1.500 | 0.500 | 5 | 3.625 | 52-360BL | 7054011 |
| 0.625 | 2.500 | 0.625 | 5 | 3.625 | 52-386BL | 7054012 |
| 0.750 | 3 | 0.750 | 6 | 4.625 | 52-397BL | 7054013 |

i Предназначена для контурного фрезерования и изготовления моделей. Улучшенная геометрия вершины позволяет получить превосходное качество резания по сравнению с другими концевыми фрезами со сферическим концом. Длинная серия выпускается исключительно в дюймах. В метрической системе она представлена серией 117000.
Designed for carving and modeling operations. Their improved tip geometry gives a superior cut compared to most ball nose end mills. Long version only available in inch sizes, the metric long version is covered by 117000 series.

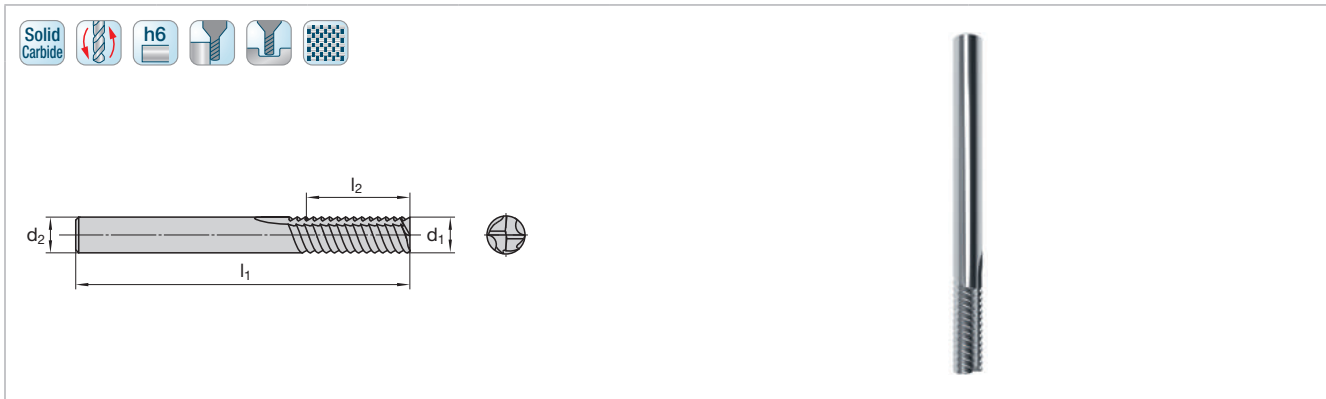
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | | 43000 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | l ₃ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 6 | 22 | 6 | 76 | 11 | 43060 | 2709823 |
| 8 | 25 | 8 | 76 | 12,5 | 43080 | 2730648 |
| 10 | 30 | 10 | 76 | 15 | 43100 | 2709827 |
| 12 | 35 | 12 | 80 | 17,5 | 43120 | 2755506 |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.250 | 0.875 | 0.250 | 2.500 | 0.440 | 43635 | 2730650 |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 0.500 | 43925 | 2730646 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | 0.560 | 43127 | 2730652 |

i Острая кромка в сочетании с различным углом наклона спирали позволяет обрабатывать мягкие пластики без образования заусенцов на поверхностном слое.
 The sharp edge combined with an upcut-downcut helix allows to cut soft plastics also with skin layers without generating burrs.

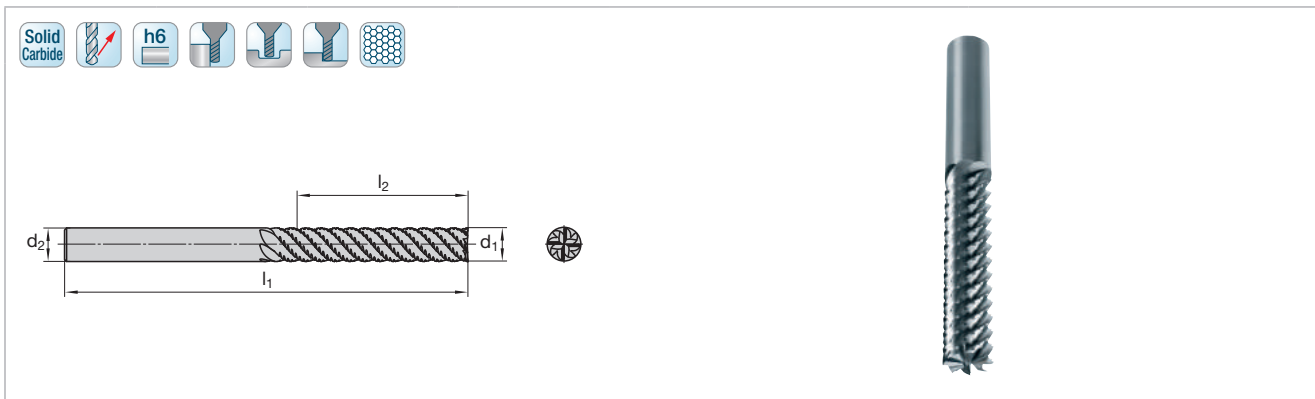
Рекомендации по применению на стр. 6–10
 Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 119000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 12 | 3 | 60 | 119030 | 2864643 | |
| 4 | 15 | 4 | 60 | 119040 | 2864644 | |
| 5 | 20 | 5 | 75 | 119050 | 2864645 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | 119060 | 2864646 | |
| 8 | 25 | 8 | 75 | 119080 | 2816892 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | 119100 | 2816890 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 119120 | 2864647 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3 | 119635 | 2864648 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 119952 | 2864649 | |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 3 | 119127 | 2864650 | |



Этот инструмент предназначен для фрезерования Kevlar® / арамидных материалов и обеспечения чистой поверхности обработки. Особый дизайн зубьев позволяет обрабатывать арамидные материалы без образования заусенцев и расслоений.
This tool is designed to mill Kevlar®/Aramid materials and produce a clean surface. The specific flute design shears the aramid fibers eliminating whiskers or delamination.



| Кат. № Cat.-No. | | | | 29-100 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 12 | 60 | 12 | 150 | 29-120 | 7053971 | |
| 16 | 80 | 16 | 150 | 29-135 | 7053972 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 4 | 29-110 | 7053973 | |
| 0.375 | 2 | 0.375 | 4 | 29-115 | 7053974 | |
| 0.500 | 3 | 0.500 | 6 | 29-125 | 7053975 | |
| 0.500 | 4.500 | 0.500 | 6.500 | 29-130 | 7053976 | |
| 0.750 | 3 | 0.750 | 6 | 29-140 | 7053977 | |
| 0.750 | 4.500 | 0.750 | 6.500 | 29-145 | 7053978 | |

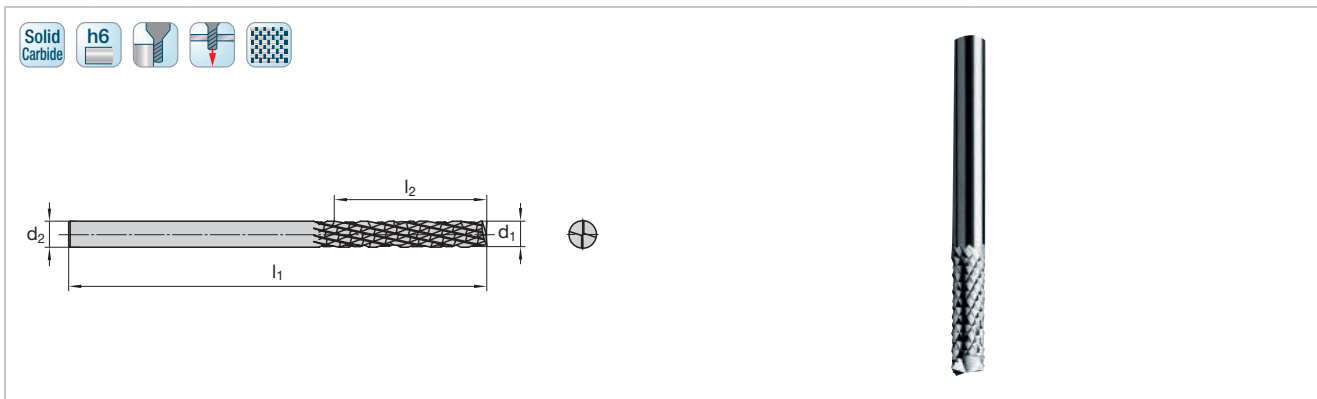


Этот инструмент является универсальным и предназначен для обработки сотовых материалов. Твердый сплав обеспечивает длительный срок службы инструмента, в то время как проверенная геометрия фрезы измельчает сердцевину материала и выводит стружку. Длина зуба позволяет обрабатывать глубокие карманы и может быть очень полезна при обработке поверхностей большой площади.

Designed to be a versatile tool and to cut most honeycomb core materials.

The solid carbide body offers long tool life while the proven hogger geometry shreds the core and evacuates chips. The long flute length allows for deep pocket applications and can also be used to surface large areas.

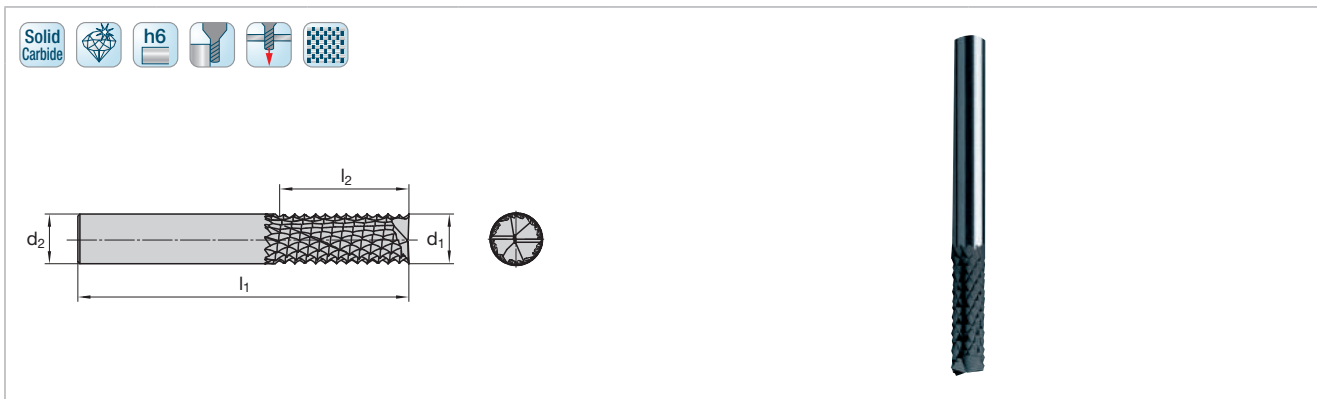
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 67-000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Дизайн вершины Point style | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 4 | 16 | 6 | 50 | Сверло Drill | 67-090 | 7053800 |
| 6 | 19 | 6 | 63 | | 67-091 | 7053801 |
| 6 | 25 | 6 | 75 | | 67-092 | 7053802 |
| 8 | 25 | 8 | 63 | | 67-093 | 7053803 |
| 10 | 25 | 10 | 75 | | 67-094 | 7053804 |
| 12 | 25 | 12 | 75 | | 67-095 | 7053805 |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 1 | 0.125 | 2 | Концевая фреза End mill | 67-003 | 7053806 |
| 0.250 | 1.125 | 0.250 | 3 | | 67-011 | 7053807 |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3 | | 67-023 | 7053808 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | | 67-031 | 7053809 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | | 67-037 | 7053810 |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2.500 | Сверло Drill | 67-080 | 7053811 |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 2.500 | | 67-120 | 7053812 |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 3 | | 67-160 | 7053813 |



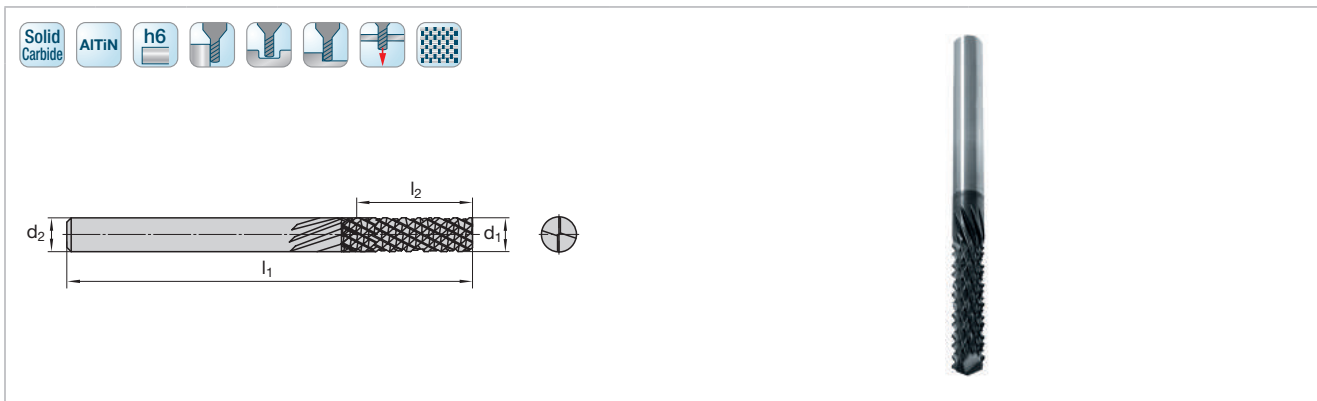
Фреза предназначена для обработки оргстекла. Встречный угол наклона спирали и „алмазный“ дизайн, являются отличным решением для эффективной резки материалов, армированных стекловолокном. 118000 серия представляет собой версию с алмазным покрытием для обработки абразивных материалов.
Designed as fiberglass routers. Their upcut/downcut diamond design effectively shears fibrous materials. The diamond coated version for highly abrasive materials is 118000 series.



| Кат. № Cat.-No. | | | | 118000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 12 | 3 | 38 | 118030 DFC | 2700065 | |
| 4 | 16 | 4 | 50 | 118040 DFC | 2700376 | |
| 6 | 19 | 6 | 63 | 118060 DFC | 2700377 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | 118060A DFC | 2700378 | |
| 8 | 25 | 8 | 63 | 118080 DFC | 2700380 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | 118100 DFC | 2700381 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 118120 DFC | 2745255 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 1 | 0.125 | 2 | 118317 DFC | 2700375 | |
| 0.188 | 0.688 | 0.188 | 2 | 118476 DFC | 2782182 | |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 2.500 | 118635 DFC | 2700379 | |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3 | 118952 DFC | 2864633 | |
| 0.500 | 1.625 | 0.500 | 3 | 118127 DFC | 2864635 | |

i Благодаря своему износостойкому алмазному покрытию этот инструмент используется для обработки реактопластов, армированных углеродным волокном.
Due to its wear-resistant diamond coating this tool is particularly dedicated to applications in carbonfiber-reinforced thermosets.

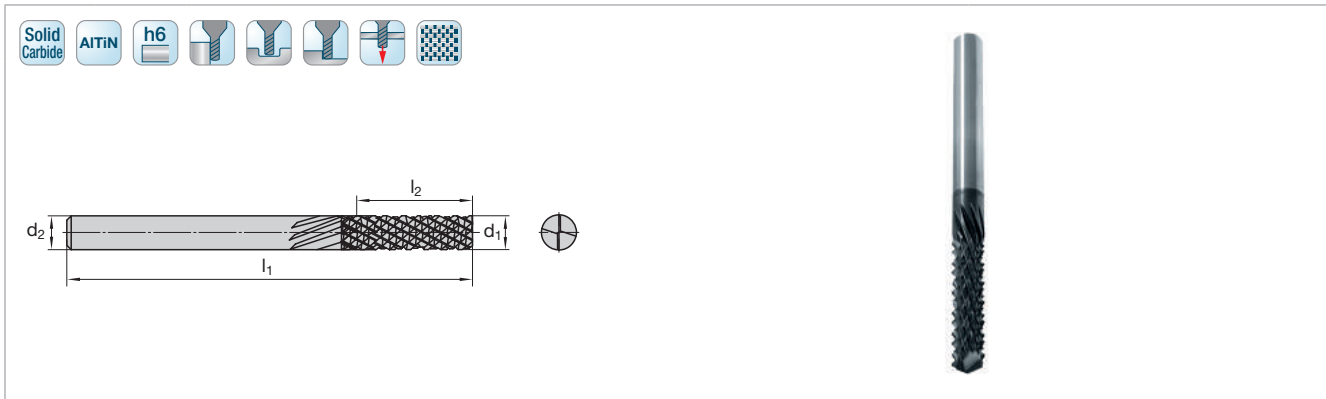
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 66-900 | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|---------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Дизайн вершины Point style | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | | |
| 4 | 16 | 6 | 50 | Стандарт no | 66-971ALTiN | 7053814 | |
| 6 | 19 | 6 | 75 | | 66-975ALTiN | 7053818 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | | 66-979ALTiN | 7053822 | |
| 8 | 25 | 8 | 63 | | 66-983ALTiN | 7053824 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | | 66-987ALTiN | 7053826 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 66-991ALTiN | 7053830 | | |
| 4 | 16 | 6 | 50 | Зубчатый burr | 66-972ALTiN | 7053815 | |
| 6 | 19 | 6 | 75 | | 66-976ALTiN | 7053819 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | | 66-980ALTiN | 7053823 | |
| 8 | 25 | 8 | 63 | | 66-984ALTiN | 7053825 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | | 66-988ALTiN | 7053827 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 66-992ALTiN | 7053831 | | |
| 4 | 16 | 6 | 50 | Концевая фреза End mill | 66-973ALTiN | 7053816 | |
| 6 | 19 | 6 | 75 | | 66-977ALTiN | 7053820 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | | 66-981ALTiN | 7051442 | |
| 8 | 25 | 8 | 63 | | 66-985ALTiN | 7050939 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | | 66-989ALTiN | 7050950 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 66-993ALTiN | 7053832 | | |
| 4 | 16 | 6 | 50 | Сверло Drill | 66-974ALTiN | 7053817 | |
| 6 | 19 | 6 | 75 | | 66-978ALTiN | 7053821 | |
| 6 | 25 | 6 | 75 | | 66-982ALTiN | 7053371 | |
| 8 | 25 | 8 | 63 | | 66-986ALTiN | 7050489 | |
| 10 | 25 | 10 | 75 | | 66-990ALTiN | 7053829 | |
| 12 | 25 | 12 | 75 | 66-994ALTiN | 7053833 | | |
| дюйм inch | | | | | | | |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 1.500 | Стандарт no | 66-901ALTiN | 7053834 | |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | | 66-905ALTiN | 7053838 | |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3 | | 66-909ALTiN | 7053842 | |
| 0.250 | 1.500 | 0.250 | 3.500 | | 66-913ALTiN | 7053846 | |
| 0.250 | 2.125 | 0.250 | 4 | | 66-917ALTiN | 7053850 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | | 66-921ALTiN | 7053854 | |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3.500 | | 66-925ALTiN | 7053858 | |
| 0.375 | 2.125 | 0.375 | 4 | | 66-929ALTiN | 7053862 | |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | | 66-933ALTiN | 7053866 | |
| 0.500 | 1.625 | 0.500 | 4 | | 66-937ALTiN | 7053870 | |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | | 66-941ALTiN | 7053874 | |
| 0.500 | 3.125 | 0.500 | 5 | | 66-945ALTiN | 7053878 | |
| 0.500 | 4.125 | 0.500 | 6 | | 66-949ALTiN | 7053882 | |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 1.500 | | Зубчатый burr | 66-902ALTiN | 7053835 |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | | | 66-906ALTiN | 7053839 |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3 | 66-910ALTiN | | 7053843 | |
| 0.250 | 1.500 | 0.250 | 3.500 | 66-914ALTiN | | 7053847 | |
| 0.250 | 2.125 | 0.250 | 4 | 66-918ALTiN | | 7053851 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 66-922ALTiN | | 7053855 | |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3.500 | 66-926ALTiN | | 7053859 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10





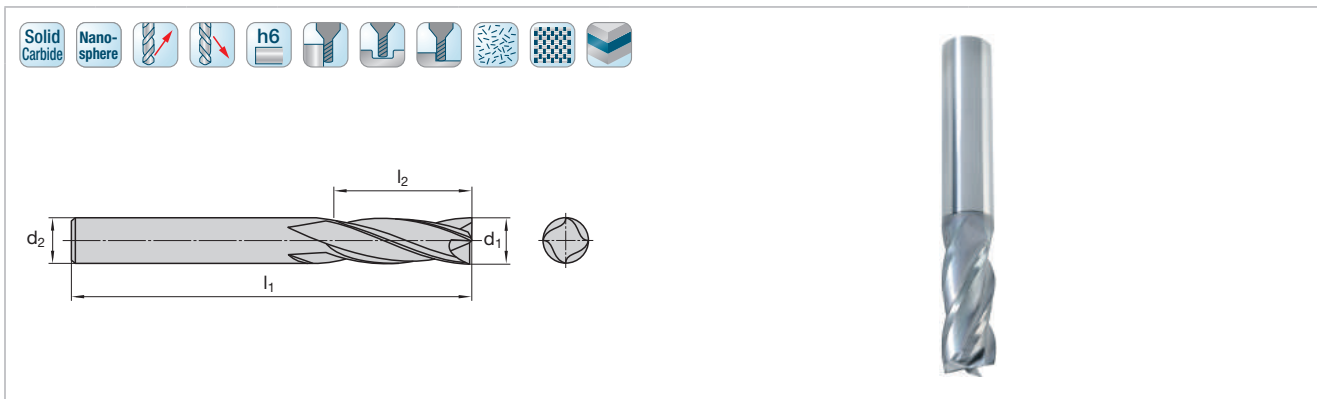
| Кат. № Cat.-No. | | | | 66-900 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Дизайн вершины Point style | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.375 | 2.125 | 0.375 | 4 | Зубчатый burr | 66-930ALTiN | 7053863 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | | 66-934ALTiN | 7053867 |
| 0.500 | 1.625 | 0.500 | 4 | | 66-938ALTiN | 7053871 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | | 66-942ALTiN | 7053875 |
| 0.500 | 3.125 | 0.500 | 5 | | 66-946ALTiN | 7053879 |
| 0.500 | 4.125 | 0.500 | 6 | | 66-950ALTiN | 7053883 |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 1.500 | Концевая фреза End mill | 66-903ALTiN | 7053836 |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | | 66-907ALTiN | 7053840 |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3 | | 66-911ALTiN | 7053844 |
| 0.250 | 1.500 | 0.250 | 3.500 | | 66-915ALTiN | 7053848 |
| 0.250 | 2.125 | 0.250 | 4 | | 66-919ALTiN | 7053852 |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | | 66-923ALTiN | 7053856 |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3.500 | | 66-927ALTiN | 7053860 |
| 0.375 | 2.125 | 0.375 | 4 | | 66-931ALTiN | 7053864 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | | 66-935ALTiN | 7053868 |
| 0.500 | 1.625 | 0.500 | 4 | | 66-939ALTiN | 7053872 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | | 66-943ALTiN | 7053876 |
| 0.500 | 3.125 | 0.500 | 5 | | 66-947ALTiN | 7053880 |
| 0.500 | 4.125 | 0.500 | 6 | | 66-951ALTiN | 7053884 |
| 0.125 | 0.500 | 0.125 | 1.500 | | Сверло Drill | 66-904ALTiN |
| 0.188 | 0.625 | 0.250 | 2 | 66-908ALTiN | | 7053841 |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3 | 66-912ALTiN | | 7053845 |
| 0.250 | 1.500 | 0.250 | 3.500 | 66-916ALTiN | | 7053849 |
| 0.250 | 2.125 | 0.250 | 4 | 66-920ALTiN | | 7053853 |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3 | 66-924ALTiN | | 7053857 |
| 0.375 | 1.625 | 0.375 | 3.500 | 66-928ALTiN | | 7053861 |
| 0.375 | 2.125 | 0.375 | 4 | 66-932ALTiN | | 7053865 |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 3 | 66-936ALTiN | | 7053869 |
| 0.500 | 1.625 | 0.500 | 4 | 66-940ALTiN | | 7053873 |
| 0.500 | 2.125 | 0.500 | 4 | 66-944ALTiN | | 7053877 |
| 0.500 | 3.125 | 0.500 | 5 | 66-948ALTiN | | 7053881 |
| 0.500 | 4.125 | 0.500 | 6 | 66-952ALTiN | | 7053885 |

i Эта новая фреза для обработки композитных материалов, по сравнению с другими фрезами для контурной обработки, является действительно высокопроизводительным режущим инструментом. Глубокие канавки облегчают сход стружки и способствуют отводу тепла из зоны резания, что продлевает срок службы инструмента и защищает заготовку от перегрева. Геометрия фрезы позволяет получить гладкий срез материала и избежать дополнительных обработок. Она также требует меньшего усилия оператора при ее использовании на фрезерном станке с ручным управлением. Использование же этой фрезы на станке с ЧПУ позволяет достичь высокой скорости обработки и подачи материала, что увеличивает производительность станка и уменьшает затраты на производство. Благодаря широкому выбору дизайна вершины фреза является универсальной. По требованию она также может иметь тонкое алмазное покрытие.

