Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»

КОНСТРУИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Методические указания
к курсовому и дипломному проектированию
по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Энгельс 2024

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование приспособлений связано с разработкой технологического процесса изготовления деталей и изделия в целом. Модернизация технологии, освоение новых видов продукции включает в себя процессы проектирования средств технологического оснащения и их изготовления.

В зависимости от вида производства технический уровень и структура станочных приспособлений различны. Для массового и крупносерийного производства в большинстве случаев применяют специальные приспособления. Специальные станочные приспособления имеют одноцелевое назначение для выполнения определенных операций механической обработки конкретной детали. Эти приспособления наиболее трудоемки и дороги в изготовлении, однако их использование позволяет максимально повысить производительность обработки и облегчить труд рабочего за счет механизации, добиться стабильности качества детали при минимальной зависимости их от квалификации рабочего.

В условиях единичного и мелкосерийного производства используются многоцелевые приспособления различной степени универсальности: универсально-безналадочные (УБП), универсально-наладочные (УНП), специализированные наладочные приспособления (СНП), универсально-сборные приспособления (УСП), сборно-разборные приспособления (СРП). Эти виды приспособлений более гибки в части подготовки производства и не требуют значительных затрат.

При проектировании приспособления решается ряд организационных и технических задач, в результате чего должна быть разработана конструкция оснастки максимально отвечающая как требованиям точности установки и надежности закрепления, так и требованиям обеспечения производительности, имеющая необходимые экономические показатели (связанные с затратами на изготовление) и отвечающая требованиям безопасности на производстве.

Основная цель данной методической разработки – ознакомить студентов с основными способами решения задач выбора системы, к которой относится приспособление, конкретизации его технологической схемы, силовых, точностных и прочностных расчетов приспособлений, а также обеспечения требований техники безопасности при работе с оснасткой.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Одним из важных этапов работы конструктора станочных приспособлений являются технико-экономическое обоснование выбираемой им системы технологического оснащения и определение эффективности конкретной конструкции приспособления.

Методическая основа подхода к выбору средств технологического оснащения утверждена ГОСТ ЕСТПП, в частности ГОСТ 14.301-73 «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения» и ГОСТ 14.305-73 «Правила выбора технологической оснастки».

При определении эффективности одного отдельно взятого приспособления оценка производится по фактическим годовым затратам на оснащение без учета величины отдачи капитальных вложений (т.к. эта величина для одного приспособления незначительна).

Выбор наиболее экономичной системы приспособлений производится на основании результатов технико-экономических расчетов.

Экономический эффект ($Э_c$) от использования приспособлений определяется как разница между достигаемой в результате применения оснастки экономии по зарплате ($Э_г$) и косвенным расходам на приспособление, отнесенным к одной детале-операции (P):

$$Э_c = Э_г - P.$$

При сравнении двух вариантов конструкции приспособлений выгоднее будет то, которое обеспечивает больший эффект.

Для расчета годовых затрат на неразборные спец. приспособления (НСП), универсально-безналадочные приспособления (УБП) и сборно-разборные приспособления (СРП) пользуются формулами:

$$P = S \cdot (K_a + K_э),$$

где S – себестоимость изготовления (с учетом затрат на проектирование) или цена приспособления; K_a – коэффициент амортизации приспособления, связанный со сроком эксплуатации приспособления ($Т_п$) соотношением:

$$K_a = \frac{1}{T_n},$$

где $K_э$ – коэффициент затрат на эксплуатацию приспособления.

Для универсально-сборных приспособлений (УСП) годовые затраты на создание и эксплуатацию одной компоновки (при условии многократной сборки ее в течение года):

$$P = \frac{S_c}{M_k} + S_v \cdot g\,,$$

где $M_к$ – число оригинальных (неповторяющихся) компоновок УСП, собираемых в течение года (с учетом одновременно необходимых дублеров); g – повторяемость (кратность) сборки одной и той же компоновки в течение года; S_c – постоянные затраты на комплекс УСП (в т.ч. амортизация комплекта УСП, фонд зарплаты конструкторской группы УСП, годовые затраты на спец. детали и вспомогательные материалы, а также погашение затрат на убыль компонентов УСП); S_v – переменные затраты, которые учитывают расходы по зарплате и косвенные расходы на сборку и наладку одной компоновки УСП.

Годовые затраты на универсально-наладочное приспособление:

$$P_{унп} = \frac{S_{муп}}{m}\left(K_{ауу} + K_{эуп}\right) + S_{мн} \cdot \left(1 + K_{пн}\right) \cdot \left(K_{ан} + K_{эн}\right),$$

где $S_{муп}$ – себестоимость (цена) универсальной, базовой части УНП; $S_{мн}$ – себестоимость изготовления в металле сменной наладки; $K_{пн}$ – коэффициент затрат на проектирование сменной наладки; $K_{ауп}$, $K_{ан}$ – коэффициенты амортизации универсальной части приспособления и наладки соответственно; $K_{эуп}$, $K_{эн}$ – коэффициенты эксплуатационных расходов на универсальную часть и наладку. m – число сменных наладок.

Годовая экономия по заработной плате и косвенным расходам в расчете на одну деталь определяется как:

$$э = \Delta l + \Delta t_k \cdot \frac{S_{мч}}{60}\,,$$

где Δl – экономия на зарплате основных рабочих, учитывающая разницу в трудоемкости изготовления детали до внедрения приспособления (t_{k1}) и после оснащения станка (t_{k2}), а также изменение тарифной ставки рабочего на данной операции (l_1 и l_2):

$$\Delta l = t_{k1} \cdot l_1 - t_{k2} \cdot l_2\,;$$

где Δt_k – снижение трудоемкости операции; $S_{мч}$ – расходы на машино-час работы оснащенного приспособлением оборудования.

Общая годовая экономия для всей годовой программы:

$$Э_г = э \cdot N_г\,.$$

Графически величина экономии, полученной при использовании приспособлений, в зависимости от объема выпуска деталей может быть представлена в виде следующего графика (рис. 1а). Для сравнения альтернативных вариантов использования технологической оснастки могут применяться графики, аналогичные приведенным на рис. 1б.

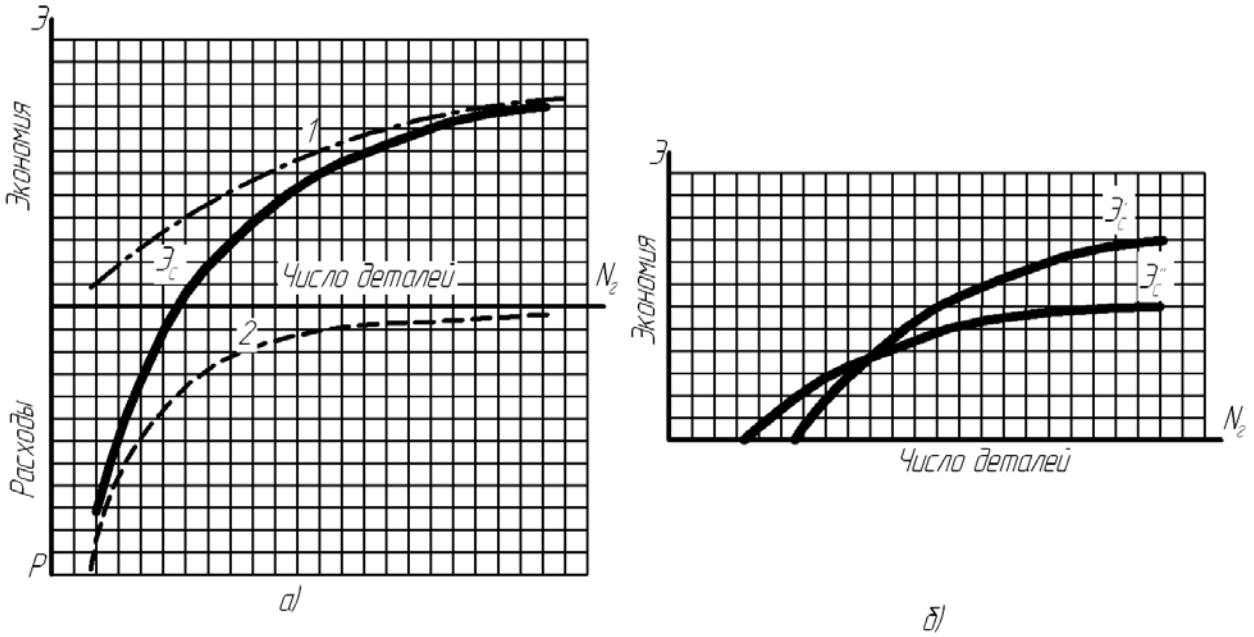


Рис. 1. Графическая интерпретация величины экономии, получаемой при использовании приспособлений:
1 – экономия по зарплате и косвенным расходам; 2 – расходы на приспособления в расчете на одну деталь

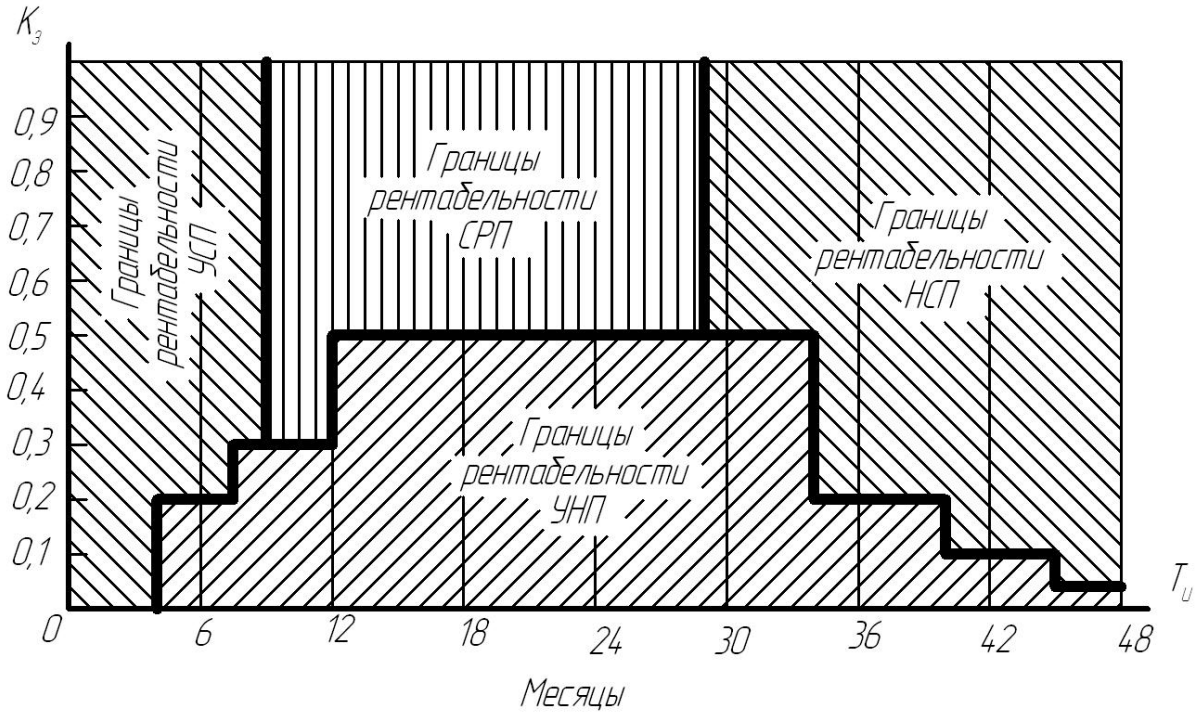


Рис. 2. Границы рентабельности применения различных систем приспособлений
$T_и$ – период производства изделий, месяцы

В курсовом и дипломном проектировании приспособлений, а также в рабочих проектах для ориентировочной оценки целесообразности использования той или иной системы приспособлений можно использовать в качестве критерия коэффициент загрузки приспособления:

$$K_з = \frac{N_г \cdot t_{шк}}{60 \cdot Ф_{до}},$$

где $N_г$ – годовая программа выпуска деталей одного наименования; $t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин. $Ф_{до}$ – действительный фонд времени приспособления в год, час.

В соответствии с рекомендациями ГОСТ 14.305-73 рентабельность различных систем технологического оснащения определяется в зависимости от коэффициента загрузки приспособления и периода производства изделий по следующей графической зависимости (рис.2).

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

При конструировании приспособлений следует исходить из следующих принципов:

- строго придерживаться предпочтительных размеров, конструкций;
- последовательно соблюдать принципы агрегатирования, типизации, унификации и стандартизации в разработанных конструкциях;
- стремиться к предельной простоте конструкций приспособлений;
- высокую прочность и жесткость конструкции следует достигать способами, не требующими увеличения материалоемкости;
- обеспечивать защиту приспособления от загрязнения, коррозии, скопления стружки, удобный доступ при ремонте;
- максимально использовать при разработке существующие аналоги, совершенствовать конструкции оснастки на базе изучения их состояния при эксплуатации, опыта конструирования, а также патентных материалов.

В процессе конструирования разрабатываются функциональные группы элементов приспособления с соблюдением следующей последовательности:

1. Конструирование установочных элементов. На данном этапе принимаются решения о типах, размерах, пространственном положении и точностном исполнении установочных элементов приспособления. Их конструкция зависит от формы, размеров, расположения и точности баз обрабатываемой детали.

2. Конструирование элементов направляющих, режущий инструмент. Выбираются типоисполнения кондукторных втулок для сверлильных станков, установов фрезерных приспособлений и т.д.
3. Конструирование зажимных элементов. По результатам анализа формы и размеров поверхностей, предназначенных под зажим детали выбираются конструкции зажимных элементов и устройств. Типоразмеры зажимных элементов и их привода уточняются по результатам силовых расчетов, учитывающих силы резания, трения, инерции и т.д., действующие на заготовку при обработке.
4. Конструирование корпуса. Корпус должен объединять все функциональные сборочные единицы и детали приспособления, иметь достаточную жесткость, предотвращающую потери точности при обработке детали.

ПОНЯТИЕ О СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Обеспечение готовности производства к изготовлению различных изделий и достижение оптимальных технико-экономических показателей в значительной степени зависят от унификации технологического оснащения предприятия. Важное место здесь занимает приведение к единообразию, основанному на рациональном сокращении числа типов, основных параметров станочных приспособлений, их сборочных единиц, деталей, конструктивных элементов, марок материалов, покрытий, норм точности и т.д.

В основу унификации станочных приспособлений (СП) положен принцип разделения на системы приспособлений, применяемых в различных условиях серийности производства, и серии приспособлений, зависящие от мощности привода оснащаемых станков и габаритных размеров устанавливаемых заготовок.

Взаимозаменяемость элементов, универсальность и агрегатирование приспособлений в рамках одной серии СП обеспечиваются взаимной увязкой типоразмерных рядов, единством установочных и ответственных присоединительных размеров, единством конструктивных исполнений элементов базирования и закрепления.

Для универсально-сборных приспособлений ГОСТ 31.111.41-83 устанавливает следующие серии приспособлений (табл.1):

В зависимости от серии присоединительные элементы УСП имеют определенные размеры (табл. 2), что позволяет обеспечить собираемость различных компоновок из отдельных деталей комплекта УСП

Таблица 1

Серии универсально-сборных приспособлений

Серия УСП	Ширина Т- и П-образного паза, мм	Масса обрабатываемых в УСП изделий, кг
2	8	До 5
3	12	5 - 60
4	16	Св. 60

В станочных приспособлениях в качестве одного из основных присоединительных элементов используются Т-образные пазы. Поэтому для обозначения серий СРП, СНП, УНП и УБП применяются значения ширины Т-образных пазов. Установлены четыре серии станочных приспособлений (табл. 3).

Унифицированные конструктивные элементы для крепления и установки заготовок или сменных наладок приведены в табл. 5.

Таблица 2.

Основные виды присоединительных элементов деталей УСП

Присоединительный элемент	Основной параметр	Серия УСП	Размер основного параметра, мм
Т-образный паз П-образный паз	Ширина паза	2 3 4	8 12 16
П-образный выступ	Ширина выступа	2 3 4	8 12 16
Резьбовое отверстие	Диаметр крепежных резьб	2 3 4	М8 М12×1,5 М16
Центровое базовое отверстие	Диаметр отверстия	2	8, 12, 18, 26, 60, 90
		3	8, 12, 18, 26, 35, 45, 58, 120, 180
		4	45, 70, 90, 120, 150, 180

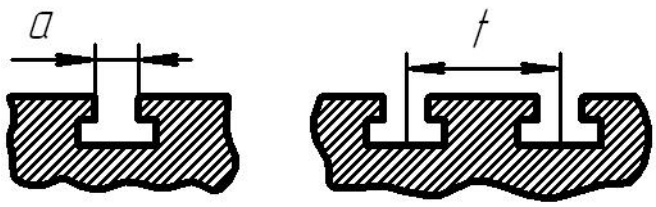
Для обеспечения блочно-модульной взаимозаменяемости размеры конструктивных элементов рекомендуется принимать из следующего ряда:

20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 160, 200, 240, 320, 400

Дополнительные размеры в обоснованных случаях принимаются из размерного ряда Ra 40 по ГОСТ 6636-69

Таблица 3

Серии станочных приспособлений



Серия	Размер Т-образных пазов, мм	
	Ширина a	Шаг t
10	10	40/50
14	14	60/80
18	18	80/100
22	22	100/120

Примечание. Предпочтительны значения t в числителе.

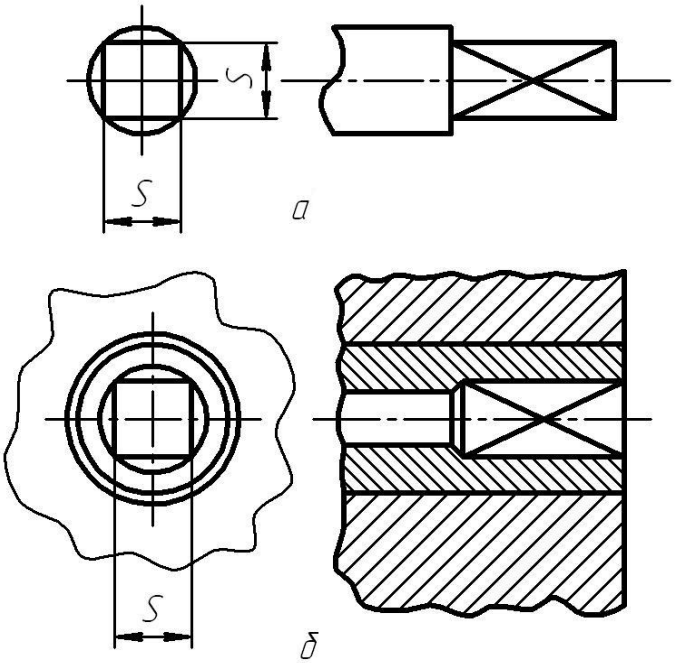


Рис. 3. Квадратные выступы и отверстия для установки рукояток винтовых устройств.

Для установки рукояток винтовых устройств используют квадратные выступы и отверстия размером s «под ключ» (рис. 3). Рекомендуются следующие размеры s и развиваемые силы (табл.4):

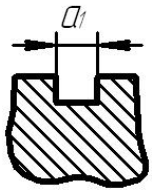
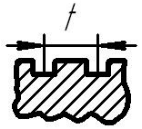
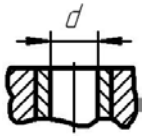
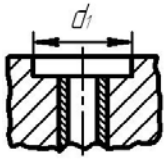
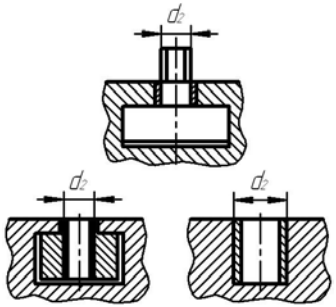
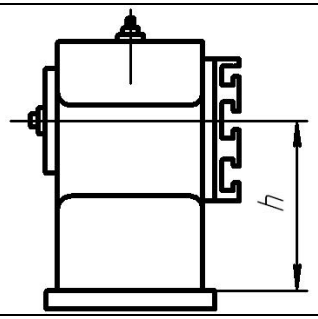
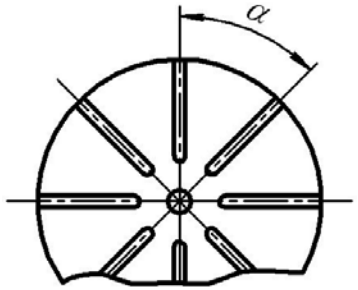
Таблица 4

Максимальные усилия на квадратных хвостовиках винтовых зажимов

s,мм	10	12	14	17	19	22
Сила,кН	4	6	10	20	35	65

Таблица 5

Унифицированные конструктивные элементы для различных установок
Размеры, мм

Серия СП	Паз П-образный		Отверстие диаметром		Диаметр d_2 крепежных резьб		Высота h центров стоек	Конусы стоек	Угловой шаг α между пазами
	Ширина a_1	Шаг t	d под установо-чный палец	d_1 цен-тральное	Практически не восприни-мающих силы резания	Восприни-мающих силы резания			
									
10	6;10	40	6;8	25	M6	M8;M10; M12	Из ряда Ra 10	2	45°;60°;90°;120°
14	8;14	60	8;12	40	M8	M10;M12; M16		3	
18	10;18	80	10;16	50	M10	M12;M16; M20		4	22°30´;45°;60°
22	12;22	100	12;20	85	M12	M16;M20; M24		5	

Стандартные фрезерные СП устанавливают на стол станка с базированием на центральный точный паз стола с помощью сменных пальцев диаметр d или шпонок шириной b и с закреплением болтами (не менее двух) диаметром d_2. Расположение и размеры установочных элементов для приспособлений этой группы приведены на рис. 4 и в табл. 6.

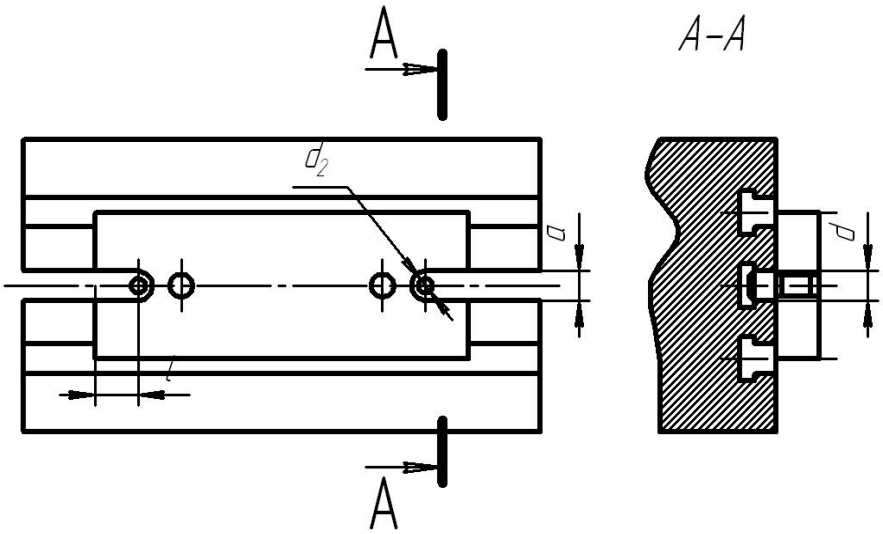


Рис. 4. Установочные элементы фрезерных приспособлений.

Таблица 6.

Размеры установочных элементов фрезерных приспособлений

Серия СП	a	d (b)	d_2	l
10	10		M8	18
14	14		M12	20
18	18		M16	25
22	22		M20	28
	28		M22	30

Сверлильные, расточные и фрезерные СП должны иметь проушины и места под прижимные планки (рис. 5, табл. 7).

Таблица 7

Размеры проушин станочных приспособлений,мм

Диаметр болта d_2	D	D_1	L, не менее	c
8	10	20	16	2
12	14	30	20	
16	18	38	25	3
20	22	44	28	

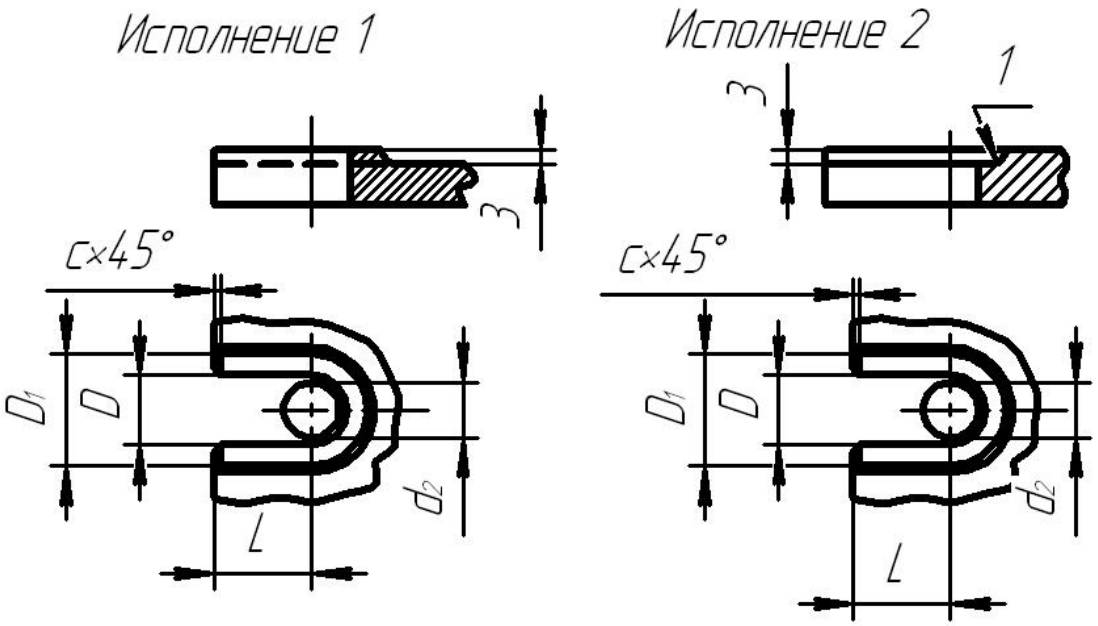


Рис.5. Проушины станочных приспособлений

СП для установки на стол станка с ЧПУ кроме обычных шпонок и пальцев должно иметь отверстие для программного пальца. Диаметр d такого отверстия составляет 20 мм для серии 10, 25 мм – для серии 14, 32 мм – для серии 18 и 40 мм – для серии 22. С плоскими поверхностями 1 и 2 для установки наладок и заготовок эти отверстия должны быть связаны точными размерами l, l_1, l_2, выражаемыми числами, кратными 5 (рис. 6).

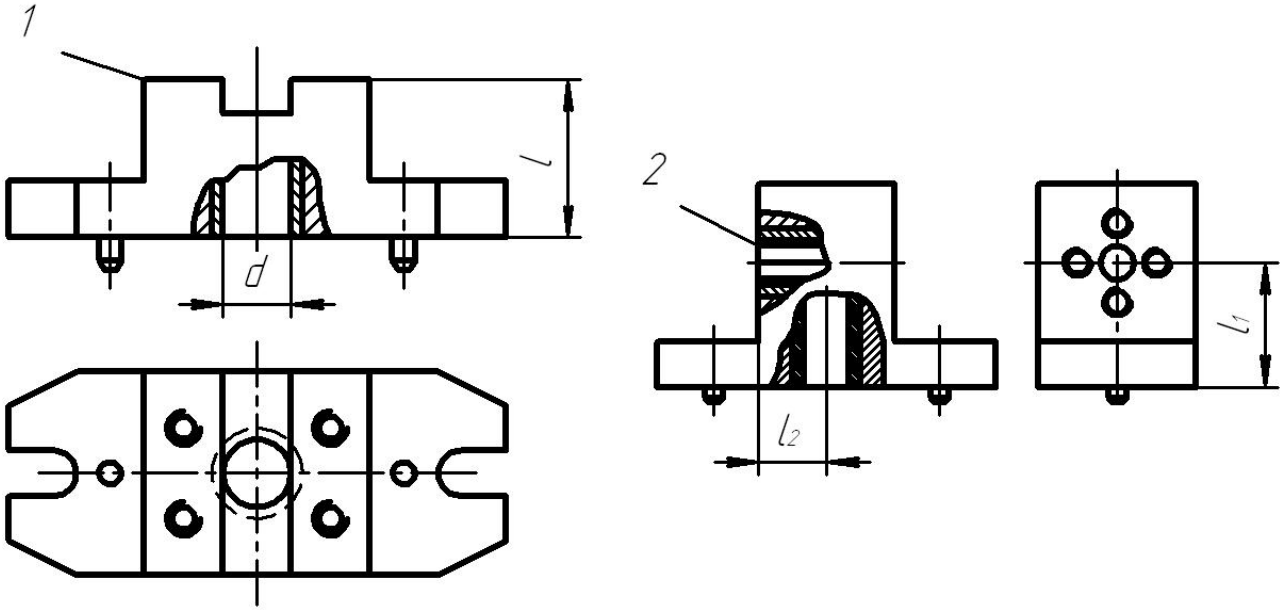


Рис. 6 Унифицированные конструктивные элементы
для установки СП на стол станка с ЧПУ