

# YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



**Сделано в Японии**

**Полет к вершинам**



## Ближе к нашим клиентам

Приглашаем вас в удивительный мир Mitsubishi Materials. Этот информационный журнал станет вашим путеводителем.

Компания Mitsubishi Materials следует принципам гуманизма и устойчивого развития. Мы посвящаем свою деятельность «людям, обществу и планете», стремимся помочь предприятиям в организации бесперебойной работы, достижении высокой производительности и освоении новых технологий. Такова миссия нашей компании как производителя инструментов. Мы стремимся предоставлять решения и услуги, отвечающие потребностям каждого из клиентов. Наша компания не просто производитель инструментов. Это универсальная мастерская, которая всегда рядом. Мы надеемся, что «Ваша глобальная мастерская» станет журналом, который сблизит нас. На его страницах вы найдете множество увлекательных новостей о событиях в мире современных технологий. Вы узнаете об уникальном опыте подразделений компании, креативных идеях наших разработчиков, новых продуктах, получите другую интересную информацию, которая приходит из разных уголков мира. Перед вами не просто проспект с перечнем продуктов. Этот журнал позволит почувствовать особую атмосферу, царящую в нашей компании, раскроет темы, интересные широкой аудитории.

Как правило, основная цель публикаций в одностороннем порядке передать мысли

издателя. Мы издаем свой журнал в надежде на то, что каждый его параграф, каждая строка окажутся полезными в вашей повседневной деятельности. Каждый читатель найдет что-то ценное для себя. Даже если сегодня содержание журнала не имеет к вам прямого отношения, мы будем очень рады, если вы ознакомитесь с ним. Когда перед вами встанет конкретная проблема, вы сможете обратиться к нам за помощью.

Мы, сотрудники компании Mitsubishi Materials, всегда готовы откликнуться на вашу просьбу. Мы приложим все усилия для того, чтобы найти для вас оптимальное решение. Наш журнал только начинает свой путь, поэтому мы очень надеемся, что материалы первого номера вас заинтересуют.

Фуmio Цурумаки (Fumio Tsurumaki)  
Президент  
Advanced Materials & Tools Company  
Mitsubishi Materials Corporation



**YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO**



3-8

## ВЗГЛЯД на РЫНОК

Фото: Mitsubishi Aircraft Corporation

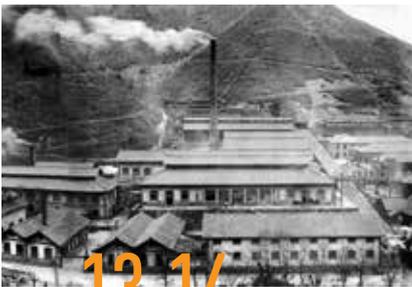
Авиакосмическая отрасль и работа с труднообрабатываемыми материалами



9-12

## ФОКУС НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Центр исследования передовых производственных технологий AMRC — Компания Mitsubishi Materials совершит революцию в авиакосмической отрасли



13-14

## ИСТОРИЯ MITSUBISHI

Серебряный рудник Икуно — с Mitsubishi сквозь столетия



15-16

## РАССКАЗ МАСТЕРА

Революционный механизм крепления и принципы «монозукури» (мастерства производства) - IMX, концевая фреза со сменной головкой



17-20

## АРХИВ ТЕХНОЛОГИИ

Новая эра покрытий Miracle



21-22

## О КОМПАНИИ

Mitsubishi Materials: слияние знаний и технологий  
Технологический центр в Японии



23-24

## НА ПЕРЕДОВОЙ

Размягчение жаропрочных сплавов под воздействием высоких температур



25-26

## ГАРМОНИЯ И МИР

ГАРМОНИЯ И МИР (Япония)  
— дух Японии  
— Стиль «суши»

## ВЗГЛЯД НА РЫНОК АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Идеи витают  
В ВОЗДУХЕ

Авиакосмическая  
отрасль и обработка  
труднообрабатываемых  
материалов



## Оживленное небо

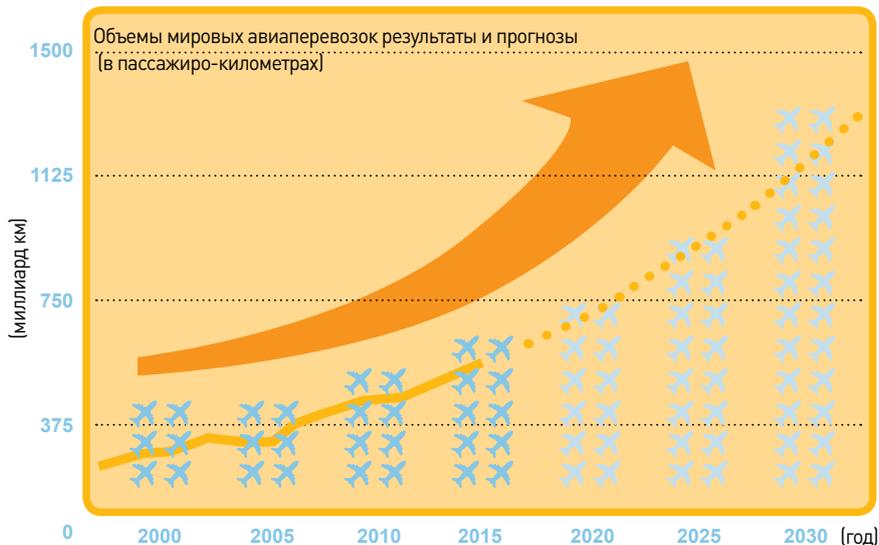
Интернет позволил передавать информацию в любой уголок планеты за считанные секунды. Авиационная промышленность сделала возможной быструю перевозку людей и грузов по всему миру. С 1995 года объем авиаперевозок (в пересчете на пассажиро-километры) ежегодно прирастает на 5 %.

Это происходит несмотря на два глобальных экономических спада. Согласно прогнозам, в течение следующих 15 лет Азия возглавит рост в отрасли. Широкий выбор коммерческих авиакомпаний в Европе, обслуживающих почти каждый аэропорт, означает, что воздушное движение будет становиться все более плотным.



Подготовка к первому полету Японский самолет MRJ

## Объем авиаперевозок за последующие 15 лет удвоится!



Источник: компания Japan Aircraft Development Corporation  
Прогноз по рынку пассажирских самолетов на 2014–2033 гг.

## Заполненное небо над Европой самолетами Aircraft



Полеты самолетов гражданской авиации в Европе (10:00 по Гринвичу)  
<http://www.flightradar24.com/>



## Новые экологически чистые пассажирские самолеты

Существует множество типов воздушных судов, связывающих между собой континенты, регионы, города. Сегодня авиационная промышленность внедряет в производство революционные технологии, стремясь снизить риски глобального потепления и решить другие экологические проблемы. Авиастроители все чаще используют такие материалы, как титановые сплавы и пластик, армированный углеводородным волокном (CFRP). Самолеты становятся более легкими, имеют низкий расход топлива. Boeing 787, Airbus A350 и другие новые пассажирские реактивные самолеты

комплекуются реактивными двигателями с низким уровнем шума. Такие двигатели снижают вредное воздействие самолета на окружающую среду. Япония поддерживает этот тренд. При создании пассажирского реактивного самолета MRJ компания Mitsubishi Aircraft Corporation использовала революционные технологии. Сегодня MRJ готовится к началу коммерческих полетов. Авиакомпании всего мира включают в состав своего флота эти реактивные самолеты, удобные для пассажиров и безопасные для окружающей среды.



В ВОЗДУХЕ

# ВЗГЛЯД НА РЫНОК АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Обработка деталей пассажирского самолета

Большинство пассажирских реактивных самолетов состоят из 3–6 миллионов компонентов. Для их производства обычно используются легкие и прочные материалы. Существенная часть элементов конструкции самолета подвергается механической обработке. В производстве двигателей применяются специальные сплавы, способные выдерживать предельные температуры и давления. Для резки каждого материала используется свой инструмент.

