



Рис. 3. Распределение предельного срока эксплуатации секций с дефектами МН «Горький – Ярославль»

Таким образом, как и расчет несущей способности МТ, так и расчет остаточного ресурса дефектов целесообразно проводить применительно к секциям МТ, которые являются элементами раскладки труб, а не для всего технологического участка, как это рекомендуется в соответствующем РД [1]. При этом необходимо учитывать результаты анализа исполнительной документации и результаты внутритрубной диагностики.

Список литературы:

- [1] РД-23.040.00-КТН-115-11. Определение прочности и долговечности труб и сварных соединений с дефектами. – М., 2011. – 134 с.
- [2] ГОСТ 25.504–82. Расчеты и испытания на прочность. Методы определения характеристик усталости. – М.: Изд-во стандартов, 1982. –80 с.
- [3] Брок Д. Основы механики разрушения / Д. Брок. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.

О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ САПР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СУДОРЕМОНТА

Ключевые слова: судоремонт, автоматизированное проектирование технологических процессов, графическое моделирование, объекты ремонта.

Рассматриваются вопросы применения CAD/CAM/CAE систем в автоматизированном проектировании технологических процессов ремонта судов.

В судостроительном производстве давно царит жесткая конкуренция. Чтобы вы-

жить в этих нелегких условиях предприятиям приходится как можно быстрее строить новые суда, снижать их себестоимость и повышать качество. В этом им помогают современные системы автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие облегчить весь цикл разработки судов – от выработки концепции до создания опытного образца и запуска его в производство. Тем самым значительно ускоряется процесс создания новых судов без ущерба качеству. Поэтому сейчас без САПР не обходится ни одно конструкторское или судостроительное предприятие. И хотя на долю указанных систем приходится лишь около 3% рынка ПО, они, являются одной из движущих сил современной промышленности и мировой экономики.

Несколько другая ситуация в судоремонте. Данный вид производства не выпускает новую продукцию, а только восстанавливает технико-экономические показатели уже построенных и эксплуатирующихся судов. Одним из путей развития судоремонтного производства и повышения его конкурентоспособности является сокращение сроков производственно-технологического цикла от подготовки производства до сдачи отремонтированного судна заказчику. Одним из наиболее трудоемких этапов ремонта является технологическая подготовка производства, достичь снижения ее продолжительности и трудоемкости возможно за счет обеспечения информационной поддержки проектирования технологических процессов ремонта судов, а так же формирования, учета, контроля движения и корректировки технологической документации [1], то есть тех же самых систем автоматизированного проектирования.

На мировом рынке САПР можно выделить несколько наиболее заметных для производства решений. FORAN испанской компании Sener – является специализированной судостроительной системой с большим стажем эксплуатации и располагает внушительным списком постоянных пользователей.

- К основным достоинствам системы можно отнести
- современный графический пользовательский интерфейс;
 - развитую 3D модель;
 - полную настройку к требованиям производства;
 - интерактивную графическую окружающую среду;
 - анализ спуска судна;
 - оценку мореходных качеств судна;
 - анализ динамики судна.

Однако использование этой системы требует решения проблемы ее интеграции с машиностроительными САПР для проектирования элементов судового энергетического оборудования и насыщения. Кроме того программа не имеет модуля подготовки технологической документации, что ограничивает возможности ее использования при постройке и ремонте судов.

AVEVA Marine фирмы AVEVA, в состав которого на данный момент входит известный судостроителям TRIBON, среди достоинств которого можно выделить:

- модуль трехмерного проектирования;
- возможность разработки проектно-конструкторской и технологической документации на различных стадиях проектирования, постройки и модернизации судна;

К существенному минусу можно отнести заявление авторов о поддержке всего жизненного цикла судна, в том числе и судоремонта, не имея модуля для его обработки.

SolidWorks ориентирован на геометрическое моделирование изделий и предназначен не столько для промышленных задач, сколько для конструирования изделия.

Решения Dassault Systemes и IBM – CATIA, DELMIA, ENOVIA и SmarTeam, которые охватывают полный цикл технической подготовки судостроительного производства, предлагают базовые кораблестроительные расчеты и формирование судовой поверхности, определение основных опорных элементов судового корпуса, проектирование корпусных конструкций, судовых помещений и коммуникаций, корабельного оборудования и механизмов, обмен данными и управление проектом.

Достоинства системы:

- расчёт методом конечных элементов;
- отлично реализованы функции работы с поверхностями;
- трассировки внутренней проводки и трассировки систем;
- одновременная работа над проектом;
- качественная система отображения структуры сборки;
- облегчённая подготовка к стадии быстрого прототипирования и поддержка конвертации в STL;
- качественная система проектирования деталей, гнутых из листового металла;
- кинематический анализ механизмов;
- эргономический анализ, как позы, так и движения.

В тоже время имеется и ряд недостатков:

- локализованная версия встречается редко;
- отсутствие учебной литературы на русском языке;
- сложна в обучении;
- сложен интерфейс;
- требовательна к ресурсам ПК;
- неполная поддержка отечественных стандартов;
- отсутствие ремонтного модуля.

Система NuprasCadmatic, голландской компании Numeriek Centrum Groningen B.V. позволяющая формировать модель судна и технологические данные для производства (раскрой, УП ЧПУ, документация на изготовление труб и т.п.). Разработки маршрутных, операционных и пр. карт принятых в отечественном судостроении и судоремонте нет. Однако её достоинством можно считать возможность создания подобия растяжки наружной обшивки корпуса судна, с возможностью нанесения, в дальнейшем, различных дефектов.

Подобными возможностями обладает и специализированное судостроительное приложение UG Shipbuilding Wizard (модуль UG SheetMetal) САПР высшего уровня Unigraphics, но очень высокая цена делает невозможным его применение в судоремонте.

Программный комплекс Pro/Engineer, обладающий огромным количеством различных модулей: промышленный дизайн, проектирование электрических и механических систем, СТО, механообработка и инженерный анализ, делает его полнофункциональной САПР, для разработки изделий любой сложности. «Глобальной» отрицательной особенностью Pro/Engineer можно назвать визуально сложный и далеко не всегда понятный пользователю интерфейс, который у многих ассоциируется почему-то с кассетным плеером или пленочной видеокамерой. Это касается не только внешнего вида, но и множества различных панелей, возникающих в процессе диалога пользователя с программой. Стоит отметить, что специфика оформления чертежей заточена под западную систему стандартов. В результате этого зачастую приходится использовать различные «хитрости» и неочевидные методы для выполнения чертежей по отечественной ЕСКД.

Среди перечисленных программных продуктов более или менее приемлемых решений по судоремонту нет. Так же ни одна западная «тяжелая» судостроительная САПР не позволяет в автоматическом или автоматизированном режиме выпускать рабочие конструкторские и технологические документы в соответствии с ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП без дополнительной трудоёмкой настройки и адаптации.

В связи с этим вызывают интерес отечественные разработки в области автоматизированного проектирования.

Среди отечественных программных продуктов существуют непосредственно формирующие технологические процессы (ТП), такие как, например, СПРУТ-ТП (компания «СПРУТ-технология»).

Однако СПРУТ-ТП формирует технологические процессы только для машино-

строения: «Механообработка», «Сборка», «Холодная штамповка», «Ковка и горячая штамповка», «Литье», «Термическая обработка», «Нанесение покрытий (лакокрасочных и гальванических)», «Сварка», «Пайка», «Изготовление РТИ», «Печатные платы», что в свою очередь не позволяет без значительной доработки использовать его под задачи ремонта корпуса судна.

Другим комплексным программным продуктом позволяющим, в том числе, проектировать технологические процессы, является T-Flex Технология, входящая в ПО T-Flex, разрабатываемое ЗАО «Топ Системы». Это полнофункциональная программа для автоматизации технологической подготовки производства, обладающая гибкими современными средствами разработки технологических проектов любой сложности. T-FLEX Технология предназначена для автоматизированной разработки маршрутной, маршрутно-операционной и операционной технологии.

Одним из основных недостатков T-Flex является сложность создания сборок по детализовкам. Так же система сложна в обучении.

Ещё одним отечественным САПР-ТП является система ТехноПро, автоматизирующая проектирование маршрутной и операционной технологии; единичных, типовых, групповых технологических процессов: заготовительные процессы, механическая, термическая обработка, сборка, сварка, покрытия, литье, строительство, услуги, вспомогательные операции, любые другие. Преимуществами методов проектирования, реализованных в ТехноПро является возможность её использования как при работе с цифровыми чертежами, так и бумажными, не снижая возможностей. Однако её недостаток при работе с эскизами, поясняющими технологию производства, делает её крайне не удобной для редактирования уже готовой технологии.

На данный момент существует так же множество «легких» САПР, включая программу Microstation фирмы Bentley, DataCAD одноименной компании, TurboCAD фирмы IMSI, SurfCAM от Surfware и другие.

Пионером в этой области стала компания Autodesk со своим продуктом AutoCAD захватившая изрядную долю рынка САПР, в том числе и российского, вытеснив тяжеловесов из сегмента программ для двумерного черчения.

Использование AutoCAD в чистом виде, на большинстве отечественных предприятий судостроения и судоремонта – это плоское черчение и доводка чертежей из «тяжелого» САПР. Другое направление это создание или использование существующих приложений-«надстроек» к AutoCAD. Такие надстройки широко применяются и используются: ShipModel, ShipConstructor, Ритм-Судно. Для задач судоремонта на кафедре Проектирования и технологии постройки судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ» была разработана подобная надстройка для нанесения дефектов на растяжку наружной обшивки корпуса судна, которая должна иметься на судне при очередном освидетельствовании Регистром[1].

В стандартную панель инструментов добавляется панель «дефекты корпуса» и пункт меню «дефекты корпуса». Для каждого дефекта написаны пользовательские приложения.

Примерный алгоритм экспликации дефекта:

1. указывается текстовое расположение дефекта (шп. 110-112);
2. указывается в виде примитива на чертеже положение дефекта (сплайн для трещины, полилиния для деформаций набора, эллипс для вмятин и бухтин);
3. рассчитываются необходимые данные для формирования сопроводительного текстового файла;
4. указываются сопровождающие дефекты (например, отрыв балки от обшивки, пробоина);
5. указывается стрелка прогиба;
6. рассчитываются габаритные размеры;
7. формируется дополнительный текстовый файл передачи данных в иные приложения.

Таким иным приложением, для которого формируется текстовый файл, является программа «Дефектация», разработанная на кафедре П и ТПС, которая в автоматизированном режиме формирует акт дефектации [2].

Другой наиболее распространенный в России программный продукт для создания чертежей – Компас, выпускаемый компанией Ascon. САПР КОМПАС-3D и КОМПАС-График позволяют создавать 3D-модели и оформлять необходимую графическую и текстовую документацию. На его основе так же возможно формировать растяжку наружной обшивки судна.

На его базе, так же как на базе Autodesk имеются такие программные продукты, как: ЛОЦМАН, ТП ВЕРТИКАЛЬ, справочники и библиотеки типовых общемашиностроительных элементов. Система Ascon имеет ряд явных достоинств, для Российских судостроителей:

- высокое качество технологической подготовки и выпускаемой документации;
- адаптирована к российским реалиям;
- имеет модули расчёта режимов резания, сварки и других технологические параметры;
- автоматически формирует все необходимые комплекты технологической документации в соответствии с отечественными стандартами;
- имеет параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой технологов, в реальном режиме времени;
- поддерживает актуальность технологической информации с помощью процессов управления изменениями;
- поддерживает процесс построения на предприятии единого информационного пространства для управления жизненным циклом изделия от разработки до утилизации.

Однако при заявленной производителем поддержке ТТП верфи, отсутствует ряд операций, характерных для судостроения и судоремонта, что в свою очередь не позволяет выбирать необходимую оснастку и инструмент и снижает применимость комплекса.

Существуют и другие САПР, не попавшие в данный анализ, по причине их малого распространения в российском судостроительном и судоремонтном производстве.

При всех выявленных недостатках, внедрение любого из рассмотренных САПР позволит на судоремонтном предприятии снизить затраты и повысить культуру труда, что в конечном счёте скажется на росте производительности и качестве выполняемых работ. Однако выбор конкретного программного продукта остаётся за предприятием в зависимости от выполняемых им работ и квалификации инженерно-технического персонала. На наш взгляд следует обратить не малое внимание на уровень технической поддержки разработчиков и качество русификации импортного ПО.

Список литературы:

- [1] Зяблов О.К. Интеграция графических моделей объектов ремонта в систему автоматизированной подготовки ремонтной документации / О. К. Зяблов, Е. В. Фунтикова, Ю. А. Кочнев // Труды 16-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2014». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «проблемы использования инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2014. – С. 297 – 300.
- [2] Зяблов О.К., Фунтикова Е.В. Графическое моделирование объектов ремонта в составе электронных актов дефектации по корпусу и ДРК судна / О.К. Зяблов, Е.В. Фунтикова // Вестник ВГАВТ. Выпуск 31. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – С. 57–59.