

УДК 621.902:658.512

**УНИФИКАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ И СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ
РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА****д-р техн. наук, проф. М.Л. ХЕЙФЕЦ, В.С. ТОЧИЛО, В.И. СЕМЕНОВ****(Полоцкий государственный университет);****канд. техн. наук, доц. Н.А. КУСАКИН****(Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, Минск)**

Рассмотрены в процессе технологической подготовки производства различной серийности унификация конструктивно-технологических элементов и инструментов для их получения и контроля, классификация простейших поверхностей и ограничение универсальных инструментов для их формирования и измерения. Разработаны правила и процедуры создания ограничительных перечней и технологических регламентов для многономенклатурного ремонтного производства. Проведенная по предложенным правилам и процедурам на ремонтном предприятии унификация конструктивно-технологических элементов деталей и инструментов позволила разработать ограничительные перечни и технологические регламенты и в результате сократить номенклатуру и типоразмеры инструментов: для формообразования резьб – на 33 %; для создания отверстий – на 21; для образования пазов на – 12,5; для формирования проточек – на 54 %.

Введение. Развитие современного машиностроения предусматривает унификацию и регламентацию всех видов и типов производства. Автоматизация массового производства существенно упрощается при сокращении номенклатуры выпускаемой продукции вплоть до полной унификации изделий. В серийном производстве при выпуске как мелких, так и крупных партий в условиях гибкой автоматизации проводится сокращение номенклатуры инструментов и оснастки (при мелкосерийном производстве) и унификация конструктивно-технологических элементов и деталей (при крупносерийном производстве). Для единичного производства его подготовка обеспечивается унификацией инструментов, оснастки и применяемых материалов [1, 2].

Вследствие этого технологическая подготовка при единичном производстве в первую очередь требует кодирования и унификации конструктивно-технологических элементов и мерных инструментов для их получения, классификации и кодирования простейших поверхностей и ограничения универсальных инструментов для их формообразования. При формировании партий деталей в условиях серийного производства требуется кодировать и унифицировать специализированные, классифицировать стандартные детали и по возможности ограничить их номенклатуру; подобрать для унифицированных деталей станочные приспособления, а для инструментов – оснастку, сократить их типоразмеры [3, 4].

Необходимо отметить, что уже на стадии единичного производства унификация позволяет переходить к проектированию типовых технологических процессов, на стадии серийного – групповых процессов, а в условиях массового производства регламентация облегчает период освоения и перехода на новую продукцию [2, 3].

Помимо серийности производства особые условия налагают специфика выпускаемой продукции, выполняемых работ и предоставляемых услуг, используемые на предприятии оборудование, средства технологического оснащения и инструменты [1, 2].

Унификация и регламентация обеспечивают гибкость и адаптивность предприятию и вместе с тем гарантируют его высокую надежность вследствие закрепления оптимального числа связей между объектами и процессами производства, продукции, работ и услуг.

Таким образом, в процессе технологической подготовки производства любой серийности первоочередным вопросом является унификация конструктивно-технологических элементов и инструментов для их получения и контроля, а также классификация простейших поверхностей и ограничение универсальных инструментов для их формирования и измерения [3, 4].

Целью исследования являлась разработка правил и процедур создания ограничительных перечней и технологических регламентов для многономенклатурного производства. Исследования проводились на базе авторемонтного предприятия – ОАО «Полоцкий завод «Проммашремонт».

Организационная структура технологической подготовки ремонтного производства. Унификация объектов и регламентация процессов производства на каждом конкретном предприятии требуют проведения ряда мероприятий [4].

Для изготовления и восстановления детали в ремонтируемом изделии требуются:

- материалы или заготовки;

- режущие или другие формообразующие инструменты, позволяющие получить конструктивно-технологические элементы и простейшие поверхности;
- оснастка для инструментов и станочные приспособления для деталей и инструментов;
- станки, установки, загрузочные и транспортные средства;
- контрольно-измерительные, специальные и универсальные инструменты;
- маршруты, операции и переходы технологического и метрологического процессов;
- регламенты, связывающие обрабатываемые материалы и инструменты, режимы и условия их использования и т.д.

