

А. М. Арзыбаев, канд. техн. наук, старш. науч. сотр.
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова
Российской академии наук, Россия,
89164626125, *is_arzybaev@mail.ru*

НОВЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ НА СТАНКЕ

В статье рассмотрены элементы технологического перехода изготовления поверхности детали, раскрыт метод проектирования технологического перехода, показана методика определения области применения средств технологического обеспечения, выбор лучшего варианта

Ключевые слова: технологический переход, технологическое решение, метод обработки, инструмент, поверхность детали.

A. M. Arzybaev

NEW METHOD OF DESIGNING THE MANUFACTURING STEP OF MANUFACTURING OF THE SURFACE WORKPIECE OF THE MACHINE-TOOL

The article discusses elements of the manufacturing step of the work piece surface is disclosed a method of designing the manufacturing step, the technique of determining the application range of production tools, choosing the best option.

Key words: manufacturing step, technological solutions, method of manufacturing, tools, work piece surface

Операционная технология разрабатывается технологом вручную или с помощью САПР ТП. В обоих случаях качество разработанной операции определяется качеством элементной базы средств технологического обеспечения (ЭБТО), в основу которой должны входить технологические переходы изготовления поверхностей, составляющие операции и во многом определяющие её эффективность. Однако, в существующих элементных базах, они отсутствуют за исключением типовых переходов, входящих в типовые технологические процессы. Вместо них в ЭБТО входят методы обработки, способы обработки и средства технологического оснащения. Поэтому при разработке технологических процессов технолог вынужден проектировать технологические переходы по изготовлению поверхностей [1].

Качество таких технологических переходов во многом зависит от квалификации и опыта технолога. Но и высококвалифицированный технолог не рассматривает всех возможных вариантов, что в итоге снижает качество принятых решений. С другой стороны, при проектировании технологических переходов технолог пользуется справочными материалами, на поиск которых приходится затрачивать много времени. При этом нет уверенности, что найденная информация является оптимальной. В связи с этим необходимо создание элементной базы, содержащей высокоэффективные технологические переходы.

В основе разработки технологического перехода лежит поиск технологического решения изготовления поверхности. Технологическое решение – проектное решение, в котором определены значения параметров технологических процессов изготовления данного объекта, условия и заданные характеристики[2].

В нашем случае под технологическим решением изготовления поверхности будем понимать совокупность элементов технологического перехода по её изготовлению и их последовательность. Основными элементами технологического решения являются ме-

тод обработки, обрабатывающий инструмент, материал рабочей части инструмента и способ установки инструмента.

Согласно процессу проектирования технологического перехода выбор элементов технологических решений осуществляется в следующей последовательности: выбор метода обработки - обрабатывающего инструмента - материала рабочей части инструмента - способа установки инструмента.

Каждый из перечисленных элементов имеет множество решений. Отсюда формирование технологического решения заключается в выборе каждого элемента технологического решения из его множества в приведенной последовательности.

На основе изложенного предлагается следующая схема формирования технологического решения изготовления поверхности детали (рис.1).

Схема формирования технологического решения представляет собой иерархическую структуру, где по вертикали располагаются элементы технологического решения, а по горизонтали объекты соответствующего элемента.

На первом уровне располагается предмет производства, в качестве которого выступает изготавливаемая поверхность с её характеристиками и материал заготовки. На втором уровне – методы обработки для получения поверхности, на третьем уровне – обрабатывающий инструмент, на четвертом уровне – материал рабочей части инструмента, на пятом уровне - способ установки инструмента и на шестом уровне код технологического решения имеющей вид: [1-k] [1-l] [1-m] [1-n].