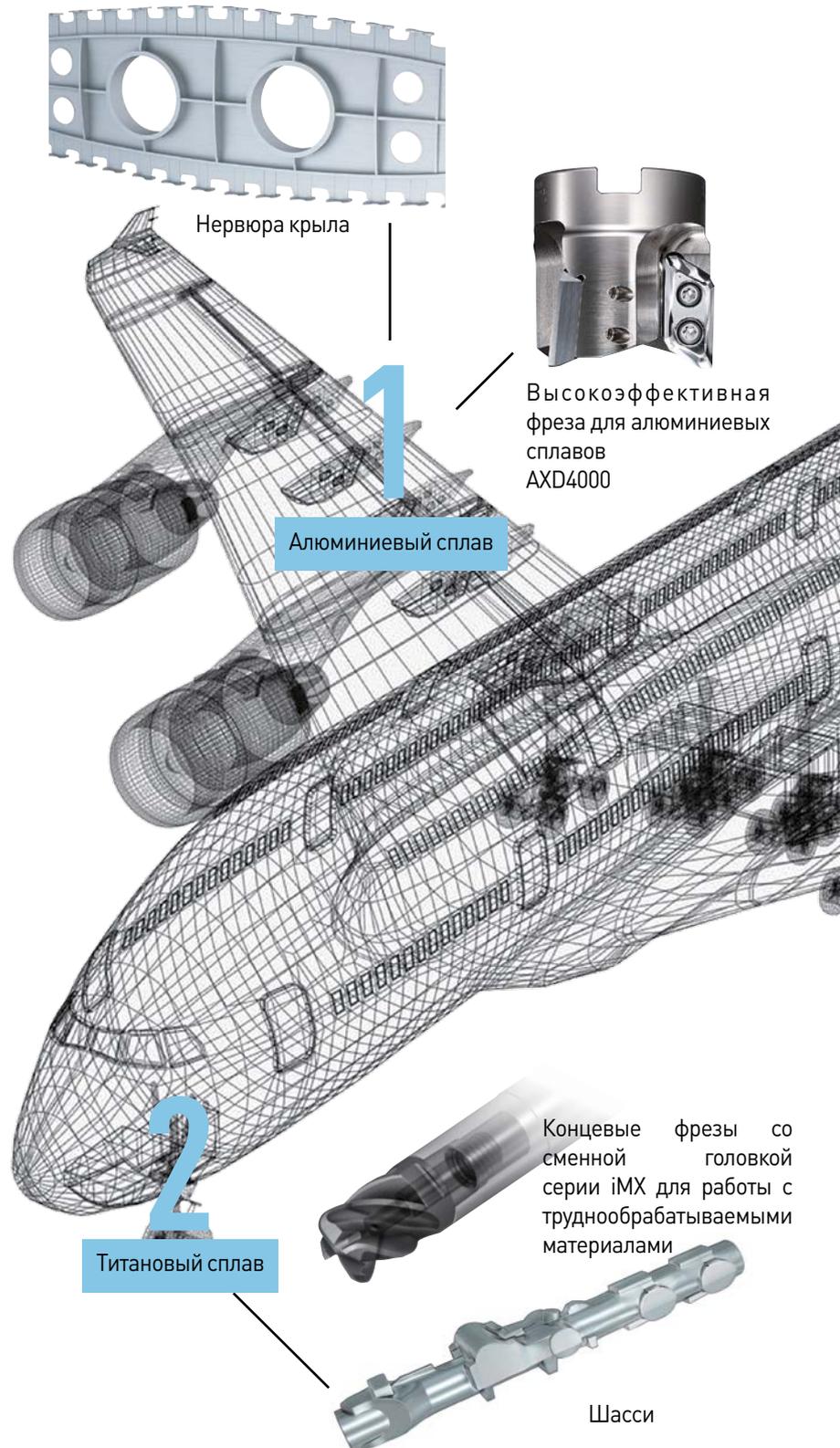
### 1. Алюминиевый сплав: высокоэффективная обработка при сверхвысоких скоростях 300 км/ч

Многие панели и нервюры корпуса воздушного судна выполняются из супердюралюминия (А7075). Компоненты из цельных кусков материала проходят высокоэффективную обработку. Иногда для получения требуемой формы в ходе обработки более 90 % монолитного материала превращается в стружку.

Сравнительно недавно в серийное производство вышли режущие инструменты, способные обрабатывать детали со скоростью 5 000 м/мин (300 км/ч). При этом скорость отвода стружки может достигать 10 000 см<sup>3</sup> в минуту.

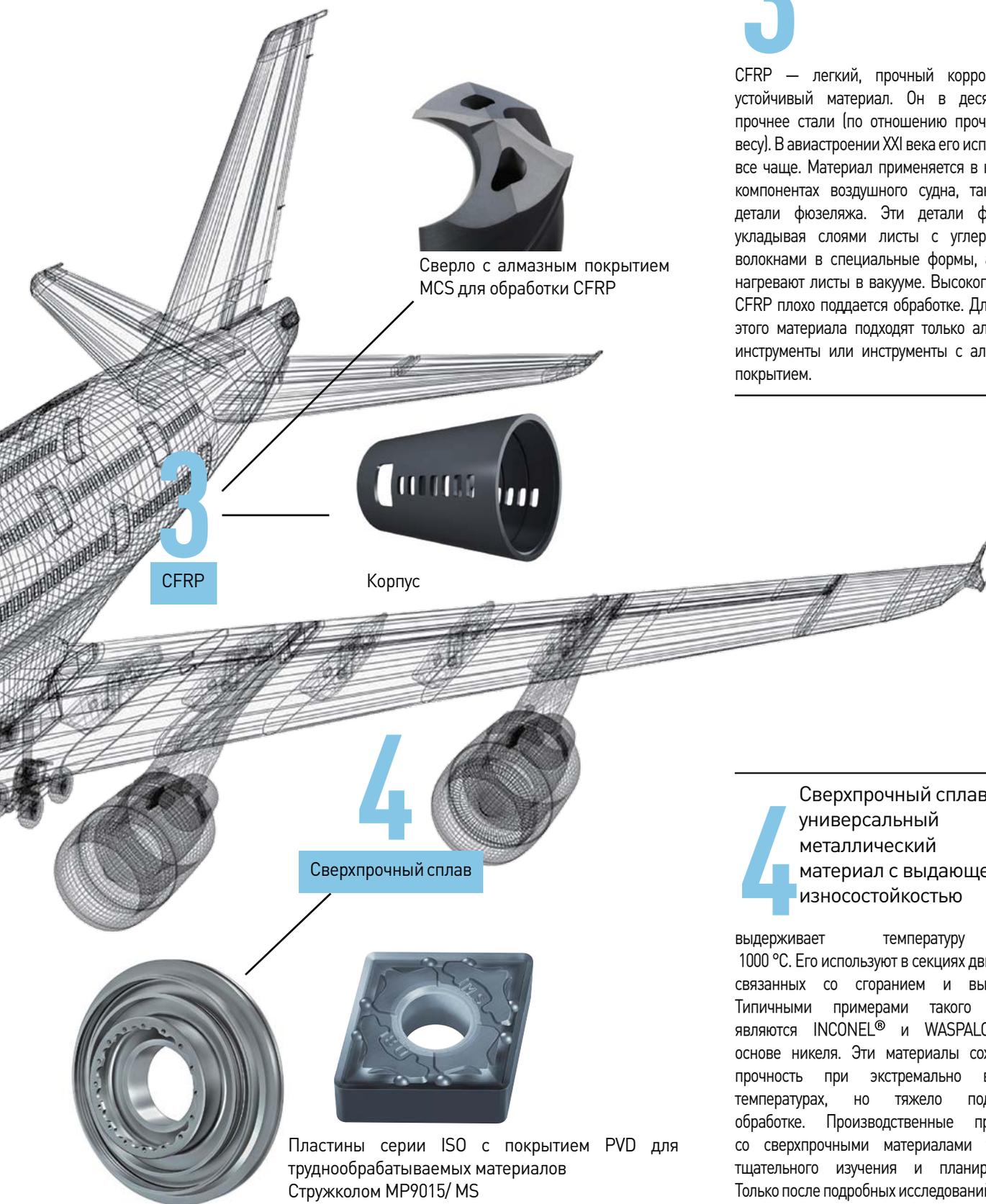
### 2. Титановый сплав: высокий спрос на высокоэффективную обработку.

Титановый сплав обладает самой высокой удельной прочностью (отношением прочности к весу) при температуре 400 °С. Кроме того, это легкий, прочный и коррозионно-устойчивый материал. В новых пассажирских реактивных самолетах больше высокопрочного титанового сплава Ti-6Al-4V. Он используется в таких компонентах судна, как шарниры для складывания крыла и шасси. Титановый сплав требует особого подхода к высокоэффективной обработке. Для этого материала характерна низкая теплопроводность, при обработке тепло накапливается на кромке режущего инструмента.



### 3 CFRP: главный материал XXI века

CFRP — легкий, прочный коррозионно-устойчивый материал. Он в десять раз прочнее стали (по отношению прочности к весу). В авиационной промышленности XXI века его используют все чаще. Материал применяется в крупных компонентах воздушного судна, таких как детали фюзеляжа. Эти детали формуют, укладывая слоями листы с углеродными волокнами в специальные формы, а затем нагревают листы в вакууме. Высокопрочный CFRP плохо поддается обработке. Для резки этого материала подходят только алмазные инструменты или инструменты с алмазным покрытием.



CFRP

Корпус

Сверхпрочный сплав

Пластины серии ISO с покрытием PVD для труднообрабатываемых материалов  
Стружколом MP9015/ MS

Диск

### 4 Сверхпрочный сплав: универсальный металлический материал с выдающейся износостойкостью

выдерживает температуру до 1000 °С. Его используют в секциях двигателя, связанных со сгоранием и выхлопом. Типичными примерами такого сплава являются INCONEL® и WASPALOY® на основе никеля. Эти материалы сохраняют прочность при экстремально высоких температурах, но тяжело поддаются обработке. Производственные процессы со сверхпрочными материалами требуют тщательного изучения и планирования. Только после подробных исследований можно будет запустить массовое производство.

Идеи витают

В ВОЗДУХЕ

INCONEL® является зарегистрированной торговой маркой компании Huntington Alloys Canada, Ltd.

WASPALOY® является зарегистрированной торговой маркой компании United Technologies, Inc.

# ВЗГЛЯД на РЫНОК АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Из Японии с любовью. Страсть к авиации

Компания Mitsubishi Materials Corporation начала разрабатывать режущие инструменты для авиационной промышленности в 2001 году. На заводах Европы и США идет непрерывный процесс разработки высококачественных инструментов для авиакосмической промышленности. Компания Mitsubishi Materials Corporation не отстает от своих конкурентов. Она предлагает диверсифицированную линию высокоэффективных фрез. В штате компании 20 экспертов по авиакосмической промышленности. Они работают в 10 представительствах в разных странах, включая Японию, США, страны Азии и Европы. Компания уделяет много внимания совершенствованию технологий и процессов обработки. Сегодня Mitsubishi Materials Corporation достигла уровня, который позволяет участвовать в международных проектах по созданию новых пассажирских реактивных самолетов. В этих проектах задействованы два опытных менеджера компании. Они внедряют японские ноу-хау, стимулирующие развитие отрасли.

### Конкуренция с Comprehensive Power

Масааки Ито (Masaaki Ito), менеджер по авиакосмической промышленности, является экспертом в области обработки материалов. В течение 11 лет он занимался производством обрабатывающих инструментов, работал с инструментальными системами в соответствии со стандартами ISO, создавал многоцелевое обрабатывающее оборудование. Технология, над созданием которой трудится его отдел, разрабатывается станкостроителями в сотрудничестве с университетами, научно-исследовательскими институтами и самолетостроительными фирмами. «Наша высокоэффективная технология обработки труднообрабатываемых материалов достигла уровня, который недоступен для станкостроителя, работающего в одиночку», — считает Масааки Ито (Masaaki Ito). Компания Mitsubishi Materials Corporation стремится устанавливать партнерские отношения с предприятиями по всему миру. Это необходимое условие для дальнейшего расширения бизнеса. Весной 2014 года установлено сотрудничество с Центром исследования передовых производственных технологий (AMRC) в Великобритании. AMRC выполняет исследования для крупных самолетостроительных фирм, использует монолитные концевые фрезы Mitsubishi для обработки титанового сплава. Mitsubishi Materials Corporation сотрудничает со специалистами из отделов национальных и глобальных научных исследований и разработок. Компания также сама разрабатывает новую продукцию и развивает следующее поколение технологий обработки.

Masaaki Ito  
Aerospace Business Manager





Договор о партнерстве представлен Адриану Аллену (Adrian Allen), коммерческому директору Центра исследования передовых производственных технологий (AMRC).



JIMTOF 2014 (27-я международная станкостроительная выставка в Японии) Компоненты воздушных судов на выставочном стенде Mitsubishi Materials



Стенд Mitsubishi Materials на авиасалоне в Чжухае (Китай)  
Представитель китайской прессы на выставке



Tsuyoshi Nagano  
Aerospace Engineering Manager

## Специалист по работе с труднообрабатываемыми материалами

Цюоши Нагано (Tsuyoshi Nagano), менеджер по техническому проектированию, занимается технологиями обработки около 20 лет, с момента своего прихода в компанию. Он руководит испытаниями собственных разработок компании и развивает новые технологии. Достижения Цюоши Нагано неоднократно демонстрировались на международных выставках. Богатейший опыт создания технологий обработки помог ему установить доверительные отношения со многими самолетостроительными и станкостроительными фирмами. Цюоши работает преимущественно на азиатском и японском рынках. Он оказывает сервисную поддержку компаниям, решает проблемы, связанные с обработкой труднообрабатываемых материалов. Он также помогает в организации выставок, посвященных технологиям обработки и авиакосмической промышленности, в Северной Америке, Европе, Китае и Японии. Компания Mitsubishi Materials стала единственным представителем Японии на международном авиакосмическом салоне в Чжухае в 2014 году, крупнейшем в Китае.

# ПОГОНЯ за СОВЕРШЕНСТВОМ AMRC

Компания Mitsubishi Materials меняет  
авиакосмическую промышленность.

Сегодня глобальная авиакосмическая промышленность является важнейшим сектором производства, где ведущие роли принадлежат США и Европе. Центр исследования передовых производственных технологий (AMRC) создан при участии компании Boeing. Это объединение организаций мирового уровня, занимающихся исследованиями производственных процессов в авиакосмической промышленности. Редакция журнала Mitsubishi Materials посетила AMRC с целью разузнать, какие преимущества дает авиакосмическому сектору сотрудничество Mitsubishi Materials с AMRC.

## Что такое AMRC?

Центр AMRC расположен в Ротереме вблизи от Шеффилда, Великобритания. Он был учрежден в 2001 году в рамках сотрудничества между Университетом Шеффилда и компанией Boeing при поддержке агентства Yorkshire Forward и Европейского фонда регионального развития. Объединение AMRC имеет специализированный опыт в области механической обработки, литья, сварки, аддитивного производства, обработки композитных материалов, а также обучения всем этим процессам. Сегодня у центра 80 промышленных партнеров, среди них компания Boeing, Rolls Royce, BAE Systems, Airbus и, конечно, Mitsubishi Materials. Центр выступает в качестве механизма поддержки всей авиакосмической промышленности. Он стимулирует рост технологических брендов, таких как Mitsubishi, DMG Mori, Nikken, NCMT, Renishaw, Starrag и многих других, развивает инновации. Его задача — помогать изготовителям комплектного оборудования в авиакосмической промышленности достигать поставленных целей. По большому счету, их главной целью является повышение скорости и качества производства компонентов и узлов без увеличения количества цехов на предприятии.

Это тем более важно, если верить прогнозам, согласно которым к 2032 году мировой

промышленности потребуется 29 000 новых крупных гражданских авиалайнеров, 24 000 служебных реактивных самолетов и 5 800 региональных воздушных судов общей стоимостью свыше 5 триллионов долларов. Инновационные центры, такие как AMRC, стремятся к тому, чтобы предприятия отрасли могли соответствовать требованиям растущего рынка.

В ходе визита в AMRC мы побеседовали с коммерческим директором и соучредителем AMRC, Адрианом Алленом, офицером ордена Британской империи. Наш собеседник рассказал о том, что подтолкнуло к созданию этого технологического центра более десяти лет назад. Вот что рассказал нам А. Аллен: «Когда мы с профессором Китом Риджуэем (Keith Ridgway), кавалером ордена Британской империи, основали AMRC, нашей главной целью было благосостояние всех участников проекта. При этом мы не измеряли благосостояние деньгами. Для нас это понятие означало создание новых рабочих мест, требующих высокой квалификации, возможность получения прибыли.

В первые дни мы обозначили целевые показатели и составили график их достижения. Однако после того, как был построен первый центр в 2004 году, мы быстро превзошли эти показатели и за четыре года удвоили объем работ. В 2014 году открылся учебный центр. Первый набор состоял из

160 учащихся, нынешний — превышает 400 человек. Изначально мы хотели создавать рабочие места для высококвалифицированных технических специалистов. Мы достигли этой цели и сегодня участвуем в формировании нового поколения британских инженеров».

Сейчас AMRC включает семь зданий. Последним этапом расширения центра стал проект «Завод 2050». Открытие завода намечено на конец 2015 года. Он станет первым британским заводом с полностью изменяемой структурой; его общая производственная площадь составит 38 925 кв. м.



Адриан Аллен (Adrian Allen), офицер ордена Британской империи  
Коммерческий директор и соучредитель AMRC



## Что происходит в производственном цехе AMRC?

Производственный цех AMRC — это своего рода испытательная площадка для новых производственных технологий. Здесь расположены станки, которые предоставляют центру производители или изготовители комплектного оборудования авиакосмической отрасли. На этих станках в предельных режимах проходят испытания все новые технологические разработки. Здесь тестируют смазочно-охлаждающие жидкости, режущие инструменты, способы фиксации заготовок и инструментов, программное обеспечение, составы материалов и многое другое.

AMRC использует платформы станков, соответствующих стандартам отрасли, чтобы обеспечить плавный переход от исследований к полномасштабному производству.

В выигрыше остаются все. Производители комплектного авиационного оборудования получают возможность оптимизировать

существующие станки за счет новых методов и стратегий без перерыва в производственном процессе. Что касается поставщиков оборудования, то их технологии проходят жесткие испытания в условиях, определяемых ведущими компаниями авиакосмической промышленности. В производственном цехе AMRC проводились комплексные испытания серии концевых фрез Coolstar компании Mitsubishi.

В 2013 году компания обратилась к AMRC с просьбой о вступлении в объединение. Вскоре был решен вопрос о членстве 2-го уровня. Компания Mitsubishi Materials направляет в центр свои инновационные разработки и оказывает техническую поддержку инженерам AMRC. В свою очередь центр передает компании Mitsubishi результаты и отзывы об испытаниях режущих инструментов. На основе испытаний даются рекомендации об использовании продукции.

## Преимущества для AMRC

Адриан Аллен высоко оценивает сотрудничество Mitsubishi и AMRC: «Мы считаем честью работать с компанией Mitsubishi Materials. Японские производители изменили ландшафт авиастроительной индустрии. Без наших японских партнеров AMRC не был бы тем центром, каким является сегодня».

«AMRC — это коммерческая структура, и ее связь с крупнейшими брендами в сфере производства, с одной стороны, повышает наш престиж, с другой — способствует развитию индустрии. Mitsubishi — всемирно известное и уважаемое имя. Это имя приносит AMRC признание и помогает создавать

собственный бренд. Мы стремимся к признанию, которое в конечном счете выгодно для всех наших партнеров. Центр привлекает к сотрудничеству ведущие мировые компании, чтобы использовать лучшие технологии,

продукты и профессиональные знания. Компания Mitsubishi Materials является одним из главных игроков на рынке технологий режущих инструментов. Мы будем рады еще более тесному сотрудничеству с ней».



## Преимущества для Mitsubishi Materials

AMRC предоставляет уникальную платформу для испытания последних разработок авиакосмоса в отраслевых условиях, определяемых мировыми изготовителями комплектного оборудования. Ведущие инженеры AMRC испытывают всю конфигурацию комплектного оборудования. Прохождение испытаний является одним из факторов при выборе станка, типа материала и траектории перемещения инструмента.

Часто AMRC стимулирует производителей режущих инструментов к созданию собственных испытательных лабораторий.

Для примера, 5-осевой обрабатывающий центр Starrag STC1250, применяемый в AMRC, является отраслевым стандартом для данного типа обработки. Он обладает динамическими возможностями для испытания концевой фрезы Coolstar при максимальных нагрузках.



## ПОГОНЯ за СОВЕРШЕНСТВОМ



## Испытания

В центре AMRC есть ряд внутренних научно-исследовательских отделов. Среди них группа исследования технологий производственных процессов, которая включает рабочие группы конструкций и шасси, кожухов, валов, а также дисков и лопастей, и отдел исследования композитных материалов. После подписания договора с AMRC компания Mitsubishi совместно с группой конструкций начала работу над фрезерованием карманов в титане. Адриан Барнакл (Adrian Barnacle), менеджер по применению современных материалов Mitsubishi UK, является ведущим инженером совместного проекта. Он рассказал нашему журналу об особенностях работы с центром: «AMRC концентрируется на проектах, которые наши партнеры — производители комплектного оборудования планируют на будущее. Изготовители, как правило, используют

авиационные конструктивные детали из титана. При этом для тяжелых режимов применяются отрезные фрезы при полных параметрах глубины и ширины обработки с низкой скоростью подачи. Однако, как установила компания Mitsubishi Materials, наилучшего результата можно достичь в процессе обработки с использованием меньшей глубины и ширины резания при более высоких скоростях обработки/подачи. В сочетании с новыми стратегиями траекторий движения инструмента это позволяет значительно сократить время выполнения циклов и снизить расходы. Таким образом, Mitsubishi Materials меняет взгляды всей отрасли».

Дэниел Смит (Daniel Smith), основываясь на данных из AMRC, проводил испытания многозубых концевых фрез серии Coolstar с переменным углом спирали. Эта серия была создана на основе последних разработок с внутренней подачей СОЖ и увеличенными геометрическими размерами заготовки. Из AMRC сообщили, что максимальный диаметр фрез Coolstar (20 мм) меньше отраслевого стандарта, составляющего 25 мм. Тогда компания Mitsubishi разработала фрезы Coolstar диаметром 25 мм специально для испытаний.

Сначала в AMRC проводили испытания многозубой концевой фрезы с переменным углом спирали VF6MHVCH Coolstar. При этом в качестве предельного был задан износ задней поверхности инструмента, равный 0,3 мм. Однако это значение так и не было достигнуто. Выбранный инструмент вышел из строя из-за скалывания фаски. Тогда было высказано

предположение о том, что если применить угловой радиус 3 мм, то вероятность поломки инструмента снизится. Также стало очевидным, что скорость резания 90 м/мин была явно заниженной, поскольку износ задней поверхности инструмента измерялся только при 0,1 мм после резания в течение более чем 30 минут. Инженеры предположили, что скорость резания до 200 м/мин является вполне достижимой, при этом срок службы инструмента останется приемлемым.

В результате было принято решение использовать прямоугольный режущий инструмент Mitsubishi для конкретного заказчика, где использовался угловой радиус 3 мм.

Эксперты предложили использовать такой тип инструмента как для черновой, так и для финишной обработки деталей авиаконструкций (в особенности глубоких выемок) при глубине резания до 80 мм и высокой скорости обработки. Он позволит достичь скорости съема металла до 133 см<sup>3</sup>/мин.

Оптимизация эффективной радиальной глубины резания дает возможность контролировать тепловой и механический циклы инструмента и постоянно применять идеальные параметры. Наблюдения во время испытаний показали, что скорость 130 м/мин и толщина стружки 0,08 мм являются оптимальными для применяемой установки. При этом первоначальный расчетный срок службы демонстрационного инструмента составил около 60 минут при скорости съема металла 133 см<sup>3</sup>/мин.



Адам Браун (Adam Brown)

Технический руководитель группы платформ конструкций, группа исследования технологий производственных процессов



## Mitsubishi Materials меняет принципы обработки материалов

Дэниел Смит (Daniel Smith), ведущий инженер AMRC на проекте, сообщает в своем отчете: «Испытания 25-миллиметрового инструмента для разработки показали, что он может работать при повышенных скоростях резания. При этом сокращение срока его службы не будет значительным, если радиальное зацепление и другие факторы генерации температуры находятся под контролем. Также выяснилось, что скорость до 130 м/мин подходит для черновой обработки при абсолютной ошибке 10 % диаметра инструмента. Скорость чистовой обработки 160 м/мин позволяет достичь превосходной шероховатости поверхности и может использоваться для дальнейшего сокращения времени циклов».

В компании Mitsubishi уверены, что такая стратегия обработки и применение серии Coolstar могут изменить процесс фрезерования карманов в титане.

«Фрезы Mitsubishi Coolstar значительно превосходят другие инструменты, если использовать эти параметры при обработке карманов», — считает Адриан Барнакл (Adrian Barnacle).

Адам Браун (Adam Brown), технический руководитель группы конструкций AMRC, утверждает: «Поддержка, которую компания Mitsubishi оказала AMRC, оказалась чрезвычайно полезной для разработки инструментов, ориентированных на потребности поддерживаемых нами отраслей. Мы особенно признательны отделу НИОКР Mitsubishi за участие в производстве специализированных инструментов и инструментов разработки для испытаний. Наше сотрудничество привело к полезным результатам как для научно-исследовательских проектов, так и для практического применения разработанных продуктов».

Адриан Барнакл (Adrian Barnacle) добавляет: «Авиакосмическая промышленность всегда была эталоном в сфере тяжелой обработки труднообрабатываемых материалов. Однако сегодня клиенты стремятся сократить машинное время, уменьшить съем излишков материала и в результате получить компоненты и конструкции, максимально близкие к заданной форме. Если иметь это в виду, то стратегия чистовой и быстрой обработки для фрез Coolstar уже вывела нас в авангард индустрии».

## Результаты

Проект уже принес выгоду и AMRC, и Mitsubishi Materials. Во-первых, он побудил компанию Mitsubishi расширить ассортимент фрез Coolstar, выпустить фрезы с большими диаметрами и угловыми радиусами в соответствии с отраслевыми стандартами. Во-вторых, он дал компании Mitsubishi более глубокое понимание новейших стратегий. Это знание поможет в дальнейшей разработке продукции. Выгода для AMRC состоит в лучшем понимании характеристик высокопроизводительных твердосплавных режущих инструментов Mitsubishi и их геометрических параметров. Это понимание

открывает путь к новым промышленным проектам. Кроме того, Mitsubishi и AMRC смогут давать профессиональные консультации производителям комплектного оборудования.

Адриан Барнакл (Adrian Barnacle) считает, что «выгода для партнеров-производителей комплектного оборудования заключается в уменьшении времени циклов обработки, улучшенной шероховатости поверхности и сокращении расходов на инструменты». Все это возвращает нас к замечанию А. Аллена о том, что целью создания центра AMRC изначально было благосостояние всех участников проекта.

## Что готовит нам будущее?

Давайте заглянем в будущее и посмотрим на другие проекты AMRC. Вот что говорит Адриан Барнакл: «Мы использовали лишь малую часть потенциала AMRC. Этот проект создавался совместно с отделом, который занимался авиационными конструкциями. Теперь мы намерены развивать отделы кожухов, двигателей и композитных материалов. Мы очень довольны

успехом серии инструментов Coolstar, главным образом предназначенных для выполнения карманов в титане. Сейчас нас интересуют испытания сменных торцевых фрез AJX для черновой обработки карманов в титане большего размера, а также линия iMX сменных концевых фрез с головкой винтового типа для чистовой обработки карманов».

# ИСТОРИЯ MITSUBISHI

Том **1**

Модернизация в Японии через  
производство серебра

## Серебряный рудник Икуно

История компании Mitsubishi Materials Corporation началась с прихода ее предшественника, компании Tsukumo Shokai, в горнодобывающую промышленность. В 1870 году компания Tsukumo Shokai, ранее работавшая в сфере морских перевозок, стала заниматься угольной промышленностью. Впоследствии она стала одним из основных предприятий Mitsubishi Group. Серебряный рудник Икуно стал одним из многих, открытых предшественником Mitsubishi Materials Corporation. Этот рудник, превратившийся в основное место производства и переработки серебра в Японии, существенно повлиял на модернизацию японской промышленности. Икуно действует и сегодня, его новое имя «Перерабатывающий центр Икуно».

### Знаменитое серебряное производство

За один час поезд-экспресс доставит вас от станции Саньё-Синкансэн Химэдзи по железнодорожной линии Бантан до станции Икуно в городе Асаго, провинция Хиого. Еще десять минут на восток через Кучиганая, Икуно, и вы окажетесь на участке исторического серебряного рудника Икуно, которым управляет компания Silver Ikuno Co., Ltd. Каменные ворота украшены императорской хризантемой. Эта эмблема означает, что рудник некогда принадлежал императорской семье. Площадка рудника оборудована туннелем длиной приблизительно 1000 м. В нем можно увидеть сохранившиеся

элементы исторического туннеля и рудника. Здесь также выставлено множество ценных материалов, демонстрирующих различные аспекты работы серебряного рудника на протяжении всей его истории, насчитывающей 1200 лет. Считается, что рудник Икуно был открыт в 807 году н. э. Приблизительно через 700 лет, в 1542 году, Ямана Сукэтоё, правитель провинции Тадзима, начал разрабатывать жилу Канагасе. В период Эдо (1603–1868 гг.) добычу серебра контролировали Ода Нобунага и Тоётоми Хидэёси. Примерно в это же время сегун Токугава Иэясу учредил должность управляющего серебряным рудником. Серебряный рудник Икуно стал важным источником дохода правительства

Эдо наряду с действовавшими тогда золотым рудником Садо и серебряным рудником Ивами. Икуно процветал при правлении 8-го сегуна Йосимуне (1716–1745 гг.), когда производство серебра достигало приблизительно 562 кг в месяц. Рудник обеспечивал средствами к существованию более чем 20 000 человек.

### Стремительный рост с приходом Mitsubishi

В 1868 году Икуно стал первым рудником, находившимся под управлением японского правительства. В это время с подачи французского горного инженера Жан-Франсуа Куанье в руднике стали применять передовые европейские методы ведения

Вход на рудную жилу Канагасе на серебряном руднике Икуно, 30-е годы  
прошлого века



Рабочие едут в вагончиках ко входу в рудную жилу  
(серебряный рудник Икуно в период Сёва)



Бурение буровым инструментом Jumbo I, произведенным на заводе Икуно  
(1955 год)



Ручная сортировка на обогатительной фабрике



Вид на штаб-квартиру серебряного рудника Икуно в 20-е годы прошлого столетия



Измерение жилы в период Эдо. Работает Фуриганеси, инженер-землеустроитель на историческом участке «Серебряного рудника Икуно».



Перерабатывающий центр Икуно (2015 год)



Новый завод был открыт благодаря молодым специалистам компании Mitsubishi Materials Corporation



горных работ. Рудник находился в собственности у императора, но в 1896 году был продан акционерной компании Mitsubishi, предшественнице Mitsubishi Group. Под управлением Mitsubishi он превратился в крупнейший рудник и стал основой для всей финансовой системы Японии. В периоды Эдо и Мэйдзи ежегодный средний объем производства серебра на Икуно составлял приблизительно 3 тонны, а в период Сёва он вырос до 11 тонн. За 430 лет общий объем добычи серебра на руднике (с начала полномасштабных горных работ до его закрытия) составил 1723 тонны. Количество

горнорабочих, нанятых для увеличения добычи в годы войны, превысило 2600 человек. Городок Икуно процветал вместе с рудником. Икуно закрылся в 1973 году, завершив свою почти 1200-летнюю историю. Причиной тому стало ухудшение качества серебра и рост себестоимости его добычи. Остатки жил и шахт были законсервированы. Сегодня они являются популярным местом для туристов провинции Тадзима.

**Новая глава в истории рудника началась с открытием Перерабатывающего центра Икуно.**

С момента закрытия рудника население городка Икуно стало сокращаться. В августе 2013 года компания Mitsubishi Materials Corporation открыла здесь новый завод, названный «Перерабатывающим центром Икуно». Сегодня на предприятии работают 15 человек. Завод производит специализированные инструменты для обработки автомобильных деталей. Компания Mitsubishi Materials развивается вместе со всей провинцией и пишет новую главу в ее истории.



ИКУНО

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



# Рассказ мастера

Том 2

Котаро Сакагучи (Kotaro Sakaguchi), оператор по сборке опытных образцов. Пришел в компанию в 1998 году.

Тосия Мацумото (Toshiya Matsumoto), оператор производства (бывший оператор по сборке опытных образцов). Пришел в компанию в 2004 году.

Такаюки Азегами (Takayuki Azegami), разработчик. Пришел в компанию в 2006 году.

Такахиро Мисоно (Takahiro Misono), специалист по технологии производства. Принят на работу в 2006 году.

## Концевые фрезы со сменной головкой

# iMX

Инновационный механизм крепления

Разработка концевых фрез со сменной головкой началась еще в 2001 году. Как это всегда бывает при длительной разработке, конечный продукт оказался совсем не похож на первый опытный образец. Инженеры Mitsubishi Materials стремились создать максимально прочное, жесткое и надежное крепление. Они считали двухсторонний контакт спеченной твердосплавной детали системы критическим аспектом для достижения такого результата. Требовалась новая технология. Мы взяли интервью у четырех инженеров компании, участвовавших в разработке новой технологии. Двое из них специализируются на разработке и технологии производства. Двое других являются операторами опытных образцов.

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



Специальная конструкция соединения со стальными винтами

Двухсторонний контакт (сторона конуса + торцевая сторона)

Интегральная спеченная твердосплавная державка



**В:** Расскажите, пожалуйста, о предыстории вашей разработки.

**Азегами:** «Сегодня нам известны два типа концевых фрез: монолитные и со сменной головкой. Концевые фрезы со сменной головкой очень удобны в использовании, поскольку их легко заменить. Эти фрезы имеют широкий спектр применения. Монолитные концевые фрезы, как следует из их названия, изготовлены из твердосплавной заготовки. Они обладают высокой жесткостью, позволяют достичь максимальной точности в работе. В основе разработки, начавшейся в 2001 году, лежала идея объединения достоинств двух типов фрез. Исходный механизм крепления поддерживал головку только за счет контакта с конусной поверхностью, что не обеспечивало необходимых прочности и жесткости. В ходе повторных испытаний методом проб и ошибок мы пришли к выводу, что двухсторонний контакт спеченных твердосплавных деталей с механизмом крепления значительно улучшает рабочие характеристики инструмента. Откровенно говоря, добиться этого было очень сложно. Мы не были уверены, что идею удастся воплотить в жизнь».

**Мисоно:** «Мы обнаружили, что резьба спеченных твердосплавных винтов ломается при затягивании. Поэтому нам пришлось разработать технологию, которая позволила бы вводить стальные винты в спеченную твердосплавную деталь».

**В:** Действительно ли так сложно достичь двухстороннего контакта со спеченными твердосплавными деталями?

**Азегами:** «Разумеется. Если говорить о серии iMX, то двухсторонний контакт образуется за счет упругой деформации в конусообразных деталях, необходимой для прочного контакта между концевой поверхностью головки и державкой. Спеченные твердые сплавы обладают повышенной твердостью, но они также

могут быть ломкими. Я имею в виду, что спеченный твердый сплав, применяемый для фрез, имеет небольшую возможность упругой деформации. Поэтому есть большая вероятность того, что при затягивании головки державка сломается. Мы использовали более жесткую разновидность спеченного твердого сплава, чтобы решить эту проблему. Эта разновидность обычно не применяется для фрез».

**Мацумото (Matsumoto):** «Мы изготовили опытный образец державки. А потом ее концевую поверхность постепенно сошлифовывали с шагом по 1 мкм, чтобы найти идеальный допуск. После чистовой обработки державки провели эксперимент по креплению. При упругой деформации в двустороннем контакте внешний диаметр державки увеличился всего на несколько мкм. Нас очень обрадовали эти результаты».

**Мисоно:** «Мы должны были создать новую технологию, которая позволила бы задавать строгие допуски на требуемые геометрические размеры. В то время это считалось невозможным при массовом производстве. Мы рассмотрели широкий спектр областей, включая контрольно-измерительные приборы, станки и технологический метод в целом, прежде чем разработали необходимую нам технологию массового производства».

**Сакагути:** «После того, как мы создали систему для массового производства, пришлось отвечать на все более сложные вопросы отдела разработок. Некоторое время отношения между отделами производства и разработок были натянутыми».

**Все:** (Смеются)

**В:** Расскажите немного о технологии конструкции соединения.

**Мисоно:** В серии iMX применяется специальная конструкция соединения из стали и спеченного твердого сплава, при этом используются достоинства обоих материалов. Производители хотели создать технологию, которая сделает возможным устойчивое прочное соединение между спеченным твердым сплавом и сталью. В массовом производстве режущих инструментов уже применялась технология соединения хвостовиков и режущих головок, выполненных из разных

материалов. Перед нами стояла сложная задача скорректировать существующую технологию. Мы начали изучать новые станки и настройки инфраструктуры на заводе «Акаси». В то время мы имели небольшой опыт работы с ними. Нам предстояло модифицировать имеющееся оборудование для испытаний. Работа требовала больших усилий.

**Азегами:** «Это был путь проб и ошибок. Мы подбирали материалы для стальных и твердосплавных деталей, проводили повторные испытания на разрыв и растяжение соединений на сотнях заготовок. А потом нашли требуемую прочность и почувствовали колоссальный прилив сил, когда испытатель, наконец, подписал рабочие характеристики продукта».

**Сакагути:** «Важно было, чтобы инновационный продукт был запущен в производство во время международной выставки JIMTOF 2012. Мы создали серию полезных инструментов, которые хотелось показать клиентам».

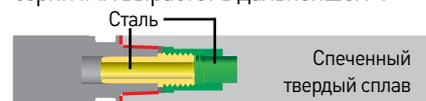
**В:** Скажете что-нибудь для клиентов Mitsubishi Materials?

**Азегами:** «После выпуска серии iMX на рынок в 2012 году клиенты, которые предпочли эти инструменты монолитным концевым фрезам, были очень довольны. Я уверен, что наша технология сменных головок, благодаря своим достоинствам, полюбится многим игрокам рынка».

**Мисоно:** «Мы продолжим разработку прецизионных производственных технологий. Все предприятия нуждаются в высококачественных продуктах. Я уверен, что популярность наших продуктов будет только расти».

**Сакагути:** «Будем изучать потребности клиентов и заниматься дальнейшей разработкой продукции серии iMX. Знаю, что на рынке этого ждут с нетерпением».

**Мацумото:** «Мы быстро откликаемся на запросы клиентов, создаем как специализированные, так и стандартные продукты. Я уверен, что популярность серии iMX вырастет в дальнейшем».



Механизм крепления между головкой и державкой



Готовый продукт (слева). Ранний опытный образец (справа)

---

# АРХИВ ТЕХНОЛОГИИ

---

## Покрyтия Miracle: Технология, опережающая время



---

### Дорога к новым продуктам

В конце 1980-х годов, когда покрытие TiN было на пике популярности, новое покрытие Al-TiN, обогащенное алюминием, стало настоящей сенсацией. Новинка оказалось в центре всеобщего внимания и полностью изменила существующие стандарты. Новый продукт получил название «Покрyтие Miracle». Он стал новой вехой в истории инструментов, изготовленных из спеченных твердосплавных материалов.

---

## АРХИВ ТЕХНОЛОГИИ

Часть

1 1987 ~

# Покрытие Miracle стало результатом больших усилий

Покрытие Al-TiN, обогащенное алюминием, появилось на рынке в 1987 году. Продукт был разработан в то время, когда компания Kobe Steel Co., Ltd, производитель высокоскоростных стальных инструментов (в дальнейшем — завод «Акаси» Mitsubishi Materials Corporation), занялась твердосплавными режущими инструментами. Сегодня это темно-фиолетовое покрытие стало популярным, но в то время на пике моды находилось золотистое покрытие TiN. Новой технологией можно было гордиться. Однако было не вполне ясно, как ее встретят на рынке. Образцы были представлены на выставке JIMTOF в 1988 году. Спустя два года было создано сверло

со спеченным твердосплавным покрытием Miracle. В 1991 году концевая фреза Miracle вышла на рынок твердосплавных инструментов. Перед запуском инструмента в производство в компании испытывали некоторое беспокойство. Однако эксперты оценили новый продукт как выдающийся и по ряду параметров превосходящий все существующие аналоги. В результате компании пришлось увеличить производственные мощности в четыре раза. Благодаря концевым фрезам Miracle, обработка пресс-форм стала возможной на этапе упрочнения. В то время подобное считалось немыслимым. Изобретение стало настоящей гордостью для компании. Концевые фрезы

значительно сократили время выпуска пресс-форм, производственные процессы ускорились. Этот продукт называли волшебным инструментом. Из-за того, что покрытие Miracle было даже прочнее, чем компания могла себе представить, возникла проблема дефицита материалов для оценки его рабочих характеристик. Эта проблема не решена до сих пор. По этой причине часто возникают споры между разработчиками покрытий, желающими получить оценки качества обработки, и специалистами по оценке, желающими сократить расходы на испытания. В 1995 году концевые фрезы Miracle завоевали награду Японского общества инженеров-механиков как лучшее техническое достижение. В том же году эту награду получил железнодорожный маршрут Нодзومي Синкансэн. Таким образом, технология создания концевой фрезы признана столь же значимой для развития промышленности, как и маршрут Синкансэн.



Оригинальная печь



Сверло Miracle

Сверла Miracle на выставке JIMTOF 1988



Концевая фреза Miracle

Первая в мире спеченная твердосплавная концевая фреза с темно-фиолетовым покрытием

Часть

2 1996 ~

# Диверсифицированная технология покрытия Miracle

Особенности покрытия, обогащенного алюминием, и существующие производственные ноу-хау позволили расширить сферу применения покрытий Miracle. Mitsubishi Materials стала первой компанией, добавившей в покрытие кремний. Впоследствии кремний стал широко использоваться в покрытиях PVD. Покрытие AlTiSiN, обладающее прочностью и температурой окисления, характерными для покрытия Miracle, позволило обрабатывать стали с твердостью, превышающей 60HRC. Другой пример — покрытие Violet из AlTiN, которое наносится на инструменты из быстрорежущей стали. Такие инструменты

труднее изготавливать, чем инструменты из спеченных твердых сплавов. Они теряют твердость при температуре от 550 °C. В связи с этим встает задача по оптимизации свойств покрытия и инструмента. Компаниям, участвующим в создании покрытия, приходится преодолевать эту трудность. Mitsubishi Materials также стремится усовершенствовать технологию. Компания разработала сверла Violet, которые сохраняют твердость при экстремально высоких температурах. Сегодня эти сверла очень востребованы рынком. Упорная работа, направленная на доработку инструмента, стоила потраченных сил.



Высокоточное сверло Violet серии VA-PDS (с фиолетовым покрытием)



Концевая фреза Miracle VCMD позволяет обрабатывать сталь с твердостью, превышающей 60 HRC



Часть **3** 2000 ~

## Прорывные технологии

В 2000 году завод «Акаси» стал дочерней компанией корпорации Mitsubishi Materials Corporation. Технология покрытия Miracle была применена к монолитным твердосплавным сверлам и твердосплавным пластинам. Разработка этих продуктов являлась одним из основных направлений бизнеса Mitsubishi Materials. В то время пластины обрабатывались с помощью покрытия CVD. При этом пластины, с PVD покрытием, использовались только в качестве вспомогательного продукта. Однако после разработки покрытия Miracle, а также после того, как оно стало использоваться вместе с инструментами с усовершенствованными геометриями, покрытие PVD стало основной

технологией компании. Сплав VP15TF стал в основном материалом для пластин. Он обеспечивал эксплуатационную гибкость продукта, обладал всеми преимуществами покрытия Miracle. «Если вы не знаете, какой сплав использовать, используйте VP15TF» — эту фразу часто говорят, желая подчеркнуть популярность нового сплава.

Покрытие Miracle применялось также для сверл на спеченной твердосплавной основе. К сожалению, сверла Miracle, производившиеся на заводе «Акаси» в 1990 году, не оказались настолько рентабельными, как на то рассчитывал производитель. Применение

покрытия позволили расширить сверла серии ZET1, которые производились в это же время, новые сверла WSTAR также этому способствовали. Для монолитных концевых фрез было разработано новое покрытие Impact Miracle, объединявшее нанокристаллические монослои Al-Ti-Si-N. Сочетание нового покрытия с подходящим спеченным твердосплавным материалом дало жизнь новой разработке — концевым фрезам Impact Miracle. Это целое поколение режущих инструментов, способных обрабатывать материалы HSS, которые раньше обрабатывались только шлифованием и эродированием.



Пластины (VP15TF) с покрытием Miracle



Покрытие Impact Miracle, объединяющее нанокристаллические слои



Сверла Miracle ZET1 на спеченной твердосплавной основе

### ИСТОРИЯ

### История покрытия Miracle

- 1987** Покрытия Al-Ti-N разработаны в исследовательской лаборатории Mitsubishi Materials.
- 1988** Образцы инструментов впервые представлены на международной станкостроительной выставке в Японии (JIMTOF 1988).
- 1990** Запуск массового производства покрытий Al-Ti-N coatings. Начало продаж сверл Miracle.
- 1991** Создание концевых фрез Miracle.
- 1994** Начало продаж концевых фрез Violet.
- 1995** Концевые фрезы Miracle получили награду Японского общества инженеров-механиков как лучшее техническое достижение.
- 1999** Покрытие Miracle получило патент.
- 2000** Разработка пластин с покрытием Miracle.
- 2001** Старт продаж пластин с покрытием Miracle.





Часть

4

2012 ~

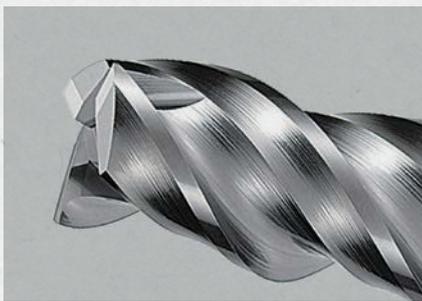
## Развитие серии Miracle

Развитие серии происходит за счет разработок, направленных на расширение практического применения продукта. Над совершенствованием покрытия PVD активно работает целый штат технологов компании. Последняя серия покрытий PVD от Mitsubishi Materials называется «Miracle Σ». Покрытие Smart Miracle серии Miracle Σ было создано для обработки труднообрабатываемых материалов. Это вновь разработанное покрытие группы Al-Cr-N. Оно сохраняет инструмент при обработке никелевых и титановых сплавов, обеспечивает ему продолжительный срок службы. Технология обработки поверхности ZERO-μ позволила значительно уменьшить адгезию

обрабатываемого материала и снизить его сопротивление резанию. В целом она дала удивительно эффективные результаты.

Были выпущены пластины для фрезерования из шести сплавов серий MP61, MP71 и MP91. Эти сплавы были оптимизированы под особенности применения высокоэффективных сплавов групп ISO-P, M и S. Проблемы абразивного износа и образования термических трещин, часто возникающие при фрезеровании, решаются с помощью наноламинированного покрытия группы Al-Ti-Cr-N (технология TOUGH-Σ). Для токарной обработки пластин была использована серия

MP90, предназначенная для обработки труднообрабатываемых материалов. Серия создана на основе обогащенного алюминием состава Al-Ti-N (отличительная особенность покрытий Miracle). Для изготовления сверл был разработан многофункциональный сплав DP1020. Его сочетание с наноламинированным покрытием группы Al-Ti-Cr-N позволило значительно снизить износ направляющих ленточек. Кроме того, с помощью уникальной технологии обработки поверхности ZERO-μ и технологии TRI-Cooling с внутренней подачей СОЖ удалось уменьшить сопротивление резанию и улучшить отвод стружки.



Концевые фрезы для труднообрабатываемых материалов



Пластины из спеченного твердого сплава с покрытием PVD для фрезерования



Пластины для труднообрабатываемых материалов

### Успехи Miracle

Прошло 28 лет с момента выхода покрытий Miracle на рынок. С тех пор требования к эксплуатационным характеристикам покрытий PVD стали еще более жесткими. Компания продолжает совершенствовать свои технологии и создает продукты, превосходящие ожидания клиентов.



Нацуки Итимия (Natsuki Ichimiya)  
Группа покрытия отдела НИОКР

- 2002** Начало массового производства покрытий Miracle за рубежом.
- 2005** Старт продаж концевых фрез Impact Miracle.
- 2012** Выход на рынок концевых фрез Smart Miracle.
- 2013** Введена технология Miracle Σ. Начинается продажа пластин, изготовленных по технологии TOUGH-Σ. Стартует продажа сверл MVE/MVS.



## О компании

### Центр технологий машинной обработки

«Мы сотрудничаем с зарубежными техническими центрами, чтобы предложить нашим клиентам лучшие на рынке продукты и услуги».



Масато Ямада (Masato Yamada), глава Центра технологий машинной обработки, отдел разработок

## Эффективные технологии Mitsubishi Materials

Центр технологий машинной обработки открылся в апреле 2010 года в городе Сайтама, Япония. Он стал главной базой для разработки технологий компании Mitsubishi Materials.

### Сервис высокого класса

Цель создания центра технологий машинной обработки заключалась в разработке комплексных решений, воплотивших в себе обширный опыт и профессиональные знания Mitsubishi Materials. Идея центра родилась в 2008 году, после двух лет тщательной подготовки она воплотилась в жизнь. Сегодня центр предлагает широкий спектр решений. Это и уникальные программы обработки, включающие испытания инструмента и автоматизированные траектории перемещения инструмента, и прямое консультирование по телефону, и презентации на месте, и полный комплект технических услуг. Каждый месяц в центр поступает около 2000 звонков от клиентов, желающих получить консультацию. Приблизительно 230 клиентов обращаются в центр по вопросу текущего технического обслуживания. В центре большой штат сотрудников. Все они увлеченно занимаются разработкой, внедрением новых технологий производства и маркетингом. Сотрудники являются носителями уникальных знаний о передовых технологиях и охотно распространяют эти знания в других подразделениях компании. Центр ведет политику открытых инноваций. Он сотрудничает с университетами, научно-исследовательскими институтами, станкостроительными фирмами и другими сторонними организациями. Это сотрудничество благотворно влияет на способность компании предлагать решения, отвечающие не только ожиданиям клиентов, но и превосходящие

их. Результатом такого подхода становится превосходный уровень обслуживания, который полностью соответствует потребностям отрасли.

### Передача знаний

Центр технологий машинной обработки планирует к концу 2016 года удвоить число обрабатывающих центров и объем комплексного перерабатывающего оборудования. Его целью также является разработка новых инструментов и стратегий обработки. За это направление отвечает новая группа по разработке инструментов. Группа была создана в апреле 2015 года. Ей поручено вести разработку инструментов и технологий, которые вызовут интерес на рынке. В дополнение к Центру технологий машинной обработки в Японии и техническим центрам в США, Испании, Китае и Таиланде, планируется также открыть центры в Германии, Индии и Южной Америке. Центр технологий машинной обработки в Японии станет своеобразной базой, которая будет взаимодействовать с техническими центрами в других странах, оказывать им поддержку в предоставлении самых современных услуг. Примером одной из таких услуг может стать система, благодаря которой клиент, обратившись в технический центр в США с просьбой провести испытания инструмента, уже на следующее утро получит результаты испытания, выполненного в Китае. Центр стремится совершенствовать свои знания и технологии. Ее конечная цель состоит в том, чтобы удовлетворить потребности клиентов с помощью передовых решений.



Североамериканский  
технический центр,  
Чикаго, США

Европейский технический центр,  
Валенсия, Испания

Китайский технический центр,  
Тяньцзинь, Китай

Юговосточный азиатский  
технический центр,  
Бангкок, Тайланд

Центр технологий машинной  
обработки, Сайтама, Япония

## Всемирная сеть технических центров

### Технологическая поддержка

«Поступив на работу в компанию, я восемь лет занимался продажами и маркетингом. А в 2011 году перешел в Центр технологий машинной обработки. В настоящее время работаю в группе испытаний инструмента. Работа здесь требует определенных знаний и умений. Необходимо знать все не только о станочных операциях, но и о программировании станков. Вначале мне пришлось освоить большой объем новой информации. Это позволило научиться справляться с самыми разными задачами. Главное — никогда не забывать, что ты работаешь для клиентов. Когда клиенты просят провести испытания инструмента,

очевидно, что они хотят сократить время рабочих циклов, повысить точность инструментов, увеличить срок их службы. Испытание необходимо провести быстро и точно, представив результаты в указанный день. Не менее важно отвечать на запросы отделов продаж и маркетинга, чтобы бизнес работал без сбоев. Я буду делать все, что в моих силах, чтобы развивать профессиональный уровень Центра технологий машинной обработки. В этом заинтересованы и наши клиенты, и весь персонал центра. Наш приоритет — первоклассные услуги. Мы часто пытаемся заглянуть в будущее, чтобы найти решение проблем, которые возникнут только завтра.

«Мы совершенствуем свои знания и умения, чтобы отвечать растущим запросам требовательных клиентов».



Йохеи Араки (Yohei Araki)  
Центр технологий машинной  
обработки, отдел разработок

## Решения, которые предлагает Центр технологий машинной обработки

1

Испытания инструмента, программы обработки и другие решения в сфере машинной обработки.



2

Повышение уровня консультаций по телефону, техническая подготовка и другие виды услуг.



3

Эффективные семинары о продуктах.



# НА ПЕРЕДОВОЙ

Том 1

## Размягчение жаропрочных сплавов под воздействием высоких температур

Отличная производительность при обработке жаропрочных сплавов

В настоящее время мы занимаемся разработкой керамических концевых фрез, способных резать материалы при сверхвысоких скоростях. Такая задача не под силу существующим концевым фрезам на основе спеченных твердых сплавов. Наша разработка должна обладать превосходной стойкостью к теплу. Это тепло выделяется при обработке жаропрочных сплавов на сверхвысоких скоростях. Если использовать для работы концевые фрезы на основе спеченных

твердых сплавов, то необходимо уменьшить выделяемое тепло, иначе срок службы инструмента будет недолгим. Скорость резания будет ограничена приблизительно 70 м/мин. При использовании керамических концевых фрез скорость резания может достигать 500 м/мин и выше. В этом случае будет происходить размягчение материалов теплом, выделяемым при обработке. Как бы парадоксально это ни звучало, жаропрочные сплавы размягчаются при

температуре около 1000 °С, поскольку прочность на смятие и предел прочности в температурной зоне снижаются. Концевые фрезы на основе спеченных твердых сплавов не могут работать при такой температуре, а керамические концевые фрезы вполне способны на это. Последние будут работать превосходно, несмотря на выделение тепла при чрезвычайно высокой температуре, из-за которой образуется докрасна раскаленная стружка (см. фото 1).



Хироси Ватанабэ (Hiroshi Watanabe)  
Центр исследований и разработки монолитных инструментов

Фото 1: Обработка керамическими концевыми фрезами



## Высокая эффективность и долгий срок службы

Принцип действия керамических концевых фрез при обработке жаропрочных сплавов в корне отличается от обработки материала концевыми фрезами на основе спеченных твердых сплавов. В случае с керамическими фрезами процесс больше похож на «зачистку», чем на обработку. Кромка инструмента слегка проваривается, но не подвергается значительному повреждению, поскольку керамика обладает отличной стойкостью к теплу. Керамические

концевые фрезы служат значительно дольше своих предшественников. Кроме того, концевые фрезы на основе спеченных твердых сплавов обычно ломаются на ранних этапах обработки, тогда как керамические концевые фрезы могут прослужить в 7 раз дольше (см. рис. 1). Концевые фрезы на основе спеченных твердых сплавов, в отличие от керамических, не предназначены для высокоэффективного резания (см. рис. 2). Есть, правда, одно «но». При использовании керамических

концевых фрез большое внимание уделяется требованиям к станку. Это обусловлено высокой скоростью, требующейся для выделения тепла, необходимого для размягчения материалов без абразивного износа или другого повреждения. Шпиндели станков должны выдерживать высокую частоту вращения. То есть обработка с помощью керамических концевых фрез требует применения станков самого высокого качества.

Рис. 1. Сравнение срока службы инструментов



Состояние кромки после обработки



Рис. 2. Условия обработки

Обрабатываемый материал	INCONEL® 718
Инструмент	Концевые четырехзубые фрезы с угловым радиусом, ф 10 × R 1,25
Частота вращения	20 000 мин <sup>-1</sup> (628 м/мин)
Скорость подачи	2000 мм/мин (0,025 мм/зубец)
Глубина резания	ap=7,5 мм, ae=3,0 мм
Вылет	23 мм
Станок	Вертикальный обрабатывающий центр HSK-A63
Метод резания	Попутное фрезерование, обдув воздухом

INCONEL® является зарегистрированной торговой маркой компании Huntington Alloys Canada, Ltd.

## Дальнейшее использование керамических концевых фрез

Я участвовал в разработке продукта, начиная с самых первых этапов, и вскоре понял, что определение идеальных условий обработки представляет собой серьезную проблему. К сожалению, повторные поломки и повреждение из-за абразивного износа препятствовали

развитию нового продукта. Однако постоянные испытания, исследование эксплуатационных качеств керамических концевых фрез привели к тому, что правильное решение было наконец найдено.

和

# «Кохаду, пожалуйста!» «Одну секунду!»

Мастер суси создаст восхитительное блюдо на ваших глазах. Наблюдать за тем, как он работает — огромное удовольствие.

В XIX столетии в Эдо (Токио) повсеместно открывались ларьки по продаже суси, японской версии современного фаст-фуда. У ларьков толпились люди, которые хотели быстро перекусить. За каждую порцию голодные покупатели платили сумму, эквивалентную сегодня 150–200 йенам (1–1,5 евро). Суси были типичным завтраком для торговцев.



Говорят, что суси происходят от наре-дзуси, блюда, завезенного в Японию с соседнего азиатского континента в VIII веке. Блюдо наре-дзуси представляло собой рыбу с рисом, заквашенную в молочной кислоте. В процессе закваски рис разжижился, а рыбу извлекали и съедали. В XIII столетии время закваски сократили и люди стали есть и рыбу, и рис, называя это блюдо нама, или «сырое» наре-дзуси. К XIV столетию появились оси- и хая-дзуси. Оси-дзуси — посоленная рыба на рисе, а хая-дзуси — маринованный рис.

Современные суси известны с 1820 года. Их создателем считается человек по имени Йохеи Ханая (Yohsei Hanaya). У Ханая был ларек на рыбном рынке в квартале Нихонбаси, расположенном к северу от рынка Цукидзи. Сегодня этот рынок пользуется международным признанием. Квартал Нихонбаси находится на берегу Токийского залива, называвшегося в то время Эдомаэ. Квартал снабжал район свежей рыбой и моллюсками, такими как пятнистая сельдь (Кохада), морской лещ (Таи), окунь (Судзуки), тигровая креветка (Курумаэби), морской угорь (Анаго) и морской моллюск (Хамагури). До изобретения холодильного оборудования рыбу тушили, мариновали или жарили.

Технология производства льда, разработанная в конце XIX столетия, кардинально изменила возможности консервирования продуктов. Ханая принялся исследовать способы усиления вкуса охлажденной свежей рыбы. Его опыты завершились созданием тех суси, которое сегодня знает и любит весь мир. В послевоенный период по мере распространения популярности суси, идеально сочетающихся с саке, мастера суси разрабатывали методы усиления вкуса этого блюда. С тех пор его приготовление превратилось в настоящее искусство.

Требуется не менее 10 лет, чтобы стать мастером суси. В первый год обучения ученикам не разрешается пользоваться ножом. Их допускают к работе с тунцом только на седьмой год. Большая часть тех знаний, которые получают прилежные ученики на протяжении десяти лет, связана с приготовлением суси. Артистическое зрелище, которое разворачивается перед нашими глазами во время приготовления этого блюда — лишь малая часть того, что умеет мастер.

## Четыре традиционных типа эдомаэ-суси

**Маринованный тунец — магуро дзукэ**



«Дзукэ» означает «маринованный в соевом соусе, сладком саке (мирин), саке и японском консервированном бульоне». Соль в соевом соусе уменьшает содержание воды в тунце. Мясо тунца становится более мягким, сохраняя при этом свой аромат. Тунца трудно нарезать аккуратно. Если не сделать этого особым образом, он просто развалится на куски. Тунец — рыба высокого класса, и ученикам требуются годы, чтобы научиться ее готовить.

**Сэнвдичи из леща, обернутые листами морской капусты — тай-но-конбудзимэ**



Конбудзимэ — это посоленная белая мякоть; её помещают между листами морской капусты. Соль и морская капуста вытягивают влагу из рыбы, делая ее более плотной и вкусной. Морская капуста придает мякоти рыбы насыщенный вкус. Тип и толщина морской капусты, а также время осаживания рыбы сильно влияют на вкус и консистенцию блюда.

**Пятнистая сельдь, маринованная в уксусе — кохада-но-судзимэ**



Рыбу с блестящей чешуей маринуют в уксусе и соли, при этом уксус смягчает шкуру рыбы. В зависимости от погоды и количества жира в рыбе мастер суси решает, сколько соли необходимо. Сложные приемы приготовления, такие как очистка от чешуи или тонкая нарезка рыбы на равные кусочки, создают особую текстуру блюда, которая поразит вас, когда вы попробуете его. Говорят, что одного кусочка пятнистой сельди достаточно, чтобы оценить искусство мастера суси.

**Тушеные морские моллюски — ни-хама**



Чтобы морские моллюски при тушении оставались мягкими, нужно положить их в холодную воду, а затем нагреть. Сначала их варят до 65 %-й готовности, а затем помещают в горячий соус, где они варятся почти до полной готовности, равной 95 %. Это требует опыта и концентрации. Цумэ, соус для приправы суси, готовят в течение трех дней и трех ночей, медленно добавляя в него соус из морского угля.

Суши воплощают коллективную мудрость народа, который веками питался рыбой, его гостеприимство, отражают сложность и изысканность японской кухни. Предлагаем вам познакомиться с некоторыми приемами мастеров, в совершенстве владеющих тонким искусством приготовления суши.

## Приготовление суши



**1** Мастер суши окунает кончики пальцев в смесь уксуса и воды (в равной пропорции), а затем берет немного риса и лепит продолговатый рисовый комочек. Количество риса, используемое для отдельных комочков, зависит от ресторана, где работает повар.



**2** Мастер держит ломтик рыбы в левой руке, берет немного японского хрена и размазывает его по ломтику указательным пальцем правой руки. На жирные кусочки он намазывает еще немного хрена.



**3** Затем помещает продолговатый комочек риса суши на ломтик рыбы и вдавливает рис большим пальцем левой руки.



**4** Затем он помещает большой палец на край рисового комка и обхватывает его пальцами левой руки, осторожно сдавливая рис с боков. Одновременно он кладет правый указательный палец сверху на рис, сдавливая и распределяя его по вертикали.



**5** Затем мастер помещает средний палец правой руки с левой стороны риса суши и переворачивает суши. Теперь рыба находится сверху.



**6** Мастер сдавливает правую и левую сторону рыбы большим и средним пальцами правой руки.



**7** Повторяя шаг 4, он осторожно сдавливает рис и рыбу еще раз.



**8** Придерживая рыбу на рисе, поворачивает кусок на 180 градусов.



**9** Снова осторожно сдавливает суши. После этого он подает суши клиенту. Его цель состоит в том, чтобы рис равномерно отделился от рыбы, как только суши окажется у вас во рту.

## Как едят суши



Захватите суши палочками для еды сверху и снизу, держите суши горизонтально.



Обмакните краешек в соевый соус, переверните и ешьте.



Во время еды можно помогать себе пальцами.

## Правила поведения за столом в японском ресторане

Если вы делаете заказ по меню, попробуйте несколько различных топпингов. Ешьте суши, как только их подадут, чтобы получить как можно больше удовольствия. Не сидите в ресторане слишком долго, если заказываете только гарниры и напитки. Считается неуместным, когда посетители ресторана употребляют слова, обычно используемые поварами суши. Поэтому не спрашивайте агари, когда хотите зеленый чай, или мурасаки, когда хотите соевый соус.

Совместно с: SUSHI KAISHIN, 1-15-7 Nishiazabu Minato-ku Tokyo, Japan



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

### Слово редактора

Я с большим удовольствием представляю первый выпуск журнала «Ваша глобальная мастерская». Благодарю всех, кто упорно и преданно над ним работал. Коллектив нашей редакции преследовал две цели. Во-первых, создать журнал, интересный производителям. Во-вторых, рассказать о том, насколько японские производители увлечены своей работой. Мы также хотели поделиться с читателями некоторыми сюжетами японской культуры, рассказать о приверженности японских мастеров делу своей жизни. В дальнейшем мы будем продолжать поиск интересных тем, говорить об удивительных вещах, пробуждать интерес читателей к миру мастерства Mitsubishi.

«Ваша глобальная мастерская», главный редактор: Хидеюки Озава (Hideyuki Ozawa), Отдел развития и планирования бизнеса

Ваша глобальная мастерская, том 1  
Журнал издан Отделом развития и планирования бизнеса Mitsubishi Materials Corporation

Несанкционированное копирование и воспроизведение содержания сайта компании, текста и изображений строго запрещено. MIRACLE является зарегистрированной торговой маркой компании Mitsubishi Materials Corporation.



**Компания Mitsubishi Materials не просто производитель инструментов**

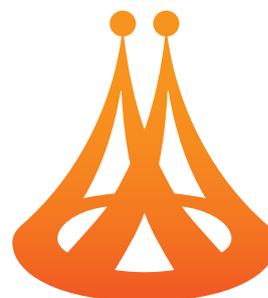
Мы стремимся быстро отвечать на запросы клиентов и способствовать их успеху с самоотверженностью мастера-профессионала.

Мы являемся единственным производителем инструментов, предлагающим такую уникальную услугу, как «личная мастерская», по всему миру.

Это то место, где можно:  
 найти самые современные технологии и изделия;  
 решить проблему в любое время и в любой точке мира;  
 разделить наше восхищение последними разработками в области технологий и инновационных продуктов.

Это мастерская, где мы обдумываем, обсуждаем, создаем и разрабатываем вместе с нашими клиентами потрясающие идеи для решения специализированных задач.

**ВАША ГЛОБАЛЬНАЯ МАСТЕРСКАЯ**  
 MITSUBISHI MATERIALS



**YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO**  
 Значение логотипа

На логотипе компании изображены люди, стоящие в круге, взявшись за руки. Этот круг символизирует Землю. Рукопожатие отражает наше стремление идти рука об руку с нашими клиентами к росту и успеху. Мы работаем вместе с нашими клиентами, развиваем эффективные технологии во всем мире. Форма логотипа говорит о разнообразии идей, которые нас вдохновляют. Это символическое изображение режущих инструментов в сочетании с заглавной буквой «М» — товарным знаком Mitsubishi Materials. Кроме того, форма логотипа напоминает пламя факела, что символизирует нашу страсть к мастерству.