Согласно этому унификация объектов и регламентация процессов при подготовке ремонтного производства подразделяются на этапы:

- 1) формирование ограничительных перечней материалов (групп материалов), заготовок (сортаментов) и регламентация их использования;
- 2) унификация конструктивно-технологических элементов и классификация простейших поверхностей;
- 3) выбор и ограничение для выполнения конструктивно-технологических элементов специальных инструментов, ограничение для обработки простейших поверхностей универсальных инструментов, выбор инструментальной оснастки и регламентация технологических операций;
- 4) выбор и паспортизация станков, установок и станочных приспособлений, регламентация их использования;
- 5) выбор и ограничение специальных мерительных инструментов для контроля конструктивно-технологических элементов, ограничение универсальных мерительных инструментов для контроля размеров простейших поверхностей, регламентация метрологических операций.

Выбором материалов и заготовок для изготовления и восстановления деталей обычно занимаются конструкторский отдел главного технолога и технологические бюро предприятия; режущими, деформирующими специальными и универсальными инструментами, инструментальной оснасткой – инструментальный отдел или специальные бюро; станками, установками, приспособлениями – технологические бюро и отдел главного механика; мерительными инструментами, специальными и универсальными средствами контроля – отдел технического контроля и инструментальный отдел, а также технологические бюро.

Все этапы унификации и регламентации тесно взаимосвязаны и требуют постоянного контакта различных отделов и служб ремонтного предприятия, поэтому их следует проводить в рамках единой системы технологической подготовки производства [3].

Унификация объектов и регламентация процессов ремонтного предприятия. Унификацию объектов и регламентацию процессов для создания ограничительных перечней на конструктивно-технологические элементы деталей, инструменты и средства для их обработки и контроля целесообразно проводить на основе статистического анализа использования элементов в изделиях [5, 6]. Затем следует рассматривать частоту и продолжительность использования комплектов инструментов, их формирующих, и наконец изучать необходимость специальных инструментов и средств контроля параметров элементов [3, 4].

Для формирования ограничительных перечней на наиболее используемые инструменты, обрабатывающие отверстия, с учетом частоты их применения в изделиях прежде всего целесообразно унифицировать резьбы, так как это позволяет определить те сверла, которые обрабатывают отверстия под них. Результаты статистического анализа применяемости внутренних и наружных метрических резьб и соответствующих им метчиков и плашек для различных изделий, выпускаемых на предприятии, представляются в виде гистограммы или полигона (рис. 1).

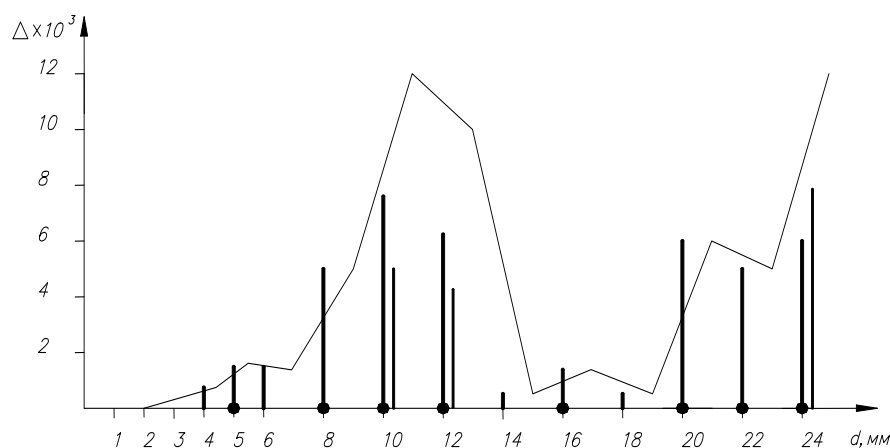
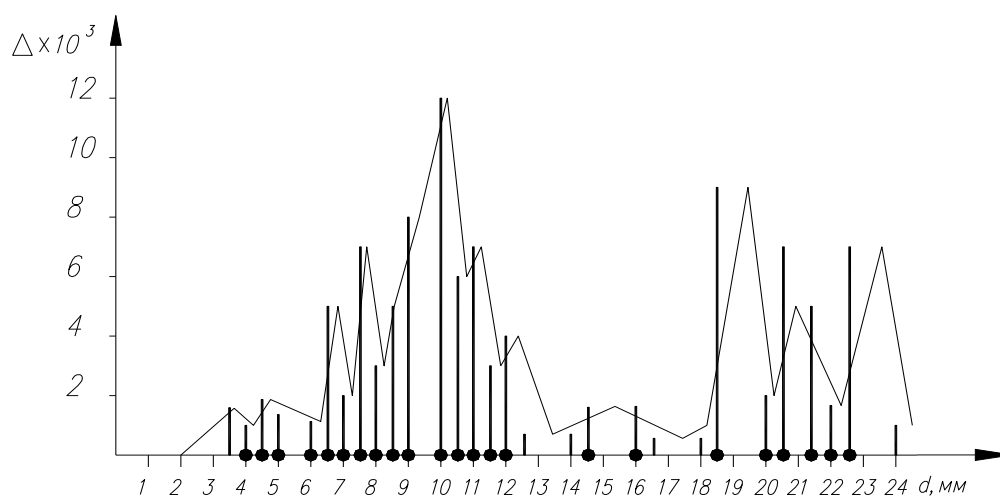