The new High Performance Composite Router is, contrary to other router bits, a true cutting tool. Deep cutting flutes increase the chip flow and aids in dissipating heat resulting in longer tool life and protecting the workpiece. The geometry produces a smooth edge on the material, eliminating secondary operations. In a hand router application, the geometry reduces the cutting force required by the operator. In a CNC router application, higher speeds and feeds can be achieved, increasing productivity and lowering costs. Due to its different point geometries, it is very versatile. On request the tools can be quoted with a diamond film coating.

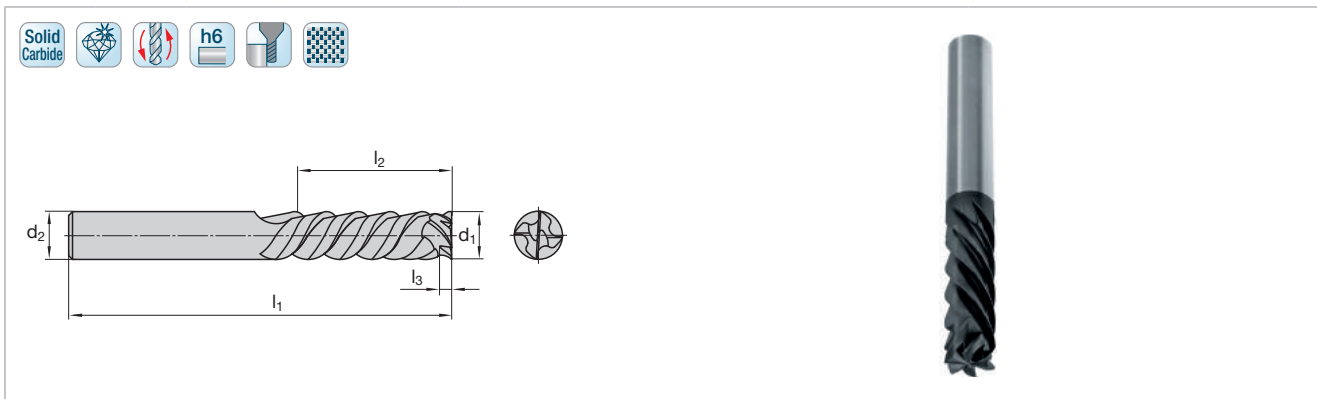
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

NEW



| Кат. № Cat.-No. | | | | 54-200 | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Угол подъема Helix | Число зубьев No. of teeth | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | | |
| 6 | 19 | 6 | 76 | стружка вверх upcut | 4 | 54-260 | 7069569 |
| 8 | 22 | 8 | 76 | | 4 | 54-266 | 7069570 |
| 10 | 25 | 10 | 76 | | 4 | 54-270 | 7069571 |
| 12 | 25 | 12 | 76 | | 4 | 54-276 | 7069572 |
| 6 | 19 | 6 | 76 | стружка вниз downcut | 4 | 54-261 | 7069573 |
| 8 | 22 | 8 | 76 | | 4 | 54-267 | 7069574 |
| 10 | 25 | 10 | 76 | | 4 | 54-271 | 7069575 |
| 12 | 25 | 12 | 76 | | 4 | 54-277 | 7069576 |
| дюйм inch | | | | | | | |
| 0.125 | 0.5 | 0.25 | 2 | стружка вверх upcut | 3 | 54-205 | 7069577 |
| 0.188 | 0.625 | 0.25 | 2 | | 3 | 54-210 | 7069578 |
| 0.25 | 0.75 | 0.25 | 2.5 | | 4 | 54-220 | 7069579 |
| 0.375 | 1.125 | 0.375 | 3 | | 4 | 54-230 | 7069580 |
| 0.5 | 1.125 | 0.5 | 3.5 | | 4 | 54-240 | 7069581 |
| 0.125 | 0.5 | 0.25 | 2 | стружка вниз downcut | 3 | 54-206 | 7069582 |
| 0.188 | 0.625 | 0.25 | 2 | | 3 | 54-211 | 7069583 |
| 0.25 | 0.75 | 0.25 | 2.5 | | 4 | 54-221 | 7069584 |
| 0.375 | 1.125 | 0.375 | 3 | | 4 | 54-231 | 7069585 |
| 0.5 | 1.125 | 0.5 | 3.5 | | 4 | 54-241 | 7069586 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | | | 66-800 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | l ₃ | Число зубьев No. of teeth | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | | | |
| 6 | 20 | 6 | 90 | 7,75 | 4 | 66-852 DFC | 7053906 | |
| 8 | 25 | 8 | 100 | 8 | 4 | 66-858 DFC | 7053907 | |
| 10 | 25 | 10 | 100 | 8,5 | 6 | 66-864 DFC | 7050180 | |
| 12 | 25 | 12 | 100 | 9 | 6 | 66-870 DFC | 7053908 | |
| дюйм inch | | | | | | | | |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 3.500 | 0.325 | 4 | 66-802 DFC | 7053909 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 4 | 0.100 | 4 | 66-811 DFC | 7053910 | |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 4 | 0.340 | 6 | 66-814 DFC | 7053911 | |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 4 | 0.100 | 6 | 66-817 DFC | 7053912 | |
| 0.500 | 1.125 | 0.500 | 4 | 0.350 | 6 | 66-823 DFC | 7053913 | |



Дизайн фрезы с разнонаправленными винтовыми канавками LMT Onsrud позволяет решить все возникающие проблемы в процессе обработки композитных материалов.

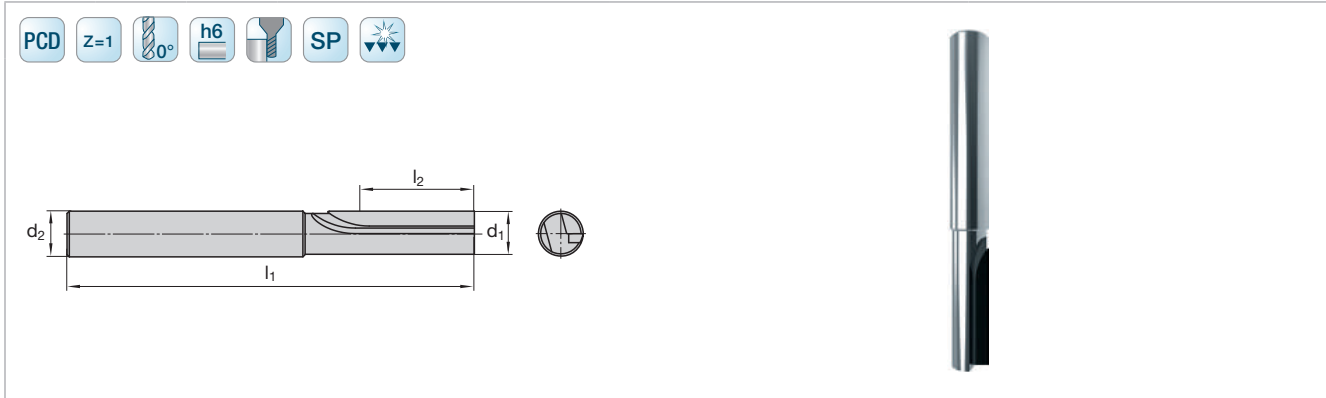
Разнонаправленные винтовые канавки оказывают одновременное давление на верхний и нижний слой материала, тем самым сжимая панель, что предотвращает появление расслоений и улучшает качество обработки края.

Благодаря открытым винтовым канавкам и положительному переднему углу инструмента, происходит отвод тепла, что предотвращает растекание смолы. Особенностью фрезы является тонкое алмазное покрытие, которое увеличивает срок службы инструмента при ее использовании для обработки абразивных материалов.

The design of LMT Onsrud's compression tool addresses all common issues encountered while routing composites.

To prevent delamination and improve edge finish, the upcut spiral exerts upward pressure on the bottom of the material and the downcut spiral exerts pressure on the top of the material, compressing the panel.

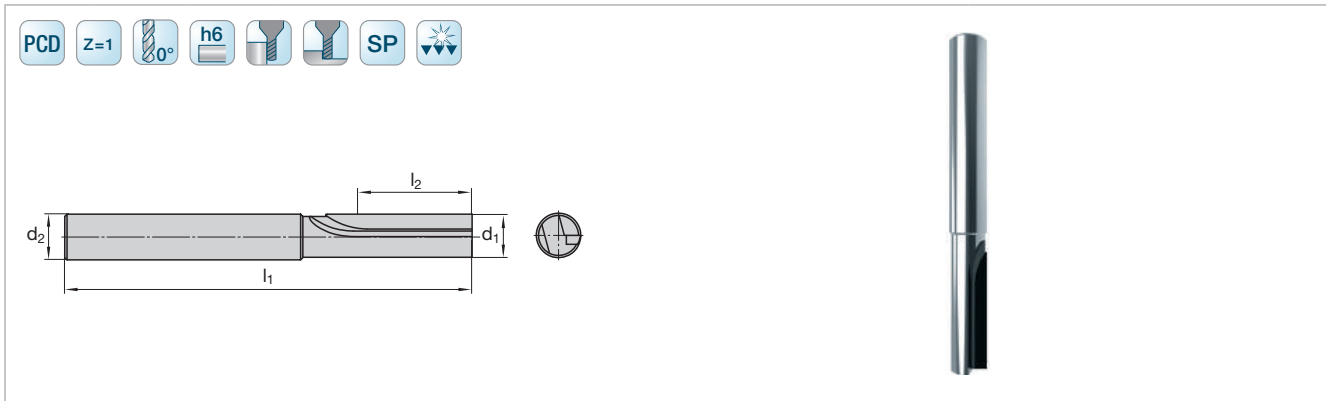
To prevent resin flow, heat is dissipated by the open flute geometry and the positive rake angle. The tool features diamond film coating (DFC) for longer life in abrasive materials.



| Кат. № Cat.-No. | | | | 204000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Макс. толщина материала max. material thickness | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 6 | 6 | 50 | 4 | 204030 | 2825614 |
| 4 | 10 | 6 | 50 | 8 | 204040 | 2825615 |
| 6 | 14 | 6 | 50 | 12 | 204060 | 2813894 |
| 8 | 18 | 8 | 50 | 16 | 204080 | 2813896 |
| 10 | 22 | 10 | 60 | 20 | 204100 | 2813898 |



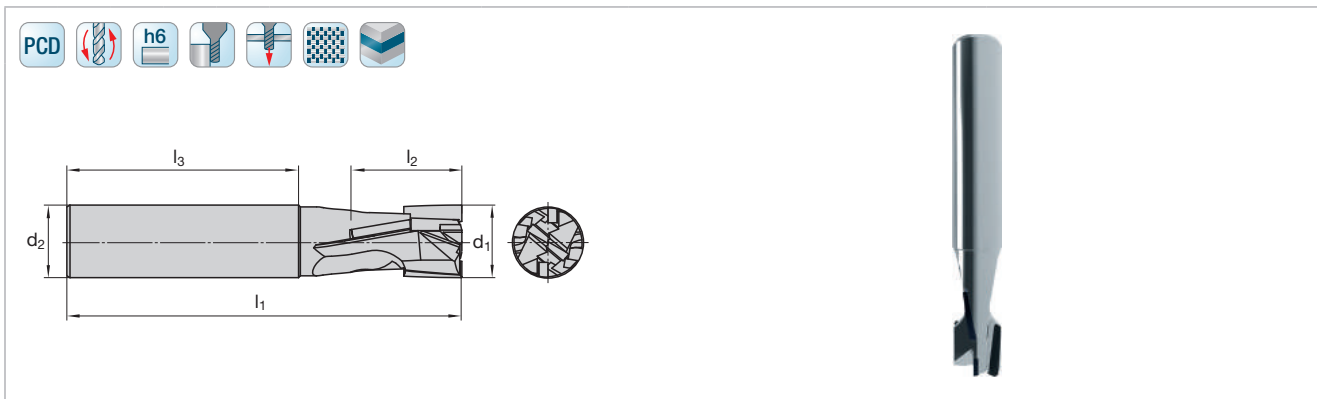
Этот новый инструмент с поликристаллическим алмазом (PCD), очень тонкой режущей кромкой и полированной стружечной канавкой позволяет получить гладкую поверхность при обработке полиметилметакрилатных (PMMA) материалов, как например, оргстекло, и других прозрачных материалов, которые обрабатывают инструментом из природного алмаза.
Рекомендации по применению: 0,2 макс. ширина обработки (a_e).
This new PCD tool with a superfine cutting edge and flute finishing will permit you to achieve a polished surface quality in PMMA materials like Plexiglas or other transparent thermoplastics like you used to know only from natural diamond tools.
Application recommendation: 0.01 inch max. width of cut (a_e)



| Кат. № Cat.-No. | | | | 205000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Макс. толщина материала max. material thickness | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 6 | 6 | 50 | 4 | 205030 | 2825477 |
| 4 | 10 | 6 | 50 | 8 | 205040 | 2825594 |
| 6 | 14 | 6 | 50 | 12 | 205060 | 2818506 |
| 8 | 18 | 8 | 50 | 16 | 205080 | 2818352 |
| 10 | 22 | 10 | 60 | 20 | 205100 | 2825459 |



Верхняя кромка позволяет осуществлять плунжерное фрезерование и чистовую обработку дна заготовки.
Рекомендации по применению: 0,2 мм. макс. ширина фрезерования (a_e)
The center cutting milling point permits plunging and finishing on the ground.
Application recommendation: 0.01inch max. width of cut (a_e)

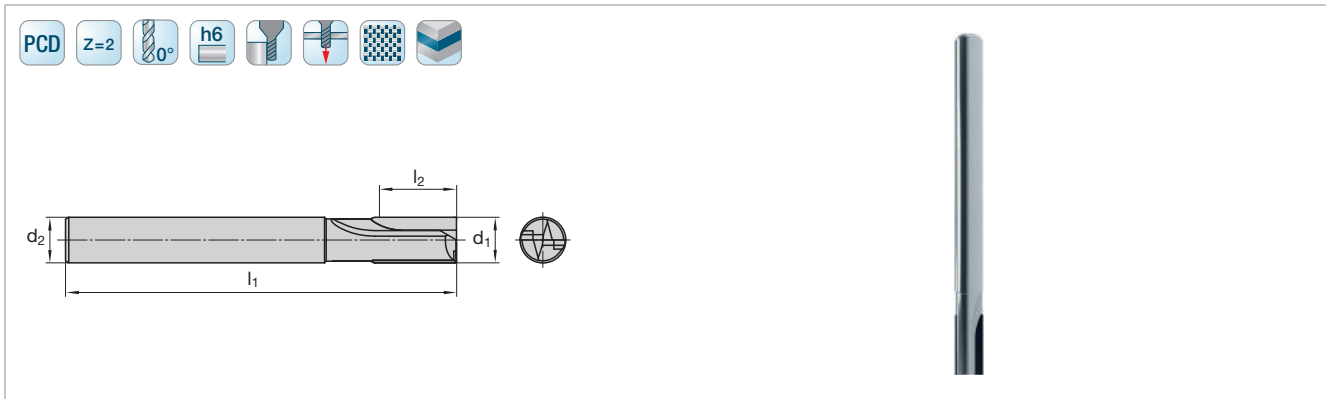


| Кат. № Cat.-No. | | | | | | 213000 | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | l ₃ | d ₂ | l ₁ | Зона сжатия Compression zone | Число зубьев No. of teeth | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | | | | |
| 6 | 10 | 44 | 6 | 60 | 6 ... 8 | 1 + 1 | 213060 | 2824139 | |
| 8 | 12 | 44 | 8 | 60 | 7 ... 10 | 1 + 1 | 213080 | 2824140 | |
| 10 | 18 | 50 | 10 | 80 | 10 ... 16 | 2 + 2 | 213100 | 2706230 | |
| 12 | 20 | 50 | 12 | 80 | 11 ... 18 | 2 + 2 | 213120 | 2701173 | |
| 14 | 22 | 55 | 14 | 90 | 12 ... 20 | 2 + 2 | 213140 | 2701174 | |
| 16 | 26 | 55 | 16 | 95 | 14 ... 24 | 2 + 2 | 213160 | 2701175 | |
| 18 | 28 | 55 | 18 | 100 | 15 ... 26 | 2 + 2 | 213180 | 2701176 | |
| 20 | 30 | 65 | 20 | 110 | 16 ... 28 | 2 + 2 | 213200 | 2701177 | |
| 25 | 32 | 65 | 25 | 115 | 17 ... 30 | 2 + 2 | 213250 | 2701178 | |



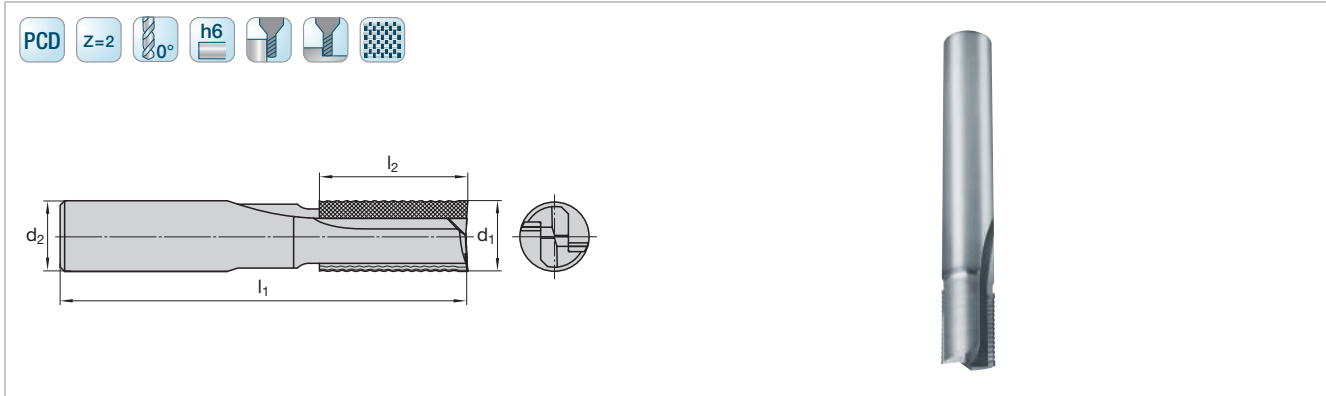
Этот новый инструмент с поликристаллическим алмазным (PCD) покрытием предназначен для высокоскоростного фрезерования композитов, армированных стекло- или углеродным волокном. Рекомендуемая максимальная и минимальная толщина материала позволяет выдерживать необходимую зону сжатия.

This new PCD tool is particularly dedicated to high speed milling of glass- or carbon-fibre reinforced composites. The recommended minimum and maximum material thickness permits you to stay inside the



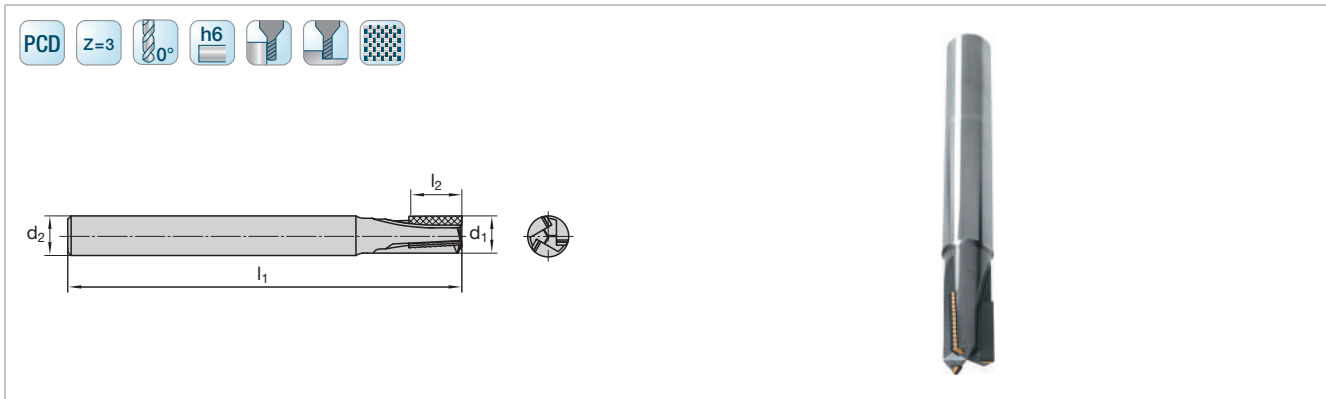
| Кат. № Cat.-No. | | | | 203000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | 45° Фаска 45° Chamfer | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 8 | 6 | 80 | 0,05 | 203030 | 2701179 |
| 4 | 10 | 4 | 80 | 0,1 | 203040 | 2701180 |
| 6 | 15 | 6 | 80 | 0,1 | 203060 | 2787891 |
| 8 | 18 | 8 | 100 | 0,15 | 203080 | 2701181 |
| 10 | 20 | 10 | 100 | 0,2 | 203100 | 2701182 |
| 12 | 24 | 12 | 100 | 0,2 | 203120 | 2701183 |
| 14 | 26 | 14 | 120 | 0,2 | 203140 | 2701184 |
| 16 | 28 | 16 | 120 | 0,2 | 203160 | 2701185 |
| 18 | 30 | 18 | 120 | 0,2 | 203180 | 2701186 |
| 20 | 30 | 20 | 120 | 0,2 | 203200 | 2701187 |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.344 | 0.250 | 3.125 | 0.002 | 203317 | 2864639 |
| 0.250 | 0.625 | 0.250 | 3.125 | 0.004 | 203635 | 2864640 |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 4 | 0.008 | 203127 | 2864641 |
| 0.750 | 1.125 | 0.750 | 5 | 0.008 | 203191 | 2864642 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 68-200 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | |
| 6 | 20 | 6 | 76 | 68-213M | 7052123 |
| 10 | 25 | 10 | 88 | 68-226M | 7053914 |
| 12 | 32 | 12 | 100 | 68-236M | 7053915 |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.250 | 0.375 | 0.250 | 3 | 68-210 | 7053916 |
| 0.250 | 0.750 | 0.250 | 3 | 68-213 | 7053917 |
| 0.250 | 1 | 0.250 | 3.500 | 68-216 | 7053918 |
| 0.375 | 0.375 | 0.375 | 3 | 68-220 | 7053919 |
| 0.375 | 0.750 | 0.375 | 3 | 68-223 | 7053920 |
| 0.375 | 1 | 0.375 | 3.500 | 68-226 | 7053921 |
| 0.500 | 0.750 | 0.500 | 4 | 68-230 | 7053922 |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 4 | 68-233 | 7053923 |
| 0.500 | 1.250 | 0.500 | 4 | 68-236 | 7053924 |

i Эта фреза предназначена для черновой обработки материала. Ее уникальная геометрия требует меньшей силы резания, что увеличивает срок службы инструмента, скорость подачи и уменьшает уровень шума.
This tool is particularly designed to act as a rougher. The unique geometry reduces the cutting forces resulting in longer tool life, higher feed rates and reduced noise.