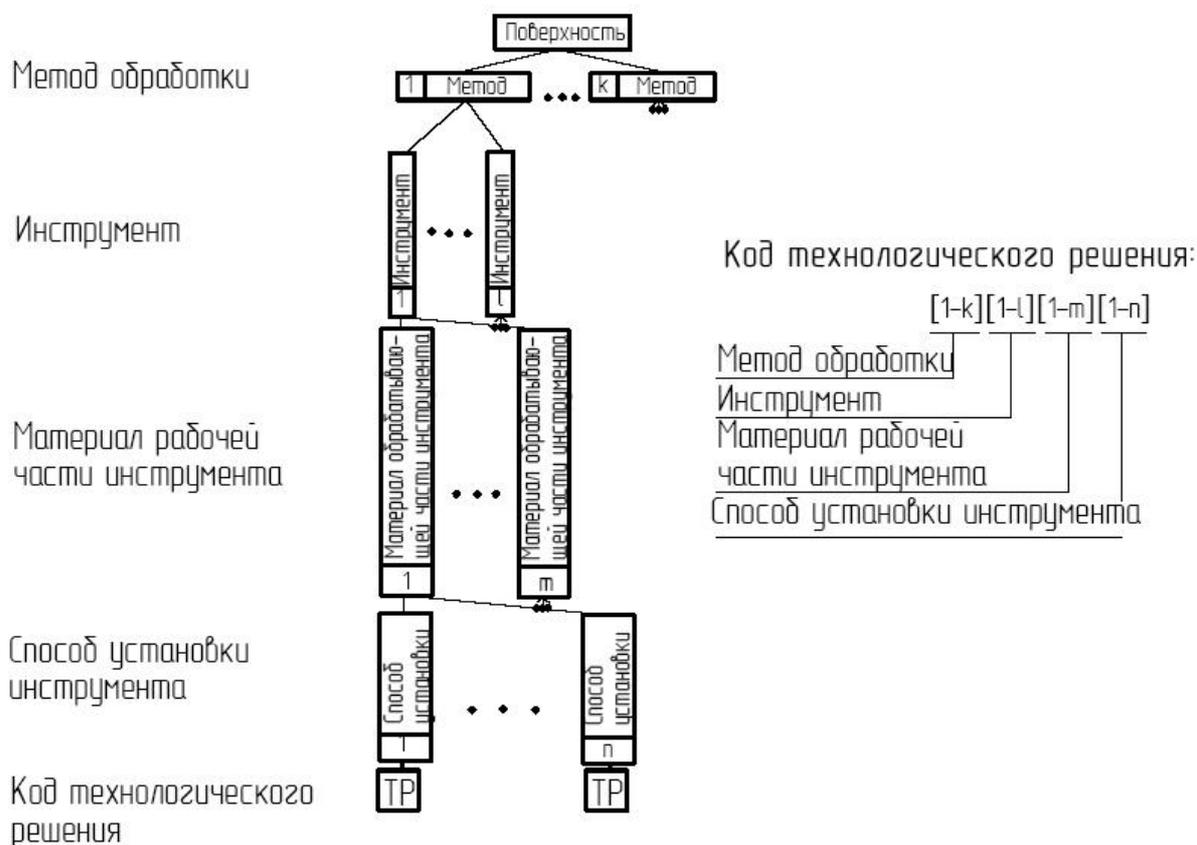


Рис.1 Схема формирования технологического решения изготовления поверхности детали.

Наличие такого подхода к проектированию технологических процессов позволит в несколько раз сократить время проектирования и повысить его качество, т.к. строиться они будут из наилучших апробированных технологических решений.

Для разработки методики поиска совокупности элементов технологического перехода (СЭТП) сначала надо установить связи между исходными данными и элементами технологического перехода, что позволит выбирать каждый элемент из его множества.

В качестве исходных данных при проектировании технологического перехода выступают изготавливаемая поверхность, требования к ее качеству, материал заготовки, снимаемый припуск.

В свою очередь они описываются соответствующими характеристиками: изготавливаемая поверхность - формой и размерами, точностью и шероховатостью; материал заготовки – твердостью, пластичностью, качеством поверхностного слоя, снимаемый припуск – величиной.

На основании анализа участия каждого элемента в процессе обработки и получаемых результатов было установлено, какие из перечисленных характеристик достигаются применением соответствующего элемента технологического перехода. Полученные данные приведены в таблице 1.

Выбор метода обработки осуществляется путем отбора из множества известных методов обработки тех, которые обеспечивают получение заданной геометрической формы изготавливаемой поверхности, её размеров, снятие заданной величины припуска, достижение требований к точности обработки (IT) и шероховатости (Ra) поверхности.

Выбор обрабатывающего инструмента по каждому из отобранных методов обработки определяется возможностью получения заданных размеров поверхности, точности и шероховатости.

Выбор материала рабочей части инструмента. Проверяется каждый из известных инструментальных материалов рабочей части инструмента на возможность обработки материала заготовки по параметрам твердости, пластичности, условиям обработки и величине припуска.

Таблица 1.

Связи между характеристиками исходных данных и элементами технологического перехода

Элемент технологического перехода	Характеристики исходных данных
Метод обработки	Геометрическая форма изготавливаемой поверхности, размеры, точность и шероховатость поверхности, величина припуска
Обрабатывающий инструмент	Размеры, соотношение размеров, точность и шероховатость изготавливаемой поверхности
Материал рабочей части инструмента	Твердость и пластичность материала заготовки, условия обработки, величина припуска
Способ установки инструмента	Соотношение размеров, точность и шероховатость изготавливаемой поверхности.

Выбор обрабатываемого инструмента по каждому из отобранных методов обработки определяется возможностью получения заданных размеров поверхности, точности и шероховатости.

Выбор материала рабочей части инструмента. Проверяется каждый из известных инструментальных материалов рабочей части инструмента на возможность обработки материала заготовки по параметрам твердости, пластичности, условиям обработки и величине припуска.

