# Анализ понятий „проектирование„ и „конструирование„

Целью и результатом разработки новых изделий является само изделие. Изделие относится к сфере материальных объектов и служит для удовлетворения требований производства и потребностей человека. Сама разработка нового изделия - это особый этап, относящийся к сфере умственной деятельности. Изделия весьма разнообразны по видам и структуре, но в общем сводятся к четырем группам: детали; сборочные единицы; комплекты; комплексы (рис. 1.1).

Разработка новых изделий осуществляется инженерно-техническим персоналом путем проектирования и конструирования. Проектирование и конструирование являются процессами взаимосвязанными, дополняющими друг друга. Конструктивная форма объекта уточняется применением методов проектирования - произведением расчетов параметров, прочностных расчетов, оптимизации и др. В свою очередь, проектирование возможно только при предварительно принятых вариантах конструктивного

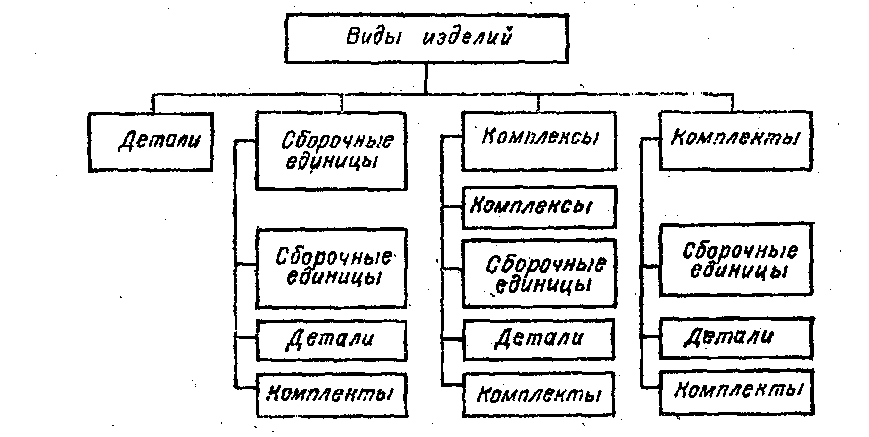


Рис. 1.1. Виды изделий и их структура исполнения.

Часто эти два процесса не различают, так как они выполняются, как правило, специалистами одной профессии - инженерами-конструкторами. Однако проектирование и конструирование - процессы разные.

П р о е к т и р о в а н и е предшествует конструированию и представляет собой поиск научно обоснованных, технически осуществимых и экономически целесообразных инженерных решений. Результатом проектирования является проект разрабатываемого объекта. Проектирование - это выбор некоторого способа действия, в частном случае - это создание системы как логической основы действия, способной решать при определенных условиях и ограничениях поставленную задачу. Проект анализируется, обсуждается, корректируется и принимается как основа для дальнейшей разработки.

К о н с т р у и р о в а н и е м создается конкретная, однозначная конструкция изделия. Конструкция - это устройство, взаимное расположение частей и элементов какого-либо предмета, машины, прибора, определяющееся его назначением. Конструкция предусматривает способ соединения, взаимодействие частей, а также материал, из которого отдельные части (элементы) должны быть изготовлены. В процессе конструирования создается изображение и виды изделия, рассчитывается комплекс размеров с допускаемыми отклонениями, выбирается соответствующий материал, устанавливаются требования к шероховатости поверхностей, технические требования к изделию и его частям, создается техническая документация. Конструирование опирается на результаты проектирования и уточняет все инженерные решения, принятые при проектировании. Создаваемая в процессе конструирования техническая документация должна обеспечить перенос всей конструкторской информации на изготавливаемое изделие и его рациональную эксплуатацию.

Проектирование и конструирование служат одной цели: разработке нового изделия, которое не существует или существует в другой форме и имеет иные размеры. Проектирование и конструирование - виды умственной деятельности, когда в уме разработчика создается конкретный мысленный образ. Мысленный образ подвергается мысленным экспериментам, включающим перестановку составных частей или замену их другими элементами. Одновременно оценивается эффект внесенных изменений, определяется, как эти изменения могли подействовать на окончательный результат. Мысленный образ создается в соответствии с общими правилами проектирования и конструирования и впоследствии принимает окончательный, технически обоснованный вид. Разработка, составными частями которой являются проектирование и конструирование, - термин, широко применяемый в технической литературе Нередко этот термин используется узко, как синоним проектно-кон-структорских или конструкторских работ. В действительности в разработку новых изделий входит ведение научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ. Разработка входит в комплекс мероприятий, направленных на выпуск изделий промышленностью. Наряду с такими работами, как разработка технологии изготовления, материально-техническое обеспечение, организация производства, разработка занимает основное место в технической подготовке производства. Будучи исходным этапом, разработка оказывает существенное влияние на все последующие стадии жизненного цикла продукции: изготовление, обращение и реализацию, эксплуатацию или потребление.