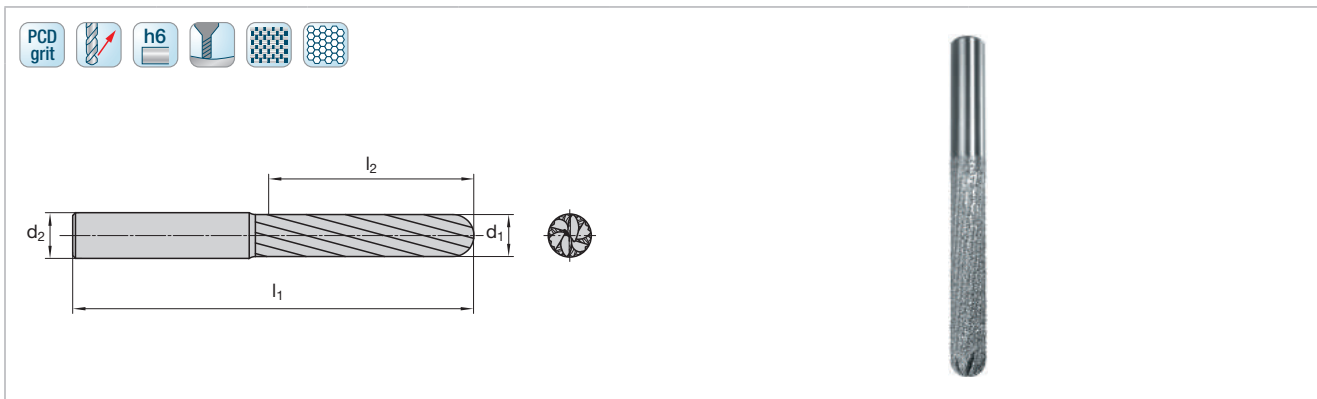


| Кат. № Cat.-No. | | | | 68-300 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 8 | 10 | 8 | 76 | 68-310 | 7052122 | |
| 10 | 14 | 10 | 100 | 68-325 | 7053902 | |
| 12 | 14 | 12 | 100 | 68-330 | 7053903 | |
| 12 | 26 | 12 | 100 | 68-335 | 7053904 | |
| 16 | 26 | 16 | 100 | 68-355 | 7053905 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.375 | 0.500 | 0.375 | 4 | 68-315 | 7053896 | |
| 0.375 | 0.875 | 0.375 | 4 | 68-320 | 7053897 | |
| 0.500 | 0.625 | 0.500 | 4 | 68-340 | 7053898 | |
| 0.500 | 1 | 0.500 | 4 | 68-345 | 7053899 | |
| 0.500 | 1.250 | 0.500 | 4 | 68-350 | 7053900 | |
| 0.750 | 1.375 | 0.750 | 5 | 68-360 | 7053901 | |

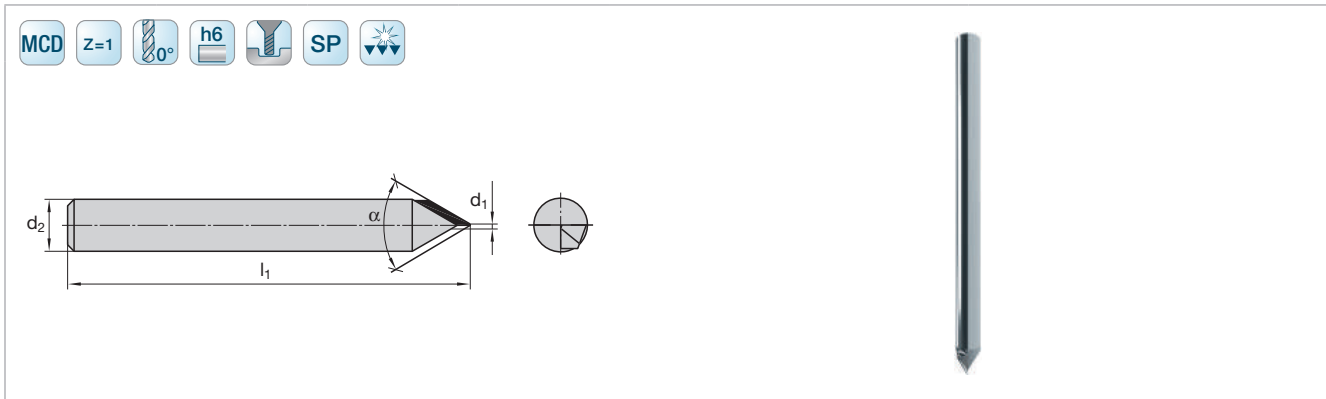


Благодаря дополнительной финишной кромке, этот вариант фрезы „Serf“ помогает получить желаемое качество финишной обработки всего за один проход.

Due to the additional finishing wing, this variant of our serf cutter produces finish quality in only one pass.

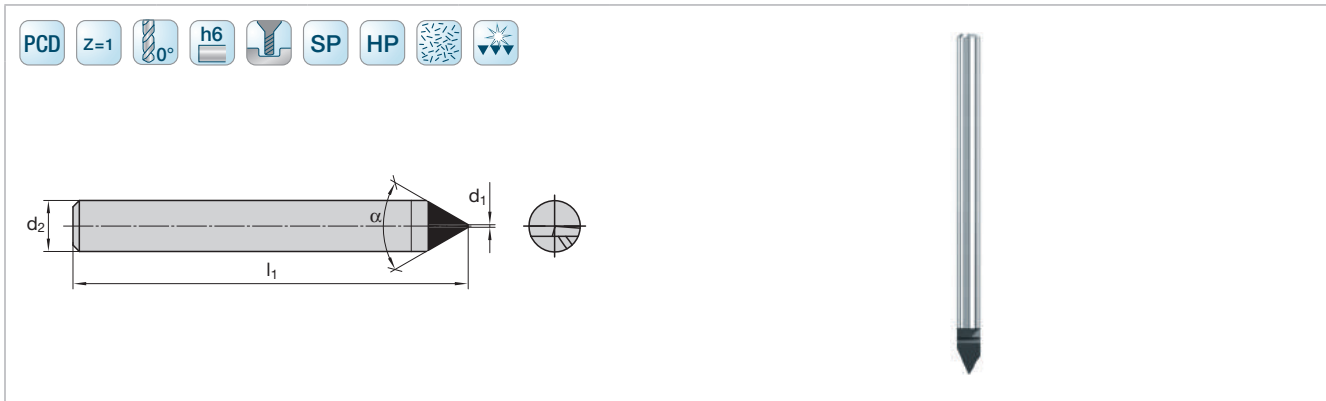


| Кат. № Cat.-No. | | | | 29-050B | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 6 | 32 | 6 | 100 | DRB56226 | 7053967 | |
| 10 | 60 | 10 | 120 | DRB56227 | 7053968 | |
| 12 | 75 | 12 | 120 | DRB56228 | 7053969 | |
| 20 | 75 | 20 | 120 | DRB56229 | 7053970 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 4 | 29-053 | 7053962 | |
| 0.375 | 2.500 | 0.500 | 4 | 29-058 | 7053963 | |
| 0.500 | 3 | 0.500 | 5 | 29-063 | 7053964 | |
| 0.750 | 3 | 0.500 | 5 | 29-068 | 7053965 | |
| 1 | 2 | 0.750 | 4 | 29-074 | 7053966 | |



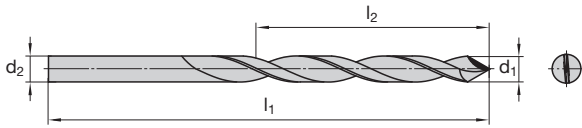
| Кат. № Cat.-No. | | | | 211000 | | |
|--------------------------------|-----|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| Радиус Rадii d ₁ | α | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 0,1 | 90° | 4 | 60 | 211090 | 2825592 | |
| 0,2 | 60° | 4 | 60 | 211060 | 2810944 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



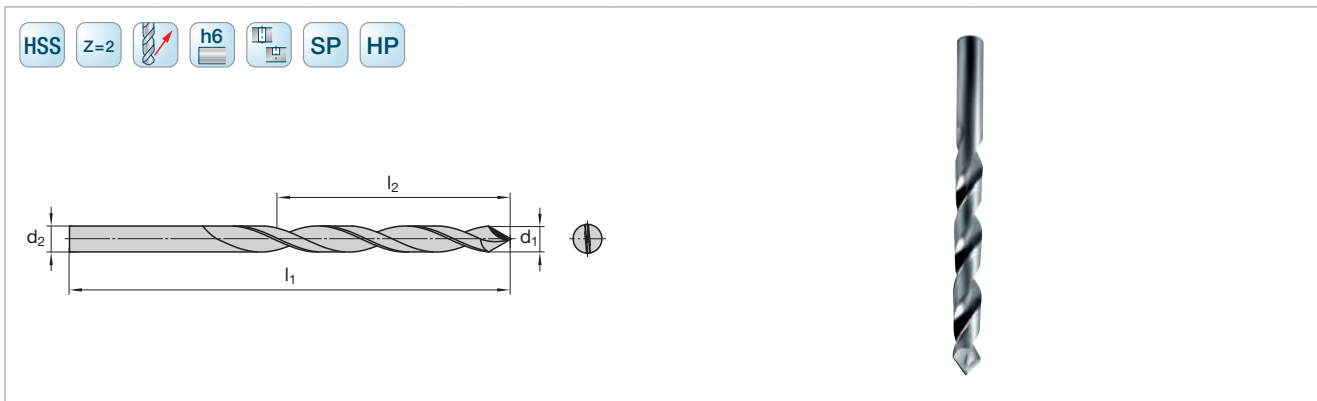
| Кат. № Cat.-No. | | | | 212000 | | |
|--------------------------------|-----|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| Радиус Rадii d ₁ | α | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 0,1 | 90° | 4 | 60 | 212090 | 2825591 | |
| 0,2 | 60° | 4 | 60 | 212060 | 2821644 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 70-700 70-500 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | |
| 3 | 41 | 3 | 70 | 70-714 | 6602390 |
| 3,5 | 44 | 3,5 | 73 | 70-715 | 6602391 |
| 4 | 54 | 4 | 83 | 70-716 | 6602392 |
| 4,5 | 56 | 4,5 | 86 | 70-717 | 6602393 |
| 5 | 62 | 5 | 92 | 70-718 | 6602394 |
| 5,5 | 64 | 5,5 | 95 | 70-719 | 6602395 |
| 6 | 70 | 6 | 102 | 70-720 | 6602396 |
| 6,5 | 73 | 6,5 | 105 | 70-721 | 6602397 |
| 7 | 73 | 7 | 105 | 70-722 | 6602398 |
| 7,5 | 78 | 7,5 | 111 | 70-723 | 6602399 |
| 8 | 81 | 8 | 114 | 70-724 | 6602400 |
| 8,5 | 87 | 8,5 | 121 | 70-725 | 6602401 |
| 9 | 89 | 9 | 124 | 70-726 | 6602402 |
| 9,5 | 92 | 9,5 | 127 | 70-727 | 6602403 |
| 10 | 95 | 10 | 130 | 70-728 | 6602404 |
| 10,5 | 98 | 10,5 | 133 | 70-729 | 6602405 |
| 11 | 103 | 11 | 140 | 70-730 | 6602406 |
| 11,5 | 106 | 11,5 | 143 | 70-731 | 6602407 |
| 12 | 111 | 12 | 149 | 70-732 | 6602408 |
| 12,5 | 114 | 12,5 | 152 | 70-733 | 6602409 |
| 13 | 114 | 13 | 152 | 70-734 | 6602410 |
| 13,5 | 122 | 13,5 | 168 | 70-735 | 6602411 |
| 14 | 122 | 14 | 168 | 70-736 | 6602412 |
| 14,5 | 122 | 14,5 | 168 | 70-737 | 6602413 |
| 15 | 132 | 15 | 181 | 70-738 | 6602414 |
| 15,5 | 132 | 15,5 | 181 | 70-739 | 6602415 |
| 16 | 132 | 16 | 181 | 70-740 | 6602416 |
| 16,5 | 132 | 16,5 | 181 | 70-741 | 6602417 |
| 17 | 143 | 17 | 194 | 70-742 | 6602418 |
| 17,5 | 143 | 17,5 | 194 | 70-743 | 6602419 |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.125 | 1.500 | 0.125 | 2.750 | 70-502 | 7054199 |
| 0.141 | 1.750 | 0.141 | 2.875 | 70-503 | 7054200 |
| 0.156 | 1.938 | 0.156 | 3.125 | 70-506 | 7054201 |
| 0.172 | 1.750 | 0.172 | 3.250 | 70-509 | 7054202 |
| 0.188 | 2.125 | 0.188 | 3.500 | 70-510 | 7054203 |
| 0.203 | 2.438 | 0.203 | 3.625 | 70-511 | 7054204 |
| 0.219 | 2.500 | 0.219 | 3.750 | 70-512 | 7054205 |
| 0.234 | 2.625 | 0.234 | 3.875 | 70-513 | 7054206 |
| 0.250 | 2.438 | 0.250 | 4 | 70-514 | 7054207 |
| 0.266 | 2.875 | 0.266 | 4.125 | 70-515 | 7054208 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



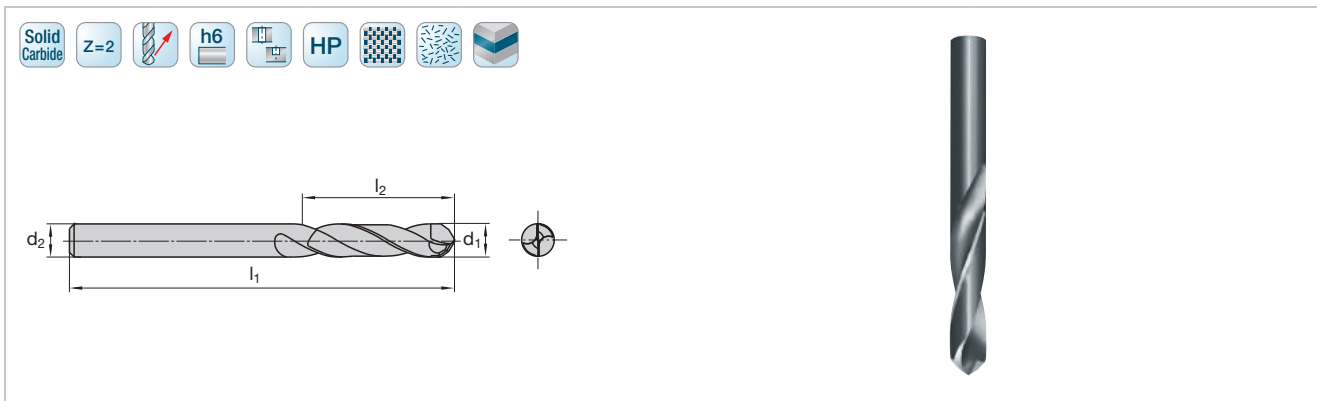
| Кат. № Cat.-No. | | | | 70-700 70-500 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.281 | 2.938 | 0.281 | 4.250 | 70-516 | 7054209 |
| 0.297 | 3.063 | 0.297 | 4.375 | 70-517 | 7054210 |
| 0.313 | 1.750 | 0.250 | 3.875 | 70-520 | 7054211 |
| 0.328 | 3.313 | 0.328 | 4.625 | 70-521 | 7054212 |
| 0.344 | 3.438 | 0.344 | 4.750 | 70-522 | 7054213 |
| 0.359 | 3.500 | 0.359 | 4.875 | 70-523 | 7054214 |
| 0.375 | 2.250 | 0.250 | 4.375 | 70-524 | 7054215 |
| 0.391 | 3.750 | 0.391 | 5.125 | 70-525 | 7054216 |
| 0.406 | 3.875 | 0.406 | 5.125 | 70-526 | 7054217 |
| 0.422 | 3.938 | 0.422 | 5.375 | 70-527 | 7054218 |
| 0.438 | 2.500 | 0.250 | 4.750 | 70-528 | 7054219 |
| 0.453 | 4.188 | 0.453 | 5.625 | 70-529 | 7054220 |
| 0.469 | 4.313 | 0.469 | 5.750 | 70-530 | 7054221 |
| 0.484 | 4.375 | 0.484 | 5.875 | 70-531 | 7054222 |
| 0.500 | 2.625 | 0.250 | 5.125 | 70-532 | 7054223 |
| 0.516 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-533 | 7054224 |
| 0.531 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-534 | 7054225 |
| 0.547 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-535 | 7054226 |
| 0.563 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-536 | 7054227 |
| 0.578 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-537 | 7054228 |
| 0.594 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-538 | 7054229 |
| 0.609 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-539 | 7054230 |
| 0.625 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-540 | 7054231 |
| 0.641 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-541 | 7054232 |
| 0.656 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-542 | 7054233 |
| 0.672 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-543 | 7054234 |
| 0.688 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-544 | 7054235 |
| 0.703 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-545 | 7054236 |
| 0.719 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-546 | 7054237 |
| 0.734 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-547 | 7054238 |
| 0.750 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-548 | 7054239 |
| 0.766 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-549 | 7054240 |
| 0.781 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-550 | 7054241 |
| 0.797 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-551 | 7054242 |
| 0.813 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-552 | 7054243 |
| 0.828 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-553 | 7054244 |
| 0.844 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-554 | 7054245 |
| 0.859 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-555 | 7054246 |
| 0.875 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-556 | 7054247 |
| 0.891 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-557 | 7054248 |
| 0.906 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-558 | 7054249 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Кат. № Cat.-No. | | | | 70-700 70-500 | |
| d_1 | l_2 | d_2 | l_1 | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.922 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-559 | 7054250 |
| 0.938 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-560 | 7054251 |
| 0.953 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-561 | 7054252 |
| 0.969 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-562 | 7054253 |
| 0.984 | 3.125 | 0.500 | 6 | 70-563 | 7054254 |

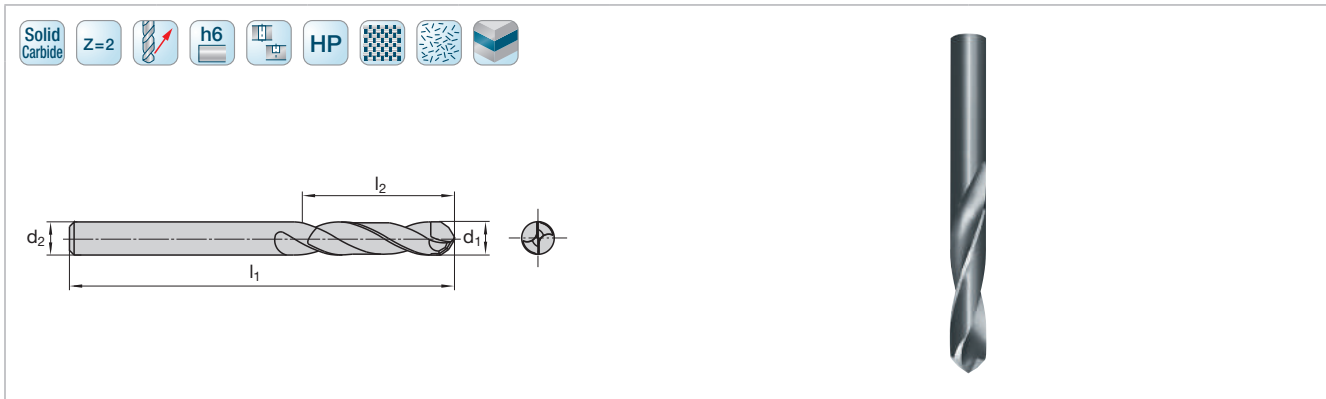
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 67-900 67-800 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | |
| 3 | 32 | 3 | 57 | 67-961 | 6602179 |
| 3,5 | 35 | 3,5 | 64 | 67-962 | 6602180 |
| 4 | 35 | 4 | 64 | 67-963 | 6602181 |
| 4,5 | 41 | 4,5 | 70 | 67-964 | 9088471 |
| 5 | 44 | 5 | 76 | 67-965 | 6602183 |
| 5,5 | 44 | 5,5 | 76 | 67-966 | 6602184 |
| 6 | 51 | 6 | 83 | 67-967 | 6602185 |
| 6,5 | 51 | 6,5 | 83 | 67-968 | 6602186 |
| 7 | 57 | 7 | 89 | 67-969 | 6602187 |
| 7,5 | 60 | 7,5 | 95 | 67-970 | 6602188 |
| 8 | 60 | 8 | 95 | 67-971 | 7053357 |
| 8,5 | 64 | 8,5 | 102 | 67-972 | 6602190 |
| 9 | 64 | 9 | 102 | 67-973 | 6602191 |
| 9,5 | 70 | 9,5 | 108 | 67-974 | 6602192 |
| 10 | 73 | 10 | 114 | 67-975 | 6602193 |
| 10,5 | 73 | 10,5 | 114 | 67-976 | 6602194 |
| 11 | 73 | 11 | 114 | 67-977 | 6602195 |
| 11,5 | 76 | 11,5 | 121 | 67-978 | 6602196 |
| 12 | 76 | 12 | 121 | 67-979 | 6602197 |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.125 | 1.250 | 0.125 | 2.250 | 67-807 | 7054127 |
| 0.141 | 1.375 | 0.141 | 2.500 | 67-808 | 7054128 |
| 0.156 | 1.375 | 0.156 | 2.500 | 67-809 | 7054129 |
| 0.172 | 1.625 | 0.172 | 2.750 | 67-810 | 7054130 |
| 0.188 | 1.625 | 0.188 | 2.750 | 67-811 | 7054131 |
| 0.203 | 1.750 | 0.203 | 3 | 67-812 | 7054132 |
| 0.219 | 1.750 | 0.219 | 3 | 67-813 | 7054133 |
| 0.234 | 2 | 0.234 | 3.250 | 67-814 | 7054134 |
| 0.250 | 2 | 0.250 | 3.250 | 67-815 | 7054135 |
| 0.266 | 2.125 | 0.266 | 3.500 | 67-816 | 7054136 |
| 0.281 | 2.125 | 0.281 | 3.500 | 67-817 | 7054137 |
| 0.297 | 2.375 | 0.297 | 3.750 | 67-818 | 7054138 |
| 0.313 | 2.375 | 0.313 | 3.750 | 67-819 | 7054139 |
| 0.328 | 2.500 | 0.328 | 4 | 67-820 | 7054140 |
| 0.344 | 2.500 | 0.344 | 4 | 67-821 | 7054141 |
| 0.359 | 2.500 | 0.359 | 4 | 67-822 | 7054142 |
| 0.375 | 2.750 | 0.375 | 4.250 | 67-823 | 7054143 |
| 0.391 | 2.875 | 0.391 | 4.500 | 67-824 | 7054144 |
| 0.406 | 2.875 | 0.406 | 4.500 | 67-825 | 7054145 |
| 0.422 | 2.875 | 0.422 | 4.500 | 67-826 | 7054146 |
| 0.438 | 2.875 | 0.438 | 4.500 | 67-827 | 7054147 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



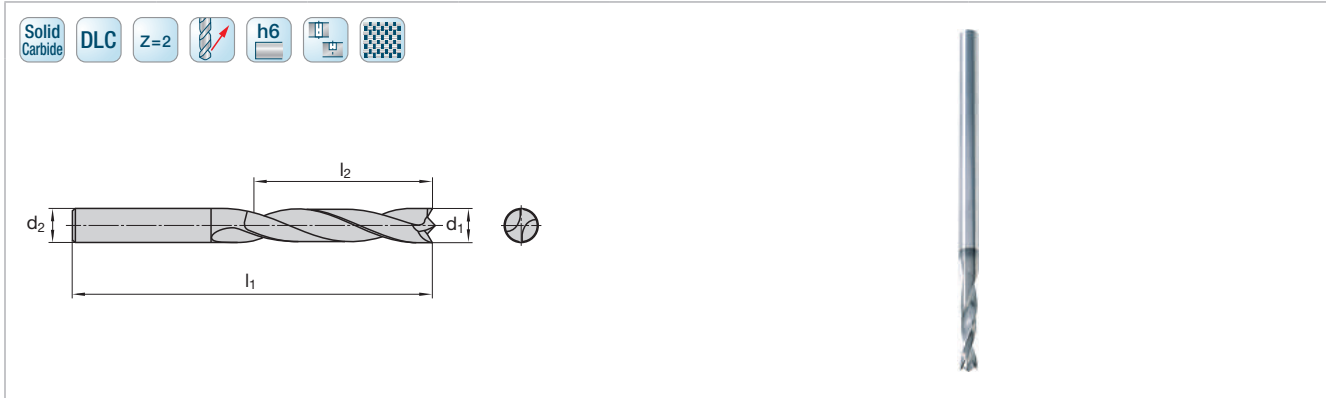


| Кат. № Cat.-No. | | | | 67-800 67-900 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.453 | 3 | 0.453 | 4.750 | 67-828 | 7054148 | |
| 0.469 | 3 | 0.469 | 4.750 | 67-829 | 7054149 | |
| 0.484 | 3 | 0.484 | 4.750 | 67-830 | 7054150 | |
| 0.500 | 3 | 0.500 | 4.750 | 67-831 | 7054151 | |

i Требуется меньшая сила резания и предотвращается появление расслоений при выходе из материала.
Designed to reduce cutting forces and to eliminate delamination when exiting the material.

