

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова

МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве практикума для обучающихся по направлениям подготовки
12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Оптотехника (уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2021

УДК 658
ПЗ0

Рецензенты: старший научный сотрудник СФ ФКУ НПО «СТиС» МВД России, кандидат технических наук *И. С. Бутримов*
кандидат технических наук, доцент СГУГиТ *С. Л. Шергин*

Петров, П. В.

ПЗ0 Машины и технологическое оборудование. Расчет количества технологической оснастки [Текст] : практикум / П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 38 с.
ISBN 978-5-907513-17-4

Практикум подготовлен кандидатом технических наук, доцентом П. В. Петровым и старшим преподавателем Е. Ю. Кутенковой на кафедре фотоники и приборостроения СГУГиТ.

Описана теория и практика расчетов потребного числа оснастки (кондукторных втулок и режущего инструмента).

Практикум по дисциплинам «Машина и технологическое оборудование», «Основы проектирования технологической оснастки» и «Основы технологии производства» предназначен для обучающихся по направлениям 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Оплотехника (уровень бакалавриата).

Рекомендован к изданию кафедрой фотоники и приборостроения, Ученым советом Института оптики и технологий информационной безопасности СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 658

ISBN 978-5-907513-17-4

© СГУГиТ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическая работа № 1. Расчет потребного числа кондукторных втулок при выполнении сверлильных операций изготовления годового выпуска деталей в кондукторе.....	5
Практическая работа № 2. Расчет потребного числа режущего инструмента, необходимого для выполнения технологического процесса обработки резанием	24
Заключение	32
Приложение 1. Стойкость режущего инструмента для традиционных станков с механическим управлением.....	33
Приложение 2. Стойкость режущего инструмента для станков с ЧПУ	36

ВВЕДЕНИЕ

Данный практикум включает две практические работы, объединенные принципом расчета числа технологической оснастки на основе исходных данных по износу.

Расчет потребного числа кондукторных втулок при выполнении сверлильных операций в кондукторе основан на исходных данных по текущему и предельно допустимому износу втулок. Методический материал подготовлен путем анализа большого числа официальных источников информации, содержит оригинальную методику и выполняется в системе субъективных ограничений.

Расчет потребного числа режущего инструмента, необходимого для выполнения технологического процесса, есть задача прогнозирования необходимого объема оснастки для бесперебойного снабжения рабочих мест. В общем случае расчет предполагает оценку необходимости, возможности и приоритетности приобретения нужного числа соответствующих типоразмеров режущего инструмента. Расчет основан на исходных данных по стойкости режущих инструментов.

Практическая работа № 1

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ЧИСЛА КОНДУКТОРНЫХ ВТУЛОК ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СВЕРЛИЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГОДОВОГО ВЫПУСКА ДЕТАЛЕЙ В КОНДУКТОРЕ

Цель работы: научиться анализировать конструкцию и работу сверлильных кондукторов, а также рассчитывать необходимое число кондукторных втулок для качественного выполнения сверлильных операций изготовления годового выпуска деталей с применением кондукторов.

Общие теоретические сведения

Кондукторы: определение, назначение, классификация

Кондуктор в приборо- и машиностроении представляет собой «приспособление для направления режущего инструмента и обеспечения его правильной пространственной ориентации относительно обрабатываемого изделия, а также придания инструменту жесткости и устойчивости» [1].

Кондукторы нашли широкое применение в мелко-, средне- и крупносерийном производстве деталей любой формы при обработке отверстий на сверлильных, агрегатных и расточных станках для обеспечения точности координирующих размеров отверстий с точностью не лучше $\pm 0,1$ мм.

Данная практическая работа посвящена сверлильным кондукторам, которые, как правило, одноместные, однако известны примеры сверления по кондуктору тонких пластин «пачками», наложив одну на другую [2, 3].

Анализ специализированных электронных источников [4, 5] и печатной технической литературы [6–16] выявил отсутствие единой, общепринятой классификации сверлильных кондукторов, а также недостатки соответствующей терминологии. Например, в классификациях [4–6] присутствует неупорядоченная комбинация различных принципов классификации. К примеру [5], в одном классификационном ряду одновременно находятся ящичные кондукторы (конструкторский принцип классификации),

универсальные кондукторы (классификация по степени специализации) и скользящие (классификация кондукторов по способу позиционирования на столе станка). Кроме того, некоторые кондукторы в разных источниках носят различные наименования, но являются по сути одной и той же разновидностью. Так, например, ящичные кондукторы называются еще закрытыми, или коробчатыми, кантующиеся кондукторы – опрокидываемыми, передвижные – скользящими, накладные – съемными, стационарные – закрепляемыми, клещевые – вафельными. Вариант предлагаемой нами классификации кондукторов будет представлен вне рамок данного практикума.

Приведем общие сведения по некоторым наиболее распространенным разновидностям кондукторов: накладным, поворотным, крышечным, кантующимся, а также кондукторам тисочного и клещевого типов.

Накладные кондукторы (рис. 1.1) наиболее просты по конструкции. Они эффективны для односторонней обработки отверстий, расположенных в горизонтальной плоскости крупных заготовок простой формы.

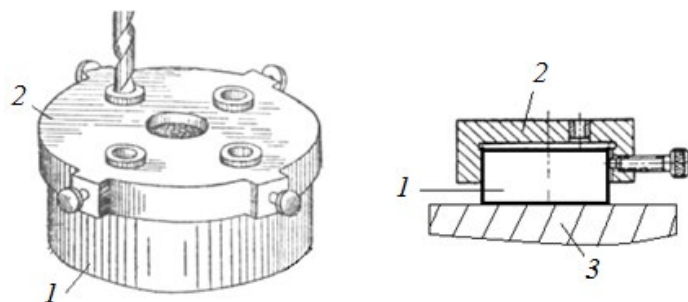


Рис. 1.1. Примеры накладных (съемных) кондукторов:

1 – заготовка; 2 – кондуктор; 3 – стол станка

Поворотные кондукторы (рис. 1.2) оснащены поворотным устройством для многосторонней обработки радиальных отверстий на поверхностях вращения.

Крышечные [2] кондукторы отличаются наличием откидной плиты с кондукторными втулками (рис. 1.3) или прижимной планки (рис. 1.4) для односторонней обработки отверстий в заготовках любой формы.

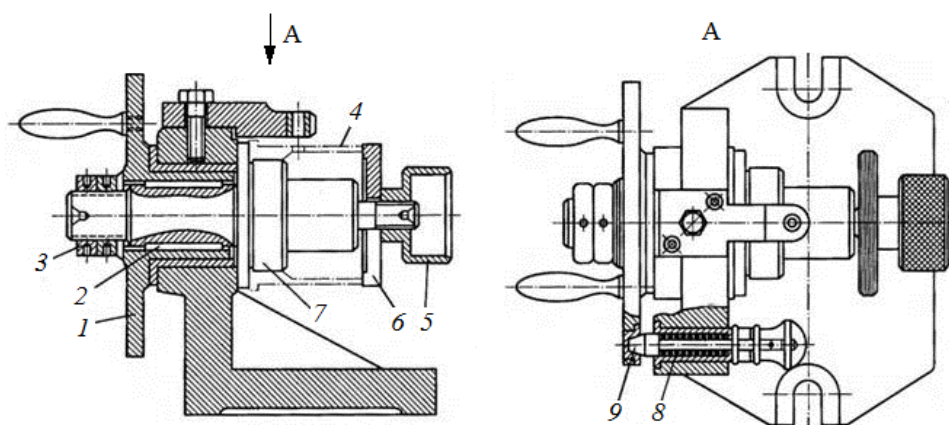


Рис. 1.2. Пример поворотного кондуктора:

1 – делительный диск; 2 – шпонка; 3, 5 – гайки; 4 – заготовка; 6 – разрезная шайба; 7 – шпиндель; 8 – пружина; 9 – фиксатор

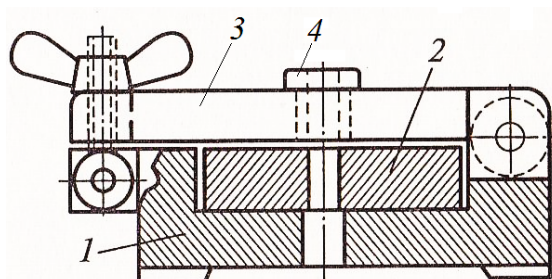


Рис. 1.3. Пример крышечного кондуктора с откидной кондукторной плитой:

1 – корпус; 2 – заготовка; 3 – кондукторная плита; 4 – кондукторная втулка

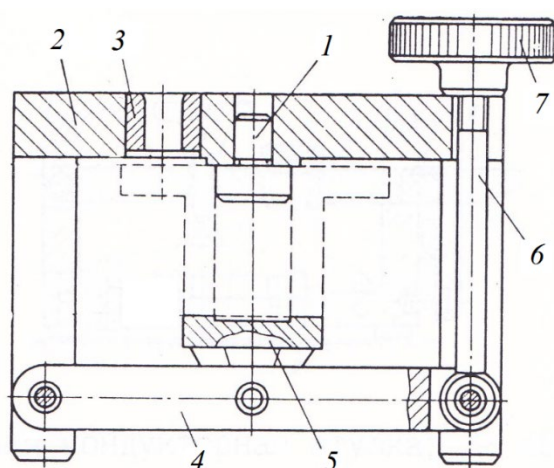


Рис. 1.4. Пример крышечного кондуктора с откидной прижимной планкой:

1 – установочный палец; 2 – кондукторная плита; 3 – кондукторная втулка; 4 – откидная планка; 5 – прижимная пята; 6 – откидной болт; 7 – гайка

Кондукторы тисочного типа (рис. 1.5) применяются для односторонней обработки отверстий на плоскостных заготовках.

