
ВВЕДЕНИЕ

Технический уровень любого производства в каждой отрасли в настоящее время определяется степенью его механизации и автоматизации, т. е. оснащённостью его необходимыми машинами, техническими средствами. С этой точки зрения машиностроение является как бы главным технологом всех отраслей народного хозяйства. Вместе с тем очень важно знать, как наиболее рационально и эффективно изготовлять сами машины, используемые человеком. Эту задачу и решает наука — технология машиностроения.

Предметом технологии машиностроения является учение об изготовлении машин заданного качества в установленном производственной программой количестве при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности труда, облегченного в максимальной степени и безопасного. Это отрасль науки, занимающаяся раскрытием и изучением системы связей и закономерностей в процессе изготовления машин. Это связи свойств материалов, размерные, информационные, временные, экономические, а также социальные и экологические.

Естественно, что для разработки и построения оптимальных технологических процессов, являющихся основой для проектирования новых или реконструкции действующих объектов производства машин, необходимы знания и сведения о средствах технологического оснащения, методах, способах и приемах, наиболее выгодно используемых в производственном процессе.

Технология машиностроения опирается на общенаучные, общинженерные науки, тесно связана со специальными техническими дисциплинами и является результирующей дисциплиной, формирующей инженера-механика, технолога машиностроительного производства. Она создана в основном российскими учеными: И. А. Двигубским, И. А. Тиме, А. П. Гавриленко, А. П. Соколовским, А. И. Кашириным, В. М. Кованом, Б. С. Балакшиным, М. Е. Егоровым, В. С. Корсаковым, С. П. Митрофановым, А. А. Маталиным, Э. В. Рыжовым и другими.

Изучение курса «Технология машиностроения» необходимо всем инженерам машиностроительного профиля и ставит целью подготовить будущих специалистов к решению важнейших задач при разработке технологических процессов, обеспечить выполнение всех требований чертежа, наименьшую себестоимость изделия и наибольшую его производительность. При решении этих задач используются Единая система технологической документации (ЕСТД), Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) и Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

Существует несколько основных направлений в развитии технологии машиностроения.

1. Разработка технологичных конструкций изделий, их широкая унификация и стандартизация, в том числе и по международным стандартам.

2. В связи с быстрой сменой изделий, необходимостью обеспечения их постоянной конкурентоспособности — сокращение всего цикла производства и особенно его технической и технологической подготовки за счет автоматизации проектирования, одновременной работы конструкторов и технологов, модернизации и реконструкции производства.

3. Широкое применение типовых и групповых технологических процессов, модульной технологии, увеличение на этой основе серийности производства, обеспечение его специализации и поточности, создание предпосылок автоматизации технологической подготовки производства.

4. Приближение формы заготовок к форме готовых деталей, использование безотходных и малоотходных технологий, прогрессивных материалов, в том числе неметаллов, экономия энергетических и других видов ресурсов.

5. Оптимизация выбора методов и способов обработки заготовок и сборки изделий. Использование принципиально новых технологических процессов: лазерных, электрохимических, электрофизических, плазменных и других методов; порошковой металлургии, вибротехнологии, нанотехнологии.

6. Использование средств технологического оснащения большой гибкости, производительности, точности: станков с ЧПУ, ГПС, ГПМ, ОЦ; мехатронных структур, роторных линий, специальных средств механизации и автоматизации и др. Применение оборудования и режущего инструмента, обеспечивающих повышение скоростей резания в 2...3 и даже десятки раз, проектирование этих средств на основе модулей, автоматизация управления точностью обработки, уменьшение и устранение ручного труда.

7. Разработка технологических процессов и на их основе организация производства и труда, обеспечивающих эффективное использование передовых средств технологического оснащения, а также безусловную безопасность, наименьшую утомляемость, наибольшую привлекательность труда. Должны всегда эффективно решаться социальные вопросы, учитываться человеческий фактор.

8. Эффективное решение вопросов экологии, охраны окружающей среды.