Рис. 1. Гистограмма и полигон частоты Δ применяемости диаметров d резцов с крупным и мелким шагом (толстая и тонкая линии соответственно) с рекомендуемыми позициями (●) для ограничительного перечня использования резцов (по статистическим данным завода «Проммашремонт»)

Гистограмма и полигон наглядно иллюстрируют частоту использования инструментов в зависимости от их типоразмеров. Изучение области распределения максимальной частоты (диаметры 6, 8, 10, 12 и 14 мм, см. рис. 1) на малом числе интервалов (рассматривали 5) показывает степень соответствия теоретическому закону распределения. Так, для рассмотренного примера (см. рис. 1) степень соответствия нормальному закону превышает 95 %, а закону распределения Лапласа – 97 %. При увеличении числа интервалов растет степень соответствия принятым законам распределения [7].

Обработка и экспертная оценка статистических данных позволяет сформировать ограничительные перечни применения метчиков и плашек. Для предложенной ограниченной номенклатуры инструментов с учетом обрабатываемых материалов, используемых на предприятии, и режимов резания, получаемых расчетным путем [8, 9], составляются технологические регламенты [3, 10]. Регламенты описывают режимы резания для материала определенной группы обрабатываемости конкретным резцообразующим



инструментом.

После резцообразующих операций рассматривается обработка отверстий осевым инструментом. Вначале анализируются статистические данные по отверстиям небольшого диаметра и нормальной степени точности, не требующим последующей обработки зенкерованием, развертыванием, хонингованием и т.д. (рис. 2).

Рис. 2. Гистограмма и полигон частоты Δ применяемости диаметров d отверстий с рекомендуемыми позициями (●) для ограничительного перечня использования отверстий (по статистическим данным завода «Проммашремонт»)

Далее обрабатывается статистика по другим характерным размерам и параметрам, в частности по длине отверстия, шероховатости поверхности и др. При этом в статистике по использованию сверл учитываются инструменты, образующие отверстия под резбу.

Обработанная статистическая информация позволяет сформировать ограничительные перечни применения сверл для формирования отверстий нормальной точности [3, 10]. Для унифицированных сверл в каждой группе обрабатываемых материалов выбираются режимы резания [8, 9], на основании которых формируются технологические регламенты обработки отверстий.

В том случае, когда отверстия большого диаметра используются достаточно часто, аналогичную работу проводят для унификации зенкеров, если часто используются отверстия повышенной точности – унифицируют развертки [3, 10]. В результате последовательный анализ статистической информации по применяемости резцов и отверстий, а также метчиков, плашек, сверл и других осевых инструментов, формирующих их по типоразмерам и степени точности, позволяет сформировать ограничительные перечни и технологические регламенты использования формообразующих инструментов.

