

№  
01  
20  
20

**world<sup>of</sup> tools**



# ГЛАВНАЯ ТЕМА: АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

**АВТОМОБИЛЕ-  
СТРОЕНИЕ**

**АДДИТИВНАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ**

**ПРОДУКЦИЯ**

**О НАС**

Актуальная тема: Элек-  
тропривод — новая эра  
в автомобилестроении

3D-печать от компании HORN

Инновации  
2020 года

Конкурс EuroSkills 2021:  
Битва профессий

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ,



После скандала с превышением норм выбросов для автомобилей с дизельными двигателями, автомобилестроительный сектор оказался в центре общественных и политических дискуссий. Тем не менее, этот сектор всё ещё остается—и будет оставаться—одной из основных отраслей промышленности в Германии, Европе и во всем мире. На рынке появляется огромное количество инновационных концепций приводов. А конструкции существующих силовых приводов продолжают пересматриваться и оптимизироваться. Конечно, многое происходит в этой области, но мы должны помнить, что целостный подход здесь так же важен, как и в других областях. Например, необходимо учитывать энергобаланс в конкретной стране и давать технологиям возможность проявить себя и утвердиться вместо того, чтобы непреклонно отдавать предпочтение только одному решению.

Как в наши дни сделать профессии, требующие квалифицированного труда, привлекательными? Конечно же, демонстрируя, какие возможности они открывают и насколько разнообразными могут быть. И именно в этом помогает соревнование EuroSkills 2021. В этом году этот европейский конкурс профессионального мастерства проходит в г. Грац (Австрия). Являясь серебряным спонсором этого мероприятия, наша компания инвестирует в развитие молодых специалистов, подбор талантов и—в свою очередь—в наше общее будущее. Мы гордимся тем, что можем внести свой вклад.

Главное—изменить ситуацию к лучшему. Нигде это не проявляется так очевидно, как в сфере обработки композиционных материалов. В этой области ключевое значение играет, например, то, разрушаю ли я пластик, армированный углеродным волокном, во время его обработки инструментом с поликристаллическими алмазами (PCD) или режу его острой режущей кромкой инструмента из синтетического алмаза (CVD-D). Наша задача, как производителя высокоточного инструмента, заключается в том, чтобы отлично разбираться в самом инструменте и при этом хорошо знать общие условия обработки, такие как станок, приспособление для закрепления заготовки, система зажима инструмента, материал заготовки и стойка ЧПУ станка. Это особенно важно в отношении материала: мы считаем, что специалисты компании должны обладать соответствующими знаниями и опытом.

Мы надеемся, что прочтение этого выпуска нашего журнала доставит вам истинное удовольствие и позволит расширить ваши знания в области инструментальных решений для автомобилестроения.

Маркус Хорн, Лотар Хорн и Маттиас Роммель

## 04 АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

Актуальная тема: Электропривод—новая эра в автомобилестроении  
Новые покрытия—еще больше производительности  
«Суперкары» показывают зубы

## 16 АДДИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

3D-печать от компании HORN

## 20 ПРОДУКЦИЯ

Аддитивная технология  
Кассета системы 224 для обработки торцевых канавок  
Система Mini 108/114  
Система 32T  
Система 406  
Система 304  
Система 409  
Система для фрезерования Boehlerit

## 28 О НАС

Конкурс EuroSkills 2021: Битва профессий

## 30 КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Интервью с Маркусом Каннвишером  
Одержимый идеей

**Печать:**

world of tools<sup>®</sup>, журнал для заказчиков компании HORN, издается два раза в год и рассылается заказчиком и партнерам. Дата издания: Май 2020 года.

**Издательство:**

Хартметалл-Веркцойгфабрик Пауль Хорн ГмбХ • Хорн-Штрассе 1 • 72072 Тюбинген, Германия • Тел.: +49 (0) 7071 7004-0 • Факс: +49 (0) 7071 72893 • Электронная почта: info@phorn.de • Интернет-сайт: www.phorn.de/en

**Права:**

Перепечатка, полностью или частично, только с письменного разрешения издателя и со ссылкой на авторские права "Paul Horn Magazine world of tools<sup>®</sup>".  
Дополнительные ссылки на авторские права: HORN, Sauermann, Getty, EuroSkills, Virus

**Тираж издания:**

24 550 экз. на немецком, 6050 экз. на английском, 4480 экз. на французском, 500 экз. на русском языках

**Редакция/оригинал текста:**

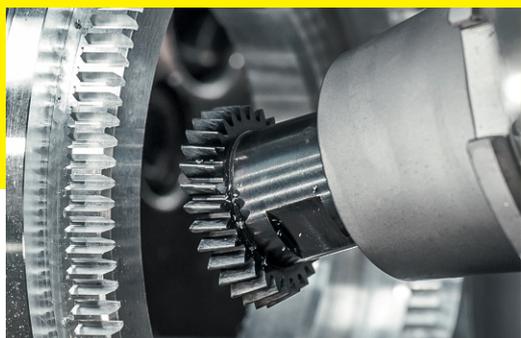
Нико Зауэрман, Кристиан Тиле, Вольфганг Шенк, Зимпра ГмбХ (GPRA)

**Технологическое производство:**

Вербеагентур Бек ГмбХ энд Ко. KG • Альте Штайге 17 • 73732 Эсслинген, Германия

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

# АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА: ЭЛЕКТРОПРИВОД — НОВАЯ ЭРА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ



Обработка зубчатых колёс играет важную роль и в случае с электродвигателями: некоторые используемые в них зубчатые колеса изготовлены методом скайвинг



## НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сегодня, покупая новый автомобиль, люди больше не ограничены всего двумя вариантами двигателя: дизельным или бензиновым. Наоборот, они могут выбрать любой из большого количества разнообразных концепций силового привода. В настоящее время широкая общественность и политические круги проявляют большой интерес к электромобилям. Но станет ли электропривод решением тех проблем, которые отчасти связаны с использованием двигателей внутреннего сгорания? В конце концов, использование электромобилей не избавляет от выбросов CO<sub>2</sub>. В дополнение к образованию диоксида углерода в процессе производства, выбросы значительных объемов CO<sub>2</sub> также происходят практически во всех странах Евросоюза в результате зарядки аккумуляторных батарей электроэнергией, производимой на предприятиях, использующих различные виды энергоресурсов. «Учитывая, что электромобиль, работающий на аккумуляторах, также имеет значительные недостатки, я считаю, что эта концепция привода является лишь промежуточным решением. В то же время, водород, топливные элементы и синтетическое топливо, которые могут использоваться без увеличения выбросов CO<sub>2</sub>, потенциально являются долгосрочным решением этого вопроса», — говорит Лотар Хорн, управляющий директор Paul Horn GmbH.

### Ожидаемые требования к инструменту

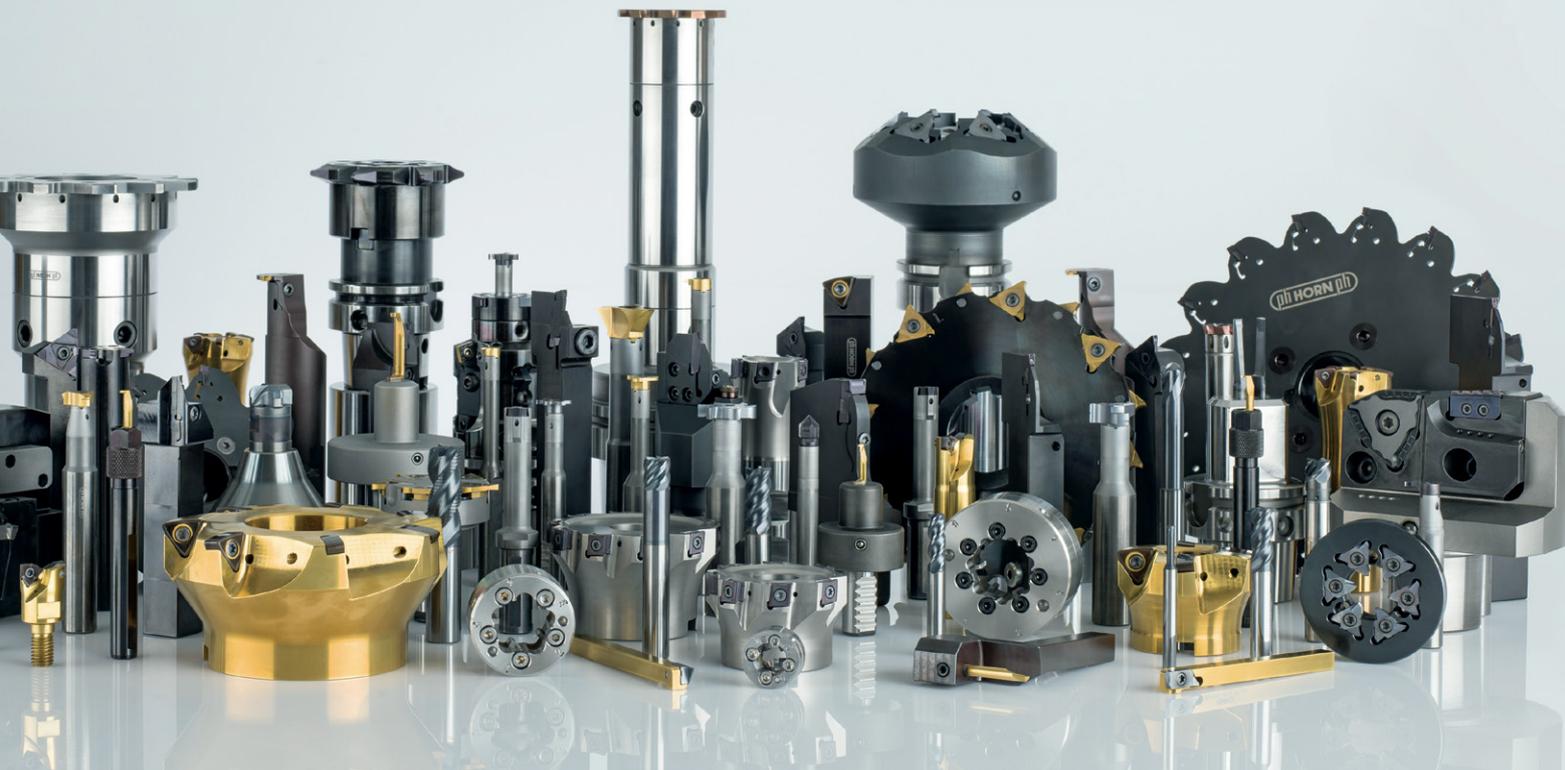
Тенденции в количестве производимых транспортных средств являются ключевым фактором в автомобильной промышленности, но еще одним важным фактором становится сдвиг в сторону использования высокоэффективных двигателей и гибридных концепций. Чтобы быть готовой к таким изменениям, автомобильная промышленность начинает требовать разработки концептуально новых решений инструмента. С другой стороны, тот факт, что для производства электромобилей, работающих исключительно на аккумуляторных батареях, требуется меньшее количество инструментов, означает, что требуется значительно меньший объем механической обработки. Это

объясняется уменьшением количества компонентов. В то время как предыдущие концепции приводов использовали до 4000 различных деталей, полностью электрический привод может обойтись всего лишь примерно 320. С другой стороны, при использовании гибридных решений количество необходимых компонентов увеличивается. В ближайшие годы доля гибридных автомобилей на рынке легковых автомобилей продолжит расти. В результате, в среднесрочной перспективе мы увидим соответствующее увеличение объема механической обработки. Остается вопрос, как можно компенсировать исчезновение определенных компонентов электродвигателем. Лотар

**«Даже в будущем у современных дизельных и бензиновых двигателей есть большой потенциал»**



Лотар Хорн, управляющий директор Paul Horn GmbH



Автомобильная промышленность всегда была и остается основным источником вдохновения для инструмента, предлагаемого компанией HORN.

