

А. К. КУТАЙ, Г. А. ШТЮРМЕР

239

ДОПУСКИ НА РАЗВЕРТКИ И ЗЕНКЕРА

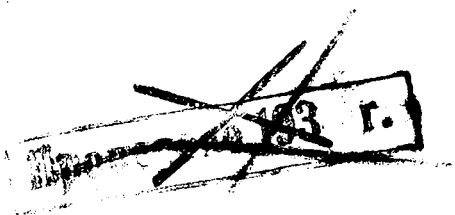
СТАНДАРТИЗ

1 9 3 6

Инж. А. К. КУТАЙ, Г. А. ШТЮРМЕР

ДОПУСКИ НА РАЗВЕРТКИ И ЗЕНКЕРА

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
Проф. М. А. САВЕРИНА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
„СТАНДАРТГИЗ“

ЛЕНИНГРАД

1936

МОСКВА

~~УЧ А А~~

~~ПРОВЕРКА~~

~~5/14~~
~~36~~

~~62/19~~
~~1-95~~

~~ПРОВЕРКА~~
~~17.15.1949~~

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

52642
60

$\frac{1}{16423}$

Главный редактор изд-ва М. И. Гиттерман

Ответ. ред. М. А. Саверин
Сдано в набор 21/VIII-35 г.

Тех. ред. С. Н. Емокин
Подписано к печати 4 XII-35 г.

Формат 62X88
Ленгортлит 33217

Объем 6 1/4
Тираж 3500

Колич. зн. в 1 п. л. 52744
Заказ 7393

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы, которым посвящен настоящий труд, изредка рассматриваются в периодической литературе, но там обычно изложение ограничивается чистовыми развертками для основных отверстий. Здесь же авторы стараются возможно полнее осветить все стороны проблемы допусков на инструмент, обрабатывающий отверстия, на основе материалов, послуживших для разработки проекта общесоюзного стандарта.

Надо надеяться, что целый ряд вопросов темы, как-то: разбивка отверстий, износ инструмента и т. п., — будет в конце концов обоснован исследованиями, не только проведенными за границей, но и в советских исследовательских институтах и на заводах.

Авторы в своем труде освещают те особенности технологического процесса изготовления разверток, методику контроля, приемки, которые существенным образом влияют на установление допусков.

Настоящий труд поэтому может быть полезен не только стандартизатору, но также технологу, инженеру-инструментальщику и контролеру.

Рассматриваемые в настоящей работе допуски относятся к цилиндрическим разверткам, ручным и машинным, нерегулируемым (ОСТ 4246, 4251 4252, 4253 и 4254) и регулируемым; допуски на зенкера разработаны для конструкций по ОСТ 4255—4256.

ГЛАВА I

СХЕМА ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЯ

Общесоюзный стандарт не может предписывать жесткий технологический процесс обработки отверстий. Тем не менее отправные линии должны быть достаточно определены в качестве предпосылок, необходимых при разработке допусков и припусков для инструментов, обрабатывающих эти отверстия.

Отдельные специалисты, производства и объединения по-разному разрешают этот вопрос. Ниже, на таблицах 1—6, приведены схемы обработки отверстий по разным источникам.

Таблица 1

Схема обработки отверстий по Рейндлю (1)¹

№ опер.	В сплошном материале			В отливках
	2-й класс точности		3-й класс точности	
	1 вариант	2 вариант		
1	Сверло для засверливания		Сверло или зенкер	Резец
2	Черновое сверло		Чистовая раз- вертка	Зенкер
3	Зенкер	1-я черновая раз- вертка	—	Черновая раз- вертка
4	Черновая раз- вертка	2-я черновая раз- вертка	—	Чистовая раз- вертка
5	Чистовая раз- вертка	Чистовая раз- вертка	—	—

¹ Цифры в скобках здесь и далее относятся к списку литературных источников, помещенному в конце книги на стр. 59.

Схема обработки отверстия по Диннебиру (2)

№ опер.	В сплошном материале			Револьверный или токарный станок	Револьверный или токарный станок
	Вертикальный и горизонтальный сверлильный станок		Револьверный или токарный станок		
	Диаметр отверстия до 20 мм	Диаметр отверстия свыше 20 мм			
1	Сверло	Сверло (на 2 мм меньше диам. отверстия)	Центровое свер- ло	Центровое сверло	
2	Черновая раз- вертка	Расточка борштангой	Сверло (на 2 мм меньше диам. отверстия)	Сверло или проходной резец	
3	Чистовая раз- вертка	Черновая развертка	Черновая раз- вертка	Черновой зен- кер или бор- штанга	
4	—	Чистовая развертка	Чистовая раз- вертка	Чистовой зен- кер или бор- штанга	
5	—	—	—	Черновая раз- вертка	
6	—	—	—	Чистовая раз- вертка	

В качестве черновых и чистовых разверток Диннебиром рекомендуется применять регулируемые развертки. Применение борштанг вместо сверла рекомендуется во всех случаях, когда требуется точная concentричность отверстия с наружной поверхностью или нужна чистота поверхности в вязком материале. Схема обработки предполагает точное отверстие, т. е. 2-го класса точности.

Таблица 3

Схема обработки отверстия 2-го класса по нормам ОБС ЦАГИ

№ пер.	Для диам. 3—11 мм	Для диам. 12—35 мм	Для диам. 36—100 мм
1	Сверло	Сверло	Сверло
2	Черновая развертка	Зенкер	Зенкер или резец или пушечное сверло
3	Чистовая	Черновая развертка	Черновая развертка
4	—	Чистовая	Чистовая развертка или резец с наварной пластиной

Таблица 4

Схема обработки отверстия 2-го и 3-го класса по данным автомобильного завода им. Сталина

№ опер.	Для диаметров до 35 мм		Для диаметров от 35 до 70 мм	Для диаметров свыше 70 мм
	В цельном куске	При разделке отверстия в отливке или поковке		
1	Сверло	Зенкер	Зенкер или резцовая скалка	Расточная скалка
2	Развертка	Развертка	Развертка	" "
3	—	—	—	Развертка

Применение 3-го инструмента, например зенкера между сверлом и разверткой, производится только в исключительных случаях, — при отверстиях большой длины, при двух concentричных отверстиях и т. д.

Таблица 5

Схема обработки отверстия и припуска в мм по Шейбе (3)

№ операций	Для отверстий до 36 мм диам.				Для отверстий свыше 36 мм диам.		
	Тип инструмента	Припуск под следующую операцию			Тип инструмента	Припуск под следующую операцию	
		Диам. отверстия в мм				Диам. отверстия в мм	
		3—11	свыше 11—23	свыше 23—36		свыше 36—50	свыше 50—100
1	Сверло (борштанга с диаметром 28 мм)	0,2	1	2	Борштанга	4	6
2	Зенкер (трехзубный)	0,1	0,15	0,2	Зенкер (насадной). Борштанга (второй проход) с 60 мм	0,3	0,4
3	Черновая развертка (жесткая)	0,025	0,025	0,05	Черновая развертка (жесткая)	0,075	0,1
4	Чистовая развертка (качающаяся)	—	—	—	Чистовая развертка (качающаяся)	—	—

Хотя автор и не указывает, к какому классу точности принадлежат обрабатываемые отверстия, но можно предположить, что здесь они относятся тоже ко 2-му классу.

Схема обработки отверстий в сплошном материале по Гипроэспрому

Номинальный диаметр отверстия в мм	Наименование инструмента, применяемого при обработке			
	на сверлильных станках		на токарных, револьверных и автоматных станках	
	о т в е р с т и й		о т в е р с т и й	
	2-го класса точности	3-го класса точности	2-го класса точности	3-го класса точности
до 11	Сверло спиральное Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло спиральное Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное Развертка чистовая
свыше 11 до 24	Сверло спиральное Зенкер цельный спиральный Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло спиральное Зенкер цельный спиральный Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное Зенкер цельный спиральный или сверло пушечное Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное или перовое Зенкер цельный спиральный или сверло пушечное Развертка чистовая
свыше 24 до 60	Сверло спиральное 1 Сверло спиральное 2 Зенкер насадной Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло спиральное 1 Сверло спиральное 2 Зенкер насадной Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное 1 Сверло спиральное 2 Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное 1 Сверло спиральное 2 Зенкер насадной Развертка чистовая
свыше 60 до 80	Сверло спиральное Сверло специальное Зенкер насадной Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло спиральное Сверло специальное Зенкер насадной Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное (одно или два) Резец Развертка черновая Развертка чистовая	Сверло центровое Сверло спиральное (одно или два) Резец Развертка чистовая

При обработке на сверлильных станках отверстий диаметром свыше 60 мм для сверления под зенкер необходимо конструировать специальные сверла, так как нормальные сверла изготавливаются диаметром только до 60 мм включительно.¹

Все приведенные таблицы незначительно отличаются друг от друга. Главные различия можно свести к следующим:

1. Для диаметров отверстий 2-го класса до 12 мм обычно рекомендуется производить обработку тремя инструментами. Только Шейбе (З) предлагает вводить зенкер, как 4-й инструмент. Это вряд ли целесообразно, так как, во-первых, припуск (по Шейбе), остающийся на черновую развертку от сверла, незначительно превышает припуск от зенкера, и следовательно можно, несколько уменьшив первый припуск, обойтись без зенкера; во-вторых, зенкера с коническим хвостом обычно изготавливаются начиная с 12 мм (стандартизованы по ОСТ 4255 зенкера тоже лишь с 12 мм).²

2. Диннебир для обработки отверстия в отливках рекомендует в схеме два зенкера (черновой и чистовой). Вводить такой порядок в нормальный процесс вряд ли целесообразно, так как предварительное, под зенкер, отверстие точнее всего получается с помощью борштанги или расточного резца.

3. Для диаметра свыше 20—35 мм (Диннебир, ОБС ЦАГИ) или свыше 60—70 мм (Шейбе, ЗИС) обработка зенкером заменяется обработкой борштангой, резцом или даже пушечным сверлом. Подобная замена особенно целесообразна при глубоких отверстиях или в мелкосерийном производстве.

4. Несколько особняком стоит схема, предлагаемая заводом им. Сталина. Уже одно объединение в ней 2-го класса точности с 3-м может вызвать ряд возражений, ибо к разверткам, предназначенным для 2-го класса, предъявляются более жесткие требования точности и качества отделки режущей грани. Кроме того, сокращение одной развертки во 2-м классе вызывает излишний расход дорогих чистовых разверток 2-го класса.

Для определения числа инструментов, потребных при обработке отверстия, совершенно невозможно дать какие-нибудь жесткие правила, удовлетворяющие все случаи и все производственно-экономические условия в отдельных мастерских. Выбор инструментов зависит от диаметра отверстий, характера заготовки, материала, точности отверстия, чистоты поверхности, концентричности отверстия, его длины, толщины стенок, способа работы, типа станка, количественных размеров производства и т. д. Поэтому при разработке проекта стандарта допусков исходили из применения обычных инструментов, обрабатывающих отверстия, как-то: сверло, зенкер, развертка. Замена первых двух инструментов резцом или борштангой может несколько изменить распределение припусков, хотя некоторые специалисты (Шейбе) в своих данных оставляют те же цифры припусков при замене зенкера борштангой. Ниже в таблице 7 даны схемы обработки отверстия 2-го, Н8—N8 и 3-го классов, исходя из которых были разработаны припуски под отдельные инструменты.

При обработке отверстий больших диаметров в отливках (т. е. в „литых отверстиях“) необходимо вводить расточку резцом или борштангой. В схему

¹ В настоящее время в новом издании ОСТ 7868 имеются сверла до 80 мм (см. стр. 79).

не вводится центровочное сверло, так как оно не влияет на распределение общего припуска на обработку.

Т а б л и ц а 7

Схема последовательности обработки отверстий

№ опер.	2-й класс и отверстия посадок Н8—N 8		3-й класс	
	Диаметры отверстий			
	до 12 мм	от 12 до 100 мм	до 12 мм	от 12 до 100 мм
1	Сверло	Сверло одно или два	Сверло	Сверло одно или два
2	Черновая раз- вертка	Зенкер	Чистовая раз- вертка	Зенкер
3	Чистовая раз- вертка	Черновая раз- вертка	—	Чистовая раз- вертка
4	—	Чистовая раз- вертка	—	—
5	—	—	—	—

ГЛАВА II

ДОПУСКИ НА ЧИСТОВЫЕ РАЗВЕРТКИ

Нас интересует не только абсолютная величина допуска на изготовление чистовой развертки, но и его расположение относительно допуска отверстия. Немаловажной является также величина допустимого износа развертки. Поэтому должны быть определены:

- положение верхнего отклонения развертки,
- положение нижнего отклонения ее, и
- допуск на изготовление развертки.

Величина минимального износа устанавливается в результате указанных трех положений.

Наибольшей дискуссии как в иностранной, так и в советской печати был подвергнут первый из поставленных нами вопросов. Как правило, верхнее отклонение развертки берется ниже, чем верхние отклонения отверстия. Этим снижением учитывается разбивка отверстия разверткой. Наиболее распространенным пока является предложенное DIN смещение отклонений на $\frac{1}{3}$ допуска отверстия соответствующего класса точности (2-й и 3-й класс точности). Никаких опытных обоснований DIN не приводит.

Экспериментальные данные по разбивке отверстий развертками были опубликованы лишь в последнее время *О в а й т о м* (4) в Америке и *Валлихсом*

и Штальброхом (5) в Германии. Прежде всего надо отметить чрезвычайную важность методики измерения при этих опытах.

Овайт, производивший исследования на заводах фирмы Джeneralь Моторс и просверливший более 5000 отверстий, измерял раздвижными клиновыми калибрами и микрометром с точностью $0,0001'' = 2,5$ микрона. Эта точность более чем сомнительна, если учесть ошибки самого микрометра (минимум ± 2 микрона по классу 0 согласно ОСТ НКТП 8106 „Технические условия на микрометры“). Никаких указаний на определение овальности отверстия, на количество поверенных сечений развертки в отчете об опытах не приводится.

В этом отношении более научна методика Валлихса и Штальброха. Развертка поверялась ими на оптиметре Цейсса в трех сечениях по длине и по радиусу каждого из зубьев развертки. Отверстие поверялось аналогичным методом помощью крупновского микротаста с эталонами соответствующего диаметра. Приводим определения, данные при этих опытах:

1. „Действительным диаметром развертки называется средняя арифметическая величина диаметров всех пар зубцов развертки“.

2. „Средним размером диаметра отверстия называется средняя арифметическая величина измеренных в трех по высоте плоскостях и в шести различных направлениях диаметров отверстий“.

3. „Разбивкой разверткой отверстия называется разность между средней величиной диаметра отверстия и действительным диаметром развертки“.

Отсюда можно сделать вывод, что если величину разбивки, устанавливаемую подобным образом, отнести к условиям измерения отверстия на производстве цилиндрической пробкой и развертки—кольцом, то эту величину следовало бы несколько уменьшить.

Приведем вкратце перечень различных факторов, влияющих на величину разбивки отверстия, и анализ их.

а) Диаметр развертки, подача, глубина стружки, скорость резания

Штальброх. Исследованы были развертки диам. 22, 30 и 40 мм, но все цифровые данные, приводимые в статье, относятся только к одному диаметру—30 мм. При этом авторы исследования указывают на то, что влияние каждого из интересующих нас факторов достоверно установить им не удалось (в отличие от влияния охлаждающих жидкостей).¹ Отсюда вовсе не следует делать вывод, что этими опытами вполне подтвердилось отсутствие всякого влияния диаметра развертки на величину разбивки.

Овайт. Диаметры разверток были взяты до $1\frac{1}{2}''$. Работы производились через кондукторные втулки. Определялось также число оборотов, подача, глубина стружки. Овайт устанавливает среднюю величину разбивки в $0,013$ мм независимо от диаметра развертки.

Хольмс (6) считает, что существенным для стандартизации допусков на развертки является не средняя величина разбивки, а максимальная. При неблагоприятных условиях работы разбивка $\frac{1}{2}''$ развертки может достигать 25 микрон. Им совершенно правильно подмечена способность разверток малого диаметра (около $\frac{1}{8}''$) следовать направлению рассверленного

¹ По смыслу фразы в тексте статьи можно также сделать заключение что суммарное влияние всех трех величин все же имело место.

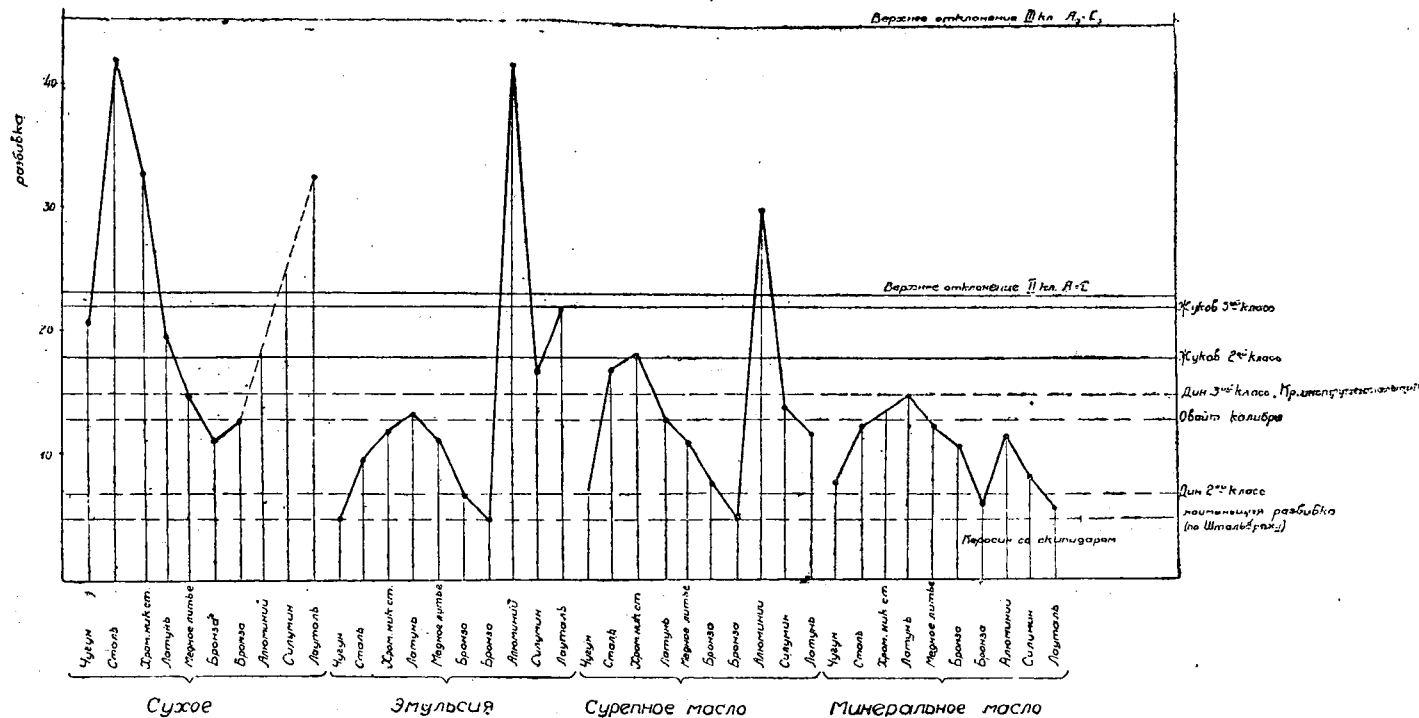


Рис. 1.

Диаграмма влияния охлаждающих жидкостей и материала на расширение отверстия разверткой $\varnothing 30$ мм.

отверстия, вследствие упругости стержня, а следовательно, в меньшей степени производить разбивку.

Саввин. Точность получения отверстия (а следовательно, и разбивка) на разных диаметрах не будет одинакова.

б) Конструкция разверток

Штальброх. Конструкция режущих элементов влияет на разбивку отверстия. Опытных данных не приводится.

Овайт. Для лучшего качества поверхности отверстия и большей длительности службы развертки он предлагает отказаться от радиального расположения передней режущей грани и прямых канавок. Начиная с diam. $\frac{5}{16}$ " необходим передний угол заточки в 7° . Желательно изготовлять развертки с правой спиралью в $10-12^\circ$ и левой в $8-10^\circ$ (последние—для мягких материалов).

в) Влияние охлаждающих жидкостей

Овайт. Этот фактор не отмечается в его выводах, хотя опыты проводились им как всухую, так и с охлаждением.

Штальброх. Развертывание всухую дает, как правило, большую разбивку отверстия. Отверстия в стали и легких металлах не должны совершенно развертываться всухую, так как вызывают защемление развертки, рваную поверхность отверстия и поломку развертки.

Каждому сорту материала соответствует определенный сорт охлаждающей жидкости. Большая интенсивность подачи охлаждающей жидкости также оказывает положительное влияние на разбивку отверстия (уменьшая разбивку), способствуя отделению частиц металла обрабатываемого изделия от инструмента и поверхности отверстия. Штальброх советует применять для чугуна, хромоникелевой стали, латуни, медного литья и бронзы эмульсию,¹ для алюминия, силумина и лаутала—керосин со скипидаром (4:5). При этих условиях для диаметра 30 мм (глубина резания 0,07 мм и подача 0,52 мм/об) разбивку можно выдержать в пределах от 5 до 15 микронов.

На рис. 1 приведена диаграмма влияния охлаждающих жидкостей. Как видно из этой диаграммы, для некоторых условий охлаждения разбивка иногда достигает 30—40 микронов, а при работе всухую для всех металлов от 11 до 42 микронов.

г) Остальные условия, влияющие на разбивку

Род обрабатываемого материала, по данным Штальброха, имеет меньшее значение, чем характер охлаждения. При правильном охлаждении для разных материалов получалась следующая разбивка (таблица 8).

¹ Эмульсия—смесь масла с водой (1:15); кроме того, прибавляется некоторая часть мыла, спирта, олеиновой кислоты и др.

Материал	Разбивка в микронах
Чугун	5
Бронза	6—6,5
Лауталь	6,5
Силумин	9
Сталь	10
Алюминий	11,5
Хромоникелевая сталь	12
Медное литье	12
Латунь	13

По Овайту разбивка отверстия, как наибольшая, была установлена в 18 микрон.

Саввин (7) утверждает, что при цветных металлах, в силу большей их вязкости, разбивка может вовсе не иметь места. Указаний на влияние температуры он не дает, отмечая лишь, что незначительное количество теплоты, развиваемое при резании, вполне поглощается охлаждающей жидкостью.

По данным Пратт и Витней, полученным на производстве винтовок и опубликованным Даниловым (8), величина разбивки для ручных разверток равна 10—15 микрон, для машинных — от 13 до 38 микрон.

К сожалению, к указанным цифрам не дается никаких пояснений об условиях, в которых они получены. Овайт не указывает, какие испытывались у него развертки, Штальброх применял машинные развертки.

Во всяком случае, при применении ручных разверток разбивка не будет больше, чем при машинных. Поэтому в проекте нашего стандарта не считается необходимым выделять этот фактор из ряда других, и установленные величины разбивки взяты по обоим типам разверток. Также не считалось целесообразным устанавливать влияние регулируемой или жесткой развертки, тем более что в качестве чистовых разверток почти всеми источниками (и нормами AWF) рекомендуется применять регулируемые развертки.

Большое значение имеет также качество заточки (и шлифовки) развертки, о чем будет подробнее изложено ниже.

В таблице 9 приводим величину разбивки отверстия или смещения от верхнего отклонения отверстия размера развертки по разным источникам и проекту.

Изложенное показывает, что выделять развертки по роду охлаждения нецелесообразно, так как следует всегда обеспечивать рациональное охлаждение. Казалось бы возможным группировать развертки по роду обрабатываемого материала, но приходится согласиться с утверждением Холмса, что при стандартизации нужно учитывать максимальное значение разбивки. По той же причине не дается подразделения на ручные и машинные развертки.

Величина разбивки в микронах

Размер в мм	2-й класс точности						
	DIN ¹	Овайт	Пратт Витней	Жуков	Завод „Калибр“	Завод „Кр. инструмен- тальщик“	Проект ОСТ
1— 3	3	13	10	8—10	—	6	6
Свыше 3— 6	4	13	10	10—12	12	9	8
„ 6— 10	5	13	10	12—14	12	12	10
„ 10— 18	6	13	10	15—16	13	15	12
„ 18— 30	7	13	10	16	13	15	13
„ 30— 50	8	13	15	20—22	13	15	13
„ 50— 80	10	13	15	22—24	—	—	13
„ 80—120	12	13	15	22	—	—	13

Размер в мм	3-й класс точности					
	DIN ¹	Овайт	Жуков	„Калибр“	КРИН	Проект ОСТ
1— 3	6	13	11	—	11	10
Свыше 3— 6	8	13	12	13	12	12
„ 6— 10	10	13	15	13	15	15
„ 10— 18	12	13	17	13	15	15
„ 18— 30	15	13	22	13	15	15
„ 30— 50	17	13	22	13	15	15
„ 50— 80	20	13	27	—	—	—
„ 80—120	23	13	—	—	—	—

Как видно из таблицы 9, разница между данными по разным источникам вообще не является значительной. Данные по 2-му классу DIN (кстати, наиболее распространенные на наших заводах) нужно считать безусловно преуменьшенными. Наиболее убедительными являются данные Ш т а л ь б р о х а, которые и приняты в проекте ОСТ для средних и крупных диаметров.

Для малых диаметров эти величины понижены, учитывая „следование“ развертки отверстию и утверждения С а в в и н а, Х о л ь м с а и других о влиянии диаметра развертки на разбивку отверстия. Это понижение тем более возможно, что в производстве обычно все же развертку пригоняют по кольцу, а отверстие поверяют пробкой (см. вывод на стр. 11).

¹ Эти значения являются разностью между верхним отклонением (В. О.) отверстия и верхним отклонением (В. О.) развертки.

В 3-м классе точности сделано некоторое увеличение цифр для первых двух групп диаметров, так как меньшая квалификация рабочего, характер станка и т. п. могут повышать неточность в обработке отверстия, а также и разбивку.

Жуков в своей статье учитывает названную им „усадку жала“ развертки, давая на это специальный припуск к наибольшему размеру новой развертки 3-го и 4-го классов точности. Усадка жала, по его мнению, происходит при отсутствии доводки разверток, когда после первого же отверстия развертка „садится“. Как в дальнейшем будет указано, это явление повидимому есть сминание оставленных на режущей грани заусенцев. Проект ОСТ не предусматривает припуска на усадку жала, так как в случае получения хорошо прошлифованной или доведенной развертки это явление не должно иметь места.

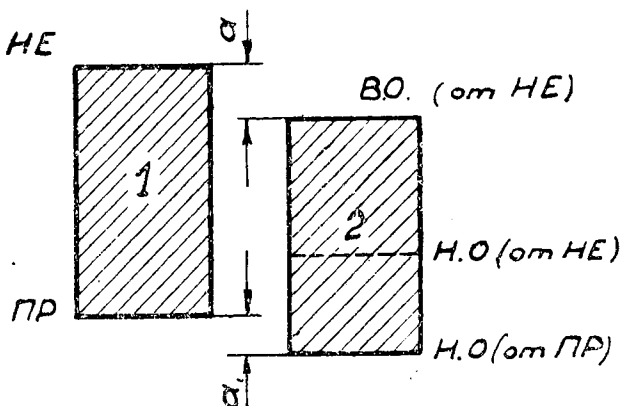


Рис. 2.

Схема расположения общего допуска на развертку (2) и допуска на отверстие (1). Величина на разбивку по верхнему (σ) и нижнему (σ_1) отклонению.

В отзывах на проект ОСТ заводы почти не освещают этого вопроса. Кировский завод и зав. „Красный пролетарий“ считают возможным работать с меньшей разбивкой. Это утверждение впрочем расходится с практикой многих заводов, где, вследствие плохой заправки инструмента (заусенцы), несовершенства станков, смазки и т. п., разбивка часто в 1,5 раза превышает рекомендуемую. Завод им. Сталина приводит как рекомендуемые следующие величины разбивки: 0,01 мм для диаметров до 50 мм и 0,015 мм свыше 50 мм.

