

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА



# КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДИСКОВЫХ ШЕВЕРОВ



САМАРА 1996

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С. П. КОРОЛЕВА

---

# *КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДИСКОВЫХ ШЕВЕРОВ*

*Методические указания  
к курсовой работе*

---

САМАРА 1996

Составители: Д. Л. Скуратов, В. Н. Трусов

УДК 621.834.002.5:006.354

**Конструирование и расчет дисковых шеверов:** Метод. указания к курсовой работе /Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. Д. Л. Скуратов, В. Н. Трусов. Самара, 1996. 36 с.

Содержат методику расчета и выбора конструктивных элементов и материала шеверов, назначения допусков, шероховатости поверхностей, технических требований; приведены типовые обозначения основных элементов шевера в соответствии с ГОСТ 8570-80Е, а также пример оформления рабочего чертежа.

Предназначены для студентов специальностей 13.01 и 13.02. Подготовлены на кафедре резания, станков и режущего инструмента.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С. П. Королева

Рецензент Н. Д. Проничев

Шеверами называются режущие инструменты, предназначенные для отделки зубьев зубчатых колес после чистовой обработки их на зуборезных станках.

При проектировании шевера ставится задача получения высокопроизводительного, технологичного инструмента, обеспечивающего требуемую точность и качество обрабатываемого колеса при высокой эффективности его обработки. Эта задача обеспечивается правильным и обоснованным выбором конструкции шевера, его размеров и точности изготовления, назначением оптимального вида и марки инструментального материала, рациональной геометрии режущей части.

Приступая к проектированию шевера, необходимо прежде всего хорошо представлять этот метод обработки, его возможности, достоинства и недостатки; изучить рекомендуемые литературой и ГОСТ 8570-80Е базовые конструкции инструментов; определить место шевингования в технологическом процессе обработки зубчатого колеса, требуемую точность и шероховатость обработанных поверхностей.

# 1. ШЕВИНГОВАНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

## 1.1. Понятие о шевинговании и его особенности

Шевингование — процесс отделки зубчатых колес средней твердости (обычно  $< 40 HRC_{\text{с}}$ ) при помощи специального инструмента — шевера, срезающего с боковых поверхностей зуба тонкую стружку (5—15 мкм). Шеверы могут иметь различную конструкцию, но наиболее часто представляют собой косозубые зубчатые колеса, зубья которых снабжены неглубокими канавками, расположенными параллельно торцам или перпендикулярно направлению зуба. В последнее время этот процесс применяют также для обработки закаленных колес при использовании абразивных шеверов. Шевингование применяют, как правило, в массовом и серийном производстве.

Назначение шевингования — повышение точности колеса (в среднем на одну степень) снижение шума в передаче и уменьшение шероховатости поверхности зубьев.

При шевинговании уменьшаются погрешности профиля, основного шага, волнистость боковой поверхности зубьев (циклическая погрешность), увеличивается пятно контакта по высоте зуба и др.

Основные факторы, влияющие на точность шевингования: точность шевера и станка, точность и жесткость установки шевера и обрабатываемого колеса, точность предварительного нарезания колеса и обработки его базовых поверхностей.

При шевинговании отсутствует жесткая кинематическая связь между шевером и заготовкой, поэтому этот процесс не исправляет или незначительно исправляет накопленную погрешность окружного шага, разность окружных шагов, направление зуба. В процессе шевингования зубья шевера и обрабатываемого колеса сцеплены между собой. Одному из элементов этого зацепления сообщается принудительное вращение. Кроме того, шеверу или колесу сообщается два поступательных движения: одно возвратно-посту-

пательное вдоль оси, другое — периодическое — перпендикулярно оси. Шейер и колесо установлены на станке под углом скрещивания  $\varphi$  друг к другу, поэтому между зубьями шейера и колеса при их вращении происходит осевое скольжение. Зубья шейера закалены до высокой твердости (63—66 HRC<sub>3</sub>) и имеют на боковых поверхностях канавки, которые образуют режущие кромки.

Принцип шейвингования состоит в следующем. Если цилиндрическое зубчатое колесо с прямыми зубьями перекачивать по рейке с косыми зубьями параллельно торцу рейки, то оно кроме вращательного движения получает еще и поступательное перемещение вдоль своей оси. Если зубчатое колесо удерживать от осевого перемещения, то при перекачивании колеса по неподвижной рейке между зубьями возникает усиленное скольжение. Скорость этого скольжения и есть скорость резания при шейвинговании. На рис. 1, а показана схема работы шейера. Если точка А на поверхности шейера при его повороте переместится в положение А<sub>2</sub>, то точка А, лежащая на поверхности колеса, перейдет в точку А<sub>1</sub>, следовательно, произойдет как бы относительное скольжение зуба шейера вдоль зуба колеса. В результате скольжения острые кромки закаленного до высокой твердости шейера срезают (соскабливают) с боковых поверхностей зуба колеса тонкие волосообразные стружки.

Если представить в векторной форме скорости перемещений контактирующих точек шейера и колеса, обозначив их соответственно через  $\vec{v}_0$  и  $\vec{v}_1$ , то из плана скоростей (рис. 1, б) можно видеть, что

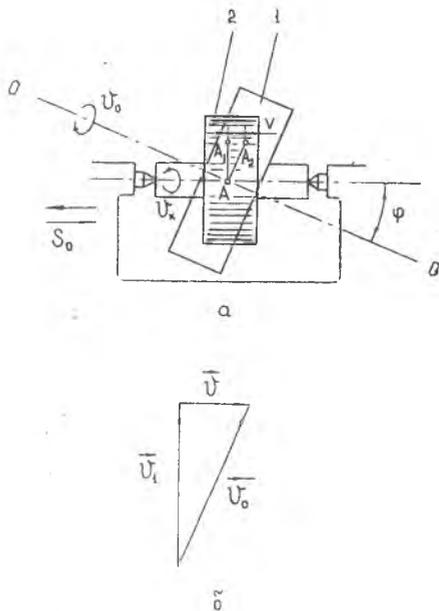


Рис. 1. Схема работы дискового шейера (а) и план скоростей при обработке шейером цилиндрических прямозубых колес (б)

относительное скольжение зубьев шевера и колеса определяется разностью векторов  $\vec{v}_0$  и  $\vec{v}_1$ , то есть вектором  $\vec{v}$ , который и определяет скорость резания при шевинговании. Тогда при шевинговