

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ РЯДОВ ТИПОВЫХ РЕВОЛЬВЕРНЫХ НАЛАДОК

Г. Б. КАЦ

В современном машиностроении, особенно в приборостроении, получили широкое распространение токарно-револьверные станки и автоматы. Характерной особенностью этих типов станков является возможность осуществления на них относительно высокой степени последовательной и частично смешанной концентрации операций.

Как известно, наибольшая эффективность последовательной концентрации операций достигается при наличии значительного удельного веса вспомогательного времени в общей норме штучного, что как раз имеет место в приборостроении при обработке мелких и средних деталей классов валов и втулок.

Малые размеры обрабатываемых поверхностей вызывают необходимость частых переходов от обработки одной поверхности к другой. Это, в свою очередь, требует от оператора напряженного внимания и высокой интенсивности труда, увеличивающихся по мере уменьшения размеров обрабатываемых деталей.

Концентрация операций неизбежно вызывает необходимость применения многоинструментальных настроек, сложность которых, в первую очередь, зависит от сочетания основных и особенно дополнительных поверхностей обработки.

В свою очередь, экономичность многоинструментальных настроек зависит от соотношения подготовительно-заключительного и операционного времени, а также от величины партий обрабатываемых деталей. Чем меньше стоимость и, соответственно, длительность наладки, тем меньше будет минимальная экономически оправдываемая партия деталей. Следовательно, сокращение длительности наладки расширяет область применения револьверных станков и автоматов в мелкосерийном производстве.

Рассмотрим методы сокращения длительности наладки револьверных станков. Повседневный опыт и наблюдения за процессом наладки револьверных станков показывают, что наибольшее время при наладке затрачивается на получение и установку вспомогательного инструмента: цанг, державок, переходных втулок и т. д. При этом нужно учесть, что в ряде случаев цехи не имеют на своих складах в достаточном количестве всего необходимого, весьма разнообразного ассортимента вспомогательного инструмента. Процесс подбора вспомогательного инструмента еще более усложняется при наличии в цехе разнообразных типов и марок револьверных станков, так как размеры посадочных мест для инструмента недостаточно унифицированы. Поэтому для каждого типоразмера станка приходится иметь свой комплект вспомогательного инструмента. Длительность же установки на размер режущего инструмента в этих условиях относительно невелика, особенно если для наладки применяются эталонные детали, по которым можно очень быстро и точно установить мерный инструмент и упоры.

Отсюда можно сделать вывод, что наиболее эффективным средством сокращения длительности наладки является применение унифицированных, так называемых типовых наладок, позволяющих при оснащении станка определенным комплектом вспомогательного и частично режущего инструмента обрабатывать целые серии различных технологически сходных деталей. При этом приходится только заменять для каждой детали мерный режущий инструмент: сверла, зенкера, развертки, метчики, плашки и т. д., а также цанги. Сама идея создания типовых наладок не новая. Она возникла давно, в связи с многообразием номенклатуры токарных работ и их большой трудоемкости, приводящих к длительным циклам изготовления и увеличенной себестоимости изделий в серийном и особенно мелкосерийном производствах. В последних еще до сих пор револьверные станки не используются в должной мере из-за мелких партий деталей, а токарные станки, как правило, перегружены. О необходимости лучшего использования револьверных станков, в частности, за счет нормального набора инструмента и постоянных настроек для целой группы деталей указывает профессор А. П. Соколовский в учебнике „Курс технологии машиностроения“.

О расширении границ экономической обработки на револьверном станке в сторону производств мелкосерийного типа методом так называемых стандартных настроек говорится в книге профессора А. Б. Яхина, Маталлина и др. „Технология точного приборостроения“. В настоящее время на многих заводах применяются такие стандартные наладки, имеющие, однако, почти случайный характер, когда под определенный набор инструментов подбирается ряд деталей, который может быть обработан на соответствующей наладке, состоящей из данного комплекта инструмента.

Научное обобщение опыта применения типовых наладок и создание системы их построения до сих пор не нашли должного освещения в имеющейся литературе.

Рассмотрим процесс создания любых, в том числе типовых, наладок на револьверных станках. При этом необходимо рассмотреть отдельно станки с вертикальной и горизонтальной осью вращения револьверной головки.

Рассмотрим первый случай: обработка деталей класса валов без отверстий из прутка на револьверных станках с вертикальной осью вращения револьверных головок, снабженных, как правило, поперечным суппортом.