Хорн рассказывает: «В первую очередь, компания действительно имеет смысл позиционировать себя шире и, таким образом, меньше зависеть от одного сектора. Механическая обработка охватывает множество отраслей, таких как аэрокосмические технологии, машиностроение, химическая промышленность, медицинские технологии, а также производство инструментов и литейных форм. Следовательно, путь развития, по которому компания идет или хочет идти, в конечном счете, является стратегическим решением. Гибридные решения требуют большего объема механической обработки, в то время как приводы, работающие исключительно от аккумуляторов, нуждаются в значительно меньшем объеме механообработки, чем раньше».

**Эта тенденция также справедлива и для инструментальных решений, используемых в производстве электродвигателей.**

Для повышения мощности часто используются турбокомпрессоры. Как правило, они изготавливаются из чрезвычайно тугоплавких материалов, которые трудно поддаются механической обработке. Использование гибридных решений также повышает эффективность двигателей внутреннего сгорания. Всегда стоит

удостовериться, можно ли совершить серьезный скачок в улучшении эксплуатационных качеств в процессе производства за счёт использования специального инструмента, изготовленного по индивидуальному заказу. В этом контексте также появляются новые возможности обработки, такие как обработка зубчатых колес методом скайвинг. Этот процесс изготовления зубчатых колес используется уже более века, однако, он стал применяться для решения более широкого круга задач только после того, как обрабатывающие центры и станки с полной синхронизацией шпинделей смогли освоить эту чрезвычайно сложную технологию благодаря специальному программному обеспечению, оптимизированному под данный процесс. Однако, важно отметить, что это не просто решение для электромобилестроения, но и технология, предлагающая решение широкого спектра задач в аэрокосмической отрасли и многих других областях.

**Производство электромобилей конкурирует с другими промышленными секторами за сырье.**

Эксплуатация электромобилей с питанием от перезаряжаемых батарей, которые в настоящее время используют литий-ионные аккумуляторы,

также связана с дополнительными проблемами. Как и многие другие устройства, батареи требуют использования кобальта. И хотя производство электромобилей — это, несомненно, самый быстро растущий источник спроса на аккумуляторные батареи, технологии хранения энергии, полученной из возобновляемых источников, а также мобильные решения будут все больше влиять на будущий спрос.

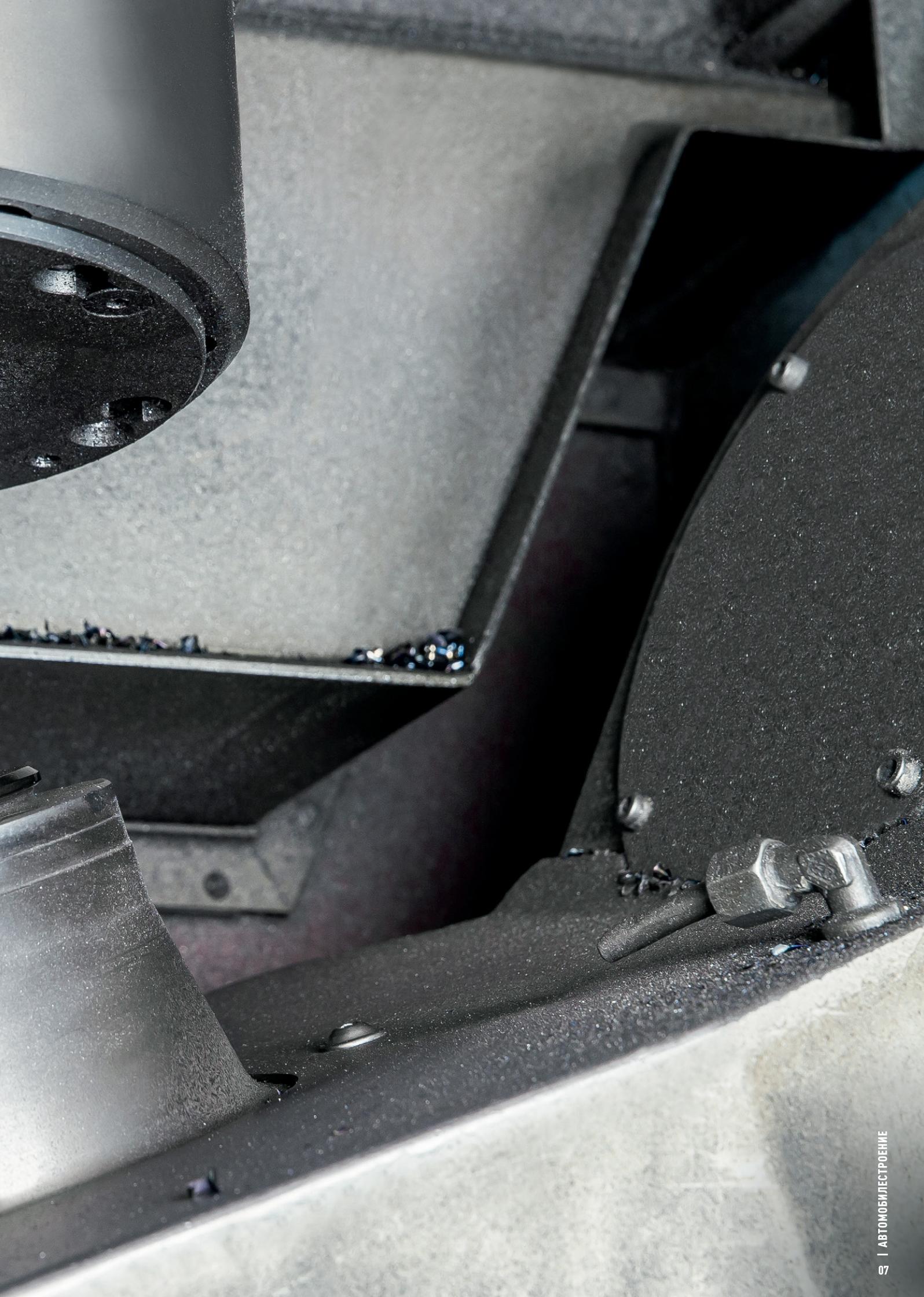
**Перспективы**

По текущим прогнозам Союза немецких производителей легковых автомобилей (VDMA), в долгосрочной перспективе ежегодное производство легковых автомобилей будет расти в глобальном масштабе. Объем механической обработки, связанный с этим, зависит от типа используемого привода. Кроме того, исследования VDMA указывают на то, что в будущем гибридные автомобили («мягкие» и подключаемые к сети), скорее всего, будут занимать большую долю рынка, чем электромобили с питанием исключительно от аккумуляторных батарей, что будет означать увеличение объема механической обработки. «До тех пор, пока не будет найдено долгосрочное решение для трансмиссии у конечных потребителей будет большой выбор двигателей», — говорит Лотар Хорн.

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

# НОВЫЕ ПОКРЫТИЯ, ЕЩЕ БОЛЬШЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

На проект по оптимизации и испытаниям, выполняемый ключевыми сотрудниками компании GKN Driveline совместно со специалистами Paul Horn GmbH, ушло больше двух лет. В чем заключалась его задача? Оптимизировать процесс фрезерования при производстве шарниров равных угловых скоростей для автомобильной промышленности. Перейдя на фирменное покрытие AK6 компании HORN для инструментальной системы SX, партнеры смогли добиться более высокой технологической надежности и, в случае с определенными компонентами, практически удвоить стойкость инструмента по сравнению с использованием предыдущего покрытия.



АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

# НОВЫЕ ПОКРЫТИЯ, ЕЩЕ БОЛЬШЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

## ЖЕСТКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДОПУСКИ В СОЧЕТАНИИ С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ПОВЕРХНОСТИ



Фрезерование  
внешней обоймы

Существует компонент, который можно встретить в любом автомобиле: шарнир равных угловых скоростей (также известный как ШРУС). Этот шарнир служит для равномерной передачи крутящего момента и угловой скорости от приводного вала на приводимый, который расположен под углом по отношению к первому. ШРУС равномерно передает вращательное движение на приводимый вал. Наиболее распространенными в автомобилестроении являются шарниры, которые передают крутящий момент от коробки передач к ведущим колесам. Шарниры равных угловых скоростей способны передавать вращательное движение под углами до 50 градусов. Кроме неподвижных шарниров равных угловых скоростей, используются также и подвижные шарниры. Они обеспечивают не только угловое, но и осевое перемещение, предоставляя передачу крутящего момента во время смещения рулевого колеса или подвески.

Внутри шарнира равных угловых скоростей находятся шарики, которые движутся по прецизионно фрезерованному направляющему. Шариковые направляющие обладают очень малыми производственными допусками, а также требуют высокого качества обработки поверхности. «Жесткие допуски и обеспечиваемое нами высокое качество производства являются залогом длительного срока службы наших шарниров», — говорит Тобиас Лотц, конструктор по производству инструментов в компании GKN. — Затем он добавляет: «Допуски на профиль находятся в пределах нескольких микрон».



Компоненты шарнира  
равных угловых скоростей

### Непрерывная оптимизация технологического процесса

Приводной механизм содержит как неподвижные, так и подвижные шарниры равных угловых скоростей. Специалисты компании Offenbach занимаются фрезерованием шаровых канавок в обоймах шарнира: как в наружных, так и во внутренних. «Из-за большого объема производства, мы постоянно работаем над оптимизацией производственного процесса», — говорит Лотц. Первая веха в оптимизации была достигнута еще в 2011 году, когда ответственными лицами было принято решение перейти от использования режущей пластины с центральным винтом к применению систем сменных головок SX. Томас Кюн, специалист по продукции и инженер по применению компании HORN, вспоминает: «Перейдя на систему SX, мы смогли на треть увеличить объемы производства. Помимо исключения этапа механической

обработки, инструмент SX дал нам дополнительное преимущество, заключающееся в значительно более длительной стойкости инструмента».

«Мы всегда тестируем новый инструмент на заготовках, при обработке которых у инструмента низкая стойкость. Это своего рода ресурсные испытания», — объясняет Дариус Калессе. Первые испытания с новым покрытием быстро выявили значительные улучшения. «С учетом всех этапов разработки, экспериментирования, отладки и испытаний — в том числе и на небольших

рую можно было бы оптимизировать», — объясняет Кюн. Такой оптимизацией стал поиск нового покрытия для инструмента. Эта задача была выполнена в сотрудничестве с инженерами и группой исследователей и разработчиков, ответственных за покрытия в компании HORN. Исследователи получили поддержку известного производителя покрытий и материалов.

До этого момента компания HORN наносила на свой инструмент серии SX покрытие на основе хромонитрида алюминия (AlCrN). Толщина этого покрытия составляла четыре микрона. В результате совместных разработок было создано новое покрытие под названием АК6. Это покрытие с высокой термостойкостью обладает очень хорошей адгезией. Кроме того, технология напыления покрытия устраняет проблему образования подтёков. Преимущество заключается в том, что оно создает очень гладкую структуру поверхности инструмента. Это большой плюс, так как любые дефекты покрытия и его шероховатость отрицательно сказываются на стойкости инструмента

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗРОСЛА НА ТРЕТЬ

Чтобы продолжить оптимизацию процесса, целью которой является увеличение стойкости инструмента, ключевые сотрудники GKN, работающие с Дариусом Калессе и Тобиасом Лотцем, связались с выездной службой сбыта компании HORN.

«Процесс фрезерования шаровых канавок уже был хорошо отработан, поэтому нам нужно было определить новую составляющую процесса, кото-

### Фактическое удвоение стойкости инструмента

«Процесс фрезерования шаровых канавок уже был хорошо отработан, поэтому нам нужно было определить новую составляющую процесса, кото-

партиях—на завершение перехода потребовалось около двух лет»,—объясняет Штефан Бахманн, торговый представитель компании HORN. Все вовлеченные стороны были чрезвычайно довольны результатами столь тесного сотрудничества. Новое покрытие АК6 имеет толщину чуть менее шести микрон и, в зависимости от заготовки, позволяет увеличить стойкость инструмента от 30 до 70 процентов.

Процесс обработки канавок шариков выглядит следующим образом: каждая канавка для шариков изготавливается за два прохода. Черновая и финишная обработка каждой канавки для шариков осуществляется со скоростью резания от 200 до 300 м/мин. Инструмент имеет четыре или пять режущих кромок. В зависимости от размера, для обработки детали с шестью, восемью или десятью шариковыми канавками требуется от 35 до 50 секунд.