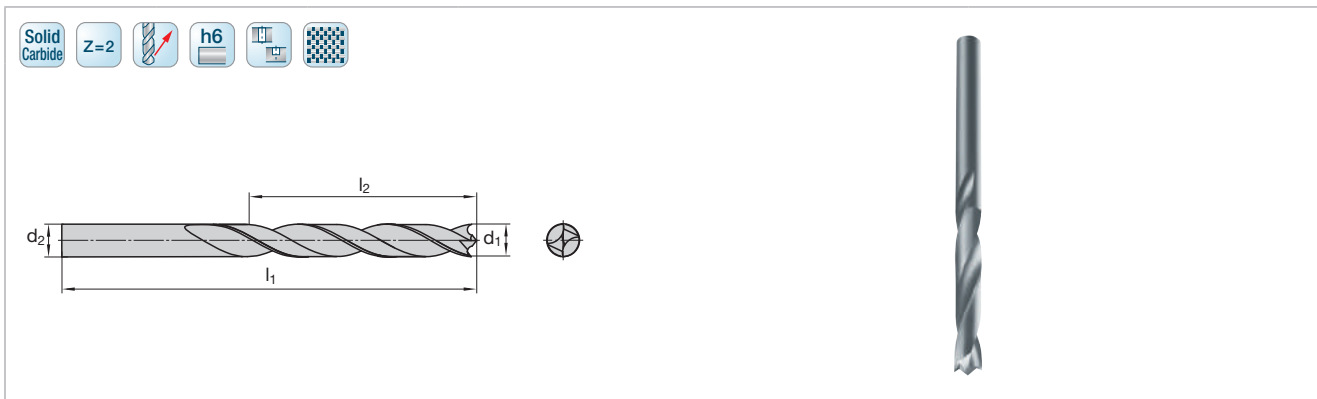
Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

NEW



| Кат. № Cat.-No. | | | | 85-900 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 12 | 3 | 76 | 85-961 | 7068593 | |
| 4 | 12 | 4 | 76 | 85-963 | 7068592 | |
| 5 | 12 | 5 | 76 | 85-965 | 7068591 | |
| 6 | 12 | 6 | 76 | 85-967 | 7068590 | |
| 8 | 12 | 8 | 76 | 85-971 | 7068589 | |
| 10 | 12 | 10 | 76 | 85-975 | 7068448 | |
| 12 | 12 | 12 | 76 | 85-979 | 7068447 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.1250 | 0.500 | 0.1250 | 3 | 85-807 | 7077102 | |
| 0.1875 | 0.500 | 0.1875 | 3 | 85-811 | 7077103 | |
| 0.2500 | 0.500 | 0.2500 | 3 | 85-815 | 7077104 | |
| 0.3125 | 0.500 | 0.3125 | 3 | 85-819 | 7077105 | |
| 0.3750 | 0.500 | 0.3750 | 3 | 85-823 | 7077106 | |
| 0.4375 | 0.500 | 0.4375 | 3 | 85-827 | 7077107 | |
| 0.5000 | 0.500 | 0.5000 | 3 | 85-831 | 7077108 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 86-000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 2,5 | 25 | 2,5 | 52 | SCD56273 | 7054181 | |
| 3 | 32 | 3 | 57 | SCD56274 | 7054182 | |
| 4 | 35 | 4 | 64 | SCD56275 | 7054183 | |
| 5 | 44 | 5 | 76 | SCD56276 | 7054184 | |
| 6 | 51 | 6 | 83 | SCD56277 | 7054185 | |
| 8 | 60 | 8 | 95 | SCD56278 | 7054186 | |
| 10 | 73 | 10 | 114 | SCD56279 | 7054187 | |
| 12 | 76 | 12 | 121 | SCD56280 | 7054188 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.0995 | 1.250 | 0.099 | 2.250 | 86-002 | 7054189 | |
| 0.125 | 1.250 | 0.125 | 2.250 | 86-004 | 7054190 | |
| 0.129 | 1.250 | 0.129 | 2.250 | 86-006 | 7054191 | |
| 0.147 | 1.375 | 0.147 | 2.500 | 86-008 | 7054192 | |
| 0.188 | 1.625 | 0.188 | 2.750 | 86-010 | 7054193 | |
| 0.250 | 2 | 0.250 | 3.250 | 86-012 | 7054194 | |
| 0.313 | 2.375 | 0.313 | 3.750 | 86-014 | 7054195 | |
| 0.375 | 2.750 | 0.375 | 4.250 | 86-016 | 7054196 | |
| 0.438 | 2.875 | 0.438 | 4.500 | 86-018 | 7054197 | |
| 0.500 | 3 | 0.500 | 4.750 | 86-020 | 7054198 | |



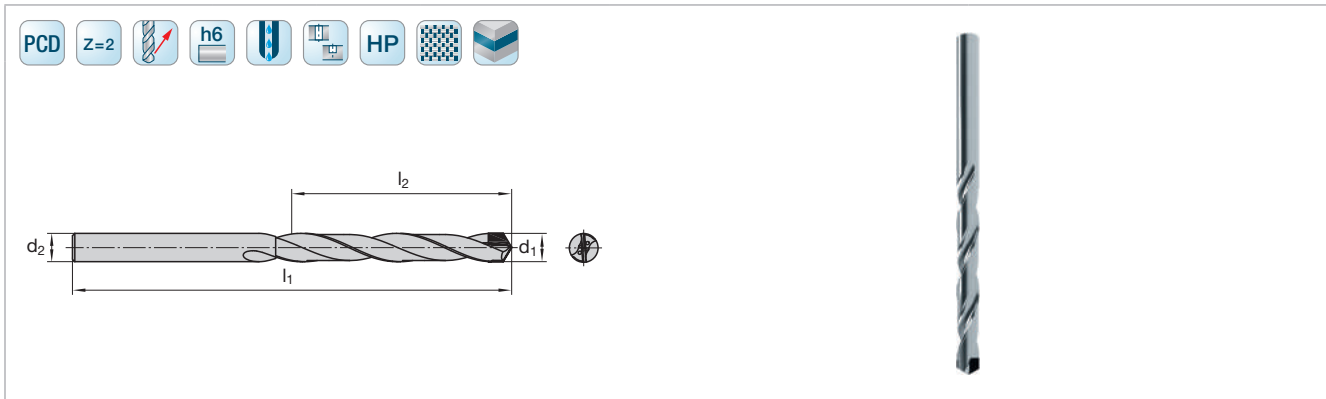
Этот материал предназначен для обработки Kevlar®/арамидных материалов и получения чистого отверстия. Специальная геометрия вершины предотвращает появление заусенцев и расслоения при обработке арамидных волокон.

This tool is designed to drill Kevlar®/Aramid materials and produce a clean hole. The specific point design shears the aramid fibers eliminating whiskers or delamination.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

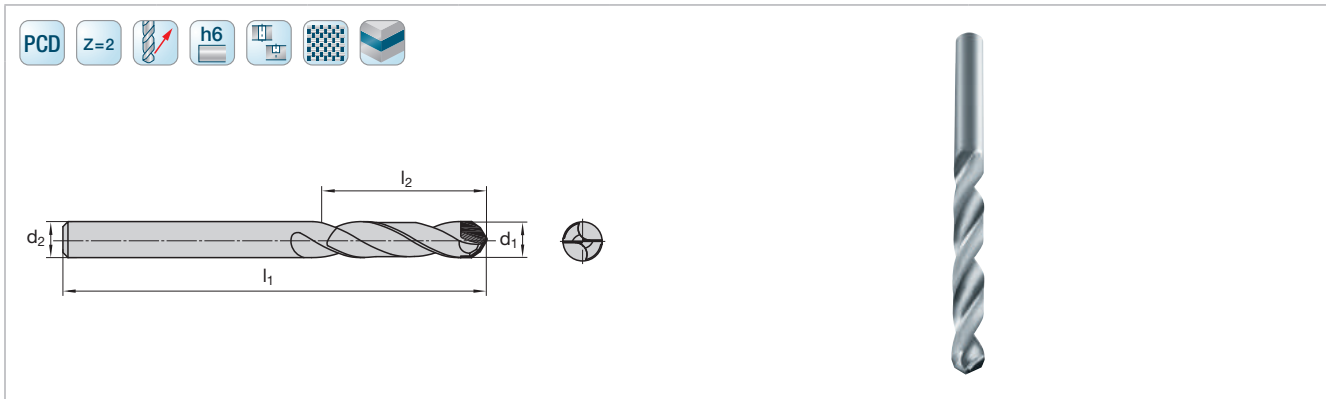
| Кат. № Cat.-No. | | | | 86-100 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 20 | 3 | 60 | DFC56281 | 7054160 | |
| 4 | 20 | 4 | 60 | DFC56282 | 7054161 | |
| 5 | 20 | 5 | 60 | DFC56283 | 7054162 | |
| 6 | 25 | 6 | 74 | DFC56284 | 7054163 | |
| 8 | 25 | 8 | 74 | DFC56285 | 7054164 | |
| 10 | 25 | 10 | 74 | DFC56286 | 7054165 | |
| 12 | 25 | 12 | 74 | DFC56287 | 7054166 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.100 | 1 | 0.250 | 3 | 86-102 | 7054152 | |
| 0.129 | 1 | 0.250 | 3 | 86-106 | 7054153 | |
| 0.147 | 1 | 0.250 | 3 | 86-110 | 7054154 | |
| 0.192 | 1 | 0.250 | 3 | 86-114 | 7054155 | |
| 0.251 | 1 | 0.250 | 3 | 86-118 | 7054156 | |
| 0.313 | 1 | 0.313 | 3 | 86-122 | 7054157 | |
| 0.376 | 1 | 0.375 | 3 | 86-126 | 7054158 | |
| 0.502 | 1 | 0.500 | 3 | 86-130 | 7054159 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



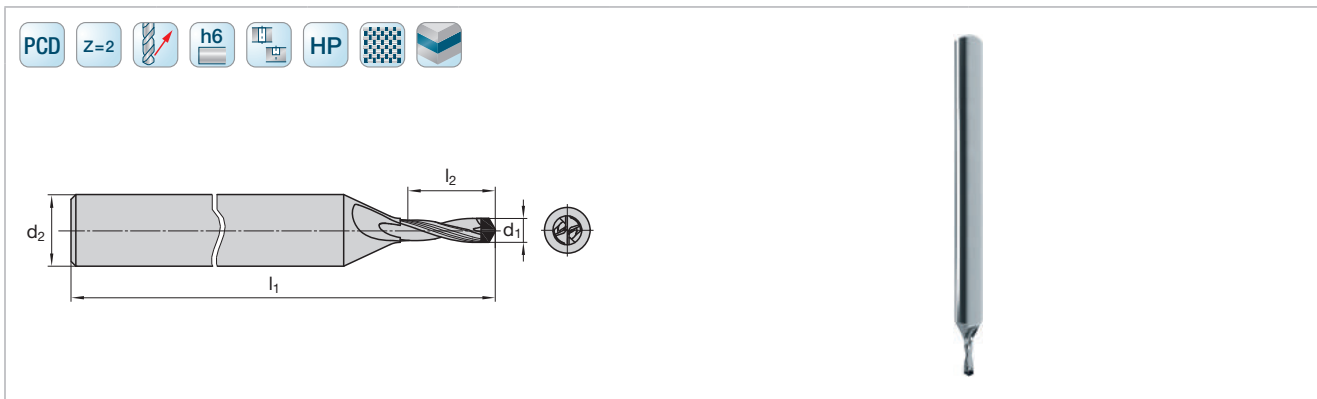
| Кат. № Cat.-No. | | | | 494000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Внутренний подвод СОЖ Internal coolant | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 12 | 4 | 46 | нет | 494030 | 2864682 |
| 3,5 | 15 | 4 | 52 | по | 494035 | 2820708 |
| 4 | 17 | 4 | 55 | | 494040 | 2820718 |
| 4,5 | 18 | 6 | 58 | | 494045 | 2820720 |
| 5 | 20 | 6 | 62 | есть | 494050 | 2864683 |
| 5,5 | 21 | 6 | 66 | yes | 494055 | 2820722 |
| 6 | 21 | 6 | 66 | | 494060 | 2864684 |
| 6,5 | 23 | 8 | 70 | | 494065 | 2820726 |
| 7 | 25 | 8 | 74 | | 494070 | 2864685 |
| 7,5 | 25 | 8 | 74 | | 494075 | 2864686 |
| 8 | 27 | 8 | 79 | | 494080 | 2820728 |
| 8,5 | 27 | 10 | 79 | | 494085 | 2820734 |
| 9 | 29 | 10 | 84 | | 494090 | 2864687 |
| 9,5 | 29 | 10 | 84 | | 494095 | 2864688 |
| 10 | 31 | 10 | 89 | | 494100 | 2864689 |
| 10,5 | 31 | 12 | 89 | | 494105 | 2820736 |
| 11 | 33 | 12 | 95 | | 494110 | 2864690 |
| 11,5 | 33 | 12 | 95 | | 494115 | 2864691 |
| 12 | 35 | 12 | 102 | | 494120 | 2864692 |
| 12,5 | 35 | 16 | 102 | | 494125 | 2820738 |
| 13 | 35 | 16 | 102 | | 494130 | 2864693 |
| 13,5 | 37 | 16 | 107 | | 494135 | 2864694 |
| 14 | 37 | 16 | 107 | | 494140 | 2864695 |
| 14,5 | 37 | 16 | 107 | | 494145 | 2820740 |
| 15 | 38 | 16 | 115 | | 494150 | 2864696 |
| 15,5 | 38 | 16 | 115 | | 494155 | 2864697 |
| 16 | 38 | 16 | 115 | | 494160 | 2864698 |
| 16,5 | 40 | 20 | 120 | | 494165 | 2864699 |
| 17 | 40 | 20 | 120 | | 494170 | 2864700 |
| 17,5 | 40 | 20 | 120 | | 494175 | 2864702 |
| 18 | 42 | 20 | 124 | | 494180 | 2864703 |
| 18,5 | 42 | 20 | 124 | | 494185 | 2864704 |
| 19 | 44 | 20 | 131 | | 494190 | 2864705 |
| 19,5 | 44 | 20 | 131 | | 494195 | 2864706 |
| 20 | 46 | 20 | 131 | | 494200 | 2864707 |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.125 | 0.500 | 0.156 | 1.750 | нет по | 494317 | 2864708 |
| 0.250 | 0.875 | 0.250 | 2.625 | есть | 494635 | 2864709 |
| 0.500 | 1.375 | 0.625 | 4 | yes | 494127 | 2864710 |
| 0.625 | 1.500 | 0.625 | 4.500 | | 494159 | 2864711 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 68-900 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 3 | 20 | 3 | 60 | PCD56288 | 7054175 | |
| 4 | 20 | 4 | 60 | PCD56289 | 7054176 | |
| 5 | 20 | 5 | 60 | PCD56290 | 7054177 | |
| 6 | 25 | 6 | 74 | PCD56291 | 7053353 | |
| 8 | 25 | 8 | 74 | PCD56292 | 7054178 | |
| 10 | 25 | 10 | 74 | PCD56293 | 7054179 | |
| 12 | 25 | 12 | 74 | PCD56294 | 7054180 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.100 | 1 | 0.250 | 3 | 68-902 | 7054167 | |
| 0.129 | 1 | 0.250 | 3 | 68-904 | 7054168 | |
| 0.147 | 1 | 0.250 | 3 | 66-908 | 7054169 | |
| 0.192 | 1 | 0.250 | 3 | 68-910 | 7054170 | |
| 0.251 | 1 | 0.250 | 3 | 68-914 | 7054171 | |
| 0.313 | 1 | 0.313 | 3 | 68-918 | 7054172 | |
| 0.376 | 1 | 0.375 | 3 | 68-922 | 7054173 | |
| 0.502 | 1 | 0.500 | 3 | 68-926 | 7054174 | |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



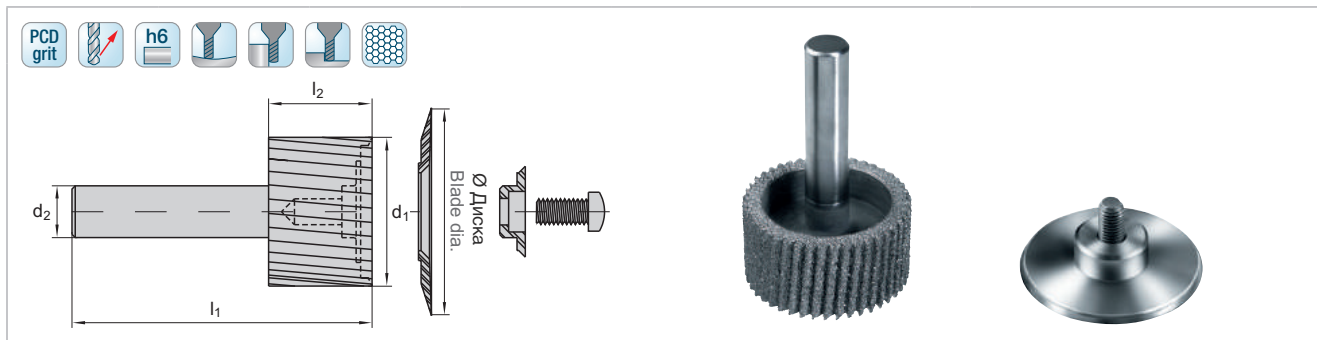
| Кат. № Cat.-No. | | | | 493000 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| мм mm | | | | | | |
| 0,8 | 3 | 3 | 38 | 493008 | 2864651 | |
| 0,9 | 3 | 3 | 38 | 493009 | 2864653 | |
| 1 | 4 | 3 | 38 | 493010 | 2821640 | |
| 1,1 | 4 | 3 | 38 | 493011 | 2864661 | |
| 1,2 | 4 | 3 | 38 | 493012 | 2864662 | |
| 1,3 | 4 | 3 | 38 | 493013 | 2864663 | |
| 1,4 | 4 | 3 | 38 | 493014 | 2864664 | |
| 1,5 | 4 | 3 | 38 | 493015 | 2864665 | |
| 1,6 | 5 | 3 | 38 | 493016 | 2864666 | |
| 1,7 | 5 | 3 | 38 | 493017 | 2864667 | |
| 1,8 | 5 | 3 | 38 | 493018 | 2864668 | |
| 1,9 | 5 | 3 | 38 | 493019 | 2700010 | |
| 2 | 5 | 3 | 38 | 493020 | 2864669 | |
| 2,1 | 5 | 3 | 38 | 493021 | 2864670 | |
| 2,2 | 5 | 3 | 38 | 493022 | 2864671 | |
| 2,3 | 5 | 3 | 38 | 493023 | 2864672 | |
| 2,4 | 5 | 3 | 38 | 493024 | 2864673 | |
| 2,5 | 5 | 3 | 38 | 493025 | 2864674 | |
| 2,6 | 5 | 3 | 38 | 493026 | 2864675 | |
| 2,7 | 5 | 3 | 38 | 493027 | 2864676 | |
| 2,8 | 5 | 3 | 38 | 493028 | 2864677 | |
| 2,9 | 5 | 3 | 38 | 493029 | 2864678 | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.031 | 0.125 | 0.125 | 1.500 | 493008A | 2864679 | |
| 0.063 | 0.188 | 0.125 | 1.500 | 493016A | 2864680 | |
| 0.094 | 0.188 | 0.125 | 1.500 | 493024A | 2864681 | |



Компания LMT Belin нашла решение для сверления отверстий диаметром менее 3 мм. - это инструмент из поликристаллического алмаза (PCD). Благодаря использованию новой технологии высокотемпературной пайки мы имеем возможность представить Вам цельнотвердосплавное сверло с напайным наконечником из поликристаллического алмаза (PCD).

LMT Belin has found a solution that will allow you to drill hole diameters smaller than 3 mm also with the performance of a PCD tool: Thanks to our new brazing technique, we are able to realize a drilling point in monolithic PCD, brazed on a solid carbide shank.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| Кат. № Cat.-No. | | | | 29-050 | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| дюйм inch | | | | | |
| 0.250 | 1.250 | 0.250 | 4 | 29-052 | 7054036 |
| 0.345 | 2.500 | 0.500 | 4 | 29-057 | 7054037 |
| 0.470 | 3 | 0.500 | 5 | 29-062 | 7054038 |
| 0.720 | 3 | 0.500 | 5 | 29-067 | 7054039 |
| 0.970 | 1 | 0.500 | 3 | 29-072 | 7054040 |
| 0.970 | 2 | 0.750 | 5 | 29-073 | 7054041 |
| 1.470 | 1 | 0.250 | 3 | 29-078 | 7054042 |
| 1.470 | 2 | 0.750 | 5 | 29-079 | 7054043 |
| 1.742 | 1 | 0.500 | 3 | 29-083 | 7054044 |
| 1.742 | 2 | 0.750 | 5 | 29-084 | 7054045 |
| 1.970 | 1 | 0.625 | 3 | 29-088 | 7054046 |
| 1.970 | 2 | 0.750 | 5 | 29-089 | 7054047 |
| 2.450 | 1 | 0.625 | 3 | 29-093 | 7054048 |
| 2.970 | 1 | 0.750 | 3 | 29-095 | 7054049 |
| 2.970 | 1 | 0.750 | 4 | 29-096 | 7054050 |
| 3.970 | 1 | 0.750 | 3 | 29-098 | 7054051 |
| 3.970 | 1 | 0.750 | 4 | 29-099 | 7054052 |











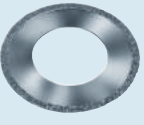



Фреза с алмазной крошкой используется для обработки материалов с абразивными слоями (графита, фенолов, стекловолокна), что увеличивает срок службы инструмента. Она поставляется в версии со сферическим концом и в стандартной версии с возможностью установки режущих дисков для обработки сотовых материалов. Уменьшение веса на 35% позволяет использовать инструмент с большим диаметром на 3 и 5-осевых станках.