Совершенно очевидно, что поскольку благодаря разбивке мы производим смещение верхнего отклонения отверстия от верхнего отклонения развертки, постольку такое же смещение можно допустить и по нижнему отклонению. Логично здесь ориентироваться на минимальную разбивку, равную по всем опытным данным 5 микронам, что и принято в проекте ОСТ для всех диаметров.

Устанавливать величины разбивки одинаковыми для обоих отклонений, как это предлагает Жуков, было бы нецелесообразно, ввиду возможности получения из-за этого маломерных отверстий, что в массовом производстве привело бы к удорожанию продукции. На рис. 2 видно, как при этих условиях получается расположение общего допуска на чистовую развертку. Остается разобрать вопрос о подразделении этого допуска между допуском

на изготовление и минимальным гарантированным износом. Весь допуск на изготовление предусматривается на шлифовку цилиндрической части развертки, которая и обеспечивает получение нужного размера. Кроме того, обычно развертки для 2-го класса точности доводят по оставленной ленточке от круг-

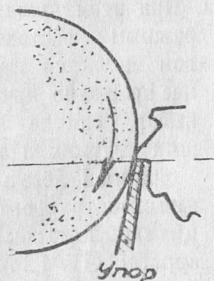


Рис. 3.

Заточка задней грани.

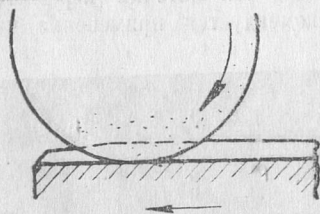


Рис. 4.

Заточка передней грани.

лой шлифовки для получения более чистой поверхности и для снятия грата от заточки заднего угла (рис. 3) или, в некоторых случаях, от шлифовки переднего угла зубца (рис. 4). Эта доводка, если она произведена вручную,

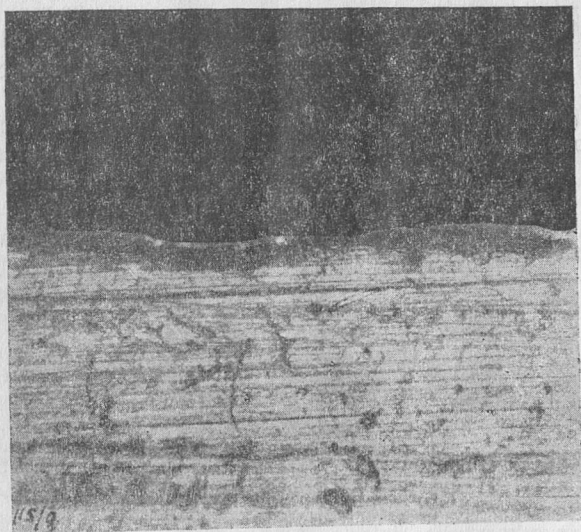


Рис. 5.

Заточка производилась на обычном станке и обычном круге.

часто не дает одинакового диаметра для всех пар зубьев развертки, что и отмечалось при опытах Валихса и Штальброха. Следствием этого являются неодинаковая работа зубьев, получение недостаточно чистой поверхности и большая разбивка.

Фирмой Герберт Линднер в Германии сконструирован специальный станок для доводки ленточки, у которого рабочее движение доводочного камня совершается вручную. Поэтому нельзя ожидать получения на этом станке ровной поверхности. В таком случае целесообразнее всего идти по пути более тщательной заточки переднего и заднего угла. Для небольших разверток рекомендуется применение чашечного круга. При этом чрезвычайно

важным обстоятельством является правильное вращение круга, его выбор, снятие небольших стружек и т. д.

Фирма Л. Лёве в Германии сконструировала специальный станок (Wetzarrarat GW 12 M) для наиболее тщательной отделки размеров (11). На рис. 5 и 6 даны фотографии режущих кромок разверток при увеличении в 125 раз. Как видно на рис. 6, никаких заусенцев на грани не имеется. Этот станок пригоден для всех разверток диаметром до 100 мм. Шлифование производится торцевой поверхностью специального

Рис. 6.

Заточка на специальном станке для разверток особым доводочно-шлифовальным кругом.

но на рис. 7. Он не только дает чистую без грата поверхность цилиндрической режущей части, но сообщает правильный задний угол в заборной и цилиндрической) части развертки (подробнее в главе IX).

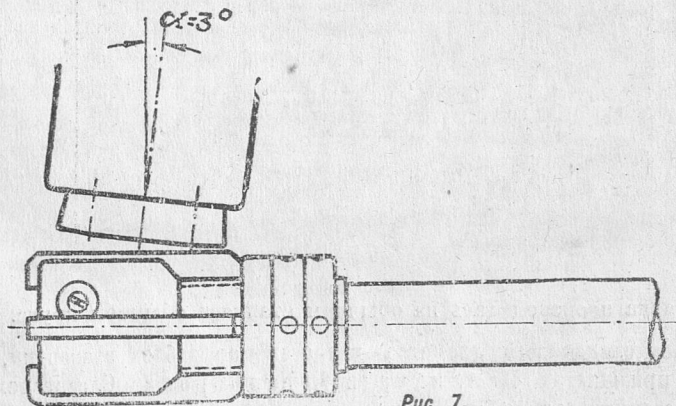


Рис. 7.

Отточка на станке Л. Лёве.

В таблице 10 даны максимальные допуски не точность изготовления разверток по разным данным и проекту ОСТ.

Т а б л и ц а 10

Допуски на изготовление чистовых разверток (в микронах)

Номинальные диаметры	2 - й класс					
	Овайт	Английский стандарт	Завод „Калибр“	Четвериков	„Большевик“	Проект ОСТ
1— 3	5	—	—	—	3	5
свыше 3— 6	5	—	5	6	4	5
„ 6— 10	5	—	5	8	5	6
„ 10— 18	5	От 13 до 20 мм 13 микр.	5	10	6	8
„ 18— 30	7,5	От 25 до 33 мм 18 микр.	8	12	7	9
„ 30— 50	7,5	От 40 до 50 мм 25 микр.	8	15	8	11
„ 50— 80	—	—	—	—	10	13
„ 80—120	—	—	—	—	12	15

Номинальные диаметры	3 - й класс					
	Овайт	Английский стандарт	Завод „Калибр“	Четвериков	„Большевик“	Проект ОСТ
1— 3	5	—	—	—	6	7
свыше 3— 6	5	—	10	6	8	8
„ 6— 10	5	—	10	8	9	9
„ 10— 18	5	От 13 до 20 мм 13 микр.	10	10	11	11
„ 18— 30	7,5	От 25 до 30 мм 18 микр.	15	12	13	13
„ 30— 50	7,5	От 40 до 50 мм 15 микр.	20	15	15	16
„ 50— 80	—	—	—	—	18	19
„ 80—120	—	—	—	—	21	22

Диапазоны диаметров английского стандарта не совпадают с диапазонами диаметров таблицы 10. Данные завода „Красный инструментальщик“, DIN, Жукова и ряда других заводов не приводятся здесь потому, что у них допуск развертки определяется допуском кольца, к которому припасовывается развертка (см. стр. 40). Завод им. Сталина устанавливает допуски на изготовление разверток (e) в зависимости от допусков на отверстия (b), а именно:

b (мм)	e (мм)
0,025	0,005—0,01
0,05—0,08	0,015
св. 0,08	0,02

Допуски, предлагаемые в проекте ОСТ, для 2-го и 3-го классов точности больше, чем по Овайту, заводам „Калибр“ и „Большевик“, и только во 2-м классе уступают допускам Четверикова. Допуски по английскому стандарту вообще велики для чистовых разверток.

В проекте ОСТ допуски взяты по классам качества („квалитетам“) ISA: для 2-го класса точности и посадок H8—N8 по 5-му квалитету

и для 3-го класса — по 6-му¹. По этим квалитетам выполняются:

по 5-му квалитету калибры для посадок H_3 и h_3 — валы 1-го класса точности;
 „ 6-му „ „ „ „ 4-го класса отверстия 1-го класса точности и валы 2-го класса точности (очень близкие).

При очень тщательной и точной шлифовке (например на кругло-шлифовальных станках ф. Беллинг и Любке, Ф. Штудер, Женевского о-ва) без особых затруднений может быть получена развертка по 5-му квалитету. По данным фирмы Пратт и Витней на шлифовке инструмента вполне можно достигнуть допусков в 6—7 микрон.

Наконец, в массовом производстве методом отбора отшлифованных разверток можно вполне достичь указанных цифр. Для получения отверстий 2-го класса точности, если применяются нерегулируемые развертки, безусловно экономичнее изготавливать их ближе к верхнему пределу (хотя бы за счет некоторого удорожания разверток), чем использовать их только на двух—трех отверстиях.

Несмотря на то, что принятые в проекте ОСТ допуски по 2-му классу больше рекомендуемых другими авторами, вследствие принятого нами расположения допуска остается еще некоторая величина для гарантированного износа развертки (см. таблицы 11 и 12).

Для отдельных отраслей промышленности и предприятий, сообразно с технологией изготовления разверток и экономическими выгодами, вполне возможно пойти на уменьшение этих допусков, тем самым увеличивая минимальный гарантированный износ (см. главу VIII). Это также относится к случаям применения доводочных станков для разверток (вроде станка Л. Лева).

¹ Более точно см. распределение допусков на развертки по квалитетам ISA в таблице 14.

Допуски и предельные отклонения чистовых разверток для отверстий

$$A = C, H_8, A_3 = C_3$$

(отклонения от номинальных диаметров отверстий)

Обозначение отверстия	Номинальные диаметры мм	Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 мм)					
		Допуски					
		на неточность изготовления		Допуск	на износ		
		Отклонения			Предель- ное от- клонение	Наимень- ший га- рантиро- ванный износ	Средне- вероят- ный из- нос
верхнее	нижнее						
A = C	от 1—3 . . .	+ 4	- 1	5	- 5	4	6,5
	свыше 3— 6	+ 5	0	5	- 5	5	7,5
	" 6— 10	+ 6	0	6	- 5	5	8,0
	" 10— 18	+ 7	- 1	8	- 5	4	8,0
	" 18— 30	+ 10	+ 1	9	- 5	6	10,5
	" 30— 50	+ 14	+ 3	11	- 5	8	13,5
	" 50— 80	+ 17	+ 4	13	- 5	9	15,5
	" 80—100	+ 22	+ 7	15	- 5	12	19,5
H8	от 1—3 . . .	+ 8	+ 3	5	- 5	8	10,5
	свыше 3— 6	+ 10	+ 5	5	- 5	10	12,5
	" 6— 10	+ 12	+ 6	6	- 5	11	14
	" 10— 18	+ 15	+ 7	8	- 5	12	16
	" 18— 30	+ 20	+ 11	9	- 5	16	20,5
	" 30— 50	+ 26	+ 15	11	- 5	20	25,5
	" 50— 80	+ 33	+ 20	13	- 5	25	32,5
	" 80—100	+ 41	+ 26	15	- 5	31	44
A ₃ = C ₃	от 1—3 . . .	+ 10	+ 3	7	- 5	8	11,5
	свыше 3— 6	+ 13	+ 5	8	- 5	10	14
	" 6— 10	+ 15	+ 6	9	- 5	11	15,5
	" 10— 18	+ 20	+ 9	11	- 5	14	19,5
	" 18— 30	+ 30	+ 17	13	- 5	22	28,5
	" 30— 50	+ 35	+ 19	16	- 5	24	32
	" 50— 80	+ 45	+ 26	19	- 5	31	41,5
	" 80—100	+ 55	+ 33	22	- 5	38	49

**Допуски и предельные отклонения чистовых разверток для отверстий
системы вала 2, 3 и класса h 7—ISA**

(отклонения даны от предельных размеров отверстий)

Посадки	Номинальные диаметры <i>мм</i>	Допуски			
		на неточность изготовления			на износ Предельное отклонение от нижнего предельного размера отверстия
		Отклонения от верхнего предельного размера отверстия			
		верхнее	нижнее	допуск	
Гр	от 1— 3	— 6	— 11	5	— 5
	свыше 3— 6	— 8	— 13	5	— 5
	„ 6— 10	— 10	— 16	6	— 5
	„ 10— 18	— 12	— 20	8	— 5
	„ 18— 30	— 13	— 22	9	— 5
	„ 30— 40	— 13	— 23	10	— 5
	„ 40— 50	— 13	— 24	11	— 5
	„ 50— 65	— 13	— 25	12	— 5
	„ 65— 80	— 13	— 26	13	— 5
„ 80—100	— 13	— 28	15	— 5	
Гр, Пл, Г, Т, Н, П, Д, Х, N8, M8, K8, J8, H8	от 1— 3	— 6	— 11	5	— 5
	свыше 3— 6	— 8	— 13	5	— 5
	„ 6— 10	— 10	— 16	6	— 5
	„ 10— 18	— 12	— 20	8	— 5
	„ 18— 30	— 13	— 22	9	— 5
	„ 30— 50	— 13	— 24	11	— 5
	„ 50— 80	— 13	— 26	13	— 5
	„ 80—100	— 13	— 28	15	— 5
	Л, Ш	от 1— 3	— 6	— 13	7
свыше 3— 6		— 8	— 16	8	— 5
„ 6— 10		— 10	— 19	9	— 5
„ 10— 18		— 12	— 23	11	— 5
„ 18— 30		— 13	— 26	13	— 5
„ 30— 50		— 13	— 29	16	— 5
„ 50— 80		— 13	— 32	19	— 5
„ 80—100		— 13	— 35	22	— 5

Посадки	Номинальные диаметры <i>мм</i>	Допуски			
		на неточность изготовления			на износ Предел ное от клонение от нижне- го пре- дельного размера отверст.
		Отклонения от верхнего предельного размера отверстия			
		верхнее	нижнее	допуск	
Х ₃ , Ш ₃	от 1— 3	— 10	— 19	9	— 5
	свыше 3— 6	— 12	— 24	12	— 5
	“ 6— 10	— 15	— 30	15	— 5
	“ 10— 18	— 15	— 33	18	— 5
	“ 18— 30	— 15	— 36	21	— 5
	“ 30— 50	— 15	— 40	25	— 5
	“ 50— 80	— 15	— 45	30	— 5
	“ 80—100	— 15	— 50	35	— 5

ГЛАВА III

ЧЕРНОВЫЕ РАЗВЕРТКИ

Обычно ограничиваются только разработкой припусков (максимальных, минимальных или средних) под чистовую развертку. Лишь очень немногие заводы устанавливают кроме того допуск на изготовление черновых разверток.

Чтобы провести разработку по всем посадкам 2-го, Н8—Н8, 3-го классов точности ОСТ и таким образом определить предельные размеры разверток, необходимо установить: 1) максимально допустимые припуски под чистовые развертки, 2) минимально допустимые припуски, 3) допуски на изготовление разверток.

При этом надлежит объединить черновые развертки таким образом, чтобы по возможности обслуживались группы чистовых или, проще говоря, группы посадок.

В таблице 13 приведены припуски, рекомендуемые разными источниками.

Поскольку в проекте ОСТ припуск определяется вместе с допусками обеих разверток, требовалось найти рациональное сочетание между величиной припуска и допуском на развертки. Для этого в основу были взяты следующие положения:

1. Минимальный припуск должен не менее чем в 2 раза превышать величину разбивки для чистовых разверток.

2. Средне-вероятный припуск должен быть не меньше величины погрешностей обработки поверхностей при обычном развертывании отверстий. По Саввину, Кизеветтеру эта погрешность составляет 20—50 микрон.

3. Максимальный припуск не должен превышать значений, рекомендуемых, как предельные, по опыту отдельных заводов.

Припуски под чистовую развертку (в микронах)

Номин. диам. мм	По Рейндлю	По ОБС ЦАГИ	З-д "Кр. Пролетарий"	"Большевик" ¹		По Шейбе (средний припуск)	По данным Прагг и Вит- ней максим.	По проекту ОСТ		
				мини- мальн.	максим- мальн.			мини- мальн.	максим- мальн.	среднее
1—3	—	—	—	—	100	—	—	12	50	31
свыше 3—6	—	30	—	20	100	25	—	13	58	36
„ 6—10	28	50	—	20	150 200	25	100	15	67	41
„ 10—18	34	50	50	20	150 300	25	100	18	80	49
„ 18—30	44	50	50	20	200	28—36	200	23	97	60
„ 30—50	60	50	50	20	200 500	36—50	200	31	127	79
„ 50—80	85	70	50	20	200 500	100	250	43	164	103
„ 80—120	120	70	50	20	200 500	100	300	61	212	136

4. Допуск на черновые развертки должен быть более грубый, чем для любых чистовых разверток, чтобы облегчить их изготовление и перешлифовку из чистовых разверток.

5. Сочетание величин припуска и допуска должно быть таким, чтобы минимальный и средний вероятный износ разверток возрастал по возможности плавно с увеличением диаметров.

6. Имея в виду малую относительную разность (в пределах $\pm 25\%$) отклонений рядом находящихся в системе вала посадок 2-го класса, перекрываемую колебаниями фактического припуска на производстве, одной черновой разверткой можно объединить несколько рядом находящихся посадок. Последнее положение пояснено на рис. 8. Установленные проектом величины припусков приведены в той же таблице 13.

Надо учесть, что в проекте ОСТ многие данные относятся то к среднему, то к минимальному припуску, и что при принятой группировке посадок установленный минимальный припуск получится только в одной посадке, для остальных же он будет больше.

Минимальный припуск (χ_1) рассчитан по формуле: $\chi_1 = 16 + 0,5 D$ (результат в микронах), где D — средний диаметр группы в мм.

¹ Максимальные припуски по заводу "Большевик" определяются разностью между номинальными размерами отверстия и размером изношенной развертки, причем первая цифра максимального припуска относится к ручным, вторая — к машинным разверткам.

Максимальный припуск (X_2) не превосходит ни одних данных, где указаны максимальные величины, и меньше максимального припуска завода „Большевик“ даже по ручным разверткам. Он установлен также по формуле, которая отражает закон изменения верхнего отклонения развертки в зависимости от диаметра и величины минимального припуска для осуществления пятого положения. Эта формула поэтому имеет несколько сложный вид:

$$X = 28 + 18,75 \sqrt[3]{D} + 1,5 \sqrt{D} + 0,945D.$$

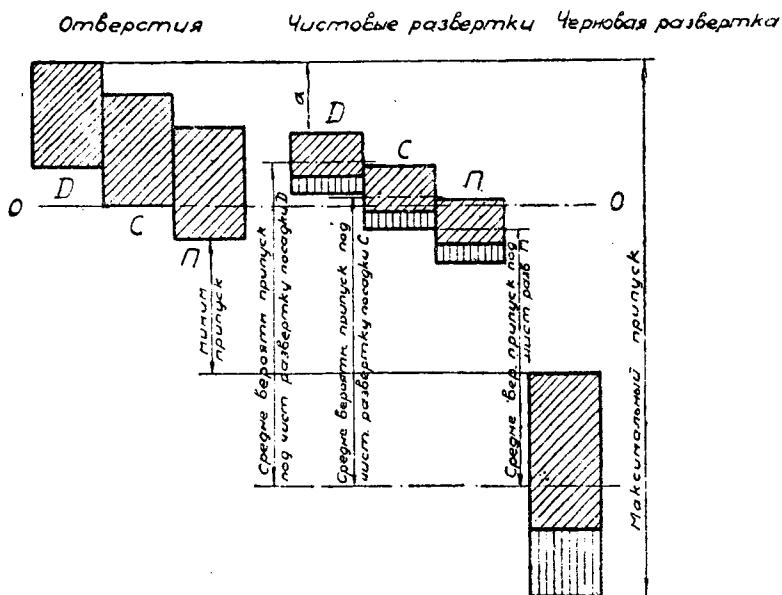


Рис. 8.

Схема расположения допусков для отверстий 2-го класса системы вала посадок Д, С и Н для чистовых разверток к ним и одной черновой развертки, обслуживающей группу этих чистовых разверток.

На рис. 9 дана развернутая диаграмма отклонений для черновых разверток и чистовых разверток посадок Д, С = А, Н.

Черновые развертки предусмотрены для всех посадок 2-го класса, исключая черновых разверток для посадки „Ш“, которые по величинам допусков ближе всего подходят к 3-му классу точности, а также черновых разверток для отверстий Н8 — Н8 (по ОСТ 1016).

Для всех этих разверток допуск взят по 8-му качеству ISA (см. положение 4). Он установлен как максимальный, чтобы отдельные производства, у которых вовсе не будет применена та или иная посадка, могли варьировать размером припуска под чистовую развертку в зависимости от условий обработки.

В таблице 14 приводятся допуски по шкале ISA для разверток и зенкеров по проекту ОСТ. Отклонения черновых разверток по отдельным посадкам даны в таблице 15.

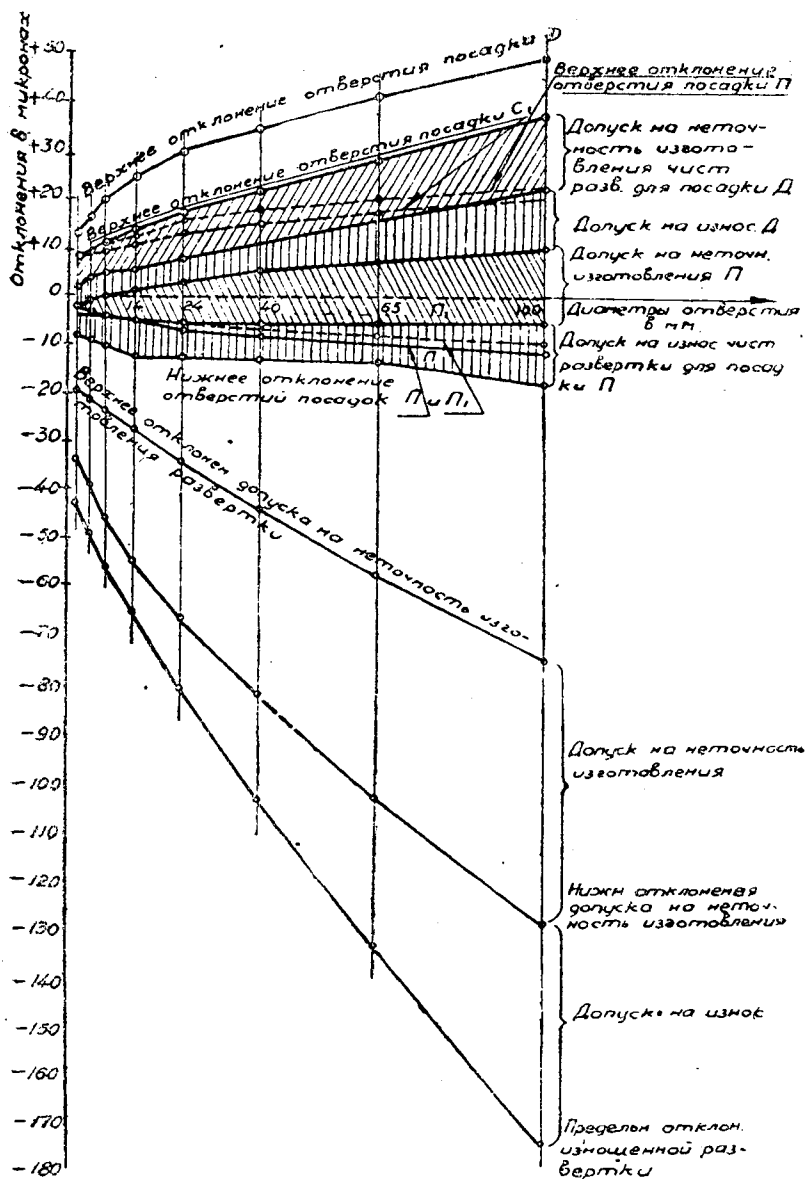


Рис. 9.

Построение допусков на неточность изготовления и износ для черновых разверток группы посадок P , $A = C, D$.

Допуски на неточность изготовления разверток и зенкеров

Классы качества ISA	Группы диаметров								Допуски по проекту ОСТ для:			
	1—3	свыше 3—6	свыше 6—10	свыше 10—18	свыше 18—30	свыше 30—50	свыше 50—80	свыше 80—100	чистовых разверток	черновых разверток	рыночных разверток	зенкеров
5	5	5	6	8	9	11	13	15	Посадок от Н8— Н8 и всех посадок 2-го класса кроме Л и Ш			
6	7	8	9	11	13	16	19	22	Посадок 2-го клас- са Л и Ш Посадок 3-го клас- са $A_3=C_3$		Под чистовые и черновые развертки посадок от Н8 до Н8 и всех посадок 2-го класса кр- ме Х, Л и Ш; для $A_3 = C_3$ и черво- вых для всех по- садок (развертка № 1)	
7	9	12	15	18	21	25	30	35	Посадок 3-го клас- са X_3 и $Ш_3$		Под чистовые раз- вертки 2-го кл. пос. Х, Л и Ш и 3-го кл. посадок X_3 и $Ш_3$ (развертка № 2)	
8	14	18	22	27	33	39	46	54		Для всех посадок		
9				40	50	60	75	90				Всех посадок 2-го и 3-го кл. и посадок Н8—Н8

Допуски на неточность изготовления и износ черновых разверток
(отклонения от номинальных диаметров отверстий)

Посадки	Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах (1 микр.=1 μ =0,001 мм)					
		Допуски					
		на неточность изготовления			на износ		
		Отклонение		До-пуск	Предельное отклонение	Наимень-ший гарант. износ	Средне-вероятный износ
		верхнее	нижнее				
Гр	от 1—3 . . .	— 44	— 58	14	— 69	11	18
	свыше 3— 6	— 51	— 69	18	— 81	12	21
	„ 6— 10	— 59	— 81	22	— 94	13	24
	„ 10— 18	— 71	— 98	27	— 114	16	29,5
	„ 18— 30	— 90	— 123	33	— 142	19	35,5
	„ 30— 50	— 118	— 157	39	— 185	28	47,5
	„ 50— 80	— 158	— 204	46	— 247	43	66
	„ 80—100	— 216	— 270	54	— 328	58	85
Пл	от 1—3 . . .	— 35	— 49	14	— 62	13	20
	свыше 3— 6	— 41	— 59	18	— 74	15	24
	„ 6— 10	— 48	— 70	22	— 87	17	28
	„ 10— 18	— 57	— 84	27	— 105	21	34,5
	„ 18— 30	— 70	— 103	33	— 128	25	41,5
	„ 30— 50	— 88	— 127	39	— 160	33	52,5
	„ 50— 80	— 113	— 159	46	— 202	43	66
	„ 80—100	— 156	— 210	54	— 258	48	75
Г, Т, Н, Н8, М8,	от 1—3 . . .	— 30	— 44	14	— 53	9	16
	свыше 3— 6	— 34	— 52	18	— 62	10	19
	„ 6— 10	— 40	— 62	22	— 73	11	22
	„ 10— 18	— 47	— 74	27	— 87	13	26,5
	„ 18— 30	— 58	— 91	33	— 106	15	31,5
	„ 30— 50	— 71	— 110	39	— 133	23	42,5
	„ 50— 80	— 88	— 134	46	— 169	35	58
	„ 80—100	— 111	— 165	54	— 216	51	78

Посадки	Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах (1 микр. = 1 μ = 0,001 мм)					
		Д о п у с к и					
		на неточность изготовления		До-пуск	на износ		
		Отклонение верхнее	нижнее		Предельное отклонение	Наимень- ший гарант. износ	Средне- вероятный износ
П, А=С Д, J8, К8	от 1—3 . . .	— 20	— 34	14	— 43	9	16
	свыше 3— 6	— 22	— 40	18	— 49	9	18
	" 6— 10	— 25	— 47	22	— 56	9	20
	" 10— 18	— 29	— 56	27	— 67	11	24,5
	" 18— 30	— 35	— 68	33	— 82	14	30,5
	" 30— 50	— 44	— 83	39	— 105	22	41,5
	" 50— 80	— 58	— 104	46	— 135	31	54
	" 80—100	— 75	— 129	54	— 175	46	73
Х	от 1—3 . . .	— 9	— 23	14	— 34	11	18
	свыше 3— 6	— 8	— 26	18	— 39	13	22
	" 6— 10	— 7	— 29	22	— 44	15	26
	" 10— 18	— 7	— 34	27	— 52	18	31,5
	" 18— 30	— 8	— 41	33	— 63	22	38,5
	" 30— 50	— 11	— 50	39	— 80	30	49,5
	" 50— 80	— 18	— 64	46	— 107	43	66
	" 80—100	— 26	— 80	54	— 135	55	82
Л	от 1—3 . . .	— 5	— 19	14	— 26	7	14
	свыше 3— 6	— 1	— 19	18	— 26	7	16
	" 6— 10	+ 3	— 19	22	— 27	8	19
	" 10— 18	+ 7	— 20	27	— 32	12	25,5
	" 18— 30	+ 12	— 21	33	— 32	11	27,5
	" 30— 50	+ 14	— 25	39	— 45	20	39,5
	" 50— 80	+ 17	— 29	46	— 62	33	56
	" 80—100	+ 14	— 40	54	— 86	45	72

ДОПУСКИ НА РЫНОЧНЫЕ РАЗВЕРТКИ

Рыночными развертками называются такие развертки, которые изготавливаются с известным припуском инструментальными заводами на продажу. Эти развертки также называют обезличенными. Путем перешлифовки рыночных разверток под отдельные посадки получают те или иные группы разверток чистовые, черновые и т. д.

