

А.А. ПАВЛОВА, канд. техн. наук, *А.В. ЧЕРНЫШЕНКО*,
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВА СБОРКИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Розглянута можливість норматизації проектування процесів складання на основі узагальнених алгоритмів проектування та вибору процесу і способу складання.

The opportunity of normatization of designing of processes of assembling is considered on the basis of the generalized algorithms of designing and a choice of process and a method of assembling.

Введение. Современные рыночные отношения требуют частых переходов к выпуску новых высококачественных изделий в короткий срок с минимальными затратами. Обеспечить это возможно при широкой стандартизации и унификации не только элементов изделий, но и технологического обеспечения. Стандартизация изделий и их элементов носит главным образом отраслевой характер и относительно развита. Что же касается технологического обеспечения, то анализ показал, что оно стандартизировано недостаточно.

Качество изделия закладывается на стадии проекта и обеспечивается технологией изготовления, которая должна иметь соответствующие показатели качества. Сборка - один из заключительных этапов производства, состоящий в образовании из деталей соединений, а также сборочных единиц для получения изделия, отвечающего установленным при проектировании качественным, технико-экономическим, эксплуатационным и надежностным требованиям. От технологии сборки зависят не только материальные и энергетические затраты, но зачастую она существенно влияет на качество получаемого изделия [1].

1. Нормативное обеспечение проектирования технологических процессов сборки соединений с натягом. Для сборки характерно комплексное влияние взаимосвязанных конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на технико-экономические показатели изделия. Рациональный технологический процесс сборки (ТПС) должен обеспечивать заданное качество изделия при минимальной трудоемкости работ. От качества его разработки и оформления в значительной степени зависят технико-экономические показатели работы предприятия. Вместе с тем проектирование ТПС – сложная и трудоемкая работа, требующая знаний теоретических положений технологии машиностроения и практического опыта. Унифицированные ТПС облегчают проектирование, но без нормативации значительного эффекта не наблюдается. Поэтому необходима обобщенная методика проектирования ТПС по этапам, с выделением ее нормативно-справочного обеспечения.

Предлагается обобщенный алгоритм проектирования ТПС, который показан на рис. 1, а в табл. 1 приведена расшифровка его составляющих.

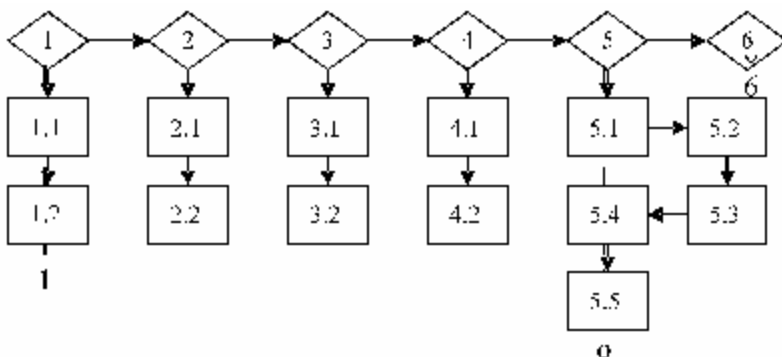


Рис. 1. Алгоритм проектирования технологического процесса сборки

Таблица 1

№ этапа и шагов	Наименование этапа и его содержание
1	Определение типа производства и вида сборки
1.1	Определение типа производства
1.2	Определение вида сборки
2	Технологическая проработка чертежей
2.1	Изучение рабочих чертежей и технологических условий
2.2	Анализ технологичности конструкции
3	Определение метода сборки
3.1	Выявление размерных взаимосвязей и составление схем размерных цепей
3.2	Проведение расчетов размерных цепей
4	Разработка технологических схем и плана операций (маршрута) сборки
4.1	Разработка технологических схем
4.2	Разработка плана операций (маршрута) сборки
5	Проектирование отдельных операций
5.1	Определение содержания, характеристик и последовательности соединения отдельных деталей и сборочных единиц, а также режимов сборки
5.2	Определение требуемого оборудования, приспособлений и инструмента
5.3	Определение средств технического контроля и испытаний
5.4	Определение технологических норм времени
5.5	Определение требуемой квалификации рабочих, т.е. разрядности работ
6	Оформление технологических документов

Для проектирования ТПС необходимо иметь исходные и нормативно-справочные данные. К исходным данным относятся:

- сборочные чертежи изделия и его составных частей;
- спецификации;
- рабочие чертежи деталей, входящих в сборочные единицы;
- технические условия на изготовление, контроль и эксплуатацию изделия;
- объем выпуска, т.е. количество одинаковых сборочных единиц, планируемых к выпуску в течение определенного периода.

Если выпуск во времени распределяется неравномерно, то программное задание указывается по годам, кварталам, месяцам.

К нормативно-справочным данным относятся:

- каталоги, характеристики или паспортные данные оборудования;
- стандарты на слесарные, сборочные приспособления и инструменты;
- нормативы по техническому нормированию;
- тарифно-классификационный справочник;
- стандарты и руководящие технические материалы на производство сборочных работ.

Кроме того, при проектировании ТПС необходимо иметь альбом и карты применимости приспособлений и инструментов и данные о наличии и загрузке имеющегося оборудования и производственных площадей (ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1407-86).

Часть лимитирующих параметров ТПС с нагревом подлежит нормированию. Одним из таких параметров является время (нагрева и перемещений). Нормировать оперативное время при сборке с нагревом особенно важно.

Причем не только время собственно нагрева, но и время перемещения к месту сборки (т.к. происходит остывание нагретой детали), время повертывания (в случае необходимости, в зависимости от схемы сборки), а также время непосредственно сборки – скрепления деталей в сборочную единицу. Поэтому нормативы по техническому нормированию для проектирования ТПС с нагревом должны включать:

1. Нормативы оперативного времени на перемещение, повертывание, контрольные измерения и т.п.

Время на перемещение к месту сборки нормируется в зависимости от:

- транспортного устройства (грузоподъемный механизм, роуланг, конвейер);
- массы изделия;
- расстояния перемещения.

Время на повертывание нормируется в зависимости от:

- места повертывания (приспособление, стол, устройство);
- плоскости повертывания (горизонтальная, вертикальная);
- угла поворота;

- массы изделия;
- подъемных средств.

Время на контрольные измерения нормируется в зависимости от:

- измерительного инструмента;
- точности измерений (класс точности, качество);
- измеряемого размера;
- длины измеряемой поверхности;
- числа измерений;
- характера измерений.

К характеру измерений нагретых деталей следует отнести: форму контакта измерительного инструмента и частоту измерений. Это связано с тем, что возможный нагрев рабочего органа инструмента вносит погрешность в результат измерений. Поэтому здесь следует нормировать допустимую температурную погрешность.

ТПС в зависимости от типа производства, объема выпуска и вида изделия разрабатываются с различной степенью углубленности [2]. Нормативными документами при этом могут являться:

1) маршрутное описание – сокращенное описание всех технологических операций без указания переходов в маршрутной карте в последовательности их выполнения;

2) операционное описание – полное описание всех технологических операций с указанием переходов и режимов сборки в операционной карте или карте технологического процесса;

3) маршрутно-операционное описание – сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

В маршрутном описании ТПС при описании действий с нагретой деталью следует регламентировать цикл, структура которого влияет на энергозатраты.

Этап 1 - определение типа производства и вида сборки по организации производства и по перемещению собираемого объекта, с этой целью можно использовать ориентировочную трудоемкость сборки. Так как трудоемкость может быть подсчитана только после разработки технологического процесса, то предварительно для определения типа производства могут быть использованы данные завода-изготовителя о трудоемкости изготовления аналогичных изделий.

Этап 2 включает работы по изучению рабочих чертежей, технических условий на изготовление и контроль всего изделия и отдельных сборочных единиц, методик испытаний, чертежей деталей, входящих в сборочные единицы. При этом необходимо проверить на чертежах наличие всех необходимых размеров и сечений, номеров позиций и спецификаций деталей и узлов, размеров, выдерживаемых при сборке, зазоров или натягов в

соединениях, которые должны быть обеспечены сборкой, масс, габаритов, технических условий сборки отдельных узлов и изделия в целом.

В результате анализа соответствия технологичности конструкции данного изделия общим рекомендациям и технологичности конструкции сборочных единиц даются предложения по улучшению технологичности всей конструкции.

Этап 3 – определение метода сборки, который состоит в следующем. Под точностью сборки следует понимать свойство процесса сборки обеспечивать соответствие значений параметров изделия, заданных в конструкторской документации (ДСТУ 2390-94). В результате сборки должно быть обеспечено такое взаимное положение деталей и сборочных единиц, чтобы их функциональные поверхности или сочетание этих поверхностей в своем относительном движении, а также в стабильном состоянии, не выходили за пределы установленных допусков не только в процессе сборки, но и в процессе эксплуатации изделия. Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих наиболее экономичную обработку деталей и сборку машин, является расчет и анализ размерных цепей.

Метод сборки изделия – это совокупность правил достижения заданной точности замыкающего звена размерной цепи при сборке. Требования к точности и методу сборки:

1) Точность расположения составных частей должна быть обоснована и взаимосвязана с точностью изготовления составных частей.

2) Выбор метода сборки для данного объема выпуска и типа производства должен проводиться на основании расчета и анализа размерных цепей.

3) Расчет размерных цепей следует проводить, используя методы максимум-минимум или вероятностный. При этом метод максимум-минимум применяют при расчете коротких размерных цепей (с числом звеньев меньше пяти) с высокой точностью замыкающего звена или многозвенных размерных цепей с малой точностью замыкающего звена.

4) При выборе метода следует учитывать трудоемкость сборочных работ и затраты на изготовление составных частей с точностью, необходимой для данного метода сборки. Методы сборки необходимо располагать по убывающей производительности труда сборочных работ в следующем порядке: полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, групповая взаимозаменяемость, регулировка компенсаторами, пригонка.

5) В конструкции должны предусматриваться устройства, обеспечивающие заданную точность относительного расположения составных частей (центрирующие, фиксирующие, компенсирующие и др.)

6) Пределы регулирования и параметры компенсаторов должны рассчитываться на основе теории размерных цепей.

7) Компенсирующие, центрирующие и фиксирующие устройства должны иметь простую конструкцию и свободный доступ для рабочего и контрольного инструмента.

Этап 4 – разработка технологических схем и плана операций (маршрута) сборки. Для разработки ТПС вначале рекомендуется составить технологическую схему сборки, представляющую собой графическое, условное изображение последовательности соединений отдельных составных частей изделия (сборочных единиц и деталей).

На основании технологической схемы рекомендуется составить укрупненный план (маршрут) сборки изделия, выделяя отдельные операции сборки каждой сборочной единицы, являющейся составной частью изделия. Это позволяет осуществить параллельную, независимую сборку отдельных сборочных единиц (узлов) на различных рабочих местах.

Каждая операция состоит из переходов, выполняемых над отдельными соединениями, последовательность которых также приводится на технологической схеме сборки.

Расчленение изделия на отдельные сборочные единицы зависит от конструктивных и технологических особенностей конкретного изделия. При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- ведение тех или иных соединений в сборочную единицу должно быть целесообразно как в конструктивном, так и в технологическом отношении;
- должна быть обеспечена правильная технологическая связь и последовательность сборочных операций;
- на общую сборку изделия должны подаваться в возможно больших количествах предварительно собранные сборочные единицы и возможно меньшее количество отдельных деталей;
- общая сборка изделия должна быть максимально освобождена от выполнения различных вспомогательных работ (промывки, зачистки и т. п.), которые должны проводиться перед сборкой отдельных сборочных единиц.

На этапе 5 – проектирование отдельных операций, на котором в каждой операции определяется: содержание, характеристика и последовательность соединений отдельных деталей и сборочных единиц по ранее отработанной технологической схеме сборки, все вспомогательные работы по подготовке деталей к сборке (промывка, зачистка, клеймение, рассортирование и т.п.) должны производиться до сборки; оборудование, приспособления и инструмент в зависимости от принятого ранее вида сборки. При этом необходимо стремиться к сокращению ручных работ за счет механизации и автоматизации, применения роботов, роботизированных комплексов и т.д., средства технического контроля и испытания, которые должны обеспечивать качество сборки в соответствии с требованиями чертежей и технических условий. Определение технологической нормы времени на сборочные работы ведется по отдельным переходам с использованием соответствующих нормативных данных.

Квалификация (разрядность) в зависимости от сложности, габарита, массы собираемых сборочных единиц, требуемой точности соединений, конкретных условий производства определяется по квалификационным

справочникам.

Этап 6 – оформление технологических документов. ТПС оформляется в текстовых и графических документах, регламентированных стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД). Для описания технологических процессов сборки согласно ГОСТ 3.1103-81 и ГОСТ 3.1407-86 применяются документы общего и специального назначения. Документы общего назначения: титульный лист; карта эскизов; технологическая инструкция. Документы специального назначения: маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типового (группового) технологического процесса; карта типовой (групповой) операции; ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции); комплектовочная карта; ведомость оснастки.

Применение тех или иных форм документов определяется типом производства, видом операции и степенью углубленности разработки (ДСТУ 3321-96).

2. Обеспечение проектирования операций сборки соединений с натягом. При проектировании сборки соединений с натягом на первом этапе необходимо выбрать способ сборки – запрессовка или с термовоздействием. Для этого нами предлагается обобщенный алгоритм выбора (рис.2), который является основой программы САПР. На основании исходных данных о соединении и условиях сборки производится определение приемлемой технологии, исходя из температурных ограничений. Температуру сравнивают с допустимой исходя из условий сборки. Когда технология сборки выбрана, а это будет запрессовка, если по температурным ограничениям термосборка состояться не может, то производятся соответствующие расчеты.

В случае если по температуре термосборка возможна, выбирается способ термосборки (с нагревом, с охлаждением, комбинированный).

Выбор способа термовоздействия производится в зависимости от материала сборочной единицы, ее размеров, вида соединения (двухэлементное или многоэлементное), а также заданного натяга. После этого производится выбор схемы сборки, степени автоматизации ТПС, и оборудования, а также расчет основных режимов.

Программа САПР позволяет производить расчеты по способам сборки, по критерию технологической себестоимости. База данных этой системы включает в себя данные о видах технологий сборки, средствах термовоздействия и транспорте. Материал, содержащийся в базе данных в виде таблиц, доступен для просмотра пользователем из главного меню. Кроме того, имеются пункты меню („тепловая сборка”, „сборка с охлаждением”), и в них появится еще одно меню, где также имеется пункт „базы данных”. Этот пункт дает возможность просмотра имеющегося материала уже по более узкой теме и т.д. Также после выполнения любого раздела программы (подпрограммы) предусматривается выход в главное меню или возвращение на предыдущую позицию.

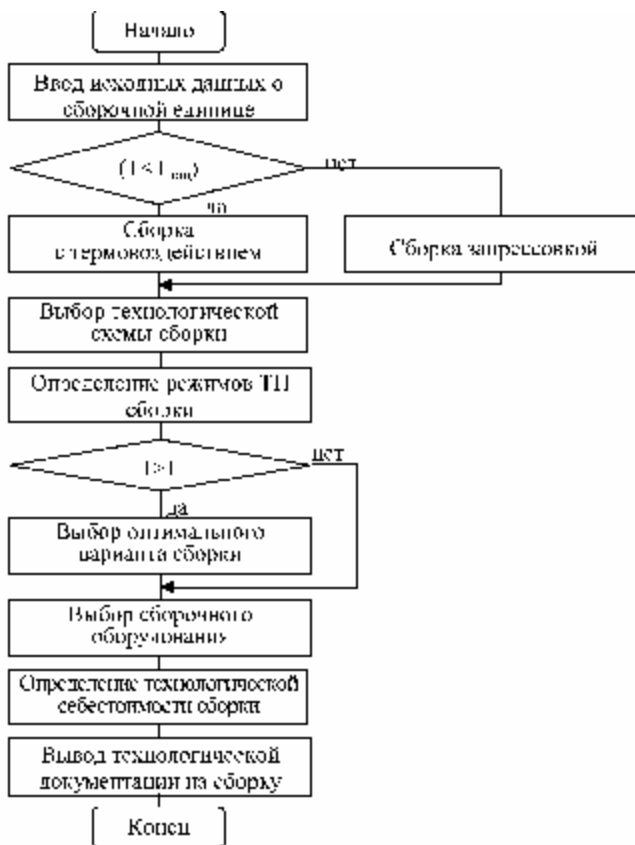


Рис. 2. Схема алгоритма выбора технологии сборки

Вывод. Предложенный обобщенный алгоритм проектирования ТПС соединений с натягом, а также алгоритм выбора способа термической сборки соединений с натягом в зависимости от конструктивных характеристик и технологических ограничений позволяют стандартизировать методы расчета, что значительно упростит всю работу по разработке технологической документации на ТПС и повысит качество проектирования, удешевит его и ускорит.

Список литературы: 1. Арпентьев Б.М., Зенкин А.С., Куцын А.Н. Механизация и автоматизация сборочных работ на машиностроительных предприятиях. – К.: Техніка, 1994. – 232 с. 2. Андреев А.Г., Куцын А.Н., Щепкин А.В. К вопросу оптимизации технологических нагревов при сборке и разборке соединений с натягом // Динамика и прочность машин. – 1998. - №5. - С.162-167.

Поступила в редакцию 30.10.2006