

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



ТЯНУТЬСЯ К НЕБУ

*Претенденты на поддержку
аэрокосмической отрасли*

Выпуск 5. Сюжеты



3-8
ВЗГЛЯД на РЫНОК АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ



9-12
ФОКУС на ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
IHJ Corporation
Soma No.2 Aero-Engine Works



13-14
ИСТОРИЯ MITSUBISHI
Сердце производства в центре Токио
Токийский завод



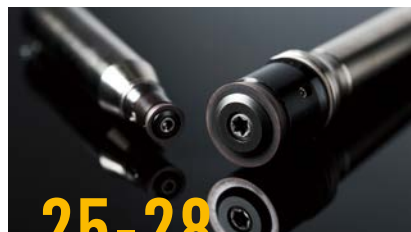
15-18
ТЕХНОЛОГИИ
Изменение мира
с помощью новых материалов
Полувекковая история углепластика



19-22
РАССКАЗ МАСТЕРА
Сверло для обработки углепластика:
МС серия
Разработка новых материалов



23-24
О КОМПАНИИ
Центральный исследовательский институт
Отдел тонких пленок и покрытий
Исследовательская база, поддерживающая
авиационную промышленность, разрабатывая
ингредиенты и материалы для покрытия



25-28
НА ПЕРЕДОВОЙ
Разработка вращающихся
инструментов нового поколения



29-30
ГАРМОНИЯ И МИР
Японский сюрикэн

ПОСЛАНИЕ



Фумио Цурумаки
(Fumio Tsurumaki)
Управляющий директор
Mitsubishi Materials Corporation
Президент Advanced Materials &
Tools Company

Производители инструментов стремятся увеличить высоту горы, возвышающуюся перед нами, эта метафорическая гора сделана из постоянно совершенствующихся новых материалов. Более легкие и прочные материалы постоянно развиваются и используются во все более широких областях применения. Аэрокосмические несущие конструкции и двигатели являются примерами, где можно найти самые передовые материалы. И мы видим свою миссию именно в сотрудничестве с клиентами из аэрокосмической отрасли, поскольку стремимся достичь самой вершины этой труднодоступной горы - вершины новых технологий металлообработки. Для этого нам нужны воля, сила и способность быстро и точно оценивать ситуацию и действовать эффективно,

чтобы преодолевать препятствия, возникающие на нашем пути. Кроме того, нам требуются ресурсы: продукция, технологии металлообработки и производственные мощности, в также финансовые и человеческие ресурсы. Получив в распоряжение все это, мы можем планировать наш путь. И лишь тогда и только тогда производитель и заказчик смогут начать восхождение к труднодоступным высотам.

Я уверен, что Craftsman Studio Mitsubishi Materials останется местом обмена знаниями, временным прибежищем, где можно также разделить радость от достижений.



Быть лучшим партнером, который помогает клиентам достигать успеха

Спасибо вам за то, что читаете пятый выпуск журнала Global Craftsman Studio!

Технические инновации быстро проникли во все сферы экономики, и аэрокосмическая отрасль, которой посвящен этот выпуск, не является исключением. Стремление к инновациям требует, чтобы производители инструментов внедряли технологии обработки новых материалов, таких как алюминий-литиевые сплавы и композиты из керамической матрицы.

И если мы хотим соответствовать требованиям наших клиентов, использующих новейшие материалы, нам следует предвосхищать их потребности и в первую очередь выводить на рынок такие продукты, которые будут не только соответствовать их запросам, но и превосходить их. Поиск продуктов и услуг, идеально соответствующих потребностям клиентов, за пределами привычных нам представлений приводит к тому, что на свет появляются вещи, потрясающие наше воображение. Поэтому производители инструментов должны выбирать свои цели и концентрироваться на разработках, эффективно используемых в тех специализированных областях, в которых работают клиенты. Mitsubishi Materials усилила свою деятельность в каждой отрасли, которую она

обслуживает, и Аэрокосмический отдел, работе которого посвящен этот выпуск, является выдающимся примером такой деятельности.

Стать настоящим деловым партнером для каждого клиента означает глубокое взаимопонимание и реализация продукции в непосредственном взаимодействии. Чтобы обеспечить такой тесный контакт, мы создали пять технических центров по всему миру для специализированной технической поддержки наших клиентов. Кроме того, мы открыли японский технический центр в Гифу, Япония. Создание этого центра позволяет нам предоставлять более широкий спектр услуг для аэрокосмической и автомобильной отраслей в Японии. И мы стремимся к дальнейшему расширению и совершенствованию нашей сети технических центров, чтобы обеспечить поддержку наших заказчиков по всему миру.

В мае 2017 года мы представили новый бренд DIAEDGE, основанный на стремлении предложить еще более привлекательную корпоративную ценность нашим клиентам. Мы намереемся продолжать разработку высококачественных продуктов, таких как "DIA" и "EDGE", для обеспечения характеристик высокого уровня, которые воплотят наши ожидания и энтузиазм

в превосходной степени. Мы уверены, что Global Craftsman Studio и впредь будет той инновационной средой, в которой мы сможем тесно сотрудничать для дальнейшего совершенствования нашего нового товарного знака как одного из лучших в мире производителей твердосплавных продуктов.

Mitsubishi Materials по-прежнему объединяет усилия всех сотрудников компании, чтобы обеспечить быстрое обслуживание и эффективные решения для наших клиентов. Миссия заключается в предоставлении лучших технологий, продуктов и человеческих ресурсов для достижения успеха клиентов.

Шиничи Накамурэ (Shinichi Nakamura)
Исполнительный директор
Mitsubishi Materials Corporation
Вице-президент
Advanced Materials & Tools Company



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

ВЗГЛЯД на
РЫНОК

АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ



AIRBUS A320neo введен в эксплуатацию в 2016 году.



BOEING 737MAX был впервые введен в эксплуатацию в 2017 году.

Конкуренция в мировой аэрокосмической отрасли

Новые модели безопасны для окружающей среды.

Огромный спрос содействует развитию отрасли

В связи с бурным ростом экономики развивающихся стран ожидается, что количество авиапассажиров на международных рейсах (объем пассажирских авиаперевозок) будет ежегодно расти на 5%. Общая доля, рассчитанная исходя из остающихся подтвержденных заказов двух основных компаний, AIRBUS (Европа) и BOEING (США), на конец 2016 года составляла 85%. В таких густонаселенных странах, как Китай и Индия, на линиях малой и средней

протяженности чрезвычайно популярны узкофюзеляжные самолеты, рассчитанные примерно на 150 мест. AIRBUS и BOEING поставляют примерно 1000 самолетов такого класса в год. Региональные пассажирские реактивные самолеты, рассчитанные примерно на 100 мест, производятся двумя крупными компаниями: EMBRAER (Бразилия) и BOMBARDIER (Канада); однако SUKHOI (Россия), COMAC (Китай) и Mitsubishi Aircraft (Япония) тоже планируют выйти на этот

рынок, что усилит конкуренцию. Кроме этого, двигатели, установленные на пассажирские самолеты, разработанные в XXI веке, более экологичны, с низким уровнем шума и высокой топливной экономичностью. Ожидаемый рост авиационной промышленности будет способствовать развитию и изменениям в металлообработке, открытию новых возможностей и появлению сложных интересных задач.

Спрос на пассажирские самолеты в глобальном масштабе продолжает расти с темпом 5% в год

Источник: Japan Aircraft Development Corporation

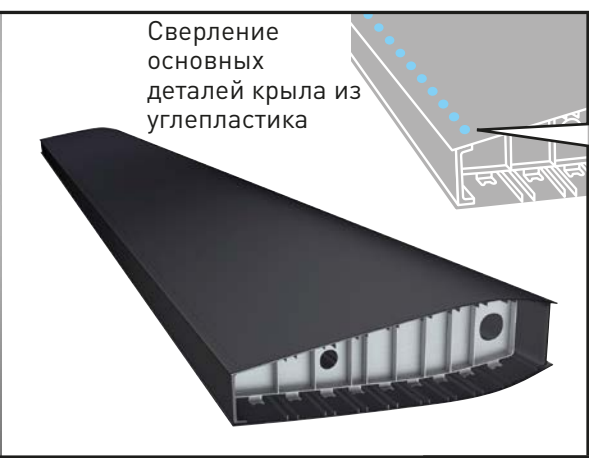
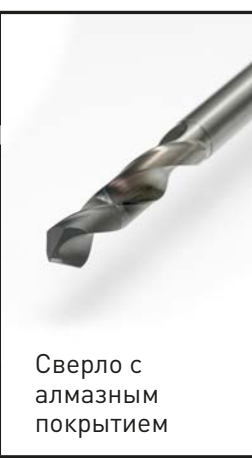



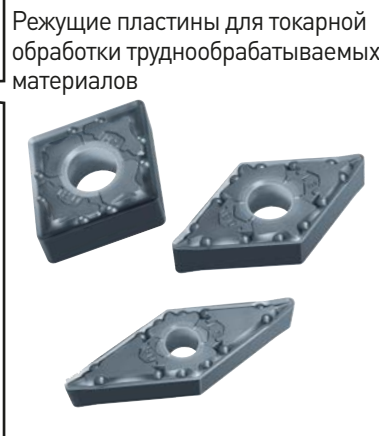


Производитель режущих инструментов делает успехи в разработке новых материалов для постоянно совершенствующейся авиационной техники

Из-за растущего рыночного спроса на пассажирские реактивные самолеты компании, изготавливающие соответствующие детали, загружены как никогда и вынуждены повышать производительность. В пассажирском реактивном самолете более 3 миллионов деталей. Для того чтобы

топливо использовалось максимально эффективно, разработаны более легкие, прочные, устойчивые к коррозии материалы для планеров и шасси воздушных судов, а для двигателей используются материалы, способные выдерживать высокие температуры. Материалы, используемые в производстве

воздушных судов, значительно усовершенствовались за последние годы. Применение все более сильных жаропрочных сплавов, титановых и алюминиевых сплавов, а также композиционных материалов, таких как углепластик, стало нормой. Поскольку все эти новые материалы трудно поддаются механической обработке, производители режущих инструментов занимаются совместными исследованиями и разработками с производителями воздушных судов и станков. Цель этой совместной работы — реализация высокоэффективных, высококачественных и высокоточных методов обработки.

<p>Корпус воздушного судна</p> 	<p>Сверление основных деталей крыла из углепластика</p> 	 <p>Сверло с алмазным покрытием</p>
 <p>Концевая фреза со сменной головкой</p>	<p>Обработка кармана балки шасси из титанового сплава</p> 	<p>Шасси</p> 
<p>Реактивный двигатель</p> 	 <p>Обрабатываемая кромка, наружный и внутренний диаметры диска из сверхжаропрочного сплава</p>	<p>Режущие пластины для токарной обработки труднообрабатываемых материалов</p> 



Конкуренция в мировой аэрокосмической отрасли

ВЗГЛЯД на РЫНОК АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ

Восхождение на мировую арену с аэрокосмической отраслью

Глобальная сеть Mitsubishi Materials

Большое количество заказов, поступающих со всех регионов мира, ускорило развитие аэрокосмической отрасли в направлении гражданского авиастроения. Осенью 2016 года компания Mitsubishi Materials сформировала Аэрокосмический отдел,

чтобы ее клиенты получали продукты и услуги наивысшего качества. С целью расширения деятельности этого нового подразделения в Японии персонал также был направлен в Европу и США, чтобы обеспечить быстрое и комплексное реагирование на запросы

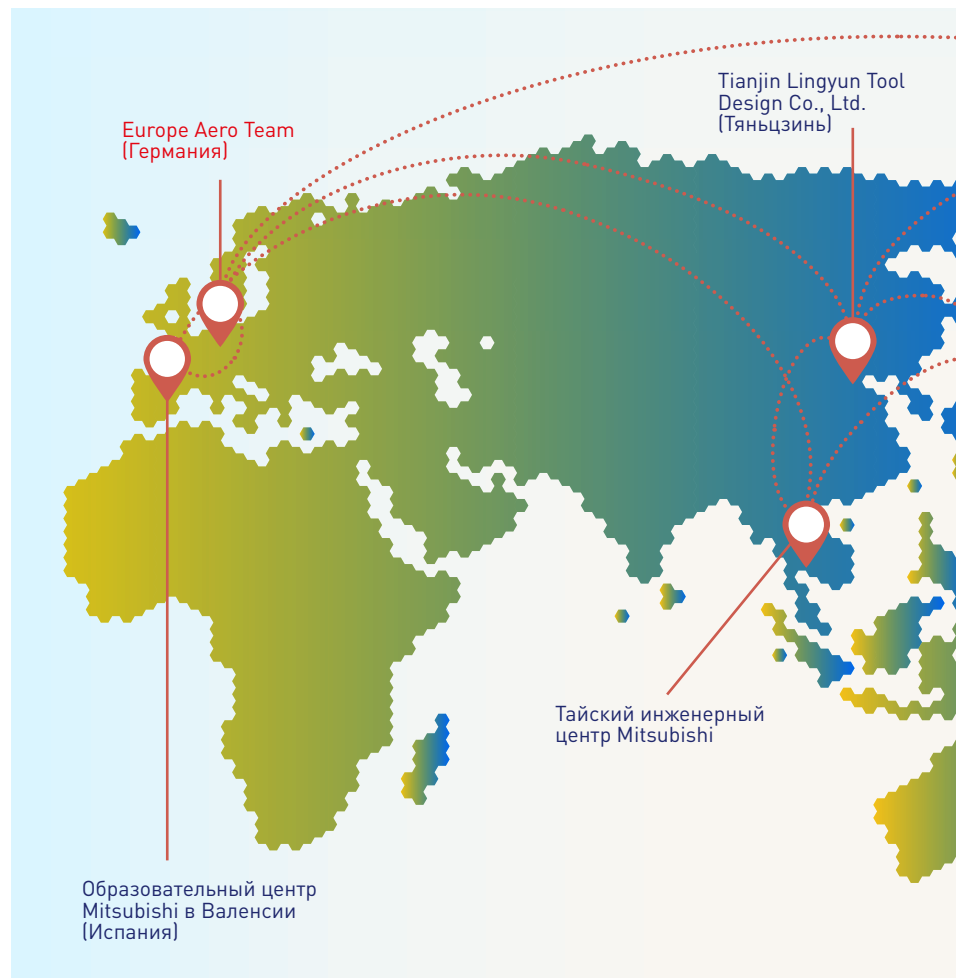
клиентов. Более того, было налажено тесное взаимодействие с шестью техническими центрами в Японии, Европе и США, а также с университетами и НИИ как в Японии, так и за рубежом для разработки инновационных технологий механообработки.