Идеальным положением, конечно, было бы такое, при котором завод-потребитель получал бы от завода-изготовителя окончательно готовую развертку. Но для этого требуется более широкое внедрение стандартной системы допусков на производстве, более однообразные условия применения разверток, более налаженная организация упаковки, транспортировки, маркировки и т. д., чем это пока достигнуто нашей промышленностью.

Прототипом рыночных разверток может служить система допусков на развертки и система допусков на отверстия, предложенная О в а й т о м и принятая фирмой Джeneral Моторс К^о. Она основывается на единой развертке и на получении всех остальных разверток путем перешлифовки ее на меньший размер. При этой системе как бы получается предельное использование развертки (4). Отметим основные возражения против ее использования в качестве стандартной:

1) Так как верхнее отклонение отверстия устанавливается общим для всех классов точности и установление отклонений вала определяется каждый раз по опыту, то такая система посадок не является системой посадок в собственном смысле этого слова.

2) Эта система не дает возможности комбинировать вал одного класса точности с отверстиями разного класса точности (13).

3) Делать эти развертки для всех классов с одной и той же точностью неэкономично.

4) Использование изношенных разверток на другие классы точности мало вероятно ввиду трудности заранее учесть количественное соотношение потребных разверток разных классов. Отсюда — необходимость изготавливать вновь развертки для отдельных классов.

Инж. Жуков также предлагает принимать в соображение для построения разверток возможность перевода их с одной посадки на другую (10). Конечно, такие случаи могут встретиться в практике отдельных производств, работающих по системе вала, но эти случаи очень ограничены. Вообще же сработанная развертка не столько бывает изношена по диаметру (наиболее изнашивается приемный конус) сколько имеет повреждения режущей кромки, забоины и т. д., а потому непригодна в качестве чистовой развертки. Кроме того, такая перешлифовка требует значительного понижения диаметра и не всегда возможна.

На рис. 10 представлены на диаграмме верхние отклонения чистовых разверток для 2-го и 3-го классов точности.¹ Проще всего было бы рыноч-

¹ Черновые развертки не приводятся, чтобы не затемнять диаграммы, тем более что эти развертки вписываются по верхнему отклонению в приведенные.

ную развертку строить по чистой развертке для посадки Ш₃, так как она имеет наибольшие отклонения от номинального размера. Но тогда потребовалось бы значительная перешлифовка, чтобы получить развертки для таких ходовых посадок, как $A_3 = C_3$; $A = C$, и неподвижных посадок от Г до Н.

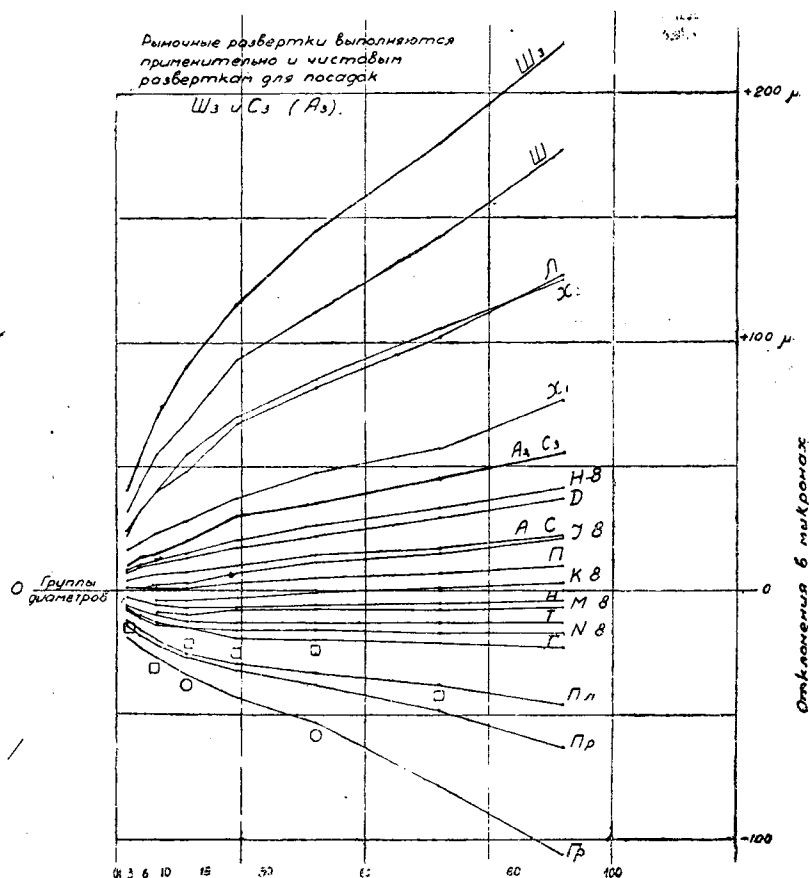


Рис. 10

Диаграмма верхних отклонений чистовых разверток для 2-го и 3-го классов точности и отверстий N8, M8, K8, J8, H8.

Желательно поэтому выяснить, как отражается та или иная перешлифовка по диаметрам на элементах режущей части машинных и ручных разверток.

На рис. 11 дана наиболее рекомендуемая форма режущей грани развертки и на рис. 12 приводится чертеж, поясняющий расчет предела цилиндрической шлифовки, при которой еще сохраняется минимально необходимая величина затылка. Предполагаем, что при шлифовке по ленточке должно остаться не менее 40% высоты $a-c$, чтобы не приходилось делать вновь заточки заднего угла (принятого нами в 5°).

Наименьшее значение величин f и m (рис. 11) взято по немецким и американским данным (таблица 16).

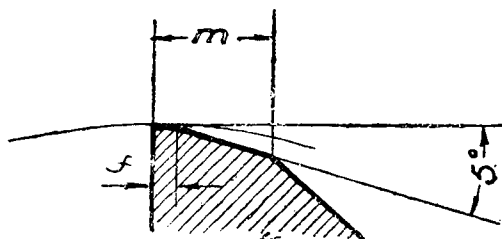


Рис. 11.

Поперечный разрез через зубец развертки.

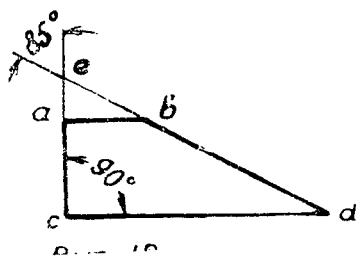


Рис. 12.

Таблица 16

Величины f и m (в мм)

Номин. диам. мм	f	m
3—6	0,15	1,40
10—18	0,20	0,90
30—50	0,30	1,50

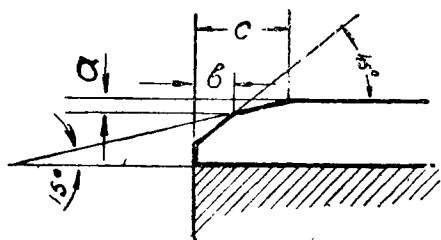


Рис. 13.

Осевой разрез вдоль режущей кромки развертки.

Из рис. 12 очевидно, что

$$ac = ec - ae = (cd - ab) \operatorname{tg} 5^\circ = \\ = (cd - ab) \cdot 0,087.$$

При этом принимаем, что допускаемая перешлифовка по диаметру

$$K_1 \leq 0,4 \cdot 2 \cdot ac.$$

Второй подсчет исходил из предельной величины цилиндрической шлифовки для сохранения заборной части машинной и ручной развертки. Наилучшим заборным конусом у машинной развертки нужно считать изображенный на рис. 13. Для избежания острого угла между конусом в 45° и гранью зубца делается переходной конус в 15° . Выбранные для расчета величины b , c и a даны в таблице 17.

Таблица 17

Величины b , c , a , (в мм)

Номин. диам. мм	b	c	$2a$
3—6	—	1,0	0,25
6—10	0,35	1,0	0,35
10—18	0,50	1,5	0,55
18—30	0,70	2,0	0,70
30—50	0,90	2,5	0,90

Эти величины приняты как средние для данной группы диаметров. Предел перешлифовки по диаметру

$$K_2 \leq 0,5 \cdot 2a.$$

Наконец, для ручных разверток рекомендуется длину заборного конуса l делать не меньше чем $1/5$ всей длины L . Согласно ОСТ 4246 принято соотношение $l = 1/4 L$ (в обозначениях по ОСТ 4246 $l = l_2$ и $L = l_1$). В ряде случаев можно не затачивать конус, если развертка сошлифована по диаметру на величину

$$n = v(1/4 L - 1/5 L) = v^{1/20} L,$$

где v — конусность, подсчитанная исходя из углов конуса α согласно DIN 206 (таблица 18).

Таким образом, $K_3 \leq n$.

Таблица 18

Размеры ручных разверток по ОСТ 4246 и угол конуса по DIN 206

Номинальн. диаметры мм	Расчет- ный диаметр мм	$1/2$ угла конуса в мину- тах	Конусность v	$1/20 L$ мм
3—6	3	30	0,01746	1,35
свыше 6—10	6	30	0,01746	2,75
„ 10—18	10	25	0,01454	3,25
„ 18—30	18	20	0,01164	4,76
„ 30—50	30	15	0,00872	7,00
„ 50—80	50	15	0,00872	9,50

Конечно, указанные методы расчета нужно признать ориентировочными, так как вообще всякое отступление от нормальных размеров ухудшает качество работы развертки.

В таблице 19 приводятся сводные данные величин пределов перешлифовки по диаметру K_1 , K_2 и K_3 .

Таблица 19

Величины пределов перешлифовки K_1 , K_2 и K_3
(в микронах)

Номин. диам. мм	K_1	K_2	K_3
3—6	25	125	23
свыше 6—10	—	175	40
„ 10—18	67	225	48
„ 18—30	—	350	56
„ 30—50	110	450	62
„ 50—80	—	—	85

При сопоставлении данных таблицы 19 с диаграммой рис. 10 делается очевидной необходимость выделить для рыночных разверток по меньшей мере 2 развертки. Одну из этих разверток лучше всего изготовлять по размерам применительно к посадке $A_3 = C_3$, а вторую к посадке $Ш_3$. На той же диаграмме рис. 10 кружками отмечены крайние границы перешлифовки развертки $A_3 = C_3$ (исходя из величины K_1), а квадратиками то же, исходя из величины K_3 (для ручных разверток). Величины K_2 не откладывались вовсе, так как они значительно превосходят отложенные на диаграмме значения K_1 и K_3 и потому лимитировать перешлифовку не могут.

Таким образом, из разверток $Ш_3$ и A_3 могут быть получены только перешлифовкой по цилиндрической части следующие чистовые развертки:

Таблица 20

Машинные развертки для посадок	Ручные развертки для посадок
Из развертки $A_3 = C_3$	
Л, А=С, Н, Т, Г, Пл, Пр, Гр, Н8—N8	Д, А=С, Н, Т, Н8—M8
Из развертки $Ш_3$	
Ш, Л, свыше 6 мм K_3	Ш

Развертки для наиболее ходовых посадок 2-го класса могут получаться перешлифовкой (или доводкой) по диаметру без дополнительных операций по заточке (остальные развертки для посадок, не вошедших в таблицу 20, — с заточкой).

При стандартизации конструктивных элементов развертки необходимо учесть соображения о перешлифовке; рыночные развертки, которые всегда строятся с расчетом на перешлифовку (или доводку), должны в некоторых элементах конструкции отличаться от чистовых разверток.

Предельные размеры рыночной развертки увеличены против размеров исходных чистовых разверток на величину доводки ленточки. Эта доводка производится для сглаживания штрихов и оставшихся заусенцев, и поэтому припуск для этой цели взят один и тот же для всех диаметров, а именно 10 микрон. В таблице 21 даны отклонения для рыночных разверток.

Развертка № 1 (с меньшим припуском) выполняется по размерам чистой посадки $A_3 = C_3$ с припуском на доводку. Путем перешлифовки может быть получена следующая группа разверток: чистовые развертки 2-го класса Гр, Пр, Пл, Г, Т, Н, П, С=А, Д, по ISA N8, M8, K8, J8, H8 3-го класса $A_3 = C_3$; черновые развертки для всех посадок.

Допуски на неточность изготовления рыночных разверток
(отклонения от номинального размера отверстия)

Номинальные диаметры <i>мм</i>	Размеры в микронах (1 $\mu=0,001$ мм)					
	Развертка № 1 (с меньшим припуском)			Развертка № 2 (с большим припуском)		
	Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
от 1—3	+20	+13	7	+ 50	+ 41	9
свыше 3— 6	+23	+15	8	+ 63	+ 51	12
„ 6— 10	+25	+16	9	+ 80	+ 66	15
„ 10— 18	+30	+19	11	+100	+ 82	18
„ 18— 30	+40	+27	13	+125	+104	21
„ 30— 50	+45	+29	16	+155	+130	25
„ 50— 80	+55	+36	19	+190	+160	30
„ 80—100	+65	+43	22	+230	+195	35

Развертка № 2 (с большим припуском) выполняется по размерам чистой развертки для посадки Ш_3 с припуском под доводку. Путем перешлифовки ее может быть получена следующая группа разверток: чистовые развертки для посадок 2-го класса Х , Л , Ш , 3-го класса Х_3 , Ш_3 .

ГЛАВА V

ПРИПУСКИ ПОД ЧЕРНОВЫЕ РАЗВЕРТКИ

ДОПУСКИ НА ЗЕНКЕРА

Чтобы осуществить наименьшее количество размеров зенкеров, припуски под черновые развертки должны иметь возможно большую величину. Но величина эта лимитируется разностью номинального и наименьшего диаметров на заборной части развертки. Величина эта определяется из формулы Рейндля:

$$d = 0,995D - 0,2 \text{ мм},$$

где D — номинальный диаметр развертки, d — наименьший диаметр приемного конуса.

При развертывании требуется, чтобы некоторая часть, примерно $\frac{1}{3}$ приемного конуса, входила в подготовленное под развертывание отверстие.

Поэтому диаметр (D_1) этого отверстия должен иметь величину большую, чем наименьший диаметр заборной части, на $\frac{1}{3}$ разности наибольшего и наименьшего диаметра заборной части развертки, т. е. должна иметь место следующая зависимость (рис. 14):

$$D_1 \geq d + \frac{1}{3} (D - d).$$

По ОСТ 4246 длина заборной части ручной развертки должна быть равна $\frac{1}{4}L$, где L — длина нарезанной части развертки.

Угол α (рис. 14) для ручных разверток по DIN 206 (у нас этот угол не стандартизирован) принят равным следующим величинам:

Таблица 22

Величины углов по DIN 206

D мм	α	D мм	α
5—6	30'	14—27	20'
7—13	25'	28—50	15'

На основании этих данных был сделан подсчет допустимого припуска при взятых величинах длин заборной части развертки и углов α . Для иллюстрации этих припусков приводится сравнительная таблица 23 величин припусков под черновые развертки различных фирм, различных авторов и проекта ОСТ.

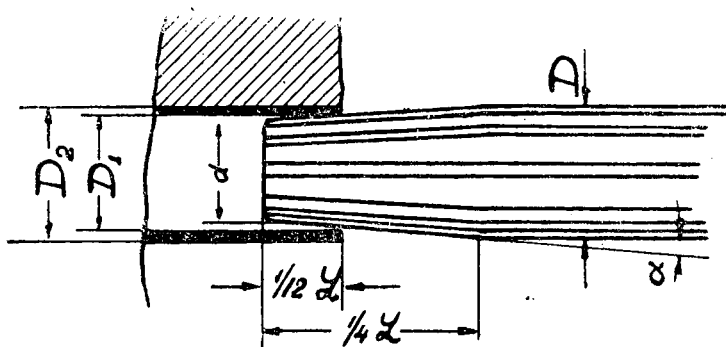


Рис. 14.

Соотношение между размерами заборной части развертки и припуском.

Таблица 23

Величины припусков под черновые развертки в микронах

Номинальные диаметры мм	Рейндль	ОВС ЦАГИ	Шейбе	Шкода	Шисс	Праг Витней	DIN 342	Максимальное значение по проекту ОСТ
от 1—3	110	—	—	—	—	—	—	—
свыше 3—6	120	—	100	—	—	100	—	—
„ 6—10	140	—	100	—	—	100	—	—
„ 10—18	170	100	150	200	300	150	300	160
„ 18—30	220	130	200	250	400	200	400—300	200
„ 30—50	300	130	300	300	500	250	500—400	240
„ 50—80	420	150	400	350	500—400	300	500	275
„ 80—100	600	150	400	400	500	300	600	310

для 3 и 4 зуб.
зенк.

Следует отметить, что все германские авторы и фирмы, а также DIN, совсем не учли зависимости между величинами припусков под развертки и конструктивными размерами режущих элементов развертки. Поэтому припуски, предлагаемые этими фирмами и DIN (см. табл. 12), не дают возможности обрабатывать развертки отверстия 3-го класса точности непосредственно после зенкера. Такая возможность предоставляется припусками, предлагаемыми в проекте ОСТ. Эти припуски совершенно достаточны при работе машинными развертками (там вопрос конусности приемной части играет меньшее значение). При стандартизации режущих элементов разверток необходимо увязать конструктивные размеры этих элементов с припусками и допусками под развертки (см. также гл. IV).

Величины допусков на неточность изготовления зенкеров приняты аналогично величинам допусков на сверла, но взяты с округлением по цифрам 9-го квалитета ISA (см. табл. 14). Отклонения зенкеров приводятся в таблице 24.

✓ Таблица 24

Допуски на неточность изготовления зенкеров
(отклонения от номинальных диаметров отверстий)

Номинальные диаметры мм	Размеры в микронах (1 микрон=1 μ =0,001 мм)								
	Зенкер № 1			Зенкер № 2			Зенкер № 3		
	Отклонение		Допуск	Отклонение		Допуск	Отклонение		Допуск
	верхнее	нижнее		верхнее	нижнее		верхнее	нижнее	
от 12—18 . . .	—260	—300	40	—140	—180	40	—60	—100	40
выше 18—30 . . .	—300	—350	50	—170	—220	50	—70	—120	50
„ 30—50 . . .	—340	—400	60	—200	—260	60	—80	—140	60
„ 50—80 . . .	—385	—460	75	—225	—300	75	—100	—175	75
„ 80—100 . . .	—430	—520	90	—260	—350	90	—120	—210	90

Назначение зенкеров следующее:

№ 1 для обработки отверстий под черновые развертки для отверстий посадок от N8 до H8 и 2-го класса кроме X и Л.

№ 2 для обработки отверстий под черновые развертки для отверстий посадок X и Л.

№ 3 для обработки отверстий под чистовые развертки для отверстий 3-го класса точности и посадки Ш.

ГЛАВА VI

ПРИПУСКИ ПОД ЗЕНКЕРА

Для полноты картины технологического процесса обработки отверстия развертками кратко рассмотрим вопрос о припусках под зенкера и припусках под развертки после сверловки. Этот вопрос связан главным образом с нагрузкой на зенкер и с подбором размеров сверла по ОСТ'у.

Путем подбора по сводной таблице стандартных сверл подходящих размеров сверл с учетом нагрузки зенкера, выбраны, как средние, величины припусков под зенкер и под развертку, указанные в таблице 25, где они сопоставляются с другими данными.

Таблица 25

Припуски из-под сверл (в мм)

Номинальные диаметры отверстия	Подсчитанные по ОСТ 438 ²	Жуков	Фирма Шкода ¹	Шейбе (припуски на зенкер)	Предлагаемые припуски под зенкер	Припуски под развертку по проекту ОСТ
1— 3 . .	0,1	0,1	—	—	—	0,1
свыше 3— 6 . .	0,1	0,1	—	0,2	—	0,1
„ 6— 10 . .	0,2	0,2	0,2	0,2	—	0,1
„ 10— 18 . .	0,3	0,2	0,75 (0,2)	1	0,5	—
„ 18— 30 . .	0,4	0,2	1—1,5 (0,25)	2	0,80—1,30	—
„ 30— 50 . .	0,5	0,3	2—2,5 (0,3)	4	1,7 —2,7	—
„ 50— 80 . .	—	—	—	6	3,7	—
„ 0—100 . .	—	—	—	6	—	—

Допуски на неточность изготовления сверл при указанных припусках можно принять ОСТ'овские, как имеющие вполне достаточные величины. Ниже приводим выбранные припуски под зенкер (таблица 26).

Таблица 26

Припуски под зенкер
(среднее значение)

Номинальные диаметры мм	Припуски мм
от 12—15 . .	0,5
свыше 15—18 . .	0,5
„ 18—21 . .	0,8
„ 21—30 . .	1,3
„ 30—40 . .	1,7
„ 40—50 . .	2,7
„ 50—60 . .	3,7

¹ В скобках припуск после зенкера.

² В настоящее время ОСТ 438 заменен ОСТ ВКС 7868 (стр. 79), но это не вносит значительных изменений в приведенные данные.

ДОПУСКИ НА НЕТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИЗНОС КОЛЕЦ ДЛЯ РАЗВЕРТОК, ЗЕНКЕРОВ И СВЕРЛ

Для контроля размеров разверток применяют микрометры, кольца нормальные или предельные и даже предельные или нормальные скобы. Наиболее распространенным инструментом у нас и за границей являются кольца.

Методика проверки разверток кольцами та же, что и для калибров-скоб, поверяющих изделие, а именно развертки должны свободно (под собственным весом) входить в проходные кольца, в непроходные же не должны входить (14). Поскольку по ОСТ 1201 „Калибры предельные гладкие“ учтен зазор на вхождение между контр-калибром и калибром-скобой, такой же зазор вводится и в проект ОСТ на развертки для проходных колец.

Величина этого зазора будет иная, чем по ОСТ 1201, так как в данном случае характер касания режущей кромки отличен от характера касания поверхностей цилиндрических калибров.

Германские нормы и ряд наших заводов (кроме завода „Калибр“) предлагают одно и то же расположение допуска на изготовление кольца относительно размера развертки: допуск на кольца располагается в поле допуска развертки. Такое же расположение принято и в проекте ОСТ, с учетом, как сказано выше, зазора на вхождение γ_1 . На рис. 15 показана схема расположения полей допусков калибров относительно допусков на развертки. Принятое симметричным расположением допуска на непроходные калибры особого пояснения не требует.

Применение непроходных колец для изношенных разверток облегчат отбраковку последних при массовом производстве; в случаях более редкого применения разверток в этих кольцах нет необходимости, так как предельный износ можно определить микрометром или проверкой развернутого отверстия калибрами. Это в равной мере относится к зенкерам и сверлам. Из окончательной редакции проекта ОСТ кольца для изношенных разверток исключены.

Кольца для проверки новых разверток, зенкеров и сверл необходимы главным образом для заводов или цехов-изготовителей. Потребляющие же цеха, если заточка и шлифовка инструмента централизованы, могут определять износ развертки косвенно, путем обмера отверстий цилиндрическими калибрами-пробками.

Допуски на кольца установлены так же по квалитетам ISA, как и сами допуски на инструмент, обрабатывающий отверстия (15).

Допуски на неточность изготовления колец выбраны в полном соответствии с принципом повышения точности контркалибров против соответствующих рабочих калибров, а последних — против точности поверяемых ими изделий. Этот принцип выдвинут ISA и принят в ОСТ 1201—1220. Сопоставление этих допусков с допусками по другим источникам приведено в таблице 27.

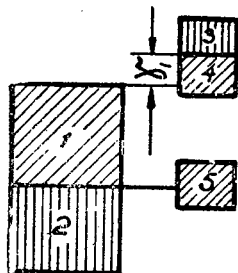


Рис. 15.

Схема предельной проверки развертки калибрами-кольцами:
1—допуск на изготовление развертки,
2—минимальный износ развертки,
3—минимальный износ проходного кольца,
4—допуск на изготовление проходного кольца,
5—допуск на изготовление непроходного кольца для новой развертки,
 γ —зазор на вхождение.

Допуски для колец (в микронах)

Класс качества ISA	Допуски для колец по группам диаметров (в мм)								Допуски для разверток, зенке- ров по классам качества ISA (см. табл. 9)	Соответствующие допуски для колец по равным источникам									
	1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120		Жуков	Проект ОСТ (НКТП) „Калибр“	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	Группы По данным	
2	2	2	2	2	2	3	3	4	Для 5-го класса	По 3-му классу ISA	По 3-му классу ISA	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{2,5}$	$\frac{3,5}{2,5}$	$\frac{3,5}{3}$	$\frac{4}{3,5}$	$\frac{4}{4}$	DIN Зав. „Больше- вик“	
3	3	3	3	3	4	4	5	6	Для 6-го, 7-го и 8-го классов	По 5-му и 6-му классу ISA	По 4-му классу ISA	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3,5}$	$\frac{4,5}{4}$	$\frac{4,5}{4,5}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{6}{6}$	DIN Зав. „Больше- вик“	
5	5	5	6	8	9	11	13	15	Для 9-го класса и сверл	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Величина зазоров γ_1 в микронах																			
Для всех классов	1	1	1	1	1,5	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Завод „Калибр“ для установочных колец в проекте ОСТ НКТП выбрал допуски на неточность изготовления на один класс качества грубее предлагаемых. Если учесть, что допуск на развертку (ее изготовление) значительно точнее, чем допуск соответствующего изделия (на 1—2 класса качества ISA), и что искажение верхней границы допуска на развертку, особенно за счет уменьшения ее допуска, весьма нежелательно, — следует признать этот выбор не вполне удовлетворительным.

Расположение допуска на неточность изготовления кольца принято „Калибром“ симметричное относительно верхней границы допуска на неточность изготовления развертки. Такое расположение несколько увеличивает запас на разбивку отверстия s за счет уменьшения допуска на неточность изготовления развертки a (см. рис. 16).

Допуски на износ колец „Калибром“ приняты меньшей величины, чем по проекту ОСТ, что увеличивает запас на разбивку отверстия (см. таблицу 28).

