

Научноёмкие технологии в машиностроении. 2022. №7 (133). С. 27-32.
Science intensive technologies in mechanical engineering. 2022. №7 (133). P. 27-32.

Обзорная статья
УДК 621
doi: 10.30987/2223-4608-2022-1-7-27-32

Системный подход применения видов технологии

Борис Мухтарбекович Базров, д.т.н.
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия
modul_lab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3297-9818>

Аннотация. Рассмотрены все виды технологии – единичная, типовая, групповая, модульная; раскрыто их содержание, преимущества и недостатки. Предложен подход к их совместному применению, обеспечивающий наивысшую эффективность производства.

Ключевые слова: технология, единичная, типовая, групповая, модульная, производство, деталь, классификация, технологический процесс

Для цитирования: Базров Б.М. Системный подход применения видов технологии // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2022. – №7 (133). – С. 27-32. doi:10.30987/2223-4608-2022-1-7-27-32

Original article

A comprehensive approach to the application of types of technology

Boris M. Bazrov, Dr. Sc. Tech.
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
modul_lab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3297-9818>

Annotation. All types of technology: single, typical, batch, modular, are viewed; their content, advantages and disadvantages are defined. An approach to their use, which ensures the highest productivity, has been proposed.

Keywords: technology, single, typical, batch, modular, production, detail, classification, technological process

For citation: Bazrov B.M. A comprehensive approach to the application of types of technology / Science intensive technologies in Mechanical Engineering, 2022, no.7 (133), pp. 27-32. doi: 10.30987/2223-4608-2022-1-7-27-32

Эффективность производства во многом зависит от применяемой технологии. Известны четыре вида технологии: единичная, типовая, групповая и модульная [1 – 3].

Согласно ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации [4]:

– «единичная технология – это технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства;

– типовая технология – это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками;

– групповая технология – это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками»;

– модульная технология – это технологический процесс изготовления детали из модулей технологических процессов изготовления модулей поверхностей (МП) детали и технологический процесс сборки изделия из модулей технологических процессов модулей соединения (МС) деталей [3].

Последние три вида технологии направлены

на повышение эффективности производства, в основе которого лежит обеспечение повторяемости технологии.

В свою очередь, повторяемость технологии достигается за счет повторяемости предметов производства. При этом повторяемость технологии осуществляется на разных уровнях, в зависимости от вида технологии. При типовой технологии повторяются технологические процессы, при групповой технологии – технологические операции и при модульной технологии повторяются на уровне модулей технологии процессы изготовления модулей поверхностей.

При типовой технологии в качестве предмета производства выступает деталь, при групповой технологии – совокупность поверхностей и при модульной технологии – модуль поверхностей.

Наибольшая эффективность производства может быть достигнута при системном подходе применения видов технологии: типовой, групповой и модульной.

По существу, все три вида технологии являются соответствующими методами организации технологической подготовки производства. Независимо от типовой, групповой или модульной технологий технологическая подготовка заканчивается разработкой единичных технологических процессов. Достижение максимального эффекта будет при их совместном применении, реализация которого требует установления связей между ними и определение последовательности их применения.

Проведем анализ перечисленных видов технологии на примере изготовления деталей.

Применение типовой технологии включает разделение множества деталей, подлежащих изготовлению на группы (типы); разработку типового технологического процесса для каждого типа, с использованием которого разрабатываются единичные технологические процессы деталей, входящих в тип.

Типовой технологический процесс характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками. Типовой технологический процесс разрабатывается на типовой представитель. Надо отметить, что типовой технологический процесс, приобретая универсальность, одновременно теряет черты

индивидуальности. Универсальность состоит в том, что типовой процесс разрабатывается под группу схожих изделий. Потеря индивидуальности заключается в том, что не учитываются особенности конкретного изделия в группе. Последнее приводит к росту числа типов.

Областью применения типовой технологии является главным образом мелкосерийное и многономенклатурное и разносерийное производства.

Эффективность применения типовой технологии во многом зависит от качества классификации деталей на типы. В ЕСКД [5] приводится классификация деталей, ее структура включает классы, в основе отличительных признаков которых лежит их конструктивная форма.

Конструкторский классификатор деталей ЕСКД имеет следующую структуру: наименование детали, класс, подкласс, группа, подгруппа, вид. Конструкторский код включает шесть знаков, которые отражают такие характеристики конструкции детали как: «форма и расположение поверхностей; соотношения длины и диаметра; наличие и расположение отверстий, пазов, выточек, зубьев, кулачков и др.».

