



*Уважаемые читатели!*

*Публикуемый в данной статье материал является продолжением начатого обсуждения основных понятий и определений в технологии машиностроения на научно-методическом семинаре под эгидой Ассоциации технологов-машиностроителей (8-я МНТК "Наукоёмкие технологии на современном этапе развития машиностроения" (ТМ-2016), 19-21 мая, 2016 г., Москва, МАДИ).*

*Главный редактор  
д.т.н. А.Г. Суслов*

УДК 621(075.8)

DOI: 10.12737/article\_5a70c1039b0f19.74626534

**В.Ф. Безъязычный**, д.т.н.

*(Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, Россия, Ярославская область, 152934, г. Рыбинск, ул. Пушкина, д.53)*

**А.Г. Суслов**, д.т.н.

*(Национальный исследовательский ядерный университет (МИФИ), 115409, Москва, Каширское шоссе, 31)*

E-mail: technology@rsatu.ru

## **Основные понятия и положения в технологии машиностроения**

*Изложены усовершенствованные основные понятия, определения и положения технологии машиностроения, связанные с ее научным развитием. Приведены формулировки этих понятий и их толкование. Даны конкретные примеры использования данных технологических понятий и определений.*

**Ключевые слова:** технология машиностроения; производственный процесс; технологический процесс; технологический способ; технологический метод.

**V.F. Beziyazchny**, D. Eng.

*(Soloviyov State Aircraft Technical University of Rybinsk, 53, Pushkin Str., Rybinsk 152934),*

**A.G. Suslov**, D. Eng.

*(National Research Nuclear Center (MEPI), 31, Kashirskoye Highway, Moscow, 115409)*

## **Basic concepts and regulations in engineering techniques**

*The improved basic concepts, definitions and regulations of engineering technique connected with its scientific development are stated. The formulations of these concepts and their interpretation are shown. Specific examples of the use of the mentioned technological concepts and definitions are presented.*

**Keywords:** engineering technique; industrial process; engineering procedure; technological mode; technological method.

Создание машины как изделия машиностроительного предприятия является резуль-

татом сложного производственного процесса, в течение которого материалы и полуфабрика-

ты, поступающие на предприятие, превращаются в отдельные элементы машины (детали), затем соединяющиеся в машину. Соединение элементов машины между собой производится различными способами, выбор которых зависит от конструкции машины и масштаба выпуска. Сборка машины состоит в соединении первичных элементов машины (деталей) между собой в сборочные единицы (узлы) и в окончательном соединении между собой всех элементов (деталей и узлов). Названия конструктивных элементов изделий определяет ГОСТ 2.101–2016 [1].

*Изделием* называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства и на изделия вспомогательного производства.

К изделиям основного производства относятся изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготавливающего их. Изделия, предназначенные для поставки (реализации) и одновременно используемые предприятием, изготавливающим их для собственных нужд, следует относить к изделиям основного производства.

Устанавливаются следующие виды изделий по конструктивно-функциональным характеристикам: детали; сборочные единицы; комплексы; комплекты (табл. 1).

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, подразделяются на:

а) неспецифицированные (детали) – не имеющие составных частей;

б) специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) – состоящие из двух и более составных частей.

Понятие «составная часть» следует применять только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие (деталь, сборочная единица, комплекс и комплект).

Таким образом, *изделием* называется любой предмет производства, подлежащий изготовлению или изготавливаемый на предприятии. Для автомобильного завода – автомобиль, для авиационного завода – самолет и др. Изделие может быть неделимым или состоять из двух и более частей.

*Деталь* – это изделие, изготавливаемое без применения сборочных операций. Характер-

ный признак детали – отсутствие соединений. Детали получают из заготовок.

*Заготовкой* называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности или всего материала изготавливают деталь.

*Сборочная единица* – это изделие, составные части которого подлежат соединению.

Анализ конструкции деталей, узлов и машин в целом должен производиться в обязательном порядке перед разработкой технологических процессов механической обработки и сборки. Цели такого анализа заключаются: в улучшении конструкции, выполнении ее более технологичной; выявлении условий работы детали, узла и машины в целом с целью установления технических требований к обработке и сборке, что позволяет проектировать технологический процесс изготовления деталей, обеспечивающий точность формы, размеров, качество обработанных поверхностей и свойств материала детали (например, твердость), вытекающих из условий эксплуатации.