Таблица 28

Допуски завода „Калибр“ на установочные кольца для разверток (в микронах)

Номинальные диаметры мм	Допуск на неточность изготовления		Допуск на износ		
	Отклонения		Допуск	Предельное отклонение	Допуск
	верхнее	нижнее			

Для посадок 2-го класса точности, кроме Л и Ш, посадок ОСТ 1026 Н8, М8, К8, J8, Н8

	1— 3	+1,0	—1,0	2	+2,5	1,5
свыше	3— 6	+1,5	—1,5	3	+3,5	2,0
„	6— 10	+1,5	—1,5	3	+3,5	2,0
„	10— 18	+1,5	—1,5	3	+4,0	2,5
„	18— 30	+2,0	—2,0	4	+5,0	3,0
„	30— 50	+2,0	—2,0	4	+5,5	3,5
„	50— 80	+2,5	—2,5	5	+6,5	4,0
„	80—100	+3,0	—3,0	6	+8,0	5,0

Для посадок Л, Ш, С₄ = А₃

	1— 3	+2,0	—2,0	4	+4,5	2,5
свыше	3— 6	+2,0	—2,0	4	+5,0	3,0
„	6— 10	+2,0	—2,5	4	+5,0	3,0
„	10— 18	+2,5	—2,5	5	+6,5	4,0
„	18— 30	+3,0	—3,0	6	+8,0	5,0
„	30— 50	+3,5	—3,5	7	+9,5	6,0
„	50— 80	+4,0	—4,0	8	+11,0	7,0
„	80—100	+4,5	—4,5	9	+12,5	8,0

Номинальные диаметры мм	Допуск на неточность изгото- вления		Допуск на износ		
	Отклонения		Допуск	Предельное отклонение	Допуск
	верхнее	нижнее			

Для посадок H_3, H_3

1 — 3	2,5	—2,5	5	+ 7,5	5,0
свыше 3 — 6	2,5	—2,5	5	+ 8,5	6,0
„ 6 — 10	3,0	—3,0	6	+ 10,0	7,0
„ 10 — 18	4,0	—4,0	8	+ 12,0	8,0
„ 18 — 30	4,5	—4,5	9	+ 13,5	9,0
„ 30 — 50	5,5	—5,5	11	+ 16,5	11,0
„ 50 — 80	6,5	—6,5	13	+ 19,5	13,0
„ 80 — 100	7,5	—7,5	15	+ 22,5	15,0

Примечание. Все отклонения отсчитываются от верхнего предельного отклонения новой развертки.

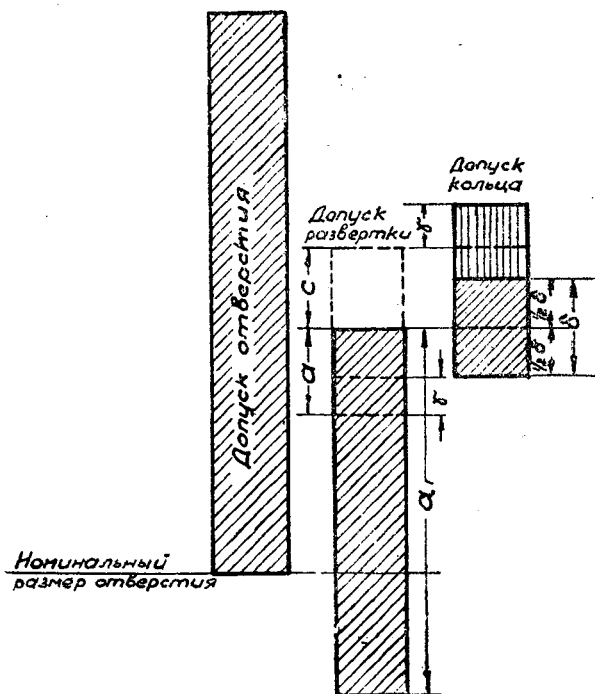


Рис. 16.

Расположение допусков на отверстие изделия, развертки и кольца по заводу „Калибр“.

Допуски, предлагаемые т. Жуковым, относятся в одинаковой мере и к разверткам, так как отдельных допусков на развертки он не дает (изготавливаются в припасовку). Все остальные допуски на кольца, приведенные в таблице 27, несколько больше принятых в проекте ОСТ (ближе всего данные завода „Большевик“).

Допуски на износ в проекте ОСТ также взяты по классам допусков на износ ISA, согласно распоряжку, установленному для калибров по ОСТ 1202—1206.

При обсуждении этого проекта на совещании в декабре 1933 г. в Москве наибольшая дискуссия возникла по поводу контроля размеров разверток. Многие представители промышленности предлагали отказаться от кольца для контроля износа развертки, что и учтено в окончательной редакции проекта ОСТ. Кроме того, предлагалось вообще отказаться от колец, как от измерительного инструмента, специально для этой цели изготовляемого, а перейти на контроль разверток микрометрами. Если такой способ работ и может быть применен для инструментальных цехов, то для широкого применения кольца все же имеют ряд преимуществ. Вкратце эти преимущества сводятся к следующему: быстрота обмера, определенный допуск на кольца, доступность этого способа (микрометры должны устанавливаться по плиткам или быть снабжены индикатором), меньшая изнашиваемость по сравнению с износом мерительных поверхностей микрометра, простота процесса обмера. Предлагаемые допуски и отклонения калибров-колец приведены в таблице 29.

Таблица 29

Допуски и отклонения калибров-колец

Отклонения калибра-кольца отсчитываются: проходного — от верхнего отклонения допуска на неточность изготовления развертки, зенкера, сверла, а непроходного — от нижнего отклонения.

Для разверток 2-го класса

Номинальные диаметры мм		Размеры в микронах								
		Допуск на неточность изготовления						Допуск на износ проходн. стороны		
		Проходная сторона			Непроходная сторона и износ			Предельн. отклонение	Наименьший гарантирован. износ	Средний вероятный износ
		Отклонения		Допуск	Отклонения		Допуск			
верхн	нижн.	верхн.	нижн.							
от	1 до 3	+1	-1	2	+1	-1	2	+2	1	2
свыш.	3 „ 6	+1	-1	2	+1	-1	2	+2	1	2
„	6 „ 10	+1	-1	2	+1	-1	2	+2	1	2
„	10 „ 18	+1	-1	2	+1	-1	2	+3	2	3
„	18 „ 30	+1,5	-0,5	2	+1	-1	2	+4	2,5	3,5
„	30 „ 50	+2	-1	3	+1,5	-1,5	3	+4,5	2,5	4
„	50 „ 80	+3	0	3	+1,5	-1,5	3	+6,5	2,5	4
„	80 „ 100	+4	0	4	+2	-2	4	+7,5	3,5	5,5

Номинальные диаметры мм	Размеры в микронах									
	Допуск на неточность изготовления							Допуск на износ проходн. стороны		
	Проходная сторона			Непроходная сторона и износ				Предельн. отклонение	Наименьший гарантирован. износ	Средний вероятный износ
	Отклонения верхн.	нижн.	Допуск	Отклонения верхн.	нижн.	Допуск	Допуск			

Для разверток отверстий 2-го класса Л и Ш, 3-го класса и рыночных разверток

от 1 до 3	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+3,5	2,5	4
свыше 3 " 6	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+4	3	4,5
" 6 " 10	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+4	3	4,5
" 10 " 18	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+4	3	4,5
" 18 " 30	+1,5	-2,5	4	+2	-2	4	+5,5	4	6
" 30 " 50	+2	-2	4	+2	-2	4	+6,5	4,5	6,5
" 50 " 80	+3	-2	5	+2,5	-2,5	5	+7,5	4,5	7
" 80 " 100	+4	-2	6	+3	-3	6	+10	6	9

Для черновых разверток 2-го класса

от 1 до 3	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+4	3	4,5
свыше 3 " 6	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+5	4	5,5
" 6 " 10	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+5	4	5,5
" 10 " 18	+1	-2	3	+1,5	-1,5	3	+6,5	5,5	7
" 18 " 30	+1,5	-2,5	4	+2	-2	4	+7,5	6	8
" 30 " 50	+2	-2	4	+2	-2	4	+9,5	7,5	9,5
" 50 " 80	+3	-2	5	+2,5	-2,5	5	+11	8	10,5
" 80 " 100	+4	-2	6	+3	-3	6	+13,5	9,5	12

Для зенкоров и сверл

от 1 до 3	+1	-4	5	+2,5	-2,5	5	+6,5	5,5	8
свыше 3 " 6	+1	-4	5	+2,5	-2,5	5	+7,5	6,5	9
" 6 " 10	+1	-5	6	+3	-3	6	+8	7	10
" 10 " 18	+1	-7	8	+4	-4	8	+9	8	12
" 18 " 30	+1,5	-7,5	9	+4,5	-4,5	9	+10	8,5	13
" 30 " 50	+2	-9	11	+5,5	-5,5	11	+12,5	10,5	16
" 50 " 80	+3	-10	13	+6,5	-6,5	13	+14,5	11,5	18
" 80 " 100	+4	-11	15	+7,5	-7,5	15	+17,5	13,5	21

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СХЕМ ДОПУСКОВ НА РАЗВЕРТКИ

Изложенная в предыдущих главах система допусков и припусков на развертки представляет методику распределения общего припуска на отверстие между рядом последовательно вводимых в процессе обработки инструментов, обрабатывающих отверстия, — разверток, зенкеров, сверл и т. д.

В I главе подчеркивались возможные изменения в этой методике, если помимо указанных инструментов применяются резцы, специальные сверла и т. д. Развитие схем обработки отверстий в этих случаях определяется

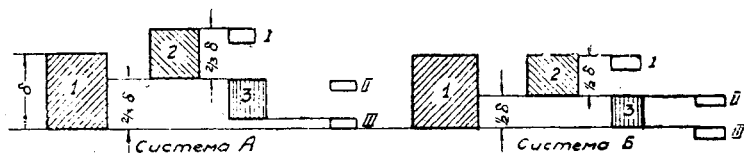


Рис. 17.

Схема расположения допусков на развертки для отверстия 2-го класса точности. 1—допуск на отверстие, 2—максимальный припуск на отточку, 3—допуск на развертку (изготовление и износ). I—допуск кольца для приемки развертки после шлифовки. II—допуск кольца для приемки после отточки. III—допуск кольца для контроля износа развертки.

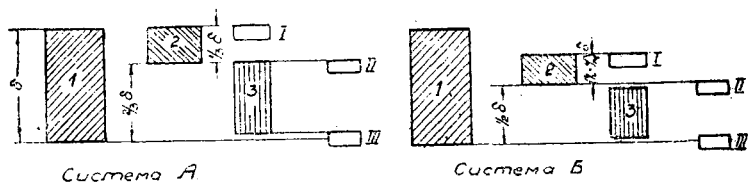


Рис. 18.

Схема расположения допусков на развертки для отверстий 3-го класса точности.

длиной и расположением отверстий, общей конфигурацией изделия, характером станка, приспособления, типом производства и т. д., и составляет особую задачу построения технологических процессов.

С другой стороны, предлагаемая система построена с расчетом на применение в производственных цехах готовых разверток, и таким образом регламентируется приемка разверток и их эксплуатация для обеспечения взаимозаменяемого производства. Заводы, объединения, изготавливающие развертки для собственного потребления на основе предлагаемой системы, могут расширить рамки системы, нормализуя также специфические моменты технологического процесса изготовления разверток. Одной из ответственных предварительных операций для чистовых разверток является шлифовка по диаметру. Ниже приводится ряд схем, учитывающих этот процесс.

На рис. 17 и 18 приведены две системы А и Б схем допусков на чистовые развертки 2-го и 3-го класса точности, применяемые на ряде германских заводов при изготовлении разверток для своих нужд. Эти схемы построены, исходя из данных размеров колец для разверток.¹ Система А принята фир-

¹ Речь идет о фирмах Л. Лёве, Рейнекер, Шток и Вебер.

мами, изготовляющими развертки на основе норм DIN; система Б не имеет никаких принципиальных отличий от предыдущей, но расположение верхнего отклонения у готовой развертки смещено ниже, чем это предлагается нормами DIN. Во всех случаях отточка развертки производится припасовкой под калибр-кольцо (II), размер которого таким образом определяет наибольший размер развертки. Второе кольцо, непроходящее (III), предназначается для контроля изношенной развертки; допуск на его изготовление симметричен линии нижней границы поля допуска на отверстие. При этом интересно отметить нормирование припуска на отточку (поле 2-е), гарантируемого проходящим калибром-кольцом (I). Этот припуск в большинстве схем не выходит из границ допуска на отверстие, за исключением одной (рис. 17 А), где выход составляет $\frac{1}{3}$ допуска на отверстие.

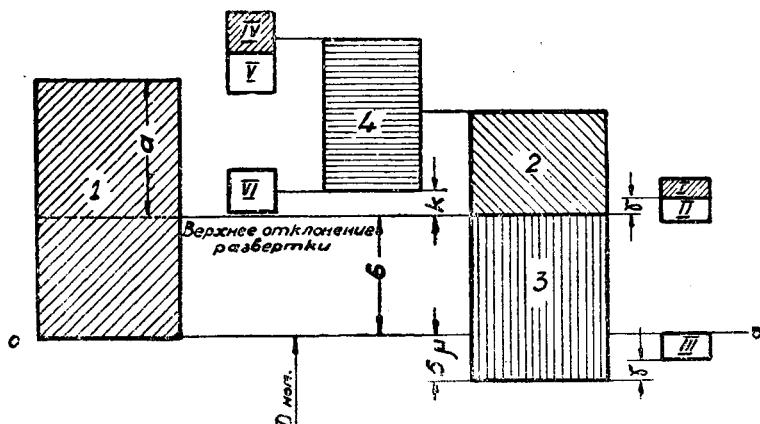


Рис. 19.

Схема расположения допуска на развертку, припуска под отточку, допуска на шлифовку для 2-го класса точности.

1—допуск на отверстие, 2—средне-вероятный припуск на отточку, К—минимальный гарантированный припуск на отточку, 3—допуск на развертку (изготовление и износ), 4—допуск на неточность шлифовки развертки, I—гарантированный припуск на износ калибра кольца для припасовки при отточке развертки, II—допуск на изготовление этого кольца, III—допуск на изготовление кольца для контроля износа развертки, IV—гарантированный припуск на износ калибра кольца проходного для контроля шлифовки, V—допуск на изготовление этого кольца, VI—допуск на неточность изготовления кольца непроходного для контроля шлифовки, а—запас на разбивку, б—зазор на вхождение, в—в. о. развертки.

Эти схемы лишней раз подчеркивают общепризнанность контроля размеров разверток помощью колец. Очевидно, что неопределенность величины запаса на разбивку разверткой отверстия и в этих схемах приводит к разным значениям наибольших размеров развертки. Изготовление разверток в припасовку в обоих классах точности не дает возможности подразделить общее поле допуска на развертку (3) на износ и изготовление. Контролирование износа развертки производится специальным кольцом: при выдаче развертки в работу создается уверенность в невозможности получения маломерных отверстий.¹ Правда, такой порядок может привести к преждевременному изъятию развертки.

¹ Особенно если учесть характер расположения допуска на это кольцо (III).

Дальнейшее развитие этого принципа привело к разработке таких схем, которые определяют величину и расположение допуска на предварительную до отточки операцию, т. е. шлифовку по диаметру. Именно таким образом разработаны допуски системы разверток в стандартах одного из объединений НКТП, достаточно отчетливо представленные на рис. 19 и 20¹. Главнейшие особенности этих схем можно свести к следующему:

1. Для разверток обоих классов точности от верхнего отклонения предельного размера развертки откладывается вверх припуск на отточку развертки (поле 2) и симметрично к верхней границе этого припуска откладывается допуск на шлифовку.

Допуск на шлифовку должен быть достаточен для производства (он взят по 6-му классу качества ISA), и в то же время должен оставаться некоторый гарантированный припуск на отточку (K на рис. 19 и 20), согласно цифрам таблицы 30.

Таблица 30

Минимальный и средне-вероятный припуск на отточку (2-й и 3-й класс точности)
(в микронах)

Припуск на отточку	Номинальные диаметры в мм						
	От 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80
Минимальный	5	5	4,5	4,5	3,5	3	2,5
Средне-вероятный	7	8	9	11	13	16	19

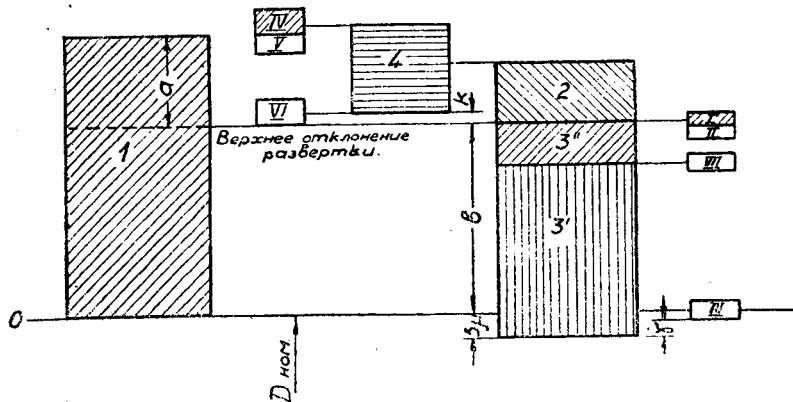


Рис. 20.

Схема расположения допуска на шлифовку, припуска на отточку, допуска на шлифовку для 3-го класса точности.

3' — гарантированный припуск на износ развертки, 3'' — допуск на изготовление (отточку) развертки
VII — допуск на изготовление кольца непроходного для контроля отточки развертки.
Остальные обозначения полей те же что и на рис. 18.

2. Отточка развертки 2-го класса производится в припасовку к нормальному калибру-кольцу (поля I, II), а 3-го класса — по предельным

калибрам-кольцам. Следствием этого является невозможность выделять величины минимального гарантированного износа для 2-го класса точности как в схемах на рис. 17 и 18. Это мотивируется малой величиной допуска на отверстие в этом классе точности.

3. Контроль разверток при шлифовке, отточке и при эксплуатации осуществляется исключительно калибрами-кольцами, как проходными, так и непроходными. Допуск на неточности изготовления на износ колец для контроля шлифовки взят по величине и расположению таким же, как для калибров-скоб 2-го класса точности по ОСТ 1203; калибры-кольца нормальные и для контроля отточки приравняются по допускам к калибрам 1-го класса точности по ОСТ 1202.

Расположение поля допуска кольца для контроля износа (III) по мысли авторов стандарта объединения НКТН таково, что суточный износ развертки не выйдет из пределов и не создаст маломерных отверстий.

Остальные положения системы, установленные величины допусков на неточность изготовления чистовых, черновых разверток, запас на разбивку (а) мало чем отличается от изложенного в предыдущих главах.

Такая схема получения размеров чистовой развертки соответствует обычным технологическим процессам и согласуется с опытом германских предприятий. Некоторые положения все же являются спорными. Запроектированная величина припуска на отточку или доводку может оказаться недостаточной (см. таблицу 30), особенно если такая доводка будет происходить вручную. Вряд ли целесообразно контролировать шлифовку развертки кольцами, тем более что весь стандарт рассчитан на серийное производство разверток для собственных нужд заводов; применение микрометров здесь более естественно.

Наконец, нужно учесть, что при припасовке к кольцу размер развертки зависит от субъективного ощущения рабочего или контролера. По ряду опытных данных можно утверждать, что колебания размера от этого ощущения могут оказаться в пределах 1—10 микронов. Поэтому следует проверять действительные размеры разверток после доводки, и для этих случаев нужно установить допустимую величину нижнего отклонения развертки. В следующей главе излагаются данные о механической отточке (доводке) разверток в узкой зоне допуска, что для 2-го класса является решающим.

ГЛАВА IX

ПРОЦЕСС ОТТОЧКИ РАЗВЕРТОК¹

Выбор разверток. Для чугунного изделия выбирают развертку с длинной конической или закругленной заборной частью; для стали — с короткой конической или закругленной заборной частью. В отверстиях, которые должны развертываться до дна (глухих), может применяться только развертка с закругленной заборной частью. Половину машинных разверток завод Л. Лёве изготавливает с круглой заборной частью, половину — с конической. Исключения представляют регулируемые машинные развертки. Они регулируются до необходимого диаметра посредством установочных гаек и применяются исключительно для сквозных отверстий.

¹ По статьям из „Loewe-Notizen“ № 10/12 1932 г. и 7/9 1933 г.

Выбор метода обработки — при помощи ли регулируемых или нерегулируемых разверток — должен быть предоставлен потребителю, которому следует учитывать, насколько велика нужда в развертках для данного обрабатываемого материала. Нерегулируемые развертки при твердом материале быстро становятся непригодными для требуемой работы, в то время как регулируемые всегда могут быть вновь восстановлены до следующих размеров.

Установка разверток. Лезвия регулируемых разверток при изготовлении установлены так, что наименьший возможный диаметр соответствует номинальному размеру развертки. После того как развертки изнашиваются, у регулируемых разверток лезвия могут быть передвинуты при помощи деревянного или медного молотка. При наклонном направлении паза для лезвий диаметр маленьких разверток может регулироваться в пределах 0,6 мм, а больших в пределах 1,2 мм.

У машинных разверток другой конструкции лезвие может быть передвинуто до желаемого диаметра при помощи освобождения одной и подвешивания другой гайки. При этом скосы лезвий, которые вдвигаются в гайку, а также зенковка у гайки, фиксирующая эти скосы, должны быть концентрично зашлифованы. Тогда после передвижения лезвия будут расположены концентрично.

Для проверки диаметра служат установочные кольца, которые изготовляются для всех посадок. Внутренний диаметр кольца выбран так, что развернутое отверстие оказывается меньше диаметра браковочной стороны калибра; с другой стороны, создается достаточный запас на износ ножей. При полном износе могут быть применены сменные ножи, которые изготовляются отдельно про запас, шлифованными и нешлифованными.

Прямолинейность развертки. Необходимым условием для безукоризненной работы являются: прямолинейность развертки, т. е. точное расстояние от оси развертки точек режущей кромки в радиальных сечениях цилиндрической и заборной части, гладкая поверхность и правильная задняя заточка зубьев.

При заточке заборной части возникают неровности, вследствие зернистости шлифовального круга; эти неровности придают режущей кромке пилообразный вид.

На рис. 5 представлено в 125-кратном увеличении состояние режущей кромки, которая представляется невооруженному глазу совершенно безупречной. Вполне понятно, что подобная режущая кромка не может равномерно снимать стружку и, следовательно, давать чистую стенку отверстия. Выступающие части кромки глубже проникают в материал, чем невыступающие; поэтому они в большой мере осаживают материал, способствуя образованию трещин. Напротив, совершенно гладкая режущая кромка, какая может получаться при отточке (125-кратное увеличение, см. рис. 6), во всяком случае будет равномерно снимать стружку, что является первым условием для получения чистой стенки отверстия.

Второе обоснование отточки вытекает из того, что зубья направляющей части развертки после заточки до точного размера на кругло-шлифовальном станке стачиваются при последующей (задней) заточке лишь настолько, что остается фаска шириною в несколько десятых миллиметра; поэтому эти зубья не получают совершенно острых режущих кромок. Эта фаска служит для контроля того, что ни один зубец не был заточен слишком сильно, и для гарантии, что все зубцы примут участие в работе. Но такая цилиндри-

чекская фаска мешала бы легкой работе режущей кромки, а потому она устраняется и заменяется плоскостью угла наклона зубца (заднего угла), примыкающей непосредственно к режущей кромке. Величина угла должна соответствовать снимаемому материалу и, разумеется, должна быть одинаковой величины и на заборной части.

Операция отточки. Каждая развертка должна следовательно подготавливаться к работе специальным образом, т. е. должна быть приведена в рабочее состояние отточкой. Прежде всего, зубцы заборной части развертки должны быть обработаны таким образом, чтобы исчезли все шероховатости режущих кромок; одновременно зубцу необходимо дать правильный задний угол в зависимости от материала. При этом следует учесть, что все точки режущей кромки должны лежать на одной образующей конуса, определяемой углом наклона заборной части развертки. Затем с направляющей части развертки должна быть снята фаска, а зубец должен оттачиваться путем доводки. При этом снимается припуск на доводку в пределах 0,01—0,35 мм и выдерживается одинаковый задний угол. Развертка должна, конечно, оставаться круглой для того, чтобы каждый зубец принял участие в работе. Если зубцы будут неодинаково отточены, то зубцы, лежащие на большем диаметре, будут иметь большую нагрузку; такая развертка никогда не сможет дать чистого отверстия и, кроме того, преждевременно затупится. Эта отточка очень важна, и нельзя никогда забывать производить ее, когда идет речь о получении в изделии отверстий с чистой, лишенной рисок поверхностью. Благодаря отточке получается острая, свободная от зазубрин режущая кромка, которая гораздо надежнее обеспечивает получение чистого отверстия.

Отточка заключается в том, что очень хороший точильный камень, смоченный керосином или маслом, ведут взад и вперед по задней грани зубца развертки с таким расчетом, чтобы получить задний угол в 3—5°. Равномерное снятие припуска у всех зубьев является при этом необходимым условием того, чтобы в дальнейшем все зубья участвовали в работе резания.

Движение отточки всегда должно идти в направлении не длины зубьев, а поперек зубца, чтобы режущая кромка зуба не врезалась в камень и не тупилась. Переход от заборной части к цилиндрической, так же как и концы лезвий зубцов, должны быть закруглены смоченным в масле оселком. Это очень важно для того, чтобы не оставались следы от подачи, которые часто можно заметить у развернутых отверстий.

Указания относительно отточки должны особенно учитываться при применении разверток с маятниковыми оправками. При небольших размерах разверток собственный вес их будет неблагоприятно влиять на отверстие, так как между телом развертки и внутренней стенкой маятниковой втулки имеется зазор до 0,5 мм и развертки, провисая за счет этого зазора, при незакругленных концах зубьев могут оставить заметные следы на поверхности отверстия.

Отточка механическим способом. Для того чтобы достичь достаточной точности помощью отточки, необходимо исключить фактор ненадежности руки рабочего и прибегнуть к механическому способу. Для этой цели служит приспособление для доводки GW 12 М. Высота его центров равняется 70 мм, рабочее расстояние между центрами 475 мм. При особой точности работы его конструкция и обслуживание так просты, что им может управлять малоквалифицированный рабочий.

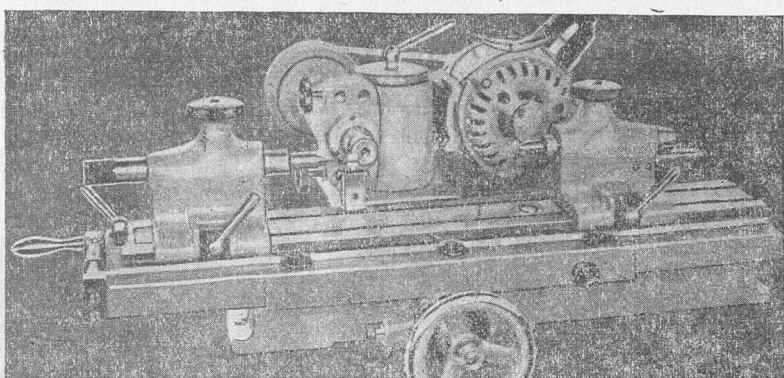


Рис. 21

При применении этого приспособления оказывается, что наряду с простотой обслуживания оно дает преимущество полной надежности результатов операции и позволяет оттачивать механическим путем также и развертки со спиральными зубцами.

Конструкция приспособления. На станине расположены две направляющие, перпендикулярные друг к другу. Передняя несет легко перемещающиеся на игольчатых подшипниках продольные салазки, на которых установлен на поворачивающейся цапфе стол с призмами для обеих передвижных бабок (рис. 21).

Точная установка стола для отточки заборной части развертки и задней ее части, а также для отточки конических разверток, облегчается измерительными плитками, которые вкладываются между неподвижным упором на салазках и подвижным упором на столе на расстоянии 500 мм от пово-

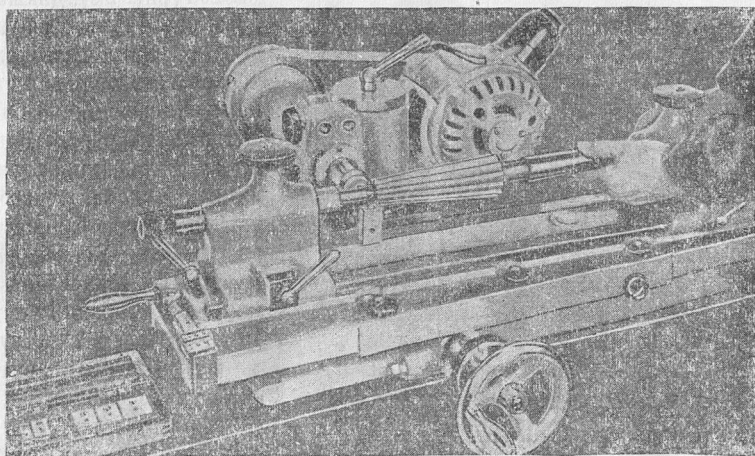


Рис. 22.