# Развитие методов проектирования

Создание изделий, даже довольно сложных, многие предшествующие века осуществлялось путем эволюции кустарных промыслов. Тысячи ремесленников из века в век передавали своим детям или подмастерьям те крупицы знаний, что им удалось собрать. Эти знания имеют особый характер, их не найти научно обоснованными ни в одной книге. Ремесленник при создании изделия не вычерчивает эскиз (часто он просто не может это сделать) и не в состоянии удовлетворительно объяснить, почему он принимает то или иное решение. Изменение форм кустарного изделия происходит в результате бесчисленных неудач и успехов в процессе многовекового поиска методом проб и ошибок. Этот медленный и дорогостоящий последовательный поиск «невидимых линий» конструкции может в конечном итоге привести к удивительно точно уравновешенному изделию, которое в очень высокой степени удовлетворяет потребителя. Однако, хранилищем всей важной информации, собранной в ходе эволюции промысла, является в первую очередь сама форма изделия, которая остается постоянной и изменяется только для исправления ошибок и при возникновении новых потребителей. Частично информация хранится в виде эталонов, а также в виде усваиваемых при обучении ремеслу фиксированных навыков, необходимых для воспроизведения традиционной формы изделия. Считается, что в этих традициях содержится «генетический код», необходимый для эволюции промысла. Два класса данных, наиболее важные для современного проектирования, - форма изделия в целом и её логические обоснования - не фиксируются в символической форме, поэтому их невозможно исследовать и изменять без грубого экспериментирования с самим изделием. К таким экспериментам прибегают лишь тогда , когда методами постепенной эволюции не удается удовлетворить новым требованиям.

Ч е р т е ж н ы й с п о с о б п р о е к т и р о в а н и я - это проектирование путем создания чертежей в определенном масштабе. Принципиальная разница между этим общепринятым способом разработки формы для изделий машинного производства и предшествовавших ему эволюций форм в кустарных промыслах заключается в том, что здесь поиск методом проб и ошибок отделен от производства, что эксперименты и изменения проводятся на масштабном чертеже, а не на самом изделии. Это позволило задавать размеры изделия до его изготовления и тем самым разделить труд по изготовлению отдельных частей между многими работниками, что в свою очередь обеспечило увеличение не только сложности изделия, но темпа их изготовления.

А в т о м а т и з и р о в а н н о е п р о е к т и р о в а н и е призвано решать сложные современные задачи, непосильные для традиционного процесса проектирования. Этот вид проектирования относительно молод и стал возможным с появлением мощных ЭВМ, развитием соответствующих математических методов и программного обеспечения, но уже получил широкое признание. На попощь конструкторам пришли мощные программные комплексы, в частности, SolidWorks, позволяющие вести трехмерное моделирование деталей, создание сборок и проектирование чертежей на их основе. Ниже рассматриваются его особенности.

**Основные принципы и правила проектирования**

**и конструирования нефтегазопромысловых машин и оборудования**

К основным принципам и правилам проектирования и конструирования нефтегазопромысловых машин и оборудования относятся:

* системный подход при проектировании и конструировании;
* формирование и использование перспективных компоновочных схем машин, обусловливающих повышение производительности и устранение или снижение трудоемкости ручных операций;
* стремление к созданию наименьшего числа типоразмеров машин за счет рационального выбора их параметров;
* обеспечение требуемой прочности, надежности и долговечности тяжело нагруженных узлов в основном способами, не требующими увеличения основных размеров и массы машин, - это выбор рациональных геометрических форм и размеров деталей, уменьшение концентрации напряжений, применение оптимальных силовых схем нагружения деталей, использование высокопрочных материалов и целесообразных способов и режимов их термоупрочняющей обработки и др.;
* формирование простых и эстетически выразительных технических форм, содержащих минимальное число полостей, в которых могут скапливаться пыль и влага;
* использование передового опыта проектирования и конструирования в отрасли нефтегазопромыслового машиностроения и смежных отраслях машиностроения (например, горного) в нашей стране и за рубежом;
* создание нефтегазопромысловых машин со структурной основой, позволяющей дальнейшее их развитие, совершенствование и повышение уровня качества с целью замедления морального старения;
* стремление к упрощению кинематических схем, конструкции узлов и машин в целом;
* уменьшение стоимости изготовления машин на базе внедрения передовой технологии, унификации узлов, деталей и отдельных конструктивных элементов;
* учет рекомендаций эргономистов при формировании органов управления и средств отображения информации, пультов, панелей управления и рабочего места оператора;
* создание машин с эффективными системами автоматического и дистанционного управления и диагностики; создание машин с параметрами шума и вибрации на рабочем месте оператора, не превышающими санитарные нормы;
* обеспечение удобства и безопасности обслуживания машин, технологичности их ремонта;
* обеспечение эффективной смазки тяжело нагруженных зубчатых передач, подшипников, других элементов с трущимися поверхностями;
* обеспечение применительно к нефтегазопромысловым машинам требований равно прочности, и надежного уплотнения от попадания в них пыли и влаги;
* обеспечение в необходимых случаях самоустанавливаемости подвижных элементов с целью компенсации погрешностей изготовления и устранения повышенных кромочных давлений из-за перекосов под действием нагрузок (например, применением бочкообразных зубьев зубчатых колес) либо с целью равномерного распределения силового потока в многопоточных передачах (например, применением плавающих колес в планетарных передачах);

-использование метода компромиссных решений при невозможности одновременной оптимизации частично антагонистичных критериев качества. Критериями качества могут быть: прочностные характеристики, основные размеры, параметры технологичности, металлоемкость, к.п.д., жесткость и др.

**Основные положения системного подхода**

**к проектированию нефтегазопромыхсловых машин**

Развитие нефтегазопромысловых машин и оборудования во многих случаях приводит к усложнению их конструкции и характера различных видов взаимосвязей в процессе функционирования, что обусловливает необходимость рассмотрения задач проектирования этих машин на современном этапе научно-технической революции с системных позиций.

*Системный подход* - важное направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение технических объектов как целостных систем, состоящих из взаимосвязанных элементов, взаимодействующих между собой и с окружающей средой, т. е. на основе принципа системности. Кредо системного проектирования состоит в том, что техническую задачу для части целого решают с учетом целого.

Основное целевое назначение системного подхода к проектированию - это существенное повышение технико-экономического уровня и качества машин путем оптимизации рассматриваемого объекта в целом с учетом всех видов его взаимосвязей с другими совместно функционирующими машинами, горным массивом, буровым раствором, полезным ископаемым и оператором.

Системный подход использует ряд категорий и понятий высокого уровня общности.

Системой называется характеризующаяся существенными связями совокупность элементов, которая обладает интегративными качествами, т. е. качествами, присущими только системе в целом, но не свойственными ни одному из ее элементов в отдельности.

Система считается сложной, если она состоит из большого числа взаимодействующих между собой элементов и выполняет сложные функции.

Любая система допускает разделение ее на конечное число подсистем в зависимости от вида решаемых задач и внутренней сложности системы в целом. Следует отметить, что целесообразнее, как правило, выделение в подсистему не произвольной совокупности взаимосвязанных элементов рассматриваемой системы, а более или менее самостоятельно функционирующей части системы.

Элементом называется объект, который при конкретном рассмотрении системы или подсистемы нецелесообразно далее расчленять на части.

Изучаемая система в зависимости от вида решаемых задач может рассматриваться как подсистема или как один из элементов более сложной системы, а подсистема (или элемент) в случае необходимости может рассматриваться как система.

Структура системы характеризует ее строение и совокупность связей. Связи обеспечивают целостность и сохранение основных свойств системы.

Под окружающей (или внешней) средой применительно к рассматриваемой системе понимают совокупность не входящих в состав системы объектов, взаимодействие с которыми должно учитываться при изучении данной системы.

Границы системы определяются совокупностью входов от окружающей среды.

Таким образом, взаимообусловленность и взаимодействие составных частей сложной системы «машина - окружающая среда» определяют при проектировании нефтегазопромысловых машин и бурового оборудования (или их узлов) требование учета взаимосвязей создаваемых объектов с другими машинами (узлами), горным массивом, буровым раствором, полезным ископаемым и человеком.