Любая ошибка, допущенная при разработке технических условий и норм точности на машину в целом, влечет за собой ошибки в технических условиях и нормах точности отдельных деталей, что в свою очередь приводит к ошибкам в технологии. В результате этого возрастает себестоимость изготавливаемых изделий в тех случаях, когда точность неоправданно завышена. Поэтому, прежде чем приступить к разработке технологического процесса изготовления машины необходимо детально ознакомиться с ее целевым назначением, условиями эксплуатации и критически проанализировать нормы точности и технические условия. Нередко обнаруживается возможность упрощения конструкции, уменьшения объема обработки и значительного расширения допусков на размеры деталей без ухудшения эксплуатационных свойств.

Совокупность действий, в результате которых сырье, материалы или полуфабрикаты превращаются в готовую продукцию, представляет собой производственный процесс.

*Производственный процесс* – это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции [2]. Изготовление изделий осуществляется на заводах в результате производственного процесса. Таким образом, производственным процессом называется процесс превращения сырья, материалов и полуфабрикатов в готовую заводскую продукцию.

1. Виды изделий и их структура

Вид изделия	Определение
Деталь	Изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус; пластина из биметаллического листа; печатная плата; маховичок из пластмассы (без арматуры); отрезок кабеля или провода заданной длины. Эти же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т. п., например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного материала.
Сборочная единица	Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.), например: автомобиль, станок, микромодуль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой. К сборочным единицам, при необходимости, также относят: а) изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем, например, для удобства упаковки и транспортирования; б) совокупность сборочных единиц или деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице, например: электрооборудование станка, автомобиля, самолета; комплект составных частей врезного замка (замок, запорная планка, ключи); в) совокупность сборочных единиц или деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенных на предприятии-изготовителе в укладочные средства (футляр, коробку и т. п.), которые предусмотрено использовать вместе с уложенными в них изделиями, например: комплект концевых плоскопараллельных мер длины и др.
Комплекс	Два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например: цех-автомат; завод-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка; изделие, состоящее из метеорологической ракеты, пусковой установки и средств управления; корабль. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например: детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары и др.
Комплект	Два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. п. К комплектам также относят сборочную единицу или деталь, поставляемую вместе с набором других сборочных единиц и (или) деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали, например: осциллограф в комплекте с укладочным ящиком, запасными частями, монтажным инструментом, сменными частями.

В производственный процесс входят не только процессы, связанные с превращением сырья в продукцию, но и вспомогательные процессы, обеспечивающие возможность изготовления продукции: транспортировку, контроль, хранение, сбыт, изготовление приспособлений и т. п. Процессы изготовления заготовок, обработки их и сборки являются технологическими процессами. *Технологический процесс* изготовления деталей есть часть производственного процесса.

В машиностроении производственный процесс включает в себя управление, конструирование, организацию и подготовку производст-

ва, планирование, снабжение, изготовление заготовок, обработку деталей машин, сборку деталей в узлы и общую сборку машины, контроль, транспортирование, хранение, сбыт продукции предприятия.

Процессы изготовления заготовок, обработки деталей и их сборки можно охарактеризовать как рабочие процессы видоизменения предметов труда и изготовления изделия.

Обработка деталей для придания им точных размеров и формы, а также определенной, требуемой чертежом или техническими условиями шероховатости поверхности, выполняется или снятием стружки, или без сня-

тия стружки, электрическими, химико-механическими и другими видами обработки. Для получения соответствующих механических и физических свойств деталей применяют различные виды термической обработки. Таким образом, при изготовлении деталей приходится встречаться с самыми разнообразными технологическими методами в зависимости от тех требований, которые предъявляются к детали, т.е. производственный процесс подразделяется на технологические процессы.

*Технологический процесс* – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и определению состояния предмета труда [2]. Таким образом, технологическим процессом обработки называется совокупность действий, непосредственно связанных с изменением формы, размеров или состояния материала обрабатываемых деталей от момента поступления заготовок в обработку до получения готовой детали или сборки из них изделия в виде сборочной единицы. Технологический процесс механической обработки деталей должен проектироваться и выполняться таким образом, чтобы удовлетворялись требования к деталям, обеспечивающие правильную работу собранной машины.