Установка стола с измерительными плитками. Отточка развертки с конусом 1:12.

чивающейся цапфы. Их величина рассчитывается по формуле: $500 \times \sin$ требуемого угла конуса $+ 10$ мм, так как измерительная плитка в 10 мм дает нулевое положение, при котором ось развертки проходит параллельно направляющей салазок. После установки измерительных плиток плита стола прижимается рукояткой к упору и неподвижно закрепляется при помощи зажима. На рис. 22 представлено расположение измерительных плиток.

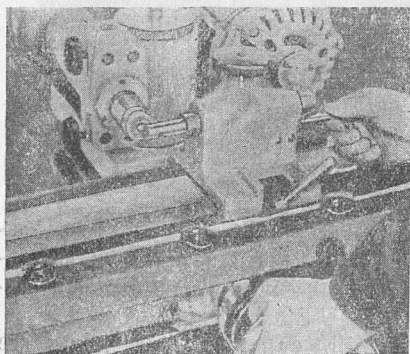


Рис. 23.

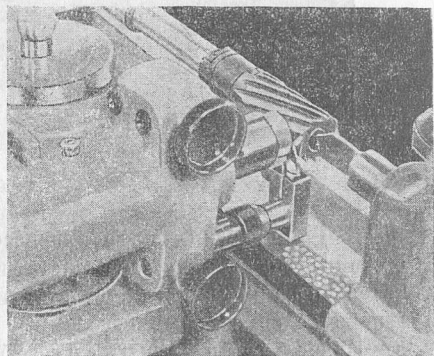


Рис. 24.

Упор и упородержатель.

Рукоятки для движения салазок не имеется, но подвижные бабки имеют форму подручников. Правая подвижная бабка имеет пружинящий центр, который для облегчения зажима развертки устанавливается в исходном положении при опущенном ручном рычаге. Для закрепления подвижных салазок при установке развертки служит винт с накаткой, находящийся на передней стороне под правой бабкой (рис. 22). Движение салазок ограничивается упорами.

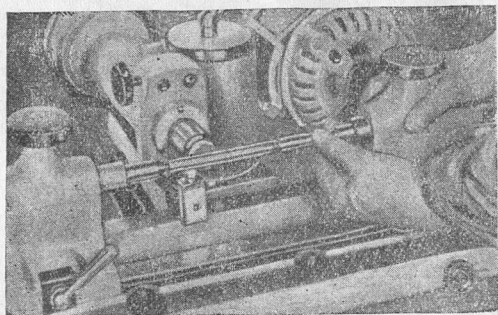


Рис. 25

Отточка заборной части праворежущей развертки; доводочный круг повернут на 3° вправо. Упородержатель — внизу слева.

материала, оказавшегося особенно пригодным для отточки и отличающегося исключительной способностью к сопротивлению износу. Правка круга поэтому необходима не раньше, чем после отточки примерно 75 разверток. Правка

На задних салазках установлен шпиндель для отточки, поворачивающийся вместе с мотором вокруг колонки. Салазки устанавливаются маховичком, видимым спереди. Все устройство поворачивается, так как камень должен работать не кромкой, а плоскостью. Нормально поворачивают шпиндель на 3° (рис. 7). Разумеется, камень (круг) правится при рабочем положении шпинделя.

Круг для отточки. Круг для отточки состоит из

производится алмазом, находящимся в оправке, вставляемой в скалку правой бабки и приводящейся в движение рукояткой (рис. 23).

Направляющий упор и упородержатель. Во время операции отточки зубец развертки ведется по упору, находящемуся в особом держателе. Последний может вставляться по мере надобности в одно из четырех отверстий, находящихся вокруг подшипника шпинделя. Выбор отверстия определяется тем, что зубец развертки должен направляться упором до начала работы камня для отточки. Это видно из рис. 24—28, которые, кроме того, вместе с рис. 22 иллюстрируют различные примеры работы.

Положение упора по высоте задает задний угол, который у разверток для обработки более вязкого и мягкого материала будет лежать между $1\frac{1}{2}^\circ$ и 1° , а для твердых материалов должен доходить до 3° .

Высоты H (рис. 29) для диаметра разверток от 4 до 140 мм и для углов от $1\frac{1}{2}^\circ$ и 3° представлены в таблице 31.

Отточка направляющей части (с диаметром, уменьшающимся к хвосту) праворежущей спиральной развертки; доводочный круг повернут на 3° влево, упородержатель справа внизу. Для более удобного промера развертки установочное кольцо уже расположено на хвосте развертки.

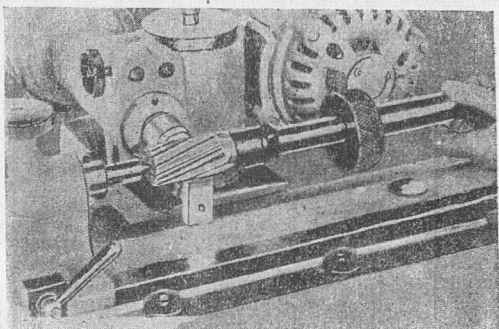


Рис. 26.

Таблица 31

Высоты установки H упора для разверток диаметром от 4 до 140 мм и для задних углов от $1\frac{1}{2}^\circ$ — 3°

Диам. в мм	Установочный размер H для задних углов:					
	$1\frac{1}{2}^\circ$	1°	$1\frac{1}{2}^\circ$	2°	$2\frac{1}{2}^\circ$	3°
4	0,018	0,035	0,052	0,070	0,087	0,10
5	0,022	0,044	0,066	0,087	0,109	0,13
6	0,027	0,053	0,079	0,105	0,131	0,16
7	0,031	0,061	0,092	0,122	0,153	0,18
8	0,035	0,070	0,105	0,140	0,174	0,21
9	0,040	0,079	0,118	0,157	0,196	0,24
10	0,044	0,088	0,131	0,175	0,218	0,26
11	0,048	0,096	0,144	0,192	0,240	0,29
12	0,053	0,105	0,157	0,210	0,262	0,31
13	0,057	0,114	0,170	0,227	0,283	0,34
14	0,062	0,123	0,183	0,244	0,305	0,37
15	0,066	0,131	0,197	0,262	0,327	0,39
16	0,070	0,140	0,210	0,278	0,349	0,42

Диам. в мм	Установочный размер H для задних углов:					
	$1/2^\circ$	1°	$1\frac{1}{2}^\circ$	2°	$2\frac{1}{2}^\circ$	3°
18	0,079	0,158	0,236	0,314	0,392	0,47
20	0,088	0,175	0,262	0,349	0,436	0,52
22	0,097	0,193	0,289	0,384	0,480	0,57
24	0,105	0,210	0,314	0,419	0,523	0,63
26	0,114	0,228	0,341	0,454	0,567	0,68
28	0,123	0,245	0,367	0,488	0,610	0,73
30	0,132	0,263	0,393	0,524	0,654	0,79
32	0,140	0,280	0,419	0,558	0,698	0,84
35	0,153	0,306	0,459	0,611	0,763	0,91
38	0,167	0,333	0,498	0,663	0,828	0,99
40	0,175	0,350	0,524	0,698	0,872	1,05
42	0,184	0,368	0,550	0,733	0,916	1,10
45	0,197	0,394	0,589	0,785	0,981	1,18
48	0,210	0,420	0,629	0,838	1,046	1,26
50	0,219	0,438	0,655	0,873	1,090	1,31
52	0,228	0,455	0,681	0,907	1,134	1,36
55	0,241	0,481	0,721	0,960	1,199	1,44
58	0,254	0,507	0,760	1,012	1,264	1,52
60	0,263	0,525	0,787	1,047	1,308	1,57
62	0,272	0,543	0,812	1,082	1,352	1,62
65	0,285	0,569	0,852	1,134	1,417	1,70
68	0,298	0,595	0,890	1,187	1,482	1,78
70	0,307	0,613	0,917	1,221	1,526	1,83
72	0,315	0,630	0,943	1,256	1,570	1,89
75	0,328	0,656	0,983	1,309	1,635	1,96
80	0,350	0,700	1,048	1,396	1,744	2,09
85	0,372	0,744	1,114	1,483	1,852	2,22
90	0,394	0,788	1,179	1,570	1,962	2,36
95	0,416	0,831	1,245	1,658	2,071	2,49
100	0,438	0,875	1,310	1,745	2,180	2,62
105	0,460	0,919	1,376	1,832	2,289	2,75
110	0,482	0,963	1,441	1,912	2,398	2,88
115	0,503	1,006	1,507	2,006	2,507	3,01
120	0,525	1,050	1,572	2,094	2,616	3,14
125	0,547	1,093	1,638	2,181	2,725	3,28
130	0,569	1,138	1,703	2,268	2,834	3,40
135	0,591	1,181	1,769	2,356	2,943	3,54
140	0,613	1,225	1,834	2,443	3,052	3,66

Высота направляющего упора может регулироваться посредством клина, входящегося в упородержатель, и регулирующей гайки с мелкой резьбой, снабженной шкалой. Пружина обеспечивает постоянный контакт между клином и стрелкой (см. рис. 29). Если деление „середина“, находящееся на упоре, совпадает с торцом втулки, то значит упор стоит на высоте центров. При

повороте гайки влево упор опускается. Каждое деление на гайке означает перемещение по высоте на 0,01 мм. После установки упор неподвижно закрепляется боковым винтом с накаткой.

К приспособлению даются восемь упоров различной формы (см. рис. 30).

Направление вращения мотора может изменяться. Оно должно выбираться таким образом, чтобы давление при отточке было направлено на направляющий упор.

Практические указания. После зажима развертки слегка подают доводочный камень, смоченный маслом или керосином, посредством маховичка и продвигают взад и вперед салазки, охватывая правой рукой правую бабку, до тех пор, пока не почувствуется ослабление давления от отточки. После этого левой рукой поворачивают раз-

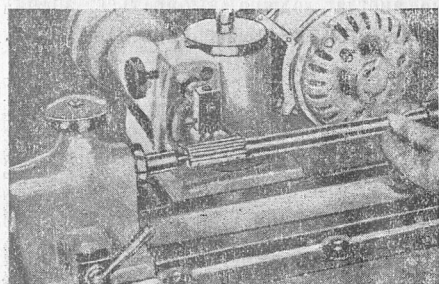


Рис. 27.

Отточка направляющей части (с диаметром, уменьшающимся к хвосту) леворежущей развертки; доводочный круг повернут на 3° вправо, упорoder-жатель наверху налево.

вертку до следующего зубца, и так далее. При этом надо следить, чтобы все зубцы проделали одинаковое число скользящих движений, тогда на каждом зубце равномерно снимается материал.

При скольжении круга на концах зубцов вследствие усиливающегося удельного давления происходит почти незаметное добавочное уменьшение диаметра развертки. Такое уменьшение диаметров по направлению к хвосту желательно и даже необходимо, потому что иначе углы зубцов могли бы оставить знаки от подачи на местах перехода от цилиндрической части развертки к заборной. Такое уменьшение диаметра может быть вредно, когда развертываются глухие отверстия. В этом случае калибр может пройти в отверстие недостаточно глубоко и преждевременно защемляется. Упоры, предусмотренные на салазках, должны поэтому устанавливаться таким образом, чтобы в месте перехода цилиндрической части развертки к заборной доводочный круг в момент, когда меняется направление движения салазок, находился в соприкосновении с разверткой примерно на $\frac{3}{4}$ своей ширины. Переключение на следующий зубец тогда должно происходить на другом конце развертки.

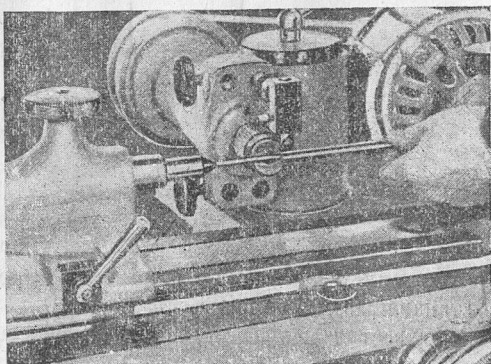


Рис. 28.

Отточка заборной части леворежущей развертки, работающей с направляющей. Доводочный круг повернут на 3° влево. Упорoder-жатель наверху вправо.

Заборная часть разверток для развертывания глухих отверстий доводится согласно рис. 31.

Каждая развертка доводится несколько сильнее к хвосту. Это сужение равняется обычно $\frac{2}{100}$ на 100 мм, но иногда должно выбираться значительно большим, когда развертка предназначена для применения на станках,

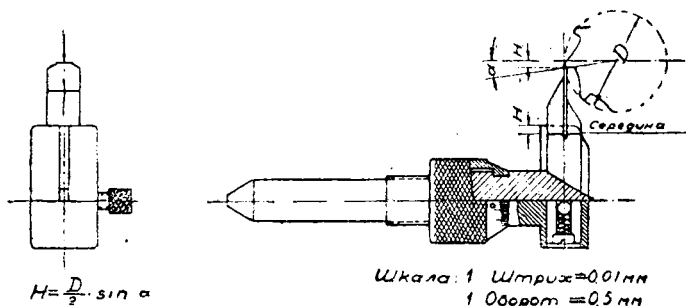
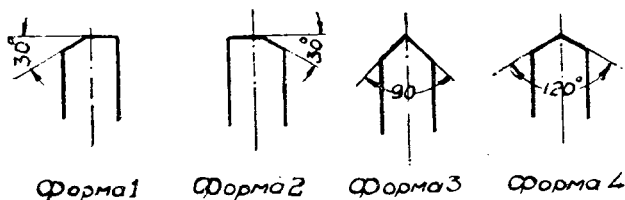


Рис. 29.

на которых ось рабочего шпинделя и ось инструмента не лежат на одной прямой, что часто бывает в более старых револьверных станках. Цилиндрически-доведенные или лишь немного суженные развертки дадут отверстие



Толщина 0,75 мм и 1,50 мм

Рис. 30.

Формы упоров.

с уширением у места входа развертки. Смещение обеих осей впрочем легко устанавливается помощью индикатора.

Развертки меньшего диаметра могут вызвать некоторые осложнения при механической доводке, вследствие своей упругости, но ручная доводка в данном случае еще менее удобна, чем при большом диаметре развертки, и требует больше времени. Вообще эти развертки требуют большего внимания, чем крупные, из-за сложной регулировки упора, так как вследствие незначительной высоты зубца и более мелкого шага, с одной стороны, и ограниченной к низу толщины упора, с другой, происходит от-

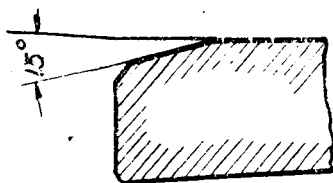


Рис. 31.

пружинивание, легко ведущее к ошибкам и следовательно к неудачной доводке.

При незначительном шаге, и при слишком толстом упоре погрешности возникают вследствие того, что упор касается ближайшего нижнего зубца и при подаче к доводочному кругу вызывает защемление (см. рис. 32). В таком случае салазки скользят тяжело и ударяются об упор. Правильно ли работает доводочный круг (слишком сильное давление делает режущие кромки слишком выпуклыми и неравномерными), можно

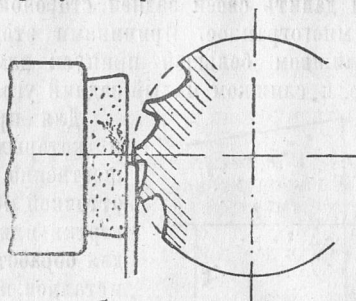


Рис. 32.

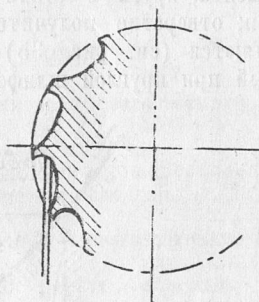


Рис. 33.

установить только тогда, когда при касании имеется в салазках игра. Поэтому при доводке-отточке разверток с неравным шагом следует сравнить перед установкой толщину упора с наиболее мелким шагом и заточить потоньше упор на соответствующий, возможно наименьший размер. Чем мельче шаг, тем тоньше должен быть упор. Остается еще учесть, что чем эластичнее упор, тем осторожнее должна производиться доводка.

Другая ошибка может произойти, когда упор лежит не на режущей кромке, а на закруглении в основании зубца (см. рис. 33). Вследствие этого уменьшается установочный размер H ; передняя часть зубца может оказаться даже над серединой, и тогда получится отрицательный задний угол. Подобная развертка, естественно, давит, а не режет; попытка исправить дефект последующей доводкой ведет к браку в случае точных допусков.

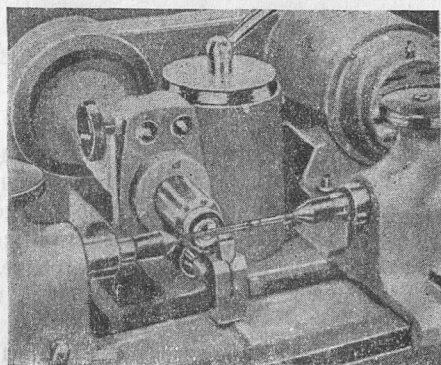


Рис. 34.

Само собой разумеется, что при изготовлении тонких разверток избегают их ослаблять канавкой. Затруднение с обточкой концов режущих кромок и короткий ход фрезы в канавках зубца создают дальнейшие осложнения при доводке, так как упор должен стоять перед доводочным кругом с некоторым наклоном, чтобы дать должное направление зубцу развертки, прежде чем он коснется кромки доводочного круга; если зубец не может передвигаться до конца, то последняя часть зубца останется без доводки. Малый радиус закругления выхода фрезы передвигает развертку и

прижимает ее к доводочному кругу. Для подобной специальной цели форма направляющего упора должна быть особо подготовлена или же развертка соответственно заточена (см. рис. 34).

Затем следует обратить внимание на ширину доведенной фаски: она должна быть меньше $2 \times H$; более широкие фаски образовали бы сквозную хорду сегмента круга и стали бы давить своей задней стороной при развертывании; отверстие получится многогранное. Причинами этой погрешности являются (см. рис. 35) слишком большой припуск для доводки, оставленный при круглой шлифовке, и слишком малый задний угол заточки.

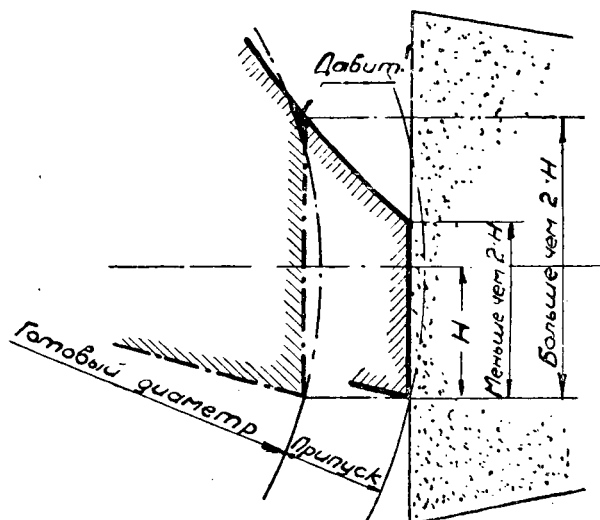


Рис. 35.

Для производств, в которых преимущественно доводятся отточкой мелкие развертки или развертки для обработки легких металлов, применяются развертки с очень малым задним углом. Так как при этом установочный размер H для направляющего упора выразится в сотых долях мм, рекомендуется контролировать высоту стрелки после более длительного применения измерительными плитками. Это необходимо, так как при постоянном

скольжении развертки взад и вперед по упору постепенно получается износ последнего, который приходится принимать во внимание, ввиду незначительной величины H . Износ компенсируется посредством шкалы барабана, добавлением размера износа. Высота H направляющей плиты передних бабок может быть установлена измерительными плитками и волосными линейками, причем значение H по таблице вычитается из точной высоты центров аппарата.

Приспособление для доводки описанной конструкции возникло из практики и долгое время испытывалось на производстве. Оказалось, что развертки, доведенные помощью этого приспособления, дали очень чистые отверстия соответствующего размера. Такие развертки выдерживают более продолжительный срок службы, так что получается экономия в расходе разверток. Если еще принять во внимание, что приспособление может обслуживаться малоквалифицированными рабочими, то можно думать, что оно заполнит существенный пробел в смысле содержания в исправности ценных и дорогих инструментов.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Рейндль. Режущие инструменты для взаимозаменяемого производства. Общество Герм. Инж., 1926 г.
2. Диннебир. Развертывание и зенкование, 1923 г.
3. Шейбе. Основы конструирования рабочих приспособлений, 1923 г.
4. Овайт. Допуски и инструменты. *American Machinist*, ч. 72, № 23 от 12/VII 1930 г. *Machinery (USA)* от 12/VIII 1930 г.
5. Валлихс и Штальброх. Зенкование и развертывание отверстий, *Werkstattechnik* 1931 г., № 12.
6. Хольмс. Допуски для максимальной работы разверток. *Machinery (USA)*, 1931 г., № 5.
7. Саввиц. Допуски на развертывание. *American Machinist*, 1931 г., № 7.
8. Данилов. Допуски на точность обработки отверстия на станках в массовом производстве. *Орга-Информация*, 1928 г., № 10.
9. Зимин и Городецкий. Допуски на развертки. Статья в журнале „Станки и инструмент“ № 7 за 1932 г.
10. Жуков и Алпатов. Допуски отверстий по ОСТ и развертки. Тот же номер журнала.
11. „Loewe-Notizen“, 1932 г., № 10/12.
12. Четвериков. Инструментальное дело, 1930 г.
13. Гайярд. *American Machinist*. 73, № 19, 1931 г.
14. Кутай и Штюмер. Наши предложения к ОСТ 1201—1218. *Вестник металлопромышленности*, 1931, № 10.
15. Die ISA - Rundpassungen, „Loewe-Notizen“ за 1932 г., № 7/9.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА РАЗВЕРТКИ

По проекту ОСТ, разработанному Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков

I. НАЗНАЧЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РАЗВЕРТОК

Развертки служат для получения правильного цилиндрического (с минимальной овальностью и конусностью) точного по размеру отверстия, с гладко-зеркальной поверхностью, путем снятия незначительных размеров стружки в предварительно подготовленном (просверленном, прозенкованном или расточенном) отверстии.

Развертываемое отверстие должно иметь возможно минимальный припуск. Обычно припуск принимается от 0,03 до 0,5 мм, в зависимости от требуемой чистоты и размера отверстия. Большой припуск может привести, во-первых, к быстрому затуплению рабочей части инструмента (выкрашивание режущих лезвий) и другим видам износа; во-вторых, к меньшей чистоте и точности обрабатываемой поверхности.

II. НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗВЕРТОК

Развертка состоит из следующих частей:

1) рабочей части l_1 , снабженной зубцами, расположенными по окружности (рис. 36);

2) хвостовой части l_2 ;

3) шейки l_3 , соединяющей рабочую и хвостовую части разверток.

В рабочей части развертки имеются: а) передний приемный конус m , служащий для центрирования развертки при подведении инструмента в отверстие; б) приемный конус l_3 (режущая часть развертки), служащий для снятия припуска в отверстии; в) цилиндрическая (калибрующая) часть l_4 развертки, служащая для направления во время процесса резания, срезания неровностей, оставшихся от прохода приемного конуса, и калибрования (заглаживания) шероховатостей; г) задний (обратный) конус l_5 , служащий для уменьшения трения и заедания развертки в процессе резания и для уменьшения разбивания отверстия при выводе ее.

Хвостовая часть служит для крепления развертки в патроне станка или крепления на ней воротка для передачи движения. Хвостовая часть может быть цилиндрической, квадратной или конической.

Шейка служит для соединения рабочей части с хвостовой частью развертки, места соединения этих частей снабжаются радиусом r . Кроме того, на шейке ставятся клейма, характеризующие развертку.

На рис. 36 показаны разрезы по рабочей части развертки. Разрез АВ дает форму зубца и канавки на приемном конусе развертки. Как видно из

рисунка, форма зуба развертки образуется передней поверхностью E , задней заточиваемой поверхностью K (от пересечения этих двух поверхностей получается режущее лезвие M) и затыльной поверхностью N , которая соединяется с передней поверхностью следующего зуба радиусом r_3 .

Разрез CD дает форму зуба и канавки на цилиндрической части развертки. Из рисунка видно, что отличие от разреза AB состоит в том, что задняя грань пересекается не с передней поверхностью, а с цилиндрической, благодаря чему между передней и задней поверхностями на вершине зуба образуется фаска I в виде части дуги окружности. Эта фаска служит для заглаживания неровностей, оставленных приемным режущим конусом.

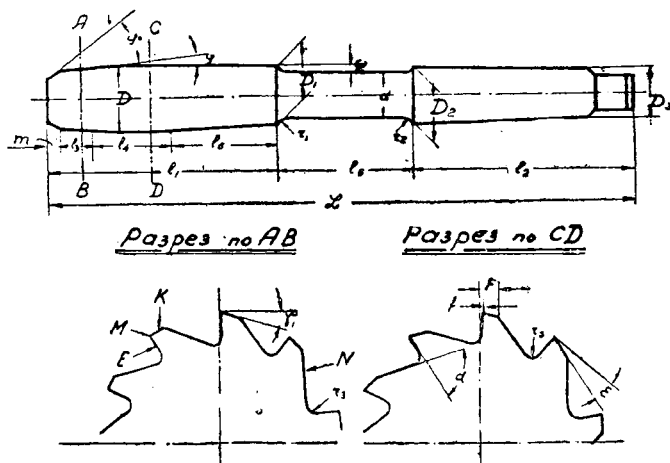


Рис. 36.

III. МАТЕРИАЛ, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗВЕРТОК

Развертки в зависимости от назначения могут быть изготовлены из следующих материалов:

1. Инструментальной легированной стали имеющей следующий химический состав:

Наименование	Углерод	Марганец	Кремний	Сера	Фосфор	Вольфрам	Ванадий
Легированная горячекатанная сталь, состав по ОСТ 4958	1,05 — 1,25	0,20 — 0,40	≤ 0,35	≤ 0,03	≤ 0,03	0,8 — 1,2	0,15 — 0,30
Марка В1							

Примечание. Содержания ванадия согласно ОСТу не обязательно и оговаривается заказом. Для разверток необходимо оговаривать обязательное присутствие ванадия.

2. Быстрорежущей инструментальной стали марки „Р“ (ОСТ 4957), которая доставляется на завод-потребитель в отожженном виде ¹.

Химический состав быстрорежущей инструментальной стали должен быть следующим:

Наименование	С т а л ь	
	Быстрорежущая светлотяннутая отечественная	Быстрорежущая горяче-катанная отечественная
Углерод	0,68—0,76	0,66—0,78
Вольфрам	17—18	17—18,5
Ванадий	0,5—0,8	0,5—0,8
Кобальт	—	—
Молибден	0,2—0,3	0,3
Хром	3,9—4,5	3,8—4,6
Марганец	0,2—0,35	≤ 0,40
Кремний	≤ 0,35	≤ 0,40
Сера	≤ 0,3	≤ 0,3
Фосфор	≤ 0,3	≤ 0,3

Указанные стали должны удовлетворять техническим условиям на поставку стали вышеуказанных марок.

IV. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАЛИ ДЛЯ ХВОСТОВИКОВ СВАРНЫХ РАЗВЕРТОК

Сварные развертки изготавливаются в целях экономии быстрорежущей стали. Рабочая часть их делается из быстрорежущей стали и к ней приваривается электросваркой хвостовик из углеродистой стали с содержанием углерода 0,5%—0,6%.