Под условиями обработки понимается характер обрабатываемой поверхности, наличие «корки» и т.д.

Выбор способа установки инструмента. На данном этапе принимается во внимание, что инструмент влияет на качество поверхности через жесткость своей конструкции. Жесткость инструмента влияет на точность изготавливаемой поверхности, ее шероховатость.

В свою очередь жесткость инструмента зависит от его материала и размеров, а последние от размеров изготавливаемой охватывающей поверхности.

Для реализации разработанной методики поиска СЭТП изготовления поверхности детали с заданными значениями характеристик необходимо знать области применения каждого элемента СЭТП по соответствующим характеристикам изготавливаемой поверхности.

Задача состояла в определении границ значений каждой характеристики исходных данных, обеспечиваемых соответствующим элементом технологического перехода. Определение указанных областей экспериментальным путем не представляется возможным из-за огромного объема работ, обусловленного практически неограниченным разнообразием, как исходных данных, так и условий процессов обработки.

Поэтому определение границ областей применения элементов технологического перехода было решено проводить на основе анализа и систематизации данных, приводимых в литературных источниках[3].

Граничные значения характеристик исходных данных, достигаемых применением каждого элемента технологического перехода, определялись последовательно в соответствие со схемой поиска СЭТП.

В различных литературных источниках, как правило, приводятся разные диапазоны значений характеристик исходных данных, по каждому элементу технологического перехода. В связи с этим сначала определяли диапазоны значений характеристики, по данным каждого из литературных источников, затем определяли общий диапазон. Полученная информация отражалась в виде таблиц. В качестве примера представлена таблица 2, в которой показаны приведенные в восьми литературных источниках диапазоны точности отверстия, достигаемые при обработке сверлением.

Из таблицы 2 видно, что общая область точности отверстия достигаемой сверлением ограничена 8-13 квалитетами. Разница диапазонов объясняется разными условиями, способами, приемами обработки, например, специальной геометрией сверла, уровнем качества оборудования и др. В связи с этим потребовалось определение наиболее вероятной области значений характеристики, которую можно рекомендовать в большинстве случаев при выборе конкретного элемента технологического перехода. Эту область назвали рекомендуемой, показанную в таблице 2 черным цветом.

Таблица 2.

Области достигаемой точности отверстия методом сверления

Метод обработки	Квалитет точности (IT)							Число источников
	7	8	9	10	11	12	13	
Сверление			■	■	■	■	■	1
							+	2
					■	■	■	1
				■	■	■	■	1
						■	■	1
			■	■	■	■	■	1
			■	■		+	+	+
Области применения		■	■	■	■	■	■	-

Учитывая небольшое число литературных источников, в которых приводятся диапазоны значений характеристик, рекомендуемая область определялась с помощью теории вероятностей и математической статистики методом малых выборок.

По каждой характеристике строилась кривая рассеяния, где по вертикали располагались значения характеристики, а по горизонтали – количество диапазонов (литературных источников).

Далее определялся закон рассеяния и доверительный интервал, ограничивающий рекомендуемую область.

В качестве примера ниже излагается определение рекомендуемой области достижения точности отверстия получаемого методом сверления.

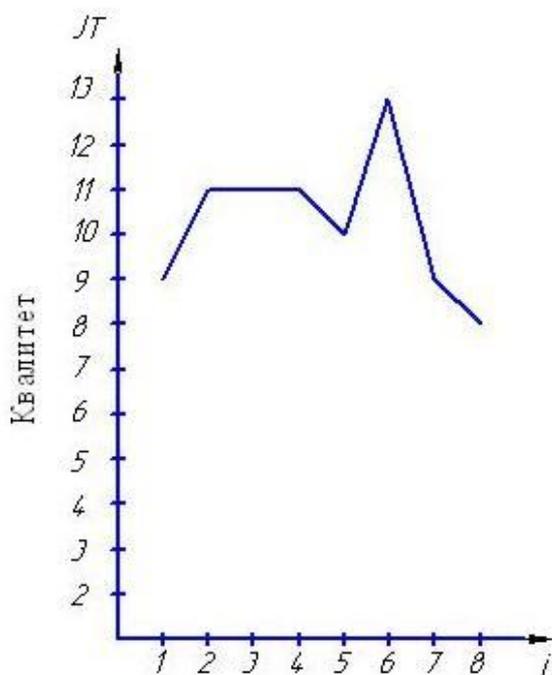


Рис.2. Кривая рассеяния величины A^B

Была построена диаграмма выборки величин верхних пределов качества точности A^B , диаметрального размера, нижнюю часть пределов принимаем $A^H=13$ (см таб.2). Как указывалось выше, была сделана выборка из восьми литературных источников, присвоив им номера i в порядке возрастания величины K^B , получим следующую кривую рассеяния (рис.2).

