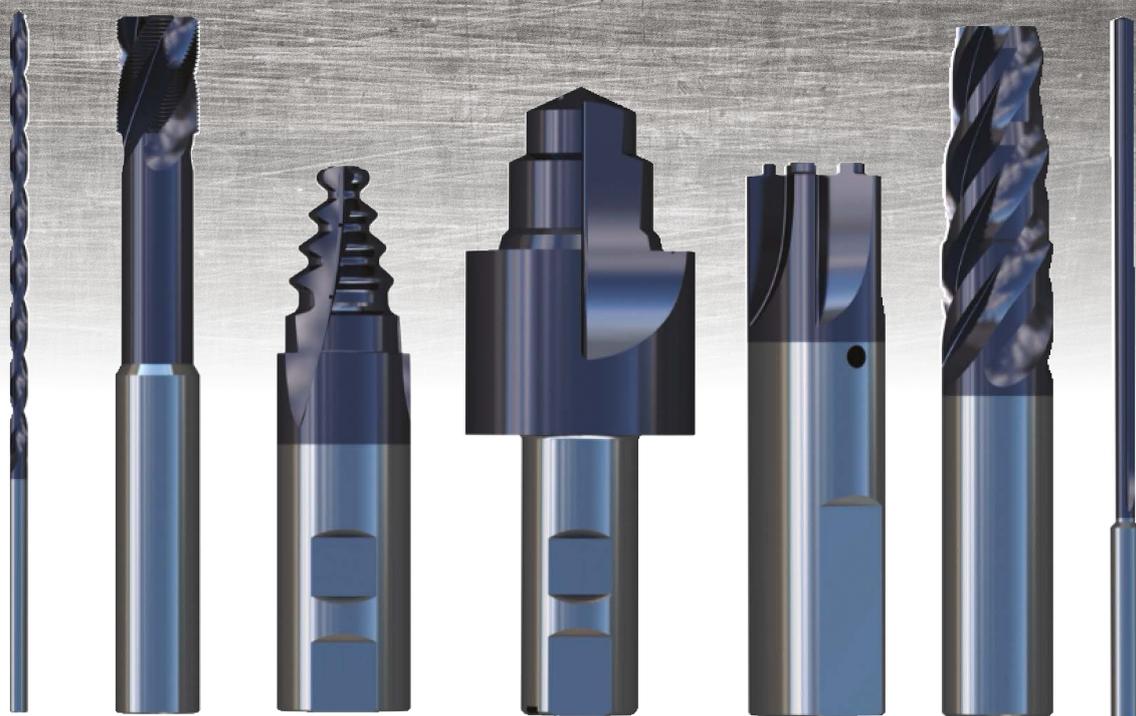




КАТАЛОГ
СПЕЦИАЛЬНОГО
РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
2020





О КОМПАНИИ **MASAM**

Начало деятельности в сфере заточки режущего инструмента относится к 1998 году. Компания ООО «МАСАМ» основана в 2001 г. и ее основным направлением деятельности является сервисное обслуживание режущего инструмента. Требования и запросы заказчиков стремительно растут, вследствие чего стало необходимо пересмотреть направление деятельности и планы на будущее, а именно инвестирование и развитие компании. В период с 2001 по 2006 год компания инвестировала средства в развитие, путем приобретения новых станков с ЧПУ, которые предоставляют возможность не только сервисного обслуживания, но и производства режущего инструмента. Это привело к

расширению нашего производства. Мы расширили парк технологического оборудования, конструкторский отдел, отдел контроля продукции на входе и выходе. Для улучшения процессов управления, мы внедрили систему менеджмента и сертификации в соответствии с ISO 9001: 2008. В 2006 году производственные мощности компании были перенесены в недавно построенные собственные помещения. В 2006 году начинается еще один период развития и расширения компании. Первой идеей было расширить производство путем создания подразделения металлорежущей обработки и инструментального цеха. Таким образом, мы можем проводить испытания

режущего инструмента у нас на собственном производстве и, разумеется, использовать данный инструмент для нужд компании. В 2013 году было завершено строительство нового завода в индустриальном парке Врable. Это современное здание, предоставляющее нам идеальную базу для дальнейшего развития. Наша цель – иметь современное оборудование, отвечающее последним трендам индустрии, которое позволит нам удовлетворять самые взыскательные требования наших клиентов.

Представленный каталог предлагает обзор производственного портфеля специального режущего инструмента MASAM.



Отдел производства и заточки режущего инструмента.

СЕРВИС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Срок службы режущего инструмента возможно продлить благодаря качественному сервису. В данной области компания MASAM является лидером на рынке, предлагая высокое качество и гибкость предоставляемых услуг. Производство, а также заточка инструмента происходит на 5-осевых шлифовальных станках с ЧПУ производства компаний: ISOG, Michael Deckel, Amada a Reinecker. Контроль качества выполняется на измерительном оборудовании компании Zoller.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ДИЗАЙН

Получив все необходимые данные от клиента, выполняется 3D-модель в системе CATIA. Проект вместе с 3D моделированием в процессе разработки согласовывается с заказчиком, и после утверждения заказчиком разработанная документация передается в производство.

ПРОИЗВОДСТВО СТАНДАРТНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

После передачи рабочей документации, разрабатываются и моделируются производственные программы, предназначенные для программирования шлифовальных станков с ЧПУ. Производство и контроль осуществляются в соответствии со стандартом EN 9100:2009. Составной частью производства являются программы и протоколы, предназначенные для контроля и сервисного обслуживания режущего инструмента, который производит наша компания. В случае производства специального инструмента, предназначенного для сложных областей применения, в присутствии заказчика проводятся испытания инструмента непосредственно у нас на производстве. Преимуществом является быстрая доработка геометрии инструмента для конкретной области применения.

ПРИМЕНЯЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

Изготовленные режущие инструменты поставляются нашим заказчикам вместе с Докладом о применении, которое содержит конкретные условия мехобработки, разработанные для конкретного производственного процесса.

КОНТРОЛЬ

Все процессы выполняются в соответствии со стандартом: AS 9100 D.



1 . МАРКИРОВКА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ MASAM	06
2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОНОЛИТНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ	07
ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ	
2.1 Стандартные сверла	08
2.2 Ступенчатые сверла	08
2.3 Зрительные сверла	09
2.4 Зенкеры	09
2.5 Комбинированные сверла	09
2.6 Стандартные развёртки	10
2.7 Ступенчатые развёртки	10
ФРЕЗЕРОВАНИЕ	
2.8 Концевые фрезы	11
2.9 Конические концевые фрезы	11
2.10 Сферические концевые фрезы	11
2.11 Фасонные концевые фрезы	12
2.12 Фрезы для ласточкин пазов	12
2.13 Фрезы для Т-образных пазов	12
2.14 Тороидальные концевые фрезы	13
2.15 Угловые концевые фрезы	13
2.16 Радиусные концевые фрезы	13
2.17 Модульные концевые фрезы	15
2.18 Монолитные режущие головки	15
2.19 Дисковые фрезы	15
2.20 Резбофрезы	16
ТОЧЕНИЕ	
2.21 Фасонные токарные резцы	16
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ	17
3. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ	18
СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ПРОТЯЖКИ	
3.1 Сегменты для черновой протяжки	19
3.2 Сегменты для профильной протяжки	19
3.3 Сегменты для чистовой протяжки и калибрации	19
СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖУЩИЕ ПЛАСТИНЫ	
3.4 Производство профильных пластин для различных технологий обработки	20
3.5 Обработка стандартной пластины на новую специальную форму	20
4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ	21
5. ПОКРЫТИЯ	22
6. ДОКЛАД ПРИМЕНЕНИЯ	25
7. ОТЧЕТ ЗАТОЧКИ	26
8. ОТ СТАНДАРТНОГО ИНСТРУМЕНТА ПО СПЕЦИАЛЬНЫЙ	28
9. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ	30
10. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	32



1 МАРКИРОВКА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ MASAM

Маркировка режущих инструментов в MASAM в соответствии со стандартом ISO. Основная информация при проектировании специального режущего инструмента - это обработанный материал. При запросе режущего инструмента заказчик предоставит его точную спецификацию. Конструкция инструмента начинается с выбора подходящей марки карбида на основе свойств обработанного материала для каждого конкретного применения. В зависимости от типа обрабатываемого материала тоже выбирается наиболее подходящее покрытие для режущего инструмента и его геометрия предназначено для того, чтобы сделать инструмент высокопроизводительным.



СТАЛЬ



НЕРЖАВЕЮЩАЯ
СТАЛЬ



ЧУГУН



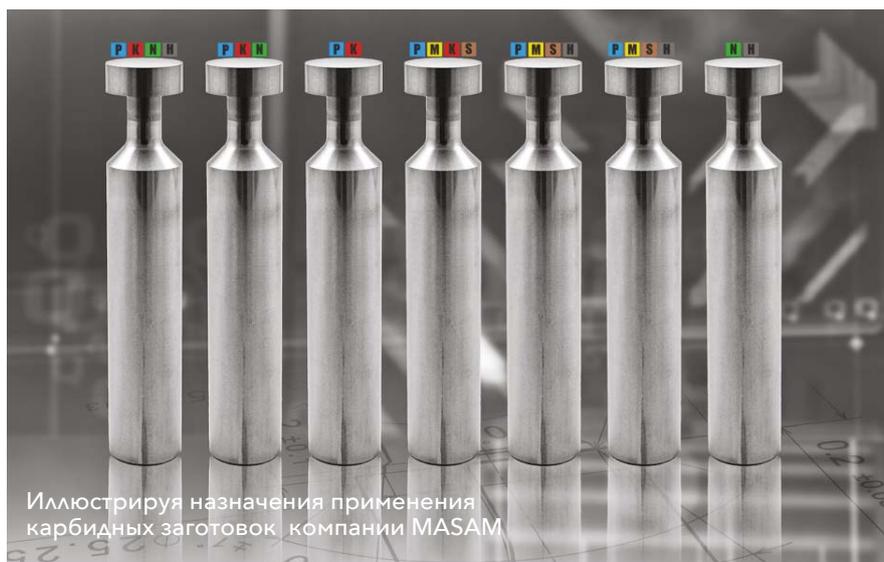
ЦВЕТНЫЕ
МЕТАЛЛЫ



ЖАРОПРОЧНЫЕ
СПЛАВЫ



ВЫСОКОТВЕРДАЯ
СТАЛЬ



Иллюстрируя назначения применения карбидных заготовок компании MASAM

MASAM предлагает семь видов карбида, которые достаточны для всех марок обрабатываемых материалов.



ЛОГОТИП КОМПАНИИ

РАЗМЕРЫ ИНСТРУМЕНТА

MASAM СЕРИЙНЫЙ НОМЕР

Изготовление маркировки инструментов, в соответствии со стандартом MASAM, показанном на рисунке приведенном ниже. Наши клиенты могут отмечать свои маркировку в соответствии со своими требованиями, где последний серийный номер инструмента и логотип назначается компанией MASAM.

2 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОНОЛИТНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

В приведенном ниже обзоре инструментов в категории Обработка отверстий представлены некоторые реализованные проекты. Вы можете найти стандартные типы сверл, зенкеров, разверток и специальные типы данных инструментов. Компания фокусируется на специальных режущих инструментах, поэтому, если Вы не найдете инструмент в данном каталоге, Вам следует всего лишь направить запрос на необходимый инструмент в компанию MASAM, и мы подготовим для вас проект Вашего инструмента.

D, D1, D2Dn: Конкретные диаметры инструментов для обработки отверстий проектируются под требования клиента по чертежу изделия. Наконечник - это нулевая точка для определения размеров инструмента. Максимальный диаметр инструмента $D_{max} = 40$ мм.

L, L1, L2Ln: Конкретные длины режущих частей инструментов для обработки отверстий проектируются под требования клиента по чертежу изделия. Наконечник - это нулевая точка для определения размеров величины L - общая длина инструмента. Максимальная длина инструмента $L_{max} = 250$ мм.

ТИП ПОКРЫТИЯ:

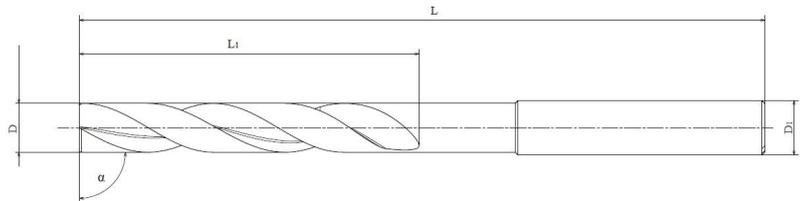
1. TiN + AlTiN + Si
2. TiN + AlTiN + CrAlSiN
3. TiAlSiN
4. TiAlN - AlTiN
5. CrAlSiN
6. TiN
7. TiCN
8. TiSiN
9. DLC
10. AlCrBN

Компания MASAM предлагает широкий спектр покрытий для своих режущих инструментов. Правильный выбор покрытия зависит от конкретных условий его применения, чтобы было достигнуто оптимальное решение для выполнения определенной функции инструмента при использовании технологии мехобработки. Более подробную информацию о покрытии Вы можете узнать в [Главе 4](#).