Сварными рекомендуется делать длинные инструменты диаметром более 12 мм.

Требования, предъявляемые к стали для хвостовиков, следующие:

1. Удовлетворительная свариваемость, для обеспечения достаточной прочности сварного шва.

2. Твердость отожженной стали (в состоянии поставки) 70—90 единиц по шкале „В“ Роквелла или по Бринелю 140—197 единиц, что обеспечивает достаточное сопротивление скручиванию хвостовика и шейки инструментов.

¹ Следует учитывать, что согласно приказу НКТП СССР применение быстрорежущей стали для разверток весьма ограничено. Проект разрабатывался до этого приказа.

3. Возможность подкаливать квадраты хвостовиков до требуемой твердости 35—45 единиц по шкале „С“ Роквелла, что предохраняет квадраты от смятия их в процессе работы.

4. Сталь не должна иметь волосовин, закатов, плен, трещин и других пороков.

Пригодной для хвостовиков сварных инструментов является сталь № 5 по ОСТ 4125. Кроме полного соответствия ОСТ'у 4125, она должна удовлетворять еще требованиям, указанным выше в пунктах 1—4.

У. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ

А. Общие замечания

1. Все размеры разверток должны быть изготовлены согласно рабочим чертежам завода-изготовителя, утвержденным заводом-потребителем. Рабочие чертежи составляются согласно утвержденным стандартам и нормам на основные размеры инструмента и другие его элементы.

2. Развертки должны удовлетворять всем допускам на все элементы, которые указываются на рабочих чертежах. Допуски, указанные на рабочих чертежах, должны быть разработаны согласно утвержденным стандартам.

3. Завод-потребитель при заказе должен дать характеристику требующихся разверток с указанием: а) конструкции разверток, б) рода работы, в) качества обрабатываемого разверткой материала. Без этих указаний завод-изготовитель имеет право поставить развертки по своему усмотрению.

4. Развертки, в зависимости от требования завода-потребителя, могут быть заточены по указанию последнего, или переданы без заточки, но с изготовленным передним приемным конусом.

5. Развертки могут быть изготовлены для сквозных и глухих отверстий, что оговаривается при заказе.

Б. Требования, предъявляемые к механической обработке разверток

1. Центровочные отверстия разверток должны быть изготовлены согласно рабочим чертежам завода-изготовителя, выработанным на основании общесоюзного стандарта на центровые отверстия (ОСТ 3725).

Отверстия должны быть тщательно обработаны, отшлифованы или отполированы и не должны иметь забоин и разработанных мест, для возможности проверки развертки на цилиндричность и обеспечения повторных заточек.

2. Торец рабочей части развертки должен быть тщательно подрезан резцом. Развертки до 5 мм могут быть изготовлены с наружными (обратными) центрами.

3. Передний приемный конус должен быть тщательно обработан и отшлифован на конус с углом 45°. Допуск на длину переднего приемного

конуса берется $\pm 0,4$ мм для разверток диаметром до 50 мм и $\pm 0,6$ мм от диаметра 50 мм и выше.

4. Заточка приемного конуса должна быть произведена до остроты, без оставления какой-либо фаски и завала. Величина задней поверхности должна быть одинаковой для всех перьев. Задний угол должен быть равен 5° (допуск на угол $\pm 1^\circ$). После заточки поверхности не должны иметь поджогов, мелких трещин, плен, выкрошенных мест, черновин и ржавых пятен. Если при внешнем осмотре будут обнаружены еле заметные трещины на шлифованной или заточенной поверхности, — приемщик имеет право потребовать более глубокого исследования (травления на предмет выявления трещин). Ось приемного конуса должна совпадать с осью развертки.

Допуск на угол приемного конуса: $\pm 1^\circ$ для вязких материалов и $\pm 0,5^\circ$ для хрупких материалов.

Допуск на длину приемного конуса:

$$\begin{array}{l} \text{при } l = 1 - 5 \text{ мм } \pm 0,3 \text{ мм} \\ \text{„ } l = 6 - 10 \text{ „ } \pm 0,4 \text{ мм} \\ \text{„ } l = 10 \text{ и выше } \pm 0,5 \text{ мм} \end{array}$$

5. Цилиндрическая, калибрующая часть и обратный конус развертки должны быть тщательно отшлифованы по фаскам, размеры которых устанавливаются чертежом. Ширина их на всех зубцах должна быть одинаковой. Фаски не должны иметь заметных задиринок, замятин и закругленных лезвий.

После пользования магнитными зажимными приспособлениями, для изготовления, развертки должны быть совершенно освобождены от остаточного магнетизма.

Допуск на длину рабочей части:

$$\begin{array}{l} \text{при } l_1 = 20 - 50 \text{ мм } \pm 0,4 \text{ мм} \\ \text{„ } l_1 = 50 - 80 \text{ „ } \pm 0,5 \text{ „} \\ \text{„ } l_1 = 80 - 120 \text{ „ } \pm 0,6 \text{ „} \end{array}$$

Допуск на общую длину развертки:

$$\begin{array}{l} \text{при } L = 80 - 120 \text{ мм } \pm 0,5 \text{ мм} \\ \text{„ } L = 120 - 180 \text{ „ } \pm 0,6 \text{ „} \\ \text{„ } L = 180 - 260 \text{ „ } \pm 0,7 \text{ „} \\ \text{„ } L = 260 - 360 \text{ „ } \pm 0,8 \text{ „} \end{array}$$

6. Геометрия зуба и форма канавки должны быть выдержаны согласно чертежам. Передняя и задняя поверхности зуба и профиль канавки должны быть чисто отшлифованы или отполированы. На поверхностях не должно быть черновин, ржавчины, трещин. Шаг зубцов в градусах должен изготавливаться с допуском $\pm 1^\circ$.

Противоположные зубцы должны быть расположены строго диаметрально для проверки развертки микрометром.

7. Для увеличения стойкости развертки и чистоты обрабатываемой поверхности необходимо детально производить закругление мест перехода приемного конуса к рабочей части. Закругление отдельных режущих перьев должно быть одинаковое.

8. Шейка развертки должна быть чисто обработана, прошлифована или отполирована.

Допуск на изготовление шейки

для диаметров до 24 мм 0,5 мм
 " " выше 24 " 0,8 "

9. Цилиндрическая хвостовая часть развертки должна быть тщательно отшлифована. Допуск на неточность изготовления по длине $\pm 0,5$ мм.

Коническая хвостовая часть развертки принимается по специальной конической втулке, так чтобы меньший диаметр конуса выходил заподлицо с торцевой поверхностью втулки. Допустимое отклонение может быть равным 1 мм. Квадратная хвостовая часть развертки должна иметь фаски; стороны квадрата должны быть расположены на равном расстоянии от оси развертки и взаимно перпендикулярны. Длина квадрата изготавливается с допуском + 1 мм.

10. Режущие лезвия приемного конуса и цилиндрической части должны лежать на конической и цилиндрической поверхности. Оси этих поверхностей должны совпадать с осью развертки.

Биты развертки по всей длине рабочей части не должно превышать 0,01 мм. Допуск на овальность для разверток для 3-го класса точности равен 0,5 допуска на изготовление, а для 2-го класса — в пределах допуска на изготовление.

В. Требования, предъявляемые к термической обработке разверток в зависимости от материала

1. Не должно быть обезуглероживания и мягких пятен на поверхности инструмента.

2. Должна быть благоприятная структура как по зернистости (в изломе), так и по микростроению.

3. Необходимо полное отсутствие каких-либо пороков в изделии, как-то: трещин, оплавленных и разъеденных поверхностей.

4. После правки, выполняемой вслед за термической обработкой, кривизна инструмента должна укладываться в пределах допусков, необходимых для получения чистой поверхности после шлифовки.

5. Твердость разверток выбирается в зависимости от их конструкций, размера и марки стали инструмента. Ниже приводится таблица твердостей разверток.

ОСТ	Наименование изделия	Размеры по ОСТ	Твердость по шкале „С“ Роквелла				
			Сталь „В-1“ легирован.				Сталь быстрореж.
			Размер	Твердость	Размер	Твердость	Твердость всех размеров
4246	Развертки ручные цилиндрические	3—50	3—8	60—62	9—50	62—64	В пределах 62—65
4261	Развертки машинные с цилиндрическим хвостом	3—10	3—10	60—62	—	—	..

ОСТ	Наименование изделия	Размеры по ОСТ	Твердость по шкале „С“ Роквелла				
			Сталь „В-1“ легирован.				Сталь быстрореж.
			Раз-мер	Твер-дость	Размер	Твер-дость	Твердость всех раз-меров
4252	Развертки машинные с квадратной головкой	10—32	10—15	60—62	15—32	61—63	В пределах 62—65
4253	Развертки машинные с коническим хвостом	10—32	10—15	60—62	15—32	61—63	„
4254	Развертки насадные цельные	25—100	—	—	25—100	61—63	„
	Твердость лапок хвостовиков . . .	—	—	25—35	—	—	—
	Твердость квадратов хвостовика	—	—	35—45	—	—	—

От конца рабочей части до квадрата или лапы хвостовик остается сырой. Схему термической обработки см. стр. 73.

Г. Структурная характеристика закаленных и отпущенных разверток из быстрорежущей стали марки „Р“

В закаленном и неотпущенном состоянии микроструктура шлифа, протравленного 2% раствором азотной кислоты в этиловом спирте, должна быть следующей.

Основное поле — аустенит, слабо травящийся реактивом. Полиэдры аустенита мелкие и средней величины, но не крупные, с резко очерченными краями. По полю шлифа равномерно распределенные карбиды. Карбиды не должны быть крупные и не допускается скопление. Структура должна быть однородна во всех участках шлифа. В закаленном и очищенном виде основное поле — тростит-мартенсит + карбиды. На шлифе вдоль прокатки не должно быть карбидов в строчку. Небольшая строчечность карбидов допускается только для крупных диаметров. Не должно быть неоднородности структур вследствие ликвации. Не должно быть выделений ледебуритной эвтектики по границам полиэдров. Не должно быть крупноиглообразного мартенсита. Не должно быть микротрещин, микропор и других пороков. Излом должен быть мелкозернистый (фарфоровидный). Не допускается крупнозернистого „сухого“ „камневидного“, а равно „нафталинового“ излома (по американской терминологии — „рыбья чешуя“).

Д. Структурная характеристика закаленных и отпущенных разверток из легированной инструментальной стали „В-1“

Мартенсит режущих граней должен быть мелкоиглообразный. Иглы мартенсита должны быть мелкие и неясно выраженные. Карбиды должны быть в виде мелких зерен, равномерно распределенных по массе металла.

Цементитная сетка, скопления карбидов и строчечные их расположения—не допускаются. Края режущих граней не должны быть обезуглерожены или обеднены углеродом.

Излом рабочей части развертки должен быть мелкозернистый на участках зубьев развертки, а в незакаленной части развертки (сердцевине)—волоконистый. Крупнозернистый излом, блестящие, черные пятна в изломе, трещины, раковины и другие пороки—не допускаются.

VI. ПРИЕМКА РАЗВЕРТОК

А. Общие требования

1. По своему внешнему виду развертки должны удовлетворять требованиям, изложенным в разделе V „Требования, предъявляемые к технологическому процессу“.

2. Развертки проверяются на твердость при помощи аппарата Роквелла со специальным приспособлением или аппаратом Виккерса. Твердость также может быть проверена напильником, но при условии контролирования напильника путем пробы им эталонов твердости.

3. Для проверки твердости приборами развертки отбираются согласно требованиям приемщика, но в количестве не более 2% и не менее двух разверток; при пробе напильником 5%, но не менее 5 шт.

4. Твердость разверток на затыльной части зуба определяется при помощи аппаратов в двух точках: а) на конце приемного конуса и б) на конце цилиндрической части развертки. Она должна соответствовать указанной выше.

5. При испытании напильником скольжение его и прихватывание следует сравнивать с эталонами твердости. При испытании рабочей части развертки напильник должен скользить по испытуемой поверхности или лишь слегка прихватывать.

6. Твердость также определяется на хвостовой части развертки и должна укладываться в пределах, указанных выше.

7. Для более расширенной проверки размеров по всем элементам при помощи всевозможных измерительных инструментов и приборов развертки отбираются в количестве по желанию приемщика, однако не более 5%, но не менее 5 штук.

8. Размеры разверток и допуски на них должны удовлетворять рабочим чертежам завода-изготовителя и настоящим техническим условиям. Проверка размеров рабочей части шейки, хвоста, центровки производится инструментом, указанным в схеме приемки разверток (см. на стр. 77). Проверка битых цельных разверток производится в центрах при помощи индикатора. Насадные развертки закрепляются на точных оправках, установленных в центрах. Отклонения не должны превышать величин, указанных выше.

9. Завод-изготовитель предоставляет приемщику все необходимое для испытания разверток, а именно: измерительные инструменты, приборы для определения твердости, станки для испытания режущей способности разверток, материал и прочее.

10. При приемке партии разверток заводом-потребителем и изготовителем составляется протокол приемки, куда заносятся все размеры, проверяемые

при помощи измерительных инструментов и приборов, дефекты, замеченные при внешнем осмотре, а также фиксируются результаты испытания при определении режущих способностей. Один экземпляр остается у завода-изготовителя, другой прикладывается к партии сдаваемого инструмента.

Б. Приемка разверток по режущей способности

1. Развертки, удовлетворяющие требованию контрольной приемки, отбираются в количестве 2% от общей партии и подвергаются испытанию в работе для определения начальных режущих способностей.

2. Для определения начальных режущих способностей выбирается машиноподелочная сталь $K_z = 60-70 \text{ кг/мм}^2$, твердостью $H_v = 165-200$, где H_v — твердость по прессу Бринелля (диаметр отпечатка $d_0 = 4,65-4,25 \text{ мм}$).

Содержание углерода в машиноподелочной стали должно быть 0,5—0,6%. По данной характеристике может, следовательно, применяться сталь № 6 ОСТ 4125. Материал должен иметь нормальную структуру отожженной стали с равномерной твердостью, без наличия в ней различных пороков, как-то: трещин, волосовин, твердых включений. Форма пластин стали выбирается в зависимости от метода крепления. Опорная и верхняя поверхности пластины должны быть обработаны и установлены перпендикулярно оси развертки.

3. Отверстия под развертку сверлятся сверлами, указанными в ОСТ'e 7868, и если после развертывания на станках отверстия окажутся черновыми, то отверстие под развертку следует сверлить через направляющие втулки.

4. В качестве охлаждающей смазывающей жидкости применяется 3% (по весу) раствор эмульсола в воде с расходом не менее 5 литров в минуту для машинных разверток и осерненное или сурепное масло для ручного развертывания отверстий.

5. При развертывании сквозных отверстий глубина развертывания выбирается в пределах от 1,5 до 3 диаметров развертки. Ниже приводятся толщины пластин, рекомендуемые в зависимости от диаметров разверток:

Диаметр разверток мм	3—5	5—10	10—22	23—32	30—50	50—100
Толщина пластин мм	10	17	30	40	50	60

6. Испытание разверток производится вручную или при помощи станков, в зависимости от назначения разверток (ручные или машинные). Испытание машинных разверток может быть произведено на сверлильном или токарном станках, удовлетворяющих техническим условиям на производство точных работ.

7. Машинные развертки должны иметь шарнирное закрепление в шпинделе станка, при помощи которого выравнивается отклонение в осевом направлении оси развертки и отверстия.

В случае жесткого крепления развертки ось ее должна строго совпадать с осью отверстия. При креплении при помощи конусов особое внимание следует обратить на хорошую посадку конуса инструмента в гнездо шпинделя.

8. Скорость резания при испытании машинных разверток из углеродистой стали выбирается в пределах 5—6 м/мин, а из легированной и быстрорежущей стали 7—8 м/мин.

9. Подача при развертывании выбирается в зависимости от числа зубьев развертки. Для разверток из углеродистой стали подача на 1 зуб принимается равной 0,04 мм/зуб, а для разверток из легированной и быстрорежущей стали 0,05 мм/зуб.

Ниже приводится таблица чисел оборотов и подач (пересчитанных в зависимости от числа зубцов развертки) на 1 оборот шпинделя станка для разверток из углеродистой, легированной и быстрорежущей стали.

Таблица чисел оборотов и подач для испытаний разверток из углеродистой стали

Диаметр развертки в мм	Число оборотов	Подача на 1 оборот в мм/об	Диаметр развертки в мм	Число оборотов	Подача на 1 оборот в мм/об
3	636	0,24	36	53,1	0,48
3,5			37		
4	478		38	50,3	
4,5			40	47,8	
5	382		44		
6	318		45	42,5	
7	273		46		
8	239		47		
9	212		48		0,56
10	191		50	38,2	
11	174	0,32	52		
12	159		55	34,7	
13	147		58		
14	136,5		60	31,8	
15	127		62		
16	119		65	29,4	
17			68		
18	106		70	27,3	0,62
19			72		
20	95,5	0,4	75	25,2	
21			78		
22	87		80	23,9	
23			82		
24	80		85		
25			88		
26	73,5		90	21,2	0,72
27			92		
28	68		95		
29			98		
30	63,5		100	19	
31		0,48			
32	60				
33					
34	56,2				

Таблица чисел оборотов и подач для испытания разверток из легированной и быстрорежущей стали

Диаметр развертки в мм	Число оборотов	Подача на 1 оборот в мм/об	Диаметр развертки в мм	Число оборотов	Подача на 1 оборот в мм/об
3	848	0,3	34	75	0,6
3,5			35		
4	637		36	70,8	
4,5			37		
5	510		38	67	
6	425		40	63,7	
7	374		42		
8	318		44		
9	283		45	56,6	
10	255		47		
11	231	0,4	48		0,8
12	212		50	51	
13	196		52		
14	182		55	46,3	
15	169		58		
16	169		60	42,5	0,85
17			62		
18	142		65	39,4	
19		0,5	68		
20	128		70	36,4	
21			72		
22	116		75	34	
23			78		
24	106		80	31,8	0,9
25			85		
26	98	0,55	88		
27			90	28,3	
28	91		92		
29			95		1,0
30	84,5		98		
31			100	25,5	
32	80				
33					

10. Испытание производится на станке с автоматической подачей. Подводка развертки к отверстию должна быть плавной, и как только развертка процентрируется по отверстию, включается автоматическая подача.

При выводе развертки из отверстий ни в коем случае не разрешается переключать вращение в обратном направлении.

11. Во время испытания в работе развертка должна идти легко и равномерно, без дрожаний и зацементирований. Характер действующих усилий желательно регистрировать прибором для измерения крутящих моментов и усилия подачи. По снятой диаграмме можно судить о правильности работы развертки. Диаграмма должна быть ровной (без резких пик), с равномерным возрастанием и убыванием усилий резания.

12. Каждая испытываемая развертка из углеродистой стали должна развернуть не менее 15 отверстий, а из легированной и быстрорежущей—25.

13. После развертывания отверстия не должны иметь рифлений, винтовых штрихов, черновин, всевозможных задири и т. п. Обработываемая поверхность должна быть гладкой и блестящей.

14. Отверстие проверяется предельными калибрами соответствующего класса точности. Проверка производится с двух сторон на предмет выявления конусности отверстия. Овальность и конусность допустимы в пределах допуска назначенного класса точности.

15. При осмотре развертки не должно быть замечено выкрошившихся режущих лезвий. На режущих лезвиях развертки не должно быть следов износа, закругленных лезвий (которые при внешнем осмотре блестят), местных замятин и других дефектов, влияющих на дальнейшую работу разверток.

16. Хвостовая часть и шейка развертки не должны иметь признаков деформирования.

Г. Условия приемки

1. Если при наружном осмотре и обмере в отобранных образцах обнаружатся дефекты, то партия возвращается для пересортировки ко вторичному предъявлению.

2. При вторичной приемке пересортированных разверток отбирается двойное количество образцов для наружного осмотра и обмера.

3. Если при наружном осмотре и обмере дефекты не обнаружатся, а при испытании на твердость или в работе хотя бы одна из разверток оказалась неудовлетворительной, то испытание повторяется над двойным количеством разверток. В случае хотя бы одной неудовлетворительной развертки при этом повторном испытании, партия бракуется.

4. Если развертки имеют наружные дефекты, не влияющие на дальнейшую работоспособность инструмента, то в случае согласия приемщика принять их они сдаются как развертки 2-го сорта.

Д. Браковка

К окончательному браку развертки всех видов относятся по следующим признакам:

1. Неравномерная толщина зубьев.

2. Нечистая обработка поверхности (риски, заусенцы, задирины).

3. Забоины на режущей грани зуба и выкрошенные места.

4. Трещины, волосовины, пленчатость, окалина.

5. Завал и неравномерная ширина фасок.

6. Отпуск при заточке (цвета побежалости).

7. Битье по зубу рабочей части и хвосту.

8. Не выдержаны размеры: по диаметру, общей длине, длине рабочей части, длине хвоста, конусу, квадрату и ланке.

9. Забиты центра.

10. Неправильная маркировка (неясная, неправильная или отсутствие маркировки).

11. Оплавлены зубья у разверток из быстрорежущей стали.
12. Несоответствующая твердость и мягкие места.
13. Неправильные углы (отклонения выше норм).
14. Отсутствие обратного конуса у машинных разверток.
15. Крупнозернистый излом.
16. Неудовлетворительная микроструктура.
17. Не выдержавшие испытание на стойкость.

Е. Сортность

Развертки относятся ко второму сорту при обнаружении следующих внешних пороков:

1. Невыдержанность размеров в пределах допусков по следующим элементам: диаметру рабочей и хвостовой части, общей длине, длине рабочей части, длине хвостовика, конусу, фаске, квадрату, лапке.
2. Затачивание канавок между зубьями разверток по глубине на один *мм* более фрезеровки и по длине до $+3$ *мм*.
3. Незначительные забоины в виде точек на двух зубьях, в количестве на развертке не более двух, при условии зачистки их оселком.
4. Незначительный отпуск при заточке не более чем на одном зубе.
5. Незначительные следы окалины, не удаленные пескоструйкой.
6. Незначительные следы ржавчины.
7. Нечистая полировка центров.
8. Не вполне четкое, но различимая маркировка
9. Несоответствие разверток нормальным требованиям при испытании, при условии, если они не выкрашиваются и не сминаются.

Примечание. По пунктам внешних признаков для 2-го сорта завод должен иметь на каждый признак по два эталона разверток. Пороки изделий 2-го сорта должны лежать между этими двумя пределами. Изделие, имеющее внешние пороки, превосходящие пороки, эталонов, относится в брак.

VII. Маркировка разверток

Каждая развертка должна маркироваться. Маркировка должна содержать: марку завода-производителя, размеры и указание, из какой стали сделана развертка. Сталь быстрорежущая маркируется одной буквой „Б“. Легированная—„Л“. Сталь углеродистая совсем не маркируется.

Местом маркировки для разверток, имеющих на конце своего хвоста квадрат, служит участок цилиндрической поверхности, непосредственно прилегающий к квадрату.

Местом маркировки разверток, имеющих промежуточную шейку, является эта последняя.

В насадных развертках местом маркировки является свободный участок цилиндрической поверхности, прилегающий к торцу.

Размеры букв, цифр, а также марки завода, зависят от толщины хвоста инструмента, на котором производится маркировка.

1. Для предохранения инструмента от коррозии необходимо перед упаковкой, а также и в технологическом процессе, предусмотреть ряд операций, устраняющих коррозионность (промывка, очистка, травление, смазывание и другие мероприятия).

2. После смазывания каждая развертка обвертывается в бумагу, предохраняющую от сырости. Затем развертки собираются в пачки до 50 штук, в зависимости от размера, и упаковываются в специальную бумагу, предохраняющую от механических повреждений, или в специально сделанные картонные ящики, тубы, пакеты и проч.

На каждой такой пачке наклеивается этикетка, на которой указывается:

1. Название инструмента.
2. Размер.
4. Материал разверток.
5. Количество штук.

Для отправления развертки упаковываются в ящики весом брутто не более 50 кг, причем упаковка должна быть произведена таким образом, чтобы при перевозках развертки не получили механических повреждений.

СХЕМА ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НАД ИНСТРУМЕНТОМ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

(к проекту ОСТ „Технические условия на развертки“)

А. Сталь быстрорежущая „Р“

1. Обезжиривание. Инструмент, поступивший из механических цехов в смазанном виде, погружается на 3—7 минут в 2% раствор едкого натра при температуре 80—95°, затем на 3—5 минут в чистую кипящую воду.

Оборудование — ванна с обогревом.

2. Отпуск для снятия напряжений. Нагрев в воздушной или газовой среде до 575—600° и выдержка 1—2 часа, далее охлаждение на воздухе в укрытом от сквозняка месте.

Оборудование — воздушноотпускательная печь типа „Хомо“, муфельная или камерная печь.

3. Нагрев под закалку. Достижение необходимой для закалки температуры разбивается на два приема: подогрев и высокий нагрев.

Медленный подогрев до 400—500°. Оборудование — воздушная камера какой-либо печи.

Медленный подогрев до 850—860°. Оборудование — камерная газовая, пламенная нефтяная печь.

На первой и второй ступени время выдержки должно обеспечить сквозной нагрев изделия в рабочей его части. Среда второго подогрева должна быть нейтральной или слегка восстановительной.

Быстрый высокий нагрев до 1250—1270° для изделия диаметром до 50 мм. Быстрый нагрев до 1240—1260° для изделий

диаметром более 12" или 50 мм (температура ниже во избежание перегруза верхней зоны инструмента вследствие более продолжительной выдержки).

Выдержка при конечной высокой температуре должна быть наименьшей по времени — только лишь необходимой для подогрева рабочего объема инструмента.

Оборудование — соляная (BaCl_2) электродная ванна.

4. Охлаждение при закалке. Могут быть приняты два варианта: а) охлаждение в масле с температурой 30 — 40° и б) охлаждение в соляной или свинцовой ванне. Температура ванны 500—550°. По достижении инструментом температуры ванны инструменту дается окончательное охлаждение на воздухе.

При больших диаметрах инструмента температура ванны может быть взята ниже — до 300°.

При охлаждении погружать инструмент в строго вертикальном положении.

Оборудование. Масляный бак с циркуляцией масла. Соляная или свинцовая ванна с обогревом.

Состав соляной ванны: 40% нитрата калия, 60% нитрата натрия. Температура плавления ванны около 150°. (Эти ванны для низких температур; для высоких температур — селитра).

Примечание Необходимо: следить за отсутствием обезуглероживания инструмента при нагреве в хлористом бари; периодически раскислять ванну путем добавления раскислителей; своевременно делать замену пришедшего в негодность хлористого бария свежим.

5. Промывка. Кипячение в 10% растворе едкого натра до очистки поверхности инструмента от приставшей соли, затем промывка для удаления остатков концентрированного раствора едкого натра.

Рекомендуется вторую промывку делать в промывательной машине, где струи горячей жидкости подаются под давлением около 2 атмосфер, чем повышается качество промывки.

Оборудование. Промывной бачек с обогревом, промывная машина.

6. Предварительная правка кривизны. Оборудование: пресс для правки, газовая горелка для подогрева инструмента, центра с индикатором для контроля кривизны.

7. Отпуск. В воздушной камере печи типа „Хомо“. Нагрев до 525°. Выдержка при 525° — 6 часов. Подъем температуры и по достижении 550° выдержка 2 часа. Охлаждение на воздухе. Необходимо избегать сквозняков.

Оборудование — воздушно-отпускательная печь типа „Хомо“.

8. Закалка квадратов или лапок из поделочной стали (сварных разверток). Сталь № 5. Нагрев до 800° для квадратов в свинцовой или соляной ванне, охлаждение непольностью в воде при температуре 25—30°. Отпустить на воздухе до требуемой твердости за счет внутренней теплоты и дать окончательное охлаждение в масле или воде.