Изучение статистики использования унифицированных осевых инструментов с анализом степени точности формируемых поверхностей позволяет предложить унифицированный перечень специальных мерительных инструментов для контроля наружных и внутренних резьб и отверстий (кольца и пробки).

Целесообразность изучения вначале более сложных конструктивно-технологических элементов, регламентированных наибольшим числом характеристик, для выделения определяющих параметров при фрезерной обработке предполагает в первую очередь рассматривать зубчатые венцы, затем шлицы (в том числе и эвольвентные) и, наконец, пазы (шпоночные и др.).

Вместе с тем следует отметить, что большое количество параметров, описывающих зубчатые венцы, шлицы, пазы и инструменты, формирующие их, требует создания ограничительных перечней по комплексу характеристик.

При формировании зубчатых венцов цилиндрической или другой произвольной формы в технологические регламенты использования червячных, концевых, дисковых фрез, долбяков и других зуборезных инструментов помимо типоразмеров конструктивных элементов и режимов обработки различных групп материалов необходимо включать параметры, описывающие относительные установку и перемещения детали и инструмента [3, 10]. В том случае, если количество типоразмеров фрезерных, а также строгальных или долбежных инструментов для обработки прямозубых шлицев невелико, их можно включить в общий ограничительный перечень инструментов, формирующих пазы (рис. 3).

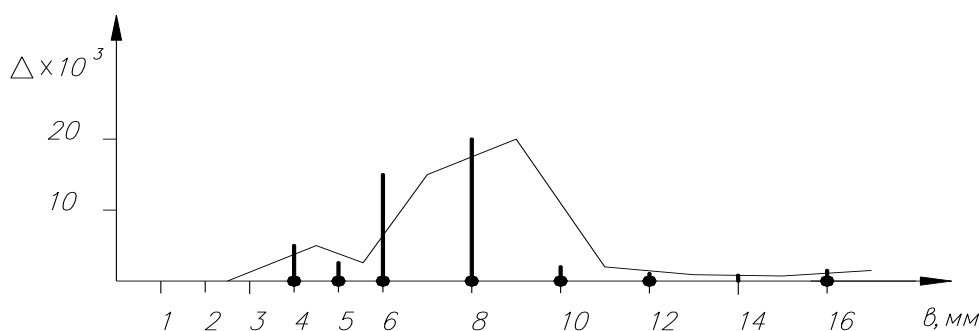


Рис. 3. Гистограмма и полигон частоты Δ применяемости пазов шириной b с рекомендуемыми позициями (●) для ограничительного перечня использования пазов (по статистическим данным завода «Проммашремонт»)

Последовательный анализ применяемости конструктивно-технологических элементов, формируемых фрезами и другими зуборезными инструментами по их определяющим параметрам, учитывающий сложность движений и точность обработки, позволяет сформировать ограничительные перечни и регламенты использования инструментов.

Ограничительные перечни использования фрез с учетом степени точности формируемых пазов дают возможность предложить унифицированные специальные мерительные инструменты, а перечни зуборезных инструментов с учетом видов и габаритов зубчатых венцов – специализированные контрольные приспособления или стенды.

Технологические регламенты применения специальных инструментов. Статистическую обработку данных по токарной обработке проточек и канавок целесообразно производить, начиная от сложных форм, включающих различные сочетания основных параметров, и заканчивая простыми, описываемыми одним или двумя параметрами [3, 10].

По полученным статистическим данным в соответствии с устойчивыми сочетаниями параметров выбираются и кодируются наиболее употребляемые формы режущих кромок инструментов и формируемых ими проточек (рис. 4). Рассматриваемые формы дополняются таблицами, содержащими сочетания размеров, описывающих конструктивно-технологические элементы и инструменты нормальной точности. Это позволяет обработать статистические данные и сформировать ограничительные перечни на проточки (табл. 1) для выбранных форм режущих кромок (см. рис. 4), которые необходимо дополнить элементами крепления инструментов и сформировать ограничительные перечни на специальные резцы [3].