Фрезерование канавок в заготовке производится до её закалки. Закалка шариковых канавок выполняется с помощью индукционного нагрева, и связанные с этим деформации учитываются в предусмотренном профиле инструмента.

Таким образом, необходимый контур канавок, точность которого должна находиться в пределах микрона, достигается только после термической обработки. «При заточке эллиптического профиля режущей кромки инструмента для фрезерования

## РЕЗУЛЬТАТ ТЕСНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

шаровых канавок мы соблюдаем допуск менее 0,005 мм. Это означает, что форма режущей кромки может быть точно разработана с учетом ожидаемых при закалке деформаций»,—утверждает Кюн.



Партнерство, длящееся уже почти 25 лет. Во время рабочего совещания (слева направо): Тобиас Лотц (GKN Driveline), Томас Кюн (HORN), Ули Шупперт и Ойген Кусмаул (GKN Driveline), Штефан Бахманн (HORN) и Дариус Калессе (GKN Driveline)



Фрезерование внутренней облоймы

высокой точностью. Такое крепление обладает рядом преимуществ: высокой стабильностью благодаря большой соединительной резьбе, надёжной опорой, обеспечиваемой большой контактной поверхностью, и высокой точностью переналадки, благодаря которой выравнивание всегда происходит по центру пределов допуска. Кроме того, смена фрезерной головки является простым и удобным процессом.

Компания GKN сотрудничает с заводом HORN с 1996 года. за этот длительный период компании HORN удалось решить большое количество ответственных задач, касающихся механической обработки. Компания HORN также готова взять на вооружение технологии, с которыми она никогда раньше не сталкивалась, такие как долбление профилей на больших долбежных станках. Тюрингенский производитель инструмента проводит их анализ и предлагает инструментальные решения, которые устанавливают новые стандарты. «Проекты, осуществляемые с HORN, всегда продуктивны. Они очень хорошо документируются, а техническая поддержка всегда оказывается быстро и в духе истинного партнерства», — говорит Лотц.

#### Высокая стабильность

Инструментальная система HORN SX является усовершенствованной версией выпускаемых компанией HORN фрез серии 42X для фрезерования шаровых канавок. Однако наличие центрального зажимного винта означает, что система 42X имеет ограниченную глубину фрезерования. Процесс усовершенствования привел к разработке системы сменных головок SX. Фрезерная головка соединена с державкой с помощью стабильной и прочной резьбы, которая, тем не менее, обладает

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ НОВЫЕ СТАНДАРТЫ



#### Глобальный игрок

Компания GKN Driveline представлена в более чем 30 странах мира, где работает около 50 000 её сотрудников. С долей рынка, составляющей около 40 процентов, компания является лидером по производству приводных и распределительных валов. Являясь поставщиком ведущих мировых автопроизводителей, GKN Driveline производит и предлагает широкий ассортимент систем привода для любых транспортных средств: от небольших недорогих легковых автомобилей до высокотехнологичных автомобилей премиум-класса, предъявляющих высокие требования к динамике вождения.

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

# «СУПЕРКАРЫ» ПОКАЗЫВАЮТ ЗУБЫ

Цена суперкаров поражает воображение. Они являются воплощением технического совершенства, высокой скорости и захватывающего духа динамики вождения. Огромное количество отдельных высокотехнологичных компонентов уходит на создание этих высококлассных спортивных автомобилей, которые по праву можно называть произведением искусства. Один из таких компонентов производится компанией Beuthauser, расположенной в Зальцвеге, Бавария. Технический директор Михаэль Бойтльхаузер недавно решил усовершенствовать технологию механической обработки при изготовлении зубьев на валу. Это привело к огромной экономии времени, снижению затрат на инструмент и повышению точности. Инструмент для зубонарезания, изготавливаемый компанией Paul Horn GmbH, является одной из составляющих этого успеха.

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРАТЕГИИ НАРЕЗАНИЯ ЗУБОВ

Многие водители мечтают о спортивных автомобилях. Они символизируют яркие эмоции и страсть, а вождение обещает невероятное удовольствие. Но спортивные автомобили на шаг отстают от суперкаров новой категории, а особенно гиперкаров. Эти модели реализуют весь опыт, накопленный автопроизводителями. Они являются воплощением того, что технически осуществимо и прекрасно продумано и сделано, начиная с концепции и заканчивая мельчайшими деталями. Независимо от марки, их максимальная скорость превышает 350 км/ч, а высокое ускорение гарантирует зашкаливающий уровень адреналина в крови водителя. Первый выброс адреналина обычно происходит, когда будущие владельцы достают кредитную карту, чтобы расплатиться с автосалоном, а на кассовом аппарате появляется семизначная сумма.

Долбление зубьев  
с помощью системы S117





## ОБРАБОТКА ДЕТАЛИ БЕЗ НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕЗАЖИМАТЬ ЗАГОТОВКУ

Может быть, компания Beuthauser и ее команда и не испытывали радости от четырех колес, но им все же приходилось перемещаться с максимальной скоростью при изменении процесса производства ведущего вала коробки передач. «До того, как мы внедрили новый процесс, для обработки зубьев на валу необходимо было выполнить четыре операции. Зубья изготавливались на специальных зуборезных станках с использованием устаревшего инструмента. Затраты на установку были огромными, и нам приходилось слишком часто брать заготовки в руки», — объясняет технический директор. В надежде найти хоть какое-то решение, заместитель начальника по производству и начальник инструментального отдела Марсель Канцлер связался со своими поставщиками инструмента. «Мы получили несколько предложений и провели ряд испытаний», — говорит Канцлер. Затем, вместе с начальником производства, он решил изменить производственный процесс.

### Компания HORN находит решение

Предложенное компанией HORN решение состояло из системы S117 для долбления зубьев шестерён и системы 613 для их фрезерования. «Нам пришлось использовать оба процесса, потому что конструктивные особенности переднего зубчатого соединения не позволяли использовать фрезерование», — говорит представитель компании HORN Мартин Вайсс. Технологическое решение отвечало всем требованиям, предъявляемым компанией Beuthauser: обработка детали без необходимости перезажимать заготовку, более высокая точность, улучшенное качество поверхности зубьев и экономия времени. «Экономия времени огромна. Время обработки одной детали теперь занимает чуть менее четырех минут», — говорит Канцлер. Компания Beuthauser GmbH & Co. KG выпускает около 25.000 таких термообработанных стальных компонентов в год.



Благодаря Марселю Канцлеру, Михаэлю Бойтлахуэзеру, Мартину Вайссу и Йоханнесу Вайднеру (HORN) процесс обработки зубьев был успешно модернизирован

Процесс долбления работает следующим образом: Заготовка устанавливается на токарном станке швейцарского типа Citizen M32 CNC. Долбежная пластина системы S117 имеет специальную форму и четыре режущих зуба. В процессе обработки станок позиционирует инструмент относительно заготовки. Затем инструмент начинает перемещаться в осевом направлении, нарезаая зубья в продольном направлении на предварительно установленной в нужном положении заготовке. После этого инструмент поднимается, а заготовка возвращается в исходное положение. Съем металла за проход составляет 0,05 мм. Для того, чтобы выполнить обработку 4 из 28 зубьев, требуется двенадцать проходов. Скорость подачи может быть запрограммирована в диапазоне от 3000 до 5000 мм/мин. Стойкость каждой режущей пластины составляет 500 деталей. Достигается требуемое качество поверхности.

#### **Шесть зубьев, способных выдержать высокую нагрузку.**

«HORN» был единственным производителем, который предложил нам фрезерный инструмент с шестью зубьями. Из-за высокой нагрузки на инструмент другие производители рекомендовали инструмент только с тремя зубьями», — объясняет Канцлер. Несмотря на высокую нагрузку из-за использования шести зубьев, инструмент HORN отличается чрезвычайно высокой стабильностью. «Шесть зубьев обеспечивают нам более высокую производительность фрезерования и позволяют эксплуатировать станок с более высокой скоростью подачи», — утверждает Вайсс. Стойкость круглой фрезерной пластины типа 613 составляет 1000 деталей. Эвольвентный профиль режущих кромок имеет прецизионную заточку. Скорость резания  $V_c$  составляет 310 м/мин, а скорость подачи запрограммирована на значение 600 мм/мин. Инструмент фрезерует зубчатое зацепление, состоящее из восьми зубьев, на всю глубину в 2,1 мм за одну операцию. Используется встречное направление фрезерования.

Ассортимент продукции HORN включает в себя широкий выбор решений для получения зубьев различных геометрий с модулями от 0,5 до 30. Независимо от того, идет ли речь о шестернях для цилиндрических прямозубых передач, соединениях вал-ступица, червячных или конических

## **СТАНКИ С ПОЛНОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ШПИНДЕЛЕЙ**

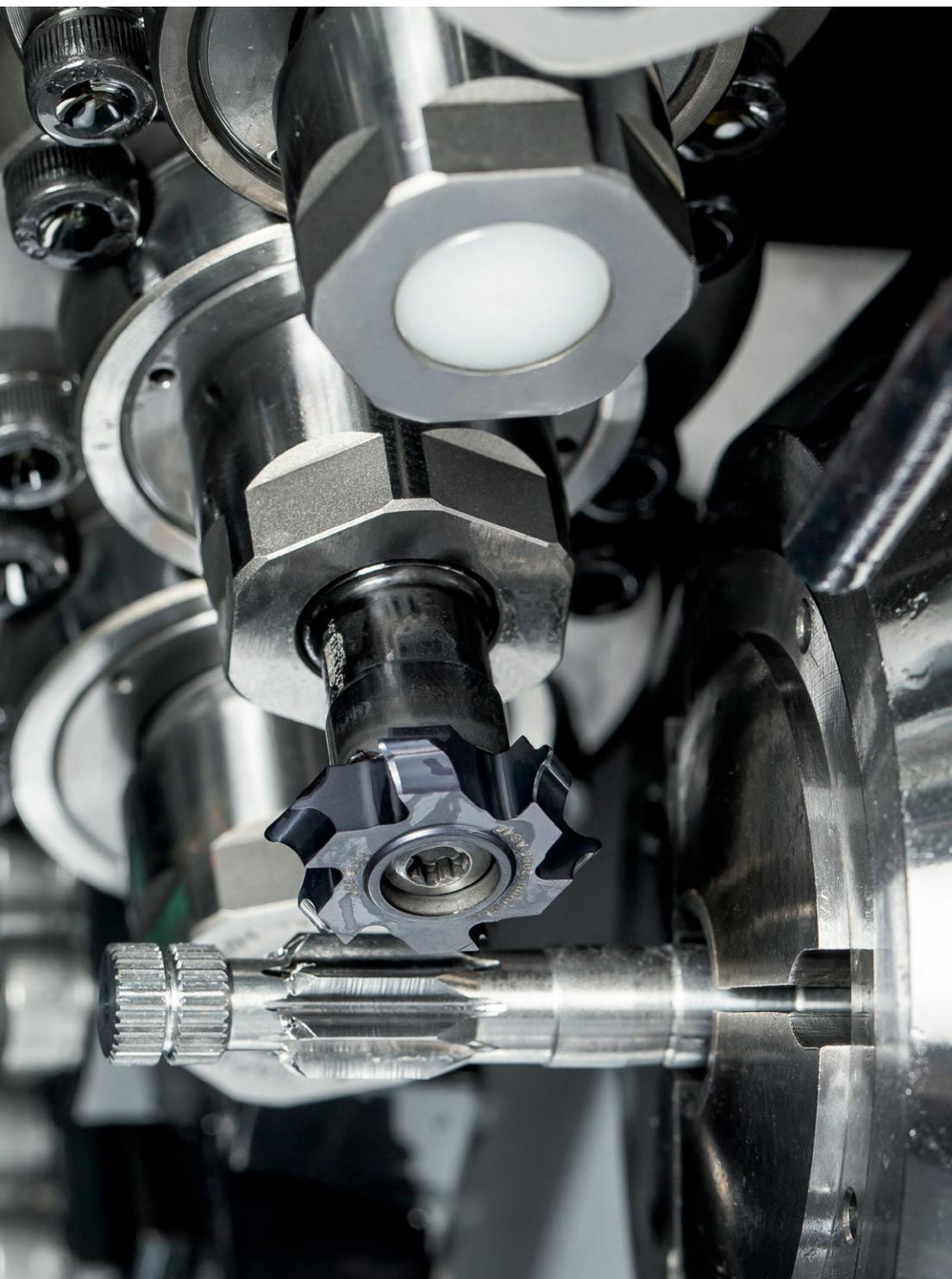
передачах, ведущих шестернях или специальных профилях, все эти формы зубьев могут быть изготовлены с минимальными затратами с помощью фрезерного или долбежного инструмента. Расширение компетенций в области обработки зубьев методом скайвинг является еще одним свидетельством богатого опыта компании в области производства зубчатых соединений. Этот процесс используется уже более века, однако он стал применяться для увеличения более широкого спектра задач только после того, как обрабатывающие центры и станки с полной синхронизацией шпинделей смогли освоить эту чрезвычайно сложную технологию благодаря специальному программному обеспечению, оптимизированному под данный процесс.