**Системный подход при автоматизированном**

**проектировании нефтегазопромысловых машин**

Существенное повышение технико-экономического уровня и качества нефтегазопромысловых машин, резкое сокращение сроков и уменьшение трудоемкости их проектирования могут быть достигнуты применением систем автоматизированного проектирования (САПР) этих машин. Способ проектирования, при котором все проектные операции и процедуры или их часть осуществляются взаимодействием человека и ЭВМ. САПР - это комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации и выполняющего автоматизированное проектирование.

САПР нефтегазопромысловых машин должна базироваться на подходе, предусматривающем рассмотрение объекта на основе принципа системности, построение математической модели для него и изучение его свойств методом моделирования.

Системный подход позволяет рассматривать и решать задачу оптимизации проектируемой системы в целом. Использование ЭВМ при проектировании позволяет в короткие сроки осуществить перебор значительного числа конкурирующих вариантов. Сочетание системного подхода и многовариантного проектирования с помощью ЭВМ с выходом на оптимальное решение и есть мощное преимущество системного автоматизированного проектирования нефтегазопромысловых машин перед традиционным проектированием.

При системном автоматизированном проектировании нефтегазопромысловых машин решаются два вида диалектически связанных задач *- синтез и анализ*.

Синтез может быть структурным и параметрическим. Структурный синтез обеспечивает получение различных структур систем в виде тех или иных конструктивных элементов и связей между ними. В результате параметрического синтеза конструктор определяет численные значения параметров проектируемых систем. Решение задач синтеза на базе САПР в конечном итоге должно быть направлено на оптимизацию структур проектируемых нефтегазопромысловых машин и их параметров. В результате анализа рассматриваемых вариантов объекта изучаются их свойства, формируются оценки качества этих вариантов, что позволяет конструкторам принять обоснованные решения.

Необходимые этапы при создании САПР - формализация проектных процедур и разработка соответствующих математических моделей в виде совокупности математических объектов (множества, векторы, переменные числа и т. д.) и отношений между теми, которые с требуемой степенью точности должны отражать интересующие конструктора свойства проектируемой машины. При формировании моделей необходимо решить задачу формализации структур подсистем, систем в целом и операций процесса их функционирования с учетом взаимодействий между подсистемами и с окружающей средой. Алгоритмизация моделей должна предусматривать максимальную приспособленность к оперативной перестройке структур и операций функциональных процессов при моделировании на ЭВМ.

Конструктор, получив на основе моделирования результаты решения проектной задачи, выбирает наилучшие варианты на основе анализа критериев качества (функций цели), в качестве которых выступают оптимизирующие характеристики (производительность, показатели надежности, материалоемкость, основные размеры и др.).

На начальной стадии проектирования с системных позиций выбирают варианты общей компоновки нефтегазопромысловых машины и структуры ее отдельных подсистем. Задачи синтеза на этом этапе целесообразно решать на базе известных методов активизации творческих решений («мозгового штурма», инверсии, аналогии, морфологического анализа и др.). В этом случае ведущими конструкторами разрабатывается несколько перспективных вариантов, для которых должны быть выполнены необходимые расчеты и решена задача параметрической оптимизации.

При формализации основных задач на начальной стадии проектирования весьма перспективно использование автоматизированной системы поиска и синтеза технических решений с использованием эвристических приемов и системного подхода. В состав этой системы должны входить подсистемы поиска аналогов, синтеза компоновочных и конструктивных решений.

При параметрической оптимизации на области изменения варьируемых параметров накладывают ограничения, обусловленные возможностью или целесообразностью их конструктивно-технической реализации. В большинстве случаев конструктор ориентируется на несколько критериев качества, т. е. задачи оптимизации при проектировании нефтегазопромысловых машин носят многокритериальный характер. Одновременная оптимизация выбранных критериев качества, как правило, невозможна из-за их частичной антагонистичности, поэтому во многих случаях необходимо использовать интегральный (глобальный) критерий качества, тем или иным способом объединяющий частные критерии (с учетом их приоритетности), а при анализе многомерной таблицы испытаний на ЭВМ осуществлять окончательный выбор параметров машин на основе компромиссного подхода к результатам оптимизации.

В заключение следует отметить, что применение САПР нефтегазопромысловых машин позволяет осуществить автоматизацию трудоемких и нетворческих расчетно-графических работ и оформление технической документации с помощью средств машинной графики, эффективно использовать прогрессивные разработки, значительно повысить производительность ответственного труда конструкторов.