

УДК 629.123

## РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.С. Колышева, студентка гр. ГБб-141, I курс

Научный руководитель: О.Ю. Аксенова, к.т.н., и.о. заведующего кафедрой  
начертательной геометрии и графики

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Инженерная графика – дисциплина, включающая в себя основы начертательной геометрии и основы специального вида технического черчения. Начертательная геометрия – это наука, изучающая способы графического изображения предметов на плоскости и одним из ее основных элементов является создание метода изображения.

Графические изображения создавались еще на ранних ступенях развития человечества, примером служит «Вавилонский чертеж» (3 век до н.э.), позднее графические изображения стали применять в качестве планов жилищ и других сооружений. В 18-19-х столетиях появились чертежи, напоминающие современные, с изображением разрезов и планов сооружений, выполненные в проекционной связи. Значительное развитие и распространение графическая грамотность получила при Петре 1, который был отличным чертежником и внес в науку много новшеств. Он изобразил чертеж нижней части корабля с применением поперечных сечений (рис. 1).

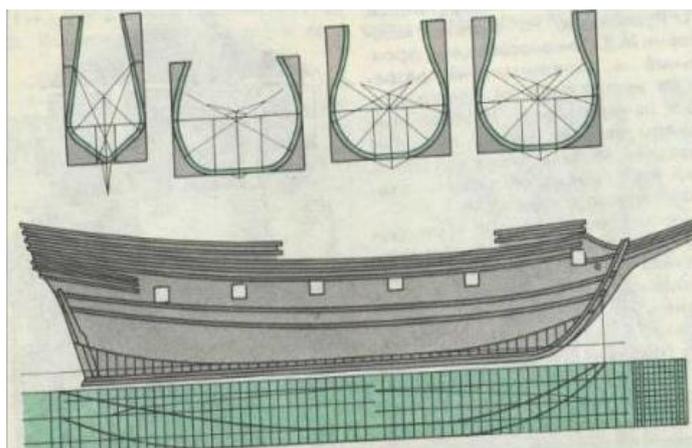


Рисунок 1 – Чертеж нижней части корабля, начало 18 века

Водный транспорт всегда имел и имеет огромное значение для нашей страны с её обширной речной системой и морским побережьем громадной протяженности. Со времен Петра 1 судоходный транспорт требовал четкости

и грамотности в возведении кораблей, поэтому с течением времени широко развивалась ветвь технических чертежей в судостроении.

Процесс проектирования судоходного транспорта - ответственная операция, которая включает в себя такое понятие, как плазовые работы.

Плазовые работы – работы, выполняемые в специальном помещении (*плаз*), включающие разбивку чертежа судна, необходимую для изготовления шаблонов и каркасов под гибку и раскрой. Недостаточная точность их выполнения может привести к браку.

Плаз представляет собой помещение со специально подготовленным ровным полом, обычно набранным из деревянных квадратных брусков или уложенных на ребро досок, которые чисто строгают, выверяют по шергеню во всех направлениях, грунтуют, шпаклюют и окрашивают масляной краской серого цвета. Плаз должен иметь хорошее естественное и искусственное освещение, и в нем должны поддерживаться постоянные температура и влажность. На плазе завода вычерчивают теоретический чертеж корпуса судна в натуральную величину в трех проекциях. Используя такой чертеж, снимают плазовые данные, заносят их в таблицы, вычерчивают эскизы или изготавливают необходимую оснастку для выполнения корпуснозаготовительных, корпусноборочных и других работ. При разбивке корпуса судна на плазе используют теоретический чертеж корпуса, таблицу плазовых ординат, чертеж растяжки наружной обшивки, схему разбивки корпуса на секции, рабочие чертежи секций и др.

Плазовые работы включают три основных этапа:

1. Вычерчивание плазовой разбивки;
2. Определение формы и размеров деталей корпуса, т.е. детализировку корпусных конструкций с вычерчиванием эскизов деталей и составлением таблиц размеров деталей;
3. Вычерчивание чертежей-шаблонов, копир-чертежей, изготовление шаблонов, каркасов, макетов, и другие работы, необходимые для изготовления деталей корпуса и сборки корпусных конструкций [1].

В процессе конструирования корпусные конструкции вычерчивают в различных масштабах в чертежах технического проекта и затем в рабочих сборочных чертежах. Однако измерить по указанным чертежам и задать в них точную форму деталей, все размеры, необходимые для изготовления, невозможно из-за масштабных погрешностей. Поэтому для определения точной формы деталей корпуса и их размеров пользуются плазовой разбивкой.

По способам определения формы и размеров все детали корпуса могут быть разбиты на пять групп:

1. Детали, форма и размеры которых полностью заданы чертежом (прямоугольные листы и кницы, полки фундаментов, пиллерсы и т. п.);
2. Плоские детали, расположенные в плоскостях шпангоутов и, следовательно, изображаемые на проекции «корпус» плазовой разбивки без искажения;

3. Плоские детали, расположенные вдоль судна. Здесь различают два случая: а) плоскость детали перпендикулярна ПМШ; б) плоскость наклонна к ПМШ. В первом случае деталь изображается на проекции «корпус» одной прямой линией, во втором случае - несколькими параллельными прямыми – следами пересечения с плоскостями шпангоутов;

4. Изогнутые детали, форму и размеры плоской заготовки которых получают теоретически точными способами развертывания. Различают следующие случаи: а) детали со сломом, т.е. состоящие из двух или большего количества плоских участков; б) детали цилиндрической формы; в) детали конической формы;

5. Детали двойной кривизны (в том числе веерной формы), форму и размеры плоской заготовки которых получают приближенным развертыванием деталей на плоскость, так как теоретически такие поверхности не развертываются [1].