Партнерство между компаниями Beutlhauser и HORN существует всего лишь чуть менее двух лет. До этого компания Beutlhauser стремилась использовать инструмент HORN только в стандартном исполнении. «В ходе модернизации процесса резания зубьев, компания HORN и её инженеры продемонстрировали свои незаурядные возможности в решении поставленных задач. Мы очень довольны этим сотрудничеством», — говорит технический директор Михаэль Бойтльхаузер.



Фрезерование зубчатых колес с использованием системы 613





Компания Beutlhauser считает себя специалистом в металлообработке и производит детали, прошедшие токарную и фрезерную обработку, фасонные детали, контактные и фасонные штифты, детали, изготовленные методом штамповки и гибки. Баварское предприятие с 1993 года воплощает в жизнь высокотехнологичные идеи заказчиков. Наряду с автомобилестроением, компания Beutlhauser поставляет детали и компоненты для аэрокосмической отрасли, производства датчиков, электротехники, медицинской техники, а также заказчикам, работающим в ювелирной промышленности. Компания также демонстрирует высокий уровень знаний и опыта во многих других отраслях промышленности.

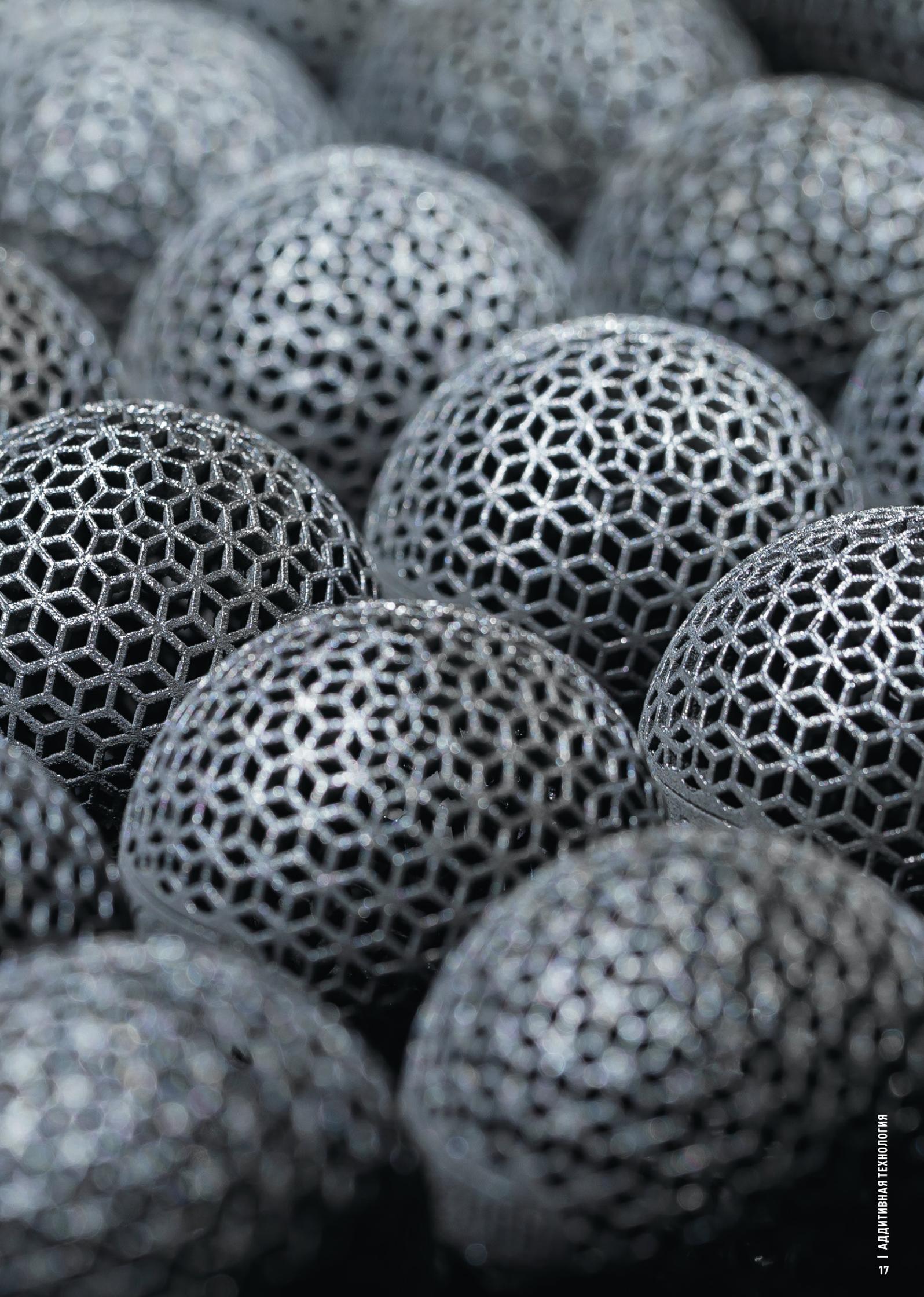
# АДДИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТЬ ОТ КОМПАНИИ HORN



«Мы были покорены технологией послойной печати с самого начала. И поэтому мы очень внимательно следили за достижениями в области 3D-печати в металле. Как только эта технология достигла такого уровня, что мы смогли использовать её для производства прецизионного инструмента, мы приобрели нашу самую первую систему. Если быть точным, то это был станок DMG MORI LASERTEC 30. Первоначально мы приобрели этот станок для научно-исследовательского отдела, чтобы изготавливать специальный инструмент и прототипы. Уже в начальный период мы обнаружили, что постоянно обсуждаем с нашими заказчиками вопросы 3D-печати. Сначала это были чисто технические вопросы, но со временем они привели к появлению все более конкретных запросов на компоненты, изготовленные на 3D принтере. Из-за сильного интереса со стороны заказчиков, мы в итоге пришли к идее создания дополнительного подразделения по контрактному производству компонентов с использованием технологии послойной печати. В настоящее время в эксплуатации находятся два станка DMG MORI LASERTEC 30 (2-е поколение)».



Матиас Роммель, управляющий директор  
Paul Horn GmbH



АДДИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

# 3D-ПЕЧАТЬ ОТ КОМПАНИИ HORN

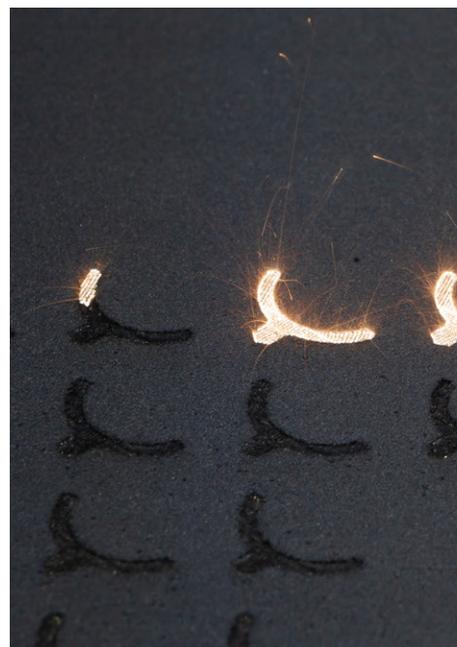
**Компания HORN запустила проект послойной печати весной 2018 года. В результате был создан специальный производственный участок, существующий на сегодняшний день, с двумя технологическими линиями трёхмерной печати (селективная лазерная плавка). Компания использует аддитивное производство для изготовления собственного инструмента—в частности, для изготовления прототипов, специального инструмента и державок, а также для оптимизации насадок для подачи смазочно-охлаждающих жидкостей. Оценив перспективные возможности, которые открывает технология послойной печати, HORN делает её доступной и для своих заказчиков, и для своих партнёров.**

Если аддитивное производство даёт технологическое преимущество, то имеет смысл его использовать. Однако, во многих случаях, использования технологии послойной печати для компонентов, которые раньше производились традиционными методами, не приносит никакой экономической выгоды. Одним из примеров может служить токарная деталь, которая может быть относительно быстро изготовлена на токарном станке швейцарского типа. Кроме того, аддитивное производство было бы слишком дорогостоящим с точки зрения пост-обработки. Другими недостатками по сравнению с традиционным производством являются относительно низкое качество поверхности (Rz30), невысокая точность в +/-0,1 мм, а также высокая стоимость порошка в сравнении с прокатом.

## БЫСТРОЕ ПРОИЗВОДСТВО СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

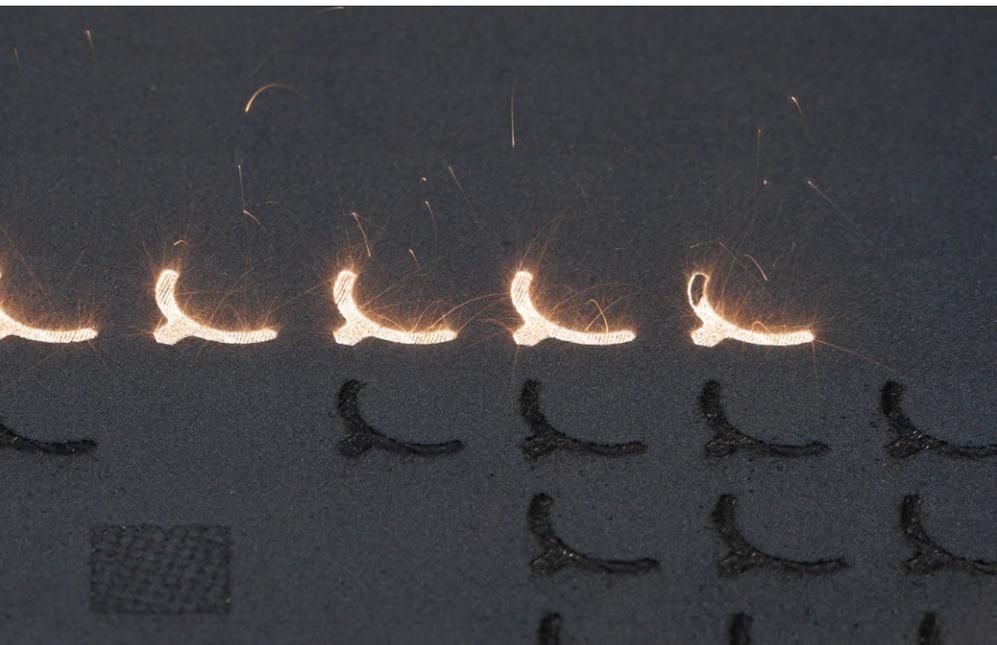
### Большая свобода дизайна

По мере того, как сложность детали начинает возрастать, использование технологии послойной печати становится все более актуальным. её использование может быть вызвано необходимостью облегчения конструкции, специальной компоновкой каналов СОЖ, а также потребностью выпуска небольших партий компонентов с очень сложной геометрией. Следовательно, указанные недостатки должны быть сопоставлены с преимуществами большей свободы



С 3D-печатью даже сложные формы могут быть произведены относительно легко





## ВСЕ ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЫПОЛНЯЮТСЯ СОБСТВЕННЫМИ СИЛАМИ

Слой за слоем металлический порошок плавится лазером

проектирования, более легкой конструкции, быстрой приспособляемости и ускорения производства более сложных деталей. Поэтому в будущем имеет смысл рассматривать эту возможность при предварительном анализе в рамках процесса проектирования.