РАЗДЕЛ I

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ТОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СПОСОБЫ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1. ИЗДЕЛИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Предметом или набором предметов производства машиностроительного предприятия является изделие. Изделием называется единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах.

Для машиностроения приняты следующие виды изделий.

1. *Деталь* — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

2. *Сборочная единица* — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, склепыванием и т. д.). Составная часть изделия (машины, станка) состоит либо из отдельных деталей, либо из составных частей высших порядков и деталей. Различают составные части 1, 2, 3-го и более порядков.

Составная часть 1-го порядка входит непосредственно в изделие. Она состоит либо из отдельных деталей, либо из одной или нескольких составных частей второго порядка и деталей (например, каретка токарного станка). Составная часть 2-го порядка входит в составную часть первого порядка. Она расчленяется на детали или на составные части 3-го порядка и детали (например, суппорт токарного станка). Составная часть высшего порядка разделяется только на детали (например, резцедержатель). Собранная машина является изделием нулевого порядка. Иногда составные части изделия выделяются по функциональному признаку: группы смазки, электрооборудования, охлаждения станка. Членение изделия на составные части обеспечивает возможность их параллельного изготовления, испытания и отладки, агрегатирования.

3. *Комплекс* — два и более специфицированных изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Например, агрегат для производства искусственных волокон, поточная линия станков, корабль, роботизированный комплекс.

4. *Комплект* — два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Например, комплект инструмента или запасных частей, комплект деталей сборочной единицы.

Изделия машиностроения должны обладать соответствующим качеством, под которым понимается совокупность свойств, обуславливающих их пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с их назначением.

Каждому виду изделий присущи свои показатели качества. Так, показателями качества детали являются прочность, жесткость, точность размеров и формы, шероховатость поверхностей, состояние физико-механических свойств поверхностного слоя.

Основными показателями качества машины считают надежность, стабильность работы, качество выпускаемой машиной продукции, производительность, физическая и моральная долговечность, ремонтпригодность, патентная чистота, безопасность, удобство работы на машине, экономичность ее работы, технологический уровень, эстетическая характеристика, точность, КПД и др. Качество изделий определяется требованиями потребителей, регламентируется рядом стандартов. Оно закладывается в конструкцию и обеспечивается технологией изготовления. При этом всегда ведется сопоставление этих показателей с показателями машин аналогичного назначения, проектируемых и выпускаемых на передовых отечественных и зарубежных предприятиях. Решающее значение имеют при этом требования заказчика (потребителя) изделий.

Так, в сравнении с другими легковыми автомобилями потребители автомашин новых марок «АвтоВАЗ» обращают основное внимание и предъявляют требования к внешнему виду, вместимости, месту водителя, панели приборов и управления, контрольным приборам, отоплению и вентиляции, отделке салона, обзорности, безопасности, скоростным показателям, времени разгона, работе рулевого управления и тормозов, работе двигателя, расходу топлива, комфортности, вибрационной и инерционной устойчивости. Все показатели качества выражаются в виде количественных абсолютных и относительных показателей, а также в виде экспертных, качественных оценок.

В последнее время получили широкое распространение различные системы управления качеством продукции. Они базируются на стандартах ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, а также на стандартах отрасли и предприятия. Эти системы обеспечивают четкое выполнение работ по повышению качества изделий на этапах их проектирования, изготовления и эксплуатации.

Повышение качественных характеристик изделий способствуют повышению их конкурентоспособности, равноценно увеличению их выпуска без дополнительных затрат и имеет большое народно-хозяйственное значение.

1.2. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И СТРУКТУРА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Под производственным процессом (ПП) понимают совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

В ПП входят: получение заготовок, их обработка, термообработка, транспортирование, складирование, покраска, сборка, упаковка, отгрузка изделий, ремонт оборудования, его модернизация, изготовление инструмента и средств механизации, контроль на всех этапах и другие действия, связанные с изготовлением изделий или его обеспечением.