ЕВРОПА

Командная работа выходит за пределы национальных границ

Торговые представительства Mitsubishi Materials в Европе, России и Турции, а также технический центр (MTEC) в Испании служат производственными базами для направления режущий инструмент. Группа Europe Aero Team, организованная при HARTMETALL GmbH (Германия), на постоянной основе сотрудничает с техническим персоналом в Англии, Франции, Италии, Испании и многих других странах, чтобы предоставлять производителям авиакосмических деталей, наиболее прогрессивные решения.

В 2014 году Mitsubishi Materials присоединилась к Институту исследования передовых производственных технологий (AMRC). Многие производители со всего мира, работающие в аэрокосмической отрасли, присоединились к AMRC, чтобы принимать участие в исследованиях, разработках и испытаниях производственных технологий нового поколения, и роль Mitsubishi Materials в широком спектре проектов AMRC получила высокую оценку. Более того, Mitsubishi Materials активно участвует в аэрокосмических выставках международного уровня, включая Парижский авиасалон (Франция) и Международный авиасалон в Фарнборо (Англия), каждый из которых проводится раз в два года.



Акира Осада (Akira Osada)
Генеральный директор Аэрокосмического отдела,
Advanced Materials & Tools Company,
Mitsubishi Materials Corporation

Решения Mitsubishi Materials

Для того чтобы обеспечить быстрые и комплексные решения (продукты и услуги) своим клиентам в области аэрокосмической промышленности, Mitsubishi Materials создала Аэрокосмический отдел. Прошло полгода с тех пор, как отдел начал свою деятельность, и он стремится предоставлять клиентам специальные решения, а также высочайшие технологии и качество. Стремясь к перспективному развитию,

компания Mitsubishi уверена, что если продолжать работать, ориентируясь на точку зрения клиента, то это поможет сохранить ей свою позицию Глобальной мастерской и предлагать решения, содействующие развитию аэрокосмической отрасли.

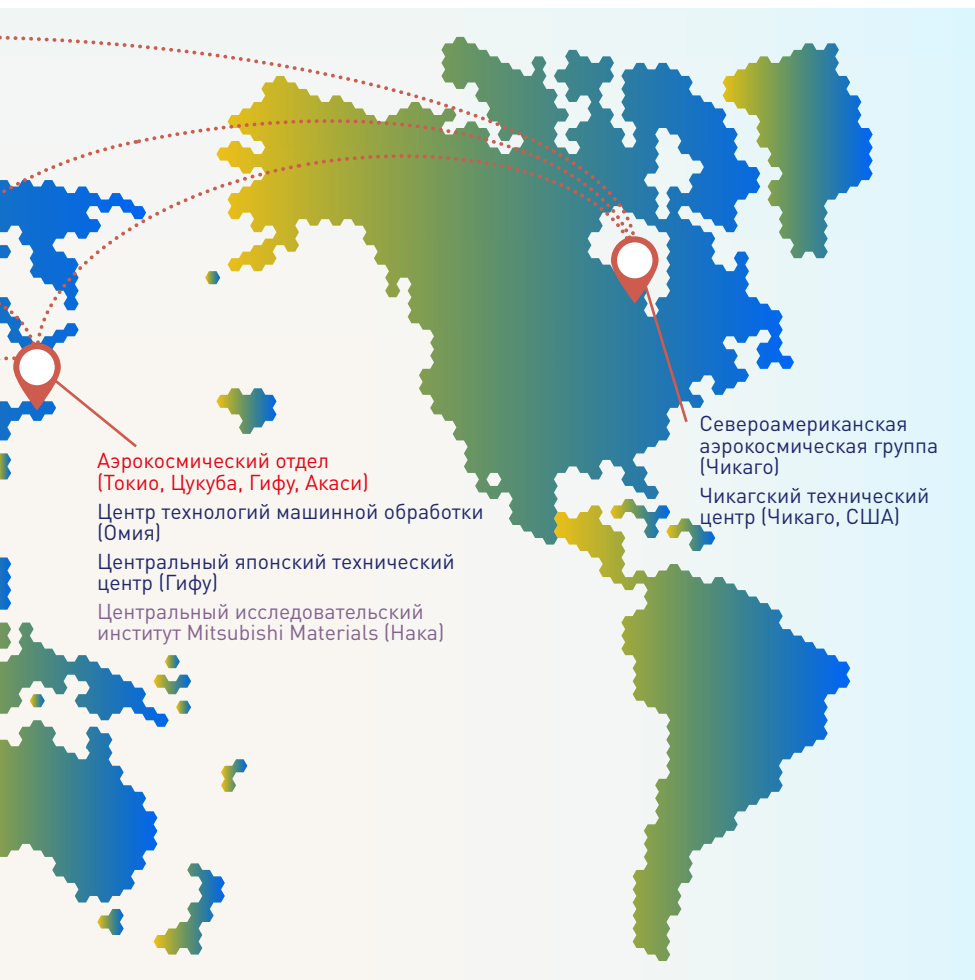
ЯПОНИЯ

Профессионалы высшего уровня в металлообработке, ведущие активную деятельность на мировой арене

Аэрокосмический отдел выполняет широкий спектр функций необходимых для достижения успеха. Он занимается развитием маркетинга, проектированием и созданием опытных образцов на собственных базах по инициативе головного офиса в Токио. Все это делается для того, чтобы оперативно реагировать на запросы клиентов не только из Японии, Европы и США, но и из быстроразвивающихся азиатских стран, предлагая им тщательно проработанные решения. Центр технологий машинной обработки (Омия) и Центральный японский технический центр (Гифу), открытые в июне 2017 года, могут похвастаться

самыми передовыми металлорежущими инструментами, включая 5-координатные и многофункциональные станки, а также другие измерительные и аналитические устройства для различных испытаний режущих свойств. Персонал этих двух центров сотрудничает с персоналом других технических центров по всему миру, ежедневно улучшая свои специализированные методики. Начиная со своего основания в 2013 году, персонал активно взаимодействует с университетскими исследователями. Кроме этого, сотрудники приняли участие в проекте Совместного исследовательского центра новых методов производства (СМИ) на базе

Института технических наук Токийского университета; проект поддерживается Министерством экономики, торговли и промышленности. Это стремление к технологиям совместно с научно-исследовательскими учреждениями, изготовителями инструментов для металлообработки и Центральным исследовательским институтом Mitsubishi Material (Нака) способствует дальнейшей разработке уникальных и высокоэффективных режущих инструментов. Аэрокосмический отдел охватывает в полете своей инженерной мысли весь мир, оставаясь ключевым партнером, помогающим улучшить производительность своих клиентов.



США

Высокая степень специализации в крупной промышленности

Аэрокосмическая отрасль играет важную роль в промышленности США. Широкий спектр производителей, как крупных, так и малых, формирует этот гигантский рынок. Головной офис компании Mitsubishi Materials U.S.A. находится в Лос-Анджелесе, маркетинговый отдел и технический центр — в Чикаго, а два объекта по производству режущих инструментов — в соседних штатах, в соответствии с потребностями заказчиков. В последнее время выросла потребность в максимально качественной обработке больших конструкционных деталей из титана и алюминиевых сплавов. Североамериканская команда аэрокосмического отдела предлагает привлекательные и эффективные решения, основанные на достоверных специальных знаниях. Благодаря своей широкой глобальной сети Mitsubishi Materials может обеспечить оперативное обслуживание аэрокосмических производств по всему миру. Мы также активно развиваем сотрудничество с научно-исследовательскими институтами, специализирующимися на технологиях обработки нового поколения.

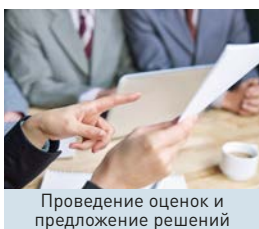
Обсуждения с клиентами

Проектирование инструмента

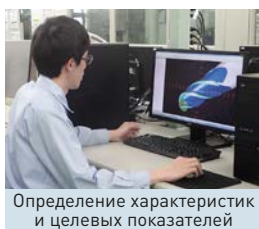
Создание опытного образца

Испытание режущих свойств

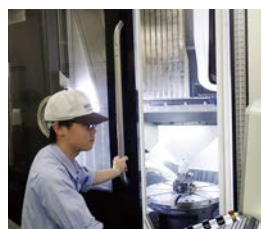
Поставка опытных образцов инструментов



Проведение оценок и предложение решений



Определение характеристик и целевых показателей



Конкуренция в мировой аэрокосмической отрасли

ВЗГЛЯД на РЫНОК **АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ**

В центральной Японии был создан новый технический центр для обслуживания аэрокосмической и автомобильной промышленности.

Центральный японский технический центр представляет собой объект стоимостью 15 млрд иен, расположенный на территории завода Mitsubishi Materials в Гифу. Он предлагает клиентам привлекательные решения, такие как CAD/CAM/CAE, испытания с использованием широкого спектра оборудования, а также эффективную техническую поддержку. При нем также действует высококлассная Академия механической обработки под девизом «Ваша глобальная мастерская служит вам и всему миру».

В дополнение к Центру технологий машинной обработки в Сайтаме, который обслуживает восточную Японию, также действуют технические центры Mitsubishi Materials в США, Испании, Китае и Таиланде. Недавно созданный главный японский технический центр является второй базой в Японии. Он предоставляет расширенный спектр услуг для западной Японии и для предприятий аэрокосмической и автомобильной промышленности, расположенных в центральной части страны.

Центр технологий машинной обработки в Сайтаме использует самое современное оборудование и инновационные материалы, в сотрудничестве с клиентами активно разрабатывая технологии металлообработки нового поколения. Между тем расширенный диапазон оборудования в недавно созданном Центральном японском техническом центре обеспечивает его способность выполнять свою миссию в качестве базы для предоставления технических услуг более широкому спектру клиентов, работа которой опирается на богатые накопленные знания и ноу-хау.

В Центральном японском техническом центре установлено более 10 станков, включая высокоточные обрабатывающие центры, многофункциональные и автоматические токарные станки для проведения CAE-анализа и моделирования CAM в условиях, аналогичных тем, которые выполняются на объекте заказчика. Помимо подготовки рекомендаций по оптимальным методам резания готовых изделий, специалисты моделируют различные условия обработки, пытаются предугадать, какие потребности могут возникнуть у заказчика, и исследуют их в реальных условиях. Также для заказчика моделируются результаты испытаний. Кроме того, мы можем обрабатывать материалы, которые с трудом поддаются резанию стандартными инструментами, разрабатывать специальные инструменты, которые удовлетворяют особым потребностям клиентов, и обеспечивают поддержку для предоставления наиболее эффективного использования инструмента.

Центр технологий машинной обработки и Центральный японский технический центр компании Mitsubishi Materials сотрудничают с несколькими техническими центрами как внутри страны, так и за рубежом, чтобы предоставлять быстрые и эффективные решения, ориентированные на клиента, в любом месте и в любое время. Мы также поощряем обмен инновациями с университетами и другими учреждениями, чтобы стимулировать дальнейшие исследования и разработки в сфере технологий металлообработки. Кроме того, с июня 2016 года в Центре технологий машинной обработки действует программа Курса обработки металлов резанием. В рамках данного курса преподаются технологии для широкого спектра областей, включая основные и более сложные методики обработки, уменьшение износа инструментов,

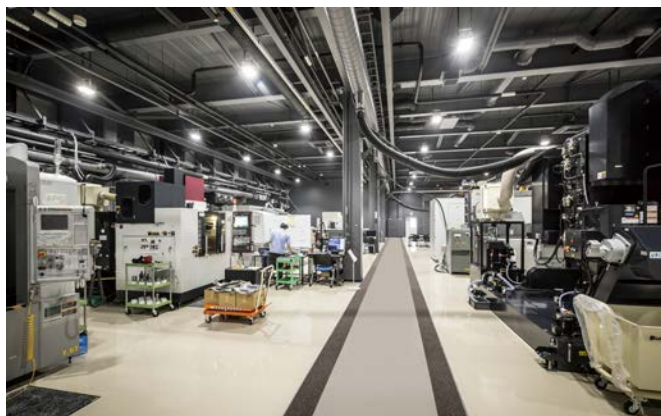
поиск и устранение неисправностей, а также модернизацию производственной линии с помощью ряда измерительных и аналитических устройств. Мы также планируем предлагать подобные услуги в Центральном японском техническом центре, чтобы обеспечить систематическую подготовку кадровых ресурсов и передавать самые передовые технологии обработки и производственный опыт инженерам.

Мы ищем и создаем решения в сотрудничестве с нашими клиентами. Миссия нового центра состоит в том, чтобы предлагать лучшие решения и услуги для индивидуальных потребностей клиентов и содействовать их успеху. Компания Mitsubishi Materials, достигая высот профессионализма в сфере производства, по-прежнему остается глобальной мастерской, которую выбирают все больше клиентов.