Кондукторы клещевого типа (рис. 1.6) применяются для одно- или двусторонней обработки отверстий в плоскостных заготовках.

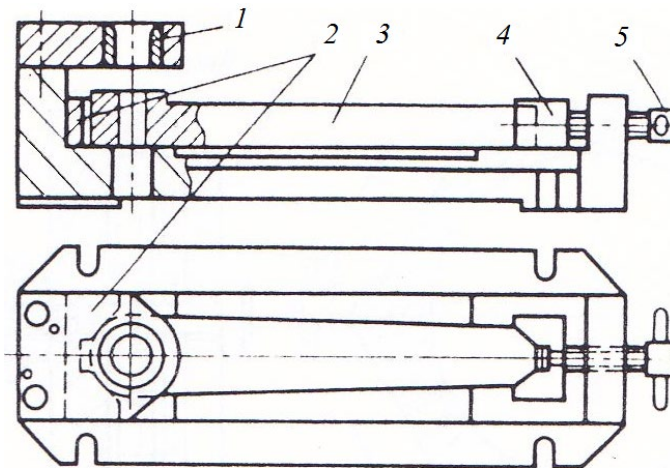


Рис. 1.5. Пример кондуктора тисочного типа:

1 – кондукторная втулка; 2 – неподвижная призма; 3 – заготовка; 4 – подвижная призма; 5 – винт зажимной

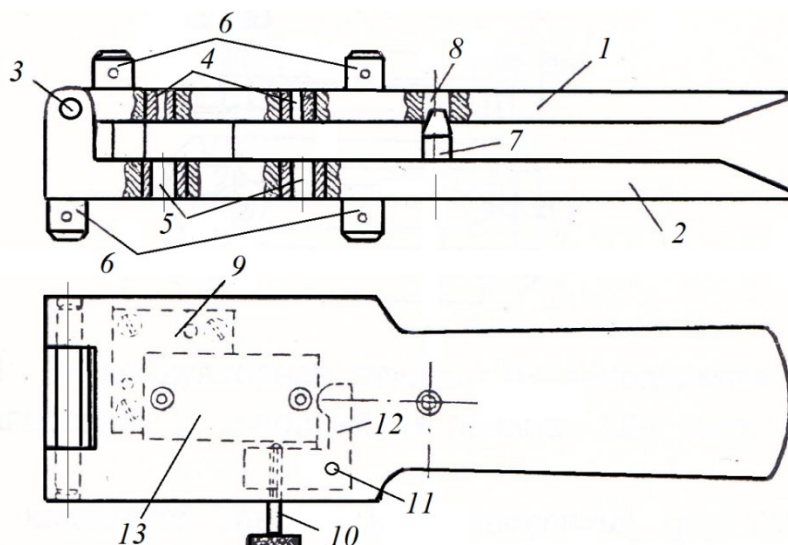


Рис. 1.6. Пример кондуктора клещевого типа
для двусторонней обработки отверстий:

1, 2 – верхняя и нижняя кондукторные плиты (планки); 3 – шарнирный штифт; 4, 5 – кондукторные втулки, соответственно, для направления сверла и зенкера; 6 – ножки, по четыре на каждую плиту (планку); 7 – конусный штифт; 8 – отверстие под штифт 7; 9 – угольник упорный неподвижный; 10 – винт прижимной; 11 – ось; 12 – угольник качающийся прижимной; 13 – заготовка

Кантующиеся кондукторы (рис. 1.7, 1.8) используют, как правило, для двух-, трех- и четырехсторонней обработки отверстий на торцах, гранях или поверхностях вращения. При этом «масса кондуктора вместе с заготовкой не должна превышать 5 кг, диаметр обрабатываемого отверстия не должен быть больше 10 мм, а глубина – не более 3–4 диаметров» [2].

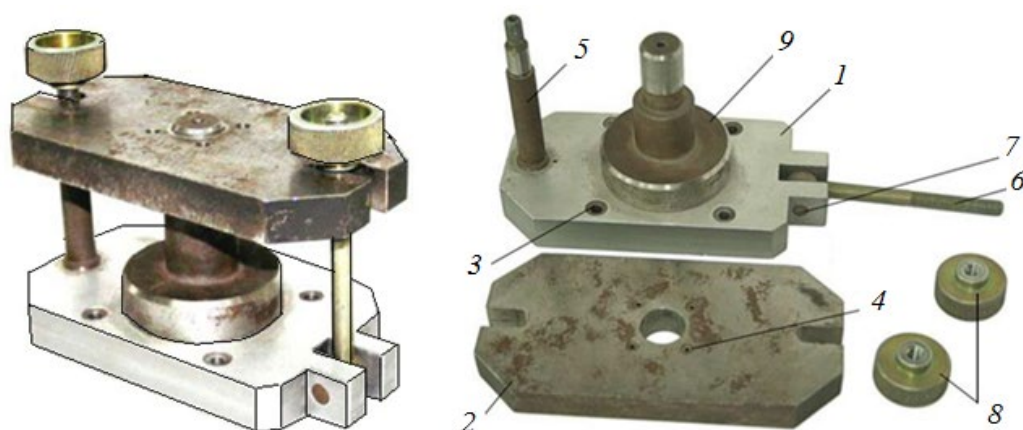


Рис. 1.7. Пример кантующегося кондуктора для сверления отверстий на двух торцах втулки:

1, 2 – кондукторные плиты; 3, 4 – кондукторные втулки (по четыре на каждой плите); 5 – неподвижная резьбовая стойка; 6 – откидная резьбовая стойка с осью 7; 8 – прижимные круглые гайки с накаткой; 9 – ступенчатая оправка

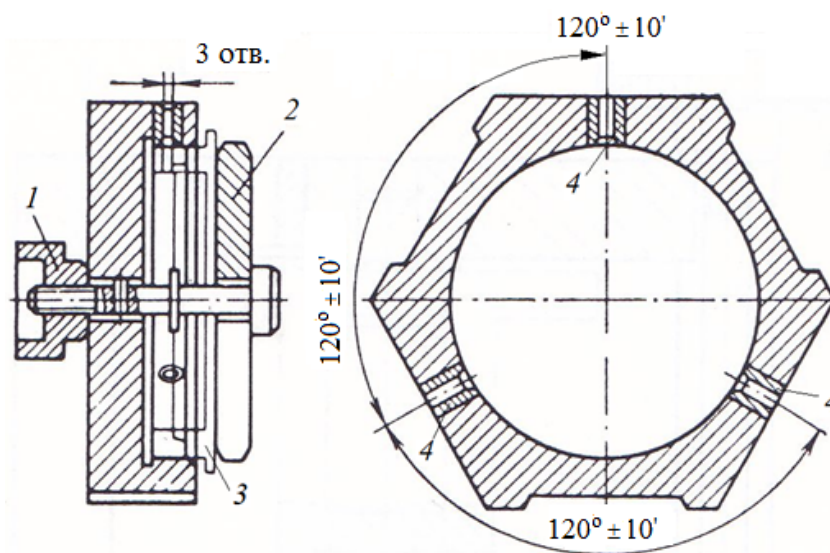


Рис. 1.8. Пример кантующегося кондуктора для сверления отверстий на поверхности вращения:

1 – зажимная круглая гайка; 2 – быстросъемная шайба; 3 – заготовка; 4 – кондукторные втулки

Кондукторные втулки: назначение, конструкция

Основным элементом конструкции, определяющим функциональное назначение любого кондуктора, являются кондукторные втулки. Применение кондукторных втулок позволяет устранять разметку, уменьшает увод оси и разбивку обрабатываемого отверстия. Точность диаметра отверстий повышается в среднем на 50 % по сравнению с точностью при обработке без кондукторных втулок [11, 17]. Для снижения нагрева инструмента и возможности его заедания во втулке применяется охлаждение.

Ответ на вопрос о соотношении числа кондукторных втулок в кондукторе и числа отверстий, обрабатываемых в заготовке по кондуктору, не очевиден. Как правило, эти числа равны, но не всегда. Авторам данного издания известен случай применения в заводской практике двуместного кондуктора с установкой двух заготовок рядом друг с другом. Кроме того, в литературе [2] описан двусторонний односторонний кондуктор, в котором одни и те же отверстия обрабатываются с разных сторон через разные втулки сначала сверлом, а затем зенкером (см. рис. 1.6). Таким образом, как и в предыдущем примере, кондукторных втулок в кондукторе вдвое больше числа отверстий в заготовке.

По конструкции различают постоянные, сменные, быстросменные и специальные кондукторные втулки.

Постоянные кондукторные втулки изготавливаются без буртика (рис. 1.9, а) и с буртиком (рис. 1.9, б), запрессовываются непосредственно в кондукторную плиту по посадке H7/n6 и применяются для обработки отверстий одним инструментом (сверлом или зенкером) в мелкосерийном производстве. Конструкция и размеры кондукторных втулок стандартизованы [18–20].

Сменная кондукторная втулка [21] изготавливается с буртиком и устанавливается в кондукторную плиту через промежуточную (постоянную) втулку по посадке H7/g6. Сменные втулки применяются для обработки отверстий одним инструментом (сверлом или зенкером) в крупносерийном и массовом производствах, когда необходима сравнительно частая их замена вследствие износа. Во избежание проворачивания и подъема при обработке такие втулки закрепляются винтом (рис. 1.9, в). Для удаления сменной втулки надо вывернуть винт.

Быстросменная кондукторная втулка [22], как и сменная, устанавливается в кондукторную плиту через промежуточную (постоянную) втулку по посадке H7/g6 и применяется в средне- и крупносерийном производствах при обработке отверстий несколькими последовательно сменяемыми инструментами (например, сверлом, зенкером и разверткой) за одну установку заготовки в приспособлении. При этом для направления каждого инструмента используется отдельная быстросменная втулка соответствующего диаметра. На буртике быстросменной втулки выполнен сквозной продольный паз, позволяющий легко вынимать и вставлять втулку при замене, а также боковой уступ для головки винта, удерживающего ее от выталкивания стружкой. При снятии втулку поворачивают против часовой стрелки до совпадения паза с головкой винта и поднимают вверх (рис. 1.9, з).

Отверстие кондукторной втулки для направления режущего инструмента обрабатывается шлифованием по 7-му качеству точности с шероховатостью 0,40 мкм по шкале Ra. Отверстие выполняется по диаметру инструмента с допуском F7. Эксцентриситет (соосность) посадочной поверхности втулки относительно отверстия не должен превышать 5 мкм [11, 23].

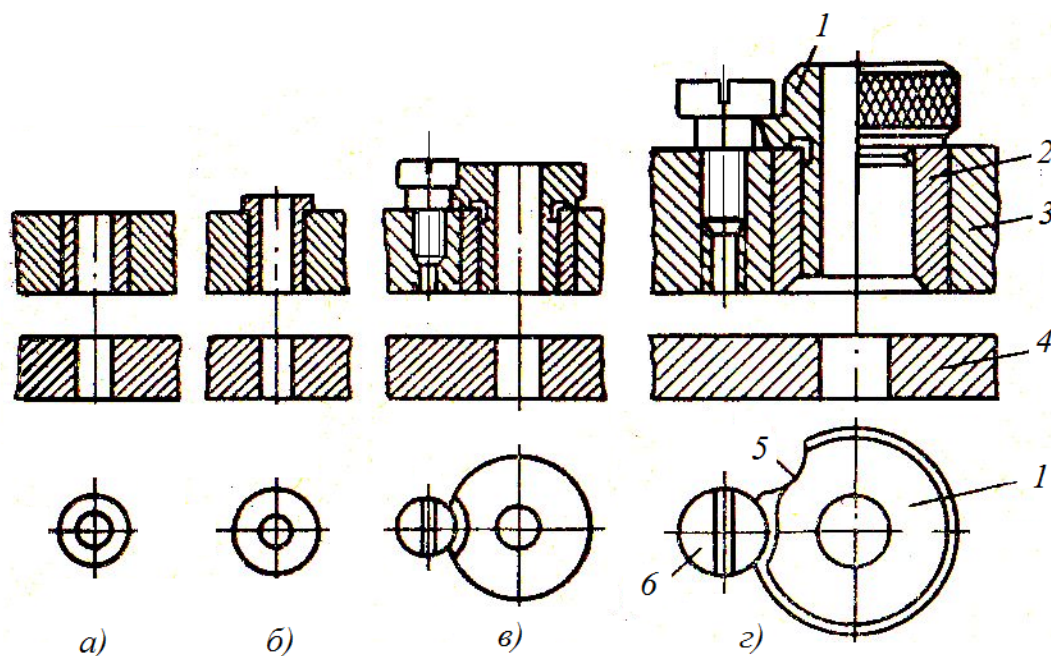


Рис. 1.9. Общий вид стандартных кондукторных втулок:

а) постоянная без буртика; б) постоянная с буртиком; в) сменная; з) быстросменная: 1 – кондукторная втулка; 2 – промежуточная втулка; 3 – кондукторная плита; 4 – заготовка; 5 – сквозной вырез; 6 – головка винта

Специальные кондукторные втулки (рис. 1.10) применяются для нестандартных случаев обработки отверстий.

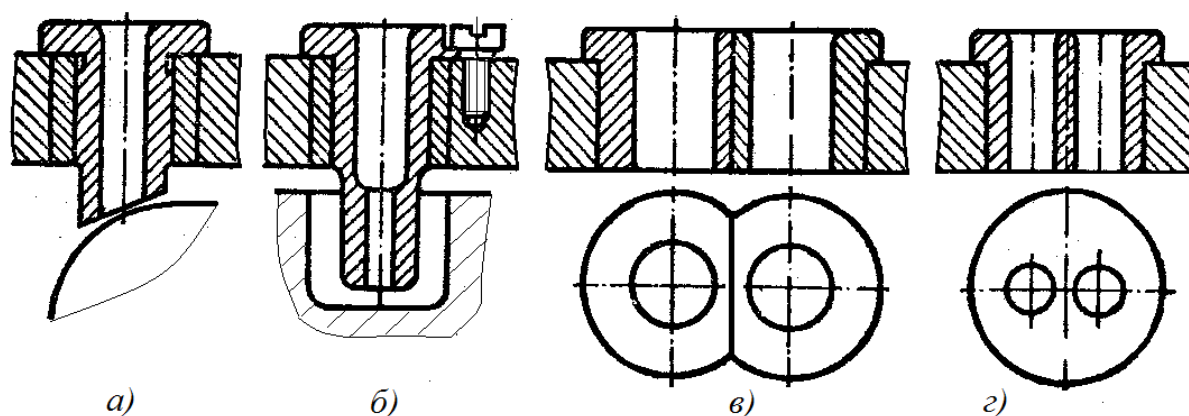


Рис. 1.10. Примеры специальных кондукторных втулок:

а) втулка для обработки отверстия в наклонной площадке; *б)* втулка для обработки отверстия в углублении; *в)* втулки срезанные для обработки двух близко расположенных отверстий; *г)* втулка для обработки двух мелких отверстий

Согласно стандартам [18–20], материал кондукторных втулок задается с учетом диаметра отверстий в них для направления режущего инструмента. При диаметре отверстий до 9 мм втулки изготавливались из стали марки 9ХС, свыше 9 и до 27 мм – из стали марки У10, свыше 27 мм – из стали марки 20Х. Интересно, что спустя пять лет после введения упомянутых стандартов (примерно в 1980 г.) сведения о материале кондукторных втулок были исключены из стандарта. В настоящее время широко упоминается другое правило назначения материала: «кондукторные втулки с диаметром отверстия до 25 мм изготавливают из стали марок У10А, У12А и 9ХС, с диаметром более 25 мм – из стали марок 20, 20Х» [6, 9–11, 23–25, 27]. Авторами данного учебного издания пока не выяснен принцип назначения материала втулок: почему именно такая градация диаметров отверстий (9, 25, 27 мм) и именно такие марки стали? Тем более, что иногда упоминается в качестве материала втулок твердый сплав марки ВК6, который назначается вне связи с диаметром отверстий [13, 25, 26].

Особого внимания заслуживает задача оптимизации зазора между нижним торцом кондукторной втулки и ближайшей к торцу поверхности заготовки, в которой обрабатываются отверстия по кондуктору (рис. 1.11).

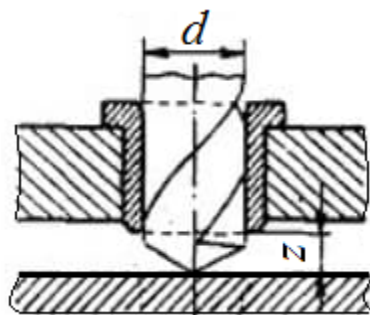


Рис. 1.11. Графическое пояснение к понятию «зазор»:

d – диаметр направляющего отверстия кондукторной втулки (0,19–80,0 мм);
 z – зазор между поверхностью заготовки и нижним торцом кондукторной втулки

Величина зазора (z) влияет на пакетирование стружки в отверстиях (d) кондукторной втулки, на износ и нагрев втулки и инструмента, на увод инструмента, на необходимую длину рабочей части режущего инструмента. Обобщая данные различных источников [6, 11, 14, 26], для оптимизации вышеперечисленных факторов зазор можно принять равным:

- $(0,5...1,0)d$, при сверлении по стали, меди, алюминиевым сплавам и другим вязким материалам ($1,5d$, при сверлении глубоких отверстий [11]);
- $(0,3...0,5)d$, при сверлении по чугуноу, бронзе и другим хрупким материалам;
- 1...2 мм, при сверлении по наклонной или криволинейной поверхности;
- $0,3d$, при зенкероуании [6];
- $(0,5...1,0)d$, при развертывании [14].

Кондукторные втулки: износ

В процессе эксплуатации кондукторные втулки интенсивно изнашиваются, что приводит к снижению точности обработки отверстий. Прогнозирование износа позволит избежать брака и заранее подготовить потребное число кондукторных втулок.

Средние сроки службы кондукторной втулки систематизированы и сведены в табл. 1.1. Однако, считаем, что данная статистика не применима для расчета потребного количества кондукторных втулок, так как

число просверленных сверлений не является объективным показателем срока службы кондукторной втулки. Более важными и объективными являются сведения о материалах кондукторной втулки и обрабатываемого изделия, а также диаметры и общая глубина обрабатываемых отверстий.

Таблица 1.1

Средние сроки службы кондукторных втулок

Срок службы кондукторной втулки	Источник информации
10 000...15 000 сверлений	[7, 8, 11, 17, 26, 28]
10 000...20 000 сверлений	[9]
12 000...16 000 просверленных отверстий	[10]
15 000... 40 000 сверлений (при обработке грубых отверстий)	[26]
12 000 000...16 000 000 просверленных отверстий	[6]

Как утверждает К. В. Шубников [15, с. 34], «ввиду недостатка статистических данных провести расчеты износа кондукторных втулок в настоящее время не представляется возможным». На самом деле среднестатистические данные по текущему износу втулок были и есть. Они применимы для предварительного и укрупненного расчетов [6, 10, 11, 13, 17, 26, 27]. Другое дело, что эти данные в большинстве случаев недостаточно конкретизированы, например, обезличены в отношении материала втулок. В остальных случаях они ограничены узкой областью применения, например, для сверления заготовок из стали марки 40 по кондукторным втулкам из стали марки У12А [11] или сложной комбинацией многочисленных параметров, входящих в корреляционные уравнения [13].

Допустимый износ кондукторных втулок также приведен для частного случая (для сверления по кондуктору отверстий 11-го качества) [11, 27].

Вызывает недоумение, что за длительное время активного применения кондукторов не была накоплена подробная статистика по износу кондукторных втулок для разных условий их работы. Что касается последних 20–30 лет, то отсутствие таких исследований оправдано широким применением сверлильных станков с ЧПУ, на которых кондукторы не применяются.

Для сокращения размерности (упрощения) практической работы введем ряд ограничений (допущений).

Допущения к практической работе

- Тип производства деталей с обрабатываемыми резанием отверстиями – серийный.
- Отверстия по кондуктору выполняются сверлением спиральными быстрорежущими сверлами на вертикально-сверлильном станке.
- Заготовки, в которых выполняется сверление отверстий, выполнены из стали, серого чугуна или алюминиевых сплавов.
- Кондукторные втулки выполнены из стали марки У10А.
- Тип кондукторных втулок – постоянные втулки с буртиком.
- Исходный износ всех кондукторных втулок кондуктора одинаков (или отсутствует у всех втулок, или имеет одинаковую величину).
- Износ каждой кондукторной втулки происходит на всем протяжении контакта сверла и отверстия во втулке как при рабочей подаче инструмента, так и во время вывода сверла из кондуктора.
- В длину контакта сверла с отверстием кондукторной втулки входит удвоенная сумма трех составляющих: длины кондукторной втулки, зазора между нижним торцом втулки и ближайшей поверхностью заготовки, длины (глубины) отверстия в заготовке.
- Зависимость между величиной износа и длиной контакта с отверстием кондукторной втулки носит линейный характер.
- Текущий износ втулки определяется усредненным показателем износа на 10 м длины контакта сверла с отверстием кондукторной втулки:
 - 9 мкм, при обработке в сером чугуне отверстия диаметром до 10 мм, включительно, и 4 мкм при обработке отверстия диаметром свыше 10 мм;
 - 16 мкм, при обработке в стали отверстия диаметром до 10 мм, включительно, и 6 мкм при обработке отверстия диаметром свыше 10 мм;
 - 2 мкм, при обработке в алюминиевом сплаве отверстия любого диаметра.
- Предельно допустимый износ кондукторных втулок принимается по результатам исследований лаборатории МВТУ им. Баумана [11, 27].

• В общем виде расчет потребного числа кондукторных втулок i -го порядкового номера (далее – i -го номера) для сверлильной операции в отношении годового выпуска детали выполняется по следующей формуле с округлением результата до ближайшего большего целого:

$$K_{\text{вт},i} = (Q_{0,i} + N \cdot k_i \cdot Q_{\text{т},i}) / Q_{\text{д},i}, \quad (1.1)$$

где $K_{\text{вт},i}$ – потребное число кондукторных втулок i -го номера;

$Q_{0,i}$ – исходный износ кондукторных втулок i -го номера (может отсутствовать), мкм;

N – годовой выпуск детали, шт.;

k_i – число одинаковых отверстий в детали, просверливаемых через кондукторную втулку i -го номера;

$Q_{\text{т},i}$ – текущий износ кондукторных втулок i -го номера, мкм;

$Q_{\text{д},i}$ – предельно допустимый износ кондукторных втулок i -го номера, мкм.

• Расчеты выполняются для кондукторной втулки одного порядкового номера для сверления одного или нескольких одинаковых отверстий. Допускается выполнение расчетов всех кондукторных втулок в кондукторе.

Исходные данные

1. Эскиз межоперационной заготовки с указанием отверстий, просверливаемых по кондуктору, их размеров и требуемого качества.
2. Наименование и (или) изображение кондуктора, с перечислением всех кондукторных втулок и указанием их порядковых номеров.
3. Годовой выпуск детали в штуках.
4. Наименование (или марка) конструкционного материала детали.
5. Исходное состояние втулки (втулок) в кондукторе: без износа, или с заданным износом (в мкм).

Порядок выполнения работы

1. Изучить данные методические указания.
2. Оформить табл. 1.2, пользуясь исходными данными, табл. 1.3 и рис. 1.12. Табл. 1.2 заполняется для кондукторной втулки любого

порядкового номера, для сверления одного или нескольких одинаковых отверстий в заданном изделии.

Таблица 1.2

Информация об исходных данных и результатах

Сведения о просверливаемом отверстии, или одинаковых k отверстиях			Сведения о кондукторной втулке					Зазор, принятый равным половине d_0 , мм
d_0 , мм, с указанием точности, квали-тет	L_0 , мм	k	$d_{вт.}$, мм, с точно-стью по F7	D^* , мм	D , мм	h , мм	H , мм	z , мм

Таблица 1.3

Размеры кондукторных втулок (фрагмент)

Сведения о параметрах кондукторной втулки [20]				
$d_{вт.}$, мм, с точностью F7	D^* , мм	D , мм	h , мм	H , мм
1 F7	5,3	3,2	1,5	6,3
2 F7	7,0	4,5	1,5	8,0
3 F7	10,0	6,3	2,0	10,0
4 F7	12,0	8,0	2,0	10,0
5 F7	13,0	9,0	2,0	10,0
6 F7	14,0	10,0	3,0	12,0
7 F7	16,0	12,0	3,0	12,0
8 F7	18,0	14,0	3,0	12,0
9 F7	18,0	14,0	3,0	12,0
10 F7	20,0	16,0	3,0	16,0
12 F7	22,0	18,0	3,0	16,0
15 F7	26,0	22,0	3,0	20,0
18 F7	32,0	28,0	4,0	25,0

3. Построить эскиз упрощенного фрагмента кондуктора с заготовкой (рис. 1.12) с указанием на эскизе соответствующих размеров из табл. 1.2.

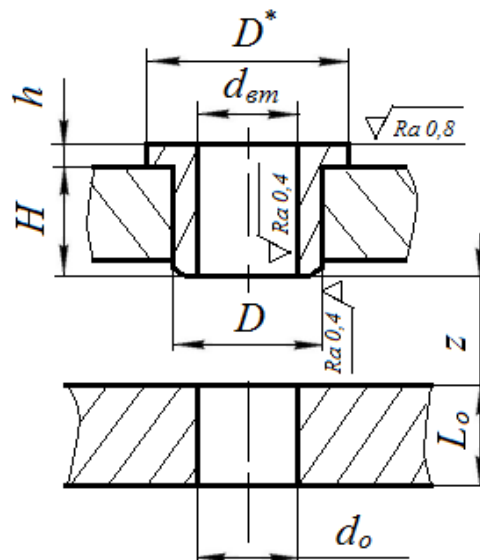


Рис. 1.12. Эскиз упрощенного фрагмента кондуктора с заготовкой, в которой сверлится отверстие (в данном случае, сквозное)

4. Выполнить расчет требуемого числа кондукторных втулок одного порядкового номера по следующей формуле, с округлением до ближайшего большего целого:

$$K_{\text{вт}} = [Q_0 + 0,2 \cdot N \cdot k \cdot Q_{\text{уд}} (H + h + z + L_0)] / Q_{\text{д}}, \quad (1.2)$$

где $K_{\text{вт}}$ – требуемое число кондукторных втулок одного порядкового номера;

Q_0 – исходный износ кондукторных втулок одного порядкового номера (указан в исходных данных), мкм;

N – годовой выпуск детали (указан в исходных данных), шт.;

k – число одинаковых отверстий в детали, просверливаемых через кондукторную втулку одного порядкового номера (определяется конструкцией кондуктора);

$Q_{\text{уд}}$ – удельный текущий износ кондукторных втулок одного порядкового номера, мкм (определяется по табл. 1.4);

H , h , z , L_0 – линейные параметры, соответственно, кондукторной втулки (H , h), зазора между нижним торцом втулки и ближайшей поверхностью заготовки (z), а также глубины (L_0) просверливаемого отверстия или отверстий (берутся из табл. 1.2);

Q_d – предельно допустимый износ кондукторных втулок одного порядкового номера, мкм (определяется по табл. 1.5).

Таблица 1.4

Удельный текущий износ кондукторных втулок

Удельный износ кондукторной втулки при сверлении отверстия d_0				
в стали		в сером чугуне		в алюминиевом сплаве
$d_0 \leq 10$	$d_0 > 10$	$d_0 \leq 10$	$d_0 > 10$	-----
16 мкм	6 мкм	9 мкм	4 мкм	2 мкм

Таблица 1.5

Предельно допустимый износ кондукторных втулок

Номинальный диаметр сверла, или отверстия в кондукторной втулке, или отверстия в заготовке, мм						
[1-3]	(3-6)	(6-10]	(10-18]	(18-30]	(30-50]	(50-80]
Предельно допустимый износ втулки при сверлении по H11, мкм						
10	15	20	25	30	35	40
Предельно допустимый износ втулки при сверлении по H12, мкм						
15	22	30	37	45	52	60
Предельно допустимый износ втулки при сверлении по H13, мкм						
20	30	40	50	60	70	80
Предельно допустимый износ втулки при сверлении по H14, мкм						
30	45	60	75	90	105	120

5. Свести промежуточные и окончательные результаты вычислений в итоговую табл. 1.6.

Таблица 1.6

Таблица результатов

Тип кондуктора	Порядковый номер кондукторной втулки	Q_0 , мкм	$Q_{уд}$, мкм	Q_d , мкм	$K_{вт}$, шт

6. По результатам выполнения работы оформить отчет. Защита работы может предполагать ответы на контрольные вопросы и задания.

Контрольные вопросы и задания

1. Что представляет собой «сверлильный кондуктор»?
2. В чем достоинства и недостатки сверлильного кондуктора?
3. Что понимается под кондукторными втулками: их назначение, особенности конструкции, классификация?
4. Для чего служит буртик в кондукторных втулках?
5. Чем можно объяснить, что данные о зазоре между кондукторной втулкой и заготовкой, отсутствуют для развертывания (обнаружены только в одном издании [14])?
6. Согласно ГОСТ 18430–73, направляющее отверстие в кондукторной втулке выполняется по диаметру инструмента с допуском в тело (в системе вала) по $f7$. Однако последующие изменения в данном стандарте предусматривали замену поля допуска и качества с $f7$ на $F7$ (система отверстия). С чем это может быть связано?
7. Выведите формулу (1.2) из формулы (1.1), фиксируя каждый шаг преобразования.
8. Входит ли в число кондукторных втулок, рассчитанных по формуле (1.2), втулка, которая установлена непосредственно в кондукторе?
9. Постройте схему установки исходного изделия в сверлильный кондуктор.

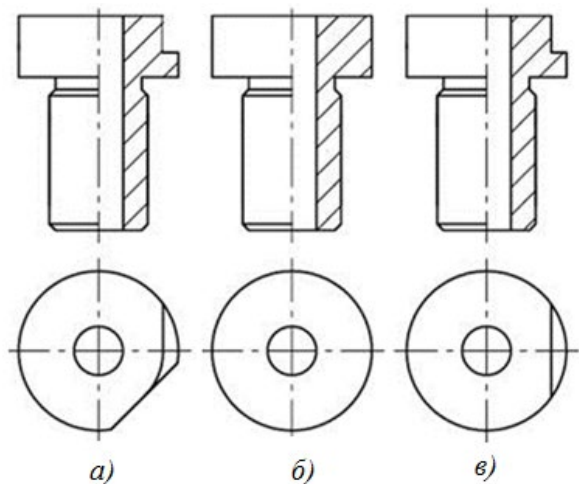


Рис. 1.13. Втулки кондукторные

10. По результатам расчетов определите длину режущей части сверла и обозначение соответствующего сверла по каталогу режущего инструмента.

11. Предложите свой принцип классификации кондукторов, нынешняя версия которой неудовлетворительна.

12. Дан рис. 1.13 с изображением трех кондукторных втулок. Определите, какая из них сменная, быстросменная и постоянная.

13. Дан рис. 1.14 с тремя изображениями. Что иллюстрируют данные изображения?

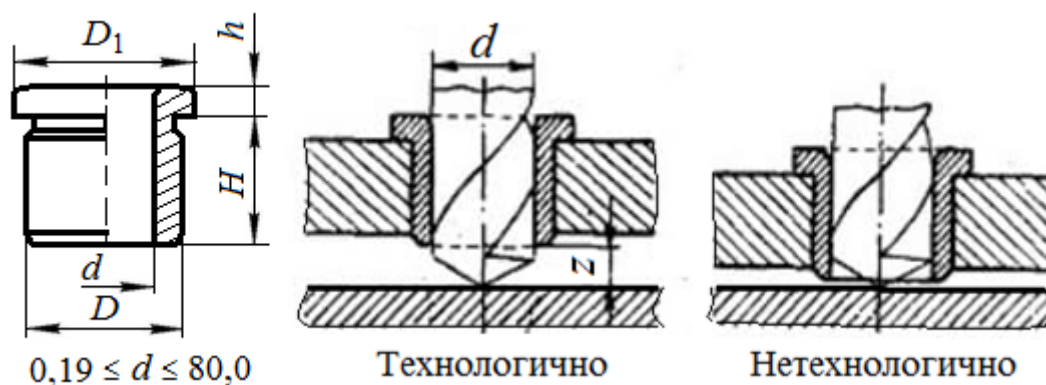


Рис. 1.14. Поясняющие изображения

14. Какую точность диаметра отверстия может обеспечить сверление отверстия по кондуктору? Ответ поясните.

15. Точность межосевых расстояний, достигаемая сверлением по кондуктору, равна 0,1 мм. Каким образом обеспечить точность размеров между центрами отверстий равную 0,01 мм?

Библиографический список

1. Политехнический словарь / Гл. ред. И. И. Артоболевский. – М. : Сов. энциклопедия, 1977. – 608 с. (Энциклопедии. Словари. Справочники).

2. Кузьмин В. В. Быстродействующие и многоместные приспособления. – Новосибирск : ОГИЗ, 1946. – 103 с.

3. Соколовский А. П. Курс технологии машиностроения. В 2-х частях. Часть 2. Технология обработки деталей машин и их элементов : учеб. для втузов. – М.-Л. : Машгиз, 1949. – 467 с.

4. Приспособления для закрепления заготовок различной формы и размеров. Приспособления-кондукторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/470216/tehnika/prisposobleniya_konduktory. – Загл. с экрана.

5. Виды и конструкция кондукторов для сверления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wikimetall.ru/oborudovanie/konduktor-dlya-sverleniya-otverstij.html>. – Загл. с экрана.

6. Черпаков Б. И. Технологическая оснастка : учеб. для учреждений сред. проф. образования. – М. : Издательский центр Академия, 2003. – 288 с.

7. Данилевский В. В. Технология машиностроения : учеб. для техникумов. – М. : Высш. школа, 1972. – 544 с.
8. Технология машиностроения: в 2 т. Т. 2. Производство машин : учеб. для вузов / В. М. Бурцев, А. С. Васильев, О. М. Деев и др. ; под ред. Г. Н. Мельникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 640 с.
9. Уткин Н. Ф. Приспособления для механической обработки. – Л. : Лениздат, 1983. – 175 с.
10. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений : учеб. пособие для учащихся техникумов. – М. : Высш. школа, 1980. – 240 с.
11. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1965. – 360 с.
12. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник. – М. : Машиностроение, 1979. – 303 с.
13. Ильицкий В. Б., Микитянский В. В., Сердюк Л. М. Станочные приспособления. Конструкторско-технологическое обеспечение эксплуатационных свойств. – М. : Машиностроение, 1989. – 208 с.
14. Афанасьев И. И., Леонов С. И. Стандартизация станочных приспособлений в ГДР. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 144 с.
15. Шубников К. В. Унифицированные переналаживаемые станочные приспособления. – Л. : Машиностроение, 1973. – 208 с.
16. Соколов Е. В. Выбор оптимальных объемов технологической оснастки. – М. : Машиностроение, 1985. – 166 с.
17. Втулки кондукторные. Типы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/1606575/tovarovedenie/vtulki_konduktornye_tipy. – Загл. с экрана.
18. ГОСТ 18435–73. Втулки кондукторные. Технические требования. – Введен 01.07.1974. – М : Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
19. ГОСТ 18429–73. Втулки кондукторные постоянные. Конструкция и размеры. – Введен 01.01.1985. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 8 с.
20. ГОСТ 18430–73 Втулки кондукторные постоянные с буртиком. Конструкция и размеры. – Введен 01.01.1985. – М : Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.
21. ГОСТ 18431–73. Втулки кондукторные сменные. Конструкция и размеры. – Введен 01.07.1974. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 14 с.

22. ГОСТ 18432–73. Втулки кондукторные быстросменные. Конструкция и размеры. – Введен 01.07.1974. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 16 с.
23. Кондукторные втулки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tehnologija-obrabotki-metallov.ru/konduktornye-vtulki.html>. – Загл. с экрана.
24. Проектирование станочных приспособлений : учеб. пособие / Ю. В. Головачев, Н. Н. Коузов, В. И. Муцялко, Г. В. Попов, М. Г. Столбушинский ; под ред. В. И. Муцялко. – Л. : Изд-во СЗПИ, 1970. – 162 с.
25. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/79/498/2299-7.php>. – Загл. с экрана.
26. Machine retaining device. ООО «Технические Системы». Станочные приспособления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mrd.oootekc.ru/lekcii-po-kursu-proektirovanie-sp/index.html>. – Загл. с экрана.
27. Проектирование кондуктора для обработки отверстий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=810281>. – Загл. с экрана.
28. Кондукторные втулки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libraryno.ru/4-11-1-konduktornye-vtulki-xvostikov_tex_osnaska_2010/. – Загл. с экрана.

Практическая работа № 2

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ЧИСЛА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Цель работы: научиться анализировать режимы резания и возможности режущего инструмента с точки зрения стойкости, а также рассчитывать потребное число режущего инструмента, необходимое для выполнения технологического процесса обработки резанием.

Общие теоретические сведения

Как известно, одним из основных критериев оптимальности технологического процесса (ТП) является наименьшая трудоемкость изготовления продукции. Однако достижение данного критерия может потребовать значительные материальные затраты. Например, обработка с интенсивными режимами резания приведет к преждевременному износу и даже поломке режущего инструмента. Это оправданно при срочном выполнении заказа или в крупносерийном и массовом производстве, подтверждая вывод, что «никому не нужна высокая стойкость инструмента при низкой производительности» [1, с. 70]. Однако нередки ситуации, когда выгоднее работать со щадящими режимами резаниями, чтобы, прежде всего, продлить работоспособность режущего инструмента, особенно в случае остроты проблемы инструментального обеспечения производства. Во-вторых, это целесообразно при неравномерной автоматизации, когда эффект, полученный на одной операции, «съедается» неэффективностью другой операции. Таким образом, актуальными критериями могут стать наибольшая стойкость инструмента и соответствие трудоемкости изготовления деталей определенной величине.

Различают период стойкости между переточками и полный (суммарный) период стойкости, измеряемые в минутах (или деталях).

Период стойкости между переточками представляет собой средний интервал времени, в течение которого инструмент находится в контакте с обрабатываемой поверхностью, сопровождающимся снятием стружки [2]. Этот интервал времени прерывается отказом инструмента, например, из-за допустимого износа, после чего следует переточка инструмента.

Установлено, что чем меньше период стойкости, тем меньше рассеяние его значений, более стабильна и надежна работа инструмента [3].

Полный (суммарный) период стойкости – это период стойкости, умноженный на число переточек. Он определяется как время работы режущего инструмента до достижения такого состояния, когда дальнейшая работа данным инструментом невозможна из-за внезапного отказа.

Стойкость инструмента, соответствующая наименьшей себестоимости обработки, называется экономической стойкостью.

Согласно исследованиям [4], фактически инструменты выдерживают в 2–8 раз меньшее число периодов стойкости, чем предусмотрено нормативами. Отчасти причина в плохой эксплуатации инструмента. Кроме того, стойкость изменяется от переточки к переточке. Стойкость одного периода может отличаться от стойкости другого периода в 2 раза. Средняя стойкость максимальна во втором, реже в третьем периодах. В автоматизированном производстве важны большие периоды стойкости и потому после первых переточек инструмент исключается из эксплуатации.

Из-за случайного характера стойкости, ее невозможно представить в виде строго определенной функции. Некоторые исследователи насчитывают свыше 13 миллионов сочетаний параметров, влияющих на износ режущего клина [5].

Стойкость характеризует не сам инструмент, а его способность к обработке определенных материалов и режимы резания. Производительность и себестоимость резания во многом определяются стойкостью инструмента, наибольшее влияние на которую оказывает скорость резания. С увеличением скорости резания производительность растет, но быстрее изнашивается инструмент. Например, увеличение скорости резания на 10 % сопровождается уменьшением стойкости быстрорежущего резца на 50 %, сверла – на 38 %, цилиндрической фрезы – на 23 % [6].

При увеличении в два раза скорости резания твердосплавным резцом, стойкость резца может уменьшиться в 16 раз [7] или даже в 32 раза [8]. Причем снижение стойкости в 5–10 раз позволяет повысить производительность обработки лишь на 10–15 % [9]. При этом учащаются переточки и смена инструмента, что отрицательно влияет на производительность.

Подача оказывает меньшее влияние на стойкость, чем скорость, а глубина резания – еще меньше. Например, при увеличении каждого из параметров режима резания в 2 раза, стойкость уменьшится в 16 раз за счет скорости резания, в 3 раза за счет подачи и в 1,7 раза за счет глубины [7].

Смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) оказывает неоднозначное влияние на стойкость. Например [7], резание твердосплавным резцом до скорости 80 м/мин без охлаждения дает более высокую стойкость, чем с охлаждением поливом. Охлаждение распыленной СОЖ до скорости 100 м/мин дает значительное повышение стойкости по сравнению с охлаждением поливом. При скорости резания выше 100 м/мин более эффективен полив СОЖ. В ряде случаев [10, 11] применение распыленной СОЖ увеличивает стойкость режущих инструментов в 2-3 раза. Стойкость сверл с отверстиями для подвода СОЖ в 8 раз превышает стойкость стандартных сверл [7].

Допущения к практической работе

- Расчету подлежат потребное число режущих инструментов; число деталей, получаемых без переточки инструментов, а также число переточек инструментов, на основе нормативных периодов стойкости.

- Расчеты ведутся:

- а) в отношении некомбинированного быстрорежущего и твердосплавного режущего инструмента для станков с ЧПУ и с механическим управлением: проходных, расточных, подрезных, прорезных (отрезных) и резьбовых резцов; торцовых, концевых и дисковых фрез; сверл (в том числе центровочных), зенкеров (зенковок, цековок), разверток, метчиков и плашек;

- б) для случая обработки резанием конструкционной и легированной стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов;

в) с применением коэффициента случайной убыли, который учитывает необходимость запаса инструмента из-за непредвиденных потерь.

- Оформление работы может быть сделано произвольно, ориентируясь на общие требования к оформлению отчетов по практическим работам.

Исходные данные

1. Маршрутно-операционное описание одного (или более одного) технологического процесса изготовления исходной детали резанием, в любой стандартной или произвольной форме, с указанием основного времени (t_o) по каждому технологическому переходу и типа применяемого режущего инструмента.

2. Эскиз изготавливаемой детали с обозначением и нумерацией обрабатываемых поверхностей (на усмотрение преподавателя).

2. Годовой выпуск исходной детали в штуках (N).

Порядок выполнения работы

По каждому исходному ТП выполнить последующие пункты 1, 2 с заполнением табл. 2.1.

1. Занести в колонки 1, 2 табл. 2.1, соответственно, порядковый номер и наименование режущего инструмента (РИ) из описания заданного ТП. Если один и тот же РИ используется в разных переходах одной или разных технологических операций, то он записывается один раз, занимая одну строчку. В остальных случаях он записывается столько раз, сколько раз упоминается в описании ТП.

2. По каждому РИ выполнить пункты 2.1–2.9.

2.1. Занести в колонку 3 табл. 2.1 значения Σt_o , где Σt_o – сумма всех t_o по всем технологическим переходам одной или нескольких технологических операций, в которых данный РИ применяется.

2.2. Заполнить колонку 4 табл. 2.1, умножая данные колонки 3 на величину N , где N – заданный годовой выпуск деталей.

2.3. Заполнить колонки 5–7 табл. 2.1, обращаясь к соответствующим таблицам прил. 1, 2, где T (мин) – полный период стойкости РИ; T^* (мин) – период стойкости РИ между переточками; K_y – коэффициент случайной убыли РИ.

Таблица 2.1

Информация об исходных данных и результатах

№ РИ	Наимено- вание РИ	Σt_0 мин	$N \cdot \Sigma t_0$ мин	T , мин	T^* , мин	K_y	R , шт	M , шт	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
...									

2.4. Рассчитать потребное число (R) каждого РИ, по следующей формуле, подставляя данные из колонок 4, 5 и 7 табл. 2.1:

$$R = K_y \cdot N \frac{\Sigma t_0}{T}. \quad (2.1)$$

2.5. Округлить значения R до ближайшего большего целого с внесением результатов в соответствующие строки колонки 8 табл. 2.1;

2.6. Для каждого РИ рассчитать по следующей формуле число деталей (M), получаемых без переточки РИ, подставляя данные из колонок 3, 6 табл. 2.1:

$$M = \frac{T^*}{\Sigma t_0}. \quad (2.2)$$

2.7. Округлить значения M до ближайшего меньшего целого с внесением результатов в соответствующие строки колонки 9 табл. 2.1.

2.8. Для каждого РИ рассчитать по следующей формуле нормативное число переточек (P), подставляя заданные значения периодов стойкости T и T^* :

$$P = \frac{T}{T^*}. \quad (2.3)$$

2.9. Округлить значения P до ближайшего меньшего целого с внесением результатов в соответствующие строки колонки 10 табл. 2.1.

3. По итогам вычислений необходимо установить:

а) какой из РИ является наиболее востребованным по причине малого периода стойкости;

б) какой из РИ обладает наибольшей стойкостью, исчисляемой в обрабатываемых деталях без переточки;

в) какие из РИ допускают наибольшее и наименьшее число переточек для заданных периодов стойкости.

4. Если расчеты выполнялись по двум и более исходным ТП, то результаты вычислений необходимо сравнить по ТП и сделать вывод. Допускается сравнение по другим критериям, введенным самостоятельно.

Контрольные вопросы и задания

1. Что понимается под периодом стойкости режущего инструмента?

2. Согласны ли вы с утверждением: «если период стойкость сверла равен 20 мин, то сверло нужно перетачивать через каждые 20 мин. работы»?

3. Согласны ли вы, что «работа инструмента с меньшим периодом стойкости более надежна, чем с большой стойкостью»?

4. Почему при работе на полуавтоматах, автоматах и автоматических линиях необходим большой период стойкости?

5. Что понимается под полным периодом стойкости режущего инструмента?

6. Что понимается под экономической стойкостью инструмента?

7. Какую роль в расчетах играет коэффициент случайной убыли?

8. Какой режущий инструмент наименее надежен?

9. Как можно увеличить стойкость режущего инструмента?

10. Как скорость резания влияет на стойкость режущего инструмента?

11. Как подача и глубина резания влияют на стойкость инструмента?

12. Оцените достоверность результатов практической работы.

Библиографический список

1. Кувшинский В. В. Фрезерование. – Свердловск : Машгиз, 1958. – 410 с.

2. Коваленко А. В. Точность обработки на станках и стандарты. – М. : Машиностроение, 1992. – 160 с.

3. Старков В. К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. – М. : Машиностроение, 1989. – 296 с.
4. Хае Г. Л. Прочность режущего инструмента. – М. : Машиностроение, 1975. – 168 с.
5. Вульф А. М. Резание металлов. – Л. : Машиностроение, 1973. – 496 с.
6. Горелов В. М. Резание металлов. – М. : Машиностроение, 1966. – 205 с.
7. Драгун А. П. Режущий инструмент. – Л. : Лениздат, 1986. – 271 с.
8. Износ и стойкость инструмента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/3_5945_iznos-i-stoykost-instrumentov.html. – Загл. с экрана.
9. Филоненко С. Н. Резание металлов. – Киев : Техника, 1975. – 232 с.
10. Орнис Н. М. Основы механической обработки металлов. – М. : Машиностроение, 1968. – 230 с.
11. Аршинов В. А., Алексеев Г. А. Резание металлов и режущий инструмент. – М. : Машиностроение, 1976. – 440 с.
12. Каневский Г. Н., Шварев А. С. Методика автоматизированного прогнозирования расхода режущего инструмента для станков с ЧПУ // Машиностроение и транспорт: теория, технологии, производство. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 2 (117). – С. 133–141.
13. Рыжкин А. А., Шучев К. Г., Климов М. М. Обработка материалов резанием : учеб. пособие. – Ростов н/Д. : Феникс, 2008. – 411 с. – (Высшее образование).
14. Волович В. А., Керженцев А. Ф., Филатов И. Г. Нормирование расхода режущего инструмента в машиностроении : справочник. – Минск : Белорусь, 1989. – 176 с.
15. Берилов Д. П. Количественная оценка проектных решений на ранних стадиях проектирования технологических процессов : выпускная квалификационная работа по направлению 12.03.01 Приборостроение. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 64 с.
16. Коротков А. А. Разработка методики инструментального обеспечения современного технологического процесса механической обработки :

выпускная квалификационная работа по направлению 12.03.01 Приборостроение. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 40 с.

17. Ахумов А. В. Организация и планирование машиностроительного производства : справочник. – Л. : Машиностроение, 1972. – 208 с.

18. Нормативы времени и режимов резания для нормирования работ на фрезерных станках с ЧПУ и типа «обрабатывающий центр». Мелкосерийное и единичное производства. – М. : ВНИИТЭМР, 1986. – 151 с.

19. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – М. : Экономика, 1990. – 472 с.

20. Экономика и организация производства в дипломных проектах: учебное пособие для машиностроительных вузов / К. М. Великанов, Э. Г. Васильева, В. Ф. Власов и др. ; под общ. ред. К.М. Великанова. – Л. : Машиностроение, 1986. – 285 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика расчета потребного числа кондукторных втулок разработана авторами впервые и ставит ряд аналитических задач, которые имеют самостоятельное значение.

Основные этапы расчета потребного числа режущих инструментов уже рассматривались авторами в выпускных квалификационных работах бакалавров (см. библиографический список в практической работе № 2 [15, 16]). В работе 2017 г. расчет выполнялся как часть задачи прогнозирования технологических решений на ранних стадиях разработки ТП. В работе 2019 г. расчет являлся частью задачи общего инструментального обеспечения ТП. И в том, и другом случае возникала проблема достоверности результатов. Предлагаемая методика учитывает в расчетах коэффициент случайной убыли, хотя в ряде современных работ данный фактор игнорируют, например (см. библиографический список в практической работе № 2 [12]). Кроме того, методика основана на более строгой официальной справочной и нормативной информации. Ввиду отсутствия единого источника информацию пришлось компилировать из нескольких изданий (см. библиографический список в практической работе № 2 [13, 14, 17–20]). Результаты приведены в прил. 1 и 2.

**СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ТРАДИЦИОННЫХ СТАНКОВ
С МЕХАНИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Таблица П.1.1

Стойкость и коэффициент случайной убыли резцов

Тип резца	Обрабатываемый материал			Коэффициент случайной убыли
	сталь	чугун	медные и алюминиевые сплавы	
	Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)			
С пластинками из твердого сплава				
Проходной, подрезной	60/840	70/980	90/1260	1,1
Расточной	60/1020	70/1190	90/1530	1,2
Отрезные, прорезные	60/840	70/980	90/1260	1,15
Резьбовые	30/300	36/360	48/480	1,07
С пластинками из быстрорежущей стали				
Проходной, подрезной	60/780	70/910	84/1092	1,1
Расточной	60/720	70/840	84/1000	1,2
Отрезные, прорезные	60/840	70/980	84/1176	1,15
Резьбовые	30/300	36/360	48/480	1,07

Таблица П.1.2

Стойкость и коэффициент случайной убыли фрез

Тип фрезы	Диаметр фрезы, мм, до (включительно)	Обрабатываемый материал		Коэффициент случайной убыли
		сталь, ковкий чугун	серый чугун, медные и алюминиевые сплавы	
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)		
С пластинками из твердого сплава				
Торцовая	100	180/1800	270/2700	1,1
Концевая	20	80/1000	120/1620	1,1
	25	120/1600	180/2400	1,1
Дисковая	200	180/1800	270/2700	1,1

Окончание таблицы П.1.2

Тип фрезы	Диаметр фрезы, мм, до (включительно)	Обрабатываемый материал		Коэффициент случайной убыли
		сталь, ковкий чугун	серый чугун, медные и алюминиевые сплавы	
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)		
С пластинками из быстрорежущей стали				
Торцовая	100	180/2700	270/4000	1,05
Концевая	20	60/480	90/720	1,1
	25	80/640	100/800	1,1
Дисковая	200	180/2700	270/4000	1,1

Таблица П.1.3

**Стойкость и коэффициент случайной убыли сверл,
зенкеров, разверток, метчиков, плашек**

Тип осевого инструмента	Обрабатываемый материал	Диаметр инструмента, мм,		
		≤ 3	≤ 10	≤ 20
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин) / Коэффициент случайной убыли		
Сверло быстрорежущее	сталь, ковкий чугун	15/300/1,25	30/600/1,12	45/900/1,08
	серый чугун, бронза	20/420/1,25	42/840/1,12	60/1000/1,08
	латунь и алюминиевые сплавы	24/480/1,25	50/1000/1,12	72/1300/1,08
Сверло твердо-сплавное	сталь, ковкий чугун	-----	40/720/1,12	50/1200/1,08
Зенкер быстрорежущий	сталь, ковкий чугун	22/350/1,2	45/1080/1,1	75/1580/1,05
	серый чугун, бронза	30/480/1,2	60/1000/1,1	105/2100/1,05
	латунь и алюминиевые сплавы	37/650/1,2	75/1580/1,1	120/2300/1,05
Зенкер твердо-сплавный	сталь, ковкий чугун	-----	-----	140/2100/1,15
	серый чугун, бронза	-----	-----	200/2400/1,15
	латунь и алюминиевые сплавы	-----	-----	240/2700/1,15

Окончание таблицы П.1.3

Тип осевого инструмента	Обрабатываемый материал	Диаметр инструмента, мм,		
		≤ 3	≤ 10	≤ 20
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин) / Коэффициент случайной убыли		
Развертка быстроре- жущая	сталь	15/120/1,05	20/420/1,05	30/560/1,03
	чугун, бронза	25/180/1,05	90/800/1,05	110/1000/1,03
	медные и алюми- ниевые сплавы	20/150/1,05	30/480/1,05	60/800/1,03
Развертка твердо- сплавная	сталь	-----	60/480/1,15	80/600/1,15
	чугун, бронза	-----	80/650/1,15	95/900/1,15
	медные и алюми- ниевые сплавы	-----	75/600/1,15	90/800/1,15
Метчик быстроре- жущий	сталь, ковкий чугун	30/150/1,25	75/270/1,2	90/600/1,1
	серый чугун, бронза	35/200/1,25	105/400/1,2	135/700/1,1
	латунь и алюми- ниевые сплавы	40/240/1,25	135/600/1,2	150/800/1,1
Плашка быстроре- жущая	сталь, ковкий чугун	30/180/1,4	60/360/1,3	72/430/1,2
	серый чугун, бронза	35/210/1,4	70/420/1,3	90/540/1,2
	латунь и алюми- ниевые сплавы	40/240/1,4	80/480/1,3	100/600/1,2

СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Таблица П.2.1

Стойкость и коэффициент случайной убыли резцов

Тип резца	Черновая обработка (предварительная)		Чистовая обработка (окончательная)	Коэффициент случайной убыли
	Обрабатываемый материал			
	сталь	чугун, медные и алюминиевые сплавы	сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	
	Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)			
С пластинками из твердого сплава				
Проходной, подрезной	45/180	45/315	45/360	1,1
Расточной	45/180	45/270	45/315	1,1
Отрезные, прорезные	60/180	60/240	60/420	1,1
Резьбовые	30/90	30/120	30/210	1,1
С пластинками из быстрорежущей стали				
Проходной, подрезной	45/225	45/315	45/360	1,05
Расточной	45/135	45/225	45/270	1,05
Отрезные, прорезные	45/225	45/360	45/405	1,05
Резьбовые	22/110	22/180	22/200	1,05

Таблица П.2.2

Стойкость и коэффициент случайной убыли фрез

Тип фрезы	Диаметр фрезы, мм, до (включительно)	Обрабатываемый материал		Коэффициент случайной убыли
		сталь, чугун	медные и алюминиевые сплавы	
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)		
С пластинками из твердого сплава				
Торцовая	100	180/720	240/960	1,1
Концевая	20	45/180	-----	1,1
	25	60/240	-----	1,1
Дисковая	200	120/480	-----	1,1
С пластинками из быстрорежущей стали				
Торцовая	100	120/480	180/720	1,05
Концевая	20	45/180	60/300	1,05
	25	60/240	80/360	1,05
Лисковая	200	120/480	150/600	1,05

Таблица П.2.3

**Стойкость и коэффициент случайной убыли сверл,
зенкеров, разверток, метчиков**

Тип осевого инструмента	Обрабатываемый материал	Диаметр инструмента, мм, до (включительно)			Коэффициент случайной убыли (твердый сплав/ быстрорез)
		≤ 3	≤ 10	≤ 20	
		Период стойкости между переточками (мин) / Полный период стойкости (мин)			
Из твердого сплава и быстрорежущей стали					
Сверло	сталь	15/60	25/100	45/180	1.1/1.05
	чугун	20/80	35/140	60/240	1.1/1.05
	медные и алюминиевые сплавы	30/120	50/200	75/300	1.1/1.05
Зенкер	сталь, чугун	10/40	20/80	30/120	1.1/1.05
	медные и алюминиевые сплавы	15/60	30/120	45/180	1.1/1.05
Развертка	сталь	20/80	30/120	40/160	1.1/1.05
	чугун	25/100	40/160	60/240	1.1/1.05
	медные и алюминиевые сплавы	45/180	60/240	90/360	1.1/1.05
Из быстрорежущей стали					
Метчик	сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	-----	30/120	40/160	1.1/1.05

Учебное издание

Петров Павел Вадимович
Кутенкова Елена Юрьевна

МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Редактор *Е. К. Деханова*
Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 29.12.2021. Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 2,21. Тираж 95 экз. Заказ 188.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 8.