Как уже отмечалось классы характеризуют деталь по общей конструктивной форме. Подклассы уточняют геометрическую форму деталей и их размеры, группы уточняют геометрическую форму поверхностей, например, «наличия или отсутствия открытых или закрытых уступов, резьбы». Подгруппа характеризуется разнообразием сочетаний поверхностей, например, фланцевая крышка входит в подгруппу «с центральным сквозным круглым ступенчатым отверстием без резьбы». Виды характеризуются «признаками наличия или отсутствия геометрических элементов – кольцевых, шпоночных и шлицевых пазов, отверстий, резьб на поверхностях».

Как отмечается в работе [6] при такой классификации деталей не представляется возможным показать все варианты поверхностей, их сочетание, расположение в деталях и их различные значения характеристик. Это приводит к неограниченному разнообразию групп деталей, для которых разрабатываются типовые технологические процессы.

Другой классификацией деталей является технологическая классификация деталей [7],

согласно которой технологический код содержит 14 знаков, из них первые шесть отражают основные признаки: первые три – размерная характеристика, следующие две – группа материала, последний знак – вид детали по технологическому методу изготовления. Остальные признаки с 7 по 14 уточняют технологические методы изготовления деталей.

Анализ приведенных классификаций деталей показывает их существенные недостатки с позиции разработки типовых технологических процессов. В качестве исходных данных при применении типовой технологии являются детали как объекты эксплуатации, которые должны описываться характеристиками, отражающими только функциональное назначение деталей. Поэтому классификация деталей не должна включать технологические признаки как это имеет место в приведенных классификациях, т.к. технология может быть разной при изготовлении одних и тех же деталей.

С другой стороны, чтобы применение типовой технологии было эффективно классификация деталей должна быть единой и отражать только отличительные функциональные признаки деталей.

Другой недостаток классификаций деталей заключается в том, что в качестве первого отличительного признака принимается конструктивная форма детали, например, тела вращения, рычаги, зубчатые колеса и т.д., которые отличаются неограниченным разнообразием и потому не могут быть охвачены классификацией.

Типовой технологический процесс по существу является обобщенным технологическим процессом, используемый при разработке единичных технологических процессов деталей, вошедших в тип. Типовой технологический процесс одного типа должен учитывать не только подобие конструктивных форм деталей, вошедших в тип, но и уровень их точности и объем выпуска.

Чтобы учесть и уровень точности, и объем выпуска деталей необходимо каждый тип разделить на подтипы или разрабатывать группу типовых технологических процессов под изготовление деталей одного типа (рис. 1).

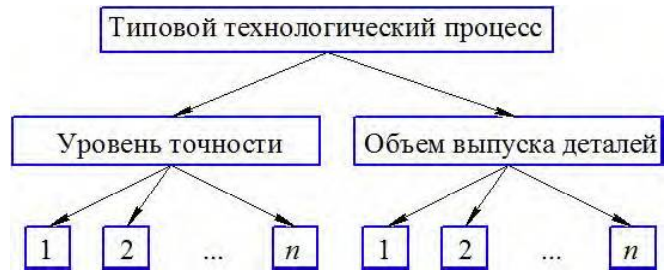


Рис. 1. Разновидности типового технологического процесса

Чем меньше разнообразие деталей, вошедших в один тип, тем меньше будут отличаться единичные технологические процессы от типового технологического процесса. При отсутствии различия деталей, вошедших в тип, типовой технологический процесс выразится в единичный технологический процесс всех деталей.

Однако при этом возникает противоречие, заключающееся в том, что при одном и том же множестве изготавливаемых деталей с уменьшением числа деталей в типе растет число типов, что приводит к увеличению числа типовых технологических процессов, и тем самым снижает эффективность типовой технологии. В качестве критерия разрешения этого противоречия следует принять минимум трудоемкости технологической подготовки производства.

Проведенный анализ классификаций деталей показал, что применяемая в качестве объекта классификация деталь существенно снижает эффективность применения типовой технологии, тем более, что для многих деталей, нашедших широкое распространение, такие как валы, коленчатые валы, зубчатые колеса, корпуса и др. уже разработаны технологические процессы, которые учитывают как размерные характеристики, показатели точности, так и объем их выпуска и могут выступать в качестве типовых технологических процессов при изготовлении этих же деталей с другими значениями их характеристик.

Кроме того, поскольку на каждом предприятии имеется свое технологическое оборудование и производственные условия, постольку для каждого предприятия надо разрабатывать свои типовые технологические процессы.

Таким образом, типовой технологический процесс теряет всеобщий характер и практически используется в виде ориентира при разработке единичных технологических процессов.