■ Функции технического центра



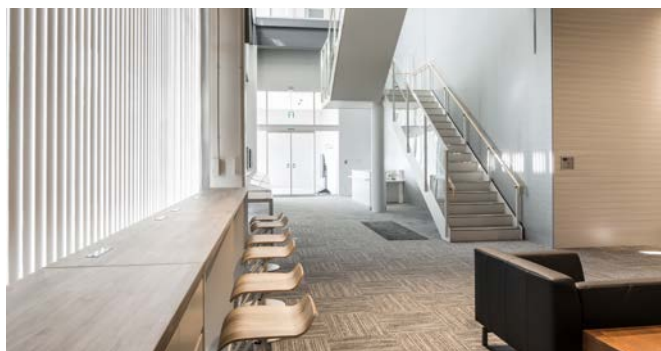
МЕХАНИЧЕСКИЙ ЦЕХ



КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛ



ВЕСТИБЮЛЬ/ПРИЕМНАЯ



Конкуренция в мировой аэрокосмической отрасли

фокус на

Производительность

IHI Corporation, Soma No.2 Aero- Engine Works

Стремление к созданию новой технологии изготовления для увеличения производства двигателей самолетов и космических аппаратов

Предприятие Soma No.2 Aero-Engine Works компании IHI Corporation изготавливает более 3500 деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов, таких как диски, блиски и шестерни. Этот завод, на котором насчитывается более 700 станков и используется свыше 100 000 производственных процессов, занимается мелкосерийным производством широкой номенклатуры изделий. Настоящая статья посвящена этому передовому предприятию обработки, поддерживающему мировую аэрокосмическую промышленность.

Ведущая компания по производству двигателей для самолетов и космических аппаратов в Японии

IHI Corporation работает в четырех основных направлениях: ресурсы, энергетика и окружающая среда; социальная инфраструктура, морские объекты; промышленные системы, общее машиностроение; воздушно-реактивные двигатели, космос и оборона. Двигатели для самолетов и космических аппаратов составляют от 60 до 70 % нашего

общего объема производства в Японии. Кроме того, компания IHI — основной подрядчик, занятый в производстве большинства самолетов, используемых японским министерством обороны. Мы также участвовали в международных совместных проектах по созданию широкого спектра авиационных двигателей для пассажирских самолетов, занимаясь разработкой,

изготовлением и поставкой модулей и деталей. Но и это еще не все. Накопленный нами опыт разработки и технологии изготовления используются при проведении технического обслуживания и ремонтных работ. Многие клиенты высоко ценят эти наработки, в том числе зарубежные авиакомпании, передающие техническое обслуживание своих самолетов компании IHI.

Предприятие Soma No.2 Aero-Engine Works компании IHI гордится самым современным оборудованием

Компания IHI занимается производством, сборкой и техническим обслуживанием авиационных двигателей на четырех заводах: Kure Aero-Engine & Turbo Machinery Works (Куре, Хиросима), Mizuho Aero-Engine Works (Мидзухо, Токио), Soma

No.1 Aero-Engine Works и Soma No.2 Aero-Engine Works (Сома, Фукусима). Soma Works, самый крупный завод компании IHI, находится в районе Онодай, в 10 км вглубь острова от побережья Тихого океана, в префектуре Фукусима.

Предприятие Soma No.1 Works было основано в 1998 году в качестве четвертой производственной базы направления «Воздушно-реактивные двигатели, космос и оборона». Ему были частично переданы функции завода авиационных двигателей в Танаши, включая изготовление деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов. В 2006 году остальные функции завода в Танаши были переданы Soma No.2 Works. Вдоль балок здания завода Works проложена электрическая проводка и трубопровод сжатого воздуха для запитки каждой единицы оборудования. Это позволяет размещать оборудование свободно, чтобы гибко реагировать на изменения спроса. На территории завода Works чисто и нет запаха масел, применяемых при обработке, что позволяет сотрудникам работать в комфортных условиях.





(Слева направо) Райоджи Такахаси: исполнительный директор; Масаёси Андо: инженер; Хацуо Окада: менеджер
Отдел инженерно-технического обеспечения производства, Soma No.2 Aero-Engine Works, направление «Воздушно-реактивные двигатели, космос и оборона»

Подробности изготовления деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов: Упорство в создании новой технологии обработки

Поскольку ожидается, что спрос со стороны аэрокосмической отрасли будет возрастать, повысится и потребность в экологически безопасных двигателях для самолетов и космических аппаратов. В связи с этим вызывает интерес производственный процесс на заводе Soma No.2 Aero-Engine Works, где изготавливают детали турбины низкого давления. Здесь мы публикуем интервью с исполнительным директором Рёджи Такахаси, инженером Масаёси Андо и менеджером Хацуо Окада из отдела инженерно-технического обеспечения производства предприятия Soma No.2 Aero-Engine Works.

Каким образом сильные стороны предприятия Works помогают компании IHI занять большую долю рынка?

Такахаси: «У IHI многолетний опыт и обширные знания в сфере изготовления и сборки деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов. Мы специализируемся на валах и деталях турбин низкого давления, которые высоко ценятся нашими клиентами. Наша компания выросла благодаря заказам от министерства обороны; однако с тех пор увеличился процент продаж двигателей для пассажирских самолетов и космических аппаратов. Кроме того, IHI — одна из немногих компаний, которые обладают широким спектром навыков и технологий, необходимых для осуществления всего процесса производства двигателей».

Могли бы вы подробнее рассказать об изготовлении деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов?

Такахаси: «Многие детали, из которых состоят двигатели для самолетов и космических аппаратов, изготавливаются из легких, но чрезвычайно прочных материалов, которые трудно обрабатывать резанием; при этом точность обработки большинства этих деталей должна находиться в пределах 0,01 мм.

Наши тщательно управляемые производственные процессы обеспечивают производство высококачественных деталей. Для разработки двигателя требуются испытания режущих свойств инструментов, и оценки эффективности, которые обычно занимают много времени, прежде чем удастся определиться с конечными производственными процессами. После регистрации инструментов для использования в производственных процессах сложно внести какие-то изменения. Разумеется, если производительность можно значительно повысить, то стоит подумать о замене не только инструментов, но и об изменениях в производственных процессах. Однако любые изменения должны соответствовать строго определенным процедурам. Поскольку мы обязаны следовать этим процедурам, проходить строгий контроль и получать согласования, нам необходимо все тщательно планировать во избежание дорогостоящих задержек. Это основополагающий принцип нашей

деятельности: мы должны разрабатывать такие производственные процессы, чтобы добиться высокой точности обработки и высокой производительности до начала массового производства».

Как сейчас обстоят дела с производством деталей двигателей для самолетов и космических аппаратов?

Окада: «В целях увеличения дальности полета активно ведется разработка самолетов нового поколения с высокой производительностью и высокой топливной экономичностью. Для двигателей, установленных на таких самолетах, требуются новые материалы с большей термостойкостью и меньшим весом».

Такахаси: «Поэтому в последние 10 лет при изготовлении двигателей все чаще используются композиционные материалы. Чтобы уменьшить выбросы CO₂ и снизить стоимость транспортировки, важно повысить эффективность использования топлива.





(Слева) Коширо Терасима, Mitsubishi Materials Corporation, Advanced Materials & Tools Company, отдел продаж, торговое представительство в Сендае

Вот почему все шире используются легкий, прочный углепластик и композиты с керамической матрицей. Между тем традиционные металлы по-прежнему востребованы, и для повышения их прочности разрабатываются металлические сплавы. Чем прочнее материал, тем тоньше и легче он может быть, что повышает эффективность использования топлива. Однако с развитием композиционных материалов и высокопрочных сплавов их обработка стала очень сложной. Увеличивается востребованность самолетов, а значит, воздушное движение становится интенсивнее, что приводит к ужесточению стандартов, регулирующих нагрузку на окружающую среду.

Какова взаимосвязь между совершенствованием материалов и развитием технологии обработки?

Такахаси: «Очень важно снизить вес. Например, снижение веса вращающихся деталей позволяет уменьшить вес подшипников и неподвижных элементов. Снижение общего веса двигателя значительно повышает эффективность использования топлива, что оказывает существенное влияние на эксплуатационные расходы. В то же время уменьшается и нагрузка на окружающую среду. Однако по мере повышения прочности материала усложняется его обработка. Для расширения отрасли требуется развивать технологии обработки. И режущие инструменты высокого качества, и соответствующие технологии обработки очень важны для снижения веса материала».

Андо: «Новейшие компоненты, используемые в аэрокосмической промышленности, изготавливаются из чрезвычайно дорогих труднообрабатываемых материалов. Поэтому важно разработать методы обработки, которые предотвратят повреждение продуктов даже тогда, когда инструмент ломается во время обработки. Мы не только стремимся производить продукцию высокого качества, снижая при этом затраты на обработку резанием, но и стараемся свести к минимуму повреждение продукции».

Окада: «Поскольку материалы продолжают совершенствоваться, современные методы обработки могут с ними не справиться. И даже если текущие технологии сохраняются, не стоит забывать, что материалы можно обрабатывать другими методами, такими как лазерная и электроэрозионная обработка. А режущие инструменты могут совершенно отличаться от используемых в настоящее время».

Окада: «Позвольте привести недавний пример. Нам нужно было значительно увеличить производительность дисков в ответ на увеличение производства аэрокосмических двигателей из-за растущего спроса. При изготовлении соединений типа «ласточкин хвост» для закрепления лопаток на диске мы традиционно применяли протягивание. Но протяжные станки очень дороги, а для изготовления инструмента требуется относительно долгое время. К тому же протягивание — это метод обработки с медленным резанием, что не позволяет значительно повысить производительность».

Поэтому мы начали искать совершенно новый метод обработки. Для черного вырезания «ласточкиного хвоста» мы впервые применили фрезерование. С начала разработки данного метода прошло два года, и мы практически готовы его внедрить. Достоинством фрезерования является стабильная доступность инструмента, а формы и материалы легко усовершенствовать. Производительность данного метода также значительно выше, чем при протягивании. Однако имеются и некоторые недостатки. Инструменты для протягивания стоят дешевле (в пересчете на объем обработки), чем используемые при фрезеровании. Для фрезерования нам необходимо было снизить общую стоимость инструментов, и мы достигли этой цели. Для этого мы уменьшили количество используемых инструментов, выбрав правильную траекторию перемещения и максимально увеличив срок службы инструментов. Хотя при переходе с протягивания на фрезерование мы столкнулись со многими проблемами из-за отсутствия опыта, молодые сотрудники упорно работали над преодолением каждой трудности. В самом начале, когда инструменты часто повреждались во время испытаний, я иногда чувствовал, что нам придется отказаться от этой затеи. Однако поддержка сотрудников Mitsubishi Materials помогла нам в поиске методов обработки, создании опытных образцов и оценке продукта. Усилия и энтузиазм инженеров обеих компаний привели к успеху».





Разработка ведущих технологий металлообработки и завоевание репутации лучшего завода в мире

Разработка первоклассных двигателей подразумевает достижение максимальной точности и минимального веса. Повышение точности ведет к снижению потерь энергии, а уменьшение веса увеличивает удельную производительность единицы веса. Благодаря этому улучшаются и экологические характеристики за счет снижения потребления топлива, шума и выбросов газов. Для этого необходимо постоянно совершенствовать свойства материалов, добиваясь высокой жаропрочности и снижения веса. И технологии обработки должны идти в ногу с прогрессом в этой области. Коллектив Soma No.2 Aero-Engine Works нацелен продолжать разработку новых продуктов на основе этих высоких технологий обработки.

В конце интервью Райоджи Такахаси, исполнительный директор отдела инженерно-технического обеспечения производства, сказал: «Существует определенная бизнес-модель для разработки двигателей для пассажирских

самолетов и космических аппаратов, и процент продаж IHI в этой сфере постепенно увеличивается. Это программа развития, международное сотрудничество. Разработка аэрокосмического двигателя требует чрезвычайно крупных затрат времени и денег. Таким образом, эта программа дает возможность совместной разработки в рамках международного партнерства между лучшими игроками в самых разных отраслях. Для того чтобы распределить риски, затраты каждого партнера на разработку пропорциональны его доле инвестиций. Кроме того, партнеры устанавливают долгосрочные стратегические отношения в связи с каждой деталью, за которую берут на себя ответственность, выполняя такие обязанности, как изготовление, техническая разработка, подготовка документации по изделию, послепродажное обслуживание (запасные части, техническое обслуживание двигателей). Сильные стороны компании IHI — это ее опыт в сфере комплексного производства большинства деталей двигателей для самолетов и

космических аппаратов, а также умение обсуждать с партнерами отдельные преимущества, такие как валы, детали компрессора, вентиляторов и т.д., чтобы они могли расширить спектр услуг, предлагаемых на рынке. Расширяя ассортимент запчастей в своей области специализации, IHI уверенно конкурирует на мировом рынке. Для того чтобы стать ведущим мировым производителем, IHI неуклонно стремится достичь и поддерживать мировой уровень своего производства, контроля качества и технологий обработки, чтобы обеспечить максимальные производственные возможности. Нас очень воодушевляет перспектива установки двигателей, разработанных компанией IHI, в пассажирские самолеты, двигателей, функциональная часть которых японского производства. Это общая мечта всех наших сотрудников, которые занимаются разработкой и производством самолетов в Японии». Работая в Soma на благо всего мира, мы продолжаем совершенствовать свои технологии на предприятии Soma No.2 Aero-Engine Works компании IHI.



ИСТОРИЯ КОМПАНИИ

MITSUBISHI

Выпуск 5

Сердце производства в центре Токио

Токийский завод

Компания Advanced Materials & Tool Company корпорации Mitsubishi Materials начала свою деятельность с производства твердосплавных инструментов TRIDIA в 1931 году, а Токийский завод сыграл главную роль в истории инструмента. Мало кто мог позволить себе такой завод посреди Токио, но Токийский завод Mitsubishi Materials пережил до- и послевоенное время, период бурного роста в 1960-70-х годах и финансового «мыльного пузыря» во второй половине 1980-х, поскольку он стал базой для производства твердосплавных инструментов.

Начало производства твердых сплавов

Токийский завод был расположен там, где сейчас находится центральный парк района Синагава. Завод действовал начиная с 1916 года в самом центре Токио, всего в нескольких минутах ходьбы от станции Симо-Симмэй железнодорожной линии Оимати (Токио), и проработал много лет до момента закрытия 25 лет назад. Компания Mitsubishi Materials начала работу над созданием твердосплавных инструментов 100 лет назад, когда по предложению Кояты Ивасаки был основан Институт научных исследований в области горного дела Mitsubishi Goshi Kaisha (Центральный исследовательский институт) как частное научно-исследовательское учреждение. Институт раньше других компаний занялся исследованиями вольфрама. В 1923 году он начал исследования твердых сплавов. В 1926 году немецкая компания Kupp запустила производство первого в мире твердосплавного инструмента WIDIA. Удивительные режущие свойства подтолкнули компании во всем мире активнее заниматься исследованиями твердых сплавов. Сотрудник Центрального исследовательского

института, который в то время находился в Англии, был поражен производительностью, когда он стал свидетелем работы продукта WIDIA. В Mitsubishi Materials сразу же осознали потенциал твердых сплавов и ускорили разработку. Преодоление препятствий оказалось огромной проблемой, и компания была вынуждена упорно трудиться восемь долгих лет, прежде чем ей удалось выпустить свой первый твердосплавный продукт TRIDIA в 1931 году. Когда Mitsubishi Materials перебазировала Институт научных исследований в области горного дела в Омию, отдел разработки твердых сплавов остался в Токио и продолжил функционировать под названием «Филиал в Ои».

Тяжелые условия ведения бизнеса во время войны

Начало Второй мировой войны в 1939 году оказало непосредственное влияние на отрасль. Увеличился спрос на военные поставки спеченного твердого сплава и стеллита, а сотрудники были отправлены на фронт. К 1943 году ежемесячное производство спеченных твердых сплавов превысило 1 тонну,

а производство стеллита — 3 тонны. Именно в это время завод стал работать независимо от Института научных исследований в области горного дела. Продолжая свою деятельность как Токийский металлургический завод, вскоре он стал предприятием государственного значения. В 1944 году завод был поврежден, когда военно-воздушные силы союзников ударили по городу, а после войны он оказался в списке активов, которые могли быть включены в послевоенные репарации, и столкнулся с риском конфискации. Однако ему удалось избежать этой участи, и сотрудники начали упорно работать над возобновлением производства. Производство твердосплавного инструмента обещало стать успешным бизнесом, но война сорвала планы. А послевоенные условия означали, что ни одна компания не могла позволить себе приобрести этот бизнес или даже инвестировать в него, что значительно ухудшило положение Mitsubishi Materials. Высшее руководство было вынуждено задуматься о сокращении производства и увольнении работников. Но профсоюз воспротивился таким планам, настаивая на том, что если из-за сокращения производства уволят хотя бы одного



Институт научных исследований в области горного дела во время основания. В этом здании начались исследования твердых сплавов.



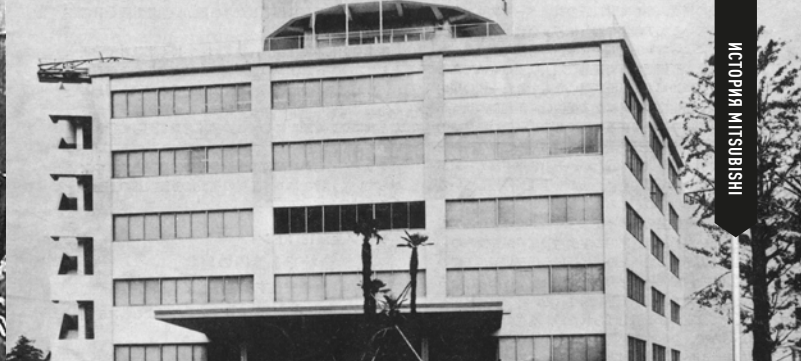
Токийский завод в период бурного экономического роста (около 1960 года)



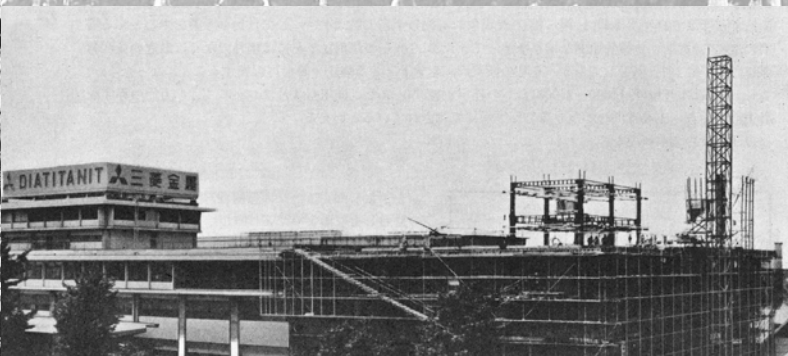
Токийский завод перед переносом производства на завод в Цукуба (около 1986 года)



Снимок на память, сделанный в 1937 году



Новое 6-этажное здание, отвечающее потребностям массового производства



Токийский завод неоднократно модернизировался и расширился



Работа с системами САПР



Проектирование инструментов



На этом месте теперь находится центральный парк района Синагава.

сотрудника, то завод должен будет закрыться. В конце концов 31 октября 1948 года у Mitsubishi Materials не осталось другого выбора, кроме как уволить большинство своих сотрудников, оставив лишь минимальное количество для обслуживания установок и технологических процессов. Но были надежды, что в скором времени все смогут вернуться обратно. Компания продолжала разрабатывать коронки горно-режущего инструмента для Европы и США и стремилась вернуться к довоенному состоянию. В декабре того же 1948 года производственные мощности снова открылись и уволенных сотрудников пригласили обратно.

Экономический рост и финансовый «мыльный пузырь»

В 1952 году Токийский металлургический завод был переименован в Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. Oi Plant (завод в Oi). После периода устойчивого экономического роста компания впервые после войны начала получать прибыль в 1955 году. Затем она постепенно наращивала производство, достигнув рекордной прибыли в течение трех последовательных кварталов, с первой

половины 1967 года по первую половину 1968 года. Завод превратился в крупное предприятие, на котором держалась вся компания. В 1969 году компания построила завод в Гифу, понимая, что хотя завод в Oi позволит ей стать лучшей компанией в Японии, одного этого завода недостаточно, чтобы добиться мирового первенства. В 1970 году завод в Oi был переименован в Mitsubishi Metal Corporation Tokyo Plant. Прошло 35 лет с момента запуска производства TRIDIA и того поворотного момента, когда компания решила вывести свою твердосплавную продукцию на мировой рынок.

Дух прошлого продолжает жить в настоящем

После преобразования из Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. Oi Plant в Mitsubishi Metal Corporation Tokyo Plant производство твердосплавных инструментов продолжало расти. Значительное расширение спроса в столь короткий период не могло не отразиться на обслуживании клиентов и возможностях разработки новой продукции. Поскольку завод располагался в центре города, было трудно наращивать мощности объектов, что

мешало компании расширять деятельность, в том числе обслуживание сотрудников и программы льгот. Чтобы решить эту ситуацию, руководство обсудило вопрос о переводе Токийского завода в поселок Исиге округа Юки (нынешний город Дзёсо), недалеко от научного города Цукуба в префектуре Ибараки. В марте 1992 года Токийский завод был перенесен в Цукуба. Дух независимости и стремление к успеху помогли Токийскому заводу пережить трудные времена. Этот дух передался всем сотрудникам. Прошло 85 лет с того момента, как компания Mitsubishi Materials вывела на рынок спеченные твердосплавные инструменты под маркой Tridia в 1931 году. И мы продолжаем передавать то, что было достигнуто за прошедшие 85 лет, на следующие 100 лет вперед, стремясь к дальнейшему развитию.



Токийский завод

ТЕХНОЛОГИИ

TORAY



Новые материалы,
которые меняют мир.
Полувековая история
углепластика.

Мечты о черном самолете

Пластик, армированный углеродным волокном (CFRP, или углепластик), который одновременно легче алюминия и прочнее железа, — это революционный материал, изменивший современное производство. Он нашел применение в различных сферах, таких как основные конструкционные элементы пассажирских реактивных самолетов. В Японии занялись исследованиями углеродных волокон в начале 1960-х годов. Мы взяли интервью о пятидесятилетней истории развития углеродных волокон и углепластика у исполнительного директора Сунсаку Нода и его заместителя Хироси Тайко из подразделения аэрокосмических технологий, отдела технологий перспективных композиционных материалов компании TORAY.

ТЕХНОЛОГИИ

КРУПНЫМ
ПЛАНОМЧто такое
углепластик?

CFRP представляет собой композит из углеродного волокна и смолы. Композиционные материалы содержат несколько компонентов, усиливающих определенные свойства, чего невозможно достичь с помощью одного компонента. Препрег TORAYCA® используется в производстве деталей самолетов. Лист препрега формируется из пучка тонких углеродных волокон (24 000 волокон толщиной 5 мкм) и пропитывается термореактивной смолой, такой как эпоксидная смола. Благодаря наслоению и отверждению такой материал приобретает высокую прочность и модуль упругости углеродного волокна.

Характеристики углепластика могут значительно меняться в зависимости от объема и расположения углеродных волокон (направление волокон, структура слоев препрега). Поэтому можно реализовать широкий спектр свойств, разрабатывая материалы для индивидуальных целей.

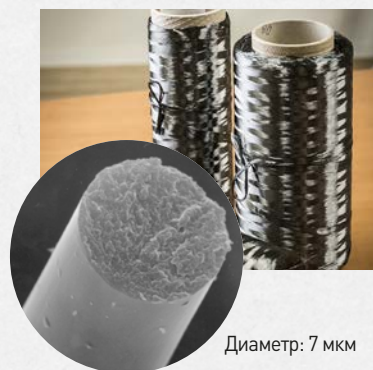
Характеристики углепластика.

- Углепластик — легкий материал: его относительный удельный вес составляет всего 1,7 — в четыре раза меньше, чем у железа.
- Предел прочности углепластика на растяжение достигает 7 ГПа.
- Предел упругости углепластика повышенной прочности достигает 630 ГПа.
- Он также обладает следующими характеристиками: исключительная стабильность размеров, гашение колебаний, высокая теплопроводность, немагнитность, коррозионная стойкость и высокая усталостная прочность.

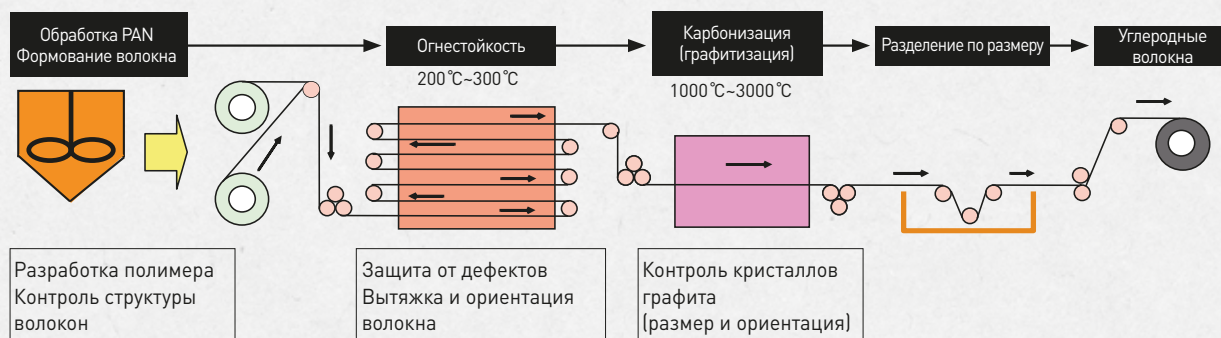
Процессы производства углеродного волокна.

Производство углеродного волокна на основе ПАН (полиакрилонитрила) состоит из четырех технологических процессов:

- 1) После первичной переработки полиакрилонитрильная масса прокачивается через машину для формования волокна.
- 2) Волокна подвергаются термообработке для повышения огнестойкости (окисление).
- 3) Затем их снова нагревают для карбонизации.
- 4) В завершение процесса поверхность обрабатывается.



Диаметр: 7 мкм

Процессы производства и технологии компонентов позволяют увидеть ограничения

Часть 1

1950 ~

Появление углеродного волокна,
исследования и разработки

Первое в истории углеродное волокно можно обнаружить в лампочке, изобретенной Томасом Эдисоном и Джозефом Суоном в конце XIX века. Нить накаливания, используемая в этой лампочке, была изготовлена из карбонизированного бамбукового волокна. Это было первое в мире углеродное волокно. Когда популярным материалом для изготовления нити накаливания стал вольфрам, об углеродном волокне постепенно забыли. В 1950-х годах углеродное волокно вновь привлекло внимание, когда Соединенные Штаты активно занялись исследованиями и разработкой наконечников форсунок для ракетных двигателей,

которые должны были отличаться чрезвычайной жаропрочностью.

Тем временем в 1959 году доктор Акио Синдо из Инженерно-технологического института в Осаке изобрел метод производства углеродного волокна путем карбонизации полиакрилонитрила (ПАН). С тех пор начались исследования и разработки углеродных волокон, а также их промышленное внедрение. Углеродное волокно чрезвычайно прочно, что делает его идеальным высокофункциональным компонентом в композиционных материалах. В 1967 году компания Rolls-Royce, один из ведущих мировых производителей двигателей для самолетов и космических аппаратов,

объявила о применении углепластика в реактивных двигателях. Почти в это же время в TORAY начали полномасштабную разработку углеродных волокон на основе акрилового волокна TORAYLONTM. В 1970 году компания TORAY приобрела патентную лицензию у доктора Синдо. Компании планируют деятельность, исходя из прогнозов будущих рыночных возможностей и торгового потенциала своей продукции. Руководство TORAY поверило в потенциал углепластика и сделало ставку на создание производственной системы, потребовавшей смелых инвестиций, которые сегодня составили бы немислимую сумму.

ТЕХНОЛОГИИ

2

1971 ~

Производство углеродного волокна и его потенциал

В следующем году [1971] компания TORAY начала производство и продажи TORAYCA®300, углеродного волокна повышенной прочности на основе PAN. Несмотря на то, что углеродное волокно привлекало внимание как материал нового поколения, его основные направления использования еще предстояло выяснить. Однако руководство TORAY решило построить новый завод производственной мощностью 12 тонн, крупнейшей в мире на тот момент. Это смелое решение основывалось на уверенности сотрудников TORAY в том, что однажды на высокопрочные материалы возникнет большой спрос. Кроме того, у высшего руководства была мечта о запуске в небо черного самолета, изготовленного главным образом из углепластика. Приблизительно в это же время инженеры Rolls-Royce испытывали большие трудности в разработке реактивного двигателя с применением углепластика.

Между тем, первым продуктом из углеродного волокна, который выпустила на рынок компания TORAY в 1972 году, были рыболовные удочки. Он весил примерно вдвое меньше других удочек, существовавших на тот момент, и, несмотря на сравнительную дороговизну, их характеристики высоко оценили на рынке. В том же году профессиональный игрок в гольф Гэй Брюэр использовал клюшки с черным стержнем из углепластика, и это помогло ему выиграть турнир "Taiheiyo Masters". Такие клюшки быстро получили широкое признание и игроки в гольф бросились их покупать. Затем углепластик стали использовать и в производстве теннисных ракеток, что сделало его еще более популярным. Однако пока он находил применение главным образом в сфере развлечений и спорта. Учитывая промышленный потенциал углепластика, сбыт в любом случае был низким.

Поворотный момент наступил в 1975 году. Нефтяной кризис, разразившийся в 1973 году, заставил авиастроителей уделять первоочередное внимание сокращению веса планера, чтобы помочь снизить потребление топлива. И тогда их внимание привлек углепластик как вторичный конструкционный материал для деталей, не влияющих напрямую на безопасность полетов. Именно тогда была реализована мечта TORAY о применении углепластика в производстве самолетов. На фоне применения углепластика для деталей самолетов Boeing и Airbus к 1988 году суммарное производство углеродного волокна TORAYCA® превысило 10 000 тонн. Многие зарубежные производители углепластика в таких странах, как Англия и Соединенные Штаты, решили отказаться от этого направления бизнеса из-за его низкой прибыльности; однако японские компании, передававшие свои технологии с расчетом на длительную перспективу, включая TORAY, продолжили разработку и производство углепластика на основе углеродных волокон с превосходными характеристиками. По итогам 2010 года доля японских производителей углеродного волокна на мировом рынке составила приблизительно 70 %.

3

1990 ~

Расширение применения углепластика в качестве конструкционного материала для самолетов

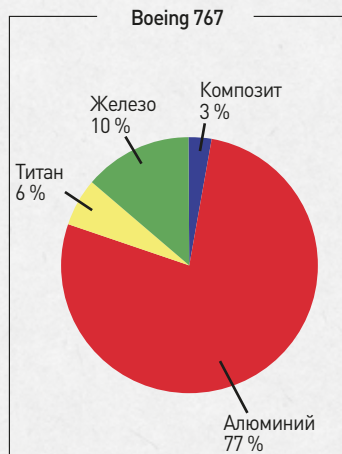
В 1990 году компания Boeing внедрила препрег TORAYCA® (листовой углепластик) в качестве основного конструкционного материала для корпуса воздушного судна

(включая важные детали, непосредственно влияющие на безопасность), что подтвердило его высокую надежность и функциональность. Прочность углепластика

на растяжение более чем в 10 раз превышает аналогичный показатель для железа, тогда как весит он в четыре раза меньше. Кроме того, углепластику можно придать самую разную форму.

В проекте Boeing 787, который начал разрабатываться в 2003 году, на углепластик приходится около 50 % общего веса самолета, включая корпус и крылья. В 2006 году TORAY и Boeing заключили долгосрочное комплексное соглашение о поставках углепластика, в рамках которого TORAY предоставляет основной конструкционный материал.

	Boeing 767	Boeing 787
Корпус воздушного судна	Алюминий	Углепластик
Основное крыло	Алюминий	Углепластик
Крыло хвоста	Алюминий	Углепластик
Закрылки	Углепластик	Углепластик



* (слоистая структура)

Промышленное применение повышает спрос на углепластик

В начале 2010-х годов мировой спрос на углепластик резко вырос, его стали применять для самых разных целей. Помимо спортивной и авиационной продукции, сферы его применения включают лопасти ветряных генераторов, крыши, автомобильные детали (например, приводные валы), резервуары для природного газа и транспортные средства на топливных элементах, элементы скоростных поездов, корпуса компьютеров и многое другое.

Композиционные материалы на основе углеродного волокна включены в базовую стратегию расширения TORAY. Управленческие ресурсы компании TORAY направлены на новые области роста, такие как автомобилестроение, авиастроение и другие отрасли, что поможет увеличить спрос на ее продукцию. В 2020 году TORAY планирует увеличить инвестиции в Северную Америку для расширения своей деятельности в этом регионе.

Прочность углеродного волокна на данный момент составляет лишь одну десятую от теоретически возможного показателя, что оставляет достаточно места для постоянного улучшения. Стоимость углеродного волокна пока не позволяет ему завоевать популярность на рынке. Однако по мере того, как применение этого материала в автомобильной промышленности будет расширяться, производство станет более массовым, и тогда стоимость углеродного волокна может значительно снизиться, а спрос на него в ближайшем будущем резко возрастет.

Прошло почти полвека с тех пор, как компания TORAY наладила первое в мире

коммерческое производство углеродного волокна. Потребовались постоянные усилия и длительный период времени, чтобы найти стабильные рынки сбыта. Что же заставляло сотрудников компании все эти годы работать так долго и упорно? Корпоративные принципы TORAY и долгосрочная стабильность, подкрепленная сильным желанием высшего руководства увидеть в воздухе самолет, созданный с использованием углепластика. Мы продолжим совершенствовать углепластик как самый передовой материал с широкими функциональными возможностями, доступный для мировой промышленности.



Спрос на материал из углеродного волокна



Обращаясь к истории углепластика

Нода: Мы очень рады, когда продукция, которую мы разрабатываем, меняет мир к лучшему — например, сокращает потребление топлива в аэрокосмической отрасли. Производство углепластика стало стратегически важной частью бизнеса компании TORAY, и мы нацелены на дальнейшее расширение этого бизнеса как фундаментальной составляющей нашей деятельности. В отличие от высокого уровня развития металлических материалов, типы, необходимое количество и сферы применения композиционных материалов на основе углеродного волокна остаются неизвестными. Однако мы считаем, что возможности углепластика не ограничены,

и мы продолжим их изучать, чтобы менять мир к лучшему.

Тайко: Любовь к авиации с самого детства привела меня к карьере, связанной с самолетами и ракетами. Как человек, который занимается исследованиями и разработками в этой области, я мечтаю однажды оказаться на борту самолета, сделанного из материалов, созданных мной. Углепластик, который использовался при изготовлении Boeing 787, был разработан старшими научными сотрудниками отдела исследований и разработок, я принимал лишь косвенное участие в этом проекте. Надеюсь, в один прекрасный день моя мечта осуществится.



TORAY Industries, Inc.,
Отдел технологий перспективных композиционных материалов (аэрокосмическая отрасль)
(Слева) Сунсаку Нода, исполнительный директор
(Справа) Хироси Тайко, заместитель исполнительного директора



Рассказ мастера

Выпуск 6

Кадзю Янагида:
Gifu Aero Group, аэрокосмический отдел
(работает в компании с 1997 г.)

Тадаси Яамото:
Gifu Aero Group, аэрокосмический
отдел (работает в компании с 2008 г.)

**Сверло для
обработки углепластика:**

Серия МС

Разработка новых материалов

После запуска в 2011 году самолета Boeing 787 применение углепластика как нового материала для корпуса, основных крыльев и других элементов аэрокосмической промышленности постепенно увеличилось. В отличие от металлов, углепластик состоит из углеродного волокна и смолы, поэтому для обработки данного материала требуются новые методы. Мы взяли интервью у сотрудников авиаинженерной группы в Гифу (Gifu Aero Group), которые разрабатывали методы обработки этого важного материала.



Какие явления характерны для обработки углепластика?

– Что является основой развития?

Янагида: Компания Mitsubishi Materials уже более 10 лет поставляет клиентам сверла для обработки углепластика. Используя технологические решения, накопленные за долгие годы, мы расширили возможности сверления различных материалов из углепластика.

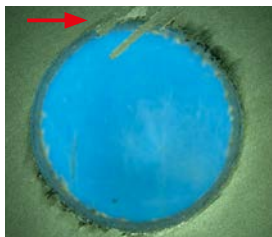
Углепластик состоит из слоев углеродного волокна и смолы, которые проходят термообработку. Он примерно в четыре раза легче стали, но при этом в 10 раз прочнее. Это устойчивый к коррозии жаропрочный материал с повышенной жесткостью. Слои углеродного волокна в углепластике твердые, но хрупкий, тогда как слой смолы мягкий, но более гибкий.

Ямамото: Поэтому при обработке углепластика возникают явления, принципиально отличные от того, что происходит при обработке металлов. Основные дефекты, возникающие при сверлении углепластика, — это необработанные волокна, расслаивание из-за слоистой структуры и обратное противодействие сложного углепластика и металла (стирание металлической стружкой стенок отверстия в углеродном слое стопки, когда она продвигается по канавкам сверла). Мы начали работу над проектом с проверки данных явлений, чтобы полностью изучить механизм образования дефектов.

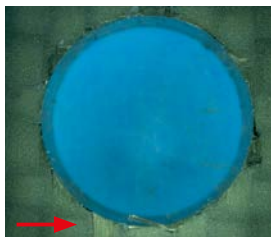
Янагида: Для изготовления деталей самолетов используются два типа материалов на основе углепластика. Один содержит смолы с терморезистивными свойствами, а другой материал многослойный - из слоев алюминия или титана в углепластике. Также существуют два основных метода обработки: первый — автоматическая обработка, например, на обрабатывающем центре, а второй — сверление ручным инструментом.

Примеры дефектов отверстий, просверленных в углепластике

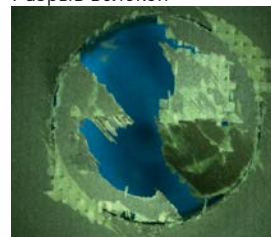
Вход: Необрабатываемое волокно



Выход: Отслаивание



Разрыв волокон



Для столь различных материалов и методов обработки чрезвычайно сложно создать один универсальный тип сверла. Поэтому в рамках данного проекта мы разработали серию МС из семи различных сверл для широкого спектра материалов на основе углепластика и выпустили их на рынок в апреле 2017 года.

Структура канавок сверла МСА снижает повреждение многослойных материалов

– Не могли бы вы представить нам некоторые из этих семи продуктов?

Янагида: Я покажу вам два типа МСА и МСС. Сверло МСА используется для обработки многослойных материалов из углепластика и алюминия. Мы стремились значительно улучшить производительность сверл по углепластику, которые в течение последних 10 лет выпускались специально для этой цели. Обычно нам приходится сверлить многослойные материалы из углеродного волокна и алюминия. При обработке одним и тем же сверлом углеродное волокно и алюминий ведут себя совершенно по-разному. Основная проблема заключается в повреждении сходящей стружкой. Когда сверло проходит сквозь углепластик и начинает сверлить алюминиевый слой, вытесненная алюминиевая стружка может врезаться в поверхность углепластика. В результате диаметр отверстия в слоях углепластика и алюминия будет разным. Чтобы это предотвратить, мы изменили конструкцию канавки сверла МСА.

Ямамото: Основное внимание мы уделили ширине канавок. Обычно она одинакова по всей длине сверла; однако в сверле

МСА канавки постепенно расширяются по направлению вверх от режущей кромки. Канавки задуманы узкими вначале для создания мелкой стружки, а затем расширяются, чтобы стружка легче проходила по ним, не соприкасаясь с поверхностью отверстия.

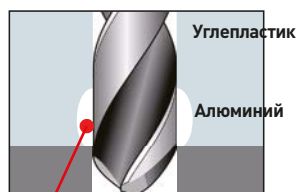
Янагида: Для плавного отвода стружки мы применили технологию сверл MWS от Mitsubishi Materials, используемых для сверления глубоких отверстий. Это требовалось для повышения качества поверхности отверстий, что было обычной проблемой при обработке как многослойных материалов, так и глубоких отверстий. При разработке сверла МСА мы также использовали технологию сверл MHE, которые применяются для сверления автомобильных ступиц. Сверла MHE используются для создания отверстий для болтов на ступицах, которые соединяют оси и колеса автомобиля. Диаметр отверстий в каждой ступице должен быть очень точным, а качество поверхности отверстий должно быть чрезвычайно высоким. Чтобы стружка не повреждала поверхность отверстий ступицы, сверло MHE должно было иметь более узкие канавки, чем в обычных сверлах.

Ямамото: В итоге сверло МСА объединило в себе функции и технологические тонкости сверл MWS и MHE. Таким образом, сверло сначала образует мелкую стружку, которая сходит по узкому участку канавки. Затем стружка направляется по расширенной верхней части канавки и отводится не повреждая стенку отверстия.



МСА

■ Повреждение сходящей стружкой



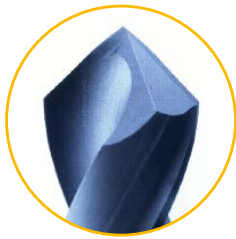
Увеличение диаметра отверстия при обработке пакетных материалов из углепластика и металла

■ Новая форма канавки

Конструкция канавки позволяет сократить площадь соприкосновения стружки со стенкой отверстия в слое углепластика, благодаря чему стружка легко удаляется. Эта система предотвращает повреждение сходящей стружкой.



Стружка соприкасалась с внутренней стороной углепластика, вызывая повреждение.



■ Угол при вершине сверла 90°

Острый угол при вершине сверла сокращает нагрузку с начала обработки, и сдерживает расслаивание.

Положительный угол кромки обеспечивает качество сверления

– Расскажите о предыстории разработки сверла МСС.

Ямато: Хотя сверло МСС специально спроектировано для обработки углепластика, в элементах аэрокосмической промышленности также используются многослойные материалы. В автомобильной промышленности и ветроэнергетике также используются материалы на основе углепластика. Клиентам, обрабатывающим материалы из углепластика, часто приходится сверлить отверстия в тонких пластинах.

Янагида: Сложнее всего при этом было уменьшить отслаивание материала по краям отверстий. В отличие от пакетного материала, в углепластике нет металлического слоя на выходе из отверстия, и он не повреждается сходящей стружкой. Однако на выходе из отверстия материал может расколоться, и тогда он не будет компенсировать сопротивление резанию при проникновении сверла в слой углепластика, в результате чего на выходе образуются задиры.

Ямато: Мы поставили во главу угла остроту сверла МСС для облегчения обработки углепластика и уменьшили сопротивление резанию, чтобы предотвратить отслаивание материала. Главная особенность сверла

МСС — острая режущая кромка. Обычно у сверла отрицательный передний угол, поскольку важнейшие задачи — это сопротивляемость отгибанию и продление срока службы инструмента. Однако такое сверло не способно резать твердые слои углеродного волокна равномерно, а значит, у сверла МСС есть преимущество — более четкую геометрию. Оно не только равномерно режет углепластик, но и сдерживает отслаивание и появление необрабатываемых волокон на выходе из отверстия. Кроме того, благодаря углу режущей кромки в 90° сокращается усилие при начале сверления, что также помогает уменьшить отслаивание.

– Каковы особенности покрытия?

Ямато: Механические свойства углепластика таковы, что они вызывают абразивный износ, сразу после начала обработки сверлом из спеченного твердого сплава без покрытия. Для решения этой проблемы мы применили алмазное покрытие CVD для сверл MCA и МСС чтобы повысить износостойкость.

Янагида: А чтобы сделать режущую кромку максимально острой, необходимо было продумать и ее форму, и размер частиц алмазного покрытия. Частицы нового алмазного покрытия, разработанного компанией Mitsubishi Materials, чрезвычайно мелкие, что значительно усиливает адгезию. Таким образом мы смогли увеличить срок службы инструмента примерно в 10 раз по сравнению с обычными покрытиями.



МСС

– Что вы предприняли для повышения остроты режущей кромки?

Ямато: Чтобы повысить остроту, что было нашим приоритетом, мы искали наилучший метод обработки кромки и максимизации углов спирали, передний угол и угол зазора, то есть базовые элементы любого сверла. Мы исследовали различные комбинации углов в поисках варианта, который защитит сверло от повреждений. В целом чем больше значение этих углов, тем острее кромка. Однако спеченный твердый сплав — хрупкий материал с ограниченной сопротивляемостью отгибанию. Кроме того, реальная производительность зависит как от характеристик сверла, так и от материалов, поэтому для оценки производительности нам пришлось неоднократно испытать сверла в работе.

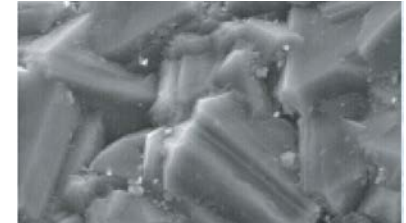
Как упоминалось ранее, для увеличения остроты важно правильно обработать режущую кромку. У стандартных сверл производства Mitsubishi Materials на кромках есть крошечные дефекты, которые образуются на стадии предварительного покрытия. Однако режущая кромка сверла МСС обрабатывается совершенно иным способом, что позволяет сделать ее по-настоящему гладкой и ровной. С новым методом обработки кромки сверло стало не только острее, но и прочнее, благодаря чему увеличился срок службы инструмента и улучшилось качество отверстий.

■ Канавка с глубоким передним углом

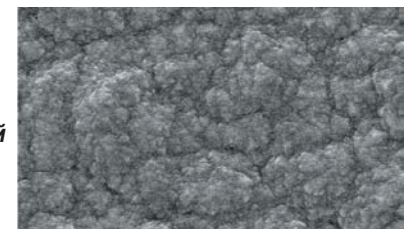
Более вертикальный передний угол по отношению к оси вращения сверла делает кромку острее, благодаря чему значительно сокращается вероятность появления необрабатываемых волокон и отслаивание материала.

■ Сравнение мембранной поверхности алмазного покрытия, нанесенного химическим осаждением паров

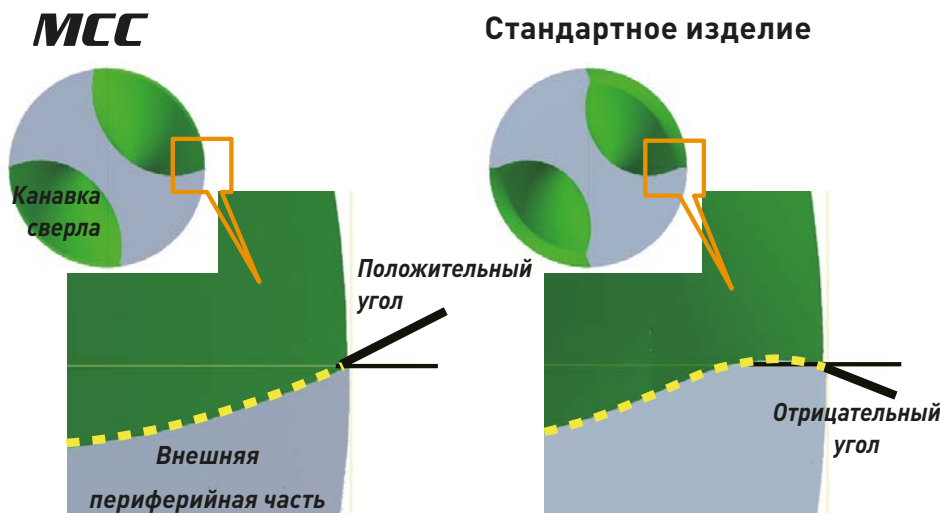
Уникальное алмазное покрытие CVD обеспечивает одновременно износостойкость и гладкость сверла.



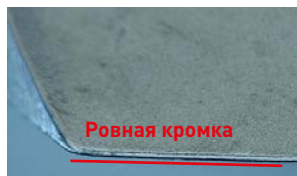
Стандартное изделие



Новое покрытие



■ Оптимизация формы (сравнение кромок)



Стандартная обработка кромок

Новый способ обработки кромок для углепластика

■ Сокращение радиуса повышает остроту

■ Ровная кромка продлевает срок службы

Янагида: Работая над созданием серии МС, мы провели совместное исследование с Венским техническим университетом (TU Wien) в Австрии. Когда нам потребовалось испытать режущие свойства опытных образцов сверл с различной толщиной покрытия, формой режущей кромки и передним углом, мы обратились за помощью в TU Wien. Сотрудники университета предоставили нам множество ценной информации, и это во многом определило успех столь важной инновации.

тип точильного бруска, — и по мере развития нашего инженерного чутья создаем все новые и новые опытные образцы.

Ямамото: Мы раз за разом пересматривали режимы шлифования, чтобы добиться максимальной остроты инструментов. В ходе данных процессов мы отбирали наиболее перспективные опытные образцы для дальнейших испытаний и просили клиентов проверить их качество и производительность. Было очень приятно слышать отзывы вроде: «Это сверло намного лучше того, которым мы сейчас пользуемся».

Янагида: Поскольку мы сами конструировали, изготавливали и испытывали опытные образцы, то сразу же замечали даже малейшие изменения в их производительности. Поскольку опытные образцы серии ММС создавал Ямамото, у него были кое-какие идеи, которые он применил при разработке. Это помогло нам выпустить замечательный инструмент.

– **Могли бы вы рассказать о планах по дальнейшей разработке сверл для материалов из углепластика?**

Янагида: Важнейшее требование к производству авиационных запчастей — это безопасность. Еще одна важная задача — продление срока службы инструмента, но самое главное для нас — это качество отверстия. И мы стремимся добиться успехов в обоих направлениях. По нашим прогнозам, прочность углепластика увеличится, а также

появятся новые многослойные материалы со слоями из нержавеющей стали. А это значит, что обрабатывать такие материалы будет значительно труднее. Mitsubishi Materials продолжает совместные исследования с производителями углеродного волокна и работу с ведущими университетами, чтобы лучше понять, как следует обрабатывать углепластик, чтобы отвечать постоянно меняющимся потребностям рынка.

– **В заключение интервью что бы вы хотели сказать клиентам Mitsubishi Materials?**

Янагида: Материалы из углепластика пока не описаны в классификациях стандартов JIS и ISO. Углеродное волокно бывает различной толщины; также существует множество типов смол для углеродного волокна и методов его плетения. Поэтому для обработки материалов необходимо подбирать такие сверла, которые обеспечат наивысшее качество отверстий. Мы готовы помочь клиентам в решении этого вопроса — пожалуйста, обращайтесь!

Ямамото: В каталоге серия МС описывается как стандартная продукция. Однако, по моему мнению, эти сверла необходимо подбирать с учетом индивидуальных потребностей клиентов. Мы стремимся сделать это быстро и эффективно: звоните, пишите — проконсультируем.

Трудности и достижения при разработке новых материалов

– **С какими трудностями вы встретились в процессе разработки сверла МСС?**

Ямамото: Решая вышеуказанные задачи, мы познакомились с особенностями обработки углепластика. Меня направили в аэрокосмический отдел Gifu Aero Group, когда он только был создан, в октябре 2016 года, чтобы начать разработку сверла МСС. У меня был опыт создания сверл для обработки металла, но разработкой инструмента для сверления углепластика я занялся впервые.

Янагида: Разработчики этого отдела, в том числе Ямамото, создавали опытные образцы. Мы сами управляем заточным станком для инструментов, выбирая наилучшие условия — угол заточки, скорость,

■ Линейка продукции серии МС

Обработка инструмента	Обработка материала	Станок с ЧПУ	Ручной инструмент
CFRP	CFRTP	Для простого углепластика MCC DD210S	Для обработки простого углепластика ручным инструментом MSSH DT2030
CFRP	Al	Для многослойного материала CFRP/Al MCA DD2110	Для обработки многослойного материала CFRP/Al ручным инструментом MCAH DT2030
CFRP	Ti	Для многослойного материала CFRP/Ti MCT TF15	Для высокоточного сверления отверстий в многослойном материале CFRP/Ti MCW HT110

*CFRTP — термопластичная смола, усиленная углеродным волокном



Исследовательская база, которая помогает авиационной отрасли, разрабатывая материалы и покрытия

О КОМПАНИИ

Центральный исследовательский институт
Отдел тонких пленок и покрытий

Отдел тонких пленок и покрытий Центрального исследовательского института корпорации Mitsubishi Materials занимается исследованиями и разработкой материалов и покрытий, значительно повышающих эффективность работы режущих инструментов. Данная статья познакомит вас с этим учреждением высшего уровня и с его научно-исследовательской деятельностью.

Спросите
руководителя!

Такатоси Осика
Руководитель Отдела тонких пленок и покрытий
Центрального исследовательского института

Добавление ценности за счет новых процессов и технологий, помогающих создавать уникальные материалы.



Передовые исследования и разработки с использованием современных технологий анализа и оценки

Институт научных исследований в области горного дела Mitsubishi Materials Corporation, первый частный НИИ Японии, был основан в 1917 году в Синагаве. После переезда в г. Омия (сейчас г. Сайтама) в префектуре Сайтама он начал новую деятельность в качестве Центрального исследовательского института. В 2007 году учреждение начало работу в г. Нака, префектура Ибараки, с тремя филиалами в Омия, Онахама и Китамото. В этом году исследовательский институт отмечает свое столетие. В Отделе тонких пленок и покрытий трудится наибольшее число научных сотрудников института. Отдел экспериментирует с составом, текстурой и поверхностями трудносжигающихся композитных материалов и функциональных покрытий на наноуровне, чтобы создавать материалы с совершенно новыми характеристиками. Руководитель отдела Такатоси Осика рассказал о сильных сторонах работы института. «Мы установили самое современное оборудование и приборы, которые есть только в некоторых НИИ Японии, и привлекли к работе многих выдающихся исследователей, профессионалов высшего уровня. Девять других отделов института работают над широким кругом исследовательских тем, включая анализ материалов и разработку материалов для электронных приборов. Благодаря сотрудничеству между отделами мы можем быстро внедрять различные технологии. По моему мнению, это главное

преимущество Mitsubishi Materials. В сущности за счет интеграции технологий, разработанных в ходе реализации различных проектов, мы выпускаем один новый продукт за другим. Среди них — самый тонкий в мире гибкий термисторный датчик».

Отдел тонких пленок и покрытий разработал базовые технологии, которые применяются для производства инновационных продуктов — например, сплавов UC5105/ UC5115. Покрытие CVD для сплавов UC, теперь имеет более длительный срок службы и повышенную износостойкость за счет использования технологии покрытия Al₂O₃. «В настоящее время мы разрабатываем элементную технологию для сверл PCD, которые используются в обработке углепластика. Базовая конструкция материала уже готова. Кроме того, мы работаем над созданием алмазных покрытий для сверления углепластика и надеемся в ближайшем будущем внедрить эту технологию в новые продукты, — добавляет Такатоси. — Еще одно направление нашей деятельности — это совершенствование инновационных технологий». Например, если в ходе исследования обнаруживается, что прочность покрытия можно увеличить вдвое, уменьшив частицу вещества, приходится изменять конструкцию устройства, которое эти частицы изготавливает. Результат этих усилий — устройство, аналога которому нет во всем мире. Я верю, что благодаря таким разработкам и использованию оборудования, добавляющего высокую ценность, мы можем создавать инновационные материалы. Это как волшебный мяч в бейсболе. Вместо того, чтобы пытаться улучшить нашу "подачу",



мы стремимся создать "волшебный шар, который никто не может отбить". Разработка инновационных продуктов — вот наша миссия».

Разработка материалов с алмазным покрытием CVD для обработки углепластика

Кадзутака Фудзивара пришел в Mitsubishi Materials 20 лет назад, а 10 лет назад его направили в Центральный исследовательский институт. В последние пять лет он занимается исследованиями и разработками алмазных покрытий для режущего инструмента. «По сравнению с отделами разработки на производстве наш институт меньше взаимодействует с клиентами напрямую, — отмечает Фудзивара. — Именно поэтому я всегда стараюсь поддерживать тесные отношения с разработчиками производственных предприятий: ведь они часто общаются с клиентами и лучше понимают их потребности. Ориентируясь на эти потребности, я пытаюсь выявить те фундаментальные принципы, которые могут лечь в основу новых гипотез. А результаты этой работы приводят к резкому улучшению рабочих характеристик продукта. Я счастлив, когда продукция, созданная по новой технологии, которую мы разработали, получает признание на рынке». Сейчас Фудзивара занимается исследованиями и разработкой алмазных покрытий для режущих инструментов из углепластика, используемого в корпусах воздушных судов. «Mitsubishi Materials уже выпустила на рынок сверла и концевые фрезы с покрытиями из разработанных нами материалов. Сейчас мы работаем над новыми покрытиями, характеристики которых будут еще лучше».

Стремление к разработке уникальных технологий, которые можно применить в производстве новой продукции

Кроме однослойного углепластика, в производстве авиационных запчастей используются композиционные материалы —

углепластик с алюминием или с титаном. Чтобы обрабатывать разные материалы одним инструментом, требуется значительно улучшить его эксплуатационные характеристики. Качество алмазного покрытия, необходимого для обработки таких композиционных материалов, обязательно должно быть высоким. «При обработке одного только углепластика чем больше процент алмазных частиц, то есть чем тверже материал покрытия, тем лучше оно выполняет свои функции, — объясняет Фудзивара. — С другой стороны, если мы увеличим содержание алмазных частиц в инструменте для обработки металлов, таких как алюминий и титан, то покрытие будет взаимодействовать с этими материалами. Это может вызвать адгезию, снизить точность обработки и сократить срок службы инструмента. Разрабатывая алмазные покрытия, мы должны разрешить эти противоречащие друг другу проблемы и добиться превосходного качества обработки обширного количества материалов с помощью одного и того же покрытия, значительно продлевающего срок службы инструмента». Фудзивара работает над созданием алмазных покрытий, наносимых химическим осаждением паров, которые увеличат срок службы инструмента в три раза по сравнению с существующими материалами. Выпуск этих покрытий запланирован на 2018 год, поэтому все участники его научно-исследовательской команды трудятся не покладая рук. «Миссия Центрального исследовательского института заключается в создании самых современных технологий. Мы рады создавать такие технологии, на которые способна только компания Mitsubishi Materials и благодаря которым наши клиенты могут гордиться своей продукцией, изготовленной с помощью наших инструментов».

Спросите исследователя!

Кадзутака Фудзивара
Руководитель Отдела тонких пленок и покрытий
Центрального исследовательского института

Работает над разработкой алмазного покрытия CVD, которое втрое увеличивает срок службы инструмента по сравнению с существующими продуктами.



Особенности Центрального исследовательского института

1

Самые современные аналитические приборы



2

Активный обмен информацией между исследователями в комфортной для общения среде



3

Богатая библиотека технической литературы для научно-исследовательской работы



НА ПЕРЕДОВОЙ

Выпуск 5

Разработка вращающихся инструментов нового поколения

В авиастроении заметно чаще используются труднообрабатываемые материалы. К сожалению, эти материалы существенно сокращают срок службы инструментов. Откликаясь на рыночный спрос на инновационные методы обработки, которые резко увеличивают срок службы инструмента при работе со специальными материалами, компания Mitsubishi Materials уделила особое внимание разработке вращающихся режущих инструментов нового поколения. В этой статье мы подробно расскажем о двух типах таких инструментов — приводных для многофункциональных станков и с пассивно вращающейся пластинкой для обрабатывающих центров общего назначения.

ПРОЕКТ 1

Создание самовращающегося инструмента

Разработка режущих инструментов с пассивно вращающейся пластинкой для многофункциональных станков

Около 20 лет назад Mitsubishi Materials впервые создала вращающиеся режущие инструменты, которые поворачивали пластины во время обработки. В них был применен инновационный на тот момент механизм, создающий вращение за счет сопротивления резанию. Это значительно уменьшило пограничный износ — одну из главных причин, по которой сокращается срок службы инструмента при резке труднообрабатываемых материалов. Несмотря на то что вращающаяся фреза первого поколения заслужила высокую оценку, из-за сложности ее механизма жесткость конструкции была недостаточной. Кроме того, инструмент стоил дороже, чем стандартные державки. Некоторые клиенты продолжали пользоваться им, но спрос постепенно падал. Между тем в это время уже разрабатывались новые вращающиеся режущие инструменты. Новые разработки опирались на технологические решения, накопленные компанией за время работы над первыми инструментами. К разработке нового механизма вращения исследователей подтолкнуло появление многофункциональных станков. В первых токарных инструментах режущие пластины вращались за счет сопротивления, возникающего в процессе резания. Поскольку сопротивление зависело от условий резания, момент вращения создавался неравномерно и добиться стабильного результата обработки было трудно. Специалисты предположили, что если каким-то образом создать стабильный, заранее заданный момент вращения, не зависящий от условий резания, то это проложит

путь к разработке нового типа вращающегося инструмента. О таком инструменте задумались около десяти лет назад.

В то время приводными вращающимися режущими инструментами занимался профессор Сасахара из Токийского университета сельского хозяйства и технологий. Какое-то время специалисты Mitsubishi Materials консультировались у сотрудников этого университета, а затем три года назад начались полномасштабные совместные исследования. Многофункциональные станки позволили произвольно управлять поворотом инструмента, благодаря чему и стало возможным создание приводных вращающихся фрез.

Еще одна полезная функция многофункциональных станков — свободная настройка углов касания. С ее помощью исследователи смогли подобрать наилучшее сочетание условий резания и углов касания инструмента.

Для выбора верного угла касания эта функция так же важна, как и определение частоты вращения (скорости вращения инструментов). Толщина стружки, которая в значительной мере влияет на срок службы инструмента и направление отвода, меняется в зависимости от базовых условий резания, таких как скорость, подача и величина реза. Помимо этих факторов, при разработке новой конструкции тестировались различные углы поперечного наклона. Неверно подобранный угол мог отрицательно сказаться на условиях резания. К решению этой проблемы Mitsubishi Materials привлекла профессора Сасахару.

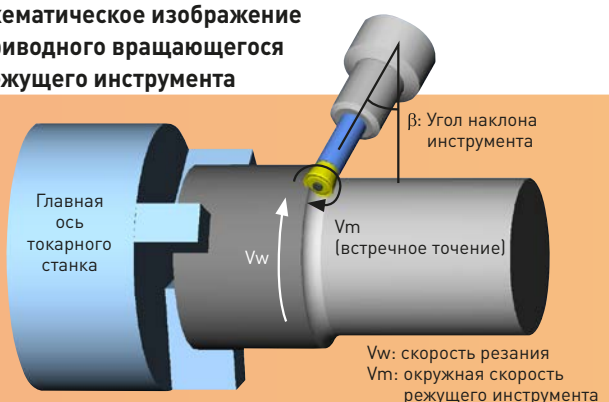
Он оценивал данные, полученные в ходе тестов, с теоретической точки зрения.

Однако наибольшая трудность при разработке форм фрезы заключалась в том, что нужно было минимизировать несовпадение центров при прикреплении режущей пластины к инструменту. При большом смещении возникает эксцентричное вращение против оси инструмента, которое изменяет величину резания. В результате реальные размеры обрабатываемой детали не совпадают с заданными. Кроме того, изменение величины резания приводит к нестабильности сопротивления, что порождает вибрации и повреждение режущих пластин.

После неоднократных попыток несовпадение центров пластины и режущего инструмента удалось уменьшить до 0,01 мм.

Еще одна важная особенность нового режущего инструмента — внутренняя подача охлаждающей жидкости. Конструкция инструмента предусматривала подачу охлаждающей жидкости из пространства между установочным отверстием и прижимным винтом. В таком механизме при установке пластины на режущий инструмент усилие зажима снижается, однако остается достаточной благодаря уникальной конструкции. Инструмент стабильно вращается вокруг своей оси, равномерно рассеивая тепло, выделяемое при резании, по всей окружности фрезы. Внутренняя подача охлаждающей жидкости позволяет эффективно охлаждать всю режущую пластину целиком и равномерно удалять стружку.

■ Схематическое изображение приводного вращающегося режущего инструмента





Процесс обработки

Прототипы новых механизмов

Увеличение срока службы инструмента почти в 10 раз по сравнению с режущими инструментами для общей обработки

Новые приводные вращающиеся режущие инструменты имеют следующие преимущества:

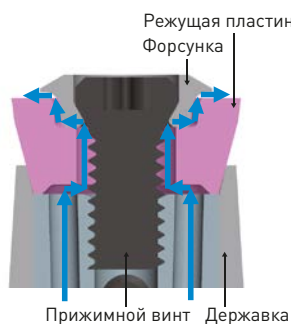
1. Поскольку абразивный износ инструмента равномерно распределяется по всей окружности режущей пластины, срок его службы увеличивается.

2. Стабильное вращение инструмента вокруг своей оси эффективно рассеивает тепло, выделяющееся при резании, а внутренняя подача охлаждающей жидкости позволяет значительно уменьшить абразивный износ режущей пластины.

3. Уникальная конструкция высокоточного и жесткого зажимного устройства обеспечивает надежность и эффективность обработки.

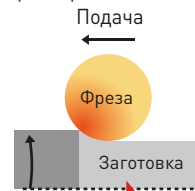
Этим особенности значительно продлили срок службы инструмента при обработке Inconel718 по сравнению со стандартными режущими инструментами. Кроме того, приводные вращающиеся фрезы подходят для резания не только труднообрабатываемых материалов (например, жаропрочных сплавов), но и композитов со слоями из алюминия и железа. Это особенно важно для снижения общих эксплуатационных издержек: продлив срок службы инструмента, клиент избавляется от необходимости часто менять режущие пластины — при автоматической обработке или в условиях, когда со множеством станков работает всего несколько операторов.

■ Схема внутренней подачи охлаждающей жидкости



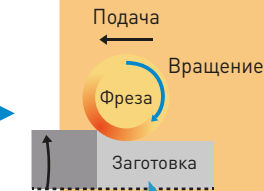
■ Приводной механизм режущего инструмента

Поворачивает заготовку и обрабатывает ее в фиксированной точке



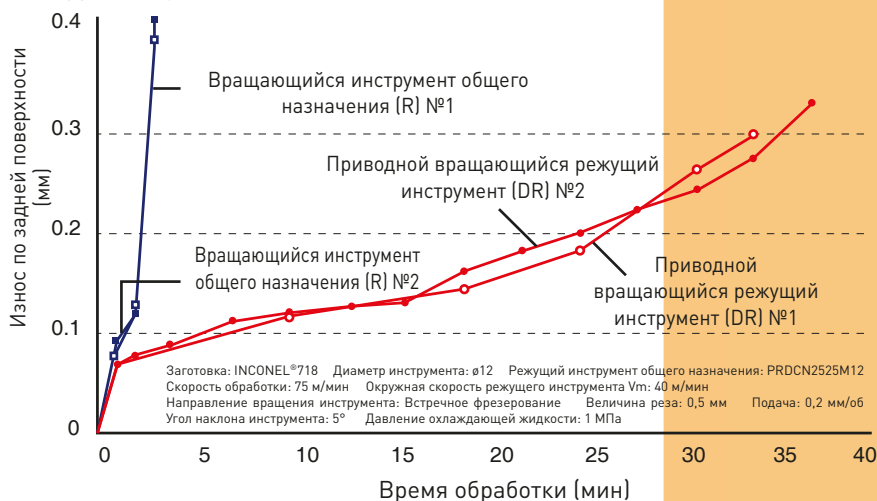
• Высокая температура
• Абразивный износ возникает только в одной части

Вращает фрезу вслед за вращением заготовки



• Охлаждение перед следующим этапом
• Абразивный износ возникает по всей окружности

■ Изменение срока службы инструмента при обработке INCONEL®718



Можно ли было решить проблемы, возникшие при разработке первых вращающихся режущих инструментов?

Рассмотрев общий коэффициент сжатия (CR) стружки, исследователи предположили, что примерно 1/3 скорости обработки, что равно скорости отвода стружки, — это та оптимальная скорость вращения режущих пластин, которая позволит сократить износ по задней поверхности, часто возникающий при резании труднообрабатываемых материалов. Первые вращающиеся фрезы поворачивались за счет сопротивления

резанию. В этом случае контролировать скорость вращения было невозможно. Именно поэтому в то время вышеупомянутая гипотеза не была подробно исследована.

У новых вращающихся режущих инструментов определить оптимальные условия резания сложно из-за нескольких параметров. Общие рекомендации по этим условиям уже сформулированы,

однако особенно интересен тот факт, что оптимальной скоростью вращения инструмента сегодня считается 1/3 скорости обработки заготовки. То же соотношение было предложено для первых вращающихся фрез. Новые приводные вращающиеся режущие инструменты компания Mitsubishi Materials планирует выпустить на рынок в 2017 году.

НА ПЕРЕДОВОЙ



(Слева): Юдзи Такада, группа Цукуба, аэрокосмический отдел. Занимался разработкой режущих инструментов с пассивно вращающейся пластиной.
(справа) Ватару Такахаси, группа перспективных исследований и разработок, Центр технологий машинной обработки, подразделение исследований и разработок. Участвовал в разработке приводных вращающихся режущих инструментов

ПРОЕКТ 2

Фреза с пассивно вращающейся пластиной, которая вращается вокруг своей оси во время обработки

Расчет теоретического вращательного усилия режущей пластины

В разработке новой фрезы с пассивно вращающейся пластиной, свои технологические применения нашли решения, накопленные при создании первого вращающегося режущего инструмента.

С момента выпуска этого инструмента компания Mitsubishi Materials применяет механизм, который вращает режущую пластину за счет сопротивления резанию в концевых и торцевых фрезах. Однако из-за неудобных размеров было очень трудно, практически невозможно установить этот механизм вращения на первый вращающийся режущий инструмент фрезерного станка.

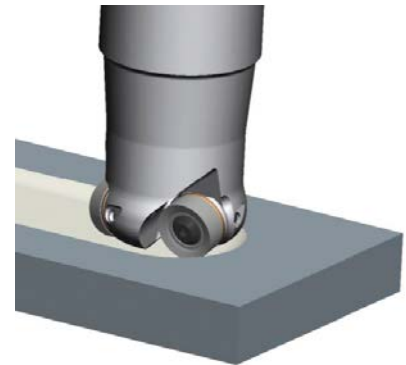
Однако продвижение труднообрабатываемых материалов в широком спектре отраслей промышленности потребовало дальнейшего улучшения эффективности обработки, а также продления срока службы инструмента. Около десяти лет назад, оценив потенциал режущих пластин, которые могли бы вращаться во время фрезерования,

компания Mitsubishi Materials начала совместную разработку вращающихся фрез с Нагойским университетом и Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

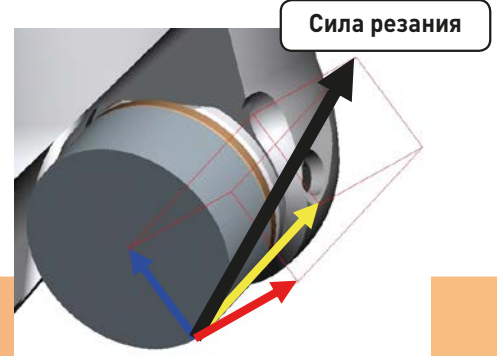
Первой задачей для исследователей стал поиск идеального угла, при котором режущая пластина бы поворачивалась за счет сопротивления резанию, а момент вращения был бы оптимальным. Если сопротивление резанию слишком мало, режущая пластина не вращается. Если же сопротивление слишком велико, то во время обработки возникает вибрация, которая приводит к повреждению инструмента или режущей пластины. Исследователи подбирали такой угол, при котором сопротивление было бы достаточным, чтобы режущая пластина вращалась и при этом можно было задавать различные условия резания.

Нагойский университет помог решить эту сложную задачу. Применив комплексные формулы, инженеры успешно вычислили

оптимальный угол размещения режущей пластины для эффективного вращения. По сравнению с методом проб и ошибок, который использовался при создании первых вращающихся режущих инструментов, возможность рассчитать оптимальные значения значительно сократила время разработки.



■ Механизм создания движущей силы для вращения режущей пластины



- Составляющая силы, направленная к радиусу режущей пластины
 - Составляющая силы, направленная по касательной к окружности режущей пластины
 - Составляющая силы, направленная внутрь режущей пластины
- ⇒ Движущая сила





Обработка



Первый вращающийся режущий инструмент

Продление срока службы в 8–10 раз по сравнению с прежним инструментом Mitsubishi Materials

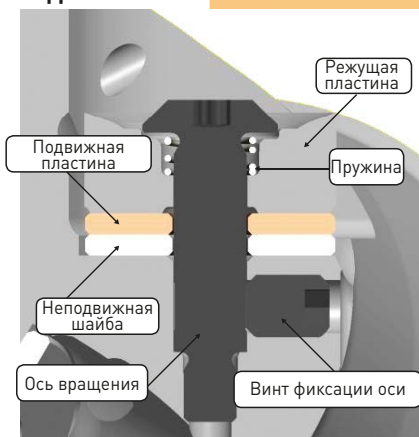
Следующая, особо трудная задача, которую нужно было решить ученым, — размещение режущей пластины в чрезвычайно узком пространстве. Им пришлось сконструировать механизм вращения, который мог бы работать в таких условиях. Чтобы обеспечить равномерное вращение режущей пластины во время обработки, потребовалось оптимизировать зазор между отверстием пластины и прижимным винтом. Если зазор слишком мал, то режущая пластина застревает, если слишком велик, то возникает вибрация. Кроме того, чтобы обеспечить достаточную жесткость конструкции, толщина прижимного винта должна была оптимально подходить к размеру режущей пластины. После неоднократных исследований и анализа, создания нескольких опытных образцов и проведения множества экспериментов разработчики установили над прижимным винтом пружину. Это позволило создать механизм вращения с идеальными зазором и нужной силой. Когда разработка этого механизма уже подходила к концу, возникла новая трудность. Во время вращения нижняя часть режущей пластины соприкасалась с опорной пластиной из спеченного твердого сплава закреплённой на корпусе инструмента, что приводило к неравномерному износу. Вращение режущей пластины могло

решить эту проблему, но опорная пластина, на которую приходилось сопротивление резанию, испытывала неравномерную нагрузку, а нагрузка на секцию под фрезой оказывалась чрезмерной. Поскольку обе пластины были изготовлены из спеченного карбида, их соприкосновение и постоянное вращение при локальной нагрузке неизбежно приводило к неравномерному износу. Чтобы решить эту проблему, ученые установили между режущей и опорной пластиной буфер в виде подвижной металлической пластины.

Главное преимущество вращающихся инструментов — длительная обработка без участия оператора, не требующая изменения угла. Как видно из графика ниже, специалисты Mitsubishi Materials смогли продлить срок службы новой фрезы в 8–10 раз по сравнению с предыдущими.

Этот инструмент с пассивно вращающейся режущей пластиной должен появиться на рынке в 2017 году. Мы планируем успешно продолжать разработки, создавая новые режущие инструменты для концевых и торцевых фрез, а также токарной обработки. Помимо расширения размерного ряда режущих пластин, планируется создание фрез для обработки наклонных поверхностей.

Механизм работы вращающейся фрезы



Результаты испытаний жаропрочных сплавов на обрабатываемость резанием «Обработка вращающейся концевой фрезой»



Условия резания: $v_c = 30$ м/мин. $f_z = 0,1$ мм/зуб $a_p = 1,0$ мм $a_e = 18$ мм; заготовка для обработки одним резцом/влажной обработки: INCONEL®718



和

Японский
Сюрикэн

Что такое сюрикэн?

Сюрикэн (буквально «лезвие, скрытое в руке») — особое оружие, которым традиционно пользовались ниндзя. Самураи учились метать сюрикэн в дополнение к навыкам боя копьем, стрельбы из лука и фехтования. Токугава Ёсинобу, последний сёгун периода Эдо, известен как мастер по метанию сюрикэн. Когда и при каких обстоятельствах был создан сюрикэн, остается неясным. Некоторые ученые считают, что прообразом сюрикэн было кованое оружие периода Сэнгоку (1467–1568), другие — что они эволюционировали

из метательных ножей, которые использовались в Древнем Китае. Сюрикэн можно успешно использовать на расстоянии до 15 метров. Эти небольшие орудия черного цвета почти незаметны, поэтому врагу трудно уклониться от них. Поскольку для смертельного удара сюрикэн должен был попасть в цель строго определенным образом, то обычно их использовали, чтобы отвлечь внимание противника, — после этого воин мог добить врага мечом или убежать. Но можно было покрыть сюрикэн ядом и метать их в соперника,

чтобы ранить его. Сюрикэн бывает двух видов: бо-сюрикэн (в виде клина) и курумакэн (в виде диска). Разные школы боевых искусств используют орудия разных форм. Однако цвет сюрикэн всегда черный. Чтобы добиться этого цвета, на раскаленные сюрикэн клали хлопок. Сгорая, хлопок прилипал к затвердевающему металлу. Этот способ не только делал сюрикэн менее заметными, но и защищал их от ржавчины и облегчал пользование ими, а неровная поверхность обработанных хлопком сюрикэн лучше удерживала нанесенный яд.

Кто такие ниндзя?

Некотрые ученые считают, что ниндзя появились в период Асука, около 1400 лет назад. Первоначально считалось, что это были воины князя Сётоку. Тогда их называли «синоби», они были шпионами при императорском дворе. Синоби упоминаются в исторических хрониках периода Намбокутё (1336–1392) и более поздних документах. Термин «ниндзя» приобрел популярность около 1955 года.

Функции ниндзя и отношение к ним со временем менялись. Главным занятием для них было участие в сражениях. В период Сэнгоку синоби были шпионами феодальных князей, которые пробирались на вражескую территорию

и собирали информацию. Самым важным для них было вернуться домой живыми — именно поэтому ниндзя отработывали множество навыков, включая метание сюрикэнов. Популярный образ ниндзя — бесшумный шпион, который прячется на чердаке, чтобы подслушать разговор этажом ниже. В действительности эти воины обычно смешивались с толпой и узнавали информацию из бесед местных жителей. В мирный период Эдо (1602–1868) основной задачей ниндзя было выяснение политической ситуации на соседних территориях. Эти сведения помогали им защитить своего господина и его удел. Поскольку к концу периода Эдо синоби практически исчезли, в

романах и зрелищных мероприятиях появились искаженные представления о ниндзя. Ниндзя часто изображали как воинов, которые использовали свои таинственные умения для совершения краж. В представлениях кабуки (классический японский театр) и на гравюрах укиё-э (картины повседневной жизни периода Эдо) ниндзя часто были в черном и держали в руках сюрикэн. Эти детали нашли отражение и в современном представлении о ниндзя. Ниндзя до сих пор окутаны тайной, и, возможно, лишь будущие исследователи поведают нам об этих загадочных людях.

Виды **сюрикэн**

Существует два основных вида *сюрикэн*: *бо-сюрикэн* (в виде клина) и *курумакэн* (в виде диска). *Бо-сюрикэн* проще изготовить, и он сильнее *курумакэн*. Однако *курумакэн* интересен большим

разнообразием форм. *Курумакэн* популярнее *бо-сюрикэн*, потому что они состоят из нескольких лезвий, каждое из которых может ранить противника.



Верхнее изображение справа — это *бо-сюрикэн*, остальные — *курумакэны* различной формы.

Как держать и использовать **сюрикэн**

Как держать: Держать *сюрикэн* можно разными способами, в зависимости от ситуации. Метать их можно как угодно. Какой бы способ метания вы ни использовали, оружие попадет в цель.

(Бо-сюрикэн)



(Курумакэн)



Пример 1

Пример 2

Пример 3

Как использовать **сюрикэн**

[Хон-ути (классический бросок)]

Традиционный способ метания *курумакэн*. *Сюрикэн* бросается взмахом руки сверху вниз.



Стойка для броска.



Метните *сюрикэн* прямо по направлению к цели.

[Ёко-ути (боковой бросок)]

Сюрикэн бросается боком, наискосок. Этот прием часто изображается в книгах манга (японских комиксах), однако выполнить его практически невозможно. Чтобы бросок получился мощным, необходимо крепко держать *сюрикэн* в руке.

(Как носить сюрикэн)

Сюрикэн носили в сумочке из оленьей шкуры на бедре. Несколько *сюрикэн* также прятали в потайном нагрудном кармане, чтобы быстро достать их при внезапном нападении противника.

Примечание редактора

Выпуск 5 журнала компании Mitsubishi Materials — результат совместной работы многих талантливых людей, преданных своему делу. Приношу сердечную благодарность всем, кто согласился дать нам интервью. Этот номер посвящен аэрокосмической отрасли и продолжает темы, начатые в выпуске №1 - "Самолетостроение — индустрия, использующая самые современные материалы и технологии производства". Мы сделали для вас подборку интервью со специалистами, которые непосредственно занимаются обработкой частей для летательных аппаратов. Надеюсь, что эти интервью помогут вам ощутить ту увлеченность, насыщенность и радость от процесса производства, которую испытывают герои нашего номера. В номере также представлен специальный доклад о новом материале — углепластике. Сегодня этот материал широко используется во многих отраслях, но за ним стоит долгая история разработок японских исследователей энтузиастов.

Я также надеюсь, что из этого выпуска вы узнаете о потенциале аэрокосмической отрасли и о том, насколько перспективно работать в ней, а также о том, как важно развивать эту индустрию в Японии.

Ютака Нада
Главный редактор

Журнал Global Craftsman Studio, выпуск 5
Отдел стратегии бизнеса
Advanced Materials & Tools Company
Mitsubishi Materials Corporation

Несанкционированное копирование и воспроизведение содержания журнала компании, текста и изображений строго запрещено.

Интересные факты о **сюрикэн**

1. Оружие ниндзя

Ниндзя использовали многие другие виды оружия, помимо *сюрикэн*. Среди них — серп с цепью. Он был небольших размеров, что позволяло держать его одной рукой. Серп прятали в кармане, откуда его было легко достать.



Совместно с музеем "Ниндзя Игарю"

2. Кто из исторических личностей был *ниндзя*?

По слухам, среди *ниндзя* было немало известных исторических личностей. Например, некоторые считают, что поэт Мацуо Басё, автор сборника стихов «*По тропинкам севера*», который странствовал по всей Японии, и Исикава Гозмон, легендарный воин, который, подобно Робину Гуду, грабил богатых, чтобы помочь бедным, были *ниндзя*. Это вполне возможно, равно как и то, что многие другие знаменитые японцы также могли быть *ниндзя*.



3. *Ниндзя* не одевались в черное.

Мы привыкли, что на картинках *ниндзя* одеты в черное, но в одном из трех томов «*Сёнинки*», сборника, описывающего секретные техники *ниндзя*, упоминается, что *ниндзя* носили темно-коричневые или темно-синие одежды. До появления электричества не обязательно было надевать именно черную одежду, чтобы оставаться незаметным в ночной темноте.





**Компания Mitsubishi Materials —
не просто производитель инструментов**

Мы стремимся быстро реагировать на запросы клиентов и активно помогать им в достижении успеха с самоотверженностью мастеров-профессионалов.

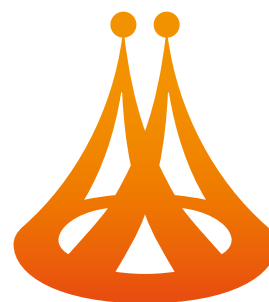
Нам удалось стать единственным производителем инструментов, предлагающим своим клиентам по всему миру такую уникальную услугу, как «личная мастерская».

Это то место, где можно:

- найти самые современные технологии и изделия;
- решить проблему в любое время и из любой точки мира;
- разделить наше восхищение последними технологическими разработками и инновационными продуктами.

Наша мастерская — это то место, где мы и наши клиенты вместе обдумываем, обсуждаем, создаем и разрабатываем потрясающие идеи для решения их специализированных задач.

ЖУРНАЛ GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO
MITSUBISHI MATERIALS



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

Значение логотипа

На логотипе компании изображены люди, стоящие кругом, взявшись за руки. Этот круг символизирует Землю. Рукопожатие отражает наше стремление идти рука об руку со своими клиентами к росту и успеху. Мы хотим работать вместе с ними, развивая 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.