Содержание производственного процесса определяет структуру (или определяется ею) машиностроительного предприятия.

1.2.1. Структура машиностроительного предприятия

В зависимости от вида и характера изделий, специализации производства структура предприятия может быть разной. Традиционная структура относительно автономного машиностроительного завода включает в себя следующие подразделения:

- заготовительные цеха: литейные, кузнечно-штамповочные, раскроя и резки металлопроката, изготовления заготовок из неметаллических и комбинированных материалов;
- обрабатывающие цеха: механические, сборочные, металлоконструкций, термические, холодной штамповки, металлопокрытий, окрасочные, тарные, упаковочные;
- цеха вспомогательного производства: инструментальные, модельные, ремонтно-механические, ремонтно-строительные, электроремонтные, механизации и автоматизации, экспериментальные (могут быть отнесены и к основному производству, если они в большей мере заняты выпуском товарной продукции);
- склады: металла, полуфабрикатов, центральный инструментальный, шихты и формовочных материалов, готовых изделий, топлива, горючесмазочных материалов, моделей и др.;
- энергетические устройства: электростанции или подстанции, теплоцентрали, компрессорная и газогенераторная станции, электрические и другие сети;
- транспортные цехи, пути и устройства;
- санитарно-технические устройства: водоснабжения, вентиляции, канализации, отопления; очистные сооружения;
- общезаводские устройства: центральная заводская лаборатория, центральный инструментальный склад, главная контора со службами,

отделами, лабораториями, пожарной служба; медицинские учреждения, столовые и буфеты, телефонная станция, вычислительный центр, электронные системы управления и контроля работы подразделений и служб основного, вспомогательного производств и обеспечивающих подразделений.

1.2.2. Технологический процесс изготовления детали и его структура

Как видно из структуры ПП, он разделяется на отдельные технологические процессы (ТП). Под понятием технологического процесса понимают часть производственного, содержащую целенаправленные действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства. При изготовлении детали это последовательное изменение формы, размеров и свойств материала заготовки с целью получения готовой детали в соответствии с заданными чертежом техническими требованиями.

Технологический процесс изготовления детали разбивается на операции, установовы, позиции, переходы, рабочие ходы и приемы, выполняемые на рабочих местах.

Рабочее место определяется как часть производственной площади цеха, на которой размещены один или несколько исполнителей работы и обслуживаемая ими технологическая единица оборудования или часть конвейера, а также оснастка и (на ограниченное время) предметы производства.

Операцией называется законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все последовательные действия рабочего (или группы рабочих) и станка по обработке заготовки (одной или нескольких, одновременно обрабатываемых).

В условиях работы автоматической линии операция — это законченная часть ТП, выполняемая непрерывно на линии. Далее заготовка передается на другую операцию с помощью транспортных устройств. В условиях гибкого автоматизированного производства (ГАП) операция может прерываться для подачи заготовки на промежуточный склад в периоды между позициями, выполняемыми на разных технологических модулях.

Операция — основная часть ТП. По ее продолжительности определяют станкоемкость и трудоемкость, количество рабочих, оборудования, инструмента, ведут все оперативное планирование.

Кроме основных операций в ТП имеют место вспомогательные (без снятия стружки): транспортировка, контроль, маркировка и др.

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или собираемой сборочной единицы. В серийном производстве часто установовы выделяют в отдельные операции.

Позиция — это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно

с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Переход — законченная часть технологической операции, которая характеризуется постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке. При этом чаще всего режим работы станка не меняется. При работе на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), а также с использованием адаптивных систем режим работы станка может меняться.

При многоинструментной обработке одновременно нескольких поверхностей имеет место один переход. Иногда используют понятие элементарный переход как часть технологического перехода (операции), выполняемая одним инструментом на одном участке поверхности заготовки без изменения режима работы станка (при этом могут быть два или несколько рабочих ходов).

Рабочий ход (старое название «проход») — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, чистоты поверхности или свойств заготовки.