Принимая во внимание отмеченные недостатки, несмотря на очевидные преимущества идеи типизации, типовая технология не находит широкого применения в современных условиях.

Групповая технология – форма организации производства, характеризуемая совместным изготовлением групп изделий различной конфигурации на специализированных рабочих местах. Область применения групповой технологии – единичное, мелкосерийное и среднесерийное производства. Групповой технологический процесс является унифицированным для группы изделий различной конфигурации.

В основе групповой технологии изготовления деталей лежит технологическая классификация деталей и их заготовок, позволяющая сформировать группы деталей с последующей разработкой технологии их групповой обработки без или с минимальными переналадками оборудования.

Конечным результатом классификации деталей является формирование технологических групп, где основным признаком для объединения заготовок этих деталей по отдельным технологическим операциям является общность изготавливаемых поверхностей или их сочетаний, при этом в состав группы входят заготовки различной конфигурации. В этом смысле понятие группы значительно шире понятия типа, являющегося основой построения типового технологического процесса.

При формировании технологической группы деталей дополнительно учитывают также следующие признаки: точность и шероховатость изготавливаемых поверхностей; близость размеров исходных заготовок, позволяющая обрабатывать их на одном и том же оборудовании в однотипных приспособлениях (групповая, переналаживаемая); серийность выпуска деталей.

Группу заготовок создают для выполнения операции на одном и том же станке при его неизменной наладке. Групповая обработка может осуществляться отдельными групповыми операциями или групповыми технологическими процессами обработки заготовок в целом.

Основой разработки группового технологического процесса изготовления деталей является комплексная деталь, конструкция которой должна содержать одинаковые, подлежащие обработке, поверхности у всех деталей технологической группы.

При этом надо отметить, что классификация деталей при групповой обработке существенно отличается от технологической классификации деталей при типовой технологии. Если в типовой технологии детали объединяются в типы по общности их конфигурации, техническим требованиям, технологического маршрута, то в групповой технологии детали объединяются по общности изготавливаемых поверхностей и типа оборудования.

Надо отметить, что преимущества групповой обработки может проявиться в полной мере только в том случае, если будет повторяемость технологических групп и между переналадками станка для обработки различных технологических групп деталей будет проходить достаточно большой период (3 – 4 дня и более).

Комплексная деталь является конструктивно-технологическим представителем технологической группы и может быть: одной из деталей группы; реально существующей, но отсутствующей в группе; искусственно созданной.

Недостатки групповой технологии.

1. Главным недостатком методологии групповой технологии является выбор сочетаний поверхностей (СП) из технологических соображений. Это приводит к их неограниченному разнообразию.

2. В групповой технологии классификация деталей тоже является технологической и поэтому стоит только изменить технологию, как сразу же придется изменять и состав деталей, входящих в технологические группы. Отсюда на разных предприятиях одно и то же множество деталей может быть разделено на разные технологические группы в зависимости от имеющегося оборудования.

3. Технологические группы ограничены по размеру не только в связи со сложностью в построении групповых наладок и приспособлений, но и из-за необходимости учета календарного планирования по выпуску деталей.

4. Неоднозначность формирования технологических групп из-за:

а) наличия разных станков и оснастки,

реализующих один и тот же метод обработки, но позволяющих изготавливать разные СП;

б) наличия альтернативных методов обработки, обеспечивающих изготовление одних и тех же СП.

Изложенные недостатки препятствуют широкому распространению групповой технологии.

Применение модульной технологии включает представление деталей совокупностями МП, проектирование модульного технологического процесса изготовления деталей методом компоновки из модулей технологических процессов изготовления МП детали. В основе модульной технологии лежит ограниченное множество модулей поверхностей, с помощью которого можно представить любую деталь совокупностью МП из этого множества. Это позволяет создать элементную базу средств технологического обеспечения на модульном уровне, включающую МТО – технологические процессы изготовления МП, МО – модуль станка, МПР – модуль станочного приспособления для установки заготовки, МИ – модуль инструментальной наладки изготовления МП и МКИ – модуль контрольно-измерительного устройства для контроля МП.

В основе построения элементной базы средств технологического обеспечения на модульном уровне лежит классификация перечисленных модулей, которая начинается с построения классификации МП. Принципиальным отличием построения этой классификации является, что отличительные признаки отражают функциональное назначение МП и не связаны с технологией их изготовления, которая может изменяться.

Областью применения модульной технологии являются все типы производства.