Условия мехобработки: Условия мехобработки прописаны в Отчете применения, который клиент получает при поставке инструмента для конкретного использования (Глава 5).

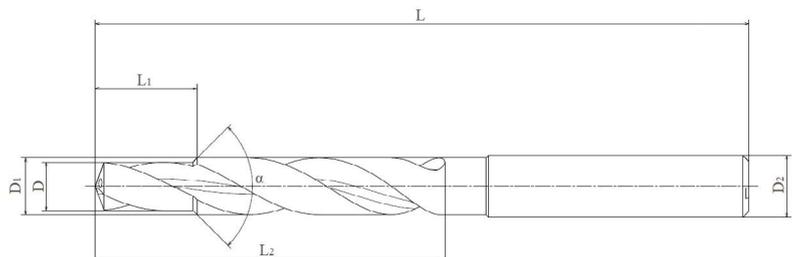


2.1 СТАНДАРТНЫЕ СВЕРЛА



У стандартных сверл мы предлагаем разные типы дизайна наконечника

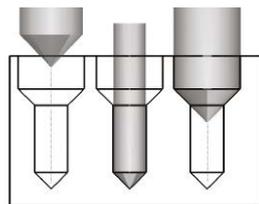
2.2 СТУПЕНЧАТЫЕ СВЕРЛА



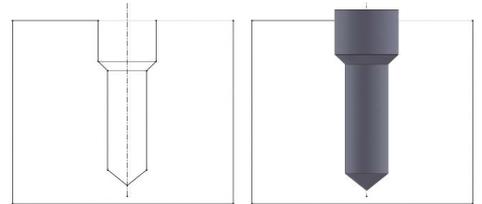
Количество ступеней, длина и диаметр ступенчатого сверла могут отличаться в зависимости от размеров D_{max} , L_{max} .

Главное преимущество ступенчатых сверл, дизайн которых соответствует техническим заданиям клиента Вы можете увидеть на рисунках, представленных ниже

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ СВЕРЛ

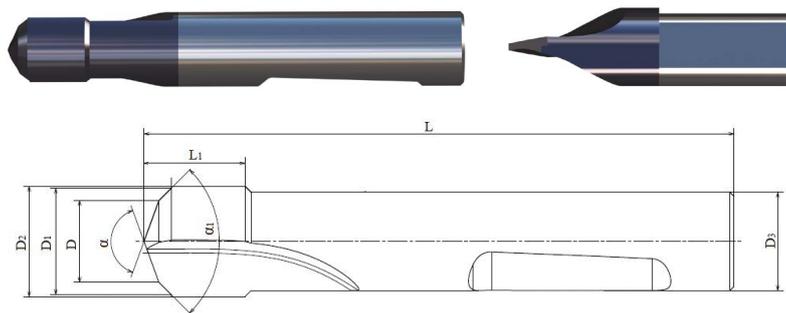


ПРИМЕНЕНИЕ СТУПЕНЧАТОГО СВЕРЛА



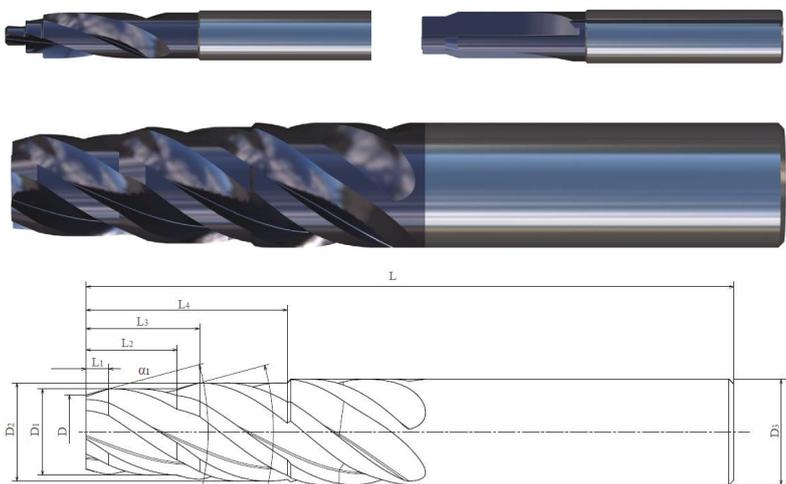
При работе со стандартными сверлами необходимо использовать несколько инструментов и также державок, количество которых зависит от количества ступеней. Рабочее время мехобработки увеличивается при замене инструмента.

2.3 ЗРИТЕЛЬНЫЕ СВЕРЛА



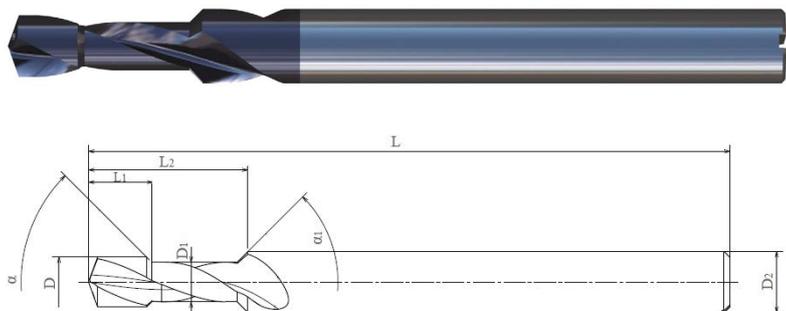
Компания МАСАМ производит широкий спектр зрительных сверл различного дизайна под конкретное применение согласно техническому заданию заказчика.

2.4 ЗЕНКЕРЫ



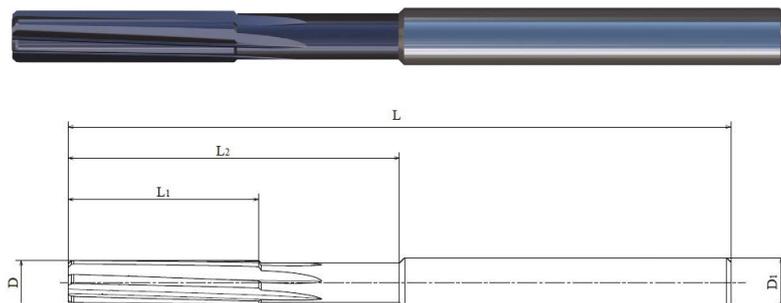
Мы производим инструмент разного дизайна для зенкерования с максимальными размерами D40, L250.

2.5 КОМБИНИРОВАННЫЕ СВЕРЛА

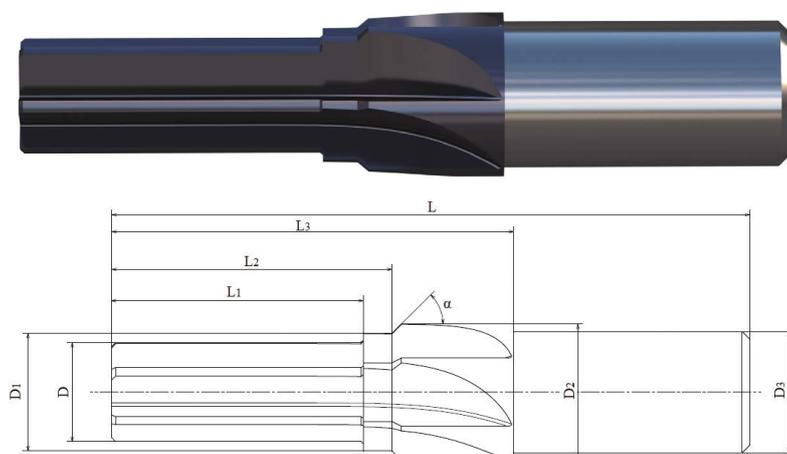


С помощью комбинированных сверл заказчик может одним инструментом одновременно выполнять несколько технологических операций - центральное сверление, развертку, зенкерование, гравировку, фрезерование и так далее.

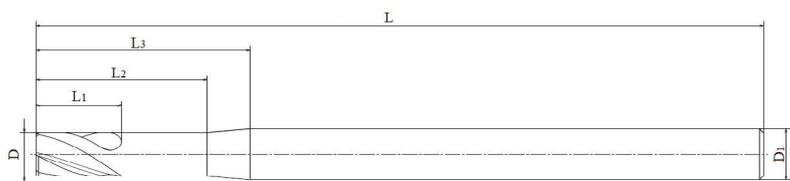
2.6 СТАНДАРТНЫЕ РАЗВЁРТКИ



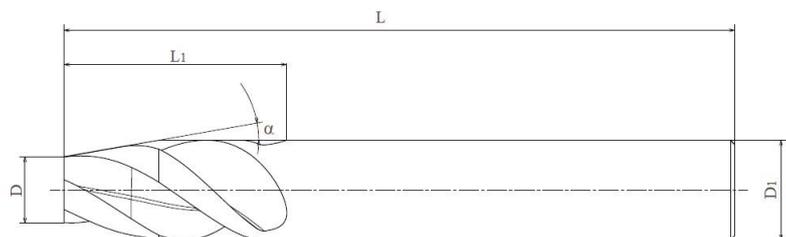
2.7 СТУПЕНЧАТЫЕ РАЗВЁРТКИ



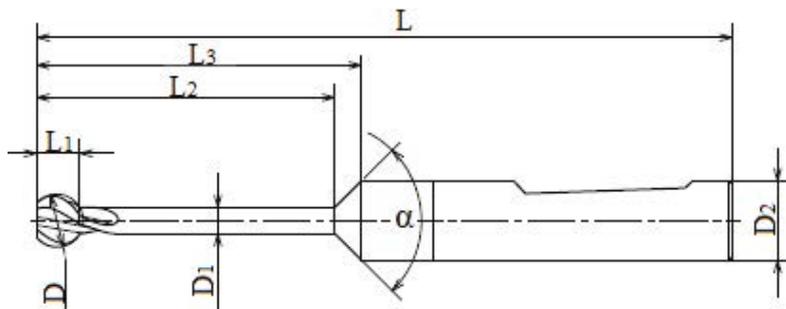
2.8 КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ



2.9 КОНИЧЕСКИЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ



2.10 СФЕРИЧЕСКИЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ



ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Фрезерные инструменты в нашей компании представлены огромным выбором размеров и форм, предлагаемых нами для типов монолитного осевого инструмента. В приведенном ниже обзоре можно графически показать профили созданных инструментов, предназначенные для фрезерования. Если в данном каталоге Вы не нашли профиль необходимого режущего инструмента, мы будем рады спроектировать дизайн инструмента специально для Вас.

D, D1, D2Dn: Конкретные диаметры монолитных фрез проектируются согласно требованиям клиента по чертежам изделия. Наконечник - это нулевая точка для определения размеров инструмента. Максимальный диаметр инструмента $D_{max} = 40$ мм.

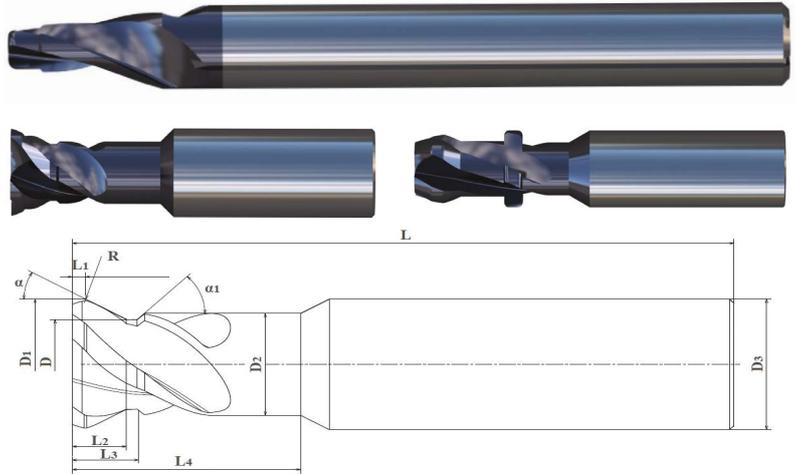
L, L1, L2Ln: Конкретные длины режущих частей монолитных фрез проектируются согласно требованиям клиента по чертежам изделия. Наконечник - это нулевая точка для определения размера L - общая длина инструмента. Максимальная длина инструмента $L_{max} = 250$ мм.