Первым по счету вспомогательным инструментом, устанавливаемым на револьверной головке, является, как известно, регулируемый упор. Другим наиболее универсальным инструментом является отрезной резец, который целесообразно устанавливать в перевернутом виде на задней стороне поперечного суппорта. При такой простейшей наладке можно обрабатывать гладкие валики, без фасок из калиброванного прутка, не требующие наружной обработки. Подрезка торца осуществляется подрезным резцом, укрепленным в переднем поперечном суппорте. Наружная поверхность гладкого валика обрабатывается резцом, укрепленным на простейшей резцедержавке.

Ступенчатые валики целесообразно обрабатывать при помощи резцов, укрепляемых в многорезцовой державке, на которой можно укрепить либо неподвижный, либо роликовый люнет для обработки длинных деталей. Для образования фаски применяется фасочный резец, устанавливаемый на револьверной головке. Нарезка резьбы осуществляется либо резьбонарезной головкой, либо плашкой, устанавливаемой также на револьверной головке. Канавки на не очень длинных деталях можно образовать путем применения консольной многорезцовой державки с ручным поперечным перемещением. Фасонные короткие поверхности обрабатываются фасонными резцами, устанавливаемыми в переднем поперечном суппорте.

Устанавливая перечисленные выше инструменты на револьверном станке, можно обрабатывать почти все сложные детали класса валов без отверстий, встречающихся на практике в приборостроении.

Обработка наиболее сложных деталей может быть осуществлена на револьверных станках с горизонтальной осью вращения револьверных головок, имеющих значительно большее количество посадочных мест для инструмента.

Естественно, что на станке, оснащенном такой сложной универсальной наладкой, можно обрабатывать детали менее сложной конфигурации, пропуская при обработке те позиции, инструмент которых не нужен для данной более простой детали. Так, например, для обработки многоступенчатого валика, но без резьбы, можно использовать указанную сложную универсальную наладку, пропуская при обработке соответствующую позицию револьверной головки, на которой установлена резьбонарезная головка.

На этом принципе можно создать ряды типовых наладок, причем на каждой последующей наладке можно обрабатывать как все детали для предыдущих наладок, так и детали, более сложные, имеющие определенные дополнительные поверхности, характерные для данной наладки.

Следовательно, в таком ряду каждая последующая „высшая“ наладка образуется путем наращивания одного из инструментов к предыдущей „низшей“ наладке. Пример образования таких рядов—типовых револьверных наладок для обработки деталей класса валов показан на фиг. 1.

Возникает вопрос, как установить номенклатуру наладок в каждом конкретном случае?

С этой целью для простейшей трехинструментной наладки (фиг. 1, наладка А) подбираем ассортимент деталей, который может и должен быть обработан на этой наладке в течение ближайшего планируемого периода (месяц, квартал). Зная программу выпуска и норму штучного времени на обработку каждой детали, можно определить загрузку в часах соответствующего револьверного станка.

Таким же путем определяем длительность загрузки станка обработкой более сложных деталей, требующих следующей по степени сложности наладки (фиг. 1, наладка Б).

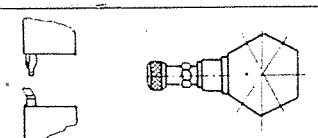
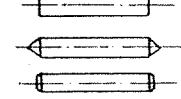
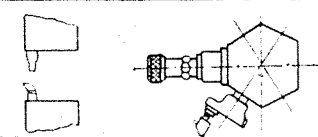
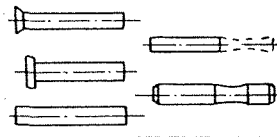
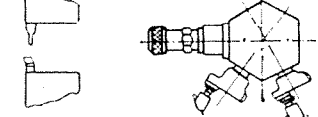
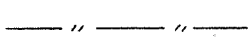
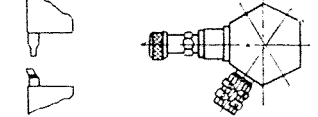
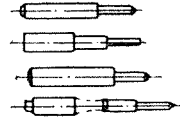
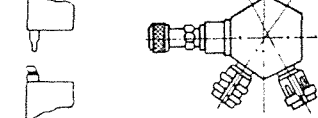
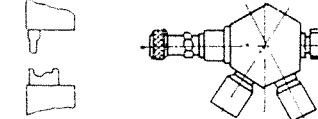
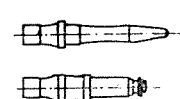
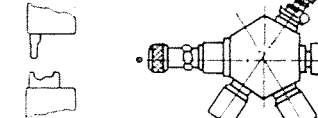
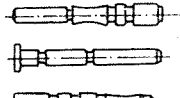
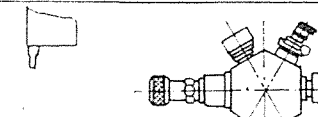
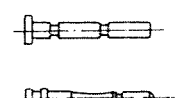
Распределяя все детали данной группы и типа по ступеням сложности наладок, определяем аналогичным путем фонд времени станка, необходимый для обработки деталей по каждой ступени наладки. Тогда, зная величину располагаемого фонда времени и учитывая, что на каждой последующей ступени наладки можно обработать все менее сложные детали, отнесенные к предыдущим ступеням наладок, можно без затруднений определить ассортимент наладок, которыми необходимо оснастить те револьверные станки, на которых должен быть обработан соответствующий комплект деталей за данный планируемый период, лучше всего—месяц. Поясним изложенное схематическим примером.

Пусть для обработки всех деталей, требующих простейшей наладки А, необходимо 55 часов штучного времени; для деталей, требующих наладки Б—293 часа и т. д. (см. табл. 1).

Таблица 1

№ группы деталей	Наладки	Загрузка станка на данный планируемый период (в часах)
1	А	55
2	Б	293
3	В	184
4	Г	342
5	Д	74
6	Е	75

Если номинальный фонд времени составляет $208.2 = 416$ часов, то при расчетном коэффициенте загрузки $K = 0,85$ располагаемый фонд времени составляет 350 часов. Тогда на наладке Б будут обрабатываться первые

Шифр наладки	НАЛАДКА	ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ	ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТАЛЕЙ
А			Валики гладкие без наружной обработки с фасками или заострением
Б			Валики гладкие и ступенчатые с обработкой под $\varnothing$ с фасками и подрезанным торцевым фасанным участком наружной поверхности.
В			То же с обработкой под $\varnothing$.
Б'			Валики гладкие и ступенчатые с обработкой под $\varnothing$ с фасками и подрезанным торцевым или фасанным участком наружной поверхности.
В'			То же с обработкой под $\varnothing$.
Г			То же (чт. В') с фасками подрезанным торцевым и фасанным участком наружной поверхности.
Д			То же с канавками.
Е			То же с резьбой.

Фиг. 1. Ряды типовых revolverных наладок для обработки деталей класса валов.

две группы деталей ($55 + 293 = 348$ часов), на наладке Г — группа деталей № 4 (342 часа), а на наладке Е — группы деталей № 3, 5 и 6 ($184 + 74 + 75 = 333$ часа).

Вместо этого можно скомбинировать детали иначе: на наладке Г—группу № 3 (184 часа) и около половины (по фонду времени) деталей четвертой группы ($\frac{342}{2} = 171$ час), а другую половину деталей четвертой группы обрабатывать совместно с деталями 5 и 6 групп на наладке Е ($\frac{342}{2} + 74 + 75 = 320$ часов).

Таким образом, оптимальное использование типовых наладок достигается надлежащим сочетанием подготовки производства с оперативным планированием.

При расчете штучного времени на партию деталей необходимо учитывать только длительность подналадки. Форма расчетного листа для определения типов наладок приведена в табл. 2. На основе табл. 2, составляемой один раз на предстоящий месяц или квартал, устанавливается необходимое количество станков, оснащаемых наладкой, по указанному шифру (фиг. 1). На соответствующие станки устанавливаются наладки на протяжении всего планируемого периода. Мерный инструмент, требующийся для каждой детали, выписывается в общем порядке, когда намечается смена детали в соответствии с планом выпуска.

Таблица 2

№ групп деталей	Шифр наладки	№ деталей	Программа	Операционное время		К-во партий	Длительность наладки	Штучное время (общ.)	
				на штуку	на программу			мин.	час.
1	А	41—17	100	3,0	300	1	15	315	5,23
		60—24	200	4,5	900	1	15	915	15,25
		60—71	150	2,0	300	1	10	310	5,17
		42—109	400	3,2	1280	2	30	1310	21,80
		60А—21	100	4,5	450	1	15	465	7,75
						Итого			55,20
2	Б	41—110	1000	4,0	4000	3	50	4050	67,40
		40—28	600	5,2	3120	2	45	3165	52,50
		61—22	1400	6,4	8860	5	65	8925	149,50
		40—79	400	3,5	1400	2	30	1430	23,80
						Итого			293,20
4	Е	60—21	200	4,5	900	1	15	915	15,25
		61—13	400	3,0	1200	2	30	1230	20,50
		40—71	150	3,5	525	1	10	535	8,90
		42—19	350	5,2	1840	2	20	1860	31,00
						Итого			75,65

На приведенном выше ряде наладок для валков без отверстий можно, как было указано, обрабатывать почти все встречающиеся на практике типы таких деталей среднего и крупного размеров. Для отдельных более сложных, сравнительно реже встречающихся на практике деталей целесообразно применять револьверные станки с горизонтальной осью вращения

головки типа 1336. На револьверной головке станков этого типа можно установить до 16 инструментов (практически же до 12).

При обработке полых валиков и втулок количество встречающихся поверхностей резко возрастает. Если же учесть, что для обработки точных отверстий требуется в ряде случаев применять 3 и 4 инструмента (сверло, зенкер, одну или две развертки), не считая зацентровочного сверла, то становится ясной необходимость создания нескольких рядов типовых револьверных наладок.

Для обработки сложных деталей значительное расширение технологических возможностей станков может быть достигнуто, кроме одновременной обработки нескольких поверхностей (сверление плюс черновая обработка наружной поверхности), также путем применения сдвоенных державок, четырехрезцовых головок и блоков на поперечных суппортах. Такие усложненные наладки применяются на отдельных рядах типовых наладок, предназначенных для обработки наиболее сложных деталей. Это усложнение наладок оправдывается их универсализацией и возможностью резкого уменьшения общего ассортимента применяемых державок и сокращения срока настройки станков.

Все это позволяет значительно расширить область применения револьверных станков. Пример образования ряда типовых револьверных наладок для деталей класса втулок приведен на фиг. 2.

Применение типовых наладок для обработки менее сложных деталей неизбежно вызывает некоторое увеличение штучного времени, главным образом за счет лишних поворотов револьверной головки. Это увеличение штучного времени компенсируется сокращением времени на наладку или в отдельных случаях возможностью применения многорезцовой обработки и совмещением операций, что в мелкосерийном производстве при обычных наладках было бы нерационально применять из-за их повышенной сложности.

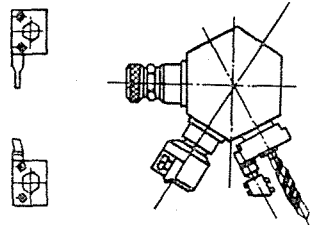
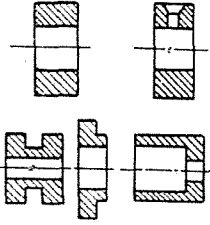
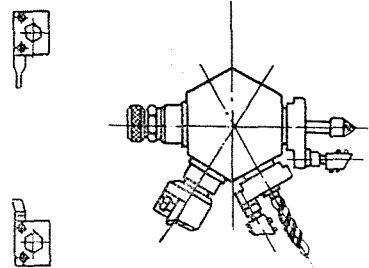
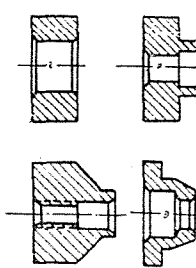
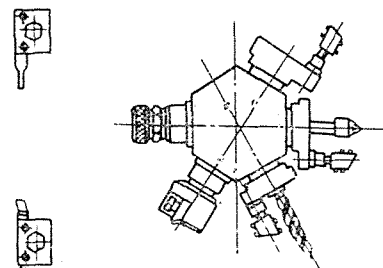
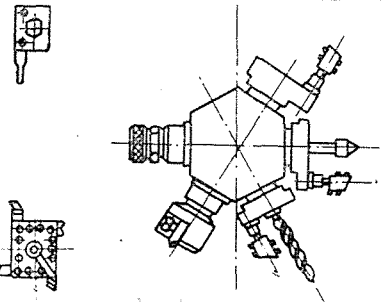
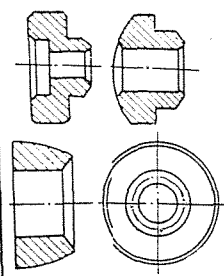
Подсчеты показывают, что почти во всех случаях применение типовых наладок является экономически оправданным, дающим значительный эффект.