Технологический процесс объединяет различные технологические способы и методы. *Технологический способ* – это совокупность технологических методов, объединенных единством физического процесса получения заготовок, их обработки и сборки. Например: способ получения заготовок литьем, способ получения заготовок обработкой давлением, способ лезвийной обработки заготовок, способ абразивной обработки заготовок, способ отделочно-упрочняющей обработки заготовок поверхностно-пластическим деформированием и т.д. *Технологический метод* – это способ получения заготовок, их обработки и сборки, обусловленный определенными техническими условиями. Например: метод получения отливок литьем в песчаные формы, метод получения отливок по выплавляемым моделям, метод получения поковок штамповкой, метод получения поковок свободной ковкой, метод обработки заготовок точением, метод обработки заготовок фрезерованием, метод шлифования наружных поверхностей вращения, метод хонингования и т.д.

Различают технологические процессы изготовления исходных заготовок, термической обработки, механической обработки заготовок и сборки изделий. Средствами выполнения

технологического процесса, под которыми понимается совокупность орудий труда, необходимых для осуществления технологического процесса является технологическое оборудование и технологическая оснастка [2].

*Технологическим оборудованием* называются средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки и средства воздействия на них. Примерами технологического оборудования являются металлорежущие станки, литейные машины, пресса, испытательные стенды и т. д.

Средства, дополняющие технологическое оборудование, называют *технологической оснасткой* (приспособления, инструмент, измерительные инструменты и т. д.)

Технологические процессы выполняются на рабочих местах. *Рабочее место* – это элементарная единица структуры предприятия, где размещены исполнители работы, обслуживаемое технологическое оборудование, часть конвейера, на ограниченное время оснастка и предметы труда [3]. Таким образом, рабочим местом называется площадь, на которой выполняется работа. Рабочий пост может иметь одно или несколько рабочих мест. Так, например, при обработке детали на фрезерном станке средних размеров на рабочем посту имеется один рабочий и, следовательно, одно рабочее место. При холодной штамповке крупногабаритных деталей из листового материала у прессы может быть два рабочих места и т. д.

Структура технологических процессов изготовления деталей машин разнообразна. Технологический процесс содержит большое количество различных элементов, которые в определенном сочетании образуют технологический процесс. Правильный выбор элементов технологического процесса и установление наилучшего их сочетания – задача довольно сложная, решаемая при проектировании процесса изготовления изделия.

Технологический процесс состоит из операций, выполняемых в определенной последовательности. Различают операции технологические, транспортные и контрольные.

*Технологическая операция* – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте [2]. Она служит основной расчетной единицей для определения производительности и планирования загрузки оборудования, а также для технического нормирования труда. Таким образом, технологическая операция – часть технологи-

ческого процесса обработки сырья, одной заготовки или полуфабриката (или совокупности нескольких одновременно обрабатываемых заготовок или полуфабрикатов), выполняемая одним рабочим или группой рабочих на одном рабочем месте. Технологическая операция характеризуется неизменностью объекта производства, оборудования и рабочих исполнителей. Изменение одного из этих условий обозначает переход к другой операции. Операции в технологическом процессе нумеруются в порядке их выполнения.

В зависимости от того, какое число операций входит в технологический процесс – большее или меньшее, судят о степени концентрации технологического процесса. Чем меньше число операций, тем они сложнее, а степень концентрации технологического процесса выше.

Технологические операции называются:

а) по видам обработки – токарная обработка детали, фрезерная обработка, слесарная обработка, холодная штамповка, цементация, гальваническое никелирование и т. д.

б) по существу выполняемой обработки – сверление отверстия  $\varnothing 50$  мм, шлифование вала  $\varnothing 50$  мм, нарезание резьбы  $M24 \times 0,75$  и т. д.

в) по видам применяемого оборудования – обработка на агрегатном станке с ЧПУ, автоматная обработка и т. д.

*Транспортная операция* – часть технологического процесса обработки сырья, заготовок или полуфабрикатов. Это совокупность действий, связанных с перемещением сырья, заготовок или полуфабрикатов от одной технологической или контрольной операции к другой.

*Контрольная операция* – часть технологического процесса обработки сырья, заготовок или полуфабриката. Это совокупность действий по проверке соответствия размера (или нескольких размеров), формы, качества обработанной поверхности или физико-механических свойств сырья заготовки, полуфабриката или детали требованиям чертежа или техническим условиям.

Технологические, транспортные и контрольные операции могут быть ручными (выполняемые рабочим вручную), механизированными и автоматизированными, выполняемыми специальными машинами полуавтоматами и автоматами.

Структура технологических операций может быть различной. Составные части операции: установы, позиции, переходы, рабочие ходы, вспомогательные приемы.

*Установ* – это часть технологической опе-

рации, выполняемая при неизменном закреплении детали или нескольких одновременно обрабатываемых деталей. Выполнение обработки заготовки при другом ее закреплении и другом положении относительно приспособления или станка – другой установ. Так, например, обтачивание вала при закреплении в центрах – первый установ, обтачивание вала после его поворота и закреплении в центрах для обработки другого конца – второй установ. При каждом повороте заготовки вокруг оси на какой-либо угол в приспособлении создается новый установ.

Следует подчеркнуть, что в термин «установ» вкладывается и другой смысл: установ – процесс укладки заготовки перед обработкой на станок или приспособление. Не следует смешивать эти два понятия.

Установы в пределах одной операции обозначаются порядковыми номерами 1, 2, 3 и т. д.

*Позиция* – это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции [2]. При обработке деталей на современных высокопроизводительных станках позицию можно рассматривать применительно к детали, применительно к станку и применительно к инструменту. Таким образом:

– «позицией» называется каждое из различных положений детали, за период обработки, в котором она фиксируется на станке вместе с приспособлением;

– «позицией» называется каждое из положений стола станка, силовых головок, суппортов или других рабочих органов, в котором они фиксируются за один цикл работы станка;

– «позицией» называется каждое из различных положений инструмента относительно станка в тех случаях, когда изменение положения инструмента производится при помощи специального механизма (например, различают позиции револьверной головки при обработке детали на револьверном станке).

Различают рабочие позиции, установочные и холостые. Установочные позиции предназначены для установки заготовки и закрепления ее в приспособлении. На холостых позициях обработка не производится.

На каждой из рабочих позиций производится тот или иной вид обработки – черновая, получистовая, чистовая или отделочная обработка одного или нескольких участков по-

верхности детали. Поэтому позиция характеризует собой определенную часть технологической операции.

Операции разделяются на переходы. *Переходом* называется законченная часть технологической операции, которая выполняется над одной или несколькими одновременно обрабатываемыми поверхностями одним или несколькими режущими инструментами при неизменном режиме резания. Операция может состоять из одного или нескольких переходов. Изменение поверхности, инструмента или режима резания обуславливает новый переход.

Переходы могут быть: простые – при обработке одним инструментом и сложные – при обработке несколькими одновременно работающими инструментами.

Применение сложных переходов, при которых одновременно обрабатывается несколько участков поверхности заготовки различными режущими инструментами (например, сверление нескольких отверстий одного диаметра многошпиндельной сверлильной головкой), обеспечивает сокращение времени обработки и повышение производительности. Это одно из прогрессивных направлений развития технологии станочной обработки. Переходы в пределах одной установки или позиции нумеруются порядковыми номерами в той последовательности, в которой они выполняются. Переходы разделяются на рабочие ходы.

*Рабочим ходом* называется часть операции, выполняемая при одном перемещении инструмента (или набора инструментов) относительно обрабатываемой поверхности, считая это перемещение в направлении подачи. Рабочий ход состоит из одного или нескольких одинаковых и непосредственно следующих один за другим проходов.

При обработке детали режущим инструментом выполнить стремление вести обработку того или иного участка в один проход не всегда удается. Количество проходов зависит от величины припуска, величины режущей кромки инструмента, твердости обрабатываемого материала, мощности станка, жесткости технологической системы СПИЗ, требуемой точности обработки и других факторов.

Рассматривая структуру операции, можно видеть, что обязательное условие выполнения операции (установка, позиции, перехода, рабочего хода или прохода) заключается в выполнении таких действий, как установка заготовки перед обработкой и снятие детали после обработки, пуск станка, остановка станка, подвод или отвод инструмента от заготовки,

переключение револьверной головки, включение подачи или ее выключение, перемещение стола или суппорта станка, поворот и фиксация стола, проверка размеров и формы детали контрольно-измерительным инструментом или контрольно-измерительным приспособлением и т. д. Эти элементы операции называются *вспомогательными ходами*. Это заключительная часть технологической операции, состоящая из действий человека и оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода [2].

В зависимости от типа применяемых станков вспомогательные ходы могут выполняться: рабочим вручную; механизмами станка при участии рабочего (например, перемещение суппорта с револьверной головкой на револьверном станке); станком автоматически, без участия рабочего (станки – автоматы). Вспомогательные ходы разделяются на рабочие приемы.

*Рабочим приемом* называется наименьшая возможная для измерения во времени часть вспомогательного хода, которая является отдельным законченным движением, например: «протянуть руку», «взять деталь», «нажать кнопку пускателя» при выполнении вспомогательных приемов вручную, «подвод суппорта», «поворот револьверной головки» и т.п.

Учитывая широкое применение в промышленности отделочно-упрочняющих методов обработки заготовок поверхностным пластическим деформированием, следует уточнить понятие общего припуска на обработку. Под *общим припуском на обработку* следует понимать поверхностный слой материала заготовки, удаляемый или пластически деформируемый, для обеспечения требуемой точности размера и качества поверхности детали.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ГОСТ 2.101-2016.** Единая система конструкторской документации. М.: Стандартинформ, 2016.
2. **ГОСТ 3.1109-82.** Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. М.: Стандартинформ, 2012.
3. **ГОСТ 14.004-83.** Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. М.: Стандартинформ, 2008.

## REFERENCES

1. **RSS 2.101-2016.** Uniform System of Design Documentation. M.: Standardinform, 2016.

2. RSS 3.1109-82. Uniform System of Technological Documentation. Terms and Definitions of Basic Concepts. M.: Standardinform, 2012.

3. RSS 14.004-83. Technological Preproduction. Terms and Definitions of Basic Concepts. M.: Standardinform, 2008.

Рецензент д.т.н. Б.М. Базров

УДК 621.9.015

DOI: 10.12737/article\_5a70c103c3eaf0.91595644

О.А. Горленко, д.т.н.

(ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»  
241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7)

E-mail: goa-bgtu@mail.ru

## Метод пробных заготовок в обеспечении параметров шероховатости поверхности деталей машин

*Рассмотрен метод технологического обеспечения параметров шероховатости деталей машин, суть которого заключается в обработке пробных заготовок по заранее намеченному плану, разработке математико-статистической модели связи параметров шероховатости с технологическими факторами и определении уровней последних, гарантирующих достижение заданных значений параметров шероховатости при обработке основной партии заготовок.*

**Ключевые слова:** детали машин; параметры шероховатости поверхности; технологическое обеспечение; экспериментально-статистический подход.

O.A. Gorlenko, D. Eng.

(FSBEI HE "Bryansk State Technical University", 7, 50 Years of October Avenue, Bryansk, 241035)

## Method of test blanks in assurance of surface roughness parameters of machine parts

*A method for technological support of roughness parameters for machine parts based on an experimental statistical approach is considered. The essence of the method consists in the processing of test blanks (or their test surfaces) according to a pre-planned scheme, in the roughness parameter assessment of test blanks, in the development of mathematical statistical model of the connection of roughness parameters with technological factors and on the basis of the model given a definition of their levels ensuring obtaining the roughness parameter values specified at machining a basic batch blanks. The peculiarities in technological support of relative supporting lengths of a rough surface profile and also a method for the formation of complex functional parameters of a rough surface are touched upon. The necessity for the creation of portable control measuring systems allowing the realization in practice this method is emphasized.*

**Keywords:** machine parts; parameters of surface roughness; technological support; experimental statistical approach.

Одной из задач технологического обеспечения параметров качества поверхностного слоя (в частности параметров шероховатости) деталей машин является выбор методов и назначение режимов обработки их рабочих поверхностей. При этом приходится учитывать, что каждому методу обработки (с учётом влияния технологической наследственности) присущи свои количественные и качественные характеристики и направления неровно-

стей, а назначаемые режимы обработки должны обеспечить не только заданную производительность при наименьшей себестоимости, но и регламентированные параметры качества поверхностного слоя [1 – 4].

Чаще всего режимы обработки (например, скорость резания и подача), параметры и характеристики применяемого инструмента значаю по нормативам, составленным на основе опыта специалистов в области техноло-