Державки резцов выбираются согласно виду производимых токарных работ: точению, торцевой обработке, растачиванию, и с учетом крепления пластин инструментального материала. Для специальных резцов с учетом деления обрабатываемого материала на группы назначаются режимы резания. Это позволяет сформировать технологические регламенты использования специальных резцов (табл. 2).

Статистика использования универсальных резцов позволяет составить ограничительные перечни путем замены одних инструментов другими в соответствии с их основными размерами и точностью обработки [10].

Марки материалов режущей части выбираются для каждой группы обрабатываемости материалов выпускаемых изделий. По ограничительному перечню на универсальные инструменты в соответствии с ограничениями на использование обрабатываемых материалов формируются технологические регламенты. В тех случаях, когда для обрабатываемых и инструментальных материалов нет возможности выбрать режимы резания, регламент дает рекомендации по замене инструментальных и обрабатываемых материалов (в таблице 2 отмечено стрелками).

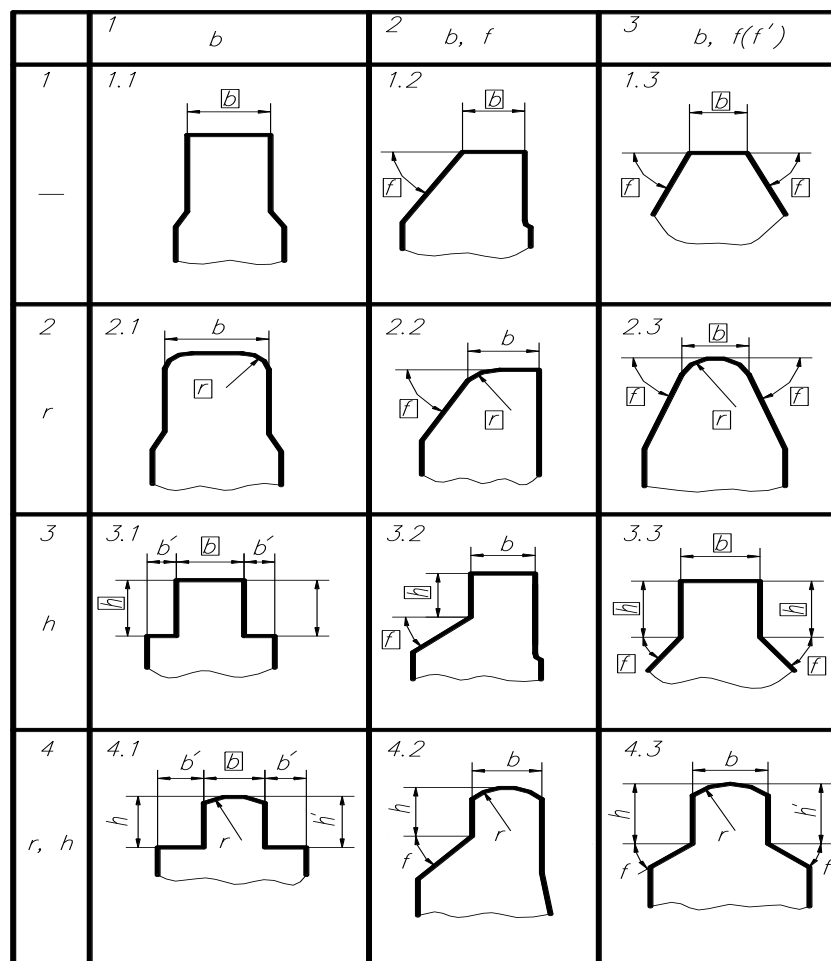


Рис. 4. Унифицированные формы и параметры режущих кромок специальных резцов

Таблица 1

Ограничительный перечень размеров режущих кромок специальных резцов

Код формы	1.1						1.2				2.1					
Параметры	b, мм						f°				r = b/2, мм					
Код размера	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4		
Размеры	0,6	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	15	30	45	60	0,8	1,0	1,5	2,0		
Код формы	1.3						2.3, 2.2				3.1, 4.1					
Параметры	b, f						b, r = b/2, f				b, r = b/2, h					
Код размера	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4
Размер b	1,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	4,0	1,5	2,0	3,0	4,0	1,5	2,0	3,0	4,0