ТИП ПОКРЫТИЯ:

1. TiN + AlTiN + Si
2. TiN + AlTiN + CrAlSiN
3. TiAlSiN
4. TiAlN - AlTiN
5. CrAlSiN
6. TiN
7. TiCN
8. TiSiN
9. DLC
10. AlCrBN

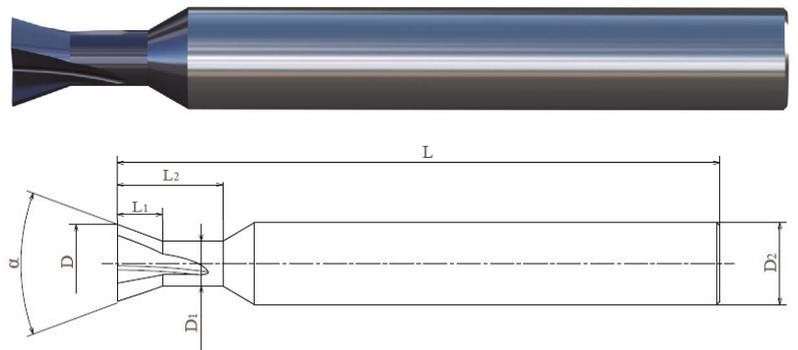
Компания Masam предлагает широкий спектр покрытий покрытий для своих режущих инструментов. Правильный выбор покрытия зависит от конкретных условий его применения, чтобы было достигнуто оптимальное решение для выполнения определенной функции инструмента при использовании технологии мехобработки. Более подробную информацию о покрытии Вы можете узнать в **Главе 4**. Условия мехобработки: Условия мехобработки прописаны в Отчете применения, который клиент получает при поставке инструмента для конкретного использования (Глава 5).

2.11 ФАСОННЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

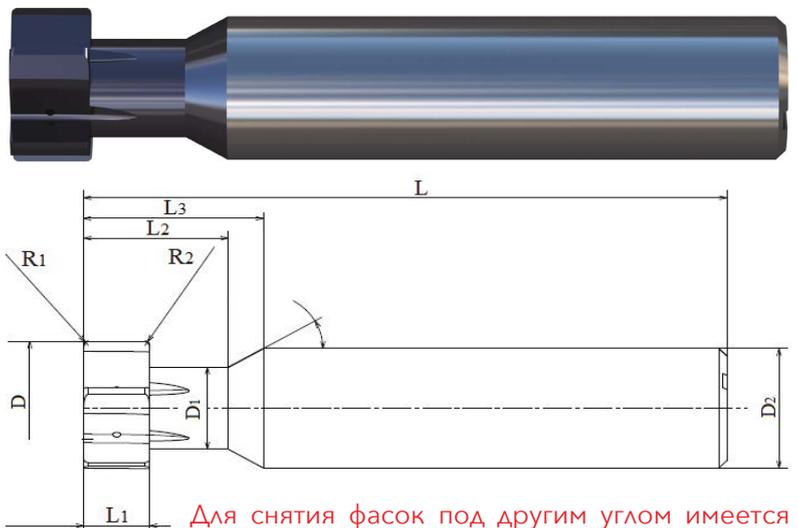


выше приведены рисунки некоторых реализованных проектов. Фасонные фрезы мы спроектируем специально для конкретных задач клиента в зависимости от конкретного применения.

2.12 ФРЕЗЫ ДЛЯ ЛАСТОЧКИН ПАЗОВ

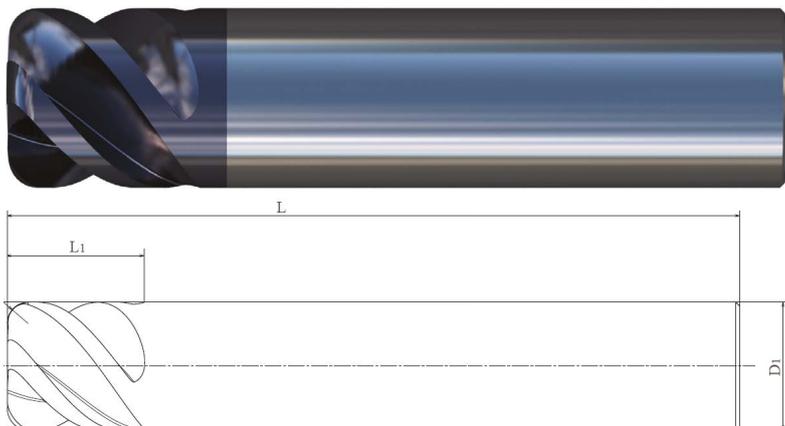


2.13 ФРЕЗЫ ДЛЯ Т-ОБРАЗНЫХ ПАЗОВ

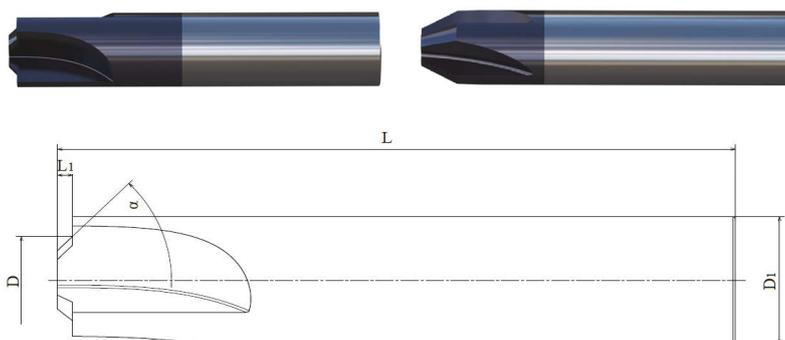


Для снятия фасок под другим углом имеется возможность изготовления фрезы в зависимости от размеров R_1 и R_2

2.14 ТОРОИДАЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

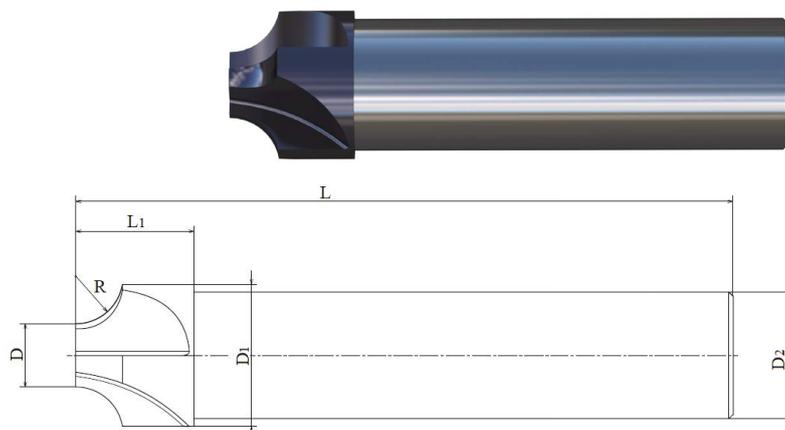


2.15 УГЛОВЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ



Существует возможность изготовления угловой концевой фрезы в качестве комбинированного инструмента (для создания нижней и верхней кромок на заготовке).

2.16 РАДИУСНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ



ОПТИМИЗАЦИЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ РАДИУСОМ ФРЕЗЫ

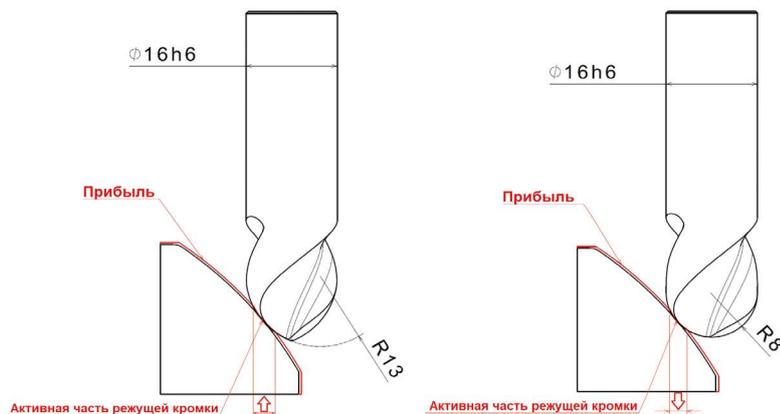
Радиусные концевые фрезы MASAM с модифицированным радиусом специально разработаны для определенных операций чистовой обработки. Данная фреза, в конечном итоге может иметь радиус при 3D-обработке более эффективным чем сферическая фреза, причем обе фрезы производятся с одной то же заготовки, как показано на рисунке ниже. Трудность производства обоих фрез во многом схожая и заказчик получает примерно за ту же цену специальный инструмент для повышения эффективности производственного процесса. Размер радиуса у специально приспособленной 3D

радиусной концевой фрезы зависит от угла наклона поверхности. Чем углы поверхности в большом рассеянии, тем уменьшается разница радиуса между сферической и 3D-радиусной фрезами.

Мы также проектируем специальную радиусную фрезу для 5D обработки и в зависимости от диапазона кинематики станка можно значительно увеличить эффективный радиус до такой степени, что фреза получает форму бочонка. Этим решением обеспечивается значительное увеличение достижения требований шероховатости поверхности.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ РАЗМЕРА И ДОСТИГАЕМОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ У РАЗНОГО РАДИУСА

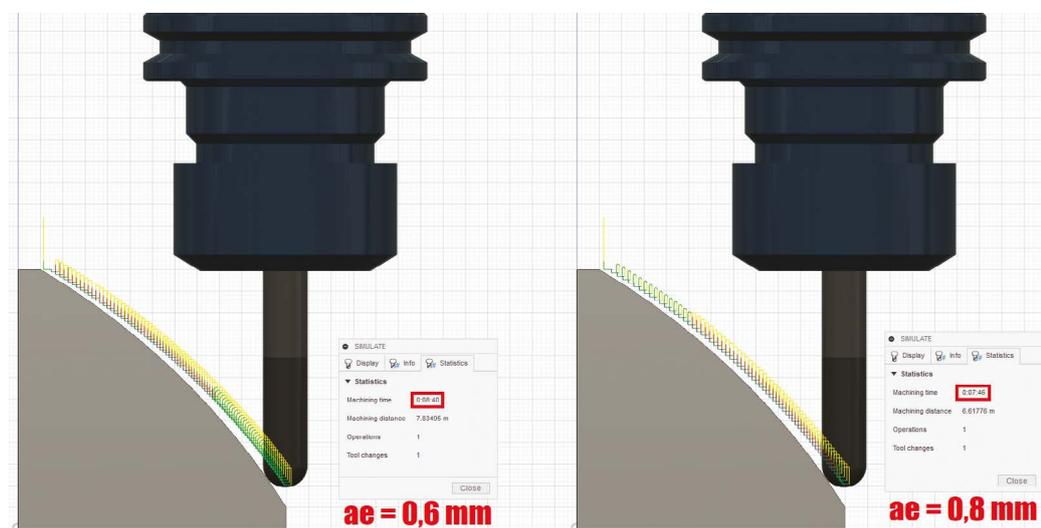
R ИНСТРУМЕНТА	A _e	СТЕПЕНЬ ШЕРОХОВАТОСТИ R _{th}	Ra	A _e	СТЕПЕНЬ ШЕРОХОВАТОСТИ R _{th}	Ra
R8	0,6 mm	0,006 mm	0,8 μm	0,5 mm	0,004 mm	0,5 μm
R13	0,8 mm	0,006 mm	0,8 μm	0,5 mm	0,002 mm	0,31 μm



На рисунках можно видеть пример оптимизации процесса с использованием радиусной фрезы для достижения параметра шероховатости поверхности Ra 0,8 μm.

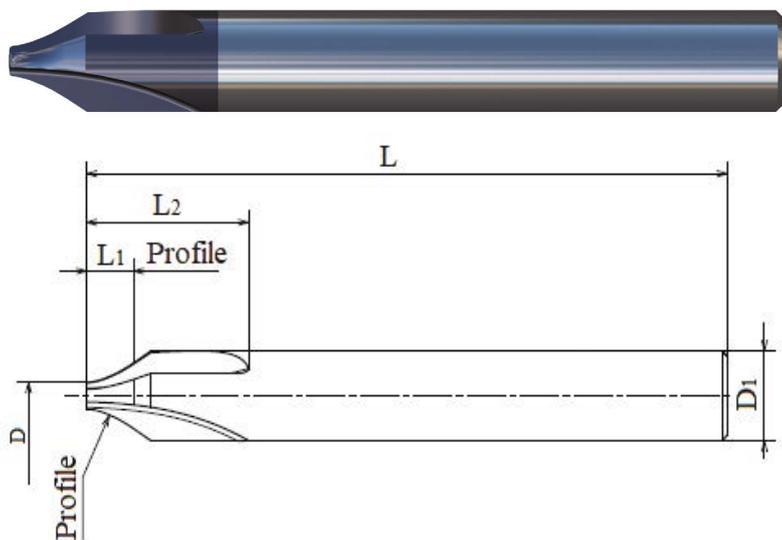
Даже при обработке меньших поверхностей у кото-рой исходное время длилось 8 мин 46 сек у ae = 0,6 мм можем уменьшить с ae = 0,8 мм на 7 мин 46 сек при достижении требований шероховатость поверхности.