Diamond grit hoggers are used on abrasive cores (graphite, phenolic, or fiberglass) in order to achieve long tool life. The tools are available in a ball nose version and as a traditional hogger capable of holding existing honeycomb blades.

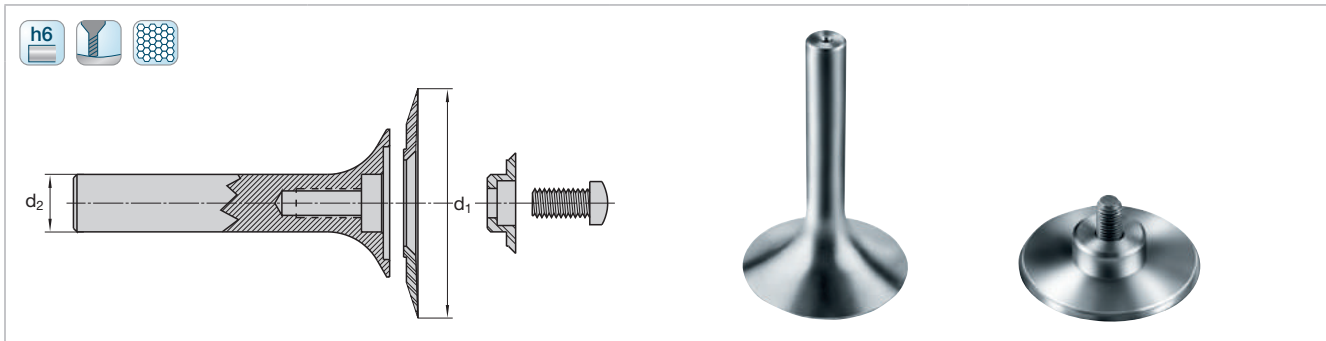
A 35 % weight reduction has been designed into the larger diameter tools resulting in better performance on 3 or 5 axis machines.



| Режущие диски Cutting blade options | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|--|---|
| для инструмента for tool | Диаметр диска Ø Blade dia. мм дюйм mm inch |  HSS |  HSS |  Solid Carbide |  Solid Carbide |  PCD grit |  HSS |
| | |  |  |  |  |  |  |
| | | HSS HSS | HSS с зубьями HSS with teeth | Твердый сплав Solid carbide | Твердый сплав с зубьями Solid carbide with teeth | С алмазным покрытием diamond plated | HSS лезвие HSS saw |
| Код LMT Идент. № LMT-Code Ident No | | | | | | | |
| 29-083 | 45 | – | – | 30-026 7054084 | 30-326 7054113 | 30-126 7054096 | 30-226 7054103 |
| 29-084 | 45 | – | – | | | | |
| 29-093 | 63 | – | – | 30-036 7054088 | 30-336 7054115 | 30-136 7054098 | 30-236 7054105 |
| 29-052 | – | – | – | – | – | – | – |
| 29-057 | 0.375 | 30-016 7054079 | 30-316 7054109 | – | – | – | – |
| 29-062 | 0.500 | 30-017 7054080 | 30-317 7054110 | – | – | – | – |
| 29-067 | 0.750 | – | – | 30-015 7054078 | 30-318 7054111 | – | – |
| 29-072 | 1 | – | – | 30-012 7054076 | 30-313 7054107 | 30-113 7054093 | 30-213 7054100 |
| 29-073 | 1 | – | – | | | | |
| 29-078 | 1.500 | – | – | 30-014 7054077 | 30-314 7054108 | 30-114 7054094 | 30-214 7054101 |
| 29-079 | 1.500 | – | – | | | | |
| 29-088 | 2 | – | – | 30-022 7054083 | 30-322 7054112 | 30-122 7054095 | 30-222 7054102 |
| 29-089 | 2 | – | – | | | | |
| 29-095 | 3 | – | – | 30-032 7054087 | 30-332 7054114 | 30-132 7054097 | 30-232 7054104 |
| 29-096 | 3 | – | – | | | | |
| 29-098 | 4 | – | – | 30-042 7054091 | 30-342 7054116 | 30-142 7054099 | 30-242 7054106 |
| 29-099 | 4 | – | – | | | | |

| Переходная втулка Adapter ring | | | Винт Screw | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| для инструмента for tool | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | для инструмента for tool | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| 29-057 to 29-073 | – | – | 29-057 to 29-062 | HRD51646 | 7054126 |
| 29-078 to 29-089 | 30-020-3 | 7054081 | 29-067 to 29-073 | 30-011-2 | 7054075 |
| 29-093 to 29-096 | 30-030-3 | 7054085 | 29-078 to 29-089 | 30-020-4 | 7054081 |
| 29-098 to 29-099 | 30-040-3 | 7054089 | 29-093 to 29-096 | 30-030-4 | 7054085 |
| | | | 29-098 to 29-099 | 30-040-4 | 7054089 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Кат. № Cat.-No. | | 30-000 | |
| d₁ | d₂ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm | | | |
| 25 | 12 | SAA56295 | 7054070 |
| 45 | 12 | SAA56296 | 7054071 |
| 63 | 12 | SAA56297 | 7054072 |
| дюйм inch | | | |
| 1 | 0.500 | 30-011 | 7054066 |
| 2 | 0.500 | 30-021 | 7054067 |
| 3 | 0.500 | 30-031 | 7054068 |
| 4 | 0.500 | 30-041 | 7054069 |

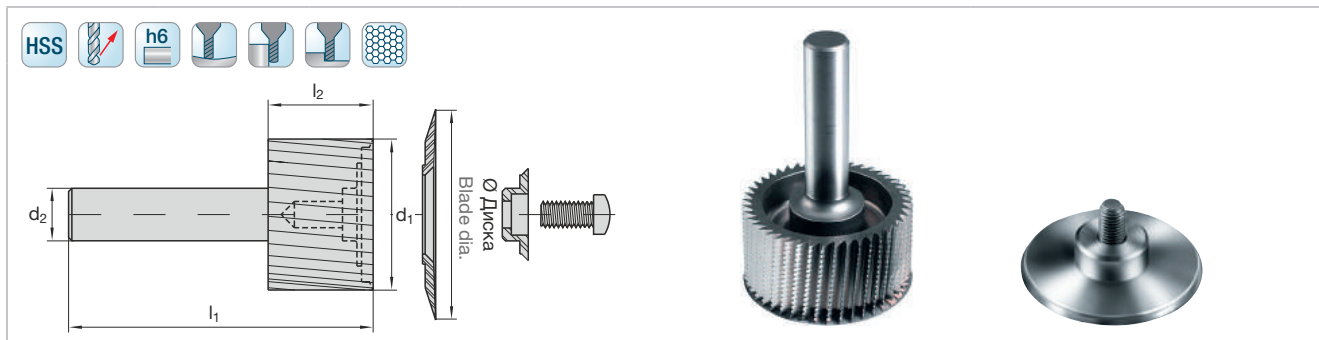
Режущие диски
Cutting blade options

| для инструмента for tool | Диаметр диска Blade dia. мм дюйм mm inch | Твердый сплав Solid carbide | Твердый сплав с зубьями Solid carbide with teeth | С алмазным покрытием diamond plated | HSS лезвие HSS saw |
|-----------------------------|---|---|---|--|-----------------------|
| | | Код LMT Идент. № LMT-Code Ident No | | | |
| SAA56295 | 25 | HCC56223 7054063 | – | HCC56224 7054064 | HCC56225 7054065 |
| SAA56296 | 45 | 30-026 7054084 | 30-326 7054113 | 30-126 7054096 | 30-226 7054103 |
| SAA56297 | 63 | 30-036 7054088 | 30-336 7054115 | 30-136 7054098 | 30-236 7054105 |
| 30-011 | 1" | 30-012 7054076 | 30-313 7054107 | 30-112 7054092 | 30-213 7054100 |
| 30-021 | 2" | 30-022 7054083 | 30-322 7054112 | 30-122 7054095 | 30-222 7054102 |
| 30-031 | 3" | 30-032 7054087 | 30-332 7054114 | 30-132 7054097 | 30-232 7054104 |
| 30-041 | 4" | 30-042 7054091 | 30-342 7054116 | 30-142 7054099 | 30-242 7054106 |

Переходная втулка
Adapter ring

| для инструмента | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | для инструмента | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|
| 30-011 | – | – | 30-011 | 30-011-2 | 7054075 |
| 30-021 | 30-020-3 | 7054081 | 30-021 | 30-020-4 | 7054082 |
| 30-031 | 30-030-3 | 7054085 | 30-031 | 30-030-4 | 7054086 |
| 30-041 | 30-040-3 | 7054089 | 30-041 | 30-040-4 | 7054090 |
| SAA56295 | – | – | SAA56295 | 30-011-2 | 7054075 |
| SAA56296 | 30-020-3 | 7054081 | SAA56296 | 30-020-4 | 7054082 |
| SAA56297 | 30-030-3 | 7054085 | SAA56297 | 30-030-4 | 7054086 |

i Этот инструмент предназначен для контурной резки, вырезки и снятия фасок на заготовке толщиной от 6 мм. и меньше. Уникальное запатентованное зажимное устройство не позволяет режущим дискам из твердого сплава вылететь из державки при условии их поломки.
HSS дисковые пилы и режущие диски с алмазным покрытием прорезают основание заготовки и, как и твердосплавные дисковые пилы с поднутренным торцом, делают чистовой срез сердцевины материала. Диски из твердого сплава можно несколько раз перетачивать на заводе, что делает их очень экономичными в использовании.
These tools are for contouring, carving and chamfering cuts of .25" or less. The unique patented holding system prevents the solid carbide blades from coming out of the holder if it is fractured.
The HSS saw blades and the diamond plated blades dish on the bottom so they clear the cut core finish like the hollow ground solid carbide style rings. The solid carbide rings may be reground several times at the factory making them very economical to use.



| Кат. № Cat.-No. | | | | 30-700 | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | l ₁ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | |
| дюйм inch | | | | | | |
| 0.345 | 1 | 0.500 | 3 | 30-703 | 7054053 | |
| 0.470 | 1 | 0.500 | 3 | 30-705 | 7054054 | |
| 0.720 | 1 | 0.500 | 3 | 30-707 | 7054055 | |
| 0.970 | 1 | 0.500 | 3 | 30-710 | 7054056 | |
| 1.470 | 1 | 0.500 | 3 | 30-715 | 7054057 | |
| 1.742 | 1 | 0.500 | 3 | 30-720 | 7054058 | |
| 1.970 | 1 | 0.625 | 3 | 30-725 | 7054059 | |
| 2.450 | 1 | 0.625 | 3 | 30-730 | 7054060 | |
| 2.970 | 1 | 0.750 | 3 | 30-735 | 7054061 | |
| 3.970 | 1 | 0.750 | 3 | 30-740 | 7054062 | |

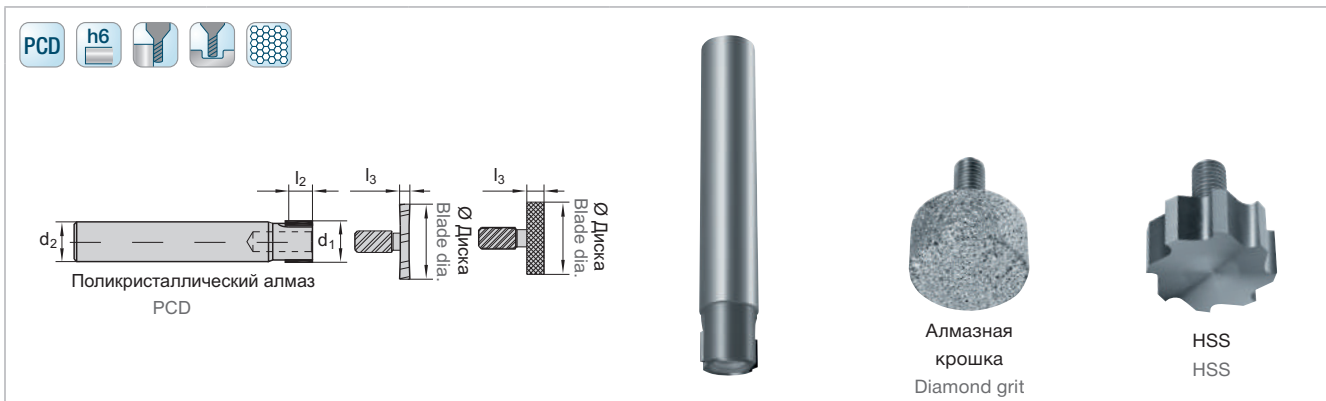
Режущие диски
Cutting blade options

| для инструмента for tool | Диаметр диска Blade dia. мм дюйм | HSS HSS | HSS HSS с зубьями HSS with teeth | Solid Carbide Твердый сплав Solid carbide | Solid Carbide Твердый сплав с зубьями SC with teeth | PCD grit С алмазным покрытием diamond plated | HSS HSS лезвие HSS saw |
|-----------------------------|--|------------------|--|---|--|--|------------------------------|
| 30-720 | 45 | - | - | 30-026 7054084 | 30-326 7054113 | 30-126 7054096 | 30-226 7054103 |
| 30-730 | 63 | - | - | 30-036 7054088 | 30-336 7054115 | 30-136 7054098 | 30-236 7054105 |
| 30-703 | 0.375 | 30-016 7054079 | 30-316 7054109 | - | - | - | - |
| 30-705 | 0.500 | 30-017 7054080 | 30-317 7054110 | - | - | - | - |
| 30-707 | 0.750 | - | - | 30-015 7054078 | 30-318 7054111 | - | - |
| 30-710 | 1 | - | - | 30-012 7054076 | 30-313 7054107 | 30-113 7054093 | 30-213 7054100 |
| 30-715 | 1.500 | - | - | 30-014 7054077 | 30-314 7054108 | 30-114 7054094 | 30-214 7054101 |
| 30-725 | 2 | - | - | 30-022 7054083 | 30-322 7054112 | 30-122 7054095 | 30-222 7054102 |
| 30-735 | 3 | - | - | 30-032 7054087 | 30-332 7054114 | 30-132 7054097 | 30-232 7054104 |
| 30-740 | 4 | - | - | 30-042 7054091 | 30-342 7054116 | 30-142 7054099 | 30-242 7054106 |

| Переходная втулка Adapter ring | | | Винт Screw | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|
| для инструмента for tool | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. | для инструмента for tool | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| 30-703 to 30-710 | - | - | 30-703 to 30-705 | HRD51646 | 7054126 |
| 30-715 to 30-725 | 30-020-3 | 7054081 | 30-707 to 30-710 | 30-011-2 | 7054075 |
| 30-730 to 30-740 | 30-030-3 | 7054085 | 30-715 to 30-725 | 30-020-4 | 7054082 |
| | | | 30-730 to 30-735 | 30-030-4 | 7054086 |
| | | | 30-740 | 30-040-4 | 7054090 |

i Уменьшение веса на 35% позволяет использовать инструмент с большим диаметром на 3 и 5-осевых станках. Новая геометрия зуба и канавки приводит к уменьшению расслоения. Режущие диски для обработки сотовых материалов устанавливаются на эти фрезы.
35 % weight reduction has been designed into the larger diameter tools resulting in better performance on 3 or 5 axis machines. Part lifting and flagging have also been reduced due to the new tooth and flute design. Existing honeycomb blades will mount on these hoggers.

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10



| | | | | |
|-------------------|--------------------|----------------|---------------------|-----------------------|
| Кат. № Cat.-No. | | | 34-000 | |
| d ₁ | l ₂ | d ₂ | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| мм mm дюйм inch | | | | |
| 0.500 | без снятия стружки | 0.500 | 34-008 | 7053359 |
| 0.500 | 0.250 PCD | 0.500 | 34-010 | 7054073 |
| 12,70 мм mm | 6,35 мм mm PCD | 12 мм mm | PCS56298 | 7054074 |

| Режущие диски Cutting blade options | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Диаметр диска Ø Blade dia. мм дюйм | l ₃ дюйм inch | Материал Material | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| 0.875 | 0.130 | Алмазная крошка Diamond grit | 34-022 | 7054117 |
| 0.875 | 0.250 | | 34-024 | 7054118 |
| 0.875 | 0.380 | | 34-026 | 7054119 |
| 0.875 | 0.500 | | 34-028 | 7054120 |
| 0.875 | 0.630 | | 34-030 | 7054121 |
| 0.875 | 0.130 | | HSS | 34-042 |
| 0.875 | 0.250 | 34-044 | | 7054123 |
| 0.875 | 0.380 | 34-046 | | 7053370 |
| 0.875 | 0.500 | 34-048 | | 7054124 |
| 0.875 | 0.630 | 34-050 | | 7054125 |

i Этот инструмент модульной конструкции предназначен для обработки канавок в комбинированных плитах, где может использоваться герметизирующий состав для укрепления режущего края.
Инструмент представляет собой оправку, которая также может иметь покрытие из поликристаллического алмаза (PCD), перерабатывающую алмазную и HSS-крошку.
This modular tool is designed to produce undercut slots in composite panels so potting compound can be applied to strengthen the edge.
This tool consists of an arbor optionally PCD tipped which accepts a diamond grit or HSS under cutting tool to be screwed into it.

| | | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Кат. № Cat.-No. | | | | | 98100 | |
| | | | | | Код LMT LMT-Code | Идент. № Ident No. |
| d₁ | l₂ | d₂ | l₁ | r | мм mm | |
| 12 | 8 | 25 | 41 | 0,5 | 98106 | 2709463 |
| 20 | 8 | 25 | 41 | 0,5 | 98107 | 2709464 |
| 12 | 8 | 25 | 41 | 1 | 98108 | 2709465 |
| 20 | 8 | 25 | 41 | 1 | 98109 | 2709466 |
| 12 | 8 | 25 | 41 | – | 98110 | 2709467 |
| 20 | 8 | 25 | 41 | – | 98111 | 2709468 |

Рекомендации по применению на стр. 6–10
Application recommendations see pages 6–10

Помимо обширной программы стандартного инструмента для обработки Композитов и Пластиков, LMT Tool Systems предлагает Вам специальный инструмент, который может быть изготовлен по техническим условиям заказчика.

Стандартные сверла для обработки Композитов - это зенковочные сверла, развертки для пакетов, армированных углеродным волокном с алюминием или титаном, сверла глубокого сверления и прочие специальные сверла.

В зависимости от особенностей заготовки, инструмент может быть изготовлен из твердого сплава, с DFC- и PVD-покрытием, с напайной PCD вершиной для обработки многослойных материалов или напайной PCD кромкой.

В нашу стандартную фрезерную программу сверл также входит специальный инструмент, предназначенный для особых условий резания и обработки заготовок из различных материалов. Выбор определенного режущего материала, макрогеометрии и оптимального способа охлаждения и вывода стружки являются частью процесса нашей работы со специальным инструментом.

Пришлите нам Ваш запрос - форму запроса Вы найдете в приложении.

Beside an extensive standard program LMT Tool Systems also offers you individual solutions for customized tools to machine Composites and Plastics.

Typical Composite drilling tools like Countersink drills and reamers for CFRP stacks with aluminum or titanium, deep drilling tools or other special drills.

Depending on the specific workpiece, all tools may be realized in solid carbide, DFC or PVD coatings, brazed sandwich PCD point or brazed PCD wings.

Our standard milling program is also completed by special tools designed for specific cutting conditions and work piece materials. The choice of the appropriate cutting material, definition of the macro geometry and the optimal concept for cooling and chip evacuation are part of a customized tool conception.

Just send us your inquiry – you´ll find our inquiry form in the appendix.



DFC комбинированное сверло для обработки алюминиевых пакетов, армированных углеродным волокном

DFC Oneshot drills for CFRP aluminium stacks



PCD комбинированное сверло для обработки титановых пакетов, армированных углеродным волокном

PCD Oneshot drill for CFRP titanium stacks



Сверхдлинная твердосплавная фреза со сферическим концом для обработки высококачественных пластиков

Solid carbide ball nose mill, extra long for high performance



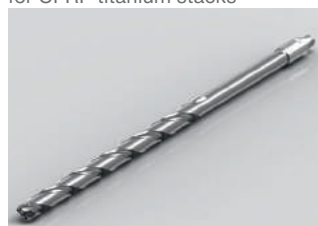
Твердосплавная тороидальная фреза для обработки поликарбонатов

Solid carbide torus mill for polycarbonate



PCD развертка с фаской для обработки пакетов, армированных углеродным волокном

PCD reamer with chamfer for CFRP stacks



PCD сверла глубокого сверления для обработки материалов, армированных углеродным волокном

PCD deep hole drill for fiber reinforced structures



PCD фреза для PEEK-заготовок, армированных углеродным волокном

PCD mill for PEEK-CFRP workpieces



PCD орбитальная фреза для обработки материалов, армированных углеродным волокном

PCD orbital mill for CFRP applications



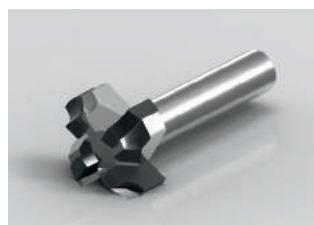
PCD сверла глубокого сверления для обработки композиционных материалов из углеродного волокна

PCD deep hole drill for CFC applications



Высокоточное твердосплавное сверло для авиакосмической промышленности

Solid carbide drill, high precise for Aerospace applications



PCD профильная фреза для обработки панелей, армированных углеродным волокном

PCD form milling cutter for fiber reinforced panels



Твердосплавная трехсторонняя фреза для обработки пластиков

Solid carbide side milling cutter for plastics

LMT Tool Systems включила обработку 3D-форм различных неметаллических материалов (смотрите раздел „Штампы и пресс-формы“) в новый сегмент „Пластики и Композиты“. Эта особенная область обработки включает в себя все виды методов обработки стандартных штампов и пресс-форм, как например, макетов, опытных образцов, форм-прототипов, литейных форм, наиболее часто используемых пенопластов и смол. К ней также относится обработка штампов и пресс-форм, изготовленных из компаундов с высокопрочным стекловолокном, как например, G10 или G11. Наконец, она может применяться и в других видах промышленности, как например, в чистовой обработке пластиковых вкладок для коленных протезов.

LMT Tool Systems совместно с LMT Kieninger, специалистом по обработке штампов и пресс-форм, и специалистами по фрезерованию LMT Fette, предлагает полную стандартную программу по фрезерованию всем производителям опытных образцов и пресс-форм. Специальный PCD-инструмент и пластины с PCD-вершиной также входят в это предложение по 3D-фрезерованию.