Размер f/h	45	30	45	60	30	45	60	45	45	45	45	4,0	5,0	6,0	8,0
Код формы	3.3, 3.2, 4.3, 4.2														
Параметры	b, r = b/2, f, h														
Код размера	1	2	3	4											
Размер b	1,5	2,0	3,0	4,0											
Размер f	45	60	60	60											
Размер h	4,0	5,0	6,0	8,0											

Таблица 2

Технологический регламент при точении специальными резцами

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Глубина резания, t, мм	BK6-M			BK8			
			скорость резания V, м/мин, при S, мм/об						
			0,02	0,04	0,06	0,3	0,5	0,8	1,0
Стали гр. II (σ _s = 600...1200 МПа)	Чистовая и получистовая	0,2	210	184	169	←	←	←	←
		0,3	200	175	160	←	←	←	←
		0,5	187	165	150	←	←	←	←
		1,0	175	152	141	←	←	←	←
		3,0	↑	↑	↑	↘	↘	←	←
		5,0	↑	↑	↑	↘	↘	↘	←
	Предварительная	5,0	↑	↑	↑	76	60	49	43
		8,0	↑	↑	↑	70	56	45	41
		10,0	↑	↑	↑	68	54	44	40
		12,0	↑	↑	↑	66	↘	↘	↘
	Грубая	12,0	↑	↑	↑	↘	49	43	↘
		16,0	↑	↑	↑	↑	↘	↘	39

В результате унификации токарной обработки формируются ограничительные перечни проточек и других конструктивно-технологических элементов деталей, режущих кромок специальных и универсальных резцов. Ограничительные перечни форм и размеров режущих кромок дополняются ограничителями державок резцов и для каждого унифицированного резца выбираются режимы резания и формируются технологические регламенты [3, 10].

Количество инструментов в ограничительном перечне может определяться спецификой производства, выпускаемых изделий, используемого оборудования. Так, например, количество инструментов после унификации может определяться числом свободных мест в инструментальном магазине станка [3, 4].

Заключение. Проведенная на авторемонтном предприятии (ОАО «Полоцкий завод «Проммашремонт») унификация конструктивно-технологических элементов деталей и инструментов, формирующих их и контролирующих, позволила разработать правила и процедуры создания ограничительных перечней и технологических регламентов для многономенклатурного производства. На основе унификации и регламентации использования средств технологического оснащения на предприятии сокращена номенклатура и типоразмеры инструментов: для формообразования резьб (метчиков, плашек и резцов) – на 33 %;

для создания отверстий (сверл, зенкеров) – на 21 %; для образования пазов (фрез, долбяков) – на 12,5 %; для формирования проточек (специальных резцов) – на 54 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование технологических процессов в машиностроении / под общ. ред. И.П. Филонова. – Минск: Технопринт, 2003. – 910 с.
2. Попок, Н.Н. Мобильная реорганизация машиностроительного производства / Н.Н. Попок. – Минск: Технопринт, 2001. – 396 с.
3. Статистический анализ конструктивных элементов и технологических параметров деталей машин / М.Л. Хейфец [и др.]. – Новополоцк: ПГУ, 2001. – 112 с.
4. Интеллектуальное производство: состояние и перспективы развития / под общ. ред. М.Л. Хейфеца и Б.П. Чемисова. – Новополоцк: ПГУ, 2002. – 268 с.
5. Статистические методы повышения качества / под ред. Х. Куме. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 224 с.
6. Технологические основы управления качеством машин / А.С. Васильев [и др.]. – М.: Машиностроение, 2003. – 256 с.
7. Сигорский, В.П. Математический аппарат инженера / В.П. Сигорский. – Киев: Техника, 1977. – 788 с.

8. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 1. – 912 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 2. – 905 с.
10. Формирование рациональных перечней и технологических регламентов средств оснащения метрологических операций / М.Л. Хейфец [и др.] // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Прикладные науки. – 2003. – Т. 2, № 2. – С. 55 – 58.

Поступила 27.05.2008