

## ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК ТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ ФРАГМЕНТОВ ОСНАТКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ВЫБОРГСКОМ СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ

И.В. Черанёв (Выборгский судостроительный завод)

*На Выборгском судостроительном заводе отделом технологической подготовки производства (ОТПП) для проектирования оснастки используются 3D-технологии. Трёхмерное моделирование оснастки позволяет создать библиотеки готовых типовых моделей. На судостроительном заводе используются библиотеки: стапельной оснастки, лесов и металлоконструкций. 3D-модели применяются также при проектировании стоечных и лекальных сборочных постелей. Внедрение 3D-моделей позволило сократить трудоемкость и повысить производительность отдела ОТПП.*

*Ключевые слова: 3D-модели, технологическая подготовка производства, САПР, библиотека готовых типовых моделей, судостроительное производство, оснастка.*

Технологическая подготовка производства в судостроении включает проектирование большого числа разнообразной оснастки, в том числе сборочные постели и стапеля для секций и корпусов судов, опорные и транспортные металлоконструкции, строительные леса, испытательную оснастку, слесарно-сборочный инструмент, некоторые виды технологического оборудования и пр. В этом многообразии оснастки и заключается специфика судостроительного производства. Поэтому при проектировании оснастки в судостроении необходима «универсальная» САПР, способная работать не только с машиностроительными узлами, но и с металлоконструкциями и с импортированными из других систем корпусными моделями. Отделом технологической подготовки производства (ОТПП) Выборгского судостроительного завода (ВСЗ) для проектирования оснастки используется САПР T-FLEX CAD.

Трёхмерное моделирование оснастки внедряется с целью повышения уровня автоматизации процесса проектирования, сокращения трудозатрат и повышения качества проектирования в целом и качества документации, в частности. В настоящее время на ВСЗ эти задачи решаются по нескольким направлениям:

- работа с моделями корпуса судна, получаемой от проектанта (просмотр, снятие размеров, получение сечений, расчет масс и центров тяжести);
- моделирование сборочных корпусных стапелей на базе имеющихся разработок стапельной оснастки;
- моделирование и проектирование различной оснастки и деталей;
- проектирование стоечных и лекальных сборочных постелей на основе 3D модели секции;
- моделирование строительных лесов на основе 3D модели корпуса;
- построение разверток, шаблонов и прочие потребности плаза;
- анализ нагрузки оснастки методом конечных элементов (перспективная задача).

Указанные направления развиваются разными способами (и с разным успехом). Один из способов автоматизации процесса проектирования — создание библиотек готовых типовых моделей, которые в определенной степени сводят работу конструктора к сборке «модели-конструктора». Пользовательские библиотеки в T-FLEX CAD включают различные

модели — как детали, так и сборки. Широкие параметрические возможности системы и использование встроенной табличной базы данных позволяют получить большое число конфигураций в одной модели. Благодаря этому, а также быстрому доступу к этим моделям через специальное системное окно использование таких пользовательских библиотек существенно ускоряет моделирование. Данный способ применён к моделированию стапелей, лесов, металлоконструкций.

*Библиотека стапельной оснастки* была внедрена первой. На данный момент она включает 30 моделей различной сложности. Большая часть моделей в этой библиотеке — это простые модели, без переменных или с одним-двумя переменными параметрами. Это различные модели стапельных опор и деталей, входящих в сборки (пластин, скоб и пр.). Они, как правило, не имеют специальных диалоговых окон для задания параметров.

Наиболее сложные модели в библиотеке: модель стапельного узла на базе стапельной балки, модель кильблока и модель брусовой подушки.

Модель стапельного узла — это сборка, включающая стапельную балку со стапельными тележками и комплектом опор (внутренних и наружных). Все модели, кроме стапельной тележки, проработаны подробно. Для задания параметров этой сборки разработаны специальные диалоговые окна. Сценарий диалога позволяет сразу в полном объёме настроить модель стапельной балки при вставке её как фрагмента в сборку стапеля. Диалог разбит на три логические части. Первая часть определяет параметры самой стапельной балки (это главный фрагмент сборки, он присутствует в ней всегда, при этом все остальные фрагменты могут из неё исключаться по желанию пользователя): конструктивный тип (всего их три), высота положения и наличие бруса. Вторая часть определяет параметры стапельной судовозной тележки, на которую опирается стапельная балка, а точнее ее расположение в сборке относительно балки. Кроме того, параметр «расположение стапеля» оказывает влияние на границы диапазона возможных высот положения балки (это связано с особенностями конструкции рельсового пути). Третья часть управляет составом сборки (выключением фрагментов и изменением опор балки).

Кроме параметров, задаваемых пользователем, в сборке также автоматически производится расчёт числа подкладных пластин, высоты клиновой опоры (она регулируется в пределах 40 мм) и определяется необходимость замены пластин на проставки высотой 100 мм (при большой заданной высоте балки). Все расчёты в сборке производятся с помощью штатных средств без использования специальных плагинов. На настоящий момент варианты конфигурации этой сборки охватывают практически все состояния, в которых может применяться данный стапельный узел в составе корпусного стапеля или стапеля для монтажа оборудования.

Второй аналогичной сборкой в составе библиотеки моделей стапельной оснастки является модель подушки из деревянного бруса. Такие подушки используются для опирания лекальных обводов корпуса на кильблок или другую стапельную опору, при этом брус подрезается по обводу корпуса. Сборка включает массив моделей бруса, деревянные клиновые пары и детали креплений (пластины, скобы). Для задания параметров также разработано диалоговое окно.

Модель кильблока — третья рассматриваемая модель из библиотеки моделей стапельной оснастки. В этой модели только один параметр, задаваемый пользователем — это обозначение исполнения кильблока (номер чертежа). Все остальные переменные извлекаются из базы данных, включающей на данный момент 33 варианта, отличающихся не только размерами, но и конфигурацией (составом модели). При этом разработка нового варианта кильблока сводится к внесению новой строки в базу данных.

*Моделирование стапеля* с использованием библиотеки моделей стапельной оснастки в настоящее время состоит из: разметки на рабочей плоскости (создание 3D узлов для привязки фрагментов), вставки фрагментов из библиотеки (а также моделей корпуса, дополнительных раскреплений и нетиповых опор при необходимости), отсечения моделей деревянных подушек по модели корпуса и моделирования дополнительных элементов (связей, раскреплений и пр.). Применение 3D моделей оснастки позволяет повысить качество проектирования, например, получить точные профили для обрезки деревянных подушек, рассчитать центр масс стапеля (при закладке на барже-плавдоке), проверить сход корпуса со стапеля при заданных осадках при спуске на воду через док-камеру и пр.

*В библиотеке моделей строительных лесов* собраны модели различных типов применяемых на предприятии лесов. Большая часть — это модели элементов сборно-разборных стержневых лесов: стойки, горизонтальные связи, раскосы, настилы, трапы и т. д. Эти модели сильно упрощены и представляют собой простые стержни (в основном). Такое упрощение необходимо из-за сложности сборок лесов — число фрагментов в них может измеряться тысячами. Чертеж лесов представляет собой практически схему, и детализация модели не требуется. Подетальная сборка

*Для сохранения культуры не так важно иметь университет, но необходимо иметь библиотеку.*

Д. С. Лихачёв

модели лесов — очень трудоёмкий процесс, поэтому в библиотеке имеются и несколько типовых сборок, среди которых:

- модель каркаса лесов шириной в одну ячейку с параметрами длины и числом ярусов;
- модель ограждения — набор горизонтальных стержней и стоек, применяемый к прямоугольному контуру;
- модели металлического настила из трёх и шести щитов.

Кроме сборных стержневых лесов, есть и модели элементов лесов других типов — башенных и навесных, а так же модели деревянных трапов.

Использование 3D моделей лесов при их проектировании должно было решать две задачи — оптимизировать конструкцию лесов при обстройке сложных обводов судового корпуса и облегчить подсчёт числа элементов сборно-разборных лесов. В целом эти задачи были решены, но практическому использованию препятствуют некоторые сложности: большие затраты времени на создание сборки (при проектировании лесов большой площади), высокие требования к производительности компьютера, и сложность последующего изменения лесов (все фрагменты оказываются связанными друг с другом). На основе полученного практического опыта сделан вывод, что автоматизировать моделирование лесов с помощью библиотеки типовых моделей применимо лишь к относительно небольшим сборкам — моделям местных лесов, без тысяч фрагментов. Для моделирования больших по площади строительных лесов компания «Топ Системы» разрабатывает специальный плагин в среде T-FLEX CAD, который обеспечит генерацию фрагментов в сборке по заданным правилам, создание проекций для чертежа и подсчёт элементов. По предварительным оценкам, затраты времени на разработку лесов большой площади (для корпуса судна в целом) могут сократиться в разы.

*Библиотека моделей металлоконструкций* дополняет собой штатные библиотеки T-FLEX CAD и содержит модели часто используемого сортамента металлопроката. Модели из этой библиотеки используются при моделировании различных металлоконструкций: технологических опорных и транспортных рам, каркасов различного назначения, стеллажей и т. д.

Наиболее сложной моделью в этой библиотеке является модель стандартного стального катанного уголка. Её особенностью является создание подрезки концов уголка при вставке в сборку. Модель содержит базу данных, в которую включены наиболее часто используемые на предприятии типоразмеры равнополочных и неравнополочных уголков. Эта модель позволяет быстро собирать каркасы из уголка без

дополнительных операций в сборке по оформлению мест примыкания уголков.

Вторая модель — модель швеллерной балки применяется при моделировании различных технологических рам и каркасов. Кроме того, в этой библиотеке присутствуют относительно простые модели профильного проката, книц и т.д. В перспективе планируется расширение данной библиотеки набором адаптивных фрагментов для построения металлоконструкций по ранее созданным 3D-узлам с возможностью автоматической подрезки по профилю сопрягаемых деталей. Это должно существенно уменьшить число действий пользователя при создании сборки, а значит, и сократить трудоемкость моделирования.

*Проектирование стоечных и лекальных сборочных постелей* — это одно из ключевых направлений, в котором требовалось внедрение 3D-моделей для сокращения трудоемкости. Постель в судостроении — это комплект опор (стоек или лекал), на которых производится сборка секции корпуса. Проектирование постели при этом состоит в определении мест расположения опор и расчета их точной высоты. Применение для этой работы двумерных проекций чертежа налагает ограничения на возможные пространственные положения секции при сборке, а также требует повышенного внимания и аккуратности при выполнении построений. И при появлении возможности использовать 3D-модель как «первоисточника» геометрии корпуса, минуя двумерный чертеж, была поставлена

задача по автоматизации процесса проектирования постели. Эта задача была успешно решена разработчиками TFLEX CAD, создавшими плагин, выполняющий все построения для расчета высоты опор. Задача пользователя заключается в подготовке модели секции, размещении ее нужным образом и указании точек размещения опор. Для использования данной технологии на предприятии была разработана методика, включающая описание всего процесса: подготовку модели, работу с плагином, моделирование лекал. Эта методика освоена и сегодня успешно применяется уже на нескольких заказах. При этом отмечается существенное снижение трудоемкости проектирования. Большая часть времени при этом может расходоваться на подготовку модели (при сложной геометрии и разбивке обшивки на листы). Сокращение времени на подготовку модели является отдельной задачей и связано с импортом моделей секций корпуса. Решаться эта проблема должна, скорее всего, при взаимодействии с проектантом, разрабатывающим модель судна в судостроительной САПР и передающим ее через нейтральный формат.

Внедрение TFLEX CAD на предприятии позволило существенно автоматизировать процесс разработки технологической оснастки по некоторым основным направлениям, сократив трудоемкость и повысив производительность. Часть работ по автоматизации выполнялась силами специалистов завода. Помощь в реализации проекта оказывали сотрудники ЗАО «Топ Системы».

*Черанёв Иван Витальевич — ведущий инженер-конструктор «Отдела технологической подготовки производства» Выборгского судостроительного завода.  
[Http://vyborgshipyard.ru](http://vyborgshipyard.ru)*

#### **RFID технология осуществляет мониторинг и отслеживание крупноузловой сборки тележек и кузовов вагонов на Тверском вагоностроительном заводе (ТВЗ)**

Компания «АйТиПроект» объявляет о завершении проекта по внедрению RFID-системы мониторинга и отслеживания процесса производства на Тверском вагоностроительном заводе (ТВЗ).

RFID-система на базе программного обеспечения ITProect RFID Platform полностью покрывает технологический процесс сборки от сварки рамы кузова до выхода готового вагона.

Отслеживание технологического маршрута начинается в рамно-кузовном цеху со сварки рамы и кузова. Здесь на кузов вагона крепится UHF RFID-метка SMARTAC Frog 3D, в которую с помощью настольных считывателей Nordic ID Sampo записывается уникальный идентификатор, и ПО ITProject Tracking System привязывается к записи в базе данных. Специально для этого проекта в компании «Силтэк» на заказ был разработан и произведен защитный корпус-бирка с разъемным хомутом для RFID-метки, прикрепляемой к кузову вагона. Такое решение позволило защитить метку от возможных повреждений во время ее миграции по технологическому маршруту, выдержи-

вая грунтовку, окраску, сушку и т.п. и исключить необходимость ее снимать.

После сборки готовый кузов будущего вагона отправляется в следующий цех для грунтовки и окраски, а затем дальше по технологической цепочке. Прежде, чем вагон будет готов, он должен пройти несколько производственных этапов. RFID-система под управлением ПО ITProject RFID Server фиксирует перемещение тележек и вагонов по технологическому маршруту, отклонения от технологического маршрута и время пребывания на каждом этапе производственной цепочки, благодаря 89 стационарным UHF RFID-считывателям Impinj Speedway Revolution R420, установленным на входах/выходах в производственные помещения и на технологических постах. Там, где физически нет возможности поставить стационарные считыватели, на заводе используют ручные мобильные UHF RFID считыватели Chainway C72. Собираемая информация обрабатывается и в виде аналитических дашбордов или отчетов выводится на монитор диспетчера. Любое отклонение от маршрута автоматически регистрируется системой.

[Http://www.itproject.ru](http://www.itproject.ru)