Специальный инструмент MASAM и стандартная сферическая фреза в 3D обработке



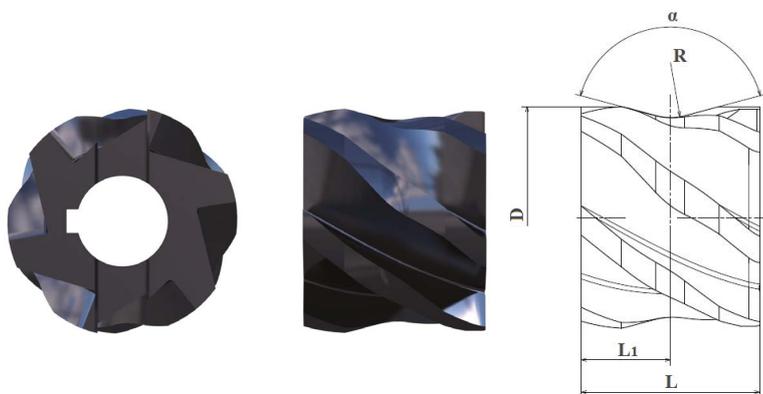
Сравнение времён у разных поверхностей

2.17 МОДУЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ ФРЕЗЫ

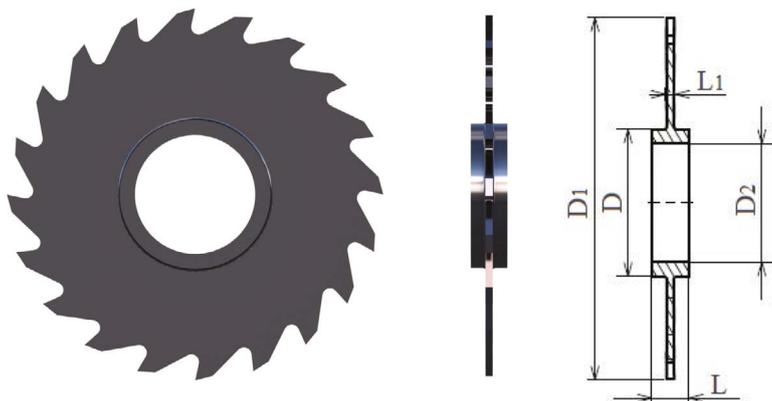


Профиль инструмента изготовлен в соответствии с действующими стандартами или по требованиям заказчика.

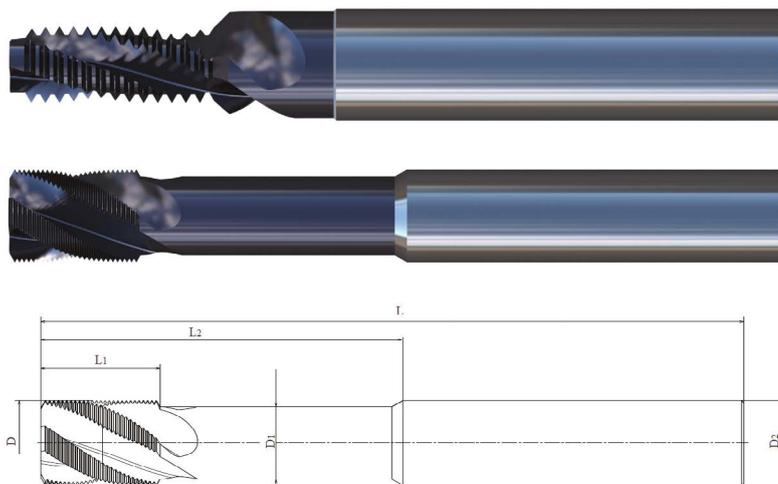
2.18 МОНОЛИТНЫЕ РЕЖУЩИЕ ГОЛОВКИ



2.19 ДИСКОВЫЕ ФРЕЗЫ



2.20 РЕЗБОФРЕЗЫ



ТОЧЕНИЕ

Компания MASAM также предлагает во своем производстве специальных режущих инструментов тоже категорию фасонных монокристаллических токарных резцов. Инструменты производятся из полного карбида для специальных применений.

2.21 ФАСОННЫЕ ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ



Фасонные токарные резцы: внутренний налево, внешний направо

В продуктовой линейке компании MASAM в этой категории мы различаем фасонные токарные резцы для внутреннего и внешнего точения. Фасонные токарные резцы разработаны на основе чертежей, соответствующих для конкретной формы изделия, которую нужно обработать.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Специальные режущие инструменты из быстрорежущей стали предлагаем такие же как выше представлены инструменты из твёрдого сплава. Компания MASAM предлагает и специальные инструменты проектированные из быстрорежущей стали с напаяемыми пластинами.

Специальные инструменты из быстрорежущей стали имеют другие ограничения размеров, конкретно:

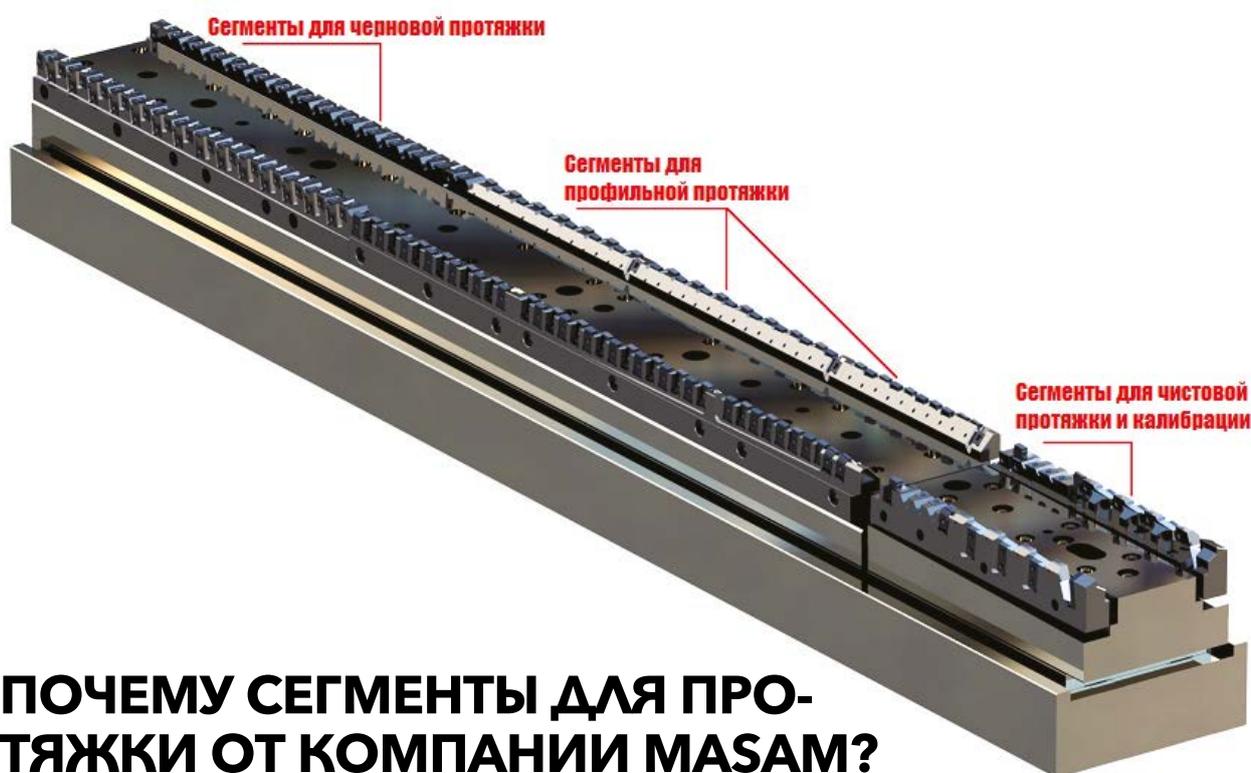
- сверла, зенкеры и развёртки с диаметром от 6 мм и больше
- метчики - метрические, дюймовые, трубные, и в случае необходимости резьбы с минимальным диаметром от 4 мм
- инструменты для протяжки из быстрорежущей стали или с напаяемыми карбидовыми пластинами для различных форм канавок. Максимальная длина этого инструмента 740 мм.



3 СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ СО СМЕННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ПРОТЯЖКИ

Протяжка - это эффективная метода мехобработки, предназначенная для получения точных круглых и фасонных отверстий, канавок или точных внешних поверхностей. В основном применяется в серийном и массовом производстве автомобильной промышленности. Пользованием сегментов калибрации возможно достигнуть точность размеров на уровне IT6 и шероховатость поверхности Ra = 0,4



ПОЧЕМУ СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ПРОТЯЖКИ ОТ КОМПАНИИ MASAM?

- Реверсный инжиниринг при разработке и контроле сегментов протяжки

- анализ деформации сегментов
- поддержка при разработке новых типов
- комплексная CAD документация
- точный контроль размеров и фасонов

- Поддержка в производственном процессе у заказчика
- Изготовление сопроводительных документов и анализ

- изготовление мануалов для флехибильного контроля и замены пластин
- технологический мануал для технологов при запуску протяжки в производственный процес
- оптимизация мехобработки и процесная имплементация

3.1 СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ПРОТЯЖКИ

Комплексный инструмент собран из нескольких сегментов для разного типа обработки, которые MASAM предоставляет своим клиентам. Очевидно, что для каждой фасона и формы отверстия или канавки требуется разное количество сегментов, а также их конкретный дизайн. Комплексный инструмент для протяжки может быть изготовлен с использованием нескольких типов сегментов. Сегменты делятся на

- Сегменты для черновой протяжки
- Сегменты для профильной протяжки
- Сегменты для чистовой протяжки и калибрации

Все типы сегментов которые разрабатываются и поставляются нашим клиентам являются особой категорией инструментов MASAM для протяжки.



3.2 СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ПРОФИЛЬНОЙ ПРОТЯЖКИ



3.3 СЕГМЕНТЫ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ПРОТЯЖКИ И КАЛИБРАЦИИ

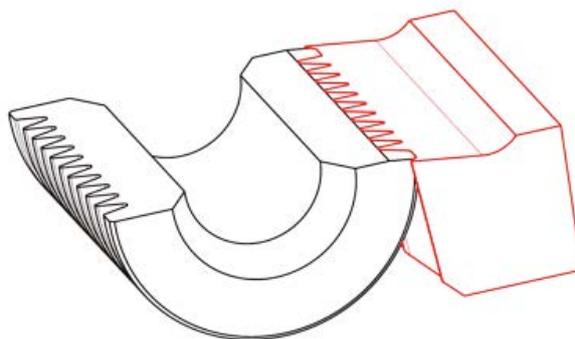


СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЖУЩИЕ ПЛАСТИНЫ

3.4 ПРОИЗВОДСТВО ПРОФИЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ

Наша компания проектирует профильные пластины по индивидуальным требованиям наших заказчиков, особенно для повышения эффективности производства. Формы этих пластин проектированы для стандартных державок, которыми используются наши клиенты.

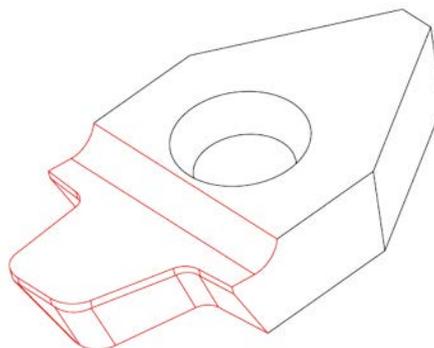
В случае нестандартных и специфических форм пластин на проектируем и изготовим оптимальную державку. Специальные профильные пластины в небольших объемах и поэтому из формы полностью шлифованные с покрытием в нашей компании MASAM s.r.o.



3.5 ОБРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ ПДАСТИНЫ НА НОВУЮ СПЕЦИАЛЬНУЮ ФОРМУ

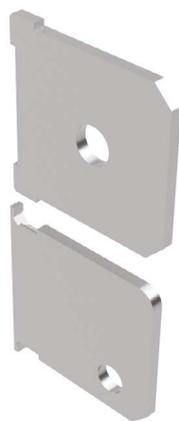
Мы часто от наших клиентов получаем запросы для изменения стандартной пластины на новую форму, именно обработка геометрии для другого её применения. В таком случае мы можем предложить решения для обработки пластин, изготовлением различных разгрузений и шлифованных соединений, которые позволяют применение для различного типа операции.

Клиент у нас тоже может найти и обработку корпуса режущих головок, например для стандартной Т-формы, в которую нужно приспособить новую форму или радиус угла, и так далее.



4 СПЕЦИАЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

Компания MASAM фокусируется на дизайн и производство специальных калибров для требований заказчика. В основном, материал калибра из твёрдого сплава или быстрорежущей стали. Заказчик у конструкции калибра может определить различные технические характеристики – длину контрольной части, описание или маркировка, и так далее. Мы также предлагаем калибры как часть высокоточных специальных режущих инструментов MASAM для проверки изготовленных деталей и форм в качестве комплексной поставки для изготовления отверстий.



