

# Информационно-технологический комплекс проектирования и изготовления судовых трубопроводов “САТИА – ПРОТОК”

В мировой практике существует устойчивая тенденция, когда технологии автоматизированного проектирования становятся технологиями двойного назначения, стартующими в сфере гражданского строительства и на определенной стадии развития переходящими в военную область. Именно такой путь проходит и ОАО “ПО “Севмаш”. Используя предыдущий опыт и учитывая особенности подводного кораблестроения, с 2012 года на предприятии реализуется программа комплексного внедрения информационных технологий в области проектно-конструкторских работ применительно к строительству основных заказов. Это уникальная для российского судостроения программа, позволяющая обеспечить прорывную модернизацию процессов подготовки производства и строительства кораблей. Частью этой программы является внедренный на предприятии информационно-технологический комплекс проектирования и изготовления судовых трубопроводов “САТИА – ПРОТОК”.

Данный комплекс состоит из системы автоматизированного проектирования САТИА и системы технологической подготовки производства с комплексом технологического оборудования с ЧПУ “ПРОТОК”. С помощью информационно-технологического комплекса осуществляется сквозной процесс “проектирование – подготовка производства – изготовление” трубопроводов. Комплекс предусматривает созда-

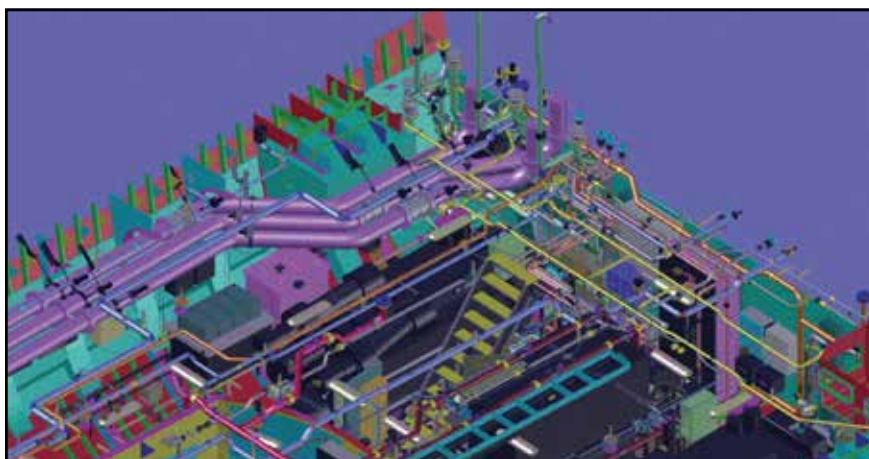


Рис. 1. Создание 3D-моделей трубопроводов

ние электронной модели трубопроводов и чертежей в системе САТИА, проверку труб на технологичность, формирование аналитической информации, выпуск технологической документации и получение управляющих программ для станков с ЧПУ в программном модуле “Трубы” и изготовление труб на оборудовании комплекса “ПРОТОК”. Исходной аналитической информацией для работы в программном модуле “Трубы” являются данные о трубе в виде координат характерных точек, сформированные файлом RES.SAR в системе САТИА. В САПР САТИА (дисциплина “Трубопроводы”) создаются 3D-модели трубопроводов в общей электронной модели судна на основе принципиальной схемы (рис. 1).

Для проверки технологичности смоделированных труб разработано приложение для получения данных с 3D-модели и представления их в формате, принятом для модуля “Трубы”

комплекса “ПРОТОК”. С помощью этого приложения осуществляется неоднократное преобразование данных для создания файлов, содержащих информацию о реперных точках труб и их свойствах. Информация из полученных файлов загружается в базу данных модуля “Трубы” комплекса “ПРОТОК”, где осуществляется проверка смоделированных труб на технологичность. Для возможности стыковки с модулем “Трубы” технологического комплекса “ПРОТОК” формируется файл RES.SAR, и исходная информация в виде транспортного массива загружается в модуль. Модуль “Трубы” (рис. 2) предназначен для выпуска комплекта технологических документов, важнейшим из которых является управляющая программа, которая формируется заданием на выполнение работы для конкретного оборудования.

При этом выполняются следующие операции:

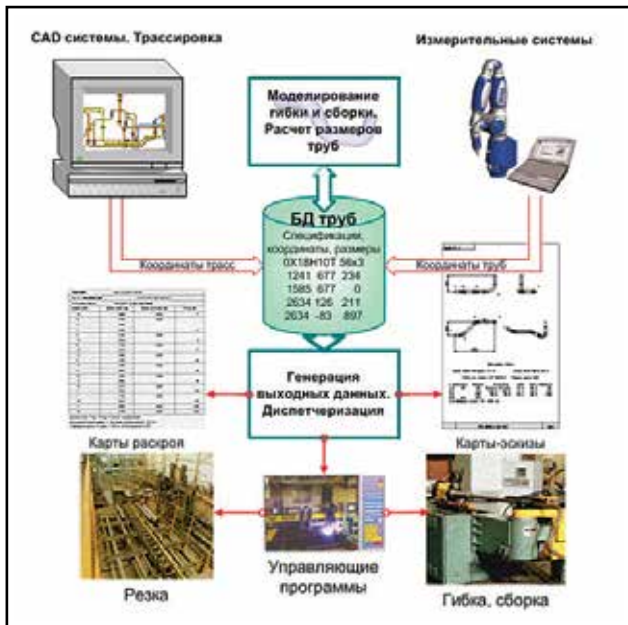


Рис. 2. Модуль “Трубы” с комплексом “ПРОТОК”



Рис. 4. Контрольно-измерительная машина FARO Titanium 6

- ▶ рациональный раскрой труб, позволяющий на множество “сырых” труб, находящихся на складе, выполнить наложение развернутых длин штатных труб таким образом, чтобы минимизировать производственные отходы до величины не более 200 мм на трубу;
- ▶ генерация карт-эскизов (рис. 3) с аксонометрическими видами труб. Содержание карты позволяет информировать производственного рабочего по спецификационным данным трубы, размерам для гибки, координатам точек перегибов и параметрам для контроля, а

- аксонометрический вид и проекции труб дают возможность трубогибщику оценить согнутую трубу;
  - ▶ генерация управляющей программы для автоматизированной гибки, которая вводится в станки вручную, с внешнего носителя (флеш-карты) и с использованием информационной сети цеха.
- Внедрение принципиальной технологии изготовления труб по аналитической информации предусматривает поэтапный процесс. На первом этапе “штатные трубы” изготавливаются по информации, полученной из 3D-моделей. На

втором этапе производится изготовление забойных труб, которые предназначены для компенсации допусков на корпусные конструкции, установку оборудования и арматуры и на сами трубы. Для определения геометрии будущей забойной трубы необходимо выполнить измерение места установки трубы и сопряжение полученных результатов с моделью. Для этого используются контрольно-измерительные машины (КИМ) AICON Tubelnspect, FARO Titanium 6 (рис. 4), FARO Titanium 6 Fugen, ROMER Abcolute Arm 7325SI и Leica AT401. Также КИМ используются для контроля точности изготовления труб.

Трубообрабатывающий комплекс “ПРОТОК” состоит из нескольких технологических потоков с оборудованием, состав которого определен техническими характеристиками изготавливаемых труб и требованиями, предъявляемыми к ним: типоразмер труб, марка материала, конструкция приварных деталей, конструкция сварных соединений, параметры контроля сварных соединений, нормы прочности и герметичности. С учетом организации труб по потокам на территории основного здания цеха 9 создан производственный участок гибки труб, оснащенный современными станками T-30АБ, СТМ-1-1М,