Нагрев до 800° для лапок — окончательное охлаждение в масле. Или же при малых диаметрах самоотпуск за счет внутренней теплоты после первого неполного охлаждения (до требуемой твердости) и затем окончательное охлаждение.

9. Правка окончательная. Выполняется так же, как предварительная правка (см. п. 6).

10. Очистка: а) в пескоструйном аппарате для шлифуемых инструментов, или б) травлением для нешлифуемых.

11. Контроль качества термической обработки. 100% проверяются на твердость напильником и, на выдержку, несколько штук прибором Роквелла, проба в торце.

12. Смазка — путем погружения в кипящее легкое масло (велосит, веретенное масло).

Оборудование: масляная ванна с обогревом.

В процессе термообработки важен контроль температуры. В камерных, муфельных и пламенных печах, а также в соляных и свинцовых ваннах (для охлаждения), температура контролируется пирометрами с термопарами. Температура соляной электродной ванны для высокого нагрева контролируется периодически ардометрами, прикрепляемыми к кожуху печи.

Б. Легированная инструментальная сталь „В-1“

1. Обезжиривание. Инструмент, поступивший из механических цехов в смазанном виде, или с несмытой эмульсией на поверхности, погружается на 3—7 минут в 2% раствор едкого натра при температуре 80—95°, затем выдерживается 3—5 мин. в чистой кипящей воде.

Оборудование: ванна с обогревом.

2. Отпуск для снятия напряжений. Нагрев в воздушной или газовой среде до 575—600° с выдержкой 1—2 часа, далее охлаждение в укрытом от сквозняка месте. Для разверток эта операция не обязательна.

Оборудование. Воздушно отпускательная печь типа „Хомо“, муфельная или камерная печь.

3. Нагрев под закалку. Достижение необходимой для заковки температуры разбивается на 2—3 ступени:

а) Подогрев до температуры 150° в воздушной камере (не обязателен для мелких диаметров).

б) Подогрев на 575—600°.

в) Нагрев до 820—840° для диаметров до 9 мм

„ „ 780—800° „ „ более 9 мм.

Подогрев „б“ выполняется в камерной печи или в свинцовой ванне.

Нагрев „в“ рекомендуется производить в соляной ванне, но можно и в свинцовой ванне.

Оборудование: камерная газовая печь, нефтяная пламенная печь, соляная ванна.

4. Охлаждение рабочей части при закалке. Инструменты диаметром до 9 мм охлаждаются в масле при температуре 30—40°. Инструменты диаметром более 9 мм охлаждаются в воде с температурой 25—30° до прекращения шипения, а затем переносятся для окончательного охлаждения в масло. При охлаждении погружать в строго вертикальном положении.

5. Закалка квадратов или лапок. Материал — сталь „В-1“. Квадраты нагреваются до 800° в свинцовой или соляной ванне с подогревом, как указано для рабочей части — ступень „б“.

Охладить неполностью в воде при температуре 30—40°. Отпустить на воздухе до требуемой твердости за счет внутренней теплоты и дать окончательное охлаждение в масле или в той же теплой воде.

Для лапки—больших размеров нагрев до 800° и окончательное охлаждение в масле или в теплой воде, для мелких диаметров—отпуск за счет внутренней теплоты на воздухе после неполной закалки, как и для квадратов, после чего—окончательное охлаждение в масле.

6. Обезжиривание и очистка от грязи после закалки дается после полного охлаждения при закалке промывкой в 2% растворе едкого натра.

7. Отпуск в печи „Хомо“ производится до 160—200°, в зависимости от твердости, полученной инструментом после закалки, и требуемой твердости для готового изделия. Получаемая твердость контролируется напильником.

Отпуск возможен и в масле при температуре 180—220°, с выдержкой 2 часа.

8. Правка кривизны.

9. Очистка разверток диаметром до 5 мм производится травлением. Диаметром более 10 мм рекомендуется очищать в пескоструйных аппаратах. После очистки можно применять оксидирование, но обязательно после контроля термообработки.

10. Контроль качества термической обработки.

100% проверяется на твердость напильником и на выдержку несколько штук прибором Роквелла (проба в торец) и делается 100% осмотр на трещины и на другие пороки.

11. Смазка производится путем погружения в кипящее масло (легкие сорта: веретенное, велосит) для разверток пескоструйных и травленных.

Оборудование: масляная ванна с обогревом.

В процессе термообработки важно выполнение непрерывного контроля температур.

В соляных, свинцовых и камерных печах температура контролируется пирометрами (тип термopара + милливольтметр).

В. Способ закалки разверток для получения минимальной деформации¹.

1. Нагрев, как указано выше, производится до температур 800—840° в зависимости от диаметра. При крупных диаметрах температура выбирается в указанных пределах более высокая и при малых соответственно более низкая. *

2. Охлаждение производится в расплавленной смеси солей 50% калиевой селитры KNO_3 + 50% нитрита натрия (NaNO_2) при температуре 160—200°. Охлаждение продолжается до выравнивания температуры инструмента с температурой ванны, что определяется по прекращению бурления ванны вследствие газообразования, затем для окончательного охлаждения инструмент

¹ Этот способ способствует также уменьшению трещин.

выдается на воздух. При охлаждении следует погружать инструмент в ванну в строго вертикальном положении.

Температуры нагрева для разверток из стали „В-1“ при нормальной закалке в воде или масле приводятся в следующей таблице:

	ОСТ	Нагрев 820—840°, охлаждение в масле. для размеров	Нагрев 780—80°, охлаждение вода, масло, для размеров
1. Развертки ручные цилиндрические	4246	3—7	9—50
2. Развертки конические под конус Морзе .	4247	—	№ 0—6
3. Развертки конические под метрические конуса	4248	№ 4, 6	№ 80—140
4. Развертки конические под конич. штифты конус 1—50	4249	1—6	6-а—16-а

С Х Е М А ПРИЕМКИ РАЗВЕРТОК

(к проекту ОСТ „Технические условия на развертки)

№	Элементы контроля	Метод контроля	Контрольный инструмент
1	Общая длина, длина режущей части	Согласно чертежу	Масштабная линейка. Штангенциркуль Шаблон.
2	Длина заборной части	—	В ручных развертках масштабной линейкой. В машинных — шаблоном
3	Основной диаметр развертки, номинальный	В ручных и машинных цилиндрических развертках диаметр поверяется в месте сопряжения заборной части с цилиндрической. В остальных по чертежу	Цилиндрические развертки кольцом или микрометром
4	Утонение цилиндрической части к хвосту (обратный конус)	В ручных и машинных цилиндрических развертках диаметр обратного конуса проверяется по чертежу	Микрометр с точностью 0,01 мм
5	Диаметр у торца	Согласно чертежу	Штанген циркуль с острыми губками
6	Угол заборной части	Поверяется в цилиндрических развертках, если у них неправильный диаметр у торца (п. 5)	Инструментальный микрометр Цейсса и шаблоны

№	Элементы контроля	Метод контроля	Контрольный инструмент
7	Шаг и высота зубцов	Зубцы развертки должны иметь правильную соответствующую чертежу конфигурацию	Инструментальный микроскоп Цейсса и глубиномер с точностью до 0,1 мм
8	Передняя грань	Передняя грань должна быть по чертежам	Оптическая делительная головка Цейсса и высотомер
9	Спуск затылка	Затылки зубцов должны быть сняты правильно с сохранением размеров по чертежу	—
10	Фаска (ленточная)	Ширина фаски на всех зубцах должна быть одинакова	Инструментальный микроскоп Цейсса
11	Диаметр хвоста	Согласно чертежу	Предельные скобы или микрометр
12	Квадрат	Размеры квадрата должны соответствовать чертежу и ОСТ 112	Масштабная линейка или предельные скобы; симметричность проверяется индикатором от центров
13	Конусность хвоста и центричность лапки	Конусность хвоста должна соответствовать чертежу; конус развертки должен притираться к образцовой втулке без качки, без проваливания, краска должна сниматься равномерно. При повороте на 180° лапка должна быть на одном уровне с плечиками втулки	Втулки конусные
14	Конусность и отверстия в развертках, пазы для шпонок в насадных развертках	Согласно чертежу	Конусные пробки с рисками и для пазов — шаблон
15	Битье по цилиндрической части и по конусу	Согласно допуску на битье	Индикатор

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Всесоюзный комитет стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ		ОСТ ВКС 7868
	СВЕРЛА СПИРАЛЬНЫЕ		
	Градация диаметров и допуски по диаметрам		Машиностроение

А. ГРАДАЦИЯ ДИАМЕТРОВ

мм

0,25	2,2	4,8	7,9	11,3	16,4	22	31	41,5	60
0,30	2,25	4,9	8	11,5	16,5	22,1	31,3	41,6	62
0,35	2,3	5	8,1	11,7	16,8	22,3	31,6	42	65
0,4	2,4	5,1	8,2	11,8	16,9	22,7	31,9	42,1	68
0,45	2,5	5,2	8,3	11,9	17	22,9	32	42,5	70
0,5	2,6	5,3	8,4	12	17,1	23	32,5	43	72
0,55	2,65	5,4	8,5	12,3	17,2	23,5	32,6	43,6	75
0,6	2,7	5,5	8,6	12,5	17,3	23,7	33	44	78
0,65	2,8	5,6	8,7	12,8	17,5	23,8	33,4	44,5	80
0,7	2,85	5,7	8,8	12,9	17,7	24	33,6	44,6	
0,75	2,9	5,8	8,9	13	18	24,3	33,7	44,8	
0,8	3	5,9	9	13,2	18,3	24,5	34	45	
0,85	3,1	6	9,1	13,3	18,5	24,7	34,3	45,1	
0,9	3,15	6,1	9,2	13,5	18,7	24,8	34,6	45,6	
0,95	3,2	6,2	9,3	13,7	18,9	25	35	45,7	
1	3,25	6,3	9,4	13,8	19	25,3	35,5	46	
1,1	3,3	6,4	9,5	13,9	19,1	25,7	35,6	46,3	
1,2	3,4	6,5	9,6	14	19,2	25,9	36	46,5	
1,3	3,5	6,6	9,7	14,3	19,3	26	36,7	47	
1,35	3,6	6,7	9,8	14,5	19,5	26,2	37	47,6	
1,4	3,7	6,8	9,9	14,8	19,7	26,7	37,6	48	
1,5	3,8	6,9	10	14,9	20	27	38	48,5	
1,6	3,9	7	10,1	15	20,3	27,7	38,5	49,6	
1,7	4	7,1	10,2	15,1	20,5	27,9	38,8	50	
1,75	4,1	7,2	10,4	15,2	20,7	28	39	52	
1,8	4,2	7,3	10,5	15,3	20,9	28,3	39,2	53	
1,9	4,3	7,4	10,6	15,5	21	28,9	39,6	54	
2	4,4	7,5	10,8	15,8	21,2	29	39,7	55	
2,05	4,5	7,6	10,9	16	21,5	29,6	40	56	
2,10	4,6	7,7	11	16,2	21,7	30	40,3	57	
2,15	4,7	7,8	11,2	16,3	21,9	30,5	41	58	

Внесен Главстанкоин-струментом НКТП | Утвержден 20/I 1935 г. | Срок введения 1/V 1935 г.

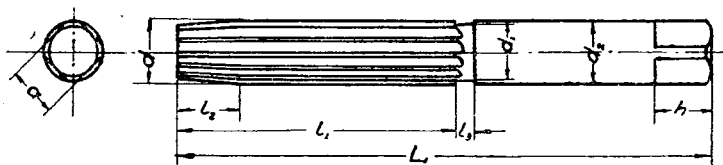
Б. ДОПУСКИ по ДИАМЕТРАМ

мм

Диаметры сверл	Сверла шлифованные			Сверла нешлифованные		
	Отклонения ¹		Допуск	Отклонения		Допуск
	верхн.	нижн.		верхн.	нижн.	
от 0,25 до 0,5	—	—	—	0	—0,02	0,02
„ 0,5 „ 0,75	0	—0,015	0,015	0	—0,025	0,025
„ 0,75 „ 1	0	—0,02	0,02	0	—0,03	0,03
„ 1 „ 3	0	—0,025	0,025	0	—0,04	0,04
„ 3 „ 6	0	—0,03	0,03			
„ 6 „ 10	0	—0,036	0,036			
„ 10 „ 18	0	—0,043	0,043			
„ 18 „ 30	0	—0,052	0,052			
„ 30 „ 50	0	—0,062	0,062			
„ 50 „ 80	0	—0,074	0,074			

¹ Для градаций диаметров от 1 до 80 мм соответствуют отклонениям 9-го качества ISA.

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Всесоюзный комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4246
	РАЗВЕРТКИ	
	ручные цилиндрические	Металл



Пример обозначения ручной цилиндрической развертки диам. $d=20$ мм:

РАЗВЕРТКА РУЧНАЯ 20 ОСТ 4246

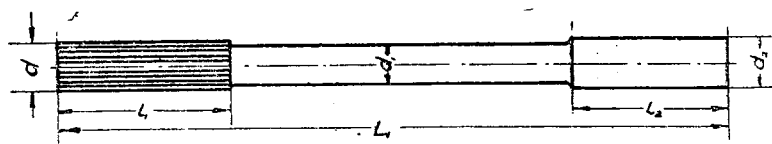
мм							
номм.	L	l_1	$l_2 \approx$	$l_3 \approx$	d_1	a	h
3	80	40	10	8	2,5	2,4	5
3,5	85	40	10	8	3	2,7	6
4	90	45	11	9	3,5	3	6
4,5	95	45	11	9	4	3,4	6
5	100	50	12	10	4,5	3,8	7
6	100	55	13	11	5,5	4,9	8
7	110	60	15	12	6,5	5,5	8
8	110	60	15	12	7,5	6,2	9
9	125	65	16	13	8,5	7	10
10	125	65	16	13	9,5	8	11
11	140	75	18	14	10,25	9	12
12	140	75	18	14	11,25	9	12
13	140	75	18	14	12,25	10	13
14	160	85	21	16	13,25	11	14
15	160	85	21	16	14,25	12	15
16	160	85	21	16	15,25	12	15
17	180	95	23	18	16,25	13	16
18	180	95	23	18	17,25	14,5	17
19	180	95	23	18	18,25	14,5	17
20	200	105	26	19	19,25	16	19
21	200	105	26	19	20,25	16	19

мм							
номм.	L	l_1	$l_2 \approx$	$l_3 \approx$	d_1	a	h
22	200	105	26	19	21,25	18	21
23	220	115	28	21	22,25	18	21
24	220	115	28	21	23,25	18	21
25	220	115	28	21	24,25	20	23
26	240	125	31	22	25,25	20	23
27	240	125	31	22	26,26	22	25
28	240	125	31	22	27,25	22	25
30	270	140	35	26	29	24	27
32	270	140	35	26	31	24	27
33	270	140	35	26	32	26	29
34	300	155	38	28	33	26	29
35	300	155	38	28	34	29	32
36	300	155	38	28	35	29	32
38	300	155	38	28	37	29	32
40	335	170	42	30	39	32	35
42	335	170	42	30	41	32	35
44	370	190	47	34	43	35	38
45	370	190	47	34	44	35	38
46	370	190	47	34	45	35	38
48	370	190	47	34	47	39	42
50	370	190	47	34	49	39	42

1. Номинальные диаметры разверток—по ОСТ 34.
2. При заказах на развертки под отверстия с допусками по общесоюзной системе допусков и посадок (ОСТ 1011—1014, 1021—1024) указывать отклонения или условные обозначения отверстий.
3. Диам. d_2 должен быть меньше d на 0,02 до 0,1 мм.
4. Квадраты—по ОСТ 112.
5. Центровые отверстия—по ОСТ 3725; развертки малых размеров (до $d=5$ мм) могут изготавливаться с наружными центрами.
6. Размер l_3 может быть уменьшен до $\approx 0,2 l_1$.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

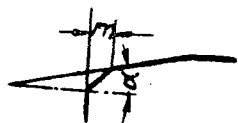
С. С. С. Р.	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4251
Совет труда и обороны	РАЗВЕРТКИ МАШИННЫЕ	
Всесоюзный комитет по стандартизации	с цилиндрическим хвостом	Металл



Пример обозначения развертки машинной с цилиндрическим хвостом номин.
диам. $d = 6$ мм:

РАЗВЕРТКА МАШИННАЯ С ЦИЛИНДРИЧ. ХВОСТОМ 6 ОСТ 4251

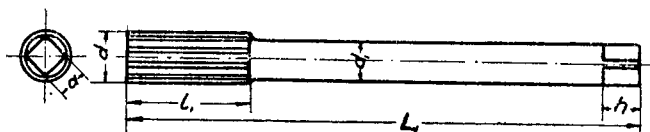
мм						
d НОМИН.	L	l_1	l_2	d_1	d_2	m $\approx$
3	80	22	22	2,5	3	1,0
3,5	80	22	22	3	3,5	1,0
4	80	24	22	3,5	4	1,0
4,5	80	24	22	4	4,5	1,0
5	80	26	22	4	5	1,0
6	110	28	25	5	6	1,5
7	110	30	25	5,5	7	1,5
8	110	32	25	6,5	8	1,5
9	135	34	30	7	9	1,5
10	135	36	30	8	10	1,5



1. Номинальные диаметры разверток — по ОСТ 34.
2. При заказах на развертки под отверстия с допусками по общесоюзной системе допусков и посадок (ОСТ 1011—1014, 1021—1024) указывать отклонения или условное обозначение отверстия.
3. Угол α режущего конуса развертки должен оговариваться при заказе.
4. Центровые отверстия — по ОСТ 3725; развертки малых размеров (до $d=5$ мм) могут изготавливаться с наружными центрами.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Всесоюзный комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4252
	РАЗВЕРТКИ МАШИННЫЕ с квадратной головкой	
		Металл



Пример обозначения развертки машинной с квадратной головкой номин
диам. $d = 22$ мм:

РАЗВЕРТКА МАШИННАЯ С КВАДР. ГОЛОВКОЙ 22 ОСТ 4252

мм

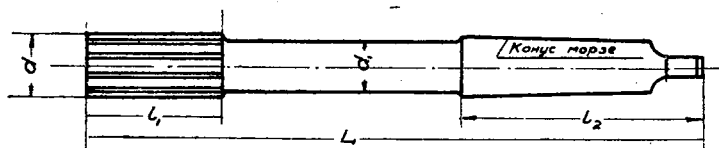
диам. d	L	L_1	d_1	a	h	m $\approx$
10	140	40	8	6,2	9	1,5
11	145	40	8	6,2	9	1,5
12	155	40	9	7	10	1,5
13	160	45	10	8	11	2,0
14	170	45	10	8	11	2,0
15	175	45	11	9	12	2,0
16	180	45	12	9	12	2,0
17	190	50	13	10	13	2,0
18	195	50	13	10	13	2,0
19	205	50	15	12	15	2,0
20	210	50	16	12	15	2,0
21	215	55	17	13	16	2,0
22	225	55	18	14,5	17	2,0
23	230	60	18	14,5	17	2,5
24	240	60	19	14,5	17	2,5
25	245	60	20	16	19	2,5
26	250	60	20	16	19	2,5
27	260	65	21	16	19	2,5
28	270	65	22	18	21	2,5
30	280	70	24	18	21	2,5
32	290	70	26	20	23	2,5



1. Номинальные диаметры разверток — по ОСТ 34.
2. При заказах на развертки под отверстия с допусками по общесоюзной системе допусков и посадок (ОСТ 1011—1014, 1021—1024) указывать отклонения или условные обозначения отверстия.
3. Квадраты — по ОСТ 112.
4. Угол α режущего конуса развертки должен оговариваться при заказе.
5. Центровые отверстия — по ОСТ 3725.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

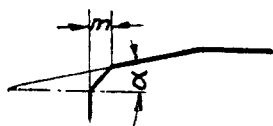
С. С. С. Р.	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4253
Совет труда и обороны	РАЗВЕРТКИ МАШИННЫЕ	
Всесоюзный комитет по стандартизации	с коническим хвостом	Металлы



Пример обозначения машинной развертки с коническим хвостом номин.
диам. $d=22$ мм:

РАЗВЕРТКА МАШИНАЯ С КОНИЧ. ХВОСТОМ 22 ОСТ 4253

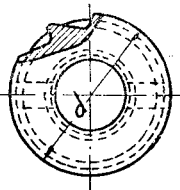
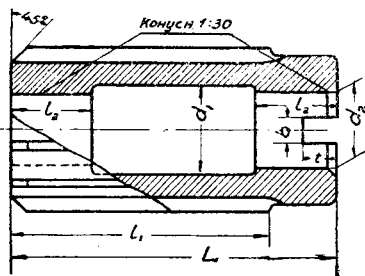
мм						
d номинал.	L	l_1	l_2	d_1	номер конуса Морзе	m $\approx$
10	160	35	65,5	8	1	1,5
11	160	35	65,5	8	1	1,5
12	170	40	65,5	9	1	1,5
13	170	40	65,5	10	1	2,0
14	170	40	65,5	10	1	2,0
15	190	45	78,5	11	2	2,0
16	190	45	78,5	12	2	2,0
17	190	45	78,5	13	2	2,0
18	190	45	78,5	14	2	2,0
19	210	50	78,5	15	2	2,0
20	210	50	78,5	16	2	2,0
21	210	50	78,5	17	2	2,0
22	230	50	78,5	17	2	2,0
23	230	55	78,5	17	2	2,5
24	250	55	98,0	19	3	2,5
25	250	55	98,0	20	3	2,5
26	250	55	98,0	20	3	2,5
27	250	60	98,0	21	3	2,5
28	270	60	98,0	22	3	2,5
30	270	60	98,0	23	3	2,5
32	270	60	98,0	23	3	2,5



1. Номинальные диаметры разверток — по ОСТ 34.
2. При заказах на развертки под отверстия с допусками по общесоюзной системе допусков и посадок (ОСТ 1011—1014, 1021—1024) указывать отклонения или условное обозначение отверстия.
3. Конуса — по ОСТ 113.
4. Угол α режущего конуса должен оговариваться при заказе.
5. Центровые отверстия — по ОСТ 3725.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Всесоюзный комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4254
	РАЗВЕРТКИ НАСАДНЫЕ	
	цельные	Металл



При $d_2 \leq 27$ мм
 $d = d_2 + 1$ мм
 При $d_2 > 27$ мм
 $d = d_2 + 2$ мм
 $L_2 \approx 0,25 L$



Пример обозначения насадной развертки ном. diam. $d = 55$ мм:

РАЗВЕРТКА НАСАДНАЯ 55 ОСТ 4254

мм

d номинал.	d_2	L_1	L	b	t	m $\approx$
25	13	48	60	4,3	6	3
26	13	48	60	4,3	6	3
27	13	48	60	4,3	6	3
28	13	48	60	4,3	6	3
30	16	58	70	5,4	7	3
32	16	58	70	5,4	7	3
33	16	58	70	5,4	7	3
34	16	58	70	5,4	7	3
35	19	64	80	6,4	8,5	3
36	19	64	80	6,4	8,5	3
(37)	19	64	80	6,4	8,5	3
38	19	64	80	6,4	8,5	3
40	19	64	80	6,4	8,5	3
42	22	72	90	7,4	9,5	3
44	22	72	90	7,4	9,5	3
45	22	72	90	7,4	9,5	3
46	22	72	90	7,4	9,5	3
(47)	22	72	90	7,4	9,5	3
48	22	72	90	7,4	9,5	3
50	27	80	100	8,4	10,5	3
52	27	80	100	8,4	10,5	3

мм

d номинал.	d_2	L_1	L	b	t	m $\approx$
55	27	88	100	8,4	10,5	3
58	32	88	110	10,4	12	3
60	32	88	110	10,4	12	3
62	32	88	110	10,4	12	3
65	32	88	110	10,4	12	3
68	32	88	110	10,4	12	4
70	40	94	120	12,4	13	4
72	40	94	120	12,4	13	4
75	40	94	120	12,4	13	4
78	40	94	120	12,4	13	4
80	40	94	120	12,4	13	4
82	40	94	120	12,4	13	4
85	50	104	130	14,4	14,5	4
88	50	104	130	14,4	14,5	4
90	50	104	130	14,4	14,5	4
92	50	104	130	14,4	14,5	4
95	50	104	130	14,4	14,5	4
98	50	104	130	14,4	14,5	4
100	50	104	130	14,4	14,5	4
—	—	—	—	—	—	—

1. Номинальные диаметры разверток — по ОСТ 34.

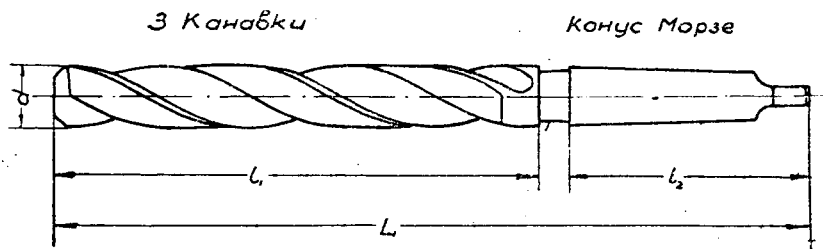
2. При заказах на развертки под отверстия с допусками по общесоюзной системе допусков и посадок (ОСТ 1011—1014, 1021—1024) указывать отклонения или условное обозначение отверстия.

3. Угол α режущего конуса должен оговариваться при заказе.

4. Крепление торцевой шпонкой — по ОСТ 1429.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

С. С. С. Р Совет труда и обороны — Всесоюзный комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ	ОСТ 4255
	ЗЕНКЕРА с коническими хвостами	
		Металл



Пример обозначения зенкера с коническим хвостом диаметром $d=20$ мм:

ЗЕНКЕР С КОНИЧЕСКИМ ХВОСТОМ 20 ОСТ 4255

мм

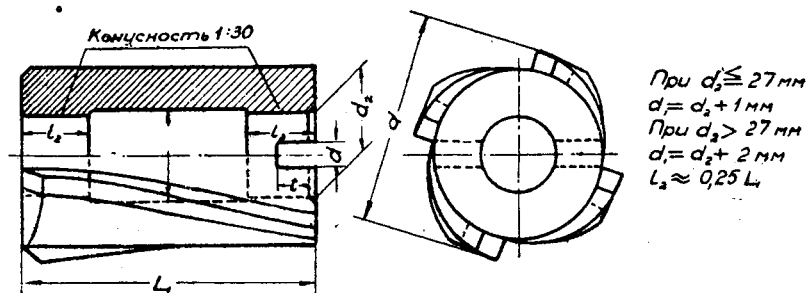
d	L	l_1	l_2	Номер конуса Морзе	d	L	l_1	l_2	Номер конуса Морзе
12	200	125	65,5	1	23	270	180	78,5	2
13	210	135	65,5	1	24	310	200	98	3
14	210	135	65,5	1	25	310	200	98	3
15	220	145	65,5	1	26	310	200	98	3
16	245	155	78,5	2	27	325	215	98	3
17	245	155	78,5	2	28	325	215	98	3
18	245	155	78,5	2	30	325	215	98	3
19	255	165	78,5	2	32	340	230	98	3
20	255	165	78,5	2	33	365	230	123	4
21	270	180	78,5	2	34	365	230	123	4
22	270	180	78,5	2	35	380	245	123	4

1. Диаметры зенкеров — по ОСТ 34.