Прием — законченное действие рабочего (используется при техническом нормировании). Например, закрепление резца в резцедержателе, измерение детали, переключение скорости станка и т. д.

Элемент приема — это движение, поддающееся наблюдению. Например, взять ключ, завернуть винт, протереть деталь и т. д.

В зависимости от условий производства и назначения проектируемого технологического процесса применяются различные виды и формы технологических процессов (ГОСТ 3.1109-82).

1. По этапам применения:

- проектный;
- рабочий;
- временный;
- перспективный.

2. По степени унификации:

- единичный;
- типовой;
- групповой;
- модульный;
- стандартный.

3. По подробности разработки и описания:

- маршрутный;
- маршрутно-операционный;
- операционный.

Подробное описание приведенных видов и форм технологических процессов изложено в справочной литературе.

1.3. ТОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ И СПОСОБЫ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ

1.3.1. Понятие о точности, этапах и методах ее назначения и обеспечения

Точность изготовления отдельных деталей и машин оказывает большое влияние на их надежность, физическую и моральную долговечность, износостойкость, простоту сборки, эксплуатации и ремонта, стоимость обработки и сборки, особенно в автоматизированном производстве.

Под точностью в технологии машиностроения понимается степень соответствия производимых изделий их заранее установленному эталону. Она в большой мере определяется точностью обработки отдельных деталей и сборочных единиц.

Понятие точности детали включает в себя два комплекса параметров.

1. Макропараметры:

- точность размеров;
- точность формы поверхностей;
- точность относительного расположения поверхностей.

2. Микропараметры:

- шероховатость поверхностей;
- волнистость;
- физико-механические свойства поверхностного слоя.

Количественные показатели точности и допускаемые отклонения регламентируются Единой системой допусков и посадок и ее стандартами. Задачи обеспечения необходимой точности изделия решаются на этапах их конструирования, разработки и внедрения технологии изготовления.

1.3.2. Конструкторский этап

При назначении технических требований конструктор исходит из функционального назначения проектируемой машины и ее деталей. Учитываются опыт изготовления и эксплуатации подобных изделий, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований. При этом необходимо руководствоваться экономическими соображениями и созданием нормальных условий для работающих. Назначаемая точность должна быть оптимальной. Исходя из технологических возможностей, конструктор производит назначение допусков на изготовление деталей таким образом, чтобы обеспечивалась необходимая точность замыкающего звена размерной цепи, используя при этом следующие методы достижения точности сборки.

1. Метод полной взаимозаменяемости. Допуск замыкающего звена выдерживается за счет выполнения всех звеньев с расчетными допусками. Он равен сумме допусков составляющих звеньев.

Такой метод обеспечивает простоту сборки, ремонта, возможность широкого кооперирования, простоту нормирования работ. Однако малые величины допу-

сков приводят к увеличению себестоимости изготовления деталей. Применяется данный метод при малозвенных размерных цепях, а также там, где применение других методов затруднено.

2. Метод неполной взаимозаменяемости. Основан на том, что распределение деталей по размерам (в пределах поля допуска), например при допусках по восьмому качеству, подчиняется в основном закону нормального распределения. Тогда детали изготавливаются с расширенными допусками, а сборка ведется без подгонки и выборок. Бракованные детали и узлы окупаются удешевлением изготовления с расширенными допусками.

Такой метод выгоден при многозвенных цепях и сравнительно недорогих деталях и сборочных единицах. Так, при пятизвенной размерной цепи допуски на составляющие звенья могут быть удвоены с вероятностью бракованных деталей в пределах 0,27%.

3. Метод групповой взаимозаменяемости. Детали изготавливаются с расширенными допусками T и T_h , а перед сборкой сортируются по группам (рис. 1.1).