На основе проведенного анализа видов технологии, рассмотрим их совместное применение с целью достижения максимальной эффективности производства. Чтобы типовая технология нашла применение в современных условиях, должна быть разработана единая классификация деталей по функциональным признакам. Как уже отмечалось, к основным характеристикам, отражающим функциональное назначение детали и принимаемых в качестве отличительных признаков, относятся: конструктивная форма детали, ее размеры, соотношение размеров, уровень точности.

Описание конструкции детали такими характеристиками приводят к неограниченному описанию разнообразия деталей и расширению их классификации, что препятствует разработке банка типовых технологических процессов. Для борьбы с этим недостатком предлагается описание конструкции детали совокупностью модулей поверхностей это позволит существенно сократить размер классификации деталей.

Следует различать методы проектирования типовых и групповых технологических процессов. При групповом технологическом процессе на технологических операциях изготавливаются одни и те же поверхности у разных деталей, а при типовом технологическом процессе на всех его операциях изготавливаются соответствующие поверхности детали одного типа. В этих условиях, если воспользоваться групповой технологией, то групповые технологические процессы исключают применение типовых технологических процессов.

Принимая во внимание изложенное, не представляется возможным совместное применение типовой и групповой технологий.

Итак, системный подход применения видов технологий должен начинаться с применения модульной технологии, а затем типовой и групповой технологий. Применение модульной технологии должно начинаться с представлением каждой детали совокупностью МП; разработки элементной базы средств технологического обеспечения МП на модульном уровне: МТО, МО, МПР, МИ, МКИ; разработки модульных технологических процессов методом компоновки из МТО и модулей средств их технологического оснащения. Далее следует применение типовой технологии, которая должна использовать классификацию деталей, подлежащих изготовлению, где в качестве первых отличительных признаков должны выступать виды модулей поверхностей и их характеристики. С помощью этой классификации детали должны делиться на типы, далее под каждый тип деталей разрабатывается типовая модульная технологический процесс, используемый для разработки единичных модульных технологических процессов деталей типа, а из их технологических операций по возможности должны организовываться групповые технологические операции. Также идея типизации должна найти отражение при разработке

разработке элементной базы средств технологического оснащения.

Реализация системного подхода применения видов технологий требует методического обеспечения, включающего:

- методику оформления чертежей детали в модульном представлении;
- элементную базу средств технологического обеспечения на модульном уровне;
- методику построения модульного технологического процесса деталей;
- классификацию деталей на типы;
- разработку банка типовых модульных технологических процессов;
- методику группирования деталей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Соколовский, А.П.** Курс технологии машиностроения. Часть 1. Общие вопросы технологии механической обработки: МАШГИЗ, 1947. – 435 с.
2. **Митрофанов, С.П.** Групповая технология машиностроительного производства. – Л.: Машиностроение, 1983. – Т. 1. – 404 с.
3. **Базров, Б.М.** Модульная технология в машиностроении – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
4. **ГОСТ 3.1109-82** Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий. – 2012. – 33 с.
5. **Классификатор ЕСКД.** Классы 71-75. Иллюстрированный определитель деталей. Пояснительная записка. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 40 с.

6. **Базров, Б.М., Родионова, Н.А.** Метод кодирования детали как объекта эксплуатации // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2021. – № 4. – С. 105-110.

7. **Технологический классификатор** деталей машиностроения и приборостроения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 267 с.

REFERENCES

1. Sokolovsky, A.P. Course of mechanical engineering technology. Part 1. General issues of mechanical processing technology: MASHGIZ, 1947, 435 p.
2. Mitrofanov, S.P. Group technology of engineering production: Leningrad: Mashinostroenie Publ., 1983. Vol.1. 403 p.
3. Bazrov, B.M. Modular technology in mechanical engineering. Moscow: Mashinostroenie, 2001, 368 p. (in Russian).
4. GOST 3.1109-82 Unified system of technological documentation. Terms and definitions of basic concepts, 2012, 33 p.
5. The Unified system for design documentation classifier. Classes 71-75. Illustrated component identifier. Explanatory note. Moscow: Izdatelstvo standartov, 1986, 40 p.
6. Bazrov, B.M., Rodionova, N.A. Method of encoding a part as an object of operation / Problems of mechanical engineering and automation, 2021, no. 4, pp. 105-110.
7. Technological classifier of mechanical engineering and instrument making parts / Moscow: Izdatelstvo standartov, 1988, 267 p.

Статья поступила в редакцию 21.04.2022; одобрена после рецензирования 11.05.2022; принята к публикации 17.05.2022.

The article was submitted 21.04.2022; approved after reviewing 11.05.2022; assepted for publication 17.05.2022.