2. Конуса Морзе — по ОСТ 113.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

С. С. С. Р. Совет труда и обороны Всесоюзный комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ ЗЕНКЕРА НАСАДНЫЕ	ОСТ 4256 Металл
---	--	------------------------



Пример обозначения насадного зенкера диаметром $d=50 \text{ мм}$:

ЗЕНКЕР НАСАДНЫЙ 50 ОСТ 4256

мм					мм				
d	d_2	L	b	t	d	d_2	L	b	t
24	13	55	4,3	6	52	19	65	6,4	8,5
25	13	55	4,3	6	55	22	70	7,4	9,5
26	13	55	4,3	6	58	22	70	7,4	9,5
27	13	55	4,3	6	60	22	70	7,4	9,5
28	13	55	4,3	6	62	22	70	7,4	9,5
30	13	55	4,3	6	65	27	70	8,4	10,5
32	13	55	4,3	6	68	27	70	8,4	10,5
33	13	55	4,3	6	70	27	70	8,4	10,5
34	13	55	4,3	6	72	27	70	8,4	10,5
35	13	55	4,3	6	75	32	75	10,4	12
36	16	60	5,4	7	78	32	75	10,4	12
37	16	60	5,4	7	80	32	75	10,4	12
38	16	60	5,4	7	82	32	75	10,4	12
40	16	60	5,4	7	85	32	75	10,4	12
42	16	60	5,4	7	88	32	75	10,4	12
44	16	60	5,4	7	90	40	80	12,4	13
45	19	65	6,4	8,5	92	40	80	12,4	13
46	19	65	6,4	8,5	95	40	80	12,4	13
47	19	65	6,4	8,5	98	40	80	12,4	13
48	19	65	6,4	8,5	100	40	80	12,4	13
50	19	65	6,4	8,5	—	—	—	—	—

1. Диаметры зенкеров — по ОСТ 34.

2. Крепление инструмента торцевой шпонкой — по ОСТ 1429.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 31 декабря 1931 г. как обязательный с 1 июля 1932 г.

ИСТП - СССР ВОАО - РУЖ		СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ РАЗВЕРТКИ РУЧНЫЕ для сквозных отверстий		ВСТ - И - 9
		Лист 2-й (всего 3 листа)		Инструмент

D ном.	L		L ₁ ≈	l	l ₁	l ₂ ≈	l ₃	d		d ₁	D ₁	D ₂ ≈	Квадраг		Число зуб. Z	α°	F	r	Центра															
	ном.	доп.						ном.	доп.				S	h					D ₀ max	d ₀	L ₀	l ₀ min	α ₃ ≈											
3	80	± 0,5	85	40 18	10	0,5	3	—	0,007	—	D — 0,02	2,72	2,4	5	6	80°	0,6	0,5	2	0,7	2	1	—											
3,5	85		90,5	40 18	10	0,5	3,5	—	0,032			3,22	2,7											6	85°	0,6	0,5	2	0,7	2	1			
4	90		96,5	45 18	11	0,5	4	—	0,011			3,65	3											6	85°	0,7	0,5	2	0,7	2	1			
4,5	95		102	45 18	11	0,5	4,5	—	0,044			4,15	3,4											6	85°	0,7	0,5	2	0,7	2	1			
5	100		107	50 22	12	0,5	5	—	0,015			4,62	3,8											7	90°	0,8	0,5	2	0,7	2	1			
6	100	± 0,6	—	55 28	13	0,5	6	—	0,020	0,053	D — 0,03	5,62	4,9	10	11	80°	0,8	0,5	2	1,0	2,5	1,0	2,5	1,2										
7	110			60 30	15	0,8	7					—	0,070												6,58	5,5	8	90°	0,8	1,0	2,5	1,0	2,5	1,2
8	110			60 30	15	1,0	8					—	0,020												7,54	6,2	9	90°	0,9	1,0	2,5	1,0	2,5	1,2
9	125			65 34	16	1,0	9					—	0,020												8,54	7	10	90°	0,9	1,0	2,5	1,0	2,5	1,2
10	125			65 34	16	1,0	10					—	0,020												9,51	8	11	90°	0,9	1,0	2,5	1,0	2,5	1,2
11	140	± 0,8	—	75 34	18	1,0	11	—	0,035	0,083	D — 0,035	10,25	10,48	12	13	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8											
12	140			75 34	18	1,0	12					—	0,035											11,25	11,48	9	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
13	140			75 34	18	1,0	13					—	0,035											12,25	12,44	10	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
14	160			85 42	21	1,0	14					—	0,035											13,25	13,40	11	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
15	160			85 42	21	1,5	15					—	0,035											14,25	14,37	12	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
16	160	± 0,8	—	85 42	21	1,5	16	—	0,025	0,083	D — 0,035	15,25	15,37	16	17	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8											
17	180			95 45	23	1,5	17					—	0,025											16,25	16,34	13	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
18	180			95 45	23	1,5	18					—	0,025											17,25	17,30	14,5	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
19	180			95 45	23	1,5	19					—	0,025											18,25	18,30	14,5	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
20	200			105 52	26	1,5	20					—	0,025											19,25	19,26	15	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
21	200	± 0,8	—	105 52	26	1,5	21	—	0,025	0,083	D — 0,035	20,25	20,23	18	19	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8											
22	200			105 52	26	1,5	22					—	0,025											21,25	21,23	18	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
23	220			115 58	28	1,5	23					—	0,025											22,25	22,20	18	80°	1,1	1,5	6	2,5	6	3	0,8
24	220			115 58	28	1,5	24					—	0,025											23,25	23,16	18	80°	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8
25	220			115 58	28	2,0	25					—	0,025											24,25	24,12	20	80°	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8

ММ

Принят как обязательный в отношении инструментовых ВОАО — РУЖ
20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нар. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

мм

D НОМ.	L		t	l ₁	l ₂ ≈	l ₃	d		d ₁	D ₁	D ₂	Квадрат		Число зуб- цов Z	F	r	Центра					
	НОМ.	ДОП.					НОМ.	ДОП.				S					h	D ₀ max	b ₀	L ₀	l ₀ min	a
												НОМ.	ДОП.									
26	240	±0,7	125	60	31	2	26	-0,025 - 0,085	25,25	D -0,035	25,12	20	0,14	25	10	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8
27	240		125	60	31	2	27		26,25		26,09	22		25	10	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8
28	240		125	60	31	2	28		27,25		27,05	22		27	10	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8
30	270		140	70	35	2	30		29		29,02	24		27	10	1,3	1,5	6	2,5	6	3	0,8
32	270	±0,8	140	70	35	2	32	-0,032 - 0,100	31	D -0,04	30,98	24	0,17	29	10	1,6	2	6	2,5	6	3	0,8
33	270		140	70	35	2	33		32		31,95	26		29	10	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1
34	300		155	75	38	2	34		33		32,92	26		32	10	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1
35	300		155	75	38	2,5	35		34		33,88	29		32	10	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1
36	300		155	75	38	2,5	36		35		34,88	29		32	12	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1
38	300		155	80	38	2,5	38		37		36,81	29		35	12	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1
40	335		170	85	42	2,5	40		39		38,78	32		35	12	1,6	2	7,5	3	7,5	3,6	1

1. Углы заострения зубцов, рекомендуемые.
2. Шаг зубьев развертки неравный по ВСТ—И—13.
3. Допуски на изготовление по ВСТ—И—14
4. Форма зуба для разверток $\varnothing \leq 5$ мм не стандартизируется и допускается изготовление граничных разверток.
5. Центра по ОСТ 3725: развертки $\varnothing \leq 5$ мм изготавливаются с обратными центрами.
6. Припуски под развертывание по ВСТ—И.
7. Материал: сталь марки Ф по ОСТ 4958, рекомендуемая.
8. Размер l_2 может быть уменьшен $\approx \leq 0,2$ l.
9. Клеймить по ВСТ—И.
10. Пример обозначения ручной цилиндрической развертки $\varnothing 20$ мм 2-го класса точности, по-
садка ходовая: ВСТ—И—9 20X₂

НКТП — СССР ВОАО — РУЖ	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ		ВСТ—И—10
	РАЗВЕРТКИ МАШИННЫЕ ЦЕЛЬНЫЕ		Лист 2-й (всего 2 листа)
	с цилиндрическим хвостом		Инструмент

мм																											
D ном.	L		l	l ₁	l ₂	l ₃		l ₄	l ₅	D ₁	d ₀		d	Число зубьев Z	α°	F	r	Центра									
	НОМ.	ДОП.				Для матер. хрупк.	Для матер. вязк.				НОМ.	ДОП.						d ₁	D ₂ max	L ₁	l ₆ min						
3	80	± 0,4	22	22	1,0	4	2,5	7	1,0	D — 0,04	3	— 0,02	2,5	}	}	}	0,5	}	}	}							
3,5	80		22	22	1,0	4	2,5	8	1,0		3,5		3,0														
4	80		24	22	1,0	5	3	8	1,0		4	0,025	3,5														
4,5	80		24	22	1,0	5	3	8	1,0		4,5		4								0,5						
5	80	± 0,5	26	22	1,0	6	3	8	1,0	D — 0,04	5	— 0,030	4	}	}	}	0,5	}	}	}							
6	110		28	25	1,5	6	4	10	1,5		6		5								6 80°	0,6	1,0	0,7	2	2	1
7	110		30	25	1,5	7	4	10	1,5		7		5,5								6 85°	0,6	1,0	0,7	2	2	1
8	110		32	25	1,5	7	4	10	1,5		8		6,5								6 85°	0,7	1,0	0,7	2	2	1
9	135	± 0,6	34	30	1,5	8	5	12	1,5	D — 0,04	9	— 0,030	7	}	}	}	0,7	1,0	1	2,5	2,5	1,2					
10	135		36	30	1,5	8	5	12	1,5		10		8										6 85°	0,8	1,0	1	2,5

1. Углы заострения зубцов, рекомендуемые.
2. Выбор формы зуба для разверток $\varnothing \leq 5$ мм предоставляется заводам.
3. Шаг зубьев неравный по ВСТ—И—13.
4. Допуски на изготовление по ВСТ—И—14.
5. Допускаются к приемке развертки, имеющие одинаковую глубину канавок и разную ширину фасок F.
6. Центра по ОСТ 3725. Развертки $\varnothing \leq 5$ мм изготавливаются с обратными центрами.
7. Припуски под развертывание по ВСТ—И.
8. Материал: сталь марки Ф по ОСТ 4958, рекомендуемая.
9. Клеймить по ВСТ—И.
10. Пример обозначения машинной развертки с цилиндрическим хвостом $\varnothing 8$ мм 2-го класса точности, посадка ходовая:

ВСТ—И—10. 8 мм X₂ .

Принят как обязательный совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ 20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

НКТП — СССР — — — ВОАО — РУЖ	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ		ВСТ—И—11
	РАЗВЕРТКИ МАШИННЫЕ ЦЕЛЬНЫЕ		Лист 2-й (всего 2 листа)
	с коническими хвостами		Инструмент

D ном.		мм																			
		L		l ₂		l ₃	l ₄	l ₅	D ₁	d	α°	F	Число зуб Z	r	Конус Морзе			Центра			
ном.	доп.	матер. хруп.	матер. вяз.	l ₁	№										D ₂	D ₃	l ₁	d ₀	D ₀ max	l ₀ min	L ₀
10	160	+0,6	35	8	5 13	1,5	2,0	D — 0,04	8 90°	0,8	6 1	1	12,239	8,973	65,5	1,0	2,5	1,2	2,5	—	
11	160		35	8	5 13	1,5	2,0		8 90°	0,8	6 1,5					1,0	2,5	1,2	2,5	—	
12	170		40	8	5 13	1,5	2,0		9 90°	0,9	6 1,5					1,0	2,5	1,2	2,5	—	
13	170		40	10	6 13	2,0	2,5		10 90°	0,9	6 1,5					1,0	2,5	1,2	2,5	—	
14	170	±0,7	40	10	6 13	2,0	2,5	D — 0,05	10 75°	0,9	8 2	2	17,981	14,060	78,5	1,5	4,0	1,8	4,0	—	
15	190		45	10	6 15	2,0	2,5		11 75°	0,9	8 2					1,5	4,0	1,8	4,0	—	
16	190		45	10	6 15	2,0	2,5		12 75°	1,1	8 2					1,5	4,0	1,8	4,0	—	
17	190		45	10	6 15	2,0	2,5		13 75°	1,1	8 2					1,5	4,0	1,8	4,0	—	
18	190	±0,8	45	10	6 15	2,0	2,5	D — 0,05	14 75°	1,1	8 2	3	24,052	19,133	98,0	2,0	5,0	2,4	5,0	0,8	
19	210		50	11	6 15	2,0	2,5		15 75°	1,1	8 2,5					2,0	5,0	2,4	5,0	0,8	
20	210		50	11	6 18	2,0	2,5		16 75°	1,1	8 2,5					2,0	5,0	2,4	5,0	0,8	
21	210		50	11	6 18	2,0	2,5		17 80°	1,1	8 2,5					2,0	5,0	2,4	5,0	0,8	
22	230	±0,8	50	11	6 18	2,0	2,5	D — 0,05	17 80°	1,1	8 3	3	24,052	19,133	98,0	2,5	6,0	3,0	6,0	0,8	
23	230		55	12	7 18	2,5	3,0		17 80°	1,1	8 3					2,5	6,0	3,0	6,0	0,8	
24	250		55	12	7 18	2,5	3,0		19 80°	1,3	8 3					2,5	6,0	3,0	6,0	0,8	
25	250		55	12	7 18	2,5	3,0		20	—	1,3					10 3	2,5	6,0	3,0	6,0	0,8
26	250	±0,8	55	12	7 18	2,5	3,0	D — 0,05	20	—	1,3	10 3,5	3	24,052	19,133	98,0	3,0	7,5	3,6	7,5	1,0
27	250		60	13	8 20	2,5	3,0		21	—	1,3	10 3,5					3,0	7,5	3,6	7,5	1,0
28	270		60	13	8 20	2,5	3,0		22	—	1,3	10 3,5					3,0	7,5	3,6	7,5	1,0
30	270		60	13	8 20	2,5	3,0		23	—	1,3	10 3,5					3,0	7,5	3,6	7,5	1,0
32	270		60	13	8 20	2,5	3,0		24	—	1,6	10 3,5				3,0	7,5	3,6	7,5	1,0	

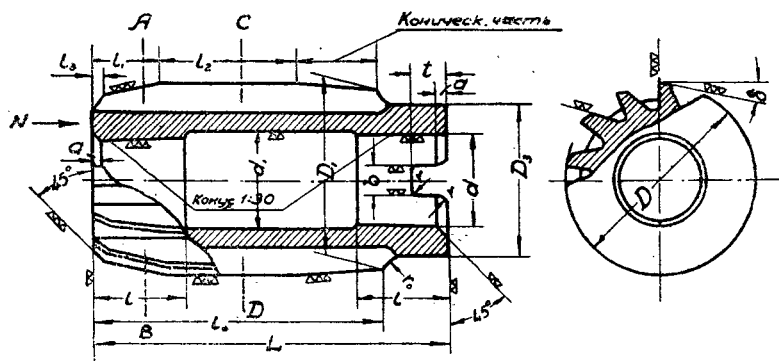
Для материалов:	хрупких	вязких
Угол приема S°	≈ 5°	≈ 15°

- Углы заострения зубцов, рекомендуемые.
- Шаг зубьев неравный по ВСТ—И—13.
- Допуски на изготовление по ВСТ—14.
- Конуса Морзе по ОСТ—113.
- Центра по ОСТ 3725.
- Припуски под развертывание по ВСТ—И.
- Материал: сталь марки Ф по ОСТ 4958, рекомендуемая.
- Клеймить по ВСТ—И
- Пример обозначения машинной развертки Ø 15 мм 2-го класса точности, посадка ходовая

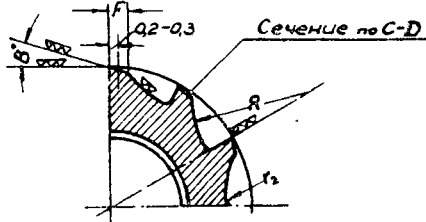
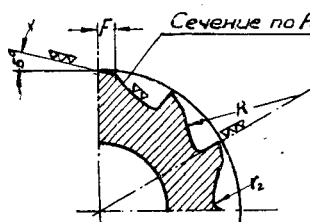
ВСТ—И—11 . 15 х₂

Принят как обязательный совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ 20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

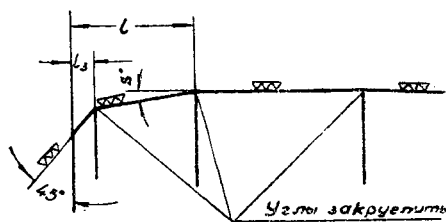
НКТП — СССР	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ	ВСТ—И—12
ВОАО — РУЖ	РАЗВЕРТКИ НАСАДНЫЕ машинные с цельными зубьями	Лист 1-й (всего 2 листа)
		Инструмент



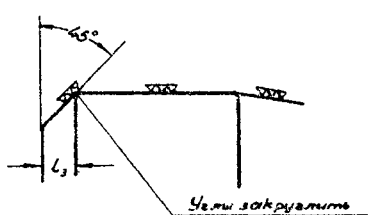
Поперечное сечение зубцов развертки (вид по N).



Конический прием



Для отверстий сбоковых



Для отверстий глубоких.

Для материалов:	сталь и железо	чугун и бронза	алюминий и латунь
Угол приема— S°	$\approx 15^\circ$	$\approx 5^\circ$	$\approx 10^\circ$

Принят как обязательный совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ 20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

НКТП — СССР ВОАО — РУЖ	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ										ВСТ—И—12				
	РАЗВЕРТКИ НАСАДНЫЕ										Лист 2-й (всего 2 листа)				
	машинные с цельными зубьями										Инструмент				

мм

D ном.	D ₁	D ₂	d	d ₁	L		l ₀	l	l ₁				l ₂	l ₃	Число зуб. Z	R	F	r ₀	r ₂	a	Шпоночн. паз			
					ном.	отк.			сталь и железо	чугун и бронза	алом. и латунь	b									t	r	r ₁	
(25)	D — 0,05	22	13	14	60	±0,4	45	15	7	12	8	18	3	10	25	1,3	1,5	1,5	2	2	4,3	6	1,2	1
(26)		22	13	14	60		45	15	7	12	8	18	3	10	25	1,3	1,5	1,5	2	2	4,3	6	1,2	1
(27)		22	13	14	60		45	15	8	13	9	18	3	10	25	1,3	1,5	1,5	2	2	4,3	6	1,2	1
(28)		22	13	14	60		45	15	8	13	9	18	3	10	25	1,3	1,5	1,5	2	2	4,3	6	1,2	1
30		26	16	17	70		55	18	8	13	9	20	3	10	25	1,3	2,0	1,5	2	2	5,4	7	1,2	1
32		26	16	17	70		55	18	8	13	9	20	3	10	25	1,6	2,0	1,5	2	2	5,4	7	1,2	1
33		26	16	17	70		55	18	8	13	9	20	3	10	25	1,6	2,0	1,5	2	2	5,4	7	1,2	1
34		26	16	17	70		55	18	8	13	9	20	3	10	25	1,6	2,0	1,5	2	2	5,4	7	1,2	1
35		30	19	20	80		65	20	8	13	10	22	3	10	25	1,6	2,5	1,5	2	2	6,4	8,5	2	1,5
36		30	19	20	80		65	20	8	13	10	22	3	12	25	1,6	2,5	1,5	2	2	6,4	8,5	2	1,5
38	D — 0,06	30	19	20	80	±0,5	65	20	8	13	10	22	3	12	25	1,6	2,5	1,5	2	2	6,4	8,5	2	1,5
40		30	19	20	80		65	20	8	13	10	22	3	12	25	1,6	2,5	1,5	2	2	6,4	8,5	2	1,5
42		36	22	23	90		70	22	8	13	10	25	3	12	25	1,6	3	1,5	3	3	7,4	9,5	2	1,5
44		36	22	23	90		70	22	8	13	10	25	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	7,4	9,5	2	1,5
45		36	22	23	90		70	22	8	13	10	25	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	7,4	9,5	2	1,5
46		36	22	23	90		70	22	8	13	10	25	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	7,4	9,5	2	1,5
48		36	22	23	90		70	22	8	13	10	25	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	7,4	9,5	2	1,5
50		44	27	28	100		80	25	8	13	10	28	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	8,4	10,5	2	1,5
52		44	27	28	100		80	25	8	13	10	28	3	12	25	1,9	3	1,5	3	3	8,4	10,5	2	1,5
55		44	27	28	100		80	25	8	13	10	28	3	14	25	1,9	3	1,5	3	3	8,4	10,5	2	1,5
58	D — 0,06	50	32	34	110	±0,5	90	28	9	15	12	30	3	14	25	2,2	3	1,5	3	3	10,4	12	2,5	2
60		50	32	34	110		90	28	9	15	12	30	3	14	35	2,2	3	2	3	3	10,4	12	2,5	2
62		50	32	34	110		90	28	9	15	12	30	3	14	35	2,2	3	2	3	3	10,4	12	2,5	2
65		50	32	34	110		90	28	9	15	12	30	3	14	35	2,2	3	2	3	3	10,4	12	2,5	2
68		50	32	34	110		90	28	9	15	12	30	4	16	35	2,2	4	2	3	3	10,4	12	2,5	2
70		62	40	42	120		95	30	10	18	15	32	4	16	35	2,2	4	2	4	4	12,4	13	2,5	2
72		62	40	42	120		95	30	10	18	15	32	4	16	35	2,2	4	2	4	4	12,4	13	2,5	2
75		62	40	42	120		95	30	10	18	15	32	4	16	35	2,2	4	2	4	4	12,4	13	2,5	2
78		62	40	42	120		95	30	10	18	15	32	4	16	35	2,2	4	2	4	4	12,4	13	2,5	2
80		62	40	42	120		95	30	10	18	15	32	4	16	35	2,2	4	2	4	4	12,4	13	2,5	2

1. Углы заострения зубцов, рекомендуемые.
2. Шаг зубьев неравный по ВСТ—И—13.
3. Допуски на изготовление разверток по ВСТ—И—14.
4. Припуски под развертывание по ВСТ—И.
5. Оправки и самоцентрирующая державка для разверток по ВСТ—И.
6. Материал: сталь быстрорежущая РФ1 по ОСТ 4957, рекомендуемая.
7. Клеймить по ВСТ—И.
8. Пример обозначения насадной развертки $\varnothing 40$ мм 2-го класса точности,

посадка ходовая: ВСТ—И—12. 40 х₂.

Принят как обязательный совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ
от 20—28 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

НКТП — СССР	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ	ВСТ—И—13
ВОАО — РУЖ	ТАБЛИЦА ДЕЛЕНИЙ для неравного шага зубьев разверток	ВСТ 9—10—11—12
		Инструмент

Таблица 1.

Число зубцов Z	Центральные углы α° , соответствующие отдельным зубцам развертки											
	Угол α_1	Угол α_2		Угол α_3		Угол α_4		Угол α_5		Угол α_6		
		Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.
6	58°2'	6 22	59°53'	6 32	62°5'	6 44						
8	42°	4 32	44°	4 44	46°	5 5	48°	5 16				
10	33°15'	3 34	34°30'	3 41	36°	4 —	37°30'	4 8	38°45'	4 15		
12	27°30'	3 3	28°30'	3 8	29°30'	3 13	30°30'	3 19	31°30'	3 24	32°50'	3 30
14	23°30'	2 30	24°15'	2 34	25°	2 38	25°45'	2 42	26°30'	2 46	27°	3 —
16	20°30'	2 14	21°	2 16	21°40'	2 20	22°15'	2 33	22°45'	2 26	23°15'	2 29
18	17°20'	1 25	18°	2 —	18°40'	2 2	19°20'	2 4	20°	2 6	20°40'	2 8
20	15°	1 18	15°40'	1 20	16°20'	1 22	17°	1 24	17°40'	1 26	18°20'	2 1
22	13°	1 12	13°40'	1 14	14°20'	1 16	15°	1 18	15°40'	1 20	16°20'	1 22

Число зубцов Z	Центральные углы α° , соответствующие отдельным зубцам развертки											
	Угол α_7	Угол α_8		Угол α_9		Угол α_{10}		Угол α_{11}				
		Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число обор. рук.	Число делений	Число делений
6												
8												
10												
12												
14	28°	3 5										
16	24°	2 32	24°35'	2 35								
18	21°20'	2 10	22°	2 12	22°40'	2 14						
20	19°	2 3	19°40'	2 5	20°20'	2 7	21°	2 9				
22	17°	1 24	17°40'	1 26	18°20'	2 1	19°	2 3	20°	2 6		

Принят как рекомендуемый совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ 20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

НКТП — СССР	СТАНДАРТ ОБЪЕДИНЕНИЙ	ВСТ — И — 13
ВОАО — РУЖ	ТАБЛИЦА ДЕЛЕНИЙ для неравного шага зубьев развертки	ВСТ 9 — 10 — 11 — 12
		Инструмент

Таблица 2

Число зубцов Z	Центральные углы α , соответствующие отдельным зубцам развертки																	
	Угол α_1	Число обор. рук. Число делений		Угол α_2	Число обор. рук. Число делений		Угол α_3	Число обор. рук. Число делений		Угол α_4	Число обор. рук. Число делений		Угол α_5	Число обор. рук. Число делений		Угол α_6	Число обор. рук. Число делений	
6	58°2'	9	33	59°53'	9	48	62°5'	10	17									
8	42°	7	—	44°	7	16	46°	7	33	48°	8	—						
10	33°15'	5	25	34°30'	5	37	36°	6	—	37°30'	6	12	38°45'	6	22			
12	27°30'	4	29	28°30'	4	37	29°30'	4	45	30°30'	5	4	31°30'	5	12	32°30'	5	20
14	23°30'	3	45	24°15'	4	2	25°	4	8	25°45'	4	14	26°30'	4	20	27°	4	25
16	20°30'	3	20	21°	3	25	21°40'	3	29	22°15'	3	35	22°45'	3	39	23°15'	3	43
18	17°20'	2	24	18°	3	—	18°40'	3	3	19°20'	3	6	20°	3	9	20°40'	3	12
20	15°	2	14	15°40'	2	17	16°20'	2	19	17°	2	22	17°40'	2	26	18°20'	3	1
22	13°	2	4	13°40'	2	8	14°20'	2	10	15°	2	14	15°40'	2	17	16°20'	2	19

Число зубцов Z	Центральные углы α , соответствующие отдельным зубцам развертки														
	Угол α_7	Число обор. рук.	Число делений	Угол α_8	Число обор. рук.	Число делений	Угол α_9	Число обор. рук.	Число делений	Угол α_{10}	Число обор. рук.	Число делений	Угол α_{11}	Число обор. рук.	Число делений
6															
8															
10															
12															
14	28°	4	33												
16	24°	4	—	24°35'	4	5									
18	21°20'	3	15	22°	3	18	22°40'	3	21						
20	19°	3	14	19°40'	3	8	20°20'	3	10	21°	3	14			
22	17°	2	22	17°40'	2	26	18°20'	3	1	19°	3	4	20°	3	9

Принят как рекомендуемый совещанием инструментальщиков ВОАО—РУЖ 20—25 мая 1932 г. и утвержден зам. нач. ВОАО и РУЖ с 1 октября 1933 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Глава I. Схема обработки отверстия	5
Глава II. Допуски на чистовые развертки	10
Глава III. Черновые развертки	23
Глава IV. Допуски на рыночные развертки	30
Глава V. Припуски под черновые развертки	35
Глава VI. Припуски под зенкера	37
Глава VII. Допуски на неточность изготовления и износ колец для разверток, зенкеров и сверл	39
Глава VIII. Технологическое развитие схем допусков на развертки	45
Глава IX. Процесс отточки разверток	48
Литературные источники	59

П р и л о ж е н и я

Технические условия на развертки (проект ОСТ)	60
Схема операций, выполняемых над инструментом при термической обработке (к проекту ОСТ)	73
Схема приемки разверток (к проекту ОСТ)	77
ОСТ/ВКС 7868. Сверла спиральные. Градация диаметров и допуски по диаметрам	79
ОСТ 4246, 4251, 4252, 4253, 4254 на развертки	81
ОСТ 4255 и 4256 на зенкера	86
Стандарты ВОО-РУЖ на развертки	88

Замеченные опечатки:

На стран. 33, 9 стр. сверху напечатано неясно $= v^{1/20}$.

На стран. 77 в заголовке табл. в печати не вышел знак 0: напечатано $8\ 0^\circ$, следует -800° .

На стран. 10, 16 стр. снизу напечатано: величица, следует—величина.

Допуски на развертки

A
16423