LMT Onsrud , специализирующийся на обработке термопластиков, предлагает Вашему вниманию специальный инструмент из твердого сплава для медицинской промышленности и изготовления пресс-форм.

Для получения более подробной информации обращайтесь по адресу:
info@lmt-russia.ru

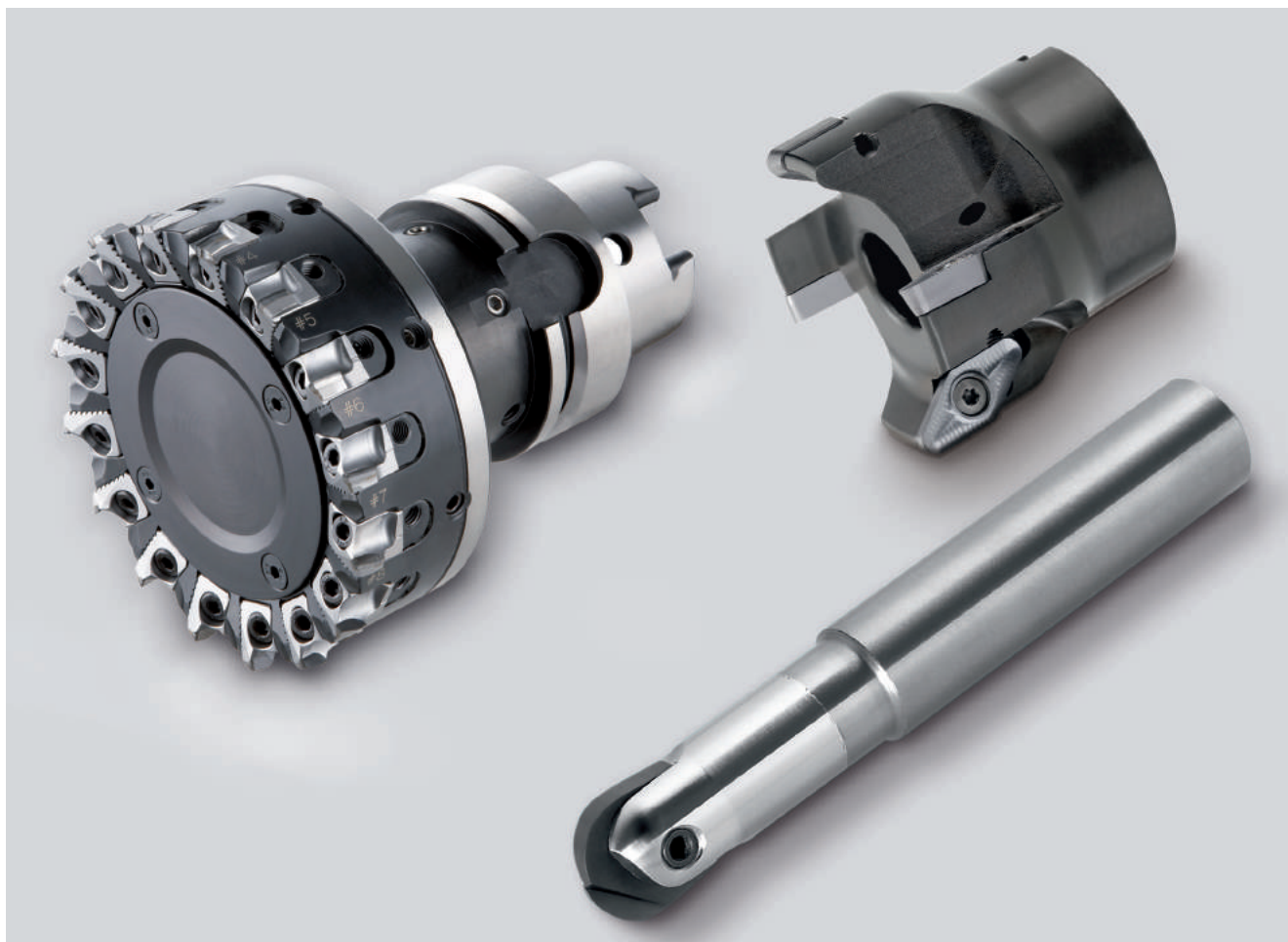
Inside the new segment for Composites & Plastics machining, LMT Tool Systems has also joined its competences in machining 3D geometries in various non-metal materials under the title “Die and Mould”. This particular field of applications covers any classic die-and-mould machining, e. g. for mock-ups, prototypes, prototype moulds or casting models, mostly using foams or resins, but it also is dedicated to milling of forms and moulds made of high-density fibreglass compounds like G10 or G11 and finally very similar applications may also be found in other industries like e. g. finishing of plastic inlays for knee prostheses.

The cutting tool competence of LMT Tool Systems

LMT Kieninger – our specialist for Die and Mould making – offers, in cooperation with LMT Fette milling specialists, a complete standard milling programme dedicated to all prototype and mould makers. Specific PCD tools and PCD tipped inserts do complete this offer for 3D milling.

LMT Onsrud – our specialist for thermoplastics machining has created a particular offer of solid carbide tools for mould making and medical industry.

For more information contact:
info@lmt-russia.ru



Каталог продукции, посвященный обработке Пластиков и Композитов, конечно, не является основным базовым курсом обучения по пластикам, их химическому составу и свойствам. Необходимо, все же, придать особое значение некоторым свойствам пластиков, имеющим отношение к механической обработке, а именно показать их отличие от характерных свойств металлов.

Пластики, как правило, делятся на 3 основные группы: эластомеры, термопластики и дюропластики. Эластомеры в основном используются в областях, связанных с гидравликой и пневматикой. Производство этих составляющих в редких случаях требует последующей механической обработки. По этой причине ниже мы представляем Вашему вниманию особые свойства термо- и дюропластиков.

Свойства термопластиков

Термопластики являются однокомпонентными материалами и состоят из слегка разветвленных или неразветвленных цепочек молекул углерода. Они нетоксичны и в определенном температурном диапазоне, как и металлы, способны менять свое агрегатное состояние с жидкого на вязкое и твердое так часто, как это требуется. Это означает, что такие механические свойства, как твердость, прочность и вязкость напрямую зависят от температуры. Термопластики необратимо разрушаются только при условии превышения максимальной температуры. Благодаря этому свойству, термопластики особенно подходят для изготовления мастер-моделей (например, при помощи литья под давлением), а также формовки и прессования (например, при помощи глубокой вытяжки). В зависимости от наполнителя или волокна, неизменяемые свойства термопластиков часто используются для первичного изготовления полупродуктов, как например, импрегнированного оптического кабеля или картона, армированного коротким волокном, которые впоследствии будут вторично переработаны в готовое изделие.

Термопластики подразделяются на аморфные и полукристаллические. Аморфные термопластики характеризуются подчиненными неразветвленными молекулярными цепями и являются прозрачными, когда неокрашены и недеформированы. Типичными аморфными термопластиками являются полиметилметакрилаты (PMMA) и поликарбонаты (PC). Полукристаллические термопластики, однако, имеют ветвистую молекулярную структуру и не являются прозрачными (например, полиамиды (PA) и полиацеталы (POM)). В своей области применения, оба вида термопластиков подобны цветным металлам, однако, обладают более высокими показателями вязкости и эластичности.

Особенности обработки термопластиков

- Механические свойства сильно зависят от температуры (могут иметь жидкое состояние).
- Способны менять свое агрегатное состояние в определенном диапазоне температур.
- Являясь эластичными и вязкими, обычно образуют стружку так же, как и цветные металлы.

A product catalogue addressing the machining of composites & plastics is certainly not the appropriate medium for a basic training regarding plastics, its chemical composition and properties. Nevertheless, it is necessary to emphasize some properties relevant for the machining, in particular to differentiate them from typical properties of metals.

Plastics are generally being divided into 3 main groups: elastomers, thermoplastics and duroplastics. Elastomers are mainly being used in hydraulic and pneumatic applications. The production of such components rarely requires a subsequent machining. Therefore, we will concentrate in the following on the specific properties of thermo- and duroplastics.

Properties of thermoplastics

Thermoplastics are one-component materials and consist of scarcely or non-branched chains of carbon molecules. They are non-toxic and able to switch within a certain temperature range as often as desired between a liquid, dough-like and solid state, similar to metals. That implies that the mechanical properties like hardness, strength and toughness are temperature-dependent. Thermoplastics are being irreversibly damaged only above a maximum temperature. Due to this property, thermoplastics are particularly suitable for master moulds (e.g. injection moulding) or forming and moulding technology (e.g. deep-drawing). In connection with filling material or fiber, the irreversible properties of thermoplastics are often being used to firstly produce semi-finished products e.g. impregnated fiber bundles or short-fiber-reinforced boards, which will subsequently be processed in a second moulding process to a finished component.

Within the family of thermoplastics we distinguish between amorphous and semi-crystalline materials. Amorphous thermoplastics are characterized by subordinated, non-branched molecular chains and are transparent when uncolored and not deformed. Typical amorphous thermoplastics are PMMA and PC¹⁾. Semi-crystalline thermoplastics however, have branched molecular chains and are not transparent (e.g. PA, POM). Within their field of use, both types perform similar to non-ferrous metals, however, with considerably higher toughness and elasticity values.

Important for the machining of thermoplastics

- Strongly temperature-depending mechanical characteristic values up to a liquid state.
- Reversible within a certain temperature range.
- Rather elastic and tough, normally forms chips like non-ferrous metals.

¹⁾ Обозначение материала указано в таблице для выбора на стр. 6-10.
Please refer to the selection tables page 6-10 for the complete material designation.

Свойства дюропластиков (или реактопластов)

Дюропластики являются многокомпонентными материалами и состоят из двух компонентов: смолы и отвердителя. Эти компоненты образуют необратимое химическое соединение. Этот экзотермический процесс отверждения обычно происходит в определенном температурном диапазоне, и соответственно, может активизироваться лишь при определенной пороговой температуре.

После завершения необратимого процесса отверждения дюропластики демонстрируют практически неизменяемые механические свойства вплоть до максимальной температуры. После отверждения реактопласты становятся некристаллическими, твердыми и хрупкими. Это означает то, что они имеют низкий показатель вязкости. Типичными дюропластиками являются EP и VP¹⁾.

Во время обработки дюропластики имеют очень низкую вязкость.

По причине того, что они редко производятся без наполнителя, формирование производится при помощи технологии импрегнации (пропитки) или впрыскивания. Во время производства дюропластиковых заготовок, где активация процесса отверждения напрямую зависит от температуры, так называемые „реактопласты“ хранятся для следующих операций в уже смешанном состоянии. Однако, по сравнению с термопластиками, их агрегатное состояние химически нестабильно; это означает то, что они становятся непригодными для использования после превышения максимального срока их хранения.

Особенности обработки дюропластиков

- Практически стабильные механические свойства вплоть до достижения максимальной температуры.
- После производства имеют необратимое состояние.
- Достаточно твердые и хрупкие, обычно не образуют стружки, но образуют пыль.

Особые отличия от металлов во время обработки

В то время как металлам требуется тепловая обработка под самой режущей кромкой для образования стружки, пластикам это совершенно не требуется: Термопластики обрабатываются при комнатной температуре, дополнительная подача тепла приводит лишь к негативным последствиям, т.к. при высоких температурах уменьшается вязкость (стружка становится мягче и длиннее и может прилипнуть к инструменту или растаять). Дюропластики, в свою очередь, демонстрируют практически стабильные свойства во время всего диапазона температур. Что касается дюропластиков, температура на режущей кромке никак не сказывается на формировании стружки.

Поскольку термопластики, как и дюропластики, необратимо разрушаются при превышении максимальной температуры, **выделение тепла** в процессе обработки должно быть **сведено к минимуму**. Чем выше эластичность материала, тем сильнее зависимость его механических свойств от температуры обработки. Минимальное нагревание поверхности заготовки может привести к нежелательным последствиям (например, к тянучести, отслаиванию, затемнению).

Properties of duroplastics (also thermosets)

Duroplastics are multi-component materials and are made of two components: resin and setting agent. These components undergo an irreversible chemical compound. The exothermic curing process commonly takes place within a defined temperature range respectively it will only be activated at a certain threshold temperature.

After complete, irreversible curing, duroplastics show almost constant mechanical properties up to a maximum temperature. After its curing, thermosets are almost amorphous, hard and brittle. This means they show a very low ductile yield. Typical duroplastics are EP or VP¹⁾.

During processing, duroplastics are characterized by a very low viscosity. As they are very rarely being processed without filling material, the processing is carried out mostly by means of impregnation or injection techniques. The temperature-depending activation of the curing process is being exploited during the production of duroplastic half-finished products: the so-called “thermosets” are being stored for further processing in an already mixed state. However, in contrast to thermoplastics their state is not chemically stable; this means they cannot longer be used after a maximum duration of storage.

Important for the machining of duroplastics

- Almost constant mechanical properties up to a maximum temperature.
- After processing irreversible cured.
- Rather hard and brittle, normally forms no chips but dust.

Important divergences from metals regarding the machining

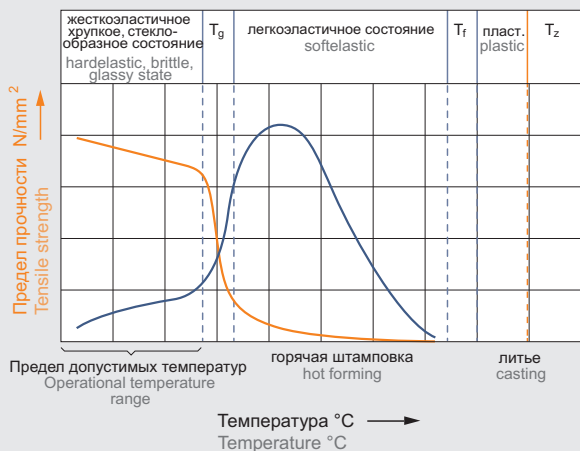
While metals need a heat formation directly at the cutting edge to form a chip, the opposite is true regarding plastic technology: Thermoplastics already form machining at room temperature, an additional heat input tends to have a negative impact, as the viscosity reduces at higher temperatures (the chips become softer and longer and might adhere or melt to the tool). Duroplastics, however, show almost constant characteristics over their entire operating temperature range. In view of duroplastics, the temperature at the cutting edge does not have any influence on the chip forming.

As thermoplastics are being irreversibly damaged above a maximum temperature like duroplastics, the **heat formation** during machining process has to be **minimized** as a matter of principle. The higher the ductile yield of the material, the stronger the temperature-dependence of their mechanical characteristics. Already a minimal heating of the workpiece surface may lead to undesired effects (e.g. smear, flaking, clouding of transparent plastics).

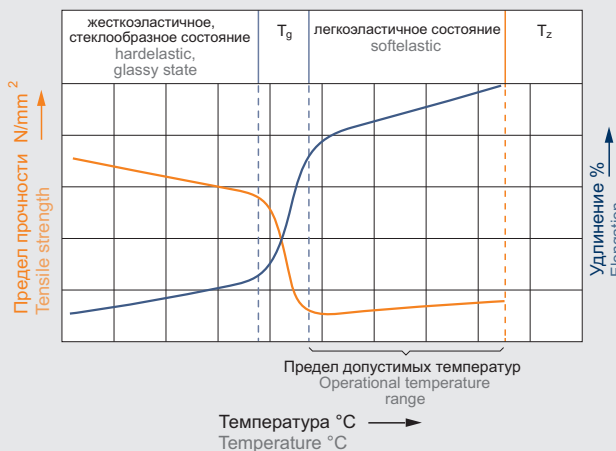
¹⁾ Обозначение материала указано в таблице для выбора на стр. 6–10.
Please refer to the selection tables page 6–10 for the complete material designation.

Свойства материала
 Material characteristics

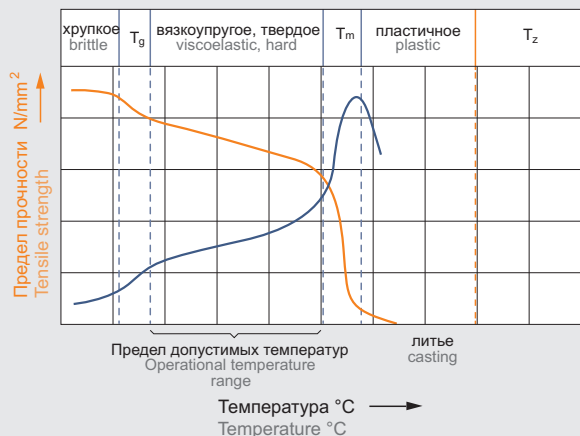
Аморфные термопластики
 Amorphous thermoplastics



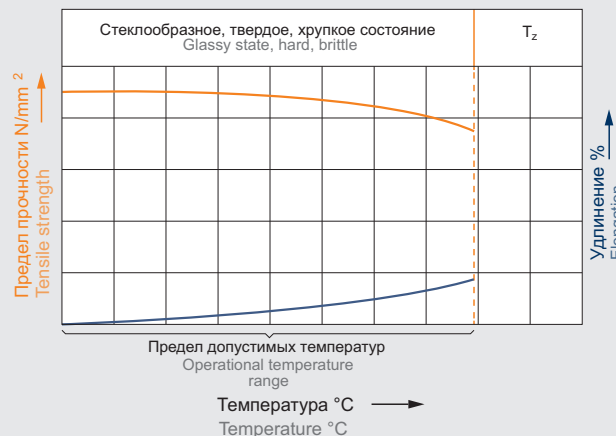
Эластомеры
 Elastomers



Полукристаллические термопластики
 Semi-crystalline thermoplastics



Дюропластики
 Duroplastics



Следующие рекомендации, в первую очередь, относятся к обработке ненаполненных пластиков. Как указано выше, два фактора играют определяющую роль в обработке пластиков:

- Их вязкость, которая определяется параметром текучести,
- диапазон рабочих температур, при которых пластик демонстрирует свои наилучшие параметры прочности.

Нижеследующая диаграмма демонстрирует зависимость параметра текучести наиболее часто встречающихся термопластиков и дюропластиков от параметра рабочих температур (параметра постоянной максимальной температуры для отдельной группы материала). Для сравнения также даны средние показатели алюминия.

По этим двум параметрам все пластики подразделяются на две группы, которые имеют схожие механические свойства:

- Стандартные пластики (SP) и
- Высококачественные пластики (HP).

Критерии для выбора инструмента

Высококачественные пластики (HP)

- Чем меньше параметр текучести, тем меньше передний угол режущего инструмента и тем больше угол заострения. Поликристаллический алмаз (PCD) является оптимальным режущим материалом.
- При большем параметре текучести (например, мягкий полиэфирэфиркетон (PEEK)) увеличивается передний угол, что требует выбора инструмента с меньшим углом заострения. Оптимальным режущим материалом является твердый сплав с покрытием.

Стандартные пластики (SP)

- Для обработки SP требуется инструмент с большим передним углом, чем для обработки HP. Зависимость же остается прежней: чем меньше текучесть, тем меньше передний угол.
- Чем больше текучесть, тем больше должен быть задний угол режущего инструмента. Для обработки прозрачных пластиков рекомендуется использовать шлифованный инструмент.
- Оптимальным режущим материалом для SP без наполнителей и добавок является твердый сплав без покрытия. Однако, при необходимости чистовой обработки, необходимо использовать инструмент с полированной PCD или MCD режущей кромкой.

Подача на зуб является решающим фактором

Чем больше материала снимается за один проход, тем меньше выделение тепла. Таким образом, подача на зуб является определяющим фактором для уменьшения теплового воздействия на материал.

Основные условия для обработки пластиков

- Избегайте выделения тепла при помощи
 - выбора инструмента с подходящей геометрией и
 - максимизации подачи на зуб.
- Отводите выделенное тепло с заготовки при помощи
 - встречного фрезерования,
 - эффективного устранения пыли на шпинделе и
 - охлаждения воздухом (использования разных смазочно-охлаждающих жидкостей только при условии их совместимости с соответствующим материалом).

The following recommendations initially refer to unfilled plastics. As mentioned above, two factors generally play a decisive role regarding the machining of plastics:

- Its ductility, which can be expressed by the parameter of its ductile yield as well as
- its operation temperature range, which is the temperature range in which the respective plastic shows its optimum strength values.

The following diagram shows the most common thermoplastics and duroplastics with its ductile yields over the operation temperature range (range of maximum continuous temperature within one group of material). For comparison the average values of aluminum are given.

With these two parameters, all plastics may be divided into two clusters, which within themselves show very similar machining properties:

- Standard plastics SP and
- High-performance plastics HP.

Criteria for tool selection

High-performance plastics HP

- The lower the ductile yield, the smaller the rake angle and the larger the wedge angle. The optimum cutting material is PCD.
- At higher ductile yields (e.g. soft PEEK) the rake angle increases while the wedge angle has to be reduced. The optimum cutting material is coated solid carbide.

Standard plastics SP

- SP need generally a higher rake angle as HP. The rule is also true for SP: the lower the ductile yield, the smaller the angle of rake may be.
- The larger the ductile yield, the larger the clearance angle should be selected. At transparent SP it is recommended to use a faceted tool.
- The optimum cutting material for SP without filling material and additives is uncoated carbide, for demanding finishing operations however, lapped PCD or MCD cutting edges are necessary.

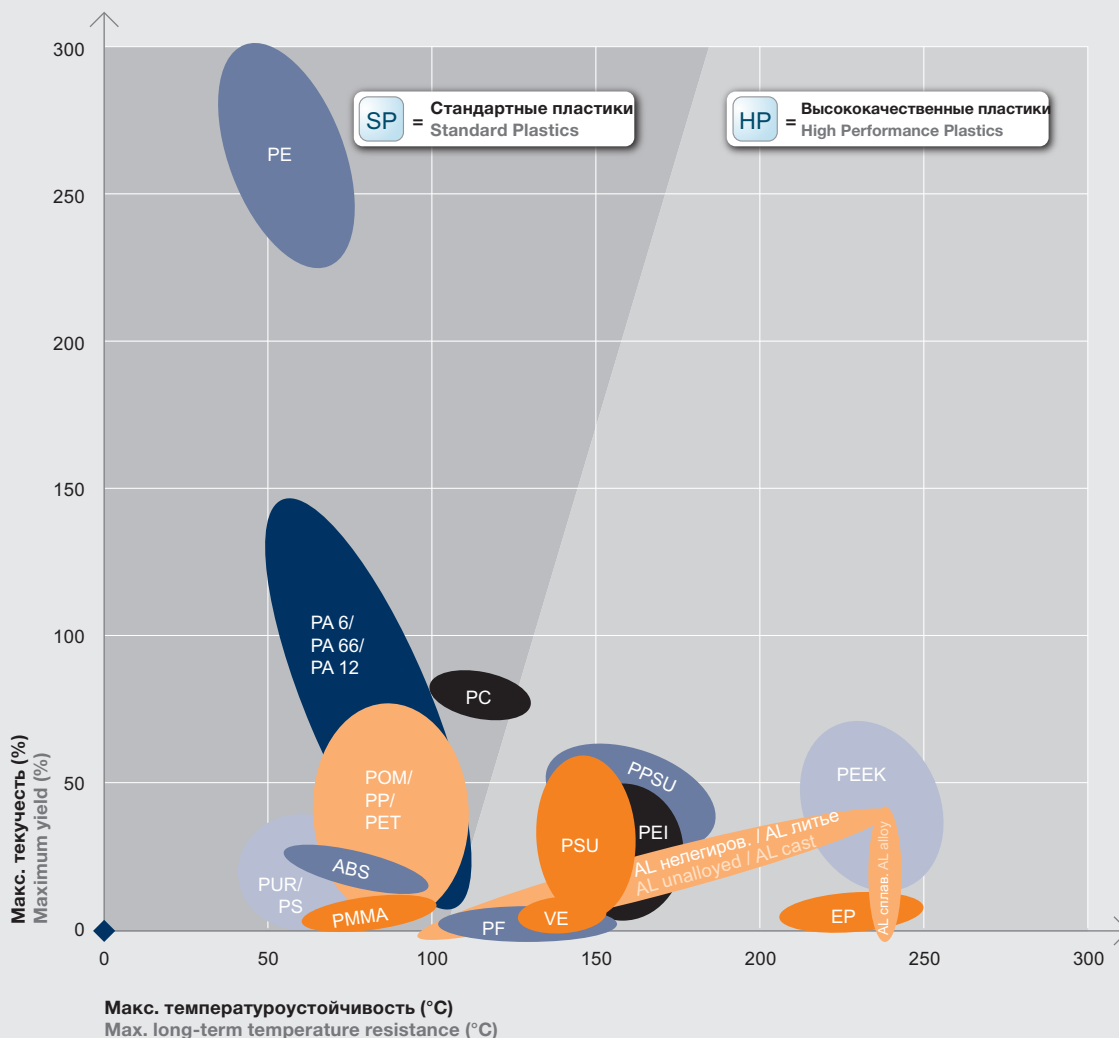
The feed per tooth is a decisive factor

The more material is removed with one cut, the less heat is being released in proportion to the removed material. Therefore, the feed per tooth is a decisive setting screw in order to reduce the heat impact on the material.

General premises for plastic processing

- Avoid a heat generation by
 - selecting the appropriate tool geometry and
 - the maximization of the feed per tooth.
- Dissipate generated heat quickly from the work piece by
 - upcut milling,
 - an efficient dust extraction at the spindle and
 - cooling by air (use of different coolant only if compatible with the resp. material).

Текущность и диапазон рабочих температур термопластиков и дюропластиков в сравнении с алюминием
Ductile yield and the thermal operating range of thermoplastics and duroplastics compared to aluminum



Вышеуказанные параметры являются стандартными и могут меняться в зависимости от вида и количества добавок (примесей).
 Пластификаторы, стабилизаторы, красители и другие наполнители могут использоваться в качестве добавок для того, чтобы материал соответствовал необходимым требованиям.
 The given values are standard values and may vary depending on kind and quantity of additives (admixture).
 Plasticisers, stabilisers, colorants and filling materials are often used as additives in order to match the component with the respective needs.

В современных и легких конструкциях все чаще и чаще используются пластиковые композиты, армированные волокном (в дальнейшем именуемые FRP). Мы не станем проводить подробный обзор композитов, а лишь затронем их наиболее важные свойства, касающиеся механической обработки.

Волокна

Как правило, для химического соединения может использоваться любой вид волокон. Выбор волокна для каждого отдельного случая зависит не только от его физических (как например, предел прочности на разрыв) и химических (как например, сопротивление ультрафиолетовому излучению) свойств, но главным образом, от экономической целесообразности его использования.

Помимо прямых затрат на производство, важным фактором является экологическая безопасность, в частности, возможность последующей переработки.

Композиты, армированные стекловолокном (GFRP) являются самой большой группой волоконных композитов в мире. Они являются оптимальным решением различного использования с точки зрения соотношения „цена-качество“. Сверхлегкая конструкция и их исключительные механические свойства могут быть получены только с помощью композитов углеродного волокна (CFRP). Органические и минеральные волокна приобретают все большее значение, но все же занимают мизерную долю рынка, поэтому мы не уделяем им особого внимания.

- Стекловолокно является хрупким материалом и имеет высокую растяжимость.
- Углеродное волокно также является хрупким, однако, имеет более высокий предел прочности.
- Арамидные и Kevlar волокна сходны с углеродными волокнами, но значительно более пластичны.

Волокна могут быть добавлены в композит разными способами. В зависимости от цели использования (пропитки или обработки) они делятся на:

- короткие волокна,
- длинные или сверхдлинные волокна и
- ткани.

Связка

Связка представляет собой „связующее вещество“, которое соединяет волокна между собой. Как правило, композиты, армированные волокном, изготавливаются с добавлением термопластиков или duroпластиков. Механические свойства связующих материалов детально изложены в предыдущих разделах.

Для лучшего понимания процесса обработки необходимо знать 2 особенности связки:

- Материал связки сам по себе является изотропным или квазиизотропным; это означает, что она имеет одинаковые механические свойства по всем направлениям.
- Нет никакой химической реакции между связкой и волокном. Волокно лишь обволакивает связку.

A modern and constructive lightweight design is based on fiber-reinforced plastic composites (hereinafter named FRP). At this point, an exhaustive overview is not possible and practical. In the following, only the most important machining criteria for the most common applications will be touched upon.

The fiber

Generally, every kind of fiber can be further processed to a compound. Which fiber is used within which application depends on the physical properties like e.g. tensile strength, the chemical properties like e.g. UV resistance but also essentially on economic aspects. Besides the direct manufacturing costs, also the environmental compatibility, in particular the recyclability is an important factor.

Fiberglass composites (GFRP) form the world's largest share in fiber composite. They offer the optimum cost-benefit ratio for many applications. Extreme lightweight construction and extreme mechanical properties may however, only be reached by means of carbon fiber composites (CFRP). Organic fiber and mineral fibers currently gain in importance, but still have a negligible market share and will therefore not be dealt with any further at this point.

- Glass fiber is brittle and has a high tensile strength.
- Carbon fiber is brittle as well; however, it has a much higher tensile strength.
- Aramide and Kevlar fibers are related with carbon fibers, but feature a decisively higher ductility and ductile yield.

Fibers can be placed in different ways in a composite. For treatment and processing we particularly distinguish between:

- short fibers,
- long or endless fiber and
- fabric.

The matrix

Matrix describes the “binding agent” through which the fibers are being held together. Generally, the fiber composites are being produced with thermoplastics as well as with duroplastics, the different manufacturing methods will not be further explained at this point. The machining properties of the matrix materials have already been described in detail in the previous sections.

To understand the machining mechanism 2 points in terms of the matrix are important:

- The matrix material in itself is isotropic or quasi-isotropic; this means that the mechanical properties are equal in all directions.
- There is no chemical compound between matrix and fiber. The fiber only encloses the matrix.

Композит, армированный волокном

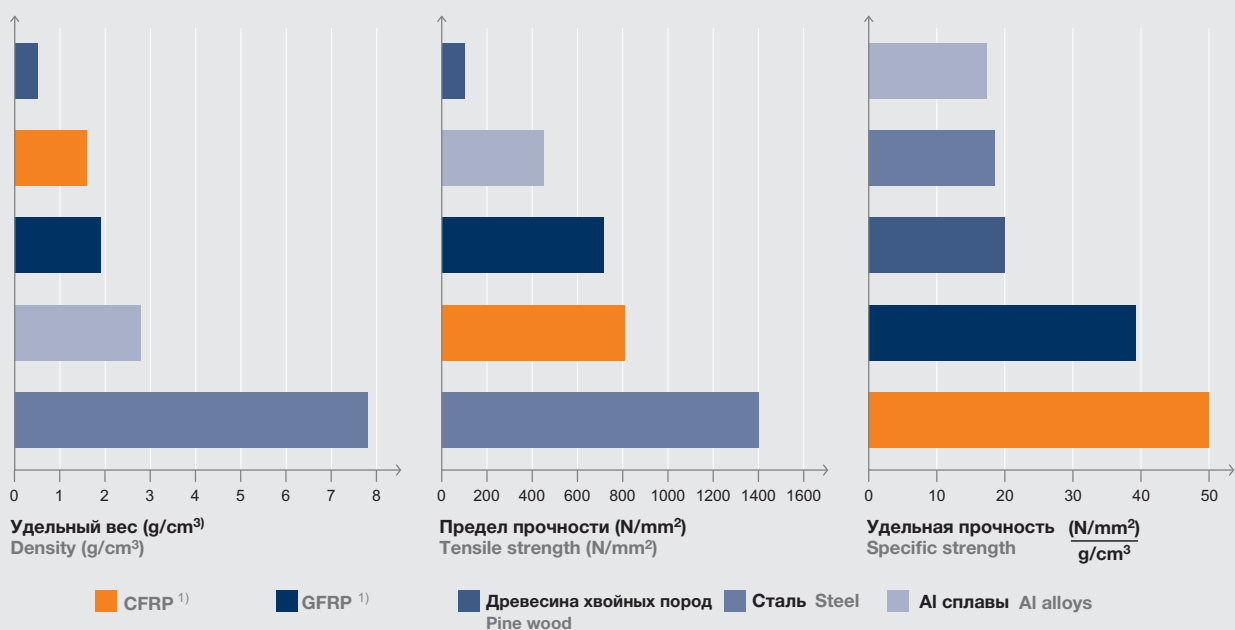
В процессе механической обработки выделяют 3 группы материалов:

- Композиты, армированные коротким волокном, как правило, квазиизотропны и, главным образом, изготавливаются с участием термопластиковой связки. Они также могут быть изготовлены в виде полуфабрикатов или гранул, чтобы затем быть переработанными (например, при помощи глубокой вытяжки или экструзии).
- Композиты, армированные тканью, анизотропны и представлены довольно широко. Доски для серфинга и корпуса автомобилей Formula 1, которые изготавливают при помощи наслаивания вручную, совершенно отличаются друг от друга с точки зрения удельной прочности.
- Композиты, армированные длинным или сверхдлинным волокном, также анизотропны, однако, благодаря послойному наложению однонаправленных волокон, могут иметь более равномерное распределение и существенно большую долю волокон и, как следствие, значительно большую эластичность по сравнению с композитами, армированными тканым волокном. Как правило, они используются для изготовления высоконапряженных компонентов, как например, авиационных фюзеляжей или камер высокого давления.

Плотность и предел прочности на разрыв являются определяющими свойствами конструктивных материалов; решающим значением для их использования, является, однако, их соотношение: удельная прочность.

Следующий график объясняет неоспоримую целесообразность использования волокнистых композитов для легковесных конструкций. Композиты, усиленные углеродным волокном (CFRP), являются уникальными в своей удельной прочности и поэтому значительно превосходят алюминий. Более того, они имеют очень низкий коэффициент теплового расширения, высокую коррозионную стойкость, ударную вязкость и вибростойкость.

Удельная прочность пластиков, усиленных волокном, в сравнении с деревом, алюминием и сталью
 Specific strength of fiber reinforced plastics compared to wood, aluminum and steel



1) Направление волокон Fiber orientation 0°/± 45° = 1/1

The fiber composite

Regarding the machining, 3 material groups are to be distinguished:

- Short fiber reinforced FRP are as a rule quasi-isotropic and are mainly produced by means of thermoplastic matrices. They can then be produced as semi-finished products or granules, to further process them e.g. by means of deep-drawing or extrusion technique.
- Fabric-reinforced FRP are anisotropic and cover an enormous range. Manual laminated surf boards and formula 1 bodies are partially worlds apart from each other in view of the specific strength.
- Long or endless fiber-reinforced FRP are as well anisotropic, but may reach a load-optimized alignment and a substantially higher fiber share and therewith a substantially higher density than fabric-reinforced FRP by means of a layer-wise applying of unidirectional fibers. They are generally being used for highly stressed components e.g. aircraft fuselages or pressure vessels.

The density and tensile strength are decisive properties of a construction material; decisive for its application is however, the relation to each other: the specific strength.

The following graphics show, why fiber composites are the perfect solution for lightweight construction. Carbon fiber composites in particular are unique in their specific strength and therefore are substantially superior to aluminum. Furthermore, CFRP have a very low coefficient of thermal expansion and a high corrosion resistance, a favorable impact resistance and a high vibration fatigue limit.

Волокнистые композиты, в свою очередь, имеют ряд механических свойств. Следующая таблица показывает типичные термопластики, армированные углеродным и стекловолокном (CF и GF) и дюропластики, усиленные углеродным волокном (EP-CF) в сравнении со сталью и алюминием. Очевидно, что волокнистые композиты не могут полностью заменить металлы, однако, могут использоваться в соответствии с определенной расчетной нагрузкой.

However, there is a wide range of mechanical properties regarding fiber composites. The following table shows some typical glass and carbon fiber reinforced thermoplastics (GF and CF) as well as a duroplastic carbon fiber composite (EP-CF) compared to steel and aluminum. It becomes clear, that a fiber composite cannot generally replace metal but has to be used appropriate to the specific load case.

Предел прочности, эластичность и E-модуль наиболее часто используемых GFK и CFK композитов в сравнении с алюминием

Tensile strength, density and E-module of commonly used GFK and CFK compared to aluminum and steel

| | Предел прочности Tensile strength N/mm² | Плотность Density g/cm³ | E-модуль E-module N/mm² |
|---------------------|--|--|--|
| PEEK CF30 | 224 | 1,44 | 13000 |
| PA66 GF30 | 110 | 1,29 | 5200 |
| POM GF25 | 130 | 1,58 | 8800 |
| PP GF30 | 83 | 1,14 | 6700 |
| CFK (EP-CFHT60) | 3400 | 1,7 | 120000 |
| Сталь Steel | 1100 | 7,8 | 210000 |
| Al-сплавы Al alloys | 350 | 2,8 | 70000 |

Вышеуказанные параметры являются стандартными и могут меняться в зависимости от вида и количества добавок (примесей).
 The given values are standard values and may vary depending on kind and quantity of additives (admixture).

Как упомянуто в предыдущем разделе, существует безграничное разнообразие пластиков, армированных волокном (FRP). Поэтому следующие рекомендации не являются комплексными, а ограничены основными особенностями производства наиболее часто встречающихся FRP.

Критерии для получения наилучшего качества обработки

- Избегайте механических повреждений заготовки (так называемого расслоения),
- изготавливайте заготовки с гладкой поверхностью, а также с режущими краями без заусенцев,
- соблюдайте необходимый производственный допуск.

Критерии производительности

- Сокращение времени обработки,
- оптимизация надежности технологического процесса и
- максимизация срока службы инструмента.

Критерии для подбора инструмента

- Материал связки (термопластик, дюропластик, высококачественный пластик или стандартный пластик),
- материал волокна (стекло, углерод, Kevlar, др....),
- процентное содержание волокна,
- расположение волокон (ненаправленные короткие волокна, однонаправленные тканевые волокна, ткани...).

Поведение волокон во время обработки

Как правило, следующее правило относится к волокну из стекла, углерода и Kevlar: Волокно срезается, не рвется. Эта разница является следствием различной эластичности материалов. Например, волокно Kevlar высокопрочное, поэтому требует специальных инструментальных решений для фрезерования и сверления по причине высокой пластичности (ознакомьтесь с обзором).

Для достижения наилучшего среза волокна, Вы должны убедиться в том, что:

- волокно прочно удерживается в связке,
- используется инструмент с острой режущей кромкой для создания достаточно высокого давления на очень маленькой площади среза.

Расслоение

Расслоение подразумевает собой локальное отслоение отдельных волоконных слоев материала и, соответственно, локальную потерю однородности. Во время сверления расслоения чаще всего появляются на верхнем и нижнем слое заготовки (так называемые peel-up и push-out). Более серьезными являются расслоения во внутреннем слое материала, т.к. их сложнее обнаружить и они могут привести к серьезным последствиям, особенно в случае длительного использования дефектного материала.

Основными причинами расслоения являются

- локальный перегрев и последующая потеря механических свойств связки (пережог смолы),
- слишком сильное осевое давление/усилие растяжения (push-out) или трение (peel-up) и
- высокочастотные вибрации в диапазоне собственных частот.

As mentioned in the previous section, the diversity and range of FRP is enormous. The following recommendations are therefore not comprehensive but are limited to the essential factors of the processing of the most common FRP.

Criteria of machining quality

- Avoid a mechanical damage to the component (so-called delamination),
- produce a smooth workpiece surface as well as ideal and burr-free edges,
- comply with all required manufacturing tolerances.

Criteria of efficiency

- Reduction of processing time,
- optimization of process reliability and
- maximization of tool-life.

Questions prior to the selection of a tool

- Which matrix (thermoplastics, duroplastics, high-performance plastics or standard plastics)?
- Which fiber material (glass, carbon, Kevlar, other ...)?
- Which fiber volume content (in percent)?
- How is the fiber being implemented (non-oriented short fiber, unidirectional fabrics, fabrics ...)?

Fiber conduct during processing

As a general rule, the following applies to glass, carbon and Kevlar fiber: The fiber is being sheared, not cut. There are differences due to different ductibility. The Kevlar fiber needs to be highlighted in particular, as it makes special tooling solutions necessary regarding milling and drilling due to a high ductility (see overview).

To reach the best shearing effect at the fiber, you must ensure

- that the fiber remains supported within the matrix in view of the workpiece,
- that a sharp cutting edge is necessary, in order to generate a quite high pressure on a very small shearing area.

Delamination

Delamination means a local separation of single fiber layers within the material and thereby a local loss of solidity. During drilling operations delaminations occur particularly at the upper or lower edge of the workpiece (so-called peel-up or push-out), more subtle however, are separations within the core layer of the material, as these are difficult to detect and may lead to serious consequential damages especially during continuous strain.

The essential causes for a delamination are

- a local overheating and thereby a loss of mechanical properties of the matrix (resin burn),
- a peeling stress due to a too strong an axial pressure/traction (push-out) or friction (peel-up) and
- high-frequency vibrations in the natural frequency range.

Выкрашивание краев и вырывание волокон

Выкрашивание краев и вырывание волокон являются разновидностями расслоения. Как правило, они не приводят к потере прочности обрабатываемой детали. Последствиями чрезмерной длины волокон и поверхностных трещин являются нежелательный внешний вид и проблемы со сборкой.

Поверхностные трещины, как правило, появляются на хрупком связующем материале, особенно на дюропластиках (как например, на эпоксидных смолах (EP)). Чрезмерно длинные волокна являются следствием их недостаточной плотности связки и не могут быть срезаны инструментом.

Частыми причинами их возникновения являются:

- режущая кромка - тупая или с большой защитной фаской (неполное срезающее действие),
- слишком сильное осевое усилие, растяжение или давление, оказываемое винтовой канавкой инструмента,
- вибрации (инструмент „откалывает“ куски хрупкой связки).

Технология сжатия

Не существует стандартов оптимального инструмента ввиду очень широких требований отрасли и специфики процесса. Однако, к примеру, типичные для FRP-инструмента технологии сжатия материала при обработке дерева более эффективны, чем пришедшие из металлообработки.

Компрессионная фреза имеет винтовую стружечную канавку, направленную против хода вращения, и тем самым оказывает „давление“ на верхний и нижний край заготовки. Таким образом, оптимальный „срезающий эффект“ достигается только при условии качественной обработки режущих краев заготовки. Кроме того, осевое давление практически полностью отсутствует, что приводит к уменьшению вероятности возникновения расслоений и минимизирует вибрацию.

Компрессионный инструмент, однако, лимитирован отводом стружки. Практическое исполнение прорезания паза и обработки мягких материалов с использованием этого инструмента (см. стр. 32,35) возможно с ограничениями.

Общие положения по выбору оптимального режущего материала

- Обработки материалов, армированных углеродным волокном, всегда подразумевает использование инструмента, стойкого к абразивному износу. Оптимальным режущим инструментом является поликристаллический алмаз (PCD) или твердый сплав с алмазным или углеродным покрытием.
- Инструмент для обработки материалов, армированных стекловолокном, также должен иметь защиту от абразивного износа: наилучшее соотношение цена-качество достигается при помощи использования инструмента с классическим тонкослойным PVD-покрытием (например, AlTiN).
- Только термопластики, армированные коротким волокном и его низкой объемной долей (< 20 %) могут намеренно производиться из непокрытого материала.

Edge chipping and fiber rip out

Edge chipping and fiber rip out are a type of delamination. However, they normally do not cause any loss of stability in the component. The consequences of excess lengths of fiber and cracked surfaces are rather an unwanted appearances or assembly problem.

Cracked surfaces occur particularly within brittle matrix materials, especially duroplastics like epoxy resin (EP), excess lengths of fiber occur, if the fiber is not adequately supported within the matrix and cannot be sheared off by the tool.

The most common causes are

- a blunt or too strongly chamfered cutting edge (insufficient shearing effect),
- a too strong a traction or pressure due to the tool (helix) or
- vibrations (tool “hits out” pieces from the brittle matrix).

Compression technology

There are no generalities for the optimum tool as the branch and process specific requirements vary too widely. However, the example of the compression technology as typical FRP-tool shows that analogies to the machining of wood are often more efficient than derivations from metalworking.

Compression milling tools have a contra-rotating twist and thereby “press” against the upper or lower side of the workpiece. Thus, an optimum shearing effect is being reached, by which extremely ideal workpiece edges are being created. In addition, the axial forces are being almost nullified which reduces the delamination risk and minimizes the vibration.

However, compression tools are limited regarding chip removal. Particularly with full slotting operations and soft materials the use of this type of tool (see page 32, 35) is only possible to a limited extent.

Generalities regarding the optimal cutting material

- A processing of carbon fiber-reinforced materials should always be done by means of an abrasion resistant tool. Optimal cutting materials are PCD or carbide with diamond or carbon coating.
- Glass fiber reinforced materials need as well an abrasion protection for the tool: the best cost-benefit-ratio is being reached with classical PVD thin-layering (e.g. AlTiN).
- Only short fiber reinforced thermoplastics with a low fiber volume (< 20 %) may be processed reasonably with uncoated materials.

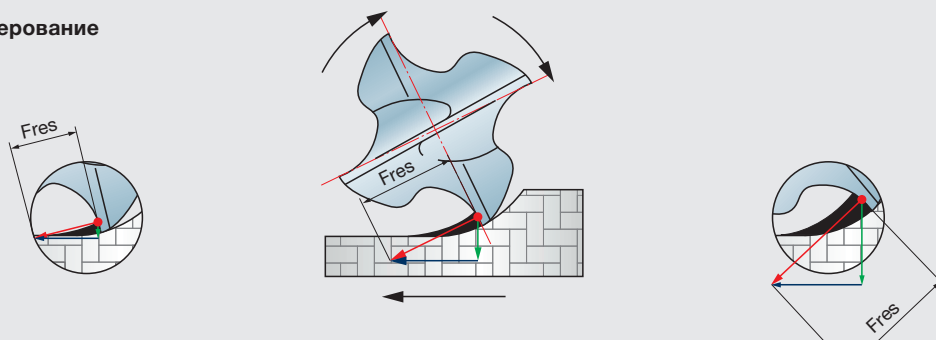
Основные условия для обработки пластиков, армированных волокном

- Избегайте выделения тепла при помощи:
 - выбора инструмента с подходящей геометрией и
 - максимизации подачи на зуб.
- Удаления пыли и охлаждения:
 - эффективное удаление пыли от шпинделя и
 - охлаждение воздухом (используйте разные смазочно-охлаждающих жидкости при условии их совместимости с соответствующим материалом).
- Обработка за один проход:
 - Нет необходимости использовать специально подобранный инструмент одновременно для черновой и финишной обработок, т.к. это может привести к обратным результатам.
- Максимизация подачи на зуб и глубина резания:
 - Определяющим критерием является удаление материала за один проход.
 - Остальные параметры обработки можно оптимизировать исходя из технических возможностей станка.
- Встречное фрезерование:
 - Отводит тепло от заготовки,
 - уменьшает вероятность механического повреждения (отсутствует давление на заготовку),
 - улучшает качество чистовой обработки поверхности (связка фиксирует волокна) и тем самым повышает точность обработки (не „течет“).

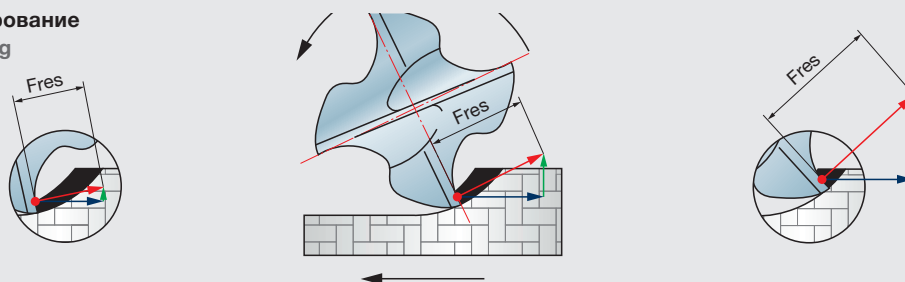
General premises for the processing of fiber reinforced plastics

- Avoid a heat generation:
 - Select the appropriate tool geometry and
 - the maximization of the feed per tooth.
- Aspirating and cooling:
 - an efficient aspiration at the spindle and
 - cooling by air (use of different coolant only if compatible with the resp. material).
- Processing in one manufacturing step:
 - With an optimally selected tool it is not necessary to do a roughing + finishing, in part both might even be counterproductive.
- Maximization of tooth feed and cutting depth:
 - The decisive criterion is a material removal per cut.
 - All further processing parameters have to be optimized depending on the possibilities of the machine.
- Conventional milling:
 - Removes heat from the component,
 - reduces the risk of a mechanical damage (no pressure perpendicular to the component),
 - creates a better surface quality (fiber remains supported within the matrix) and makes a more accurate machining possible (no “floating”).

**Попутное фрезерование
Climb milling**



**Встречное фрезерование
Conventional milling**



Fres = результирующая сила
resulting force

Отличия попутного фрезерования от встречного. При встречном фрезеровании режущая кромка инструмента направлена непосредственно на сильно закрепленное волокно, что позволяет отвести выделяемое тепло и удалить стружку с заготовки. Таким образом, режущая кромка охлаждается до того, как она снова соприкасается с заготовкой, давление режущей кромки направлено параллельно ходу обработки.

Climb milling vs. conventional milling. During machining in upcut milling the cutting edge works always towards a maximum supported fiber, the cutting and therewith the heat is thereby being removed from the component, the cutting edge cools off before it reaches the component again, the cutting edge pressure acts parallel to the processing direction.

Нет необходимости создания универсальных рекомендаций по обработке материалов, т.к. каждый день появляются все новые и новые композитные материалы. Специалисты по технико-экономическому анализу LMT Tools всегда рады помочь Вам разобраться с любыми вопросами, касающимися процесса обработки.

Тем не менее, ниже Вы найдете краткое разъяснение понятий „пакет“ и „сэндвич-панель“.

Пакеты

- Обычно используются в авиастроении.
Материал:
 - Несколько слоев CFRP или его соединений с алюминием или/и титаном.
 - Обычно слои не проклеены между собой.
- Как правило, для сверления (заклепочного отверстия или глубокого сверления для винтовых соединений) используется:
 - Сверлильный станок с ручной подачей,
 - пневматическая дрель,
 - роботы,
 - порталый станок.
- Основные проблемы при обработке:
 - Металлическая стружка может оставить след на обработанных стенках отверстия CFRP.
 - Смена температур приводит к отклонениям допуска.
 - Расслоение на выходе и на входе отверстия.
- Основные критерии выбора инструмента:
 - Наличие настройки на обработку конуса и угла при вершине.
 - Подача воздуха через отверстие для подвода СОЖ, необходимого для охлаждения заготовки и удаления стружки.
 - Наличие винтовых канавок; лишь CFRP/ CFRP-соединения позволяют использовать инструмент с прямыми стружечными канавками.

Сэндвич-панели

- Сэндвич-панель представляет собой многослойный материал, слои которого подобраны по размеру, пределу прочности и/или внешнему виду, так же, как и по одному или нескольким материалам сердцевины с низким удельным весом.
- Типичные материалы сердцевины:
 - Сотовые материалы из изоляционной бумаги, пропитанной феноло-альдегидным полимером, или алюминия,
 - пенопласты, например, из полиуретана, полистирола или полиэтилена и
 - дерево.
- Типичные материалы покрытия:
 - CFRP (пластик, армированный углеродным волокном)
 - GFRP (пластик, армированный стекловолокном)
 - Алюминий
 - Термопластик, усиленный коротким волокном
- Типичные проблемы при обработке:
 - Предотвращение появления расплываний на покрытии,
 - трехмерная обработка материалов с ориентированной структурой, например, дерева, или сотовых материалов,
 - достаточно различная степень абразивного износа на разных слоях, ...

Universal machining rules for the enormous range of material combinations are not reasonable and can never be comprehensive due to the enormous dynamics of the composite materials technology. The application engineers of LMT Tools will be glad to advise you regarding all specific processing tasks.

In the following please find nevertheless some shorthand explanations regarding the terms “stack” and “sandwich”:

Stacks

- Typical application in the aircraft construction.
Material:
 - Several layers CFRP or combinations out of CFRP and aluminum and/or titanium jointly processed.
 - As a rule, layers are not glued together.
- As a rule drilling processes (rivet hole drilling or deep hole drilling for screwed connections) by means of:
 - Hand-guided drilling units,
 - pneumatic drill feed units,
 - robots,
 - portal machines.
- Main problems during processing:
 - Metal chips may damage the drilling reveal within the CFRP or may slide between the material layers.
 - Different coefficients of thermal expansion lead to tolerance deviations.
 - Delamination at the hole entrance or exit.
- Important factors regarding the tool selection:
 - An adjustment of the tip angle and the taper is necessary.
 - The air supply by means of coolant bore needs to cool and has to support the chip removal.
 - Helical flutes are almost always necessary, only CFRP/ CFRP-combinations allow a processing by means of straight fluted tools.

Sandwiches

- The setup is generally a multilayered structure of final layers which have been particularly dimensioned on tensile strength and/or appearance, as well as on one or several core materials with low volume weight.
- Typical core layers are:
 - Honeycomb made of phenolic resin impregnated paper or aluminum,
 - foams e.g. made of polyurethane, polystyrene or polyethylene or as well as,
 - wood.
- Typical top coating materials are e.g.:
 - CFRP
 - GFRP
 - Aluminum
 - Short fiber reinforced thermoplastics
- Typical processing problems are e.g.:
 - The avoidance of feathering on the top coat,
 - three-dimensional processing of strongly oriented materials like wood or honeycomb,
 - strongly different abrasion effects of different layers, ...

1.00 дюйм inch = 0,0254 m = 2,5400 cm = 25,400 мм mm

| дюйм inch | дюйм inch | мм mm | дюйм inch (мм mm) | мм mm (дюйм inch) |
|-----------|-----------|---------|-------------------|-------------------|
| 3/16 | 0.1875 | 4,7625 | 0.1875 (4,7625) | 4,7625 (0.1875) |
| 1/4 | 0.25 | 6,35 | 0.25 (6,35) | 6,35 (0.25) |
| 5/16 | 0.3125 | 7,9375 | 0.3125 (7,9375) | 7,9375 (0.3125) |
| 3/8 | 0.375 | 9,525 | 0.375 (9,525) | 9,525 (0.375) |
| 7/16 | 0.4375 | 11,1125 | 0.4375 (11,1125) | 11,1125 (0.4375) |
| 1/2 | 0.5 | 12,7 | 0.5 (12,7) | 12,7 (0.5) |
| 5/8 | 0.625 | 15,875 | 0.625 (15,875) | 15,875 (0.625) |
| 3/4 | 0.75 | 19,05 | 0.75 (19,05) | 19,05 (0.75) |
| 7/8 | 0.875 | 22,225 | 0.875 (22,225) | 22,225 (0.875) |
| 1" | 1 | 25,4 | 1 (25,4) | 25,4 (1) |
| 1 1/4 | 1.25 | 31,75 | 1.25 (31,75) | 31,75 (1.25) |
| 1 1/2 | 1.5 | 38,1 | 1.5 (38,1) | 38,1 (1.5) |
| 1 3/4 | 1.75 | 44,45 | 1.75 (44,45) | 44,45 (1.75) |
| 2" | 2 | 50,8 | 2 (50,8) | 50,8 (2) |
| 2 1/4 | 2.25 | 57,15 | 2.25 (57,15) | 57,15 (2.25) |
| 2 1/2 | 2.5 | 63,5 | 2.5 (63,5) | 63,5 (2.5) |
| 2 3/4 | 2.75 | 69,85 | 2.75 (69,85) | 69,85 (2.75) |
| 3" | 3 | 76,2 | 3 (76,2) | 76,2 (3) |
| 3 1/4 | 3.25 | 82,55 | 3.25 (82,55) | 82,55 (3.25) |
| 3 1/2 | 3.5 | 88,9 | 3.5 (88,9) | 88,9 (3.5) |
| 3 3/4 | 3.75 | 95,25 | 3.75 (95,25) | 95,25 (3,75) |
| 4" | 4 | 101,6 | 4 (101,6) | 101,6 (4) |
| 4 1/4 | 4.5 | 114,3 | 4.5 (114,3) | 114,3 (4.5) |
| 4 1/2 | 5 | 127 | 5 (127) | 127 (5) |
| 4 3/4 | 5.5 | 139,7 | 5.5 (139,7) | 139,7 (5.5) |
| 6" | 6 | 152,4 | 6 (152,4) | 152,4 (6) |
| 6 1/2 | 6.5 | 165,1 | 6.5 (165,1) | 165,1 (6.5) |
| 7" | 7 | 177,8 | 7 (177,8) | 177,8 (7) |
| 7 1/2 | 7.5 | 190,5 | 7.5 (190,5) | 190,5 (7.5) |
| 8" | 8 | 203,2 | 8 (203,2) | 203,2 (8) |
| 8 1/2 | 8.5 | 215,9 | 8.5 (215,9) | 215,9 (8.5) |
| 9" | 9 | 228,6 | 9 (228,6) | 228,6 (9) |
| 9 1/2 | 9.5 | 241,3 | 9.5 (241,3) | 241,3 (9.5) |
| 10" | 10 | 254 | 10 (254) | 254 (10) |
| 10 1/2 | 10.5 | 266,7 | 10.5 (266,7) | 266,7 (10.5) |
| 11" | 11 | 279,4 | 11 (279,4) | 279,4 (11) |
| 11 1/2 | 11.5 | 292,1 | 11.5 (292,1) | 292,1 (11.5) |
| 12" | 12 | 304,8 | 12 (304,8) | 304,8 (12) |
| 12 1/2 | 12.5 | 317,5 | 12.5 (317,5) | 317,5 (12.5) |
| 13" | 13 | 330,2 | 13 (330,2) | 330,2 (13) |
| 13 1/2 | 13.5 | 342,9 | 13.5 (342,9) | 342,9 (13.5) |
| 14" | 14 | 355,6 | 14 (355,6) | 355,6 (14) |
| 14 1/2 | 14.5 | 368,3 | 14.5 (368,3) | 368,3 (14.5) |
| 15" | 15 | 381 | 15 (381) | 381 (15) |

| Режущий материал Cutting materials | |
|--|--|
| Твердый сплав Solid carbide | Поликристаллический алмаз Polycrystalline Diamond |
| Быстрорежущая сталь High speed steel | Алмазная крошка Diamond grit |
| Монокристаллический алмаз Monocrystalline Diamond | |

| Покрытие Coatings | |
|-------------------------------------|---|
| Алмазное покрытие Diamond coated | Алмазоподобное углеродное покрытие Diamond Like Carbon |
| | |

| Число режущих кромок Number of cutting surfaces | |
|--|---------------------------|
| Однозубый Single flute | Трехзубый 3 Flutes |
| Двухзубый 2 Flutes | Восьмигранный 8 Flutes |

| Спираль, угол спирали Spiral, spirale angle | |
|--|--------------------------------------|
| Стружка вверх Upcut | Стружка вниз Downcut |
| Фреза с разнонаправленными винтовыми канавками Compression end mill | С прямой канавкой Straight fluted |

| Класс допуска Tolerance classes | |
|--|--|
| Прямой хвостовик h6 Straight shank h6 | |

| Тип отверстия Types of holes | |
|---|--|
| Глухое и сквозное отверстия Blind and through hole | |

| Тип обработки Processes | |
|---|---|
| Чистовая обработка поверхности Superfinish surface | |
| Торцовое фрезерование Face milling | Фрезерование глубоких выемок/Обработка пазов Pocket milling/Slotting |
| Профильное фрезерование Copy milling | Контурное фрезерование Contour milling |
| Фрезерование в углах Corner milling | Плунжерное фрезерование Able to plunge |

| Применение Applications | |
|---|--|
| Высококачественный пластик High performance plastics | Стандартный пластик Standard plastics |
| Сотовый материал Honeycomb | Гибридный материал Hybrid materials |
| Реактопласт с углеродным волокном/Графит Fiber reinforced thermoset/graphite | |
| Термопластик, армированный волокном Fiber reinforced thermoplastics | |

| Дополнительные возможности Special features | |
|--|--|
| Внутреннее охлаждение Internal cooling system | |

Бланк для запроса специальных фрез Inquiry form customized mills

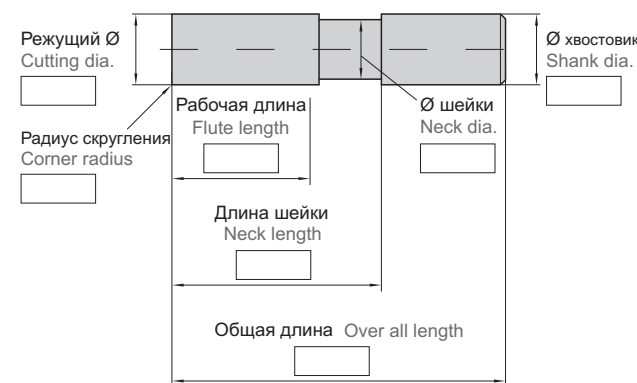
Заполненный бланк отправьте по адресу: Please fill in the form and send at:
E-Mail: info@lmt-russia.ru
Fax: +7 (495) 280-73-52

| Отправитель Customer information | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Компания Company | Контактное лицо Contact person |
| Адрес Address | Телефон Phone |
| | E-Mail E-Mail |

| Заготовка Workpiece information | |
|--|---|
| Обрабатываемый материал Material to be machined | Ширина резания (a_e) Width of cut |
| Прочность Strength | Глубина резания (a_p) Depth of cut |
| Тип обработки Machining operation | Доп. информация Additional information |

| Станок Machine | |
|---|---|
| Тип станка Machine type | Крепление заготовки Workpiece clamping |
| Положение инструмента Treatment position | Доп. информация Additional information |
| Макс. обороты шпинделя (min^{-1}) Max. spindle speed (RPM) | |

| Инструмент Tool data | |
|--|--|
| Количество Quantity | Число зубьев Number of teeth |
| Режущий материал Cutting material | Тип хвостовика Shank style |
| Покрытие Coating | Охлаждение Cooling system |
| Спиральная стружечная канавка Helix | Сходство с инструментом Tool similar to |
| Наличие режущей кромки у центра Center cutting? | |

| | |
|---|--|
| Общая информация General information |  |
|---|--|

Бланк для запроса специальных сверл

Inquiry form customized drills

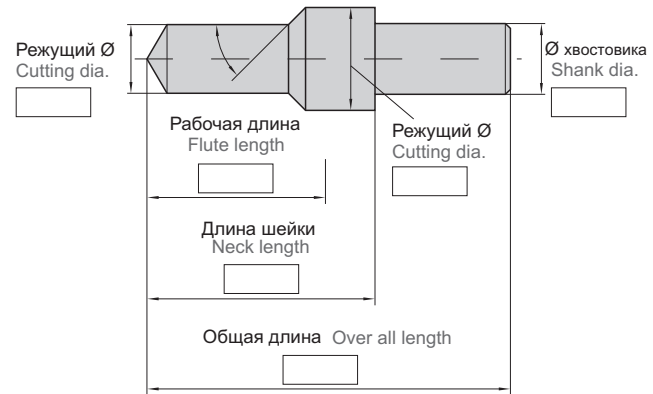
Заполненный бланк отправьте по адресу: Please fill out the form and send at:
 E-Mail: info@lmt-russia.ru
 Fax: +7 (495) 280-73-52

| Отправитель Customer information | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Компания Company | | Контактное лицо Contact person | |
| Адрес Address | | Телефон Phone | |
| | | E-Mail E-Mail | |

| Заготовка Workpiece information | | | |
|--|--|---|--|
| Обрабатываемый материал Material to be machined | | Тип сверления Drilling type | |
| Прочность Strength | | Доп. информация Additional information | |
| Глубина отверстия Depth of hole | | | |

| Станок Machine | | | |
|--|---|---|---|
| Тип станка Machine type | | Крепление заготовки Workpiece clamping | |
| Положение инструмента Treatment position | <input type="checkbox"/> горизонтальное horizontal | <input type="checkbox"/> вертикальное vertical | Доп. информация Additional information |
| Макс. обороты шпинделя (min ⁻¹) Max. spindle speed (RPM) | | | |

| Инструмент Tool data | | | |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Количество Quantity | | Охлаждение Cooling system | |
| Режущий материал Cutting material | | Похожий инструмент Tool similar to | |
| Покрытие Coating | | | |
| Число зубьев Number of teeth | | Доп. информация Additional information | |
| Тип хвостовика Shank style | | | |

| | | |
|---|--|---|
| Общая информация General information | |  <p>Режущий Ø Cutting dia.</p> <p>Рабочая длина Flute length</p> <p>Длина шейки Neck length</p> <p>Общая длина Over all length</p> <p>Ø хвостовика Shank dia.</p> |
|---|--|---|

Brasilien / Brazil

LMT Boehlerit Ltda.
Alameda Caiapós, 693
Centro Empresarial
Tamboré
06460-110 – Barueri
São Paulo
Telefon +55 11 55460755
Telefax +55 11 55460476
lmtvendas@lmt.com.br

China

LMT China Co. Ltd.
No. 8 Phoenix Road,
Jiangning Development Zone
211100 Nanjing
Telefon +86 25 52128866
Telefax +86 25 52106376
lmt.cn@lmt-tools.com

Deutschland / Germany

LMT Tool Systems GmbH
Heidenheimer Str. 84
73447 Oberkochen
Telefon +49 7364 9579-0
Telefax +49 7364 9579-8000
lmt.de@lmt-tools.com

Frankreich / France

LMT Belin France S.A.S.
Lieu dit „Les Cizes“
01590 Lavancia
Telefon +33 474 758989
Telefax +33 474 758990
lmt.fr@lmt-tools.com

Großbritannien und Irland / United Kingdom

LMT UK Ltd.
5 Elm Court
Cope Drive
Meriden
CV5 9RG
Telefon +44 1676 523440
Telefax +44 1676 525379
lmt.uk@lmt-tools.com

Indien / India

LMT (India) Private Limited
Old No. 14, New No. 29,
IInd Main Road
Gandhinagar, Adyar
Chennai – 600 020
Telefon +91 44 24405136/137
+91 44 42337701/03
Telefax +91 42337704
lmt.in@lmt-tools.com

Italien / Italy

LMT ITALY S.r.l.
Via Bruno Buozzi 31
20090 Segrate (MI)
Telefon +39 02 2694971
Fax +39 02 21872456
lmt.it@lmt-italy.it

Kanada / Canada

LMT USA Inc.
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
Telefon +1 847 6933270
Telefax +1 847 6933271
lmt.us@lmt-tools.com

Korea

LMT Korea Co. Ltd.
Room #1212, Anyang Trade
Center
1107 Bisan-Dong, Dongan-Gu,
Anyang-Si,
Gyeonggi-Do, 431-817,
South Korea
Telefon +82 31 3848600
Telefax +82 31 3842121
lmt.kr@lmt-tools.com

Mexiko / Mexico

LMT Boehlerit S.A. de C.V.
Ave. Acueducto No. 15
Parque Industrial
Bernardo Quintana
76246 El Marqués, Querétaro
Telefon +52 442 2215706
Telefax +52 442 2215555
info@lmt.com.mx

Österreich / Austria

Boehlerit GmbH & Co. KG
Werk-VI-Straße
8605 Kapfenberg
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300793
info@boehlerit.com

Polen / Poland

LMT Boehlerit Polska Sp. z o.o.
ul. Wysogotowska 9
62-081 Przemierowo
Telefon +48 61 6512030
Telefax +48 61 6232014
lmt@lmt-polska.pl

Rußland / Russia

LLC LMT Tools
Serebryanicheskaya nab. 27
109028 Moscow
Telefon +7 495 2807352
Telefax +7 495 2807352
info@lmt-russia.ru

Singapur / Singapore

LMT Asia PTE LTD.
1 Clementi Loop 04-01
Clementi West District Park
Singapur 12 9808
Telefon +65 64 624214
Telefax +65 64 624215
sales@lmta.com.sg

Spanien und Portugal / Spain and Portugal

LMT Boehlerit S.L.
C/. Narcis Monturiol 11-15
08339 Vilassar de Dalt
Barcelona
Telefon +34 93 7507907
Telefax +34 93 7507925
lmt.es@lmt-tools.com

Tschechische Republik und Slowakei / Czech Republic and Slovakia

LMT Czech Republic s.r.o.
Dusikova 3
63800 Brno-Lesná
Telefon +420 548 218722
Telefax +420 548 218723
lmt.fette@iol.cz

Türkei / Turkey

BÖHLER Sert Maden
ve Takim Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Ankara Asfaltı Üzeri No. 22,
Kartal 34873
Istanbul
Telefon +90 216 306 65 70
Telefax +90 216 306 65 74
bohler@bohler.com.tr

Ungarn / Hungary

LMT-Boehlerit Kft
Kis-Duna U. 6
2030 Erd
Po Box # 2036 Erdliget Pf. 32
Telefon +36 23 521910
Telefax +36 23 521919
lmt.hu@lmt-tools.com

USA

LMT USA Inc.
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
Telefon +1 847 6933270
Telefax +1 847 6933271
lmt.us@lmt-tools.com

LMT Belin France S.A.S.

Lieu dit „Les Cizes“
01590 Lavancia
Frankreich
Telefon +33 474 758989
Telefax +33 474 758990
info@lmt-belin.com
www.lmt-belin.com

LMT Fette Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG

Grabauer Straße 24
21493 Schwarzenbek
Deutschland
Telefon +49 4151 12-0
Telefax +49 4151 3797
info@lmt-fette.com
www.lmt-fette.com

LMT Kieninger GmbH

Vogesenstraße 23
77933 Lahr
Deutschland
Telefon +49 7821 943-0
Telefax +49 7821 943213
info@lmt-kieninger.com
www.lmt-kieninger.com

LMT Onsrud LP

1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
USA
Telefon +1 847 3621560
Telefax +1 847 4731934
info@lmt-onsrud.com
www.lmt-onsrud.com

in alliance

Bilz Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG

Vogelsangstraße 8
73760 Ostfildern
Deutschland
Telefon +49 711 348010
Telefax +49 711 3481256
info@bilz.com
www.bilz.com

Boehlerit GmbH & Co. KG

Werk-VI-Straße
8605 Kapfenberg
Österreich
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300793
info@boehlerit.com
www.boehlerit.com

LMT Technology Group

**BELIN
FETTE
KIENINGER
ONSRUD**

in alliance

**BILZ
BOEHLERIT**