Специалисты анализируют исходный материал с различных точек зрения. В этом процессе компания HORN опирается на обширный опыт лаборатории Horn Hartstoffe GmbH, которая уже много лет занимается исследованиями порошков твердых сплавов. Таким образом, у нас уже есть необходимое измерительное оборудование. Если входные параметры в порядке, то печатаются соответствующие тестовые образцы. Затем они подвергаются металлургическому анализу. Для оперативного получения данных мы можем использовать как Horn Hartstoffe, так и новый аналитический центр HORN (HAZ). Именно здесь сотрудники создают необходимые микроснимки для анализа пор и проводят дальнейшие испытания материалов.

### От незавершенных деталей до готовых компонентов

HORN использует процесс выборочной лазерной плавки (SLM), который также известен как лазерный порошковый синтез. При использовании этого метода металлический порошок послойно наносится на опускающуюся платформу, после чего соответствующая область расплавляется наведенным лазером. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнута требуемая высота компонента. В качестве материалов HORN использует алюминиевый сплав (AlSi10Mg), нержавеющую сталь (1.4404), инструментальную сталь (1.2709) и титан. Однако в настоящее время испытываются и другие материалы. Максимальная площадь рабочей зоны составляет 300 x 300 x 300 мм.

Так как все стадии производства выполняются на предприятиях HORN, специалисты, работающие на производственных площадках, могут оперативно реагировать на требования заказчиков. Детали изготавливаются в различных исполнениях по желанию заказчика. Компания HORN также оказывает помощь заказчикам в проектировании и подборе подходящих параметров используемого порошка. В зависимости от требований заказчика, HORN может изготовить любой продукт, начиная от полуфабрикатов и заканчивая готовыми деталями. Еще одним преимуществом компании является возможность использования имеющегося оборудования и соответствующих измерительных приборов. Это экономит время и положительно влияет на все производственные процессы.

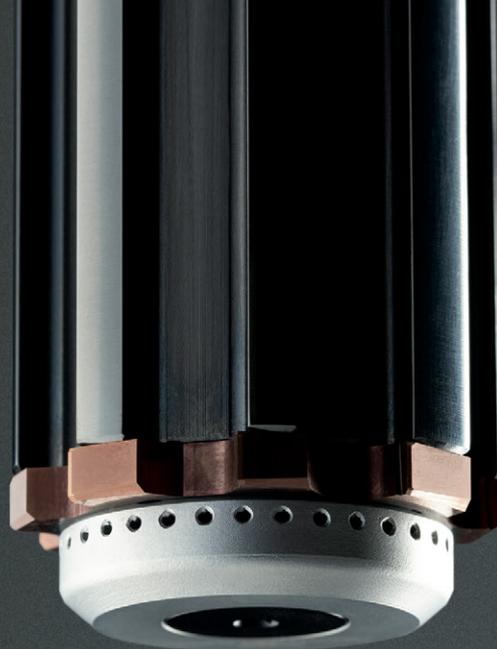
**«МЫ ЗАМЕТИЛИ ТЕНДЕНЦИЮ И ИНВЕСТИРОВАЛИ В ТЕХНОЛОГИЮ ПОСЛОЙНОЙ ПЕЧАТИ, ПОТОМУ ЧТО У НАС ЕСТЬ НЕОБХОДИМЫЕ ЗНАНИЯ И ОПЫТ В ОБЛАСТИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ. КРОМЕ ТОГО, У НАС ЕСТЬ ИДЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСТОБРАБОТКИ. ПОТОК ЗАПРОСОВ И ЗАКАЗОВ ПОКАЗЫВАЕТ, ЧТО МЫ БЫЛИ ПРАВЫ В СОЗДАНИИ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ БИЗНЕСА», — РЕЗЮМИРУЕТ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР МАРКУС ХОРН**



Маркус Хорн, управляющий директор Paul Horn GmbH

ПРОДУКЦИЯ

# АДДИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



## Напечатанные насадки для подачи СОЖ

Для высокопроизводительного развертывания отверстий компания Paul Horn GmbH предлагает диски для подачи СОЖ, произведённые с использованием технологии послойной печати и оптимизированные под требования заказчиков, обеспечивающие надёжный отвод стружки. При развёртывании сквозных и глубоких глухих отверстий, стандартные методы зачастую достигают пределов своих технических возможностей. Длинностружечные и труднообрабатываемые материалы требуют внесения изменений в конструкцию инструмента, а также в систему подачи

позволяет располагать выходные отверстия для охлаждающей жидкости в любом порядке. Форма выходных отверстий для охлаждающей жидкости препятствует попаданию стружки вовнутрь. Кроме того, сечение и угол выходной части канала подачи СОЖ могут быть адаптированы с учётом специфических условий процесса механической обработки и особенностей обрабатываемого материала.

Полированное покрытие желобков хвостовика облегчает удаление стружки из зоны обработки. Каналы для СОЖ имеют сужающуюся форму.

Это приводит к увеличению скорости подачи жидкости без потери давления. Подача СОЖ с новым диском может быть реализована через боковую поверхность хвостовика (обработка сквозных отверстий), центр хвостовика (обработка глухих отверстий) или одновременно через боковую поверхность и центр хвостовика. Сочетание цельной твердосплавной режущей пластины для развертывания отверстий, хвостовика инструмента и печатаемых на 3D принтере дисков для подачи СОЖ

демонстрирует обширный опыт и знания, накопленные компанией HORN в области механической обработки отверстий, и является наглядным подтверждением заслуженной репутации компании как поставщика решений и технологического лидера.

## ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ СКВОЗНЫХ И ГЛУБОКИХ ГЛУХИХ ОТВЕРСТИЙ, СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЧАСТУЮ ДОСТИГАЮТ ПРЕДЕЛОВ СВОИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

смазочно-охлаждающей жидкости через внутренний канал. Компания HORN помогла решить эту проблему, разработав печатаемые на 3D принтере диски для подачи СОЖ с винтовым креплением к хвостовику инструмента. Это решение позволяет усовершенствовать стойкость инструмента благодаря прямому целенаправленному охлаждению и, прежде всего, тщательному удалению стружки. Технология послойной печати

ПРОДУКЦИЯ

# СИСТЕМА 224 ТОЧЕНИЕ ТОРЦЕВЫХ КАНАВОК



## Система S224 для точения торцевых канавок

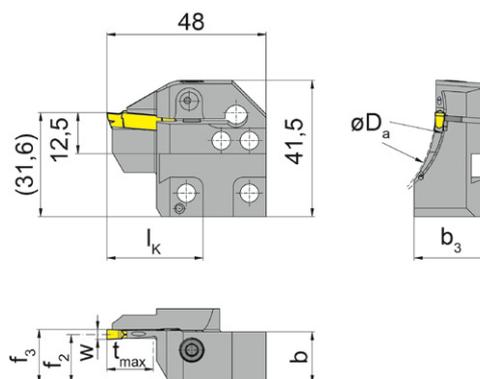
Компания HORN расширила ассортимент продукции для точения торцевых канавок. Мы предлагаем новые варианты державок для системы 224, используемой для выполнения операций по точению торцевых канавок диаметром от 38 мм до 1000 мм. С помощью сменной кассеты производитель инструмента продолжает развивать свою модульную концепцию, обеспечивая возможность использовать различные типы кассет с одной базовой державкой. Подача смазочно-охлаждающей жидкости через внутренний канал позволяет осуществлять охлаждение непосредственно самой зоны контакта, одновременно увеличивая стойкость инструмента. Кроме того, высокое давление СОЖ обеспечивает более эффективное удаление стружки из канавки. Благодаря широкому выбору геометрий стружколомов и твердых сплавов, доступных в системе 224, имеющей две режущие кромки, эта инструментальная оснастка может быть легко адаптирована как к задачам обработки, так и к обрабатываемому материалу.

HORN предлагает сменные кассеты в следующих исполнениях: LAK (левая для наружной

обработки), RAK (правая для наружной обработки), LIK (левая для внутренней обработки) и RIK (правая для внутренней обработки). Максимальная глубина канавки ( $t_{max}$ ) составляет 14 мм. Ширина резания ( $w$ ) варьируется от 3 мм

## С ПОМОЩЬЮ СМЕННОЙ КАССЕТЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ИНСТРУМЕНТА ПРОДОЛЖАЕТ РАЗВИВАТЬ СВОЮ МОДУЛЬНУЮ КОНЦЕПЦИЮ

до 6 мм. Внутренняя подача смазочно-охлаждающей жидкости осуществляется через точку сопряжения в базовой державке. Однако кассеты также можно использовать и с державками HORN старых моделей, где отсутствует подача СОЖ.



ПРОДУКЦИЯ

# СИСТЕМА MINI 108/114



## Целенаправленное ломание стружки

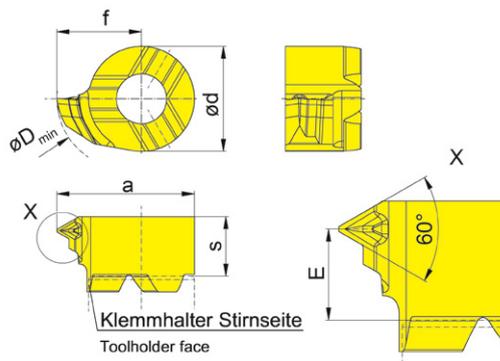
Компания HORN расширяет свои системы Mini 108 и Mini 114, предлагая пластины с новой геометрией GM для нарезания внутренней метрической резьбы стандарта ISO с полным и неполным профилем. Геометрия пластины позволяет добиться отличного стружколомания даже при работе с длинностружечными и сложными для механической обработки материалами. Это снижает риск накопления стружки и предотвращает её навивание на державку, таким образом, повышая надежность технологического процесса. Целенаправленное ломание стружки также облегчает её отведение. Система 108 подходит для нарезания внутренней метрической резьбы

Этот высокоточный инструмент подтвердил свою эффективность при расточке внутреннего профиля и обработке внутренних канавок. Благодаря твердосплавным державкам с низким уровнем вибрации, пластины позволяют получить превосходное качество поверхности даже на большой глубине обработки, обеспечивая высокий уровень технологической надёжности. Широкий ассортимент инструмента системы Mini включает режущие пластины различных размеров для различных внутренних диаметров, различных геометрий и твердых сплавов, а также инструмент со вставками из кубического нитрида бора (CBN) или алмаза.

## РЕЖУЩИЕ ПЛАСТИНЫ MINI С ФРОНТАЛЬНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ ЯВЛЯЮТСЯ ОДНИМИ ИЗ ОСНОВНЫХ ПРОДУКТОВ КОМПАНИИ HORN

диаметром M10 с шагом от 0,5 до 1,25 мм. Система 114 может использоваться для резьбы с шагом до 2,5 мм. Пластины доступны в исполнениях для нарезания резьбы полным и неполным профилем. В качестве державки для пластин могут использоваться стандартные токарные державки системы Mini.

Режущие пластины Mini с фронтальным креплением являются одними из основных продуктов компании HORN. Эта инструментальная система подходит для токарной обработки и фрезерова-



ПРОДУКЦИЯ

# СИСТЕМА 32Т



## Система 32Т

Компания HORN разработала новую систему 32Т для использования на токарных станках швейцарского типа, а также для обработки канавок и отрезки на небольших токарных станках со стационарным суппортом. Производитель инструмента совершенствует систему, внедряя модификации для нарезки резьбы, обработки канавок и точения цилиндрических поверхностей, а также для обработки пазов пластинами с полным радиусом. Центральный зажимной винт обеспечивает высокую точность при смене режущей пластины и её идеальное размещение в гнезде державки. Кроме того, отсутствует необходимость в зажимных элементах, которые потенциально могли бы препятствовать отводу стружки. Головка зажимного винта не создает помех и поэтому позволяет выполнять как обработку канавок, так и отрезку деталей.

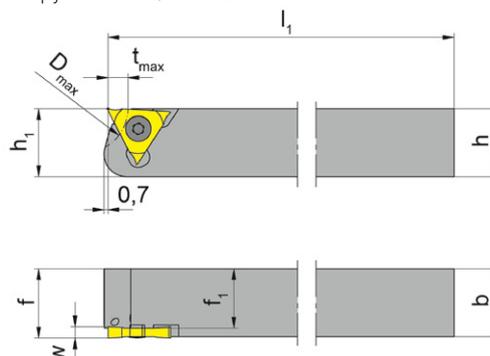
Прецизионно спеченная пластина может быть как нейтрального исполнения, так в левостороннем или правостороннем исполнении. Система 32Т дополняет ассортимент режущих пластин HORN с тремя режущими кромками и подходит для применения в небольших пространствах.

Максимальная глубина канавки, получаемая с использованием данной системы, составляет 4 мм при ширине резания ( $w$ ) от 0,5 мм до 2,5 мм. Для обработки канавок имеются пластины с прямым и с полным радиусом режущей кромки; для выполнения операций отрезки представлены

пластины с углом в плане равным  $15^\circ$ . Цилиндрическая заточка стружколома обеспечивает надежное удаление стружки. Державка инструмента выполнена в виде квадратного хвостовика размером 10 x 10 мм, 12 x 12 мм или 16 x 16 мм. Все варианты исполнения имеют подачу смазочно-охлаждающей жидкости через внутренний канал и выпускаются как в левостороннем,

## СИСТЕМА 32Т ДОПОЛНЯЕТ АССОРТИМЕНТ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН HORN С ТРЕМЯ РЕЖУЩИМИ КРОМКАМИ ПОДХОДИТ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НЕБОЛЬШИХ ПРОСТРАНСТВАХ

так и в правостороннем исполнении. В качестве материала для опорных пластин заказчик может выбрать EG35 (материал групп P и M) или EG55 (материал группы P).



# ПРОДУКЦИЯ СИСТЕМА 406



## Система фрезерования 406 с зачистной кромкой Wireg

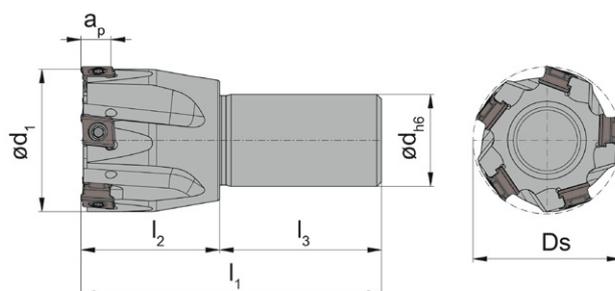
Компания HORN расширила ассортимент своей системы 406 с тангенциальным креплением пластин, добавив в неё режущую пластину с зачистной кромкой Wireg для чистовой обработки поверхности. Новая режущая пластина была разработана в ответ на спрос со стороны заказчиков инструмента HORN и подтверждает тот факт, что требования к качеству обработки поверхности постоянно растут. Благодаря новой геометрии, эта пластина позволяет получить высокое качество поверхности даже при более высоких скоростях подачи. Это приводит к сокращению цикла и времени механической обработки каждой детали. Кроме того, инновационная геометрия позволяет снизить потребность в последующем шлифовании.

Пластина Wireg с одной режущей кромкой для чистовой обработки используются во фрезе для обработки уступов с углом  $90^\circ$ , входящих

в систему 406. Для получения высокого качества поверхности достаточно установить только одну пластину с зачистной кромкой Wireg, остальные

## ШИРОКИЕ, ОДНОКРОМОЧНЫЕ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ВО ФРЕЗЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ УСТУПОВ С УГЛОМ $90^\circ$ , ВХОДЯЩЕЙ В СИСТЕМУ 406

могут быть стандартными. Чистовые пластины изготавливаются из сплава AS4B для заготовок из материалов групп «P» и «M» или из сплава AS46 для материалов заготовок группы «K».



ПРОДУКЦИЯ

# СИСТЕМА 304



## Система 304 для фрезерования по круговой интерполяции

Компания HORN расширила ассортимент продукции для фрезерования по круговой интерполяции, чтобы обеспечить эффективную механическую обработку отверстий диаметром 8 мм и более. Система для фрезерования № 304 с тремя режущими кромками является универсальным решением для обработки канавок, чистового растачивания и снятия фасок.

Пластина с диаметром режущей кромки 7,7 мм в сочетании с виброгасящим твердосплавным хвостовиком является более гибким решением, чем цельный твердосплавный инструмент для обработки канавок. Твердый сплав и геометрия могут быть легко адаптированы под используемый процесс механической обработки. Хвостовики с внутренним каналом для подачи СОЖ позволяют целенаправленно охлаждать зону резания.

Пластины для фрезерования канавок доступны с шириной резания (w) 0,5 мм, 1 мм, 1,5 мм и 2 мм. Для фрезерования канавок под пружинные стопорные кольца компания HORN предлагает систему с шириной резания 0,8 мм, 0,9 мм, 1,1 мм и 1,3 мм, а при необходимости резания полным радиусом - инструмент с радиусами резания 0,4 мм, 0,6 мм и 0,8 мм. Для снятия фасок предусмотрен инструмент с углами в 45, 30 и 15 градусов. Компания HORN использует покрытие EG55 для механической обработки стали общего назначения и покрытие IG35 для обработки нержавеющей стали и суперсплавов.

Выпускаемая компанией HORN инструментальная система для фрезерования по круговой интерполяции обладает рядом технологических преимуществ: высокой скоростью резания, высокой надежностью, а также позволяет получить отличное качество поверхности. В процессе работы инструмент погружается в материал под углом или горизонтально, а затем подается по спиральной траектории. Это означает, что резьба, например, может быть изготовлена с высоким уровнем воспроизводимого качества. Фрезерование с круговой подачей, как правило, более экономично,

## ТВЕРДЫЙ СПЛАВ И ГЕОМЕТРИЯ МОГУТ БЫТЬ ЛЕГКО АДАПТИРОВАНЫ ПОД ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРОЦЕСС МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

чем механическая обработка заготовок большого диаметра фрезами со сменными пластинами или деталей меньшего диаметра цельным твердосплавным инструментом. Фрезерование с круговой подачей может применяться для решения широкого спектра задач: оно может использоваться для механической обработки простых и легированных сталей, титана или специальных сплавов. Этот высокоточный инструмент особенно подходит для фрезерования канавок, фрезерования по круговой интерполяции, резьбофрезерования, фрезерования Т-образных пазов и контурного фрезерования.

# ПРОДУКЦИЯ СИСТЕМА 409

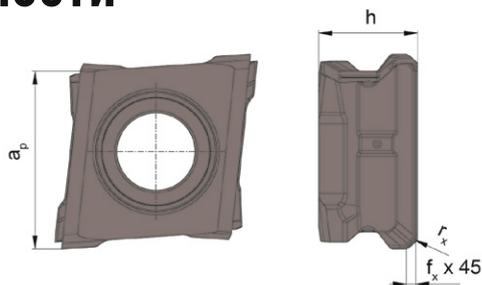
## Система 409 с тангенциальным креплением пластин

Компания HORN расширила номенклатуру своей системы 409 тангенциальным креплением пластин, добавив в неё твердосплавную прецизионно-спеченную поворотную режущую пластину. Прецизионно-спеченные пластины с геометрией для черновой обработки являются более экономичным решением по сравнению с пластинами с прецизионной заточкой. Геометрия с защитной кромкой по всему периметру обеспечивает высокую стойкость инструмента. Стабильный угол режущей кромки с интегрированной боковой кромкой обеспечивает плавность фрезерования и низкий уровень вибраций. Положительные передние и осевые углы обеспечивают плавность обработки, а закрытая стружечная канавка гарантирует качественное и надёжное стружкообразование. Поворотные режущие пластины совместимы со всеми типами фрезерных корпусов системы 409.

Чтобы справляться с постоянно растущими потребностями по сокращению временных и финансовых затрат, в том числе и в области фрезерования, нам необходимы более эффективные процессы: более высокие скорости подачи и резания, увеличение толщины стружки, сокращение времени производственного цикла, увеличение стойкости инструмента. В двух словах: снижение затрат на единицу продукции. До сих пор основной технологией объемного фрезерования остается традиционное фрезерование с радиальным креплением пластин, но в скором времени рынок завоюет еще одна технология, которая уже давно используется при механической обра-

ботке: фрезерование с тангенциальным креплением пластин. В последние годы такие системы превратились в настоящих тружеников обрабатывающей промышленности. При фрезеровании с тангенциальным креплением пластин режущие силы действуют на режущую кромку в направлении её максимальной прочности. Благодаря возможности использовать высокие скорости подачи этот метод позволяет достичь значительных темпов удаления стружки при высокой производительности и отличном качестве поверхности.

## БЛАГОДАря ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВЫСОКИЕ СКОРОСТИ ПОДАЧИ ЭТОТ МЕТОД ПОЗВОЛЯЕТ ДОСТИЧЬ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ТЕМПОВ УДАЛЕНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ВЫСОКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ОТЛИЧНОМ КАЧЕСТВЕ ПОВЕРХНОСТИ



ПРОДУКЦИЯ

# СИСТЕМА ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ BOEHLERIT



## Расширение системы для трёхкоординатного фрезерования Böhlerit

Компания HORN объявляет о расширении системы для трёхкоординатного фрезерования Böhlerit, используемой при производстве штампов и прессформ. Системы ISO 00P, RHOMBltec, BALLtec и TORROtec способны выполнять все необходимые операции по механической обработке при трёхкоординатном фрезеровании. ISO 00P является универсальной инструментальной системой для общего машиностроения и изготовления прессформ. Нейтральное положение режущих пластин в державке обеспечивает высокий уровень геометрической точности. Несмотря на такое положение пластин, геометрия режущей кромки обеспечивает плавность обработки. Предлагаемая Böhlerit система RHOMBltec является универсальным инструментом для финишного фрезерования всех стандартных материалов и может использоваться в любых областях применения. Поворотные режущие пластины отличаются высокой точностью изготовления и длительной стойкостью. Осевая и радиальная геометрия зачистной кромки Wiper обеспечивает высокую производительность, превосходное качество обработки поверхности и безвибрационную финишную обработку даже при значительной глубине резания.

BALLtec и TORROtec являются универсальными системами инструмента для фрезерования, позволяющими добиться высокой производительности. Эта инструментальная система обеспечивает экономию за счёт сокращения количества державок, так как концевые сферические копируемые фрезы могут использоваться для получистовой и чистой обработки. Кроме того, Böhlerit предлагает широкий ассортимент поворотных режущих пластин

и державок. Цельный твердосплавный хвостовик инструмента и впаянная стальная вставка с гнездом под режущую пластину обеспечивают превосходное демпфирование вибраций, а следовательно, и исключительно высокое качество обработки поверхности заготовки. Изготовление режущих пластин из ульт

## ISO 00P ЯВЛЯЕТСЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ДЛЯ ОБЩЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССФОРМ

трамелкозернистых твердых сплавов гарантирует их высокую износостойкость и сопротивление разрушению, повышая надёжность технологического процесса. Все варианты исполнения предусматривают подачу смазочно-охлаждающей жидкости через внутренний канал.

О НАС

# КОНКУРС EUROSKILLS 2021: БИТВА ПРОФЕССИЙ

**EuroSkills — это конкурс профессионального мастерства, который проводится раз в два года в формате чемпионата Европы. В центре мероприятия — способные и талантливые молодые специалисты, которые соревнуются в 45 различных специальностях и профессиях. Участниками соревнования могут быть люди не старше 25 лет, имеющие среднее или высшее профессиональное образование либо окончившие специальные курсы. В конкурсах, охватывающих специальности в промышленности, традиционных производствах и сфере услуг, примут участие около 650 конкурсантов. Этот европейский Чемпионат пройдет в австрийском городе Грац с 6 по 10 января 2021.**



**#WE  
ARE  
SKILLS**

Чемпионат Европы EuroSkills является флагманским мероприятием ассоциации «WorldSkills Europe», целью которого является повышение статуса профессиональной подготовки и привлечение внимания к важности наличия действительно хорошо подготовленных специалистов. Организация «WorldSkills Europe» была создана

элиту», которая на пять дней сделает Грац центром притяжения молодых талантов. Помимо 650 конкурсантов город также ожидает приезда десятков тысяч гостей. Мероприятие посвящено раскрытию удивительных способностей, которыми обладают молодые и талантливые специалисты в возрасте до 25 лет, которые должны проявить себя в 45 специальностях и профессиях, востребованных в Европе.