Анализируя особенности применения рядов типовых наладок, приходим к выводу, что рациональное их применение требует предварительной классификации обрабатываемых деталей. Само собой разумеется, что такая классификация применяется только для деталей, которые могут быть обработаны на револьверных станках. Система этой классификации не является стабильной и целиком зависит от характера соответствующего ряда типовых наладок. Другой специфической особенностью указанной классификации является необходимость определения количества обрабатываемых поверхностей для полых деталей (валиков с отверстием и втулок), а также и класса точности размеров отверстия. Обычная система индексации была бы чрезмерно сложна. Значительно проще обозначать детали индексом наладки: номером ряда и буквой, обозначающей ступень наладки в данном ряду. После классификации деталей и установления номенклатуры наладок разрабатывается типовой технологический процесс на каждую группу деталей, закрепленных за данной наладкой. В качестве примера приводится типовой технологический процесс, разработанный нами (табл. 3).

Как видно из этой таблицы, одним технологическим процессом охвачена обработка 24 деталей, изготавливаемых на одной наладке револьверного станка. В карте процесса имеются необходимые данные для настройки станка и обработки каждой детали. Карта составлена в предположении, что рабочий имеет соответствующую подготовку (IV—V разряд) и навыки в подналадке. В тех случаях, когда рабочий менее подготовлен, а наладку и подналадку станков осуществляют специальные лица (наладчики), оказалось целесообразным дополнять карты эскизами перечисленных деталей.

Практика показывает, что применение типовых револьверных наладок рентабельно даже при обработке малых партий деталей.

Преимущества типовых револьверных наладок очевидны. Об этом свидетельствуют не только полученный нами опыт, но и данные, приводимые

Шифр наладки	Наладка	Эскизы обрабатываемых деталей	Характеристика деталей
А			Втулки впадок и ступенчатые с обработкой под ∇ с подрезанным торцом и гладким отверстием (под резьбу)
Б			То же с зенковкой
В			То же с наружной обработкой под ∇
Г			То же с участком фасонной наружной поверхности и фланцами

Фиг. 2. Ряды типовых револьверных наладок для обработки деталей класса втулок.

в отдельных источниках, в том числе материалах, публикуемых Лонито-маш в разделе „Прогрессивная технология машиностроения“, часть 1.

Переходя к рассмотрению вопроса о типовых наладках для токарно-револьверных автоматов, следует отметить, что область их применения

значительно уже обычных револьверных станков. Применение типовых автоматных наладок в ряде случаев позволяет значительно расширить область внедрения автоматов в мелкосерийном производстве за счет использования одного и того же комплекта кулачков для обработки ряда деталей. В этих случаях для обработки на типовых наладках должны быть подобраны детали весьма сходной конфигурации, отличающиеся между собой размерами обрабатываемых поверхностей: канавок, фасок и т. д. Больше всего для обработки на типовых автоматных наладках подходят крепежные детали: болты, винты, шурупы, гайки, а также несложные валики и втулки.

Настраивая автомат и изготовляя кулачки для обработки наибольшей по размерам из данной серии деталей с наибольшим количеством дополнительных поверхностей, можно на таких кулачках, как известно, обрабатывать меньшие по размерам детали, а также не имеющие соответствующих канавок, фасок и т. д. При этом, однако, длительность обработки менее сложных и меньших по размерам деталей будет равна длительности обработки наиболее крупной и сложной детали из данной серии, так как известная часть холостых перемещений рабочих органов автомата будет использоваться на пониженных скоростях, соответствующих скоростям резания. Так, например, при обработке винта длиной 30 мм на кулачках, предназначенных для обработки аналогичной детали длиной 50 мм, перемещение резца для обточки на длине 20 мм будет осуществляться со скоростью рабочей подачи (0,1 ÷ 0,15 мм/об) вместо ускоренного холостого хода. При отсутствии канавки на упрощенной детали с соответствующего бокового суппорта снимается резец. Однако для изготовления такой упрощенной детали требуется такое же время, какое было необходимо для обработки более сложной.

В этих условиях потери производительности при типовых наладках на автоматах значительно больше, чем на револьверных станках, что вызывает значительное повышение стоимости обработки. Однако это повышение стоимости в условиях мелкосерийного производства окупается снижением стоимости кулачков, так как на одном комплекте кулачков можно обрабатывать ряд деталей, затрачивая только сравнительно немного времени на несложную подналадку.

Область применения типовых автоматных наладок необходимо в каждом отдельном случае устанавливать путем экономического анализа.

Методика определения экономической целесообразности применения типовых автоматных наладок в мелкосерийном производстве изложена автором в Известиях ТПИ, том 73.