С появлением компьютеров и развитием науки и техники, резко снизивших трудоемкость вычислительных процессов и повысивших точность вычислений, стали разрабатываться и широко внедряться в практику проектирования формы корпуса аналитические методы. Имеется множество методов аналитического описания линий и поверхностей теоретического чертежа, позволяющих задавать их в виде уравнений, совокупность которых представляет математическую модель.

Если на стадии проектирования судна поверхность его корпуса задана математическими уравнениями, то необходимость в согласовании и сглаживании отпадает. Однако в практике проектирования форму корпуса задают в виде теоретического чертежа и совокупности ординат точек формообразующих линий, заданных в таблицах. Совокупность координат этих точек представляет собой цифровую модель формы корпуса. Координаты точек поверхности корпуса содержат погрешности, поэтому для обеспечения требуемой точности плазовой разбивки необходимо согласовать и сгладить обводы корпуса на всех трех ее проекциях [2].

Для замены трудоемких графических операций согласования и сглаживания обводов корпуса разработаны и внедрены в практику судостроения графоаналитические методы, позволяющие использовать вычислительную технику.

В настоящее время плазовые работы в основном автоматизированы. В отечественном и зарубежном судостроении разработаны и применяются системы автоматизированного проектирования судов (САПР), в составе которых имеются подсистемы, решающие плазовые задачи математическими методами на основе математических моделей формы и конструкции корпуса судна. Подсистемы содержат так называемые модули, каждый из которых решает определенную задачу [1].

В отечественном судостроении известны подсистемы АТОПС (автоматизированное технологическое обеспечение постройки судов), СИБОС (система безплазового обеспечения постройки судов), ПЛАТЕР (плазово-

технические расчеты) и другие. Все системы и подсистемы решают идентичные задачи и выдают аналогичные результаты. Они различаются в основном используемым математическим аппаратом.

Принципиальная структура модулей автоматизированной подсистемы плазовых работ, присущая большинству существующих САПР судов, содержит:

- банк исходных данных (исходной информации);
- математическую модель (система математических уравнений, описывающих геометрию корпуса);
- математический метод (алгоритм) решения задачи;
- программы решения задачи;
- расчеты, выполняемые компьютером для решения задачи;
- результаты решения;
- графические и текстовые представления результатов решения, выполняемые чертежными машинами и печатающими устройствами.

Модулями подсистемы плазовых работ рассчитываются и вычерчиваются:

- теоретическая форма корпуса (генерируется его теоретические обводы и вычерчивается теоретический чертеж;
- положение теоретических линий пазов, стыков наружной обшивки, поперечного продольного набора (генерируются теоретические линии и вычерчивается практический корпус);
- форма и размеры плоских деталей и разверток неплоских деталей корпусных конструкций и вычерчиваются эскизы деталей и разверток;
- раскрой листового и профильного проката и вычерчиваются карты раскроя;
- контуры гибочных шаблонов для проверки формы изогнутых деталей в процессе их гибки;
- высоты стоек или формы лекал постелей для сборки секций, положение теоретических линий набора размечаемых на полотнищах секций для установки набора, размеры контуров секций, контуруемых в чистый размер;
- управляющие программы тепловой резки листового проката для машин с ЧПУ [2].

Исходными данными для генерирования теоретической формы корпуса служат главные размерения судна, их соотношения и проектные характеристики формы корпуса (коэффициенты полноты, погибь бимсов, седловатость палуб и другие). Наряду с этим форма корпуса задается зачастую графически в виде теоретического чертежа, практического корпуса и таблиц ординат точек теоретических линий. В этом случае математическая модель формы корпуса строится на основе этих чертежей и таблиц путем сглаживания его теоретических линий математическими методами с последующей аппроксимацией этих линий уравнениями.

В САПР судов появляются конструкторские модули, рассчитывающие, проектирующие и вычерчивающие конструкции корпуса на основе банка

унифицированных элементов корпусных конструкций. Конструкции синтезируются из этих элементов в диалоговом режиме конструктор – компьютер на дисплее компьютер. В этом случае исходными данными для расчета формы и размеров деталей корпуса служат данные о корпусных конструкциях, разработанных САПР. Это исключает необходимость детализовки корпуса судна, выполняемой плазмами заводов [2].

В заключение, проведя анализ литературных источников, можно сказать, что инженерная графика в судостроительной промышленности, как наука составления и чтения графических изображений прошла огромный и плодотворный путь с тех далеких времен от графических изображений на глиняных плитках до компьютеризированных графических изображений. Современные чертежи составляются и читаются в соответствии с государственными стандартами, которые позволяют подготовленному специалисту понять внутреннюю структуру изделия и изготовить отдельные детали и всё изделие целиком так, как его задумал инженер-конструктор и художник-дизайнер. Инженерная графика является обязательной и незаменимой дисциплиной, без которой не возможна подготовка ни одного технического специалиста, в том числе и в судостроении.

#### **Список литературы:**

1. Александров В.Л. Основы технологии судостроения [Текст]: учебник для вузов водн. трансп. / В. Л. Александров, Г.В. Бавыкин, В.П. Доброленский и др. - СПб.: Судостроение, 1995 г. – 327 с.

2. Гуревич И.М. Технология судостроения и судоремонта [Текст]: учебник для вузов водн. трансп. / И.М. Гуревич, Зеличенко А.Я., Кулик Ю.Г. Под ред. И.М. Гуревича. - М.: Транспорт, 1976г. - 416 с.