При включении в расчетную модель диапазонов характеристик в величины диапазонов в ряде случаев вносились поправки. Например, при определении рекомендуемой области значений точности достигаемых сверлением диапазон 2 (см. таблицу 2) был расширен включением квалитета

13, а диапазон 7 был расширен включением квалитетов 11, 12, 13 (расширение диапазонов в таблице 2 отмечены знаком +).

Это было сделано исходя из того, что если сверлением возможно достигнуть 8 качества – диапазон 2 и 9 качества – диапазон 7 во втором случае, то не вызовет затруднений достижение более низкой точности.

Таким образом, методика определения рекомендуемой области значений характеристики исходных данных, достигаемых элементом технологического перехода, включает следующие этапы: определение по литературным источникам диапазонов значений характеристики достигаемых применением рассматриваемого элемента технологического перехода; определение общего диапазона; определение методом вероятностного расчета рекомендуемой области.

Далее определялись области применения всех элементов технологических переходов изготовления цилиндрического отверстия, торца и шпоночного паза.

Используя предложенную методику были определены области применения каждого метода обработки, инструмента, материала рабочей части инструмента, способа установки.

В качестве примера были определены области применения методов обработки используемые при изготовлении цилиндрического отверстия.

Полученные области применения сверления, рассверливания, высверливания, зенкерования, развертывания и растачивания при изготовлении цилиндрического отверстия приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Области применения методов обработки цилиндрического отверстия

Метод обработки	Области возможного применения				Области рекомендуемого применения			
	Диаметр отверстия (мм)	Припуск (мм)	Квалитет точности	Шероховатость поверхности	Диаметр отверстия (мм)	Припуск (мм)	Квалитет точности	Шероховатость поверхности (Ra, мкм)
Сверление	0,1-30	-	8-13	2,0-80	0,1-30	-	11-13	6,3-80
Рассверливание	30-80	до 6,5	8-13	2,0-80	30-80	до 12,5	11-13	6,3-80
Высверливание	60-200	2-5	9-10	6,3-12,5	60-200	2-5	9-10	6,3-12,5
Зенкерование	3-100	0,44-6,94	8-13	0,04-25	3-100	0,44-6,94	9-13	2,5-25
Развертывание	1-300	0,03-1,6	5-11	0,1-12,5	1-300	0,03-1,6	7-10	0,32-12,5
Растачивание	30-400	1,1-6	5-13	0,4-100	30-400	1,1-6	6-13	0,8-100

Данные, приведенные в таблице 3, включаются в схему поиска методов обработки в виде диаграмм.

С помощью полученных диаграмм выбираются методы обработки обеспечивающие заданные величины диаметра отверстия, снимаемого припуска, точность отверстия и шероховатость.

Проиллюстрируем изложенное на примере выбора метода обработки цилиндрического отверстия для получения $d=40$ мм, при величине снимаемого припуска $z= 2.5$ мм, точности 12 квалитета и шероховатости $Ra= 20$ мкм.

Как следует из приведенных на схеме метод обработки остаются четыре метода: рассверливание, зенкерование, развертывание и растачивание. Далее каждый из них проверяется на возможность снятия припуска $z=2.5$ мм, достижения 12 квалитета точности и шероховатости $Ra= 20$ мкм. Остаются три метода обработки: рассверливание, зенкерование, растачивание. Метод развертывания исключается из рассмотрения, т.к. для этого метода рекомендуемая величина припуска не должна превышать десятых долей миллиметра.

Аналогично определялись области применения методов изготовления.

В итоге получаем СЭТП изготовления отверстия как сумму, включающую метод обработки, обрабатывающий инструмент, материала рабочей части обрабатывающего инструмента и схему базирования инструмента.

Особенно большое значение имеет данный метод при автоматизации проектирования технологического перехода [4,5] и разработке банка данных для САПР ТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базров Б. М., Арзыбаев А. М. Выбор технологических решений при изготовлении деталей // Вестник машиностроения. 2010. – № 9. – С. 54-56.
2. Арзыбаев А. М., Сахаров А. В. Методика поиска технологического решения по изготовлению поверхности детали // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2012. – № 3. – С. 3-6.
3. Арзыбаев А. М., Скворцов В. А. Способ определения области применения метода обработки // Главный механик. 2015. – № 1. – С. 66-73.
4. Крюков А. В., Тимофеев Д. Е., Арзыбаев А. М., Сахаров А. В. Модульная технология как основа формирования станочных групп в задачах оперативного планирования производства// Технология машиностроения. 2012. – № 6. – С. 56-59.
5. Arzybaev A. M., Saharov A. V. The method of designing of part Manufacture. Fundamental and applied sciences today VII. North Charleston, USA, 21-22.12.2015 North Charleston, USA. – P.61-64

Поступила в редколлегию 12.01.2016 г.