5 ПОКРЫТИЯ

Из-за растущих требований к качеству продукции и скорости разработки новых технологических процессов, обработка инструмента также требует постоянного улучшения. Одним из основных факторов в процессе улучшения обработки режущего инструмента являются материалы для резки, которые могут значительно повысить эффективность мехобработки. Однако мы не можем забыть о других очень важных аспектах мехобработки, таких как геометрия режущего инструмента и соответствующие условия резания. Кроме того, следует подчеркнуть, что твердосплавные режущие инструменты без соответствующих покрытий не будут достаточно эффективными для большинства существующих обрабатываемых материалов.

Инструменты, покрытые твёрдым сплавом карбида вольфрама, сочетают в себе свойства субстрата и покрытия, и их цель состоит в том, чтобы улучшить производительность мехобработки и износостойкость инструмента. Компания Masam предлагает широкий спектр покрытий для своих режущих инструментов. Правильный выбор покрытия зависит от конкретных условий его применения, чтобы было достигнуто оптимальное решение для выполнения определенной функции инструмента при использовании технологии мехобработки. Наша компания предлагает использовать покрытие на основе всех учитываемых критериев. В частности, при нанесении покрытия учитываются толщина, твердость, коэффициент трения, адгезия и их устойчивость к окислению и истиранию.

ОБЗОР ПВД ПОКРЫТИЙ:

1. TiN + AlTiN + Si

1. TiN + AlTiN + Si – покрытие состоит из трех слоев, каждый из которых обладает определенными свойствами. Нанесение слоя TiN, который используется вместе с AlTiN слоем из-за его высокой цепкости и твердости, предотвращает адгезионный износ. Последним компонентом покрытия является чрезвычайно жесткий нанокompозитный слой Si. Характерный цвет покрытия - золотой.

Использование TiN + AlTiN + Si – такое покрытие возможно увидеть у высоколегированных сталей с твердостью выше 60 HRC. Такое покрытие также может быть использовано для обработки труднообрабатываемых материалов. Данное покрытие применяется при высоких скоростях резания и при сухой обработке.

2. TiN + AlTiN + CrAlSiN – Это покрытие состоит из трех основных слоев. Первый слой находится в непосредственном контакте с инструментом и изготовлен из нитрида титана (TiN). Второй слой покрытия содержит AlTiN, а последний слой представляет собой нанокompозитный слой CrAlSiN. Конечный нанокompозитный слой обладает очень высокой твердостью и устойчивостью к проникновению очень маленьких частей обработанного материала. Средний слой AlTiN обладает отличной цепкостью. Характерный цвет покрытия - синий.

Использование TiN + AlTiN + CrAlSiN – с точки зрения использования этот тип покрытия рекомендуется для обработки нержавеющей стали и закаленных сталей. Такое покрытие также подходит для обработки труднообрабатываемых материалов.

2. TiN + AlTiN + CrAlSiN

3. TiAlSiN – Нанокompозитное покрытие цвета антрацита отличается особенно высокой стойкостью к окислению, износостойкостью и высокой термостойкостью. TiAlSiN покрытие имеет твердость примерно 3400 HV и максимальную рабочую температуру от 900°C

Использование TiAlSiN – представляет собой новое направление для сухой, жесткой, высокоскоростной обработки и обработки высокоабразивных материалов. TiAlSiN покрытие считается достаточно универсальным и его можно использовать при фрезеровании, сверлении, рассверливании.

3. TiAlSiN

4. TiAlN - AlTiN – Это нанослойное градиентное покрытие, состоящее из слоя с высоким содержанием алюминия. Максимальная рабочая температура составляет примерно 800 °C, а твердость покрытия - 3000 HV. Разница между TiAlN и AlTiN состоит в процентном содержании элементов в покрытии. Характерный цвет покрытия - черно-фиолетовый.

Покрытие TiAlN - AlTiN нашло свое широкое применение за счет своей универсальности. Это покрытие подходит для постоянного резания при обработке абразивных материалов для широкого спектра технологических операций, таких как фрезерование, сверление, глубокое сверление, нарезание резьбы и рассверливание. Примечание: существует альтернативная возможность нанесения покрытия AlTiCN.

4. TiAlN - AlTiN

5. CrAlSiN - Нанокompозитное покрытие с высоким содержанием хрома, который имеет очень хорошую теплостойкость. Этот тип покрытия имеет значительную стойкость к окислению при высоких рабочих температурах - 1000 ° C. Твердость этих покрытий относительно высокая - более 3500 HV.

Использование покрытия CrAlSiN подходит для технологических операций фрезерования и сверления материалов, которые склонны к налипанию на режущий инструмент.

6. TiN - Это стандартное покрытие, благодаря своим сбалансированным свойствам, относится к числу наиболее используемых покрытий. - Твердость покрытия составляет около 2300 HV и макс. рабочая температура - 500 ° C. Цвет покрытия - золотой.

Зачастую TiN используют при обработке железосодержащих материалов. Данное покрытие обычно используют в качестве покрытия для сверл.

7. TiCN - это градиентное покрытие с низким коэффициентом трения и очень хорошей цепкостью, стойкостью к истиранию даже при высокой твердости в 3500 HV. Рабочая температура покрытия составляет 400° C. Характерный цвет - сине-серый.

Использование - TiCN оптимизировано для многоцелевого применения. В основном данное покрытие используется при нарезании резьбы и фрезерования.

Примечание - в категории многофункциональных покрытий предлагаем альтернативы, такие как: TiCrN, TiAlCrN, CrN, ZrN.



8. TiSiN - Многослойное нанокompозитное покрытие с твердостью примерно 3500 HV и макс. рабочей температурой 1100°C. Свойства покрытия предназначены для защиты режущей кромки от теплопередачи, окисления и истирания.

Функцией TiSiN является мехобработка очень твердых и абразивных материалов, как, например, титан. Его использование также можно увидеть при изготовлении зубчатых колес твердосплавными инструментами, а также у сухого отделочного и полуетделочного фрезерования.

9. DLC - (Diamond Like Carbon - алмазу похожий углерод). Твердость покрытия при тетраэдрическом аморфном углероде составляет около 5000 HV. Оно характеризуется нулевым содержанием водорода и отсутствием макрочастиц в слое. Покрытие характеризуется чрезвычайно низким коэффициентом трения. Преимуществами покрытия являются его применение на геометрически более сложных инструментах, а также на подержание резкой геометрии режущей кромки.

Использование DLC покрытия являются особенно важным для обработки цветных металлов. Обзор материалов, для которых использование DLC может быть особенно эффективным в различных технологиях обработки, это алюминий, углерод, медь, титан, композитные материалы, пластмассы, эпоксиды, дерево).

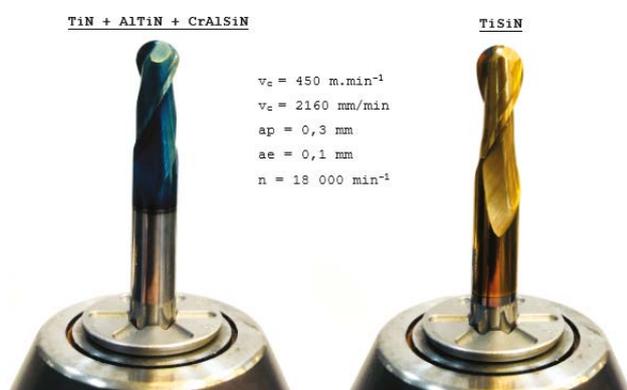
10. AlCrBN - Это очень уникальное борсодержащее покрытие, которое наносится специальной магнетронной технологией распыления и осаждением с помощью низковольтной дуги. Эта технология дает нам подготовку покрытий с очень точной толщиной с низким коэффициентом трения.

Использование покрытия AlCrBN в широком диапазоне самых требовательных применений при обработке с потребностей высокой точности и качества обрабатываемой поверхности.

ТЕСТИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ

Наша компания предлагает тестирование индивидуальных покрытий, а также проверяет их пригодность для конкретного использования. Для максимального использования режущих инструментов в течение максимально длительного срока службы необходимо определить оптимальное решение также с точки зрения используемого покрытия. Ниже приведено тестирование двух покрытий:

TiN + AlTiN + CrAlSiN и TiSiN для конкретного применения при сухой обработке углеродистой стали. Мы сравнили три типа контурной обработки для определенного критерия износа, параметром шероховатости поверхности которого является **Ra = 1,6 µm**.

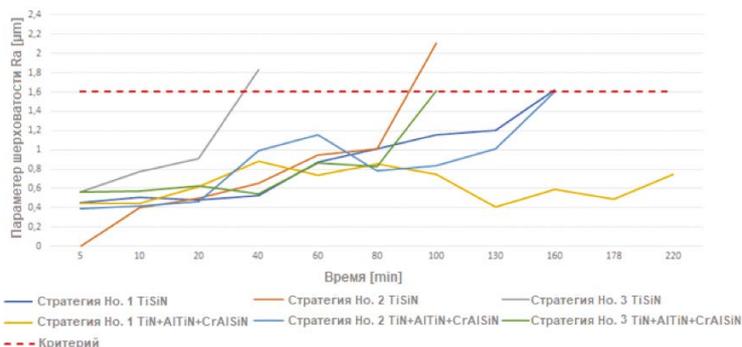


На рисунке ниже - представлены графические результаты тестирования различных покрытий при различных типах обработки. Вы можете увидеть, как отличается износостойкость у разных типов нанесения покрытий и видов самого покрытия.

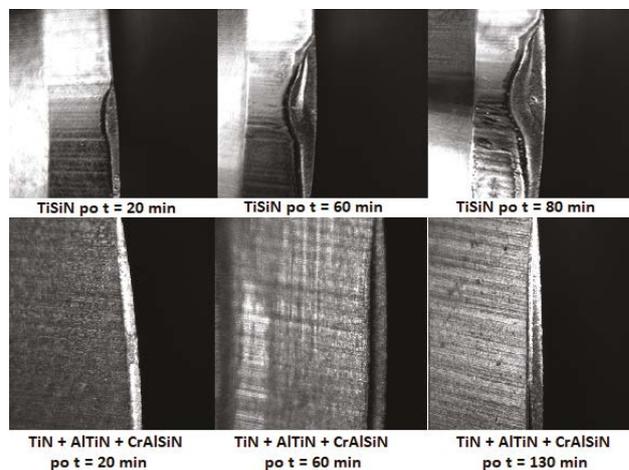
стратегия № 1 - 272 мин против 160 мин
 стратегия № 2 - 160 мин против 85 мин
 стратегия № 3 - 95 мин против 35 мин

Первое значение соответствует покрытию TiN + AlTiN + CrAlSiN, второе значение - это покрытие TiSiN. В основе сравнения по времени лежит критерий шероховатости.

Сравнение износостойкости покрытий для критерия Ra



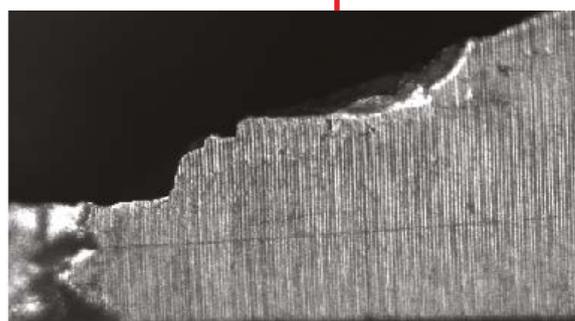
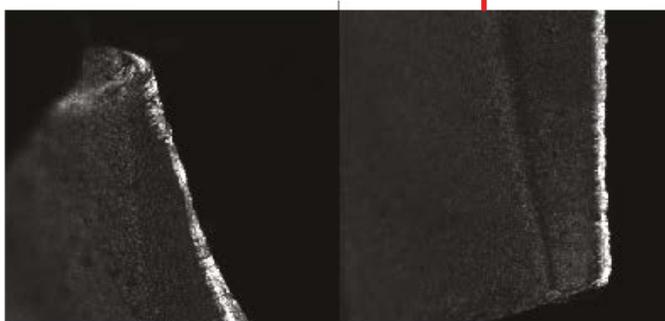
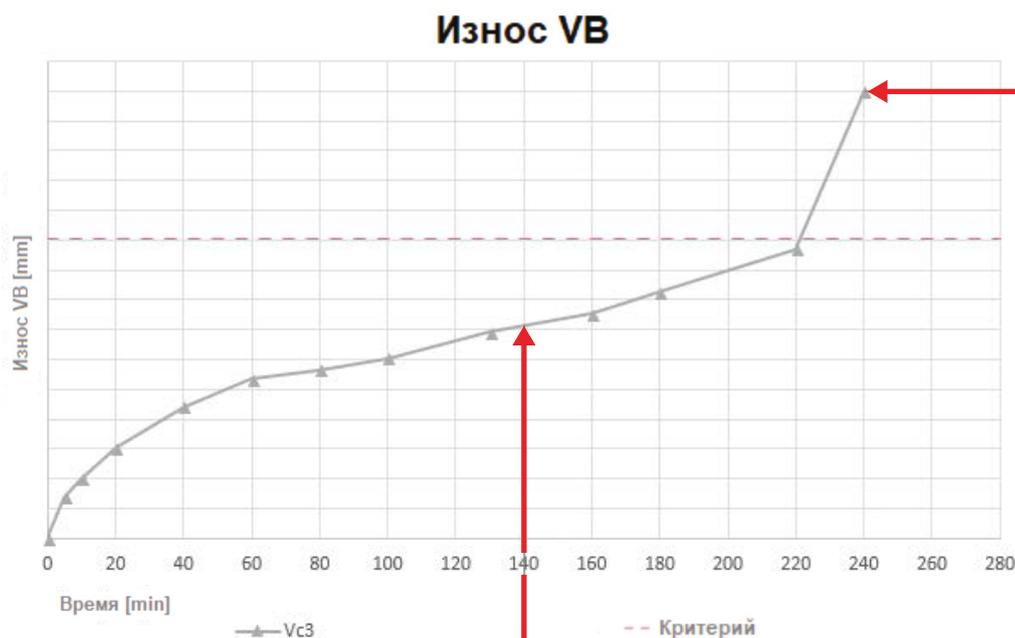
На рисунке также показан пример измеренного параметра износа, который тесно связан с достигнутой шероховатостью поверхности. В нашем случае, измерялся максимальный износ задней части кромки. Очевидно, что различие в шероховатости было вызвано более выраженной потерей TiSiN-покрытия с поверхности инструмента в данных условиях эксперимента. Наша задача в этом испытании заключалась в том, чтобы найти оптимальные условия мехобработки и использования режущего инструмента. При других условиях мехобработки или обработанных материалах результаты двух покрытий могут быть совершенно противоположными. Именно поэтому компания MASAM постоянно ищет оптимальное решение для продления срока службы режущего инструмента. Клиент может запросить в приложение к поставляемым инструментам „Отчет применения“ (глава 6), которые специалисты компании разрабатывают специально для использования конкретных инструментов. Анализ износа инструментов компания MASAM проводит при осуществлении заточки. Мы предлагаем нашим клиентам качественный инструмент с длительным сроком службы, а также возможность получения «Отчетов применения». Износ инструмента описан более подробно в главе 7.



ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ZOLLER - КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИИ И ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

7 ОТЧЕТ ЗАТОЧКИ

Клиентский отчет заточки при сверлении, дополненный изображениями изношенной кромки на задней части, можно проиллюстрировать на примере, представленном на рисунке ниже. Износ инструмента происходит в трех диапазонах. Сотрудничая с нашими клиентами, мы определяем окончание срока службы инструмента по выбранному критерию. В этом конкретном случае необходимо было определить конец линейного износа и предотвратить переход в зону ускоренного износа.



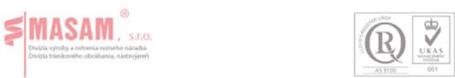
На картинке мы видим износ задней части в двух полосах. Мы часто сталкиваемся с обоими случаями при запросе заточки инструмента. Износ инструмента после 140 минут резки конечно менее опасен, чем случай справа, когда существует риск полного разрушения инструмента. Если инструмент удален через 140 минут использования, у нас еще есть большой запас срока службы. Случай ускоренного износа, когда режущая кромка значительно деформируется через короткое время, может быть очень опасным. В данном случае, мы сохранили 20 минут работы инструмента до

вывода его из эксплуатации, но мы потеряли один цикл срока службы, так как это было необходимо, чтобы заточить большую часть режущей кромки. Это подтверждается хорошо известной формулой срока службы инструмента $Ж = T (H + 1)$, где H означает количество заточек инструмента и T - срок его службы. Подводя итог, можно сказать, что из-за 20 минут резки очень легко теряется один цикл срока службы в примерно 200 минут. Смысл «Отчета состояния до заточки инструмента» - именно в предотвращении подобных случаев.

В качестве результатов отчетов за- точки для увеличения срока служ- бы инструмента можно привести:

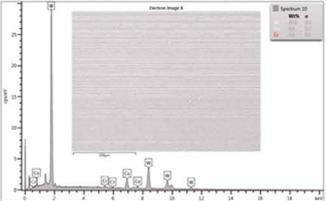
- регулировку режимов обработки
- изменение время работы инстру- мента до окончания срока службы
- оптимизацию технологий (глава 7).

Отчеты мы также предоставляем нашим клиентам в результате тестирования долговечности режу- щих инструментов после различных конкретных модификаций. В приведенном ниже примере показан отчет по регулярному качественному анализу материалов из твердого сплава.

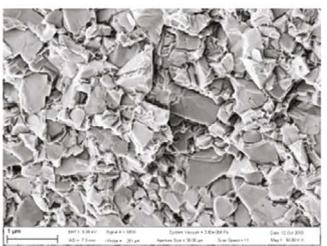


REPORT No. 18T0005

Testovaný materiál karbid volfrámu rozmer d14mm. Report slúži pre ako čiastková informácia pre výrobcu o predbežných výsledkoch laboratórneho testovania a testovania životnosti v sériovej výrobe.



Obr. 1 Chemické zloženie

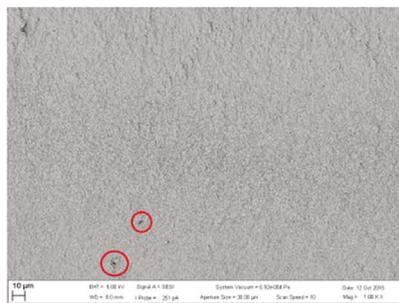


Obr. 2 Štruktúra a veľkosť zrn



Vyhodnotenie z životnosti analýzy KZTS - A04

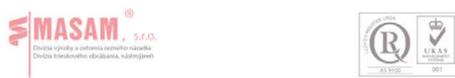
Parameter	TEST	Udaje výrobcu
W	90,8	91
Co	8,6	9
Cr	0,6	-
HV 30 avg.	1876,6	-(min 92 HRA)



Obr. 3 Pozorované nedostatky pri lomoch vzorky

Záver

Testovaný polotovár v spoločnosti MASAM vykazuje v lome možné defekty – znečistenia, ktoré budeme bližšie analyzovať meraním veľkosti zŕn a porovnaním distribučných kriviek. Na základe prvých testov usudzujeme, že tvrdosť HV 30 na úrovni 1880 je pomerne nadštandardná. Na základe materiálového listu od spoločnosti je hodnota TRS minimálne 2950 a bežne 3300 N/mm². Nevnímajúc výrazný rozptyl v hodnotách je aj hodnota TRS 3300 N/mm²



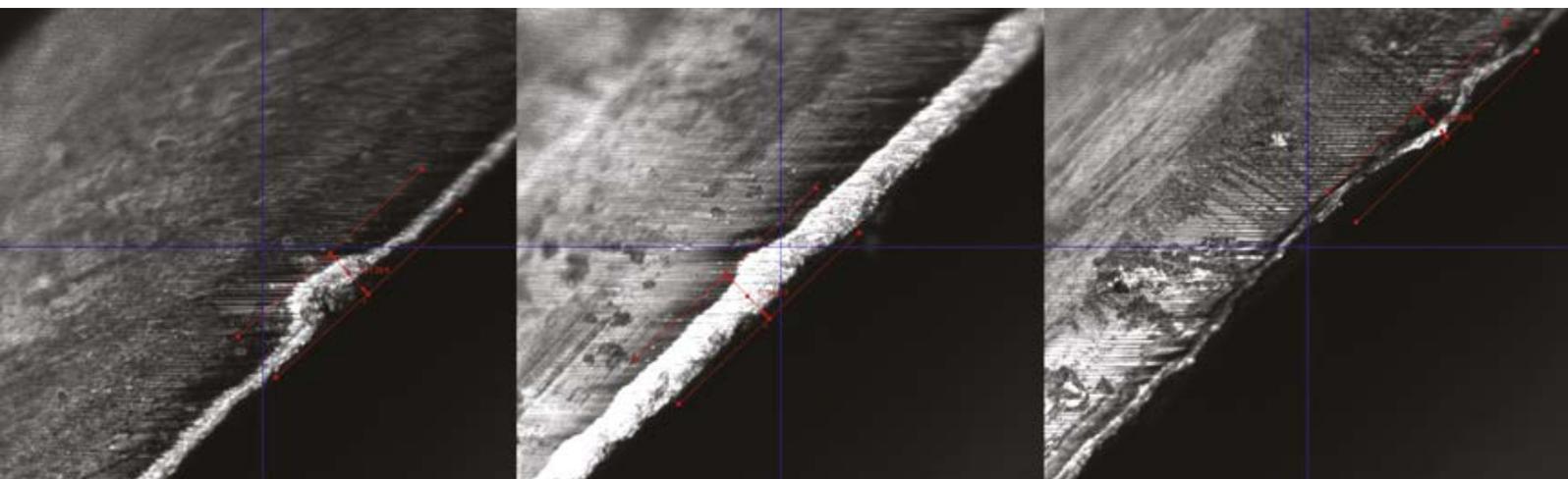
vypracoval: 18.10.2018

Dipl.Ing. Rudolf Zaujec, PhD.

Vývojový konštruktér a aplikáčný technik rezných nástrojov
(R&D Technical Designer and Application Engineer of Cutting Tools)

e-mail: zaujec@masam.sk
tel / fax: +421 373 214 166

Образец отчета из постоянного испытания материала заготовок.



На картинке ниже пример измерения износа при реализованном тестировании долговечности режущего инструмента.

8 ОТ СТАНДАРТНОГО ИНСТРУМЕНТА ПО СПЕЦИАЛЬНЫЙ

Основной производственной линейкой и специализацией компании, а также темой каталога являются специальные режущие инструменты. Как дополнительная услуга к комплексному решению обработки является поддержка формой отчета, в котором расчёт и окупаемость специального решения для конкретной области применения.

СТАНДАРТНОЕ РЕШЕНИЕ

ПРЕИМУЩЕСТВА

1. Возможность применить при обработке более типов изделий, универсальный дизайн.
2. Более низкая цена инструмента за 1 шт

НЕДОСТАТКИ

1. Значительно выше время обработки
2. Значительно более высокое время проходов и замена инструмента
3. Более высокая стоимость для полной оснастки инструмента
4. Более высокая стоимость державок и общего зажима инструмента
5. Инструменты занимают больше количество позиций в магазине
6. Более сложное соединение поверхностей
7. Более низкая эффективность использования потенциала станка

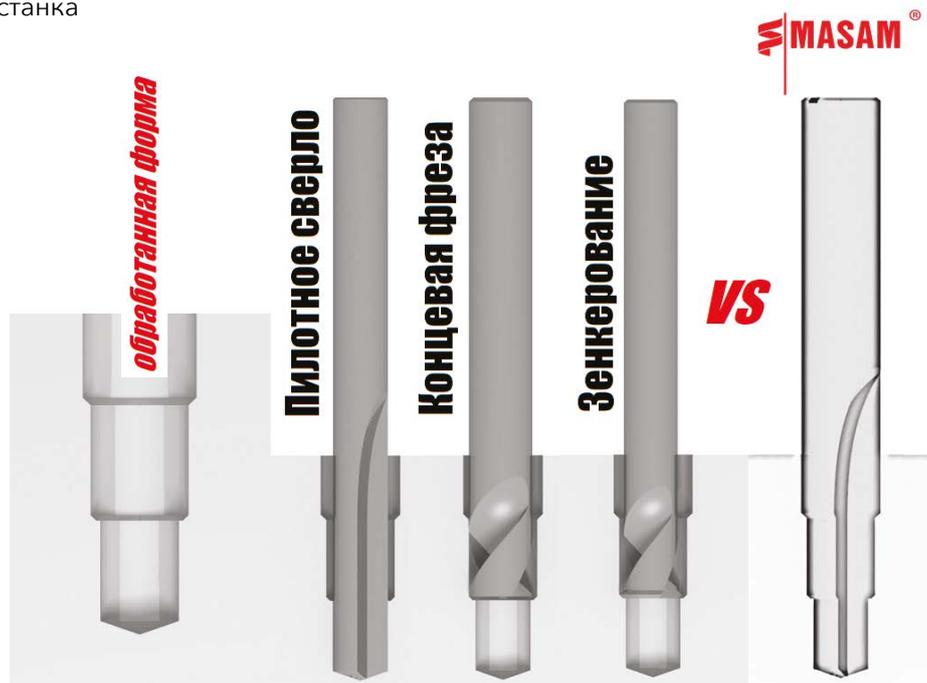
MASAM SPECIAL

ПРЕИМУЩЕСТВА

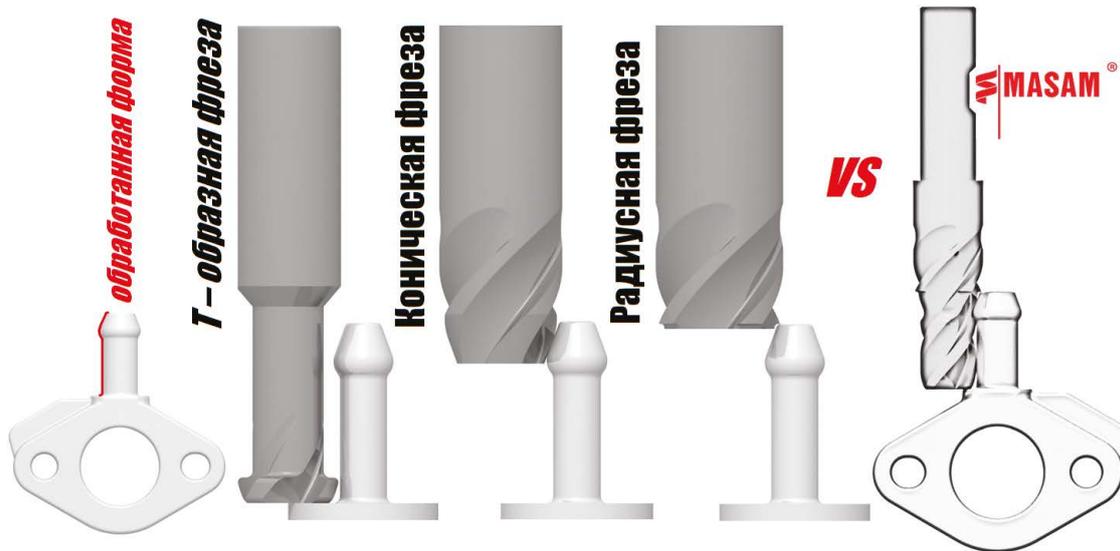
1. Значительно меньшее время обработки
2. Значительно меньшее время проходов и замена инструмента
3. Более низкая общая стоимость для полной оснастки инструмента
4. Более низкая стоимость державок и общего зажима инструмента
5. Снижает количество позиций в магазине станка
6. Простое соединение поверхностей
7. Более высокая эффективность использования потенциала станка

НЕДОСТАТКИ

1. Возможность применить при обработке более низкого количества типов изделий
2. Более высокая цена инструмента за 1 шт



Пример изготовления ступенчатых отверстий



Пример изготовления профиля фрезерованием

В случае верифицированных входных информации можем заказчику представить отчет вычисления сбережений. Для такой возможности у нас есть модельная ситуация - у 1 000 шт. партии расходы станка 35 €/час. Окупаемость решения у специального инструмента составляет уже при 210 штук, несмотря на то что они были произведены в 10% времени. Дальше предполагается, что инструмент после этого больше не пригоден для пользования и заточки. Но обычно можно

инструмент заточить на форму стандартного инструмента или другую форму, чтобы сохранить заготовку.

Но в общем, у данной партии можем сэкономить 601€ и 15 часов производства, что конечно является другим финансовым сбережением. Общее увеличение сбережения компании уже зависит от конкретного клиента, исходя из его тариф.



MASAM Report - Расчет сбережений

Сравнение обработки	стандарт	спец.
1. Общая стоимость инструмента (€)	120	292
2. Срок эксплуатации инструмента	1000	1000
3. Расходы на инструмент в расчете на одну штучку (€)	0,12	0,292
4. Стоимость державок (€)	450	150
5. Срок эксплуатации державок	20000	20000
6. Расходы на державки в расчете на одну штучку (€)	0,023	0,007
7. Общее расходы на комплект инструмента в расчете на одну штучку (€)	0,143	0,299
8. Время обработки (min)	1	0,1
9. ИЭ эффективное время проходов / индексация станка (min)	0,6	0,2
10. Расходы на станок (€/час)	35	35
11. Расходы на одну штучку(€)	0,93	0,18
12. Расходы на настройку в расчете на один час (€)	35	35
13. Общее время настройки станка (min)	50	50
14. Расходы на настройку в расчете на одну штучку (€)	0,03	0,03
15. Количество изделий за год или партию	1000	1000
16. Общее расходы на одну штучку (€)	1,1	0,5
17. Общее расходы за год или на партию (€)	1105,00	503,67

*значения заполняются на фактических данных от клиента

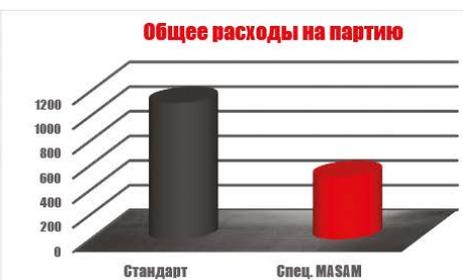
*расчетная величина



Резюме

В результате свободные производственные мощности (ч.п.ч.)	15:00:00
Экономия в расчете на штучку (€)	0,60
Экономия за год или на партию (€)	601,33
Возврат спец. Инструмента от количества (шт)	210
Повышение прибыли компании	???

Общие расходы на партию



Designed:
 Dipl.Ing. Rudolf Zaujec, PhD.
 Position:
 R&D Technical Designer and Application Engineer of Cutting Tools
 Contact:
 e-mail: zaujec@masam.sk
 tel: +421 373 214 166
 Mobil +421 908 969 417

MASAM s.r.o. | Štálova brána Parková 75 952 03 Vrútky, časť Dúbrava IČO: 3520204760 | Právnická Průmyslová park, Borská 1796364, 952 03 Vrútky
 Tel: +421 373 214 166 | Fax: +421 377 834 592 | Bankové spojenie: SK9360451000001 | IČO: 36344566 | DIČ: SK20204760
www.masam.sk

Пример отчета об экономии

9 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Повышение способности режущих инструментов является в компании MASAM приоритетным. Успешно оптимизируем и разрабатываем технологии производства соответствующего всем требованиям клиента режущего инструмента. В качестве примера мы можем привести некоторые процессы оптимизации, состоящие из этапов.

проектирование комбинированного инструмента, например. сверление + рассверливание и т.

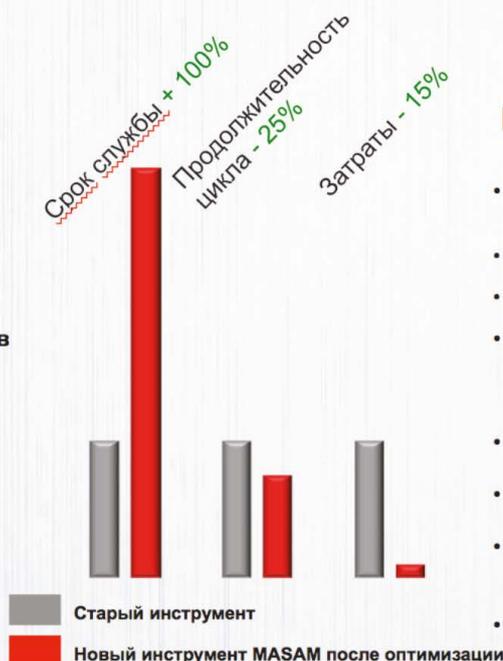
замена стандартного решения специальным, при котором мы разрабатываем инструмент с геометрией MASAM под конкретные условия заказчика.



Сравнение

СУЩЕСТВУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

- короткий срок службы развёртки до 5 000 шт. = 10000 отверстий
- образование заусенцев
- нестабильность размеров
- след от инструмента
- поломки сверла
- возможность 2-3-кратной заточки
- Длительный цикл
- Высокие затраты



НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ MASAM СВЕРЛО D18,53

- Срок службы 15 000 шт. = 30000 отверстий
- без образования заусенцев
- отсутствие поломок
- повышение качества работы на протяжении всего срока службы инструмента
- возможность 10-кратной заточки
- увеличение срока службы +300%
- сокращение продолжительности цикла -15%
- сокращение затрат на обработку -90%



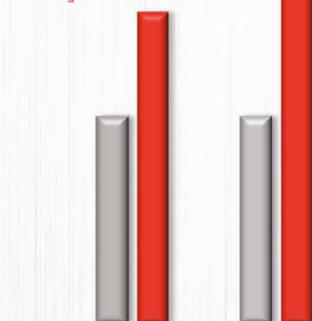
Сравнение

СУЩЕСТВУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

- Подача – 660
- Кол-во оборотов – 5000
- время сверления 100 мин
- Обрабатываемый материал – GGG
- Несоответствующий срок службы
- Медленная подача

Срок службы + 100%

Увеличение подачи + 80%



■ Старый инструмент

■ Новый инструмент MASAM после оптимизации

НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ MASAM СВЕРЛО D5m7

- Подача – 1200
- Кол-во оборотов – 5000
- время сверления 150 мин
- повышение качества обработки на протяжении всего срока службы инструмента
- Увеличение срока службы +50%
- Увеличение подачи + 80%
- Глубина сверления от 20 до 90 мм за один проход



Сравнение

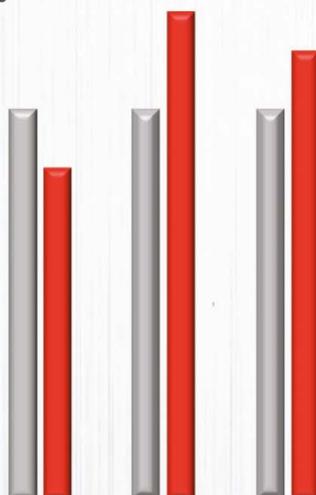
СУЩЕСТВУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

- Время обработки 55 часов
- Срок службы режущей кромки 80 мин
- Скорость резания V_c 165

Время обработки -15%

Срок службы + 25%

Скорость резания +15%



■ Старый инструмент

■ Новый инструмент MASAM после оптимизации

НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ – MASAM ФРЕЗА СО СФЕРИЧЕСКИМ ТОРЦОМ D12r6

- Время обработки 46,5 часов
- Экономия времени обработки 15%
- Срок службы режущей кромки 100 мин
- Увеличение срока службы +25%
- Скорость резания V_c 190
- Увеличение скорости резания + 15%



ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ПОД КЛЮЧ

Наша компания своим клиентом предлагает и проект технологии под ключ, в том числе для начинающих проектов, насколько у нас долгосрочный опыт и много реализованных отдельных проектов.

Мы тоже сосредоточены на обработку уже существующей технологии у заказчика, ищем слабые места в производстве и заменяем существующие решения специальными. На рисунке ниже можно увидеть пример комплексной обработки техно-

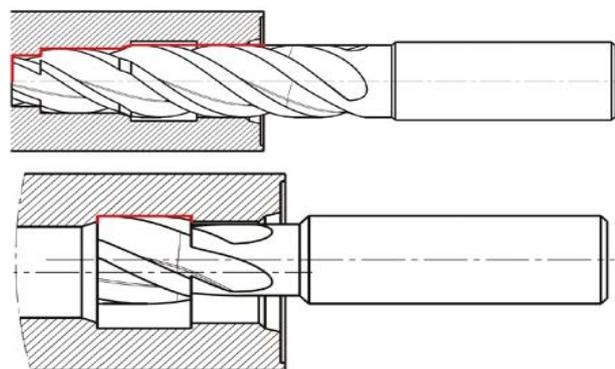
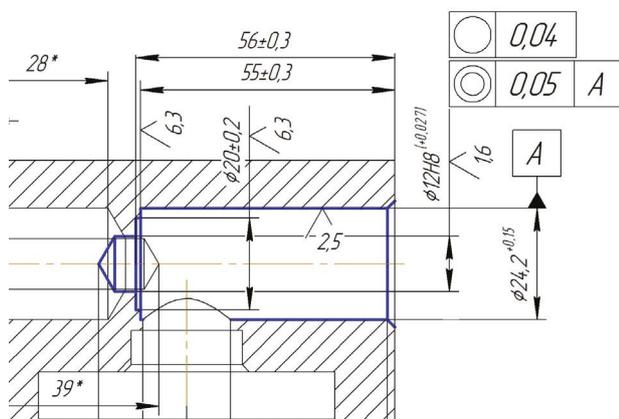
логии у нашего заказчика. В этом случае нам удалось добиться значительного сокращения времени инструмента. Мы ввели в процесс производства специальные режущие инструменты MASAM как высокоэффективное решение.

При потребности проекта технологии под ключ, нужно отправить в нашу компанию только чертеж или CAD-модель изделия. Впоследствии мы разработаем техническое решение, и

предложим все нужные режущие инструменты и оправки. Если нашему клиенту будет интересно, мы изготовим опытную деталь в соответствии с чертежом.

Наш специалист участвует при запуске обработки на заводе заказчика. Заказчик от компании MASAM получает чертежи инструментов, технологический процесс обработки, а также доклады применения для каждого инструмента отдельно для технологии под ключ.

**ЗНАЧИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЯ
ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ**



**ПОЛНОЕ СХЕМАТИЧЕСКОЕ
ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССА
ПРОИЗВОДСТВА**

**БОЛЕЕ ОСЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ - 2D
КИНЕМАТИКА ОБРАБОТКИ**

**УМЕНЬШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА
РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ**

**ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ УЛУЧШЕНИЕ
ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

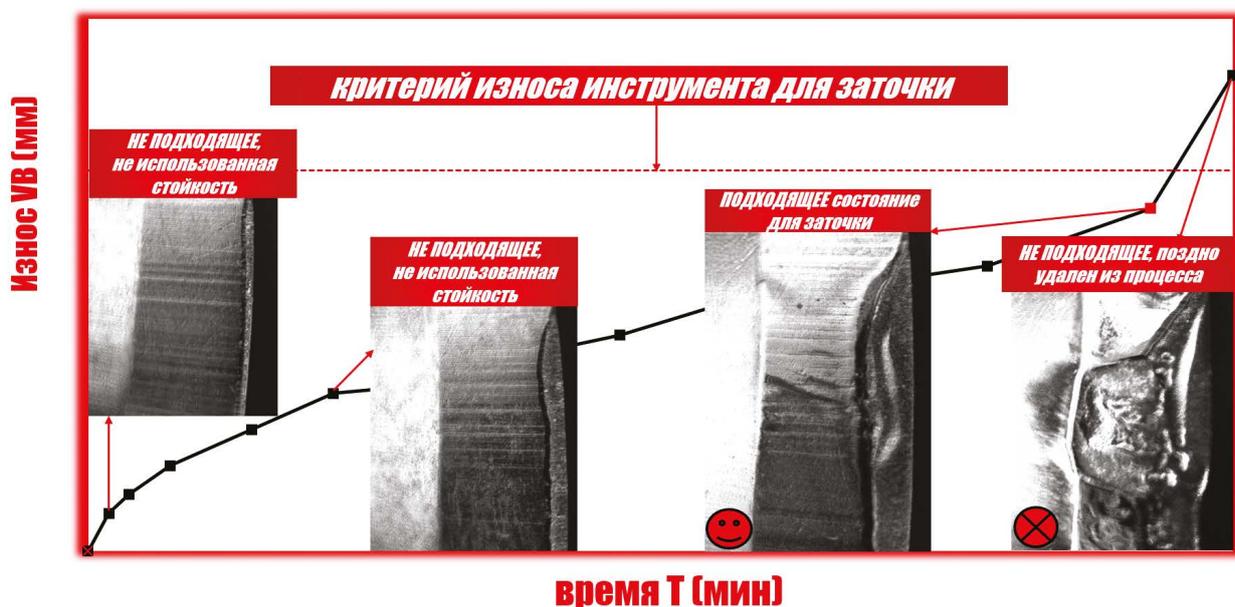


10 ВОЗОБНОВЛЕНИЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Компания MASAM s.r.o. фокусируется и на переточку специальных и стандартных режущих инструментов от различных производителей. До время обработки инструменты тщательно анализированны. В случае запроса мы можем изготовить отчеты заточки об их состоянии для дальнейшего использования. Благодаря этим мерам мы обеспечиваем максимальное использование инструментов после первой заточки. Диаграмма критериев износа инструмента для заточки показывает временную

динамику износа задней части инструмента и рекомендует в которых случаях нужна заточка инструмента. На рисунке явно, что мы должны предотвратить последний случай, когда уже поздно и неподходящий инструмент удалён из процесса. Но это может быть нелегко, поскольку мы ищем полосу между линейным и ускоренным износом. Дополнительную информацию также можно найти в главе 7 нашего каталога или прямо у нашего специалиста.

Прогресс изношения инструмента в процессе обработки



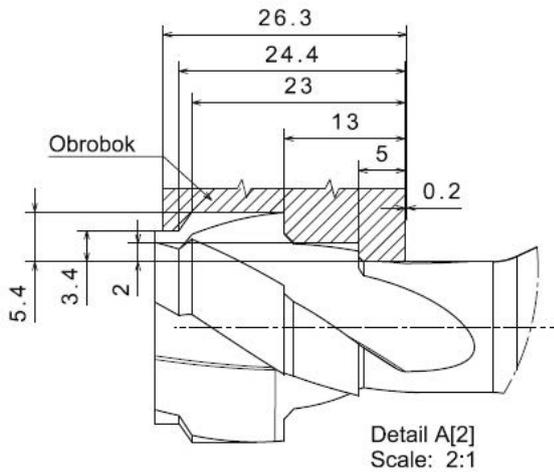
На рисунке ниже можно увидеть 200 кратное увеличение изображения режущей кромки инструмента до и после заточки на 5-осевых шлифовальных станках. Инструменты в процессе обработки после шлифования и в зависимости от их финального использования пройдут разными отделочными процессами. Специалист нашей компании определит размер уменьшения материала из режущей кромки в зависимости от использования или выполняемой геометрии режущего инструмента. В нашей компании заточку делим на стандартную - заточка передней части и фасонную - полная форма и геометрия инструмента.

ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ВОПРОСОВ И ДЛЯ БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ...

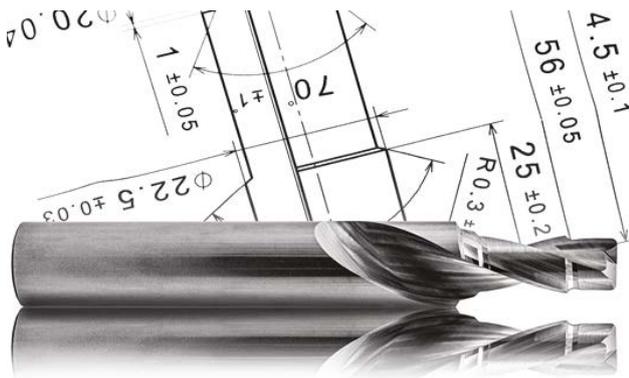
В случае, если каталог специальных режущих инструментов MASAM вам понравился, пожалуйста, свяжитесь с нами. Для разработки режущего инструмента достаточно форма изделия в формате PDF или любого формата САD-модели. Конечно, можно отправить спецификацию, даже если у вас уже есть чертеж конкретного инструмента. Этот вариант документации впоследствии обрабатывается нашим конструкторским отделом, который предлагает подходящую комбинацию геометрии резания, покрытий и прикладного решения для данного процесса.

Если вы находитесь в ситуации, когда вы знаете необходимые размеры режущего инструмента, которые показаны на каждой секции предлагаемых инструментов, вы можете отправить нам запрос, основанный на наших опросных формах. Формы находятся в свободном доступе на сайте www.masam.sk или мы можем вам их отправить по эл. почте.

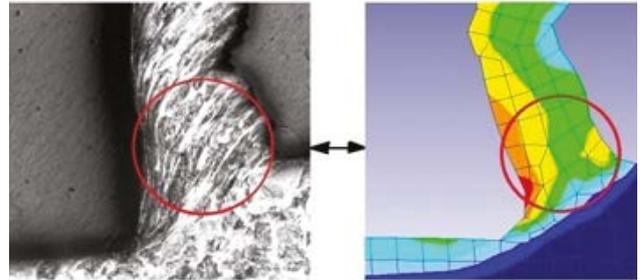
ЗАПРОС ОТ КЛИЕНТА



ДИЗАЙН ИНСТРУМЕНТА



СИМУЛЯЦИЯ



КАЛЬКУЛЯЦИЯ

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

$$f_z = \frac{v_f}{Z_{\text{eff}} \cdot n}$$

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}}$$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$$

$$f_n = \frac{v_f}{n}$$

$$v_f = f_z \cdot Z_{\text{eff}} \cdot n$$

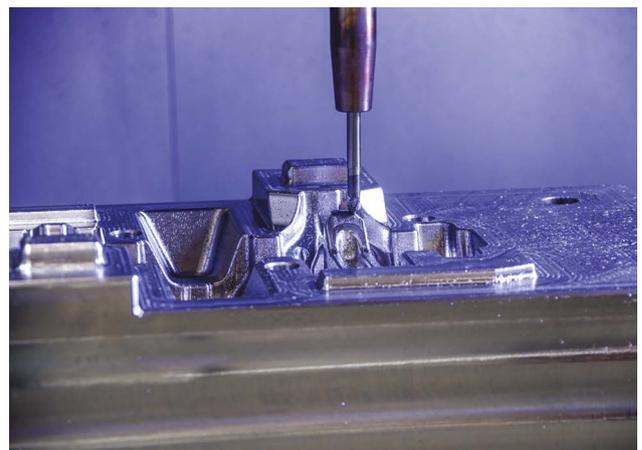
$$k_c = h_m^{-mc} \cdot k_{cl,1}$$

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k_c}{60 \cdot 10^6}$$

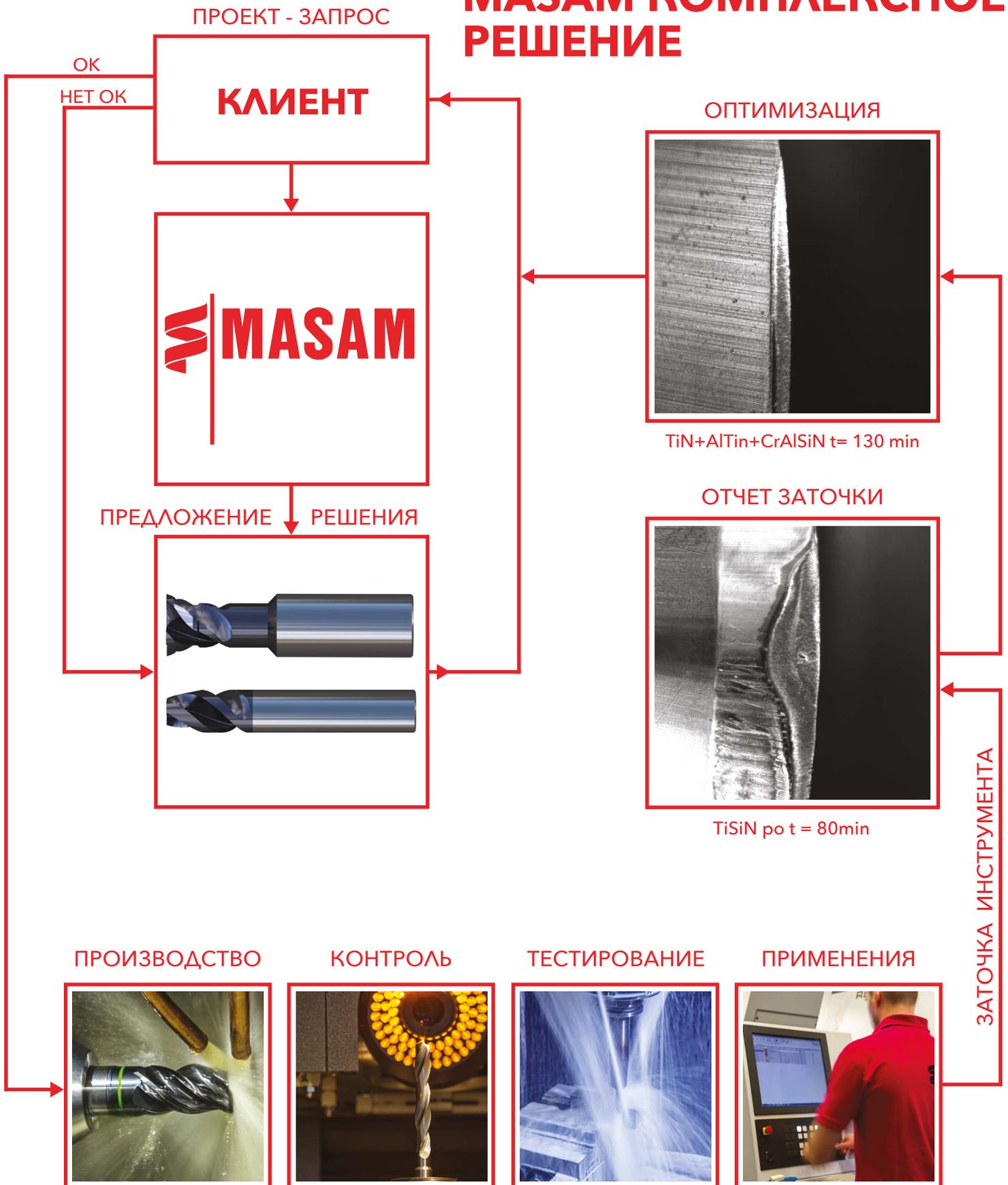
$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000}$$

$$P_{\text{mot}} = \frac{P_c}{\eta}$$

ТЕСТИРОВАНИЕ



MASAM КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ





юридический адрес MASAM, s.r.o
Parková 75
952 01 VRÁBLE,
časť Dyčka

офис и производство Priemyselný park Vrábľe
Hlavná ulica 1798/60A
952 01 Vrábľe

Tel: +421 37 3214111
Mobil: +421 907 573 307
E-mail: masam@masam.sk

