

Промышленные 3D-принтеры и 3D-сканеры



 **ДИПОЛЬ**

+
**Положительно
заряжен**

www.dipaul.ru

Компания «Диполь» (основана в 1992 г.) — один из лидеров в области разработки и реализации высокотехнологичных проектов для радиоэлектронной промышленности России и ведущий поставщик технологических знаний для специалистов радиоэлектронной отрасли.

Имея огромный опыт работы с промышленными предприятиями, научно-исследовательскими институтами и образовательными учреждениями, компания выполняет весь комплекс работ по созданию современного предприятия, проектирует и возводит производственные помещения с инженерной инфраструктурой под любые задачи заказчика. «Диполь» осуществляет оснащение предприятий инновационным технологическим, измерительным и испытательным оборудованием, а также поставку технологических материалов.

В 2002 году компания «Диполь» начала выпуск рабочих мест под маркой VIKING и дополнительной мебели, предназначенных для сборки электронной аппаратуры. За прошедшее время был пройден путь от небольшого производственного участка до крупнейшего российского завода-изготовителя технической общепромышленной и антистатической (ESD) мебели, производимой в строгом соответствии с международным стандартом IEC 61340 и российским ГОСТ Р 53734. Предприятие оснащено современным высокотехнологичным оборудованием и станками различного назначения, обеспечивает технологическое оснащение крупнейших российских и международных производственных компаний высококачественными рабочими местами. На сегодня промышленная и антистатическая мебель, производимая компанией «Диполь», фактически является стандартом на предприятиях радиоэлектронной промышленности России. Помимо российского рынка, мебель под маркой VIKING успешно поставляется в большинство стран ЕС, СНГ и Ближнего Востока.

В 2004 году открыто предприятие по производству электронных изделий и модулей. Сейчас предприятие выпускает радиоэлектронные приборы собственной разработки и производства, среди которых лабораторные источники питания постоянного тока серии Б5-ПРО, ручные контрольно-измерительные приборы «Омега», приборы VKG Tools, предназначенные для ESD-мониторинга и аудита, в т.ч. тестер-стенд для мониторинга браслетов и обуви, приборы измерения поверхностного сопротивления покрытий, температуры и относительной влажности воздуха и др. Другим направлением данного подразделения является автоматическая и ручная сборка печатных плат по контракту для сторонних заказчиков.

В 2014 году компания «Диполь» открыла новое, химико-технологическое производственное подразделение. Оно занимается разработкой и производством технологических материалов для сборки, отмывки и защиты электронных модулей. Химиками-технологами компании «Диполь» была разработана серия жидкостей, предназначенных для отмывки печатных плат и электронных узлов от загрязнений. В настоящее время на производственных мощностях компании организован выпуск жидкостей «Аквен», «Диклин» и «Акваклин», предназначенных для разных процессов отмывки. Техническая документация соответствует российским нормам, что является важным обстоятельством для заказчиков военно-промышленного комплекса.



В рамках по созданию и реализации высокотехнологичных проектов для радиоэлектронной промышленности России компания «Диполь» осуществляет:

- Решение ключевых задач при создании предприятия по производству радиоэлектронной аппаратуры различного назначения.
- Поиск инновационных технологий, их внедрение в радиоэлектронный комплекс России.
- Проектирование и строительство производственных помещений.
- Модернизацию предприятий для соответствия актуальным технологическим требованиям.
- Научно-технический и технологический консалтинг.
- Аудит производственных процессов предприятий, внедрение стандартов и методов контроля качества.
- Образовательные и обучающие программы для специалистов электронной промышленности.



Компанией разработан ряд образовательных программ, нацеленных на повышение и поддержание уровня знаний инженеров и технических специалистов. Сегодня мы проводим обучение по следующим программам: стандарты IPC, современные технологии сборки электроники, защита электронных устройств от электростатических явлений.

«Диполь» является головной организацией, осуществляющей разработку, принятие и внедрение российских стандартов в области защиты от статического электричества, а также входит от России в состав профильного комитета Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Мы накопили огромный опыт работы с предприятиями оборонной, аэрокосмической и электротехнической промышленности, контрактными предприятиями, научно-исследовательскими институтами и образовательными учреждениями.

Среди них: «Авангард», «Ижевский Радиозавод», «ИСС им. академика М.Ф. Решетнева», «Котлин-Новатор», НПП «Пирамида», МГТУ им. Н.Э. Баумана, НТЦ «Завод «Ленинец», РИРВ, «Российские космические системы», РФЯЦ-ВНИИЭФ, НПК «Тристан», ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», «Центрсвязьинформ», НИИ «Экран», «Элара», «Эрикон».



СОДЕРЖАНИЕ

Система управления производством Диполь К.У.П.О.Л. _____	5
Технологические решения компании «ДИПОЛЬ» в сфере аддитивных технологий _____	13
3D-печать на заказ _____	14
3D-принтеры. Технология SLM (Селективное лазерное плавление) _____	16
3D принтеры. Технология SLA (Стереолитография) _____	19
3D-принтеры. Технология SLS (Селективное лазерное спекание) _____	24
3D-принтеры. Технология DMT (Прямая наплавка металла) _____	28
3D-принтеры. Технология FDM (Fused deposition modeling) _____	30
3D-принтеры. Технология послойной песчано-полимерной печати _____	32
Оптические и лазерные 3D-сканеры _____	34
Области применения технологических решений в сфере 3D-печати _____	38
Статьи по 3D-технологиям _____	39



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ Диполь К.У.П.О.Л.

Комплекс Управления Производством Организация Логистики

Диполь К.У.П.О.Л. — это комплекс программ и устройств, упрощающих и улучшающих все аспекты производственной деятельности.

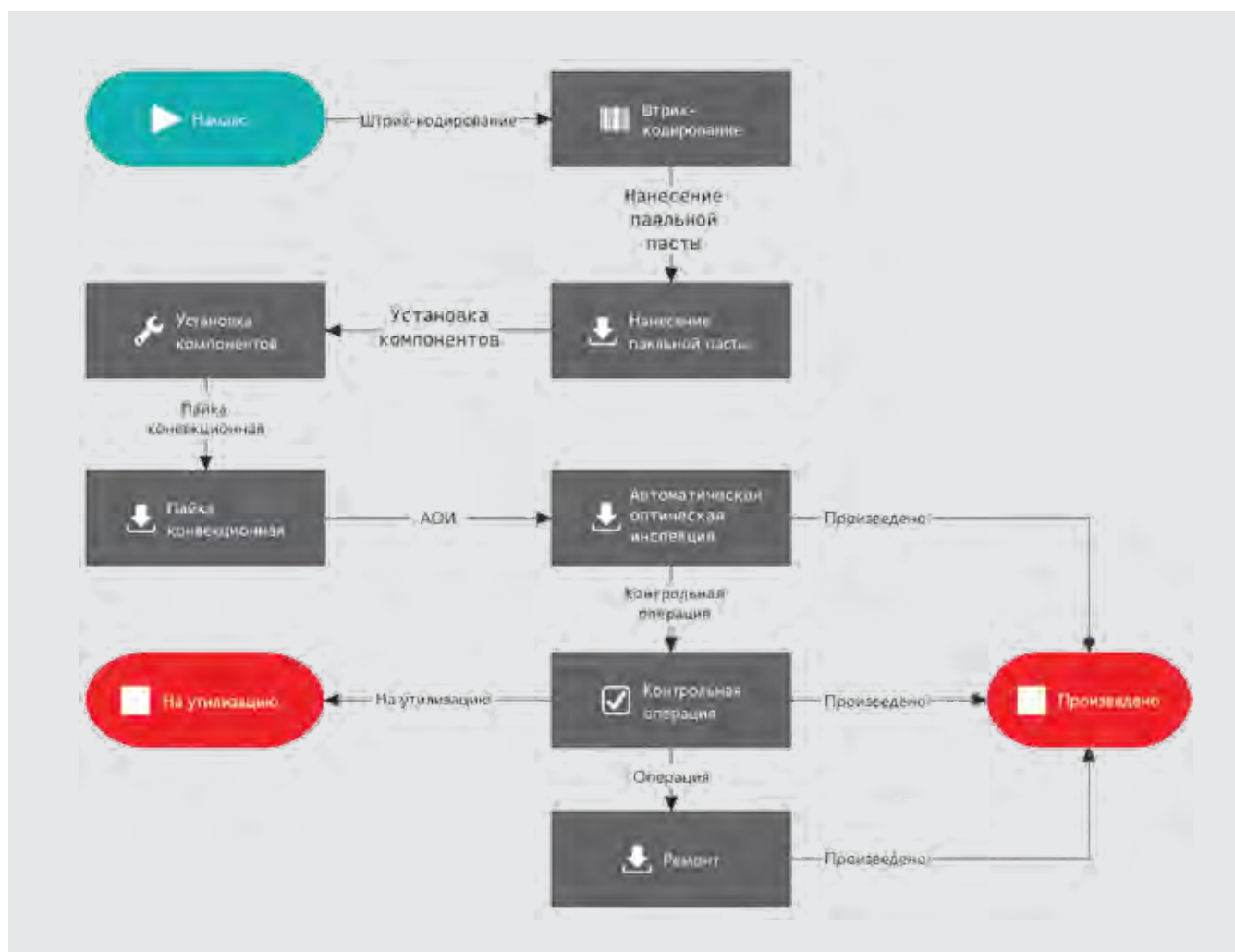
- Согласованная подготовка производства;
- Управление процессом комплектования изделий;
- Моделирование технологического процесса;
- Вывод данных в виде отчетов, графиков;
- Поддержка ECAD/CAD и BOM данных;
- Автоматизированные рабочие места сотрудников, соответствующие технологии выполняемых задач;
- 100% прослеживаемость производственных процессов;
- Планирование и аналитика на основании реальных данных.



ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ Диполь К.У.П.О.Л.

Составление и соблюдение маршрута изготовления

Встроенный в Диполь К.У.П.О.Л. редактор технологического процесса позволяет описать маршрут изготовления изделия и наполнить каждую операцию маршрута технологическими инструкциями, документацией, привязать место, оборудование и квалификацию исполнителей.

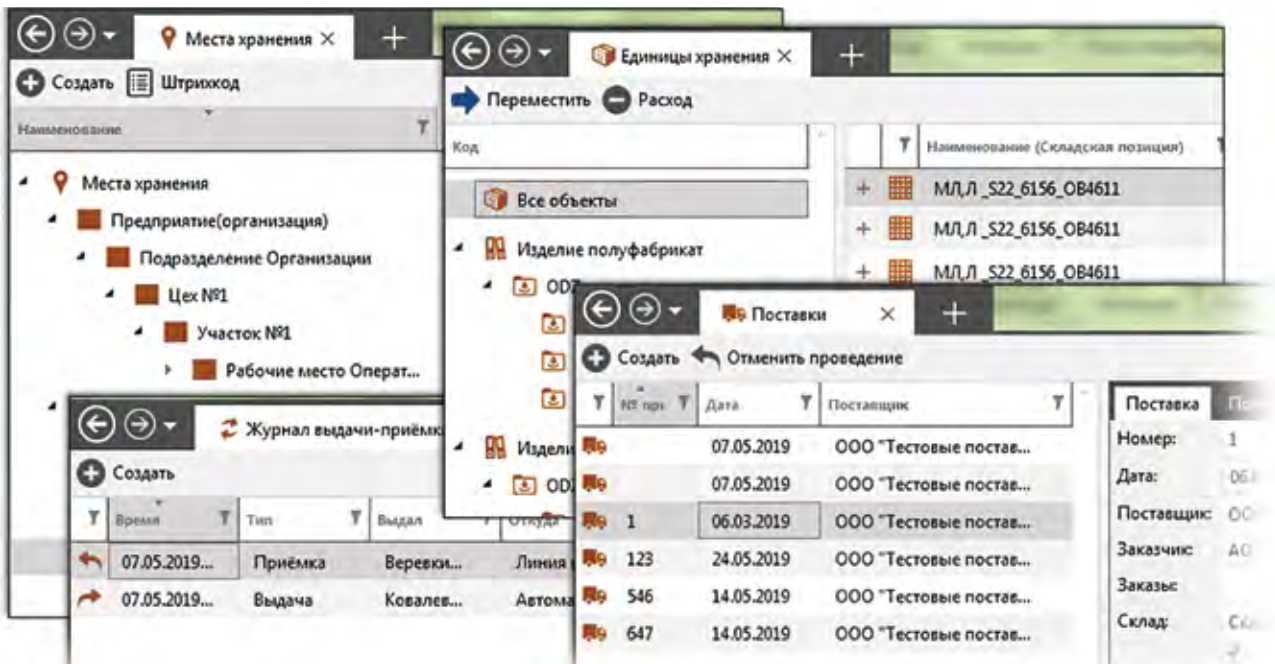


Прослеживаемость изделий, поставщиков и процессов

Маркировка входящей комплектации и комплектующих, с последующей привязкой их к изделию, позволяет в любой момент времени понимать, кто участвовал в поставках комплектующих, кто выполнял ту или иную операцию, на каком этапе технологического цикла находится изделие.

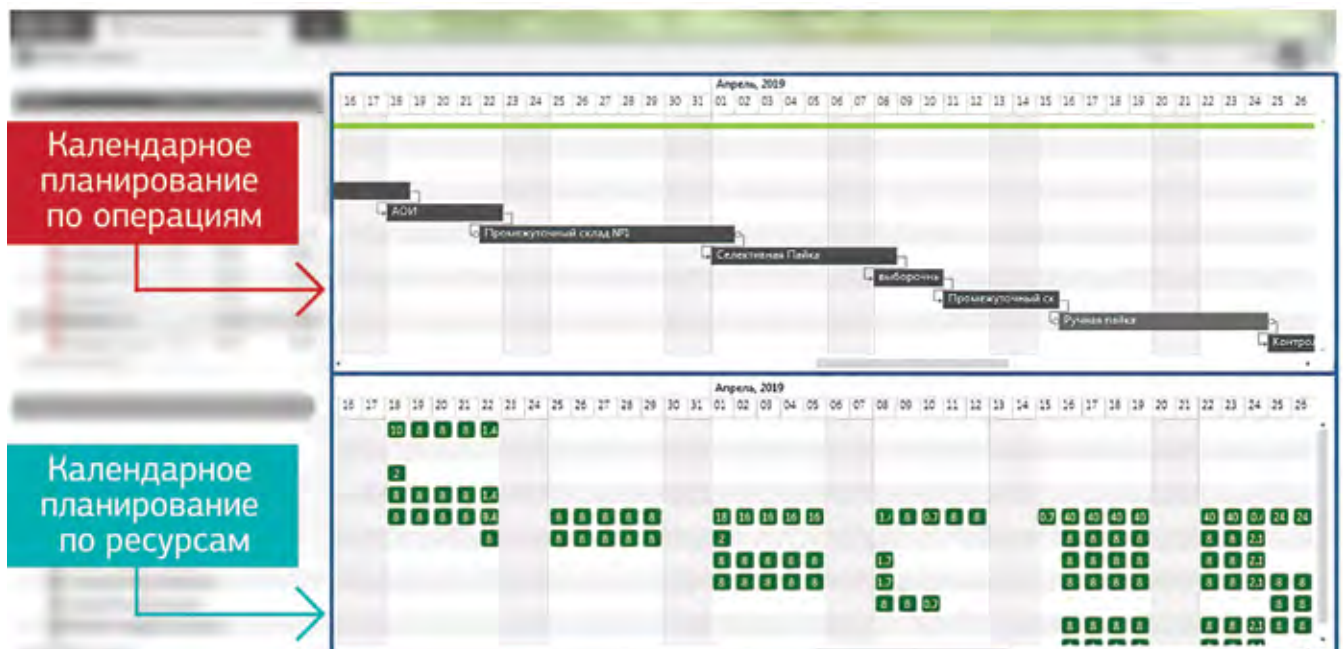
Адресное хранение комплектующих и изделий

Описанные в структуре предприятия места хранения и рабочие места, позволяют адресно выдавать комплектующие и контролировать их перемещение в процессе сборки. Система также позволяет следить за остатками для своевременного формирования заказов.



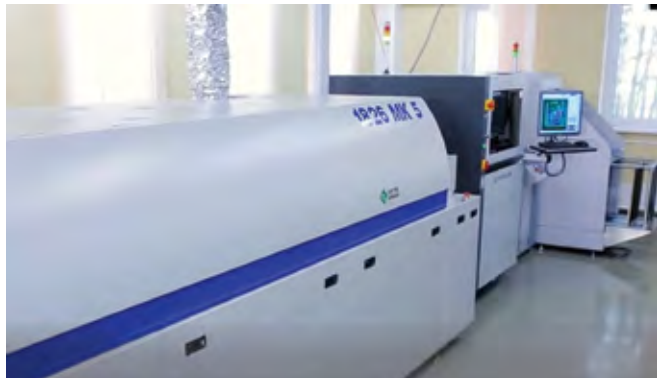
Планирование производства и контроль партий

Календарное планирование производства в системе Диполь К.У.П.О.Л. дает возможность рассчитать сроки исполнения, выявить узкие места и провести балансировку загрузки до запуска партий в работу.



Сбор данных со сборочных линий и аналитика

Подключенные к системе рабочие места, сборочные линии, оборудование и другие участники технологического процесса, являются генераторами данных для системы Диполь К.У.П.О.Л., на основании которых происходит отслеживание технологического процесса, регламентируется исполнение операций, доводится исполнителям технологическая документация для повышения качества работы.



Складской учёт и управление запасами

Учет поставщиков, поставок комплектации, распределение по местам хранения и последующее списание по мере выполнения операций технологического процесса позволяет видеть актуальную информацию по запасам на производстве, а также блокировать недобросовестных поставщиков по результатам работы изделия.



Интеграция с программным окружением производства

Система Диполь К.У.П.О.Л. имеет встроенный API интерфейс для прямого взаимодействия, а также гибкая структура системы позволяет настроить выдачу во внешние программные среды любой информации и обеспечить захват и сохранение внешних данных в режиме Online.

Автоматизация рабочих мест и технологическая поддержка

Рабочие места, подключенные к системе Диполь К.У.П.О.Л., позволят выдавать задания согласно квалификации работника и технологического процесса, всю сопутствующую технологическую и конструкторскую документацию, проводить отметки о завершении операций.



Диспетчеризация процессов

Специализированное рабочее место диспетчера позволяет получать информацию по каждой запущенной партии, видеть технологические операции и оперативно ставить задачи исполнителям на специализированные рабочие места, подключенные к системе К.У.П.О.Л., а также перераспределять нагрузку среди рабочих мест.