## **ВЫСТУПАЯ В КАЧЕСТВЕ СЕРЕБРЯНОГО СПОНСОРА, КОМПАНИЯ HORN ОКАЗЫВАЕТ ВСЕМЕРНУЮ ПОДДЕРЖКУ МОЛОДЫМ СПЕЦИАЛИСТАМ В ОБЛАСТИ ТОКАРНОЙ И ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

в 2007 году и в настоящее время насчитывает в общей сложности 30 стран-членов, которые регулярно направляют участников на европейские чемпионаты по профессиональному мастерству. Само мероприятие «EuroSkills» проводится раз в два года в одной из 30 стран-участниц: в 2021 году именно Австрии выпала честь собрать молодую и талантливую «профессиональную

### **Что будет происходить в рамках EuroSkills 2021?**

В течение четырёх дней соревнований конкурсанты продемонстрируют свои навыки и знания в конкретных рабочих ситуациях, связанных с их специальностью. Задачи будут разработаны комиссией экспертов, которая впоследствии и будет оценивать результаты. Посетители смогут наблюдать за работой конкурсантов непосредственно в ходе выполнения заданий, знакомиться с соответствующей специальностью, а также узнавать о компаниях, которые направили своих специалистов на этот конкурс - и все это совершенно бесплатно.

Кроме того, они смогут принять участие в увлекательных конференциях и конгрессах, а также в других сопутствующих мероприятиях. В заключительный день будут подведены итоги всех конкурсов, а имена победителей в отдельных специальностях, а также обладателей звания «Лучший в Европе», будут объявлены на церемонии награждения.



### **HORN—серебряный спонсор конкурса**

Выступая в качестве серебряного спонсора EuroSkills 2021, компания Paul Horn GmbH оказывает всемерную поддержку молодым специалистам в области токарной и фрезерной обработки на станках с ЧПУ. Таким образом, участники, которые будут соревноваться в этих двух областях, могут рассчитывать, в частности, на поддержку в виде ряда инструментов и материалов, которые будут предоставлены компанией HORN. Кристиан Тиле, пресс-секретарь компании Paul Horn GmbH, объясняет, почему компания так заинтересована в поддержке молодых специалистов и конкурса EuroSkills 2021: «Мы, работники компании HORN, убеждены, что выступая в качестве спонсора EuroSkills 2021, мы вносим свой вклад в информирование молодежи о вакансиях и возможностях, которые существуют в нашей сфере, и сможем заинтересовать их в профессии. Мероприятие показывает, что работа в этой отрасли интересна и перспективна, и открывает перед молодыми людьми широкие возможности».

### **«Попробуй себя в профессии»**

Открой свой талант и стань образцом для подражания! Таков девиз кампании по профессиональной ориентации «Попробуй себя в профессии». Эта акция рассчитана на школьников, а также их родителей и учителей, и призвана помочь молодым людям определиться с выбором профессии—и все это в увлекательной и познавательной обстановке. Интерактивные станции «Попробуй себя в профессии», организуемые

в рамках «EuroSkills 2021», будут интегрированы непосредственно в конкурсное пространство, чтобы побудить молодых людей попробовать себя в различных профессиях: от оператора бетономешалки или фрезерного станка с ЧПУ до хлебопекаря.

Одна из заявленных целей проекта—дать школьникам понять, в чем их сильные стороны, и побудить их выбрать профессию, основываясь на их талантах и способностях.



Кристиан Тиле, пресс-секретарь компании HORN, и Йозеф Херк, председатель наблюдательного совета EuroSkills 2021 GmbH, подписывают серебряный спонсорский сертификат

## КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

# ИНТЕРВЬЮ С МАРКУСОМ КАННВИШЕРОМ



### Какие сложности возникают при механической обработке композитных материалов?

Композитные материалы, как правило, состоят из высокопрочных волокон, изготовленных из углерода, арамида или стекла, скрепленных между собой эластомерами, термопластами или терморезистивными пластиками. Чрезвычайно прочные и высокоабразивные волокна сочетаются с более мягкими

## РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ С НЕСЖИМАЕМЫМИ ВОЛОКНАМИ

пластиками, которые, зачастую, чувствительны к нагреванию. В зависимости от расположения волокон, композитные материалы обладают либо изотропными, либо анизотропными свойствами. Кроме того, существует широкий ассортимент материалов, которые различаются ориентацией несжимаемых волокон, различным процентным соотношением используемых пластмасс, а также, зачастую, сочетанием композитных материалов с металлическими пластинами. Требования, предъявляемые к процессу механической обработки, предполагают, что получаемые поверхности должны быть чистыми и без разрывов, без выступающих нитей и отслоений. Это приводит к взаимоисключающим требованиям, предъявляемым к режущей кромке инструмента: легкое и холодное резание должно сочетаться с высокой стабильностью режущей кромки, стойкостью и гладкими поверхностями инструмента, которые будут препятствовать прилипанию материала.

### Как вы решаете проблемы, связанные с инструментом?

При проектировании инструмента для механической обработки композитных материалов ключевым моментом является разумное сочетание различных конструктивных решений. Вот лишь несколько параметров, определяющих оптимальный инструмент: угол пересечения осей режущих кромок на верхних слоях при компрессионном резании, переменный шаг зубьев для снижения вибраций при фрезеровании, использование подрезного инструмента для надрезания верхних

волокон и согласование передних и задних углов. После установки макрогеометрических параметров можно выбрать соответствующий режущий материал. Особенности микрогеометрии накладывают ограничения на некоторые возможные решения: в случае с инструментом очень небольших размеров, использование твердых сплавов дает значительно большую свободу в проектировании, чем, например, режущих пластин с поликристаллическими алмазами (PCD) или с синтетическими алмазами, созданными с помощью процесса химического осаждения из газовой фазы (CVD). Твердый сплав должен быть достаточно прочным, чтобы эффективно выдерживать динамические нагрузки на резец, возникающие при прорезании волокон. Для увеличения стойкости сплава, часто на него наносится алмазное покрытие. Это позволяет создать прочную режущую кромку с чрезвычайно твердым граничным слоем и хорошей степенью остроты, что обеспечивает надежность процесса. Однако процесс нанесения алмазных зерен возможен только в том случае, если содержание кобальта в твердом сплаве не превышает определенного уровня.

### Что отличает поликристаллические алмазы (PCD) от алмазов, полученных химическим осаждением из газовой фазы (CVD), когда речь заходит о режущих материалах?

В случае использования поликристаллических алмазов твердые алмазные зерна связываются друг с другом с помощью кобальта или других элементов. Этот композитный материал обладает электропроводностью, и его можно подвергать механической обработке, а форму придавать с помощью технологии эродирования. При использовании технологии химического осаждения из газовой фазы (CVD), режущая кромка полностью изготавливается из алмазного материала, и её обработка чаще всего осуществляется при помощи лазера или шлифовки. Это делает CVD намного более твердым, чем поликристаллические алмазы. И наоборот, прочность поликристаллических алмазов выше, чем CVD, что означает, что они более стойки к выкрашиванию. Так как инструмент с поликристаллическими алмазами изготавливается из отдельных алмазных зерен, то его свойства могут быть

более точно подобраны в зависимости от поставленных задач за счёт использования зёрен различных размеров на режущей кромке. Следовательно, по сравнению с режущими пластинами с поликристаллическими алмазами (PCD), диапазон применений инструмента CVD будет существенно уже. Но если выбраны правильные параметры, то инструмент CVD имеет стойкость значительно выше, чем инструмент с поликристаллическими алмазами.

#### **Как вы проводите проверку соответствующих инструментальных решений?**

Приоритетом при проверке эксплуатационных характеристик является безопасность. Наряду со стандартными мерами предосторожности, которые применяются при проведении таких испытаний, необходимо также уделять большое внимание удалению пыли. При этом должны соблюдаться предельно допустимые концентрации (ПДК). При проведении испытаний на механическую обработку в нашем испытательном центре мы применяем специальное вытяжное оборудование. Мы используем различные виды измерительных систем, например, приборы для измерения силы резания, высокоскоростную камеру и системы измерения шероховатости поверхности. Заготовки заказчиков часто имеют форму плоских деталей, для которых требуется соответствующее зажимное устройство. В таких случаях мы сначала проводим функциональную проверку на собственном предприятии, а затем совместно с заказчиками проводим окончательные испытания на их станках. Мы сотрудничаем с различными институтами, которые оказывают нам помощь в проведении фундаментальных исследований и последующих сериях испытаний. Оценка результатов всегда осуществляется заказчиком, так как каждый по-разному оценивает требования к режущей кромке или фрезерованной поверхности.

#### **Как Вы оцениваете перспективы? Ожидается ли увеличение использования композитных материалов в будущем? И если да, то в каких областях?**

Доля композитных материалов будет продолжать расти во всех отраслях. Исследования прогнозируют общий ежегодный рост от 10 до 15 процентов. Однако существуют различные мнения относительно использования композиционных материалов в рамках каждой отдельной отрасли. В аэрокосмической промышленности материалы из пластика, армированного углеродным волокном, уже используются в больших количествах, и их доля продолжит увеличиваться в будущем. Даже лопатки турбореактивных двигателей будут содержать углерод, а их корпуса будут изготавливаться из композитных материалов. В настоящее время мы вряд ли увидим широкое применение этих материалов в легковом автомобилестроении, так как в этой области были достигнуты значительные успехи благодаря использованию горячекатаных стальных материалов. Тем не менее, профильные компоненты из пластика, армированного углеродным волокном, начинают играть всё большую роль в производстве коммерческого транспорта и жилых автофургонов. Одной из очень интересных областей применения является изготовление углебетона, который обладает рядом серьезных преимуществ: более тонкая конструкция, менее дорогостоящие сборочные работы и отсутствие коррозии. Тем не менее, пока нет достаточного объема результатов исследований его долговечности в дол-

госрочной перспективе. Если себестоимость углебетона удастся снизить ещё больше, то это раскроет его огромный рыночный потенциал.

#### **Какие Вы видите перспективы использования инструмента для работы с композитными материалами?**

Самым большим рынком для режущего инструмента является механическая обработка отверстий. Компания HORN занимается в основном подрезкой и обработкой пазов и отверстий, т. е. производством фрезерного инструмента. Если говорить об алмазных покрытиях для твердосплавного инструмента, то применение новых многослойных алмазных покрытий обеспечивает высокую износостойкость и в то же время острую режущую кромку. Сочетание более прочных твердых сплавов и хорошей адгезии слоев расширяет область применения твердосплавного инструмента с алмазным покрытием. За последние годы значительно расширились наши знания в вопросах оптимизации параметров режущих кромок CVD, в результате чего и здесь были достигнуты серьезные успехи в области повышения производительности. В сочетании с новейшей лазерной технологией для производства острых и точных режущих кромок, это значительно расширило диапазон применения CVD.