Номер трубы 1	Типоразмер, мм 108x4	Техкоэффициент 51165288.10231	Положение 007	Карта 1	Заказ с 311 по 320
Марка и документ на поставку материала Ст.16 ГОСТ 8733		Длина, мм 2299	Масса, кг 26.3	Давление, кгс/см² 6	
Тип нолябли Нет	Тепл. покрытие Нет	Группа очистки 3 гр.	Тип консервации Нет	Количество труб 1	Тип шва
Соединения, ответвления и приварные детали Обозначение		Наименование			
C.1	ИТШ.Л.302631.090	Фланец приварной		У-5	
C.5	ИТШ.Л.121002.006	Фланец приварной		У-5	
O.1	ИТШ.Л.302631.004	Отросток трубы 45x2 H100		У-5	
Размеры для гибки на стане типа СТГ-2САФМ					
Номер Гонка	Прямой участок, мм	Кривая	Угол, град.	Угол погиба, град.	Разматка, Длина до погиба, мм
1-2	181	181		47,9	45,0
2-3	470	180,0	180,0	47,9	45,0
3-4	295	50,0	90,0	54,0	50,0
4-5	475	313			1342
5-6					
6-7					
7-8					
Радиус гибочного диска 280 мм					
Установка ответвлений			Справочные размеры, мм		
Расстояние, мм	Угол, град.	Проекция из оси		Длина 1-5	
От гонки	От погиба	Наклон	Разворот	OX	OY
1	1298	181	90	0	0
2				1500	500
3				600	1891
4					
Направление погиба трубы - левое					
На участке 4-5 приварен Л.168 мм					
Отметка в точке 1					
Отметка в точке 5					
Исходные координаты, погиба					
X	Y	Z	Исходные координаты, отгибания		
0	0	0	100	0	0
300	0	0	1100	0	0
600	-500	0	-500	25	0
1500	-500	0	0	1100	-500
1500	-500	600	0	0	200
*Половая система координат					
999.000111.001-007					
Лист					

Рис. 3. Карта-эскиз на трубу с аксонометрическим видом



Рис. 5. Трубогибочный парк ОАО "ПО "Севмаш" T-50АБ, T-90АБ и CNC-220 POWER (рис. 5).

Автоматизированная гибка, но с ручным вводом информации, возможна также на станках более старых моделей СТГ-45 и СТГ-2САФН. Малогабаритные станки MNB-50, приобретенные в 2013 году, позволяют гнуть трубы на основе аналитической информации с выставленным углом гибки и с предварительной разметкой труб. Аналогично возможно осуществлять гибку труб на установке с токами высокой частоты (ТВЧ) УТГ-ИН-273, освоение которой происходит в настоящее время. Таким образом, технология гибки труб по аналитической информации охватывает изготовление труб в диапазоне диаметров от 10 до 273 мм по потокам 10-45 мм, 38-89 мм, 90-220 мм и 76-273 мм (ТВЧ).

Завершаются работы по изготовлению труб на основе аналитической информации на операции сборки труб с концевой арматурой (фланцами) с использованием станка СТГ-160М, оснащенного УЧПУ, управляющего процессом настройки станка для установки труб и фланцев в положении собираемости.

Готовые трубы передаются для монтажа на стапель. С помощью специальных настроек чертежного модуля системы САТИА в автоматическом режиме выполняется генерация сборочных изометрических чертежей трубопроводов (рис. 6).

Внедрение современных информационных технологий открывает новые возможности снижения себестоимости заказов и сокращения сроков их строительства при обеспечении

требуемого уровня качества, что является стратегической целью ОАО "ПО "Севмаш". САПР САТИА и модуль "Трубы" с комплексом "ПРОТОК" при трехмерном твердотельном моделировании трубопроводов корабля позволяют добиться следующих результатов:

- ▶ снижения трудоемкости изготовления трубопроводов при отказе от операции отработки размещения трубопроводов на судне;
- ▶ сокращения материальных затрат и трудоемкости на изготовление шаблонов и макетов труб;
- ▶ снижения трудоемкости операций гибки и сборки труб с концевой арматурой;
- ▶ уменьшения объема пригоночно-подгоночных работ;
- ▶ снижения транспортных затрат и затрат на переходы производственных рабочих;
- ▶ повышения производительности труда и культуры производства;
- ▶ достижения требуемого качества за счет функциональных возможностей станков и мониторинга выполняемых операций;
- ▶ изготовления труб одновременно с формированием корпусных конструкций;
- ▶ группового запуска труб в производство с оптимальной загрузкой технологического оборудования и диспетчеризацией работ.

Внедрение информационно-технологического комплекса проектирования и изготовления судовых трубопроводов "САТИА – ПРОТОК" в ОАО "ПО "Севмаш" стало первым этапом реализации комплексной программы модернизации КТПП. В настоящее время на предприятии реализуется второй этап программы, предполагающий широкое внедрение реверс-инжиниринга с использованием технологий 3D-сканирования. Использование данных технологий ведет к существенному снижению стапельного периода и стоимости постройки современных судов.

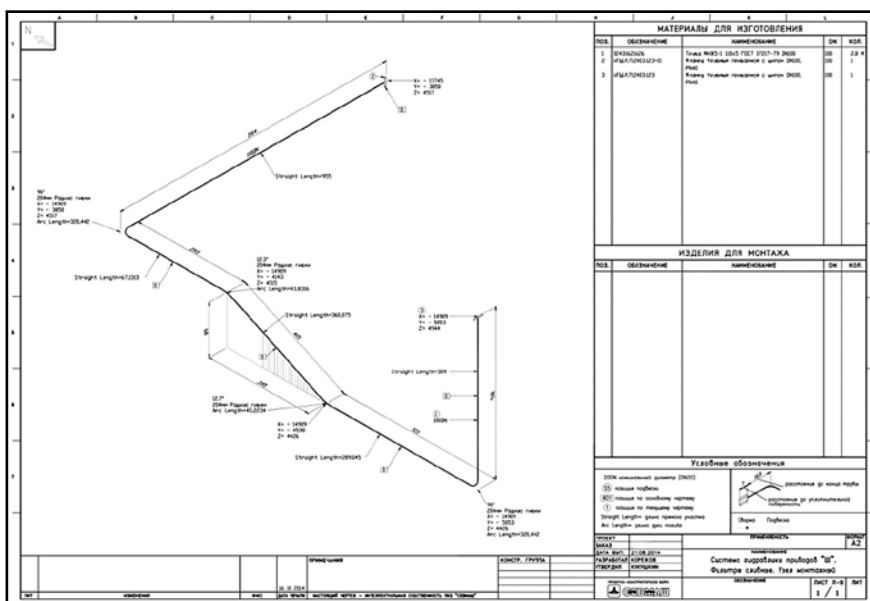


Рис. 6. Сборочный изометрический чертеж трубопровода

**А. Ю. Спиридонов,**  
руководитель группы,  
**В. Г. Дрондель,**  
ведущий инженер-технолог,  
ПКБ "Севмаш", ОАО "ПО "Севмаш"

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-  
МОРСКОЙ  
САЛОН



INTERNATIONAL  
MARITIME  
DEFENCE  
SHOW

**IMDS**  
**2015**

1-5 июля

РОССИЯ

Санкт-Петербург

- ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ
- ДЕМОНСТРАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ
- КОНГРЕССНО-ДЕЛОВОЙ РАЗДЕЛ
- VIP-ПЕРЕГОВОРЫ
- ПОСЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

ОРГАНИЗАТОР



Министерство промышленности  
и торговли  
Российской Федерации

УСТРОИТЕЛЬ

ПРИ УЧАСТИИ:



ЗАО «Морской Салон»



Министерство  
обороны РФ



Федеральная служба по  
военно-техническому  
сотрудничеству



Министерство  
иностраных дел РФ



Правительство  
Санкт-Петербурга



ОАО  
«Рособоронэкспорт»

[www.navalshow.ru](http://www.navalshow.ru)

“Через сотрудничество – к миру и прогрессу!”