№	Т	Идентификатор	Технологический процесс	Статус	Т	Запущено	Т	Срок	Т	Склад	Т	Отходы	Т	Штук изделия	Т	Установки производимые встык	Т	Установки производимые SMD	Т	Пайка	
▶	21	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		200 / 200								1					199		
▶	22	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		50 / 50								1					49		
▶	25	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		400 / 400								29					1		
▶	26	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		200 / 200													4		
▶	28	758726.183-5-1 C		Запущена		100 / 100															
▶	29	758726.183-5-1 C		Запущена		25 / 25															
▶	30	758726.183-5-1 C		Запущена		50 / 50															
▶	31	758725.114 S2M:	S2M_S114_OB-4511	Запущена		4 / 2															
▶	32	758726.156 MЛЛ:	MЛЛ_S22_6156_OB4611_Ручна	Запущена		2 / 1															
▶	34	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		200 / 200								49		2			2		
▶	35	758726.150-03 S:	S22P_6150_3_CPU	Запущена		100 / 100															
▶	36	758726.156 MЛЛ:	MЛЛ_S22_6156_OB4611_Ручна	Запущена		2 / 1															
▶	37	758726.183-05.2	ODZ_6183_5-2_O-9131+2	Запущена		92 / 100								84					4		

Прямая интеграция с технологическим оборудованием

Подключенное к системе Диполь К.У.П.О.Л. технологическое оборудование позволяет оператору видеть и контролировать реальную загрузку, управлять процессом прохождения изделия по отдельным сборочным линиям и различным этапам технологического процесса, а также своевременно получать и оперативно загружать в оборудование управляющие программы (при наличии технической возможности) Система вы-

полняет отслеживание дефектов и производит оперативный контроль качества сборки печатных узлов, а также сбор и визуализацию выявленных дефектов.

Контролер качества может в один «клик» внести информацию о выявленных дефектах с указанием компонента и сделать общее заключение по результатам инспекции платы: «pass» или «fail» с указанием кода дефекта.

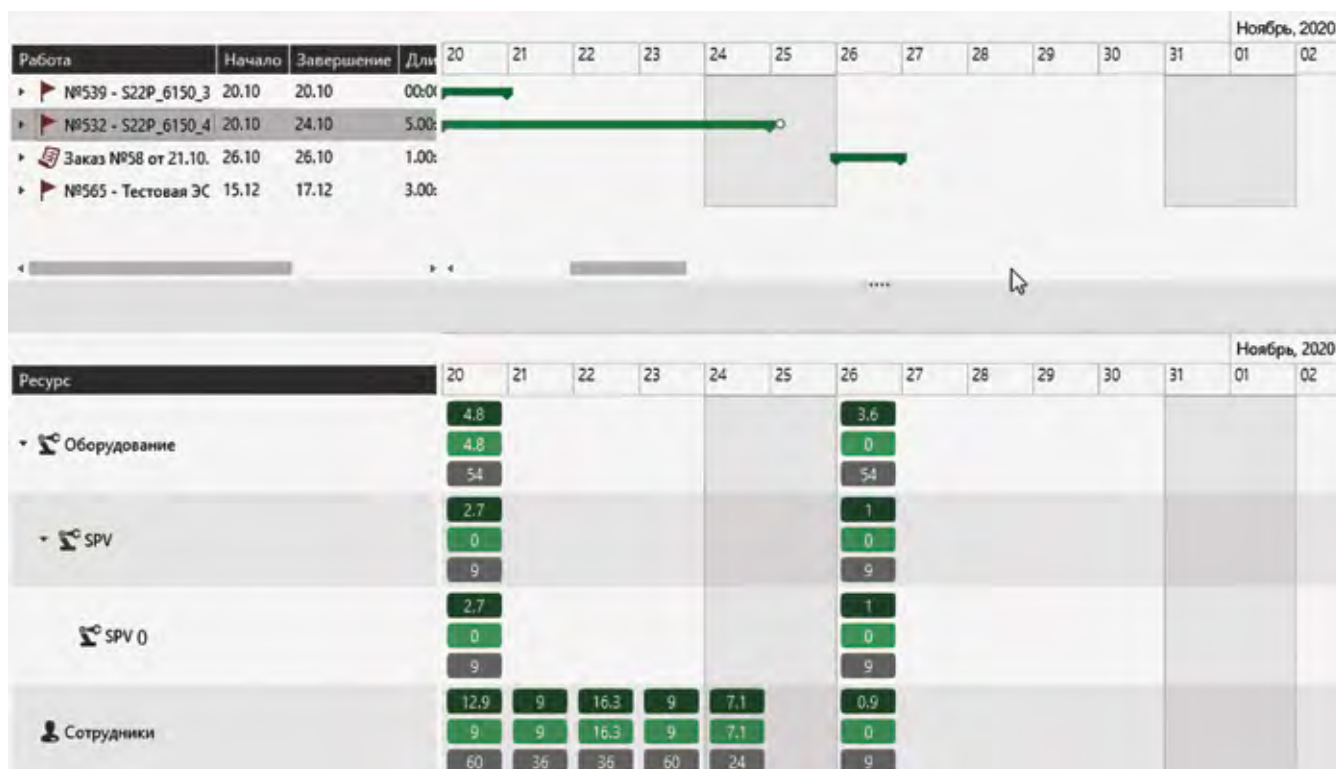


Наименование	Код	Неустраняемый
ДЕФЕКТЫ НАБИВКИ		
ДЕФЕКТЫ ПАЙКИ		
Замыкание	SA	Нет
Пайка отсутствует	SB	Нет
Холодная пайка	SC	Нет
Плохая смачиваемость	SD	Нет
Много припоя (больше разреш.)	SE	Нет
Мало припоя (меньше разреш.)	SF	Нет
Плохо/ частично расплавленная паста	SG	Нет
Дырка/трещина в пайке	SH	Нет
Полость или пузырь в пайке	SJ	Нет
Флажковая пайка	SK	Нет
Шарики, отходы, нити припоя	SL	Нет
Брызги, остатки припоя	SM	Нет
ПОВРЕЖДЕНИЯ		
Поврежд. площ. присоединения или фольги	DA	Да
Царапины на печ. плате	DB	Да

Формирование оптимального цикла загрузки оборудования

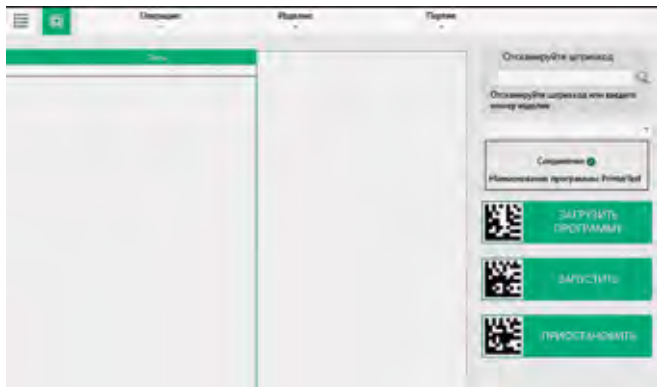
Менеджер задач позволяет организовать последовательность выполняемых операций любого масштаба таким образом, чтобы не допустить технологических ошибок. Руководители могут распределить

задачи на весь процесс разработки, в том числе закрепить ответственных лиц, в результате мы получаем автоматизированную согласованную работу всех отделов, подразделений и цехов завода.



Снижение себестоимости продукции, расходов на заработную плату и уменьшение энергозатрат

Функционал программного комплекса позволяет формировать интеллектуальные рабочие инструкции с учетом задач каждого отдельного автоматизированного рабочего места или операции (графические файлы, документы, фотографии, видео, руководства пользователя, стандарты, руководящие документы, гиперссылки и т.д.).



Повышение уровня технологической культуры производства и трудовой дисциплины на местах

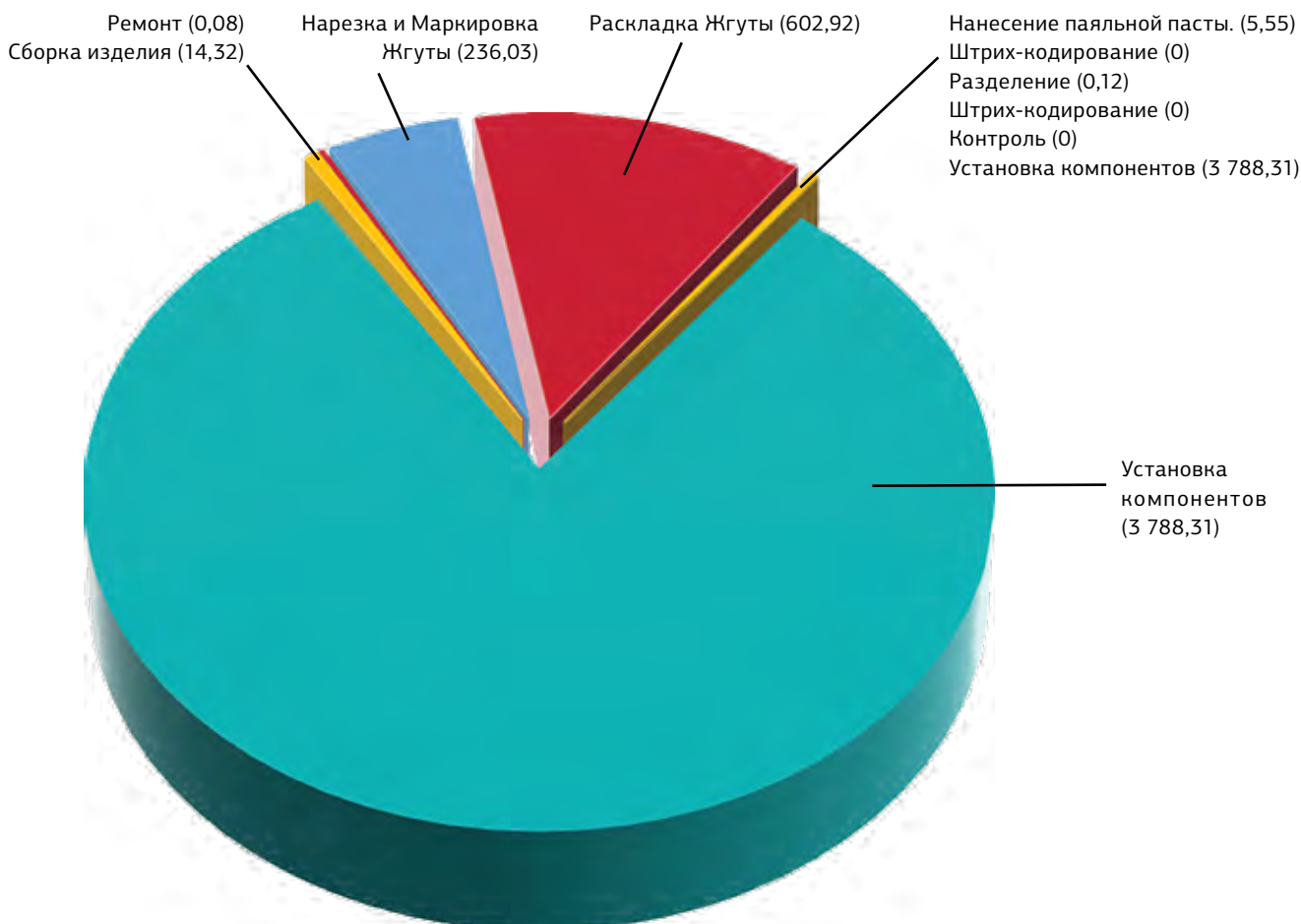
Выявление дефектов на ручных операциях зачастую нет возможности отследить в режиме реального времени, поэтому анализ по результату выявленных дефектов позволяет минимизировать такие дефекты в будущем, заставляя операторов оборудования и работников на ручных операциях более ответственно относиться к технологической дисциплине.

№	Наименование	Объем (шт.)	Вид	Величина	Норма	Состояние	Вид состояния
+	Конденсатор	C_SMD_0805_1...	125		13 000		0
+	Резистор	R_SMD_0805_2E...	0000000006		5 000		0
+	Резистор	R_SMD_0805_4...	0000000007		10 000		0
+	Резистор	R_SMD_0805_34...	0000000008		13 000		0
+	Полупроводн...	V_SMD_S0T23_...	0000000010		2 000		0
+	Резистор	R_34_R1611012	0000000013		2 000		0
+	Микроплата	D_SMD_34VCL1...	0000000014		5 000		0
+	Микроплата	D_SMD_S014_7...	0000000015		300		0
+	Микроплата	D_SMD_S016_7...	0000000016		230		0
+	Микроплата	D_SMD_T50CP...	0000000018		400		0

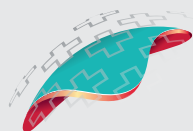
Значительное уменьшение производственного времени на выполнение заказа, сокращение скорости обработки производственного заказа и сокращение накладных расходов

Оптимизация производственных процессов исходя из анализа эффективности технологических процессов и анализа технологической дисциплины на местах, выявляются слабые места в рамках производства и создаются соответствующие регламенты для отдельных операций.

Среднее время выполнения операции (мин)



СИСТЕМА



ДИПОЛЬ К.У.П.О.Л.

ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА

- Менеджер задач
- Разработка маршрутных карт
- Управление составом изделия
- Импорт ECAD/CAD и других данных
- Разработка рабочих инструкций
- Удаленное программирование машин
- Оптимизация процесса комплектования
- Контроль складских остатков



ЛОГИСТИКА

- Идентификация входящих материалов
- Управление складом и распределение зон хранения на основании структуры организации
- Контроль за компонентами чувствительными к влаге
- Простой процесс комплектования и переналадка линии
- Адресное хранение и синхронизация данных
- Интеграция с данными учета предприятия (1С: ERP и др.)



ПРОИЗВОДСТВО

- Идентификация входящих материалов
- Простой процесс комплектования согласно партий
- Электронный документооборот
- Контроль операций и управление оборудованием
- Анализ данных и контроль качества
- Мониторинг операций в режиме реального времени
- Интерактивные рабочие инструкции



АНАЛИТИКА И ПЛАНИРОВАНИЕ

- Хранение данных об изготовленных и отгруженных изделиях
- Удобный конструктор отчетов
- Настройка вывода информации и данных в заданных шаблонах
- 100% прослеживаемость и сбор аналитики по изделиям
- Рассылка отчетов по заданному расписанию
- Планирование производства на основании полученных данных
- Поддержка мобильных устройств



ИНТЕГРАЦИЯ

- Сбор данных со станков и оборудования
- Интеграция с другими информационными системами и программными средами
- Экспорт/импорт данных
- Программно-аппаратный комплекс спутник для управления производственными линиями
- Мобильный сканер для адресного хранения



АРМ (Автоматизированные Рабочие Места)

- Соблюдение технологической дисциплины на местах
- Оптимизация и регламентирование производственных процессов
- Управление кадрами и распределение ролей
- Сокращение времен АРМ (Автоматизированные Рабочие Места)
- Соблюдение технологической дисциплины на местах
- Оптимизация и регламентирование производственных процессов
- Управление кадрами и распределение ролей
- Сокращение временных, материальных и человеческих ресурсов
- Повышение качества выпускаемой продукции и сокращение сроков
- Прослеживаемость операций и выявление причин некачественного выполнения операций на местах

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА « ДИПОЛЬ К.У.П.О.Л. »

Независимо от конкретной отрасли, используемого оборудования и квалификации рабочих, занятых на производстве программный комплекс может быть адаптирован для автоматизации производственных процессов промышленного предприятия или отдельного производственного цеха.

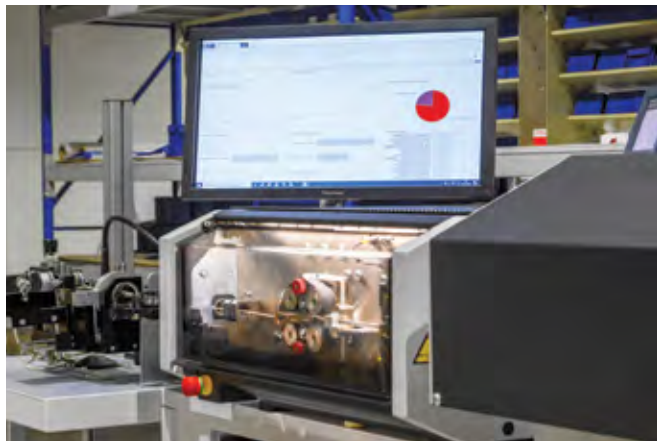
Наиболее актуально использование программного комплекса в отрасли электроники (такие направления как СМТ-сборка, кабельное производство, микроэлектроника и др.), а также для отраслей авиастроения, судостроения, автомобилестроения, металлургии, нефтегазового сектора и др.), в некоторых оборонных отраслях. То есть, в тех сферах, которые к настоящему времени занимаются дискретным производством сложных технических изделий в рамках глобальной кооперации с другими разработчиками и поставщиками узлов.

Часто надо выпускать такие изделия не массово, а со специализацией под конкретного заказчика.

Для внедрения системы на производственные площадки электронной промышленности производится оцифровка и интеграция в систему автоматизированных и ручных операций.

Программный комплекс применяется как для производств по выпуску компонентов – комплектующих деталей, так и для производств по выпуску конечной продукции отрасли.

Для производственных линий СМТ-сборки технологический процесс создаваемый в программном комплексе объединяет все автоматизированное оборудование и автоматизированные рабочие места ручных операций для организации 100% прослеживаемости линий.



Одним из главных препятствий на пути к поставленным целям для многих предприятий оказались неэффективные рабочие процессы. Сюда можно отнести требующие много времени задачи, а также их дублирование и ручной труд. В настоящее время эффективность технологии уже не является просто одним из приоритетов. Эксперты прогнозируют, что сейчас всё большее значение будут приобретать комплексные цифровые рабочие решения.

Использование программного комплекса Диполь К.У.П.О.Л для жгутового производства позволяет существенно сократить (до 70%) трудоемкость, при одновременном снижении себестоимости производства жгутов за счет уменьшения затрат на расходные материалы и, главное, произвести комплексную автоматизацию разработки конструкторской и технологической документации.

ПРЯМАЯ ИНТЕГРАЦИЯ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И СТОРОННИМИ СИСТЕМАМИ

Программный комплекс Диполь К.У.П.О.Л. имеет возможность интеграции с машинами и оборудованием, участвующих в производственных процессах предприятий и имеющих собственное программное обеспечение, таких как принтеры, сборочные/сварочные машины, печи, АОИ, диспенсеры и т.д.

Таким образом пре-подготовка производства осуществляется быстро, точно и эффективно, система взаимодействует и поддерживает интерфейсы оборудования напрямую.

Организация логистики и корректное взаимодействие со складскими площадками неразрывно связаны с учетом компонентов в рамках всей организации. Наибольшую сложность при этом составляет перемещение и идентификация входных данных с последующими их отслеживанием. Диполь К.У.П.О.Л. позволяет производить интеграцию баз данных из систем учета (1С, ERP и др.), что значительно облегчает управление ресурсами предприятия, а также производить аналитику данных учета по необходимым параметрам.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ Диполь К.У.П.О.Л. – это первый шаг к Индустрии 4.0.



Система позволит вам:

- вести каталоги конструкторской и технологической документации по изделиям, инструмента, изделий и оборудования;
- вести подготовку производства изделий электронной радиопромышленности;
- разрабатывать маршруты изготовления изделия между цехами, участками и рабочими местами;
- регламентировать доступ к работе в системе согласно ролям и квалификаций персонала предприятия;
- обеспечивать следование маршрутам изготовления и соблюдение технологической дисциплины на предприятии;
- вести календарное планирование перед размещением изделия на производстве;
- хранить информацию о каждом произведенном изделии, его комплектующих, и извлекать ее для анализа причин отказов (прослеживаемость);
- вести складской учет изделий и комплектующих, как в процессе подготовки производства, так и в процессе изготовления на рабочих местах (адресное хранение);
- вести учет допустимых замен как самих комплектующих изделия, так и их поставщиков;
- взаимодействовать с любым технологическим оборудованием напрямую (при наличии технической возможности), в частности:
 - отправлять готовые программы из файлового хранилища системы, вести ревизии управляющих программ;
 - формировать задание для работы в программных средах оборудования (при наличии возможности в ПО оборудования);
 - вести сбор данных по изготовлению изделий;
- проводить интеграцию с существующими программными средами (имеет собственный API интерфейс для взаимодействия с внешними системами).

Система прошла регистрацию в реестре программ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности. В настоящий момент ведется подготовка к регистрации в реестре Минсвязи российских программ для ЭВМ и БД



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ «ДИПОЛЬ» В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

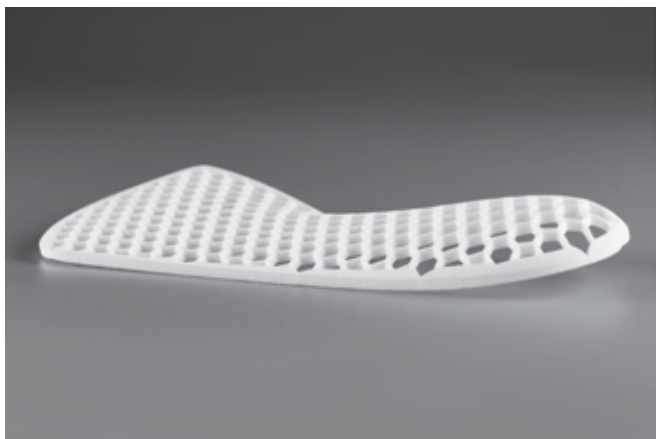
МАТЕРИАЛ	ПРОЦЕСС	КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПРИМЕНЕНИЕ
Металлы (стали, сплавы титана, алюминия, никеля, кобальт-хром) и другие материалы	Direct Energy Deposition	<ul style="list-style-type: none"> – большие габариты изделий (до 4000×1000×1000 мм) – высокая механическая прочность, износостойкость, низкая пористость – возможность наплавки – и создания композитных сплавов – доступные металлические порошки 	<ul style="list-style-type: none"> – изготовление металлических деталей и прототипов сложной геометрии до 4000 мм – ремонт и модификация металлических деталей, подверженных износу (детали авиа- и энергетических турбин, двигателей, оснастка) – нанесение жаропрочных, износостойких и антикоррозионных покрытий – металлические детали высокой прочности или с градиентными физическими свойствами – медицинские импланты
	Powder Bed Fusion	<ul style="list-style-type: none"> – изделия до 700 мм – высокая точность, качество поверхности, сложность геометрии 	<ul style="list-style-type: none"> – металлические детали и прототипы (корпуса, крепления, волноводы, внутренние каналы и т. д.) облегченного веса, сложной внутренней геометрии, решетчатые структуры, бионический дизайн – кастомизированные медицинские импланты
Пластики (печатать фотополимерными пластинами, пластиковой нитью и порошковыми пластинами)	Stereolithography	<ul style="list-style-type: none"> – изделия до 800 мм (SLA) – изделия до 100 мм (DLP) – высокая точность (до 25 мкм) и качество поверхности 	<ul style="list-style-type: none"> – пластиковые детали (корпуса, крепления, элементы конструкции, оснастка) — как функциональные изделия, так и прототипы – мастер-модели для литья металлов по выжигаемым моделям
	Digital Light Processing	<ul style="list-style-type: none"> – толщина слоя – 25 мкм – широкий спектр пластиков с различными механическими и оптическими свойствами 	
	Fused Deposition Modeling	<ul style="list-style-type: none"> – изделия до 600 мм – два независимых экструдера – печать высокотемпературными пластиками (PEEK, ULTEM и др.) – автоматическая смена катушек 	<ul style="list-style-type: none"> – быстрое прототипирование – мелкосерийное производство – медицина, протезирование – автомобилестроение – корпусирование – крупногабаритные изделия
	Selective Laser Sintering	<ul style="list-style-type: none"> – материалы (полиамид, полистирол, формовочный песок) – двусторонняя подача материала – высокая производительность – изделия 700 мм 	<ul style="list-style-type: none"> – оптимизация литейного производства – литье по выжигаемым моделям
Песок	Binder Jetting	<ul style="list-style-type: none"> – изделия до 2000 мм 	<ul style="list-style-type: none"> – изготовление песчаных форм для литья металлов
Керамика (Al ₂ O ₃ , ZrO ₂)	Ceramic DLP	<ul style="list-style-type: none"> – высокая прочность, качество поверхности – изделия до 120 мм 	<ul style="list-style-type: none"> – изготовление керамических изделий сложной формы, в т. ч. с внутренними каналами – серийное производство и прототипирование
Оптическое и лазерное 3D-сканирование		<ul style="list-style-type: none"> – высокая точность сканирования (до 50 мкм) – изделия до 8 м 	<ul style="list-style-type: none"> – реверс-инжиниринг, промышленный дизайн – цифровой метрологический контроль
Металлические порошки		<ul style="list-style-type: none"> – нержавеющие, конструкционные, инструментальные стали, сплавы титана, алюминия, инконель, кобальт-хром 	<ul style="list-style-type: none"> – металлические 3D-принтеры на базе процессов PBF (гранулирование 10-45 мкм) – металлические 3D-принтеры на базе процессов DED (гранулирование 50-150 мкм)
Программное обеспечение		<ul style="list-style-type: none"> – программный комплекс для предварительного анализа процессов и результата 3D-печати 	<ul style="list-style-type: none"> – оптимизация технологической подготовки процессов 3D-печати (снижение технологических рисков, уменьшение количества брака, сокращение сроков и стоимости производства)

3D-ПЕЧАТЬ НА ЗАКАЗ

Компания «Диполь» успешно внедряет аддитивные технологии в производственные циклы отечественных предприятий. Мы поставили свыше 80 моделей 3D-принтеров по металлу, пластику, керамике, литейному песку, а также более 120 оптических и лазерных 3D-сканеров для реверс-инжиниринга и метрологического контроля.

Мы открыли **Индустриальный Парк Аддитивных Технологий**, в самом центре Санкт-Петербурга, где на собственном промышленном оборудовании в короткий срок выполняем 3D-печать на заказ любой сложности.

Что мы можем напечатать на 3D-принтере?



Почему стоит заказать 3D-печать именно у нас?

Собственное 3D-оборудование

Наш **Индустриальный Парк Аддитивных Технологий** располагает широким спектром промышленных 3D-принтеров по металлу, пластику, керамике, песку, работающих по разным технологиям SLA, FDM, SLS, DED и SLM.

Опытные специалисты

Наши технологи и сервисные инженеры проходят стажировки за рубежом, знают все нюансы настройки и использования оборудования. Именно это позволяет нам создавать изделия сложной геометрии из любых материалов с точностью до 10 микрон.

Срок изготовления от 1 дня

В нашем **Индустриальном Парке Аддитивных Технологий**, расположенном в самом центре Санкт-Петербурга, стоят современные промышленные 3D-принтеры, готовые к исполнению Ваших заказов в любой момент!

Низкая цена

Цена на 3D-печать в первую очередь зависит от стоимости расходного материала. Наше сырье напрямую поставляется с заводов производителей без наценок, что обеспечивает доступные цены на наши услуги 3D-печати.

Подбор материала и технологии

Есть только идея, но нет понимания как воплотить ее в жизнь? Наши технологи помогут подобрать материалы и технологию печати, исходя из функциональных особенностей и характеристик изделия.

Доставка по всей России

Мы работаем со всеми транспортными компаниями и готовы доставить Ваше изделие в любой регион России.

Для Санкт-Петербурга имеется возможность самовывоза.

КАК МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ?



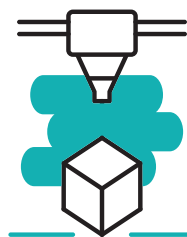
Получаем 3D-модель объекта

Вы присылаете готовую 3D-модель или мы создадим ее по Вашему ТЗ.



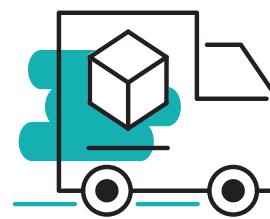
Подбираем технологию и материал

Подбираем оптимальную технологию и материал, рассчитываем стоимость.



Осуществляем 3D-печать изделия

Печатаем изделие на собственном 3D-принтере, срок изготовления от 1 дня.



Доставляем готовое изделие

Доставляем заказчику готовое изделие курьерской службой в любую точку России.

Нет готовой 3D-модели?

■ Если у Вас нет готовой 3D-модели в формате .STL, пришлите чертеж или техническое задание на ее разработку. Наши конструкторы разработают электронную 3D-модель и оптимизируют ее для 3D-печати.

■ Если Вы не готовы предоставить чертеж или техническое задание, мы предлагаем услугу выездного 3D-сканирования. Результатом проведенных работ и последующей обработки будет твердотельная модель отсканированного объекта, пригодная для 3D-печати.

Цены на 3D-печать

Стоимость 3D-печати на заказ зависит от сложности и особенностей модели, а также материала изготовления. Для расчета стоимости, уточнения условий поставки и других нюансов изготовления Вашей 3D-модели, свяжитесь с нашими менеджерами по телефону или воспользуйтесь формой обратного звонка.



ПЛАСТИК

от 20 руб/см³



ФОТОПОЛИМЕР

от 100 руб/см³



ПЕСОК

от 500 руб/кг



МЕТАЛЛ

от 650 руб/см³

Почему стоит выбрать 3D-печать?

- 1 Сложная геометрия изделий
- 2 Быстрое прототипирование
- 3 Высокоточное литье
- 4 Штучное и низкотиражное производство

3D-ПРИНТЕРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ SLM (СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ)

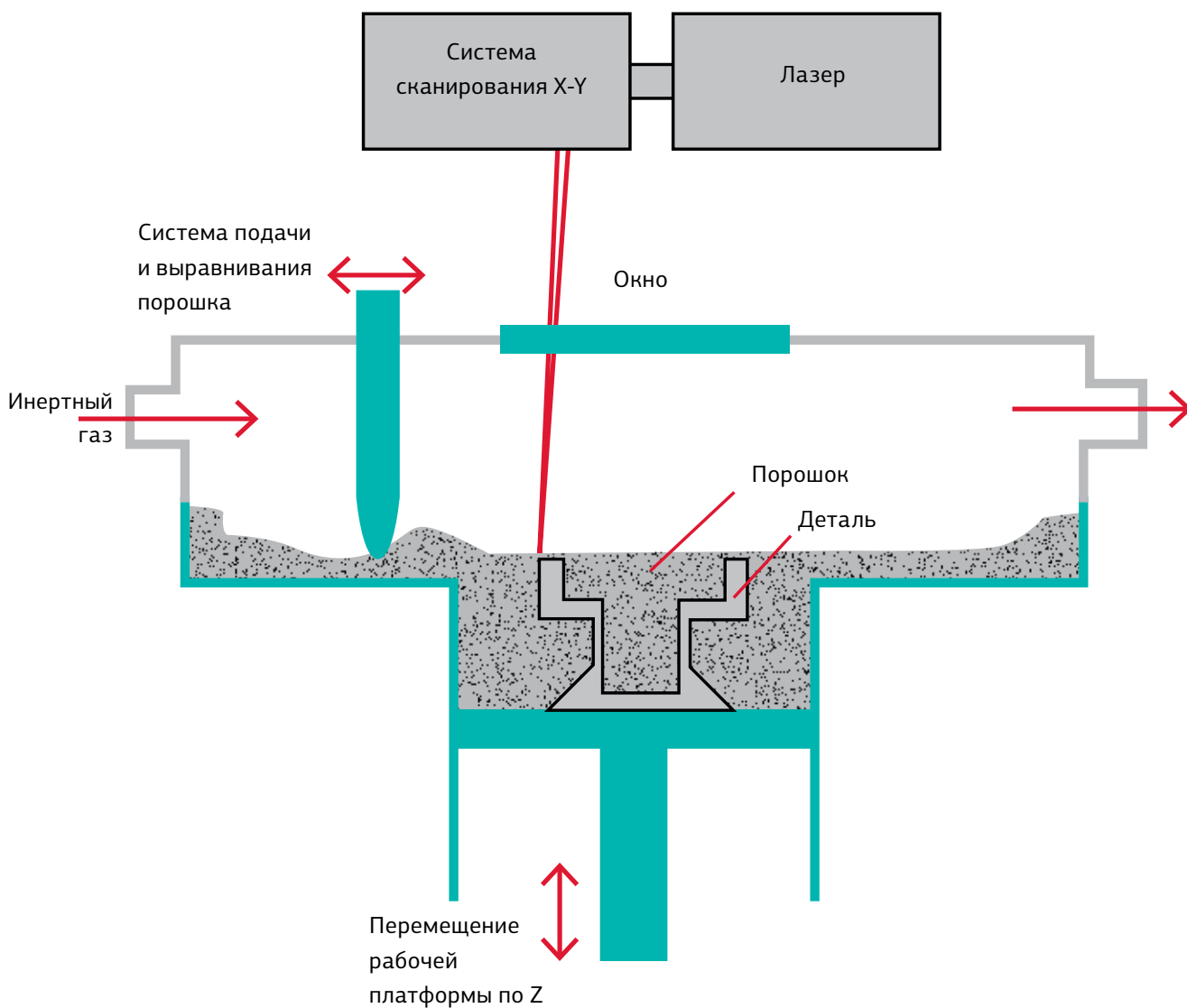
Selective Laser Melting (SLM) — селективное лазерное плавление. В данной технологии слои мелкодисперсного металлического порошка в виде гранул сферической формы сплавляются в среде инертного газа в цельнометаллические изделия под воздействием лазера.

Металлический порошок разравнивается ракелем по рабочему пространству, после чего контур детали заштриховывается импульсным лазером.

Материалы: алюминий, титан, конструкционная сталь, нержавеющая сталь, никель, сплав кобальт-хром и многие другие.

Для построения деталей используются жесткие поддержки, которые, кроме своей основной конструктивной функции, выполняют очень важную функцию отвода избыточного тепла для предотвращения возможной деформации деталей.

Применение: изготовление прототипов и конечных изделий сложной геометрии, функциональная интеграция деталей, создание индивидуальных имплантов и протезов, изготовление форм для литья пластиков, ускорение проведения НИР и ОКР.



SLM-ПРИНТЕРЫ КОМПАНИИ EPlus 3D

- Возможность построения топологически оптимизированных конструкций.
- Открытая система настроек с динамической системой контроля и возможностью изменения настроек в онлайн-режиме.
- Улучшенная система подачи материала.
- Использование широкого диапазона биосовместимых и жаропрочных материалов под любые задачи, в том числе и российских марок, соответствующих ГОСТ.
- Высокая точность построения: толщина формовочного слоя начиная от 15 мкм.
- Улучшенный твердотельный лазер с диодной накачкой (США, возможна установка отечественного лазера).
- Закрытая система позиционирования лазера (Германия).
- Для России машина поставляется в улучшенной европейской комплектации, причём вся электроника от надёжных производителей (Япония, США).
- Уникальное многофункциональное программное обеспечение для аддитивных технологий от ведущего производителя в этой области (Бельгия).

EP-M150



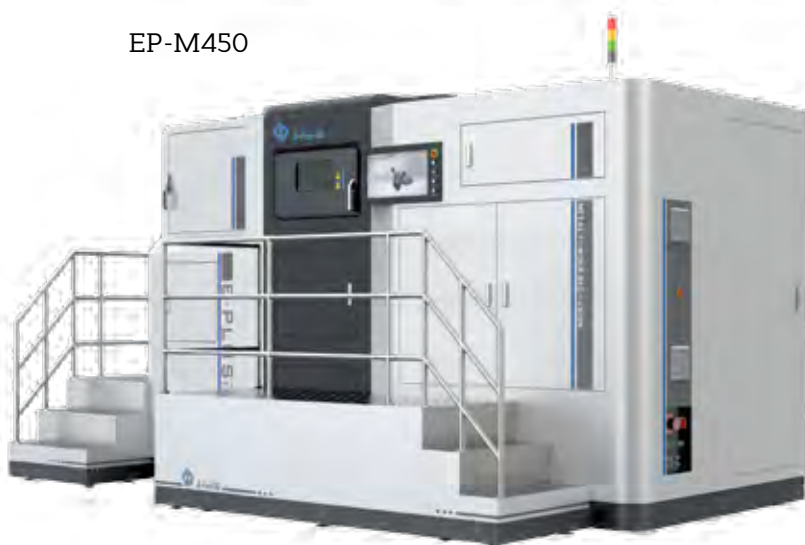
EP-M250 pro



EP-M150 pro



EP-M450



Технические характеристики SLM-принтеров компании EPlus 3D

МОДЕЛЬ	EP-M150	EP-M150 PRO	EP-M250	EP-M450	EP-M650
Страна-производитель	КНР				
Размер зоны построения	150 × 150 × 120 мм	150 × 150 × 240 мм	260 × 260 × 360 мм	450 × 450 × 500 мм	650 × 650 × 800 мм
Мощность лазера	200 Вт/500 Вт, 1 или 2 шт.	200 Вт/500 Вт, 1 или 2 шт.	500 Вт, 1 или 2 шт.	500 Вт, 2 шт.	500 Вт, 4 шт.
Скорость сканирования	8 м/с, динамическая автофокусировка				
Скорость построения	до 15 см ³ /час		до 55 см ³ /час		до 120 см ³ /час
Толщина слоя	0,02...0,1 мм				
Размер принтера, вес	1800 × 800 × 1800 мм 900 кг	2150 × 800 × 2000 мм 1500 кг	3500 × 1300 × 2300 мм 1700 кг	5500 × 3300 × 3100 мм 10500 кг	5700 × 3000 × 4500 мм 16000 кг
Электропитание	220 В, 3 кВт	220 В, 3 кВт	380 В, 15 кВт	380 В, 20 кВт	380 В, 30 кВт
Материалы	Металлический порошок, 15-45 мкм, стальные, титановые, алюминиевые, медные, жаропрочные никелевые сплавы, сплавы CoCr, и др., В том числе: материалы отечественного производства.				

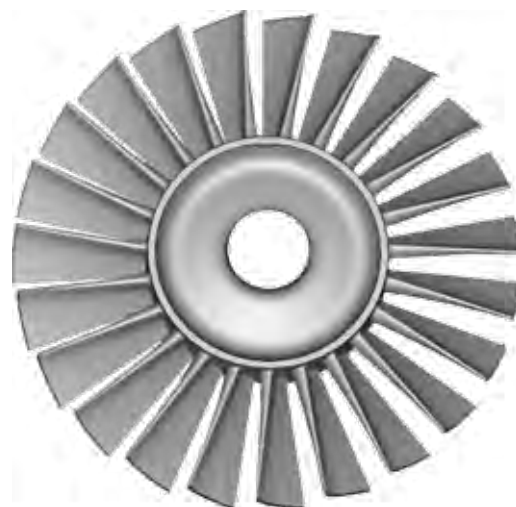
ПРИМЕРЫ

Топологическая оптимизация кронштейна

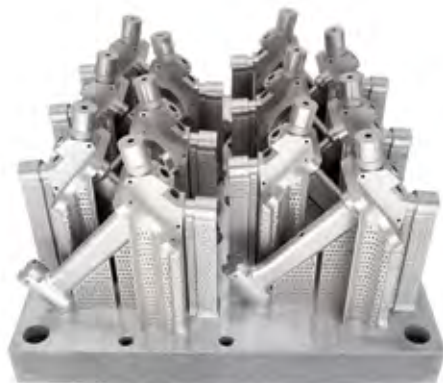


Размер: 90×54×31 мм
Технология: SLM
Материал: Сталь 316L
Время построения: 5 часов
Толщина слоя: 0,02мм
Точность: 50 мкм

Диск с рабочими лопатками газовой турбины беспилотного летательного аппарата



Размер: диаметр 100 мм
Технология: SLM
Материал: Жаропрочный никелевый сплав
Время построения: 7 часов
Время термообработки: 19 часов
Толщина слоя: 0,02мм
Точность: 50 мкм



Пресс-формы с системой внутренних каналов для охлаждения



Размер: 210×140×160 мм
Технология: SLM
Материал: инструментальная сталь H13
Время построения: 48 часов
Толщина слоя: 0,05мм
Точность: 50 мкм

3D ПРИНТЕРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ SLA (СТЕРЕОЛИТОГРАФИЯ)

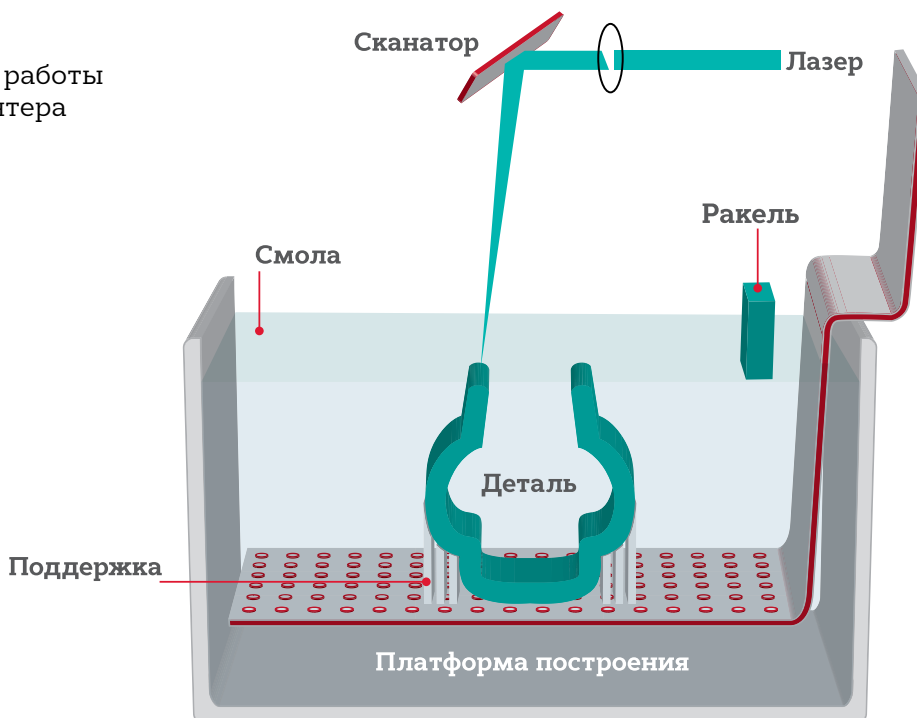
Стереолитография (SLA) является прародителем всех аддитивных технологий. Именно поэтому, на данный момент SLA является самой отработанной, точной и востребованной технологией послойного синтеза. С помощью специализированного программного обеспечения подготавливается 3D-модель для выращивания на 3D-принтере – модель нарезается на слои с соответствию с заданной оператором толщиной слоя. Затем файл с программой загружается в 3D-принтер.

Построение изделия происходит посредством отверждения жидкой фотополимерной смолы лучом ультрафиолетового лазера. Слой жидкого фотополимера заданной толщины формируется

на поверхности рабочей платформы с помощью ракеля. Луч УФ-лазера в соответствии с программой сканирует текущее сечение, что приводит к отверждению фотополимера. После отрисовки текущего сечения, платформа опускается на величину равную толщине слоя, формируется новый слой и процесс повторяется до тех пор, пока 3D-модель не будет построена полностью.

После завершения процесса построения изделие снимается с платформы и промывается спиртом для очистки от остатков смолы. Затем для окончательной полимеризации и улучшения механических характеристик при необходимости изделие помещается в УФ-печь.

Принцип работы
SLA-принтера



ПРЕИМУЩЕСТВА SLA 3D-ПРИНТЕРОВ

■ Высокая точность

- Технология высокоточной оптической калибровки
- Стабильный ультрафиолетовый твердотельный лазер с диодной накачкой
- Система автофокусировки с регулируемым диаметром пятна лазера
- Низкая погрешность при печати габаритных изделий

■ Высокое разрешение

- Высокое качество лицевой поверхности: достижимая шероховатость по Ra менее 1 мкм
- Возможность создания прототипов и функциональных изделий любой сложности

■ Дополнительные возможности и функции

- Высокая автоматизация работы и простые средства постобработки
- Возможность дистанционного управления
- Лазерный онлайн-контроль работы с автоматической настройкой параметров и автоматическим контролем уровня фотополимера
- Возможность построения полых конструкций для экономии расходного материала и уменьшения веса изделия
- Возможность создания сетчатых QuickCast-структур для улучшения качества изделий при создании литейной оснастки (литье по выжигаемым моделям)

■ Широкий спектр материалов для различных сфер применения

- Использование прозрачных и непрозрачных, высокопрочных, термостойких, износостойких, эластичных, устойчивых к химическому воздействию фотополимерных материалов производства России, США, Швейцарии и Китая
- Широкий выбор пользовательских настроек при внедрении новых материалов

EP-A350



EP-A800



Технические характеристики SLA-принтеров компании EPlus 3D

МОДЕЛЬ	EP-A350	EP-A450	EP-A650	EP-A800
Страна-производитель	КНР			
Размер зоны построения	350 × 350 × 300 мм	450 × 450 × 350 мм	650 × 600 × 400 мм	800 × 800 × 450 мм
Тип лазера	Твердотельный лазер с диодной накачкой, длина Волны 355 нм			
Диаметр пятна лазера	0,08...0,8 мм динамическая автофокусировка			
Скорость сканирования	до 10 м\с			до 12 м\с
Точность	±0,08 мм на 100 мм или ±0,08% от линейного размера образца	±0,1 мм на 100 мм или ±0,1% от линейного размера образца		±0,15 мм на 100 мм или ±0,15% от линейного размера образца
Толщина слоя	0,05...0,25 мм			
Размер принтера, вес	1100 × 950 × 1700 мм 550 кг	1350 × 1200 × 2100 мм 1000 кг	1500 × 1300 × 2200 мм 1300 кг	1700 × 1500 × 2300 мм 2000 кг
Электропитание	220 В, 2 кВт	220 В, 2 кВт	220 В, 3 кВт	220 В, 4 кВт
Материалы	Фотополимерные смолы с различными свойствами			

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ



Размер рабочей зоны:
800×600×400 мм
Технология:
SLA

Материал:
SOMOS GP PLUS
(АБС-подобный материал)

Создание поддержек:
Толщина слоя:
Точность:

Автоматическое
0,1 мм
100 мкм

Выжигаемая модель для высокоточного литья металлов



Размер рабочей зоны:
800×600×400 мм
Технология:
SLA

Материал:
SOMOS Water Shed
(Выжигаемый прозрачный)
Создание поддержек:
Ручное

Время построения:
Толщина слоя:
Точность:

6 часов
0,1 мм
100 мкм

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛОВ SOMOS® ДЛЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

СВОЙСТВА	ПРЕИМУЩЕСТВА / ТИП	ВНЕШНИЙ ВИД	ВЯЗКОСТЬ (сП при 30°С)	СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ (Е10мДж/см²)	МОДУЛЬ ЮНГА (МПа) ASTM D638	ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ (МПа) ASTM D638	УДЛИНЕНИЕ ASTM D638	УДАРНАЯ ВЯЗКОСТЬ ПО ИЗОДУ (ОБРАЗЕЦ С НАДРЕЗОМ) (Дж/м) ASTM D256	ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ 0,46 МПа (°С) ASTM D648	ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ 1,81 МПа (°С) ASTM D648
СХОЖИЕ ПО СВОЙСТВАМ С ПОЛИПРОПИЛЕНОМ, ГИБКИЕ										
Somos® 9120	Многоцелевой, простой в использовании	Прозрачный	450	65	1350	31	20% при пределе текучести	51	57°	—
Somos® 9420	Многоцелевой, прочный	Белый	475	96	700	19	28% при пределе текучести	46	49°	37°
СХОЖИЕ ПО СВОЙСТВАМ С АБС-ПЛАСТИКАМИ										
GP Somos® Plus 14122	Универсальный, водостойкий	Белый	340	64	2510	37	7,5% при разрыве	26	46°	41°
Somos® ProtoGen 18120	Универсальный, термостойкий	Прозрачный	300	57	2950	69	7,5% при разрыве	19	96°	49°
Somos® ProtoGen 18420	Универсальный, термостойкий	Белый	350	69	2920	67	7,5% при разрыве	17	96°	47°
Somos® ProtoGen 18920	Универсальный, термостойкий	Серый	350	76	2730	69	6,5% при разрыве	22	97°	—
ПРОЧНЫЕ И ИЗНОСОСТОЙКИЕ										
Somos® EvoLve 128	Очень износостойкий, быстрое нанесение	Белый	380	95	2960	57	11% при разрыве	39	52°	50°
Somos® NeXt	Очень износостойкий, водостойкий	Белый	1000	67	2430	42	9% при разрыве	50	56°	50°
Somos® NeXt L,V Grey	Очень износостойкий, очень прочный	Непрозрачный серый	480	100	3130	63	6% при разрыве	33	55°	53°
ТЕРМОСТОЙКИЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ										
Somos® ProtoTherm 12120	Высокая термостойкость, схож с АБС	Прозрачный красный	550	63	3250	77	4,5% при разрыве	17	126°	—
Somos® PerFORM	Жёсткий, высокопрочный, превосходная термостойкость	Светло-серый	1000	80	9800	80	1,2% при разрыве	20	268°	119°
ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ										
Somos® Element	Низкое содержание золы, стабильная геометрия	Прозрачный	125	68	3170	53	2,3% при разрыве	22	58°	53°
Somos® Watershed XC 11122	Стабильная геометрия	Прозрачный	260	54	2770	50	15,5% при разрыве	25	50°	49°
ПРОЗРАЧНЫЕ, СХОЖИЕ С ПОЛИКАРБОНАТОМ										
Somos® WaterClear Ultra 10122	Высокая прозрачность, бесцветный, быстроотверждаемый	Прозрачный, бесцветный	165	47	2880	56	7,5% при разрыве	25	47°	47°
Somos® Watershed XC 11122	Высокая прозрачность, превосходные водостойкость и химическая стойкость	Прозрачный, почти бесцветный	260	54	2770	50	15,5% при разрыве	25	50°	49°

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ SOMOS® ДЛЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	ТОЧНОСТЬ	ТЕРМОСТОЙКОСТЬ	ВЛАГОСТОЙКОСТЬ	ОПТИЧЕСКАЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ	ДОЛГОВЕЧНОСТЬ	ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ	НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ВУЛКАНИЗАЦИЯ / ШАБЛОНЫ	КОНТРОЛЬ СОПРЯГАЕМОСТИ	МОДЕЛИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ	АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ	ИСПЫТАНИЯ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ	БЫСТРОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСНАСТКИ
	СВОЙСТВА / ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА						КЛЮЧЕВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ					
СХОЖИЕ ПО СВОЙСТВАМ С ПОЛИПРОПИЛЕНОМ, ГИБКИЕ												
Somos® 9120	♦♦		♦	♦	♦♦♦			♦♦♦	♦♦	♦♦♦		
Somos® 9420	♦		♦		♦♦♦			♦♦♦	♦	♦♦		
СХОЖИЕ ПО СВОЙСТВАМ С АБС-ПЛАСТИКАМИ												
GP Somos® Plus 14122			♦♦♦		♦♦		♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦		♦
Somos® ProtoGen 18120	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦		♦
Somos® ProtoGen 18420	♦♦♦	♦♦	♦♦		♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦		♦
Somos® ProtoGen 18920	♦♦♦	♦♦	♦♦		♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦		♦
ПРОЧНЫЕ И ИЗНОСОСТОЙКИЕ												
Somos® EvoLve 128	♦♦♦		♦♦♦		♦♦		♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦		♦♦
Somos® NeXt	♦		♦♦♦		♦♦♦		♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦		♦♦
Somos® NeXt L,V Grey	♦♦		♦♦♦		♦♦		♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦		♦♦
ТЕРМОСТОЙКИЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ												
Somos® ProtoTherm 12120	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦	♦		♦		♦	♦♦	♦♦	
Somos® PerFORM	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦		♦		♦♦		♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦
ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ												
Somos® Element	♦♦♦		♦♦♦	♦♦		♦♦♦						
Somos® Watershed XC 11122	♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦♦	♦♦♦		♦
ПРОЗРАЧНЫЕ, СХОЖИЕ С ПОЛИКАРБОНАТОМ												
Somos® WaterClear Ultra 10122	♦♦♦		♦♦	♦♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦♦♦	♦♦♦		
Somos® Watershed XC 11122	♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦♦	♦♦♦		♦

♦♦♦ — ЛУЧШЕ ВСЕГО
♦ — ЛУЧШЕ
♦ — ХОРОШО

3D-ПРИНТЕРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ SLS (СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СПЕКАНИЕ)

SLS-ПРИНТЕРЫ КОМПАНИИ EPlus 3D



EP-P3850

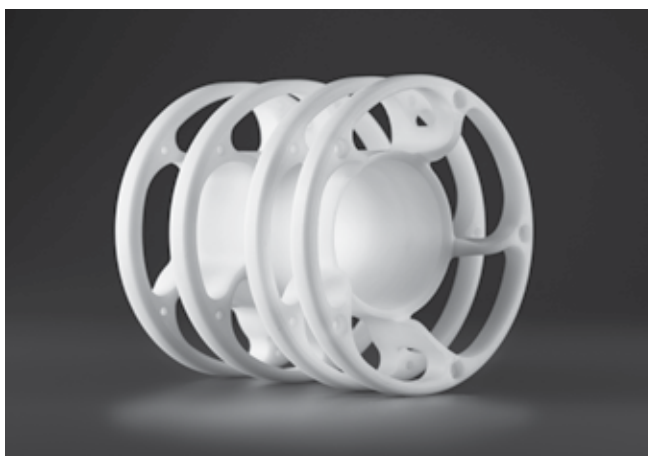
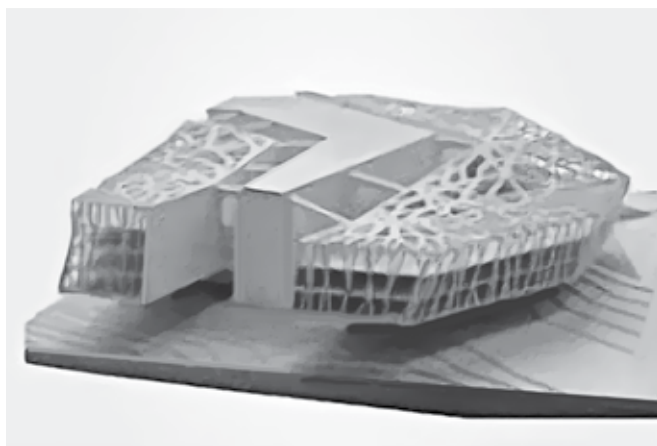
Изготовление деталей происходит по технологии селективного лазерного спекания (SLS), в которой в качестве источника энергии для спекания порошкового материала используется углекислотный лазер.

Полиамидный 3D-принтер имеет высокую производительность и широкий диапазон применения. Принтер может применяться для создания пресс-форм для пилотных серий, мастер-моделей, запасных частей для автомобилей и комплектующих бытовой техники. Кроме того, этот принтер может использоваться в области искусства, моды, создания концептуальных моделей, моделирования образцов посуды, кухонных и домашних принадлежностей и многих других задач.



EP-P420

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ



Технические характеристики SLS-принтеров компании EPlus 3D

МОДЕЛЬ	EP-P3850	EP-P420
Страна-производитель	КНР	
Размер зоны построения	380 × 380 × 500 мм	420 × 420 × 465 мм
Тип лазера	Углекислотный лазер, 55 Вт	Углекислотный лазер, 120 Вт
Скорость сканирования	до 8 м/с, динамическая автофокусировка	до 13 м/с, динамическая автофокусировка
Точность	±0,15 мм на 100 мм или ±0,15% от линейного размера образца	
Толщина слоя	0,08...0,3 мм	0,06...0,3 мм
Размер принтера, вес	1400 × 1300 × 2500 мм 1600 кг	1700 × 1500 × 2500 мм 2500 кг
Электропитание	380 В, 30 кВт	
Материалы	PA6, PA11, PA12, PP, TPU, PE, TPE и др.	

SLS-ПРИНТЕРЫ КОМПАНИИ EPlus 3D

Технология SLS не только прекрасно дополняет, но и значительно улучшает традиционное литейное производство за счет создания большого технологического преимущества при изготовлении литейных форм из полистирола и песка без дополнительных трудозатрат и оснастки.



EP-C5050

- Простота использования и легкая интеграция в традиционное литейное производство без нарушения обычной технологической цепочки и требования внесения изменений в конструкторско-технологическую документацию на конечное изделие

Преимущества 3D-принтеров SLS EPlus 3D

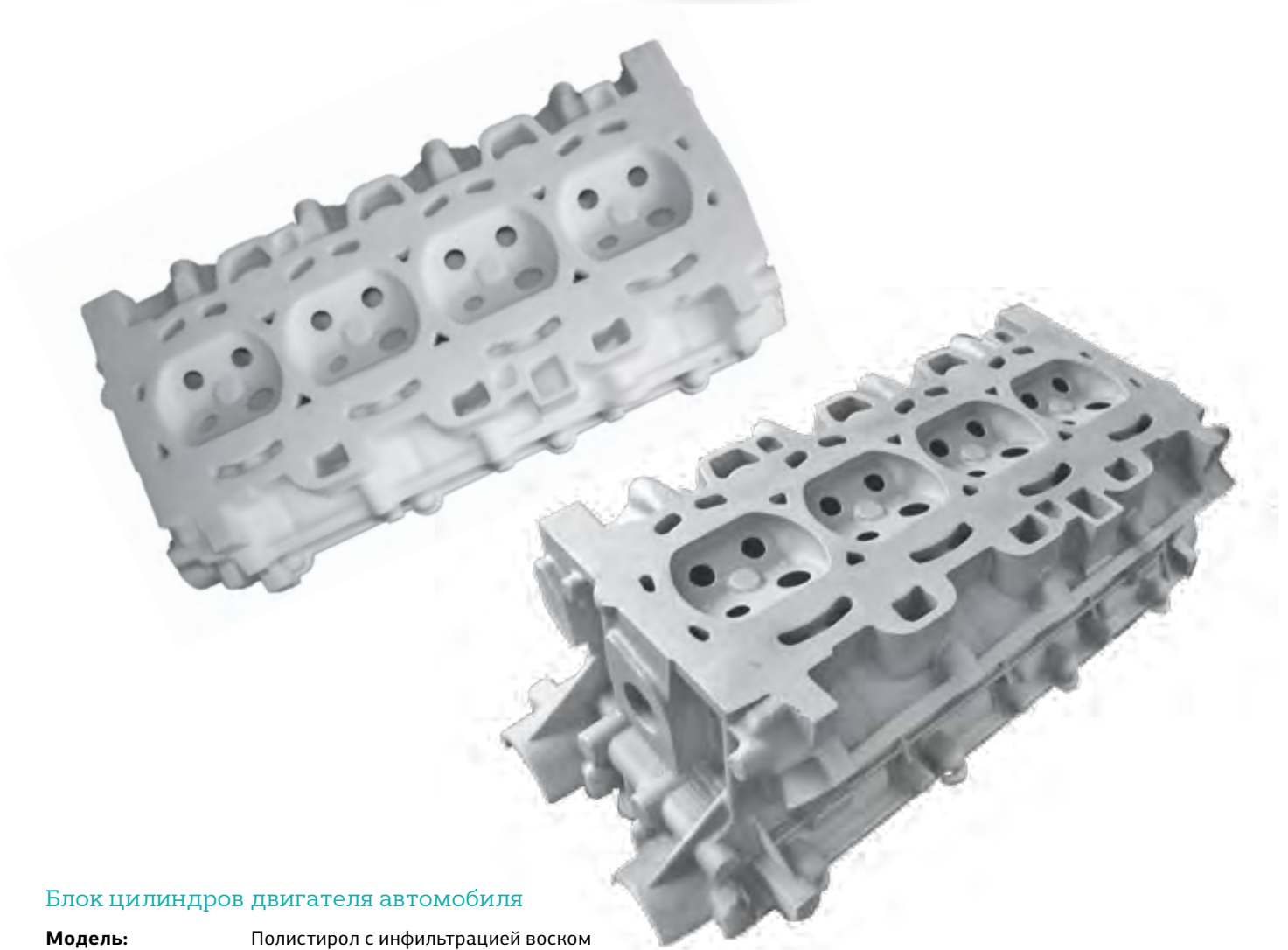
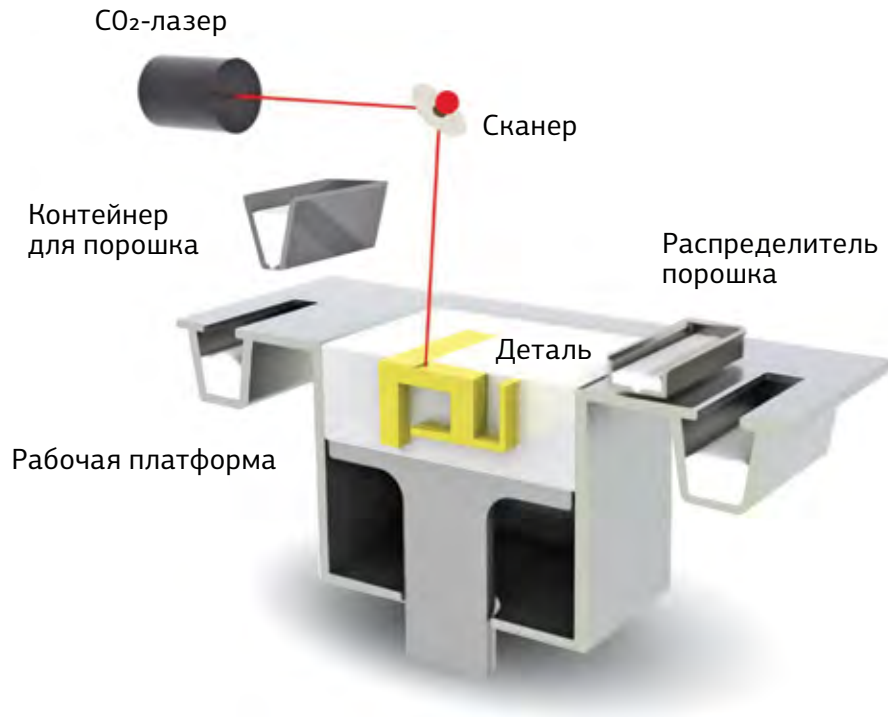
- Высокая точность и повторяемость построения выводит качество отливок на новый уровень
- Высокая производительность и сокращение времени изготовления литейных форм позволяет существенно сократить себестоимость конечных изделий



EP-C7250

Технические характеристики SLS-принтеров компании EPlus 3D

МОДЕЛЬ	EP-C5050	EP-C7250
Страна-производитель	КНР	
Размер зоны построения	500 × 500 × 500 мм	700 × 700 × 500 мм
Тип лазера	Углекислотный лазер, 55 Вт.	Углекислотный лазер, 100 Вт.
Скорость сканирования	до 6 м/с, динамическая автофокусировка	до 8 м/с, динамическая автофокусировка
Точность	±0,15 мм на 100 мм или ±0,15% от линейного размера образца	
Толщина слоя	0,04...0,3 мм	
Размер принтера, вес	2000 × 1300 × 2300 мм 1300 кг	2000 × 1500 × 2700 мм 1700 кг
Электропитание	380 В, 30 кВт	
Материалы	PA6, PA11, PA12, PP, TPU, PE, TPE и др.	



Блок цилиндров двигателя автомобиля

Модель:	Полистирол с инфильтрацией воском
Материал:	Алюминиевый сплав
Размер:	390 × 245 × 176 мм
Время печати:	20 часов
Общее время изготовления	
1 образца:	4-5 дней

3D-ПРИНТЕРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ DMT (ПРЯМАЯ НАПЛАВКА МЕТАЛЛА)

В технологии аддитивного производства DMT (Direct Metal Tooling) металлический порошок сразу подается в точку построения, к которой с помощью лазерного луча подводится тепловая энергия, где и происходит процесс формирования изделия.

DMT-ПРИНТЕРЫ КОМПАНИИ InssTek

Ключевые характеристики и особенности промышленных 3D-принтеров прямой наплавки металла южнокорейского концерна InssTek

- механическая прочность изделий;
 - разнообразие используемых материалов, в т. ч. российского производства (титан, никель, сталь, кобальт, хром, бронза и др.);
 - динамическая система контроля настроек, возможность отработки режимов для нестандартных сплавов;
 - большая рабочая зона принтеров, возможность изготавливать детали длиной до 4000 мм;
 - возможность восстановления или ремонта поврежденных изделий;
 - покрытие поверхностей жаропрочными или антикоррозийными сплавами.
- 3D-печать металлом может использоваться для следующих целей
 - изготовление прототипов и деталей для различных отраслей промышленности;
 - производство крупногабаритных изделий;
 - ремонт и восстановление поврежденных деталей;
 - создание металлических пресс-форм для литья;
 - ускорение проведения НИР и ОКР.

Технические характеристики

МОДЕЛИ	MX-LAB	MX-FAB	MX-STANDARD			MX-MED
			MX-600	MX-1000	MX-GRANDE	
Страна-производитель	Южная Корея					
Размер зоны построения	150 × 150 × 150 мм	500 × 600 × 400 мм	450 × 600 × 380 мм	800 × 1000 × 680 мм	4000 × 1000 × 1000 мм	300 × 300 × 230 мм
Мощность лазера	300 Вт	2000 Вт	1000 Вт	2000 Вт	3000 Вт	500 Вт
Количество осей	3 оси		5 осей			
Модуль	SDM 400	SDM 800	SDM 800	SDM 1200	SDM 1800	SDM 800
Толщина слоя	0,15 мм	0,25 мм	0,25 мм	0,45 мм	0,75 мм	-
Размер принтера, Вес	700 × 700 × 850 мм 250 кг	1450 × 1950 × 2350 мм 1500 кг	2000 × 2900 × 2600 мм 6500 кг	2600 × 4000 × 3500 мм 10500 кг	6500 × 4500 × 4500 мм 30500 кг	1900 × 1800 × 2500 мм 3500 кг
Материалы	Металлический порошок, 15-150 мкм, стальные, титановые, медные, жаропрочные никелевые сплавы, сплавы CoCr, и др., в том числе: материалы отечественного производства					

Примеры выполненных работ



3D-ПРИНТЕРЫ ПО МЕТАЛЛУ InssTek

Стандартные модели

MX-300

MX-600

MX-1000

MX-Grande



InssTek

DMT[©] Metal 3D Printing Specialist

Заказная модель

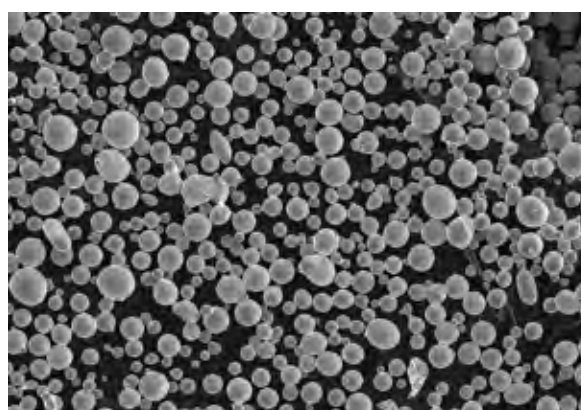
MPC

Для работы с пористыми материалами



Металлические порошковые материалы для промышленных 3D-принтеров

МАТЕРИАЛ	ФРАКЦИЯ, МКМ
Алюминиевые сплавы	10-45/15-53/45-106/45-150
Титановые сплавы	10-45/15-53/45-100/45-150/63-150
Никелевые сплавы	10-45/15-53/45-100/45-150/63-150
Стеллиты, CoCr	10-45/15-53/45-100/45-150/63-150
Нержавеющая сталь	10-45/15-53/45-100/45-150/63-150
Медные сплавы	10-45/15-53/45-100/45-150/63-150



Минимальная партия поставки – 50 кг

3D-ПРИНТЕРЫ. ТЕХНОЛОГИЯ FDM (FUSED DEPOSITION MODELING)

FDM (Fused deposition modeling) — один из методов 3Д-печати, заключается в послойном формировании деталей посредством выдавливания разогретого материала с помощью экструдера.

В качестве расходного материала используются различные термопластики (ABS, HIPS, PC, Nylon, TPU), в том числе термостойкие и износостойкие (PEEK, Ultem).

Применение: изготовление прототипов и конечных изделий сложной геометрии, мелкосерийное производство, изготовление оснастки для оптимизации процессов литья металлов, ускорение проведения НИР и ОКР, образовательная деятельность.

Промышленные 3D-принтеры компании DYNAMICAL TOOLS DT60, DTLite

■ Большая зона печати (600×450×450 мм) и наличие нескольких питающих экструдеров позволяют оптимизировать цикл загрузки оборудования и повысить его производительность.

■ Два независимых экструдера способны печатать разными материалами в одном рабочем цикле, а высокая температура нагрева до 500°C позволяет работать с высокопрочными материалами – PEEK, ULTEM и т.д.

■ Автоматическая смена катушек, мониторинг с помощью веб-камеры, защита от перепадов напряжения (UPS), поддержка PUSH уведомлений, сенсорная панель 7" – обеспечивают стабильную, независимую работу системы и удобство использования.

Dynamical Tools
DT60

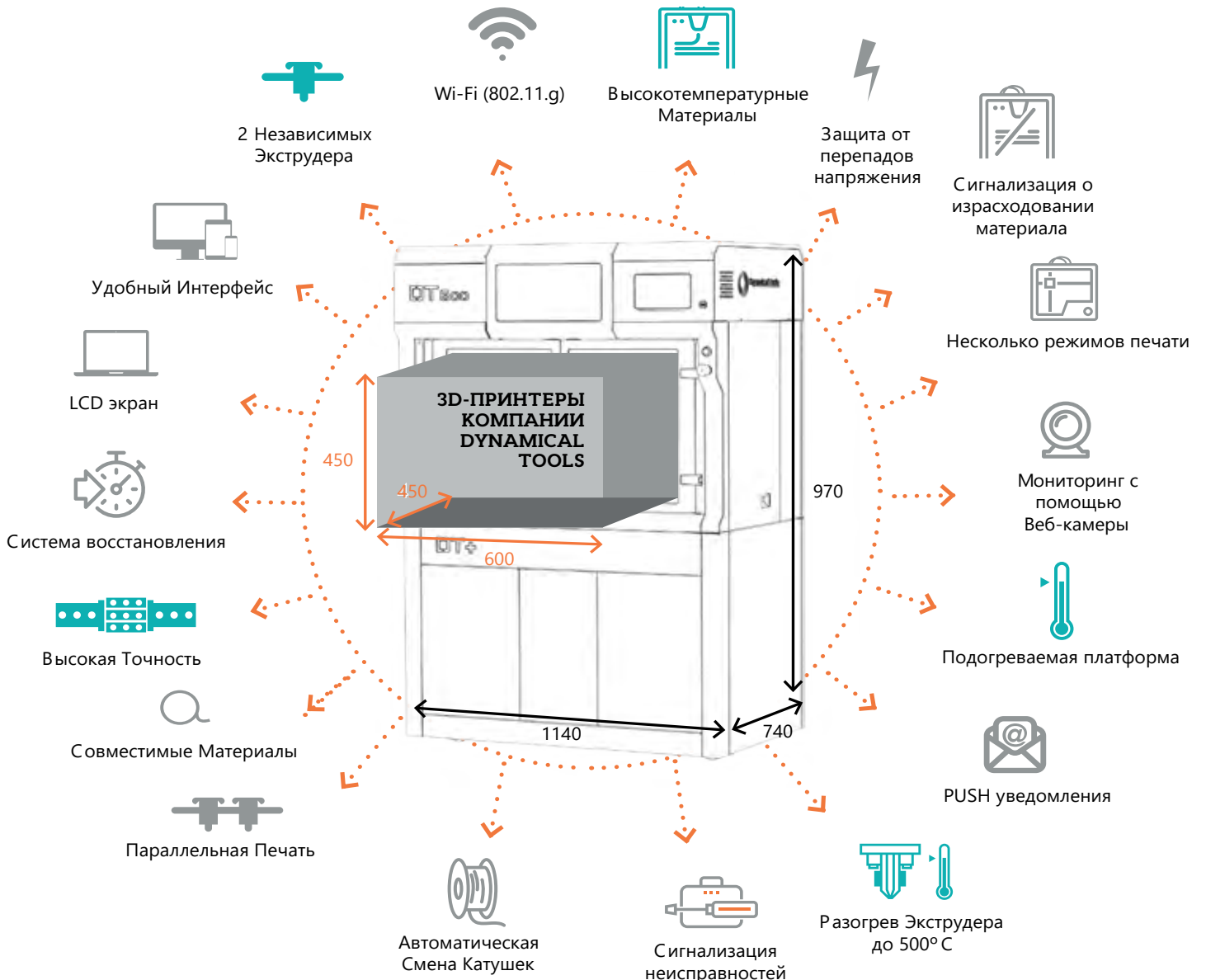


Dynamical Tools
DTLite



Области применения

- Быстрое прототипирование.
- Мелкосерийное производство.
- Медицина, протезирование.
- Корпусирование.
- Автомобилестроение.
- Крупногабаритные изделия.



Технические характеристики

МОДЕЛЬ	DT60	DTLITE
Страна-производитель	Испания	
Технология печати	FDM (FFF)	
Рабочая зона	600×450×450 мм	
Точность позиционирования по оси Z	1,25 мкм	1,6 мкм
Точность позиционирования по оси XY	7,5 мкм	16 мкм
Материал	Катушка 1,75 мм ABS, HIPS, PC, Nylon, ASA, TPU, PP, PEEK, ULTEM и др.	Катушка 1,75 мм ABS, HIPS, PC, Nylon, ASA, TPU, PP и др.
Толщина слоя	от 0,05 мм	
Температура экструдера	до 500°C	до 300°C
Температура платформы	до 150 °C	до 120°C
Управление	7" LCD монитор, Wi-Fi	
Программное обеспечение	Simplify3D	
Формат данных	.STL	
Источник питания	220 В, 3 кВт, встроенная защита от перепадов напряжения (UPC)	
Размеры (Д×Ш×В)	1265×780×1725 мм	1140×740×1725 мм
Гарантия	12 мес.	

3D-принтеры. Технология послойной песчано-полимерной печати

BJ (Binder Jetting) — послойное склеивание композитного порошка связующим веществом. Технология представляет собой процесс послойного синтеза, в котором жидкий связующий агент избирательно осаждается для соединения частиц порошка. Печатающая головка наносит связующий материал на слой порошка в соответствующих участках. Рабочая камера опускается, и затем наносится следующий слой порошка, в который вновь добавляется связующий состав.

Материалы: кварцевый литейный песок, силикатный литейный песок.

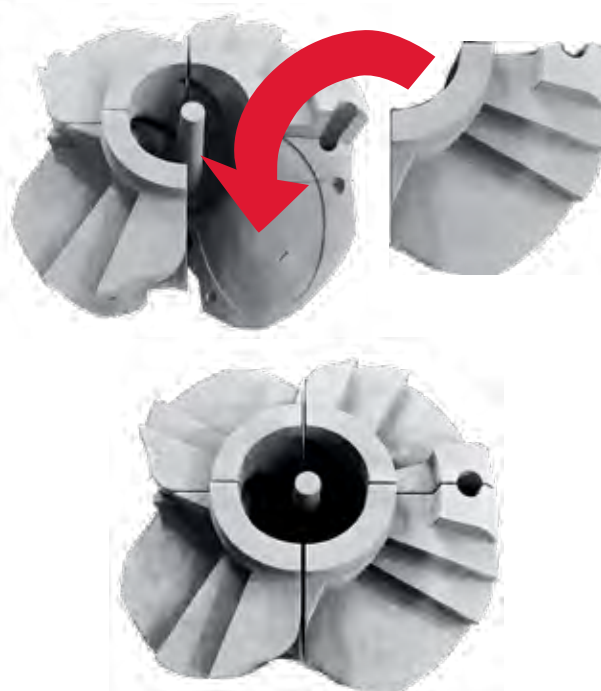
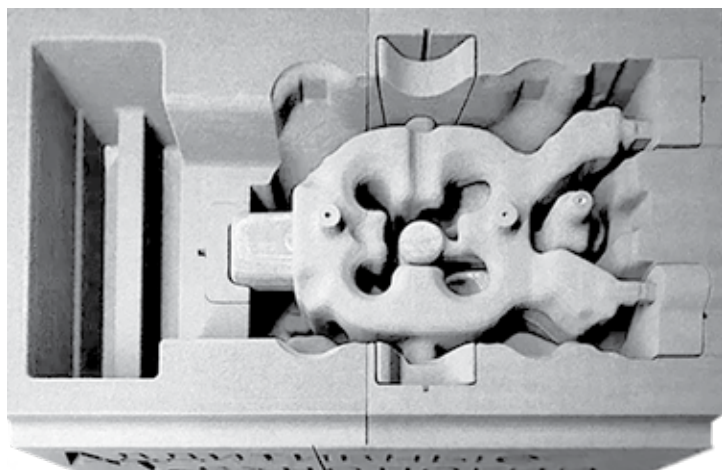
Применение: печать песчаных форм и стержней для литья металлов любой сложности и конфигурации, ускорение проведения НИР и ОКР.

3D-принтеры песчано-полимерные AT700, AT1000, AT2000

- значительное сокращение времени и стоимости процесса создания новых изделий,
- возможность печати форм и стержней любой степени сложности, изготовление которых традиционными методами невозможно,
- высокая скорость печати и большая зона построения позволяет создавать крупные формы, наиболее востребованные на промышленных предприятиях,
- размер зоны печати может быть адаптирована под потребности предприятия,
- использование традиционных расходных материалов отечественного производства



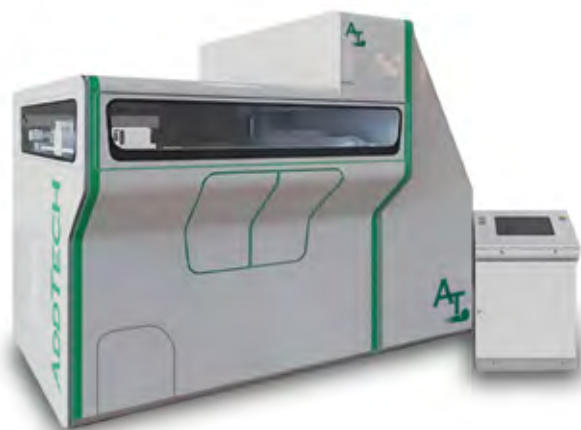
Примеры выполненных работ



Используемые материалы

- Кварцевый литейный песок отечественного производства.
- Фурановая смола на основе фурфуроливого спирта с полным отсутствием свободного фенола, формальдегида и азота.
- Кислотный катализатор (отвердитель) для отверждения фурановых смол.

AT700



AT1000



AT2000



Технические характеристики

МОДЕЛЬ	AT700	AT1000	AT2000
Страна-производитель	Россия		
Рабочая зона	700 × 700 × 450 мм	1000 × 1000 × 500 мм	2000 × 2000 × 500 мм
Скорость печати по вертикали	30 - 60 сек/слой		
Скорость построения	3000 - 30000 см ³ /ч	6000 - 60000 см ³ /ч	24000 - 240000 см ³ /ч
Толщина слоя	0,2-0,5 мм		
Точность печати	100 мкм		
Габаритные размеры (Д×Ш×В)	4400 × 2000 × 3000 мм	5000 × 2000 × 3000 мм	6000 × 3000 × 3000 мм
Масса	3000 кг		4500 кг
Электропитание	380 В, 50 Гц, макс. мощность 5 кВт		

ОПТИЧЕСКИЕ И ЛАЗЕРНЫЕ 3D-СКАНЕРЫ

СТАЦИОНАРНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ 3D-СКАНЕРЫ КОМПАНИИ SHINING 3D



12-летний опыт в 3D-оптических измерительных решениях позволил выпустить 3D-сканер для метрологических измерений по оптической технологии – сканирование при помощи светодиода синего света

Особенности 3D-сканеров компании SHINING 3D

- 3D-сканер OptimScan, оснащенный технологией Blue Light, позволяет сканировать даже темные объекты, в том числе и металлические
- Предлагаемые устройства обладают одной из самых высоких скоростей сканирования
- 5-ти мегапиксельные камеры высокого разрешения обеспечивают отличное качество сканов с очень высокой точностью – до 0,007 мм
- Прилагаемые сканеры задают новый уровень контроля качества
- Полная интеграция с современными CAD/CAM системами
- Простота работы и возможность быстрой реализации процесса обратного реверс-инжиниринга
- Технология сканирования полностью безвредна для человека
- Простой и интуитивно понятный интерфейс управления системой сканирования
- Соответствие немецким стандартам измерительных инструментов
- Продукты и услуги, предоставляемые более чем 1000 клиентам по всему миру

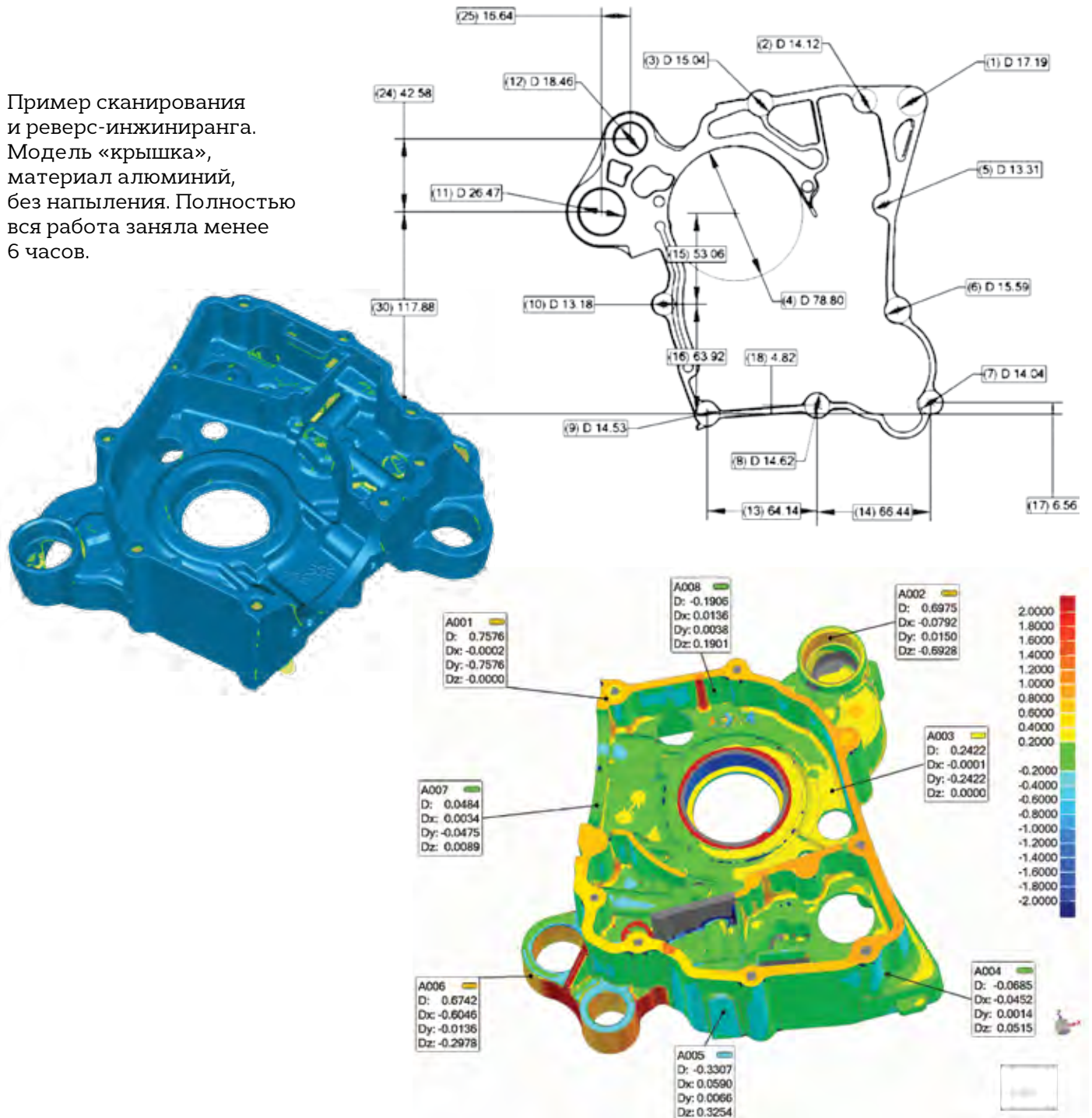


SHINING 3D®

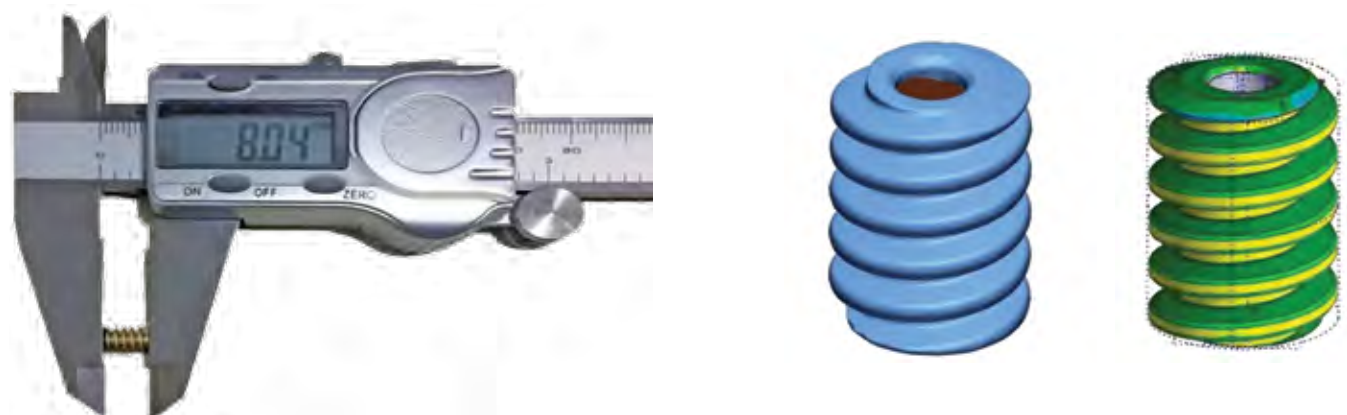
Технические характеристики оптических сканеров компании SHINING 3D

МОДЕЛЬ	OPTIMSCAN-5M
Страна-производитель	КНР
Точность сканирования (снимок)	0,005 – 0,015 мм
Точность сканирования (объем)	0,08 мм/м
Скорость сканирования (снимок)	<1,5 с.
Размер области сканирования	100 × 75 мм / 200 × 150 мм / 400 × 300 мм
Разрешение камеры	2 × 5,0 МПикс
Тип измерения	Бесконтактное оптическое сканирование (Blue LED)
Средний шаг сетки	0,04-0,16 мм
Формат выходных данных	stl, obj, fxb, ma, asc, ply, dae, и др.

Пример сканирования и реверс-инжиниринга. Модель «крышка», материал алюминий, без напыления. Полностью вся работа заняла менее 6 часов.



Сканирование сложных поверхностей и мелких объектов



ПОРТАТИВНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ 3D-СКАНЕРЫ КОМПАНИИ SHINING 3D

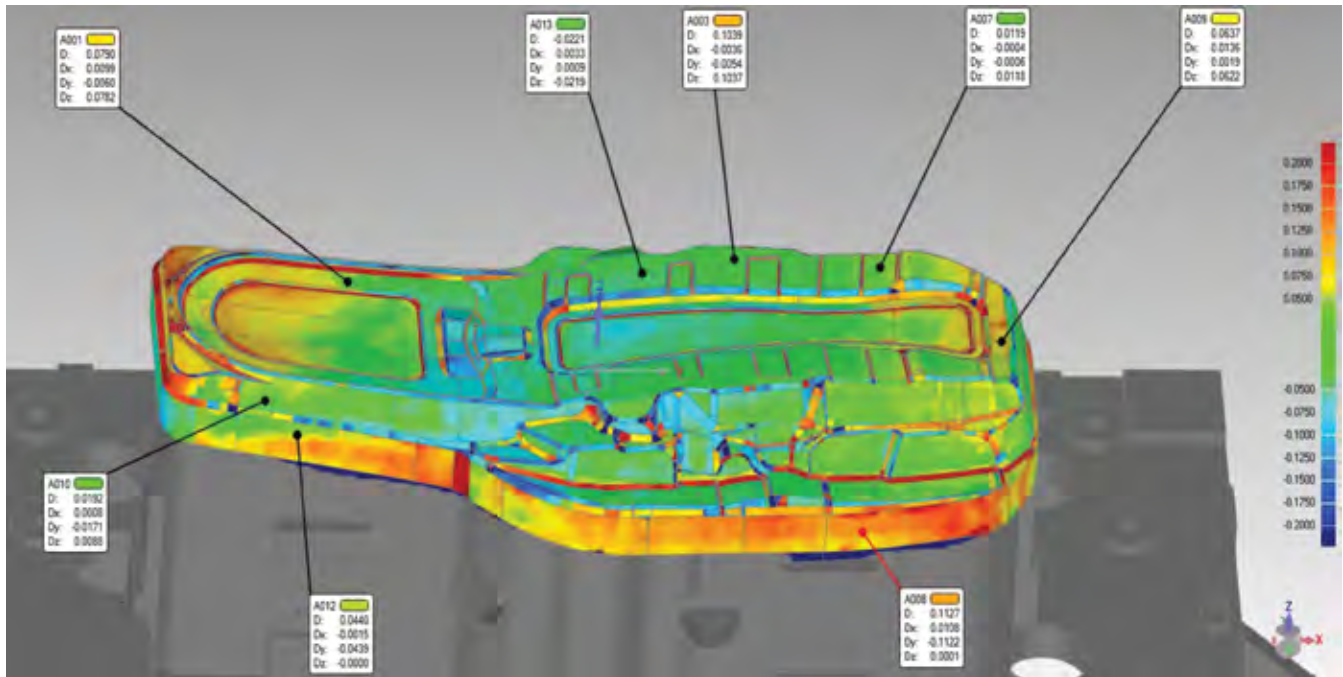
Новая серия FreeScan от SHINING3D – сверхпортативный ручной 3D-лазерный сканер.

Он отличается гибким и удобным режимом сканирования, высокой точностью и стабильностью при сканировании. Серия FreeScan применима для широкого круга задач и множества измеряемых объектов. Он может максимизировать эффективность сканирования для достижения отличных результатов.



Технические характеристики

МОДЕЛЬ	EINSCAN HX РЕЖИМ «БЫСТРОГО СКАНИРОВАНИЯ»	EINSCAN HX РЕЖИМ «ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ»	FREESCAN UE7	FREESCAN UE11
Страна-производитель	КНР			
Точность сканирования (снимок)	до 0,05 мм	до 0,04 мм	до 0,02 мм	
Точность сканирования (объем)	0,035 мм + 0,1 мм/м	0,04 мм + 0,06 мм/м	0,02 мм + 0,04 мм/м	
Скорость сканирования	1 200 000 точек в сек.	480 000 точек в сек.	650 000 точек в сек.	1 200 000 точек в сек.
Размер проекции	420 × 440 мм	380 × 400 мм	510 × 520 мм	
Тип измерения	Бесконтактное оптическое сканирование, с использованием синей светодиодной подсветки	Бесконтактное оптическое сканирование, с использованием 7-и лучевого синего лазера	Бесконтактное оптическое сканирование, с использованием 14-и лучевого красного лазера и 1 луча синего лазера	Бесконтактное оптическое сканирование, с использованием 22-х лучевого красного лазера и 1 луча синего лазера
Расстояние между точками	Регулируемое, 0,25 – 3,0 мм	Регулируемое, 0,05 – 3,0 мм	Регулируемое, 0,05 – 3,0 мм	
Формат выходных данных	stl, obj, fxb, ma, asc, ply, dae, и др.			




Особенности

- Сверхпортативный ручной 3D-сканер весом меньше 1 кг
- Точность до 0,03 мм, а также измерения по немецкому стандарту VDI / VDE 2634
- Неограниченная зона 3D-сканирования
- Применимо к задачам измерения в помещениях, на открытом воздухе и в других сложных ситуациях
- Высокоскоростное сканирование, хорошая стабильность и простота в эксплуатации
- Совместимость с фотограмметрическими системами DigiMetric SHINING3D
- **Совместимость с ведущими CAD/CAM/CAE-системами:**
 - Geomagic Solutions (3D System)
 - PolyWorks (InnovMetric Software)
 - CATIA V5 & SolidWorks (Dassault Systemes)
 - Pro/ENGINEER (PTC)
 - NX & Solid Edge (Siemens)
 - Inventor, Alias, 3ds Max, Maya, Softimage (Autodesk) и многими другими.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ 3D-ПЕЧАТИ

	ПЛАСТИК				МЕТАЛЛ		ПЕСОК	КЕРАМИКА	СКАНИРОВАНИЕ
	SLA	SLS	DLP	FDM	SLM	DMT	VJ	ceramic DLP	лазерное, оптическое
Быстрое прототипирование	■	■	■	■	■	■	—	■	■
Литье пластика в силикон	■	—	■	■	—	—	—	—	—
Литье пластика в пресс-формы (металлические)	—	—	—	—	■	■	—	■	■
Литье пластика в пресс-формы (пластиковые)	■	—	—	—	—	—	—	—	—
Литье металлов в землю	■	■	—	■	■	—	■	—	■
Литье металлов в корку	■	■	—	■	—	—	—	■	■
Литье по выплавляемым моделям	—	■	—	—	—	—	—	—	■
Литье по выжигаемым моделям	■	—	—	■	—	—	—	—	■
Изделия сложной формы, бионические конструкции	■	■	—	—	■	—	—	—	—
Крупногабаритные изделия	■	—	—	—	—	■	—	—	—
Восстановление металлических изделий	—	—	—	—	—	■	—	—	—
Наплавка биметаллических сплавов	—	—	—	—	—	■	—	—	—
Медицина, визуализация, планирование. Шаблоны	■	■	■	■	■	■	—	■	■
Медицина, экзопротезирование,	■	■	—	—	■	—	—	—	■
Медицина, эндопротезирование,	—	—	—	—	■	■	—	—	■
Медицина, стоматология	—	—	—	—	■	—	—	■	—
Медицина, использование спец. материалов (гидроксиапатит)	—	—	—	—	—	—	—	■	—



СТАТЬИ по 3D-ТЕХНОЛОГИЯМ

Люди бьются за металл

Использование фотополимерных
моделей для литья металлов



Современные предприятия все меньше зависят от ручного труда. Высокотехнологичные решения приводят к сокращению работников и увеличению использования эффективных машин, а точное

литьевое производство сейчас немислимо без аддитивных технологий и 3D-оборудования. Сегодня, например, для получения точных изделий в кратчайшие сроки применяется технология литья

по выжигаемым и выплавляемым моделям. Предлагаем краткий обзор применения аддитивных решений в таком направлении, как «Литье по выплавляемым и выжигаемым моделям».



Рис. 1. Образец сетчатой структуры QC

Варианты получения мастер-модели

QuickCast (QC) — быстрое литье

Данное решение связано с технологией стереолитографии (SL), позволяющей создавать высокоточные полые изделия с сетчатой структурой. Один из наиболее популярных способов, служащих для получения как выжигаемых моделей, так и мастер-моделей. Хорошее качество поверхности и высокая точность моделей, экономичность процесса делают востребованной эту технологию.

Сетчатая структура не оказывает давления на стенки формы при выжигании. Кроме того, благодаря сетчатой структуре расходуетс гораздо меньше материала относительно реального объема детали, что позволяет успешно применять QC и при литье в гипс.



Рис. 2. Пример изделия, построенного по технологии DLP

Отверждение светом (DLP и аналоги)

Один из вариантов SL-технологии (аналог QC). При работе применяется фотополимер, отверждаемый с помощью света (волны разной длины). Многие компании разрабатывают специальные материалы для DLP с возможностью легкого выжигания. В связи с высокой ценой материала технология чаще используется при выжигании объектов небольшого размера (стоматология, ювелирное производство и т. п.).



Рис. 3. Пример изделия, построенного по технологии MJ

Впрыскивание материала (material jetting, MJ)

По технологии MJ материал подается на платформу из печатающей головки с большим количеством сопел (по аналогии со струйной печатью обычного принтера). Позволяет с хорошей скоростью получать точные изделия. Технология наиболее популярна при производстве небольших изделий (стоматология, ювелирное производство и т. п.).



Рис. 4. Пример изделия, построенного по технологии SLS PS

Лазерное спекание (SLS)

При селективном лазерном спекании происходит спекание мелкодисперсного порошкового материала с помощью лазера. SLS-машина

использует полистирол, который чаще всего пропитывается воском. Данная технология не позволяет обеспечить высокое качество

поверхности и точность, но характеризуется невысокой стоимостью и возможностью построения больших объектов.

Струйная печать (Voxeljet)

Своеобразный гибрид MJ- и SLS-технологий, когда деталь формируется по принципу струйной печати, а затем пропитывается восковым составом. Детали, полученные с помощью данной технологии, называют полиметилметакрилат (ПММА).

Итак, мы рассмотрели варианты получения мастер-модели, применяемой при литье металлов по выглаваемым выжигаемым моделям. Существуют и другие технологии (например, производство форм для прямой заливки или получения частей форм оснастки), но это тема следующей статьи.

Технология SLA (стереолитография) также успешно применяется для быстрого изготовления пластиковых деталей для нужд прототипирования при разработке новых изделий, функционального тестирования, замены пластиковых корпусных и крепежных изделий.

Помимо этого, стереолитография используется и для оптимизации литьевых процессов — изготовление высокоточных мастер-моделей с низкой зольностью существенно сокращает производственные издержки литьевого производства и оптимизирует структуру производственного цикла.

В медицинской сфере SLA-технология позволяет печатать пластиковые модели в рамках предоперационного планирования, пластиковые шаблоны при проведении операций, изготавливать кастомизированные ортезы и протезы.

От теории — к практике

«Диполь» является поставщиком 3D-оборудования для разных областей промышленности. В задачи компании входит не только поставка, пусконаладка, обучение персонала и сопровождение при работе с 3D-оборудованием, но и производственный аудит промышленной пригодности аддитивных решений в компании заказчика.

Рассмотрим использование нашего 3D-оборудования на одном из предприятий для получения высокоточной отливки из алюминия по выжигаемой модели QC (SLA-технология компании Shining 3D, ведущего разработчика и производителя в направлении 3D-печати и сканирования,

а также крупнейшего поставщика услуг по прототипированию).

Образцы для проведения испытаний были получены на SLA-принтере SH3D iSLA-450 PRO (зона построения 450×450×350 мм). Данная машина, оснащенная немецкой системой сканирования ScanLab, американским лазером и японской электроникой, позволяет с легкостью выполнять необходимые по качеству функциональные модели. Кроме того, широкий выбор материалов для этой машины позволяет получать детали с такими важными характеристиками, как термостойкость (до 268°), эластичность, повышенная прочность. В последнее время все чаще

находят применение и биосовместимые материалы. Благодаря вышесказанному принтер SH3D iSLA-450 PRO нашел применение практически во всех известных отраслях — автомобилестроении, авиационной, приборостроении, кораблестроении, медицине, дизайне, маркетинге и многих других сферах деятельности. В нашем случае использовался Somos WaterShed 11120 (производства компании Dutch State Mines, DSM) — полупрозрачный материал, разработанный специально для получения прототипов (в том числе характеризуется низкой зольностью). Характеристики материала приведены в таблице.

Таблица. Характеристики материала Somos WaterShed 11120

Предел прочности при разрыве	47,1–53,6 МПа
Удлинение при разрыве	11–20 %
Модуль упругости	2650–2880 МПа
Предел прочности при изгибе	63,1–74,2 МПа
Модуль упругости при изгибе	2040–2370 МПа
Водопроницаемость	0,35 %
Плотность	~1,12 г/см ³ @ 25 °C
Вязкость	~260 сП @ 30 °C
Дополнительно	Оптическая прозрачность



Рис. 5. Изделие из материала Somos WaterShed 11120

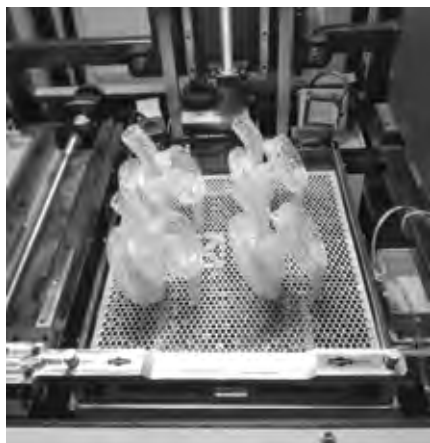


Рис. 6. Крышка насоса (QC)



Рис. 7. Крышка насоса (QC) — два образца

Для изготовления выбрана несложная деталь с условным названием «крышка насоса». Было решено изготовить четыре образца с различными усадками под алюминий (для двух образцов была заложена усадка 1,8 %, для двух других — 2,4 %).

Сначала детали были напечатаны, что заняло около 6 ч. На рис. 7 показаны напечатанные образцы. Точность напечатанных изделий составила 0,1 мм.

Далее детали промыли, продули воздухом через специальные технологические отверстия для удаления остатков материала, затем на 40 мин поместили в печь дополимеризации, чтобы придать им большую прочность. После этой процедуры готовые детали передали на литьевое производство для напайки на так называемое «дерево».

Процесс создания формы осуществляется по стандартным технологиям, описание которых можно опустить. Следует указать, что

необходимо запаять все технологические отверстия (для этого предпочтительна смола с использованием УФ-устройства или восковая смесь).

Затем литниковая система припаивается к детали и крепится на стояк.

В порядке эксперимента мы позволили себе использовать один стояк для одной детали. Применяемая оболочковая форма состояла из кварцевого песка и связующего состава на водной основе.

Дальнейший стандартный процесс литьевого производства состоит из следующих этапов:

- напайка литников и питателей (рис. 9);
- создание литниковой системы (рис. 10);
- создание первых слоев оболочковой формы (рис. 11);
- сушка формы (рис. 12);
- передача полученной формы на последующее выжигание.



Рис. 8. Отмытый образец с поддержками



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

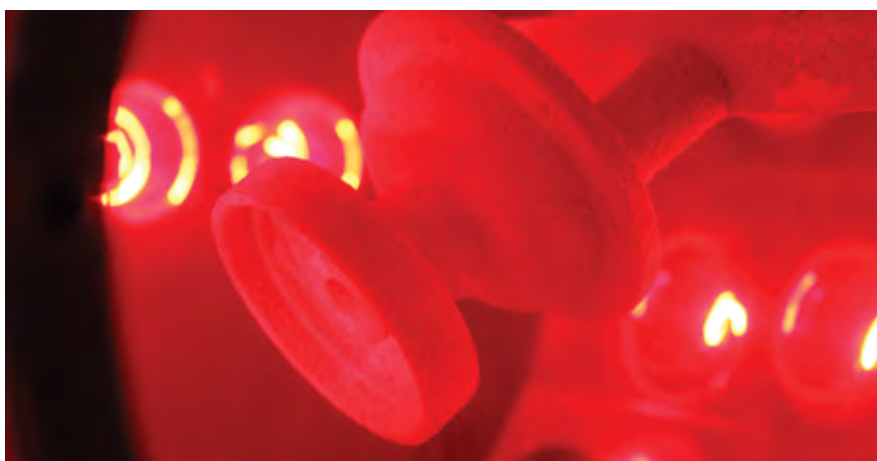


Рис. 12

SLA-технология предоставляется компанией SHINING 3D, ведущим производителем в направлении 3D-печати и 3D-сканирования

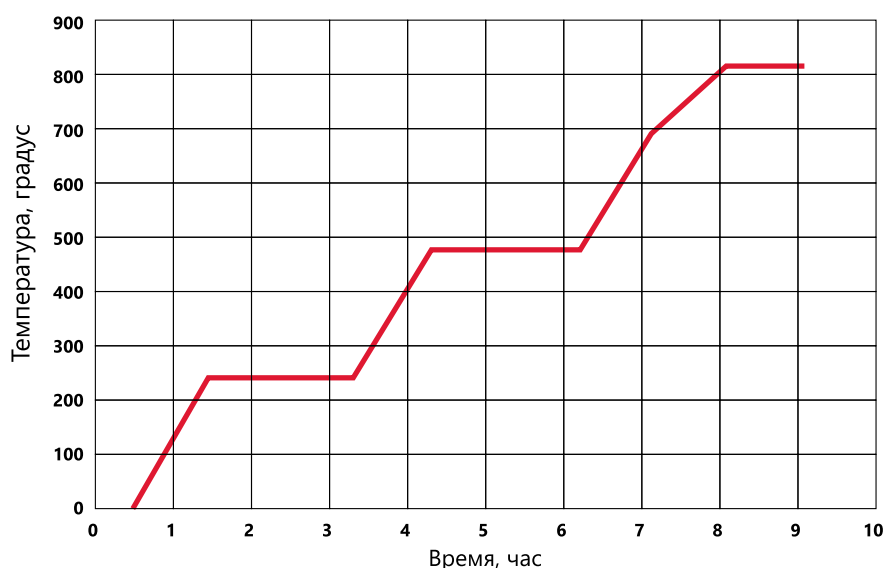


Рис. 14. Схема выжигания

Выжигание модели — один из наиболее важных процессов. При этом следует максимально сократить время операции, чтобы исключить повреждение формы и обеспечить равномерное и полное выжигание материала. Для исполнения этих требований есть несколько рекомендаций. Важно помнить, что при изготовлении крупногабаритных деталей необходимо создавать технологические отверстия для удаления газов. Впрочем, эту процедуру можно проводить и при работе с небольшими деталями. Поскольку существует много факторов, влияющих на качество корки и зольность (общий объем, толщина стенок, плотность внутренней сетчатой структуры и т. д.), каждое производство со временем вырабатывает свои режимы работы. Считается, что оптимальной для выжигания фотополимера является температура 815–1000 °С. Зарубежные производители рекомендуют использовать автоклав, так как он дает более качественный и стабильный результат при небольших временных затратах. В нашем случае была печь с терморегулятором, при этом применялся так называемый полочный режим выжигания, с нагревом и без охлаждения (рис. 14).

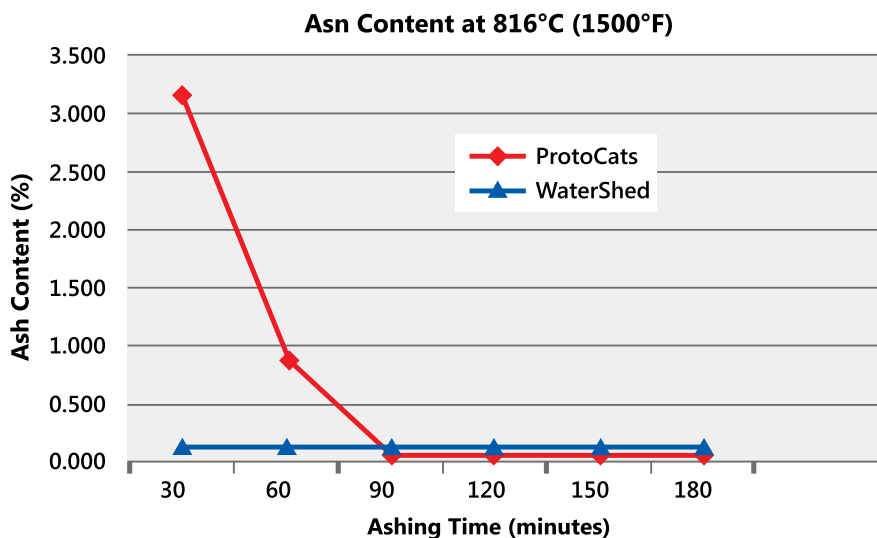


Рис. 15. График технической спецификации фотополимера

Существуют разнообразные режимы выжигания. Каждое производство определяет выбор конкретного режима исходя из имеющихся технологий. Например, при использовании быстрого режима выжигания необходимо создать технологические отверстия для газоотведения. Мы использовали программируемую печь с длительным технологическим режимом (более 9 ч). Параллельно создаем еще пару оболочковых форм для работы. По технической спецификации наш материал обладает очень низкой зольностью (график технической спецификации демонстрирует зольность ниже 0,1 %, рис. 15).

При разломе формы можно убедиться в действительной зольности (рис. 16, 17).

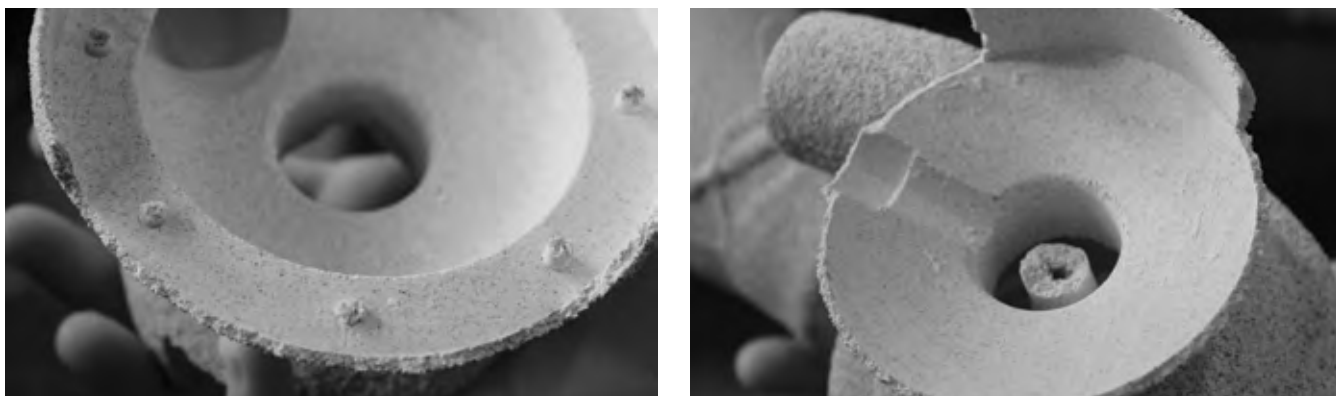


Рис. 16, 17. Минимальная зольность оболочковой формы

Как видно на фото, зольность действительно незначительная, поэтому на дальнейших этапах от ее остатков можно легко избавиться продуванием воздухом. Возможность уже на этапе отливки создать шероховатость меньше 3 мкм по Ra

в некоторых ситуациях позволяет получать конечное изделие без дальнейшей постобработки. На рис. 18, 19 видно качество формы, которое можно получить при использовании надлежащих материалов и оборудования.

После выжигания образца форма отдается в прокатку и подготовку для заливки алюминия (заливка производится в разогретую форму).

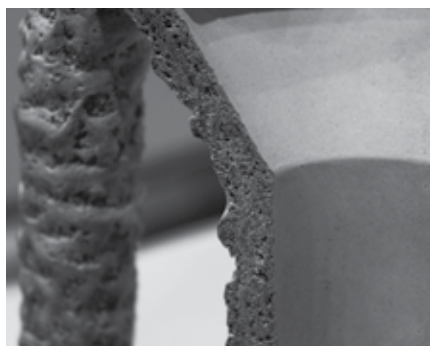


Рис. 18, 19. Оболочковая форма с высоким качеством поверхности

Рис. 20. Отливка из алюминия



Рис. 21. 3D-принтер ISLA-450 Pro Shining 3D

Рис. 22. 3D-сканер FreeScan X7 Shining 3D

Полученную отливку необходимо сравнить с полученной 3D-моделью (без усадочного коэффициента). Для этого используется лазерный ручной сканер FreeScan X7.

Трехмерное оборудование позволяет меньше чем за 1 ч получить информацию о поле отклонений, что очень удобно для понимания, по какому качеству была получена отливка.

Подводя итоги проведенной работы, можно отметить следующие преимущества SLA-технологии (Shining 3D) и модели QC:

Технические 3D-принтера ISLA-450 Pro

	ISLA-450 PRO
Размер зоны построения	450×450×350 мм
Тип лазера	Nd: YVO4. (500 мВт)
Скорость сканирования	До 10 м/с
Точность	0,1 % от линейного размера
Материалы	Фоточувствительная смола
Программы	Eplus 3D, Magics
Скорость построения	До 100 см³/ч

Технические параметры трехмерного ручного сканера FreeScan X7

	FREESCAN X7
Точность снимка	0,03 мм
Объемная точность (до)	0,020 мм + 0,025 мм/м
Скорость сканирования	480 000 точек/с
Источник света	14-лучевой лазерный луч
Вес	0,95 кг
Размер	130×90×310 мм

Скорость.

Готовую отливку из металла можно получить уже через 3–4 дня, что существенно сокращает дальнейший цикл создания изделия, позволяя в сжатые сроки перейти к его испытаниям, после чего либо внести необходимые правки, либо отправить изделие в тираж.

Точность.

Высокоточные 3D-принтеры позволяют получать отливки с очень высокой точностью, в нашей ситуации — третий квартал точности (ГОСТ 26645-85).

Качество поверхности внутренних каналов. Шероховатость конечной отливки составляет меньше 3 мкм по Ra, что позволяет избежать механической обработки в сложно-доступных местах.

Технология DMT дает увеличение износостойкости обрезных пуансонов до 300%



Шатуны автомобильных двигателей являются теми техническими компонентами автомобиля, которые редко можно увидеть в работе, они выполняют свою важную работу незаметно.

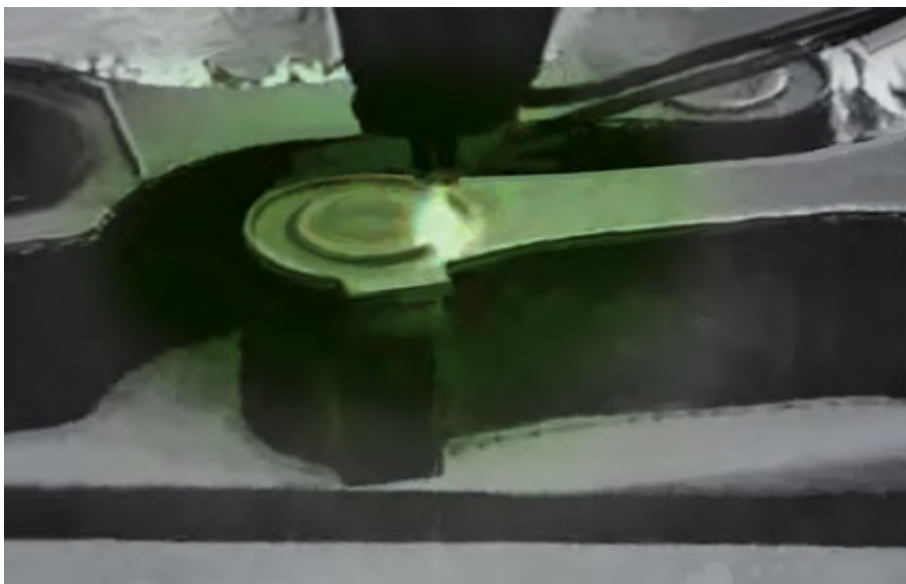
Технические и механические требования к свойствам шатуна по-прежнему остаются очень высокими, так как этот элемент соединяет коленчатый вал с поршнями.

Так что износ в этой связке, как правило, приводит к значительному повреждению двигателя.

При производстве шатунов обрезные пуансоны, выполненные из инструментальной стали марки H-13, подвергаются очень значительным нагрузкам.

Выполненные из стали пуансоны в процессе изготовления разогреваются докрасна, после чего, пройдя закалку и отпуск в виде заготовок, они рождаются уже в своей окончательной форме.

В работающем двигателе они подвергаются чрезвычайно высокой циклической механической и термической нагрузке. Из-за этого их контуры и режущие кромки изнашиваются очень быстро и поэтому они требуют постоянной замены.



Для решения проблемы восстановления таких пуансонов производитель принтеров для металлической 3D-печати из Южной Кореи — компания **InssTek**, предлагает технически и экономически оптимальное решение.

Метод, разработанный этой компанией в тесном сотрудничестве с одним известным производителем автомобилей, обеспечивает не только ремонт обрезных пуансонов, но делает их более качественными, чем они были до ремонта.



1. В качестве первого шага изношенная поверхность удаляется механическим способом.



2. В зависимости от степени износа глубина удаления может быть около 10 мм. Для этой цели целесообразно применять станки с ЧПУ, использующие геометрические данные удаленной дефектной области изделия для программирования процесса восстановительной 3D-печати.



3. После этого с использованием технологии DMT* компании InssTek печатаются удаленные ранее объемные элементы конструкции.



4. И, наконец, уже для возможности ее повторного использования деталь проходит финишную механическую обработку.

* DMT-технология представляет собой 3D-печать металлических изделий методом прямого послойного построения в процессе сплавления мелкодисперсных частиц металлического порошка лазером непосредственно по CAD-модели.



Для начала все параметры были пошагово оптимизированы до тех пор, пока печатный слой не повторил всю первоначальную оригинальную форму пуансона с учетом всех его механических и металлургических свойств. Используемая для печати инструментальная сталь марки 1.2344 обеспечивает высокоплотную непористую и однородную структуру.

Этот метод ремонта на основе металлической 3D-печати использовался в течение более 2-х лет и недавно проведенная его оценка дала просто удивительные результаты. Производимые по традиционной технологии комплекты пуансонов оказались в состоянии изготавливать в среднем около 45 000 шатунов, прежде чем их приходилось заменять. В это же время пуансоны, отремонтированные методом металлической 3D-печати выходят из строя лишь после выпуска примерно 150 000 шатунов.

Это показывает увеличение работоспособности пуансонов более, чем на 300%!

С помощью модуля DMT SDM1200 обеспечивается скорость наращивания до 35 см³/ч, что делает этот способ ремонта одним из самых быстрых и эффективных на рынке. Кроме того данная технология ремонта вырезных пуансонов еще и весьма экономически выгодна. Общие ремонтные расходы по предлагаемой технологии составляют лишь часть от стоимости обычной технологии изготовления новых пуансонов.

Металлическая 3D-печать повышает производительность и продлевает срок службы литьевых пресс-форм головки блока цилиндров

Головки блоков цилиндров современных автомобильных двигателей отливаются в пресс-формах многократного использования, которые заполняются расплавленным алюминиевым сплавом с температурой превышающей 600°C.

Независимо от процесса литья, будь то литье под давлением, литье в форму, литье низкого или высокого давления — все формы подвергаются большим нагрузкам. Поток расплава приводит к износу поверхности литьевой формы, а перепады температуры вызывают трещины. Коррозия и окисление не только существенно сокращают срок службы литьевой формы, но и оказывают отрицательное воздействие на качество поверхности самих отливок, что вполне естественно приводит к значительному увеличению процента брака.



Специалисты Южной Кореи в области 3D-печати металлических изделий из компании InssTek тесно сотрудничают с одним из мировых производителем автомобилей. Целью совместного поиска является разработка инновационной технологии, позволяющей не только увеличить производительность процесса литья, но значительно увеличить срок службы литьевых пресс-форм.

Материалы, которые обычно используются литьевых пресс-формах, предназначенных для изготовления алюминиевых головок блока цилиндров – это или термообработанная сталь, или специальная сталь, рассчитанная для работы при высоких температурах. Такие материалы, как инструментальная сталь DIN 1.2343 из-за ее механических, термических и химических свойств хорошо подходит для этой цели. Тем не менее, этот материал имеет недостаточно хорошие характеристики с точки зрения его окисления, термического расширения и теплопроводности. Эта сталь окисляется уже при комнатной температуре, кроме того она достаточно быстро расширяется под действием тепла и имеет весьма ограниченную устойчивость к воздействию теплового удара.

Во время своего сотрудничества с одним из мировых автопроизводителей, компания InssTek в рамках данного проекта, проводила исследования специально направленные на повышение производительности при изготовлении головки блока цилиндров. Основные усилия в рамках этого проекта были направлены на не только увеличения срока службы литьевых пресс-форм. Они включали также в себя вопросы повышение качества поверхности литья, причем не только при первых его восстановительных ремонтах формы, но и при последующих работах в условиях их длительной эксплуатации. Все это, в свою очередь, оказало положительное влияние на общее снижение процента **брака**.

Металлическая 3D-печать с использованием InssTek технология повышает производительность и продлевает срок службы литьевой пресс-формы.

Специалисты по производству принтеров для 3D-печати металлических изделий южнокорейской компании InssTek приступили к выполнению научно-исследовательского проекта, целью которого являлось определение оптимальных способов использования различных металлов при гибкой технологии прямого послойного создания конструкции из сплавов лазером мелкодисперсных частиц металлического порошка – DMT (Direct

Metal Transfer, прямой перенос металла). После широкомаштабного исследования различных никель-молибденовых сплавов, был выбран сплав под торговой маркой Hastelloy. Этот сплав имеет отличные характеристики теплового расширения, он устойчив к коррозии и окисляется лишь при очень высоких температурах. Относительно низкие механические и физические характеристики этого сплава, такие как ударная прочность или предел

прочности на разрыв не играют здесь существенной роли, так как для литых алюминиевых конструкций значительные механические напряжения маловероятны.

Для предварительной оценки была изготовлена из термически обработанной стали большая литьевая пресс-форма (570×380×126 мм), предназначенная для головки блока цилиндров двигателя с уменьшенным расходом **топлива**.

Данные, полученные в результате моделирования и вычисленной тепловой модели для этой литейной пресс-формы, затем были использованы в качестве составной части процесса металлопечати. Металлопечать была выполнена с использованием 5-осевого металлического 3D-принтера типа MX-1000, который может иметь очень большую рабочую площадь в 1000×800×650 мм. Толщина нанесения никель-молибденового сплава методом послойной печати колебалась от 2 до 30 мм, с более толстыми слоями в тех зонах, где имелась потребность в более высокой теплопроводности. После завершения процесса изготовления пресс-форма была передана в серийное производство для ее оценки.

Результаты показали весьма существенный рост производительности. Использованный никель-молибденовый сплав имеет гораздо более высокую теплопроводность, чем сталь и охлаждает именно ту зону, которая в этом нуждается. Пустоты и нежелательные зоны, как следствие остаточного теплового напряжения на отливке головки цилиндра также были ликвидированы. Отсутствовало, вызванное

температурным градиентом, термическое растрескивание, проявляющееся в виде поверхностных трещин, которые образуются в результате быстрого нагрева и охлаждения детали. Как следствие, в результате значительно улучшилось качество поверхности. Кроме того не было и алюминиевых остатков на поверхности пресс-формы, к тому же более быстрое рассеяние тепла привело к значительному сокращению времени цикла изготовления. С момента передачи усовершенствованной путем металлической 3D-печати литейной пресс-формы, ее регулярная проверка показала отсутствие какого-либо снижения качества литья. Имея такие превосходные результаты уже на самом начальном уровне, компания InssTek применила эту же самую концепцию и аналогичный технологический процесс дополнительной обработки для двух других, более крупных моделей двигателей.

Потенциал металлической 3D-печати в литейной промышленности огромен. Он помогает достичь уровня, при котором современные технологии становятся более эффективным и гибкими. В последние несколько лет компания InssTek

использовала свои 3D DMT-технологии для производства, модификации и ремонта уже более 1000 литейных форм.

Компания TLM Laser Ltd из Бромсгров, Вустершир, недавно заключила эксклюзивный дистрибьюторский договор с компанией InssTek GmbH на поставку их комплексных систем металлической 3D-печати.

Технологический процесс компании InssTek предлагает реальную производственную систему и является совершенно уникальным в своей способности производить сложные детали без каких-либо дополнительных несущих конструкций, благодаря превосходному управлению пространственным положением и наклоном рабочего стола.

Кроме того, поток порошка через лазерный луч постоянен, что делает микроскопическую структуру металла на 100% абсолютно однородной, практически не отличающейся от структуры традиционно изготовленных деталей, а в некоторых случаях, к тому же имеющих лучшие механические свойства.

5-осевой
металлический
3D-принтер MX-1000
компании InssTek
был использован
для повышения
числа циклов
использования
и срока службы
литейной пресс-
формы головки
блока цилиндра



РЕМОНТ ИСТРЕБИТЕЛЯ F-15K С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Истребители F-15K входят в основной состав военно-воздушных сил Южной Кореи. Этот самолет является модифицированной версией истребителя F-15E Strike Eagle производства компании McDonnell Douglas Boeing и, среди прочего, отличается тем, что он оборудован более современным бортовым радаром и двумя реактивными двигателями F110-GE-129 компании General Electric. Эти двигатели обеспечивают тягу 131,5 кН, причем каждый из этих двигателей на форсаже обеспечивает тягу превышающую обычную почти на 30%.

Требование по постоянной готовности к применению этих истребителей и, следовательно, техническое обслуживание и ремонт их двигателей едва ли в какой-либо другой стране имеет такое стратегическое значение, как в Южной Корее, которая имеет границу с Северной Кореей протяженностью в 240 км.

В настоящее время значительная часть этой крайне важной задачи успешно решается благодаря использованию технологии 3D-печати металлических изделий принтерами выпускаемыми компанией InssTek Inc.



Все началось с желания ВВС Южной Кореи выполнять ремонт самостоятельно и быть более независимыми от регулярного приобретения силовых рабочих компонентов турбины у американского поставщика.

Акцент был сделан на обечайки турбины, выполненные из титанового сплава и на воздушный уплотнитель, выполненный из кобальтового сплава. Сложность тут заключалась не только в том, чтобы впе-

чатать новый слой металла, но и достичь того, чтобы он не отличался качеством от металла оригинала, а кроме того необходимо обрабатывать большие, диаметром до 800 мм, компоненты турбины.

MX-Grand — DMT-технология 3D-печати металлических изделий

Решение было быстро найдено благодаря возможностям использования «прямого осаждения материала при помощи направленного энергетического воздействия» на основе DMT-технологии 3D-печати металлических изделий и флагманского 3D-принтера «MX-Grand» компании InssTek, который обеспечивает возможность рабо-

ты на крупногабаритных деталях размером 4000×1000×1000 мм. Этот 3D-принтер имеет волоконный иттербиевый лазер мощностью 5 кВт, три бункера вместимостью 3 кг металлического порошка каждая. Наклонно-поворотный зажимной патрон и горизонтальный вращающийся шпиндель позволяют выполнять обработку деталей по 5/6 осям.





В кооперации с корейским аэротехнологическим научно-исследовательским институтом (Korean Aero Technology Research Institute) и компанией General Electric Company, компанией InssTek была проведена проверка соответствия заданным техническим характеристикам отремонтированных деталей, а также оценка качества, надежности и безопасности использования данной технологии.



В результате компанией был получен сертификат и разрешение на использование деталей, отремонтированных с использованием данной технологии, без каких-либо запретов или ограничений.

«С помощью этого нового метода мы можем сэкономить не только расходы на несколько сотен тысяч евро каждый год, но и значительно сократить время ремонта. Теперь ожидание поступления новых запасных частей, которое длилось обычно в течение многих недель, наконец-то, осталось в прошлом»,

– заявляет ответственный сотрудник проекта подполковник Б.С.Ли (B. S. Lee).

Шкафы сухого хранения серии DC

www.vkg.ru

VIKING



Шкафы сухого хранения серии DC предназначены для обеспечения ультранизких значений относительной влажности, что необходимо для хранения влагочувствительных компонентов и материалов.



DC-3W ESD



Инновационная индикаторная система светодиодной подсветки (опция)



Шкафы DC ESD доступны для заказа в цветах:



Белый RAL 9010
(артикул DC-W ESD, например, DC-3W ESD для 3-дверного белого шкафа)



Светло-серый RAL 7035
(артикул DC-G ESD, например, DC-6G ESD для 6-дверного серого шкафа)



Черный RAL 9005
(артикул DC-B ESD, например, DC-1B ESD для 1-дверного черного шкафа)

DC-1B ESD



DC-6B ESD



DC-4G ESD

ШКАФЫ СУХОГО ХРАНЕНИЯ	КОЛИЧЕСТВО СЕКЦИЙ (ДВЕРЕЙ)	РАЗМЕРЫ (Ш×В×Г), ММ	ОБЪЕМ, Л
DC-1 ESD	1	600 × 737 × 640	238
DC-2 ESD	2	600 × 1342 × 640	454
DC-3 ESD	3	600 × 1947 × 640	670
DC-4 ESD	4	1205 × 1342 × 640	900
DC-6 ESD	6	1205 × 1947 × 640	1340

Отличительные особенности шкафов серии DC

- ✓ Все шкафы серии выпускаются только в антистатическом исполнении и строго соответствуют требованиям стандарта ГОСТ Р 53734;
- ✓ Диапазон поддержания влажности 1-50% RH с точностью ±1%;
- ✓ Каждая секция шкафа закрывается на отдельный ключ;
- ✓ Каждый шкаф оснащен портом RS-232 для подключения к компьютеру и оперативной передачи информации;
- ✓ Управление с помощью цифровой панели с тремя кнопками и интуитивно понятным меню;
- ✓ Контроль влажности и температуры осуществляется с помощью встроенного точного датчика с цифровым интерфейсом, процессора и ЖКИ-дисплея;
- ✓ Возможность установки на шкаф автоматического модуля азота и модуля азота с ручной регулировкой;
- ✓ Собственное программное обеспечение для контроля и управления шкафом серии DC;
- ✓ Время выхода в рабочий режим (с 50% до 1% RH) для 3-дверного шкафа DC-3 — менее 1 часа 40 мин;
- ✓ Время восстановления до <10% RH для 6-дверного шкафа DC-6 — **менее 1 минуты**;
- ✓ Класс защиты от внешних воздействий IP 55.



Шкафы серии DC выпускаются в двух модификациях, обеспечивающих сухое хранение компонентов и материалов как в воздушной среде, так и в среде азота.



Шкафы изготовлены в соответствии со стандартами:

- ✓ IPC/ JEDEC J-STD 033C «Обращение, упаковка, транспортировка и использование компонентов, чувствительных к влаге и пайке методом оплавления»
- ✓ IPC/JEDEC J-STD-020C «Классификация чувствительности к влажности/пайке для негерметичных твердотельных компонентов поверхностного монтажа»
- ✓ EIA/IPC/JEDEC J-STD-075 «Классификация влагочувствительности компонентов, не относящихся к микросхемам»
- ✓ ГОСТ 21493 «Изделия электронной техники. Требования по сохраняемости и методы испытаний»
- ✓ ГОСТ 23216 «Хранение печатных плат»

Промышленные 3D-принтеры и 3D-сканеры



ID 09-01-2021-03

Санкт-Петербург
ул. Рентгена, д. 5Б
+7 (812) 702-12-66

Москва
Огородный проезд, д. 20
+7 (495) 645-20-02

www.dipaul.ru
catalog@dipaul.ru

Сервисная служба:
support@dipaul.ru