## **ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ, ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ КАМЕРА И ИЗМЕРЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

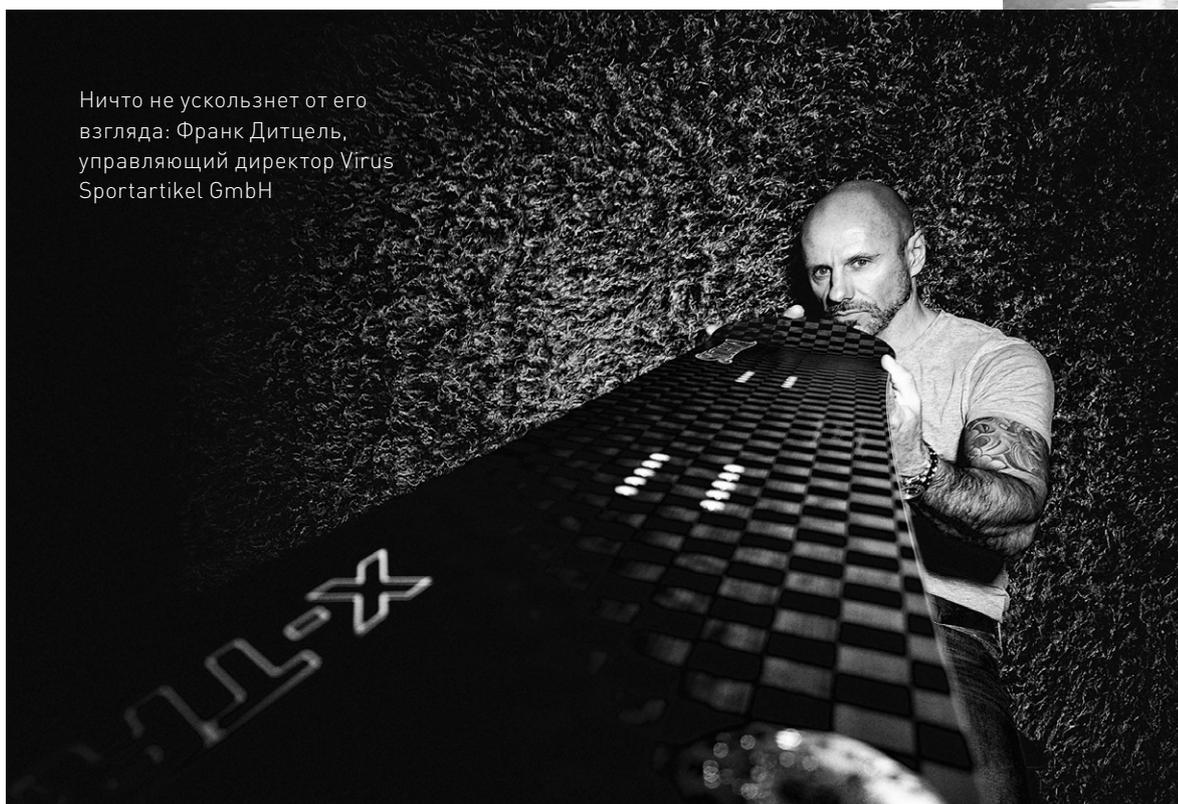


Насадная фреза DA с режущими пластинами из синтетических алмазов (CVD-D) оптимально подходит для обработки композитных материалов

# КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОДЕРЖИМЫЙ ИДЕЕЙ

«Как только у вас начнёт по-настоящему получаться, вы поймете, что от этих досок невозможно оторваться», — шутит Фрэнк Дитцель. Управляющий директор компании Virus Sportartikel GmbH уже более 30 лет производит в своей мастерской высококлассные сноуборды и лыжи для взыскательных любителей зимних видов спорта. При производстве своей продукции Дитцель и его команда делают ставку на высокотехнологичные композитные материалы на основе углеродных волокон и натурального дерева. «В основе каждого из наших сноубордов лежит гибкий деревянный сердечник», — объясняет Дитцель. Кроме большого объёма ручной работы, процесс распиловки углеродных пластин и фрезерования древесных сердечников также требует использования фрезерного станка с ЧПУ. При этом специалисты компании используют алмазный инструмент компании Paul Horn GmbH из Тюбингена.

Ничто не ускользнет от его взгляда: Франк Дитцель, управляющий директор Virus Sportartikel GmbH





**«КАК ТОЛЬКО У ВАС НАЧНЁТ  
ПО-НАСТОЯЩЕМУ ПОЛУЧАТЬСЯ,  
ВЫ ПОЙМЕТЕ, ЧТО ОТ ЭТИХ ДОСОК  
НЕВОЗМОЖНО ОТОРВАТЬСЯ»**

В 1984 году, когда сноубординг был еще в зачаточном состоянии, Дитцель начал профессиональное производство этого нового вида снаряжения для зимних видов спорта в Гроссвальштадте (Бавария). С тех пор бренд Vigus стал безусловным лидером в этой отрасли. Профессионалы и взыскательные любители зимних видов спорта полагаются на высокие характеристики этих лыж и сноубордов. Доски Vigus изготавливаются путем послойного нанесения высокотехнологичных материалов на сердечник из цельного дерева. Деревянные сердечники изготавливаются исключительно вручную и, в зависимости от модели, армируются двумя или тремя углеродными вставками. Для своих топ-моделей Дитцель также использует материал под названием Zylon, который является самым прочным из когда-либо созданных человеком волокон. «Zylon похож на синтетическую паучью нить, которая гораздо более устойчива к разрыву, чем углеродные волокна. Обработка этого материала крайне сложна, и просто для того, чтобы разрезать волокна, требуется специальный инструмент и технологии», — говорит Дитцель.

Каждый отдельный слой сэндвич-структуры отвечает за выполнение различных задач. Сердечник определяет основную часть свойств готовой доски. Древесина является отличным материалом для изготовления сердечника благодаря своим универсальным характеристикам. Каждый деревянный сердечник изготавливается из нескольких полос клееной твердой древесины, которые скрепляются друг с другом. Они придают сноуборду естественную гибкость и обладают хорошими виброгасящими свойствами. Для усиления отдельных участков доски, внутри многослойного сердечника размещаются вставки из карбона и стекловолокна.



Фрезерование ковриков из углепластика.  
Обтрёпанные края — это защитное покрытие

Спортивное снаряжение должно адаптироваться под рельеф трассы во время быстрых поворотов (карвинг), но при изменении нагрузки также должно быстро принимать первоначальную форму. Важно, чтобы материал не вёл себя как спиральная пружина, так как это существенно ухудшит управляемость доски. Дитцель послойно наносит углепластиковые слои на сердечник и внешний слой, что еще больше повышает управляемость и эксплуатационные характеристики сноуборда.

#### Осаждение алмазов из газовой фазы (CVD)

При резании углепластиковых плит и фрезеровании деревянных сердечников Дитцель использует порталные фрезерные станки с ЧПУ, а также инструмент производства компании HORN с алмазным покрытием или с алмазными вставками. «Эти материалы обладают отличным абразивным действием. Твердосплавный инструмент изнашивался бы слишком быстро в процессе обработки», — объясняет Штефан Бахманн, представитель компании HORN. Плиты из углепластика и 3D-формы деревянных сердечников фрезеруются торцевыми фрезами DSS с алмазным покрытием. Обрезка кромок осуществляется фрезой с пятью режущими пластинами из синтетических алмазов (CVD-D).

## «ЭТИ МАТЕРИАЛЫ ОБЛАДАЮТ ОТЛИЧНЫМ АБРАЗИВНЫМ ДЕЙСТВИЕМ. ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ИЗНАШИВАЛСЯ БЫ СЛИШКОМ БЫСТРО В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ НА СТАНКЕ»

Обзор отдельных этапов производства: слева — ламинированная и обрезанная заготовка. Справа — готовый сноуборд с покрытием.

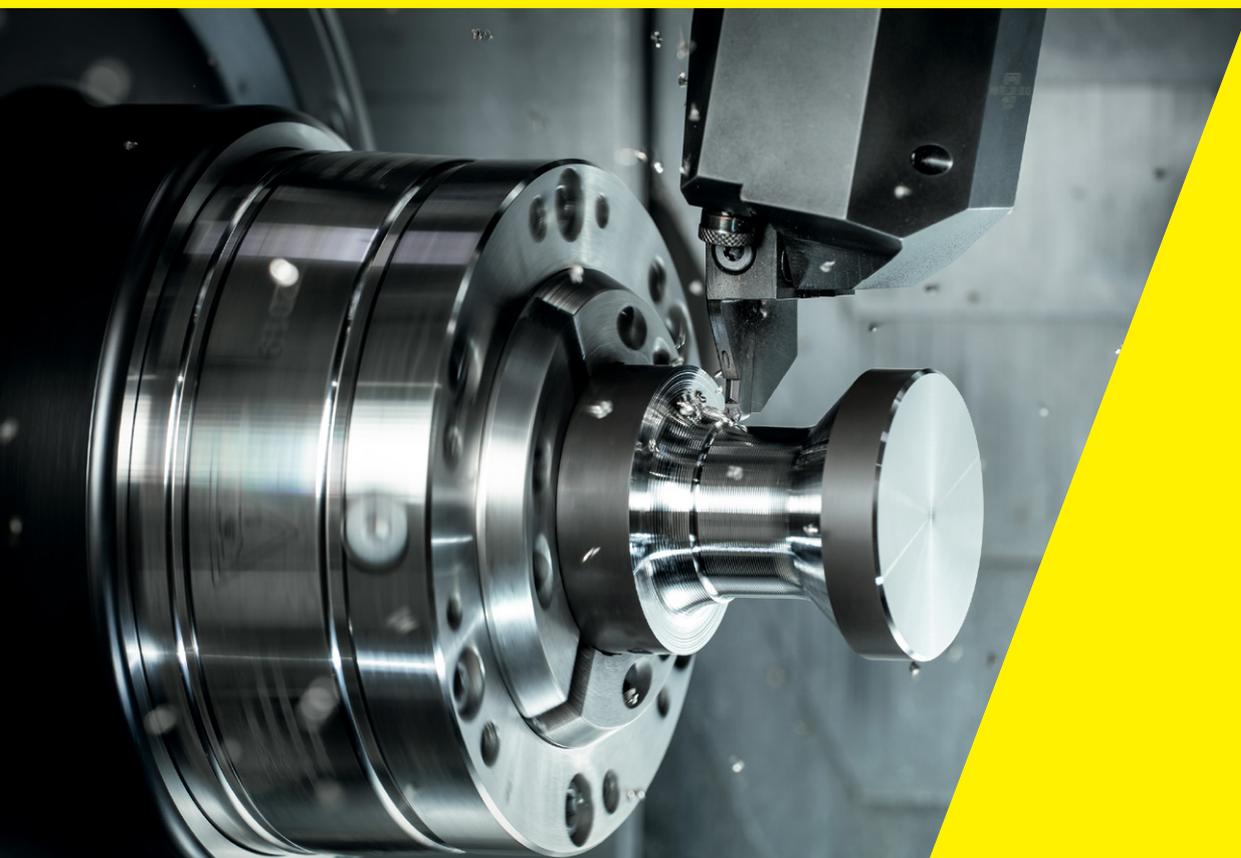


«Кромки пластин из углепластика крайне важны. Любое повреждение или отслоение делают их бесполезными. Мы полностью удовлетворены работой фрезерного инструмента HORN, потому что брак при использовании углепла-

стика обходится нам очень дорого», — объясняет Дитцель. Перед фрезерованием на пластины из углепластика наклеивается дополнительный слой материала для защиты кромок. Эта ткань удаляется после завершения механической обработки. Для фрезерования Дитцель использует порталный фрезерный станок с ЧПУ, какие обычно используются в деревообрабатывающей промышленности для обработки деталей мебели. «Благодаря вакуумному зажимному столу, станок предоставляет нам все необходимые для нашего производства функции и возможности обработки», — поясняет исполнительный директор.

#### Резание вместо раздавливания

Существует ряд отличий между режущими кромками с алмазным покрытием (CVD) и с поликристаллическими алмазами (PCD). Алмазное покрытие (CVD) на 99,99% состоит из чистых алмазов. В отличие от него, покрытие из поликристаллических алмазов (PCD) содержит от 10 до 20% связующего вещества. Хотя оба режущих материала являются поликристаллическими, покрытие из алмазов, осаждаемых из газовой фазы (CVD) имеет более однородную структуру,



**ООО «ХОРН РУС»**

—  
Брянская ул., д. 5,  
Москва, 121059

Тел.: +7-495-968-21-68  
Факс: +7-495-960-21-68

[office@hornrus.com](mailto:office@hornrus.com)  
[www.hornrus.com](http://www.hornrus.com)