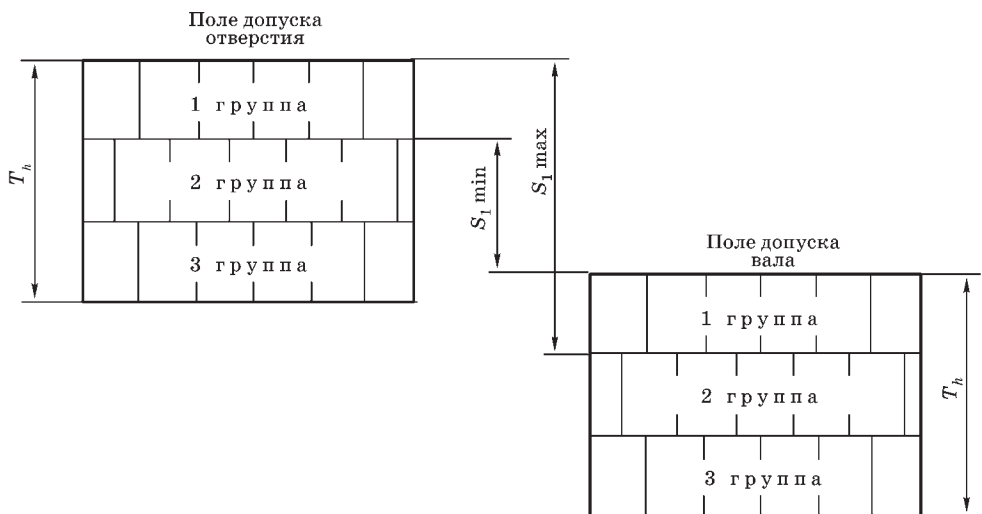


Рис. 1.1

Схема деления охватывающих и охватываемых деталей по группам.

Посадка с зазором S

Как видно из схемы, детали разных групп не взаимозаменяемы. Это усложняет ремонт изделий, использование запасных частей, затрудняет кооперирование. В этом недостаток данного метода.

Преимущество его — удешевление изготовления за счет расширения полей допусков. Метод применяется в крупносерийном и массовом производстве, если конструктивные допуски меньше технологических.

4. Метод регулирования. Применяется, как правило, в таких случаях, когда применение других методов невозможно или неэкономично. Детали изготавливаются с расширенными допусками. Необходимый допуск замыкающего звена выдерживается за счет регулируемых или нерегулируемых компенсаторов.

Например, при сборке конических зубчатых колес за счет подбора подкладочных колец, при сборке шариковых муфт и некоторых резьбовых соединений, ходовых винтов за счет контргаек.

Такой метод усложняет конструкцию соединений и сборку изделий, особенно при ее автоматизации.

5. Метод пригонки. Детали изготавливаются с расширенными допусками, а требуемая точность замыкающего звена достигается за счет пригонки одной или нескольких деталей (шабрение, притирка и т. д.). Например, при сборке с корпусами валов на конических подшипниках подрезают по размерам сборки торцы прижимных фланцев; при сборке салазок станков обрезку клиньев ведут после их припасовки в направляющие соединения; прижимные планки направляющих столов шлифуют по замерам сборки. Метод применяется, как правило, в единичном и мелкосерийном производстве; малопроизводителен, требует рабочих высокой квалификации. Работы не поддаются автоматизации, их нормирование затруднено. Используется в случаях, когда конструктивные допуски уже технологических.

1.3.3. Технологический маршрутный этап

При назначении способов обработки на этапе составления технологического маршрута технолог руководствуется их экономической точностью, которая достигается в нормальных производственных условиях при нормальной затрате времени и квалификации рабочего, соответствующей характеру выполняемой работы. При этом обеспечивается минимальная себестоимость изготовления детали. Средняя экономическая точность дается в справочниках. Например, при обработке на настроенных станках для чистового точения она составляет IT11, для предварительного шлифования — IT9, для чистового шлифования — IT7 и т. д.

Средняя экономическая точность зависит от развития технологии производства и постоянно повышается.

1.3.4. Технологический операционный этап

При разработке структуры операции в крупносерийном и массовом производстве необходимо заведомо определить ожидаемую точность детали для конкретной схемы обработки и настройки станка. С этой целью применяется расчетный метод определения точности, сущность которого излагается ниже.

