

# Использование трехмерного сканирования и печати на различных стадиях жизненного цикла кораблей и судов

Технологии трехмерного сканирования получили в последние годы стремительное развитие. Это связано прежде всего с коренным изменением подходов в представлении инженерно-конструкторской, эксплуатационной информации, характеризующимся переходом от двумерных чертежей и документов к трехмерным моделям. Не отстают от технологий трехмерного сканирования, а иногда, кажется, и опережают их в своем развитии, технологии трехмерной печати. По оценкам некоторых экспертов, трехмерная печать способна в ближайшее время произвести революцию в производстве в промышленных отраслях. Уже сегодня мы имеем реальный опыт печати различных изделий, сложных поверхностей, даже домов и одежды. Еще недавно говорили о высокой себестоимости “напечатанных” изделий, об их низкой надежности и прочих факторах, не позволяющих начать серийное производство методом печати, но сегодня эти проблемы в большей части успешно решаются. Статья не претендует на исчерпывающий обзор всех возможностей трехмерного сканирования и печати, в ней на основе опыта реализации проектов компании InterCAD идет речь об уже существующем практическом применении этих технологий при информационном обеспечении различных стадий жизненного цикла (ЖЦ) кораблей и судов.

## Применение технологий трехмерной печати на стадии инвестиций

Начнем со стадии, которой изначально нами уделялось мало внимания, поскольку она “менее техническая”, “более экономическая” и, как правило, степень автоматизации деятельности на этой стадии по сравнению с другими невысока. Речь пойдет о стадии предшествующей проектированию, о процессе обоснования инвестиций. Несомненно, кроме экономических расчетов инвестор хотел бы увидеть некий прототип объекта вложения собственных средств. Такая практика принята не только в судостроении, но и в машиностроении, промышленном и гражданском строительстве. Современные технологии трехмерной печати позволяют создать прототип как некой части устройства, механизма корабля, судна, так и всего корабля (естественно, с разумной степенью детализации) для представления инвесторам. Компания InterCAD располагает соответствующим опытом печати демонстрационных образцов изделий, оборудования и объектов (рис. 1).

Несравнимо больший спектр использования технологий трехмерного сканирования и печати присутствует на стадиях ЖЦ проектирования и производства. Вкратце остановимся на некоторых примерах.

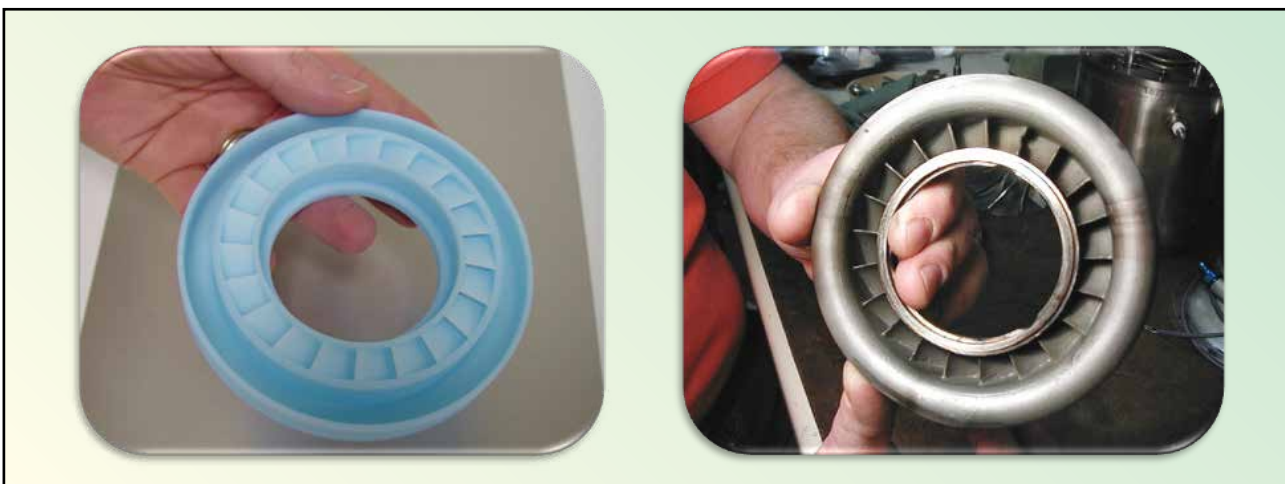


Рис. 1. Образец изделия, полученный при печати

## Трехмерное сканирование: контроль поверхностей в процессе производства и эксплуатации

Современные средства трехмерного проектирования и мониторинга трехмерных моделей имеют важную возможность – позволяют работать не только с “математической” моделью, созданной в САПР в процессе

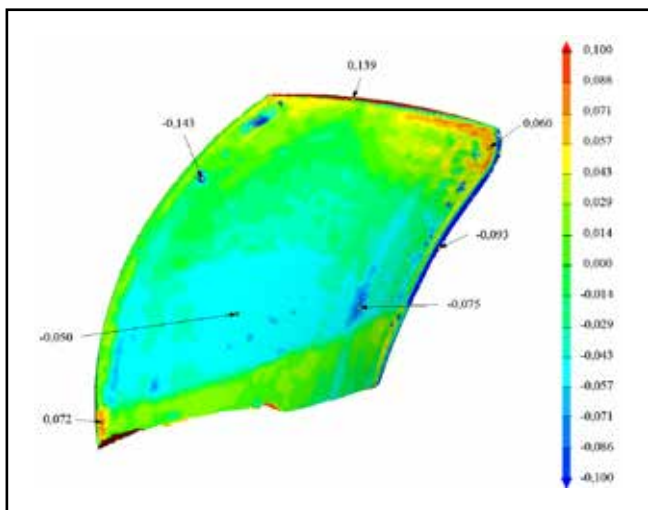


Рис. 2. Отклонение реальной поверхности от теоретической, мм



Рис. 3. Форма для литья, полученная по технологии с использованием трехмерного принтера

проектирования, но и с облаком точек, полученным при сканировании. Очень важно, что большинство подобных программных продуктов позволяют загрузить одновременно облако точек и математическую модель и провести сравнение спроектированного изделия с реально произведенным. Заметим, что при этом с той или иной степенью автоматизации можно не только выявить отклонения, но и оценить их, получив автоматическое выделение цветом проблемных и других участков.

Такую работу сотрудники InterCAD проводили при автоматизации опытного производства в одном из известных проектных КБ. Проектирование сложной поверхности осуществлялось с помощью САПР Autodesk Inventor. Далее с использованием программного средства InventorCAM была разработана программа для станка с ЧПУ. После того как деталь была произведена, производилась проверка.

Проверка точности изготовления была осуществлена при помощи трехмерного сканирования поверхности готовой детали, закрепленной прямо на станке, что весьма удобно в случаях, когда анализ показывает необходимость дополнительной обработки. Сравнение результатов сканирования и теоретической модели, полученной в результате проектирования в САПР, представлено на рис. 2. Оно было проведено при использовании программного продукта Geomagis, в среду которого загружена модель, полученная в Autodesk Inventor, и результат сканирования – облако точек. Совпадение реальных поверхностей и поверхностей 3D-модели было признано удовлетворительным.

С применением вышеописанного подхода вполне решаем также и вопрос контроля качества при строительстве объектов со сложными поверхностями, к каковым относится корпус корабля (судна). При этом отличие заключается лишь в используемом оборудовании для сканирования и программном обеспечении, которое специалисты InterCAD готовы оптимально подобрать, а также помочь разработать технологию, а при необходимости провести работы.

Отметим, что вышеописанный подход приемлем не только при строительстве (производстве), но и при осуществлении контроля в процессе плановых и внеплановых ремонтных работ. Технология позволяет выявить допустимость отклонений формы поверхностей, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации и при повреждениях.

Отличным инструментом проведения такого контроля является Autodesk Nevisworks Manage. Пакет позволяет загрузить облако точек, полученное при сканировании (например, элементов корпуса), и трехмерную модель, провести выявление отклонений и измерение их величины. Компания InterCAD также имеет опыт проведения таких работ.

## Использование трехмерной печати для производства литьевых форм

Приведем пример применения технологии трехмерной печати на стадии производства.

В компании “Океанприбор” с использованием трехмерного принтера ProJet x60 ZPrinter разработана техно-

логия производства литьевых форм. Материал, который применяется в ProJet x60 ZPrinter, не приспособлен для создания литьевых форм. Поэтому с его помощью создаются формы для форм: сначала на ZPrinter изготавливается каркас, который затем заливается силиконом. После полимеризации из каркаса извлекается готовая силиконовая форма, пригодная для заливки любым другим материалом, и затем в нее заливается полиуретан. В результате получается не просто прототип, а готовый к использованию опытный образец (рис. 3).

## Трехмерное сканирование при модернизации кораблей и судов

Когда речь идет о модернизации, то в подавляющем большинстве случаев документация на корабль (судно) представлена в двумерном виде, чаще на бумажных носителях. Современные средства проектирования, которые КБ используют при модернизации, это в 100 % случаев – электронные САПР, и в подавляющем большинстве случаев они предназначены для трехмерного проектирования. В связи с этим часто необходимо получение трехмерных моделей, например, модернизируемых помещений (в идеале) или облаков точек, позволяющих провести геометрические измерения, проверить наличие коллизий между существующим и вновь устанавливаемым оборудованием, оптимально расположить оборудование. Кроме того, при модернизации корабля довольно нетривиальной является задача определения правильной последовательности размещения нового оборудования с точки зрения обеспечения проходов, необходимости технологических вырезов. Лазерное сканирование модернизируемых помещений кораблей и судов в сочетании с использованием пакета Autodesk Navisworks Manage позволяет эффективно решать эти задачи.

Компания InterCAD располагает опытом решения еще одной проблемы, возникающей при модернизации: использование трехмерного сканирования с последующим получением 3D-модели из облака точек – трудоемкая и далеко не всегда выполнимая задача. Это обусловлено сложностью конфигурации внутренних помещений корабля, наличием большого количества оборудования и техники в них. Практика по-

казывает, что сложно, а иногда невозможно получить облако точек помещения при наличии оборудования и техники, расположенных вдоль переборок и бортов, “затеняющих” при сканировании помещения его границы. В таких случаях приемлема другая технология. На первом этапе производится “восстановление” трехмерной модели в 3D-САПР. Исходными данными являются “плоские” чертежи, созданные в 2D-САПР или на бумажных носителях. На следующем этапе производится 3D-сканирование помещений. Последним этапом является работа с загруженным в Autodesk Navisworks Manage облаком точек и 3D-моделью, позволяющая определить реальную форму, размеры помещения, провести необходимые измерения, определить технологическую последовательность демонтажа старого и размещения нового оборудования с учетом необходимых проходов, технологических вырезов и т.д.

Не секрет, что по ряду технологических и организационных причин (возможности конкретного судостроительного завода, длина стапеля, длина секций и т.д.), существуют отличия реально построенного корабля от документации судостроительного КБ. Документация на ряд кораблей, построенных в СССР и достигших периода модернизации, находится за пределами РФ, получить ее проблематично. Для таких случаев компания InterCAD также предлагает технологию сравнения облака точек – результатов 3D-сканирования с “поднятой” в САПР 3D-моделью, исходными данными для которой является документация КБ. Технология позволяет выявить реальную конфигурацию, размеры, возможные коллизии и решить прочие вопросы, возникающие при модернизации. Как и в предыдущих случаях, технология включает работу с моделью и результатами сканирования в Autodesk Navisworks Manage.

Положительный опыт проведения работ по трехмерному сканированию кораблей, подлежащих модернизации, позволяет компания InterCAD предлагать заказчикам не только полный пакет программных и аппаратных средств, но и апробированные технологические решения и услуги в этой области.

**Вадим Лоскутов, руководитель направления 3D-сканирования и печати, заместитель директора, компания InterCAD**

**Трехмерная печать и сканирование в судостроении**

1 Прототипирование на стадиях инвестиций и проектирования

2 Контроль качества производства и обработки сложных поверхностей

3 Производство литьевых форм

4 Контроль поверхностей в процессе эксплуатации

5 Модернизация и обратный инжиниринг

Санкт-Петербург  
ул. Белоостровская д.28  
+7 (812) 496-6929

e-mail: sales@icad.spb.ru

Телефон в Москве: +7 (495) 426-0650

www.icad.spb.ru