Существуют три метода обеспечения точности.

1. Метод пробных стружек, заключающийся в последовательном снятии стружки со всей обрабатываемой поверхности или с ее части пробными рабочими ходами инструмента, сопровождаемыми пробными измерениями и необходимым перемещением инструмента или заготовки по лимбу станка или другому отсчетному устройству. Применяется в единичном и мелкосерийном производстве и при настройке станков.

2. Метод автоматического получения размеров на предварительно настроенных станках. Его сущность состоит в том, что заготовка устанавливается в приспособление без выверки на выбранные базовые поверхности. Обработка ведется за один или несколько рабочих ходов установленным заранее на определенный настроенный размер инструментом.

3. Метод автоматического регулирования точности. Применяется для повышения точности обработки. В станок встраиваются измерительное и регулирующее устройства. Роль этих устройств в современных станках выполняют мехатронные системы самих станков. В случаях выхода размера за пределы допустимых отклонений система поднастраивается, стабилизируя процесс. Это уменьшает влияние погрешностей обработки.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОСТИ

Расчетный метод определения ожидаемой точности заключается в выявлении всех факторов, влияющих на точность обработки, в определении имеющих место погрешностей, их суммировании и сравнении с заданным полем допуска.

Блок-схема факторов, влияющих на качество обрабатываемой заготовки на настроенном станке, в общем виде представлена на рисунке 2.1. Влияние этих факторов обуславливает появление погрешностей обработки.

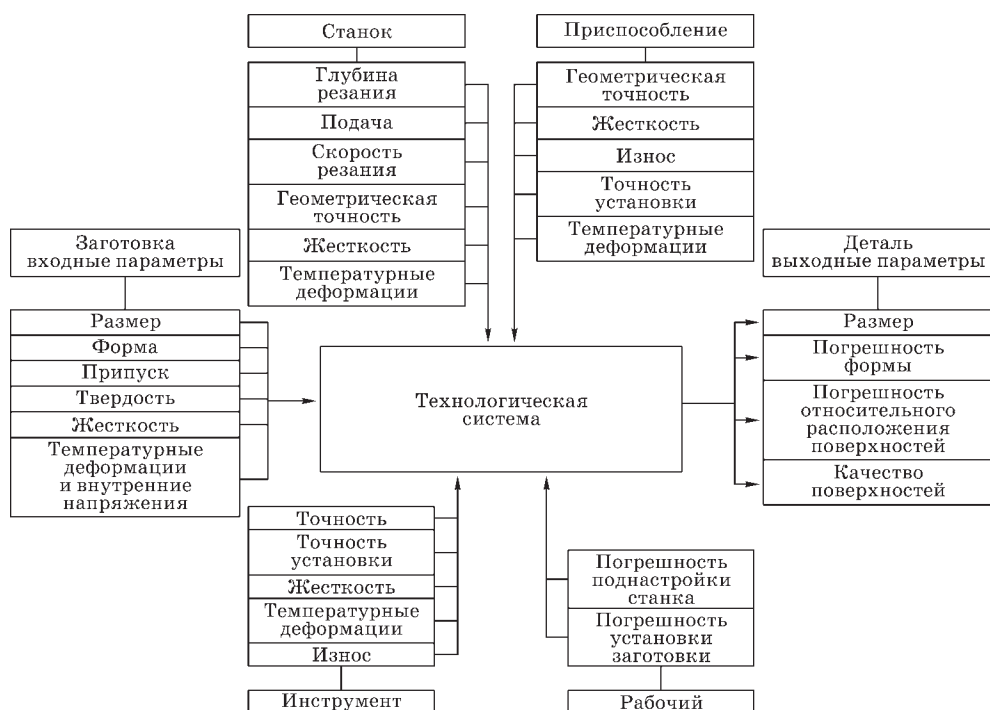


Рис. 2.1

Факторы, влияющие на качество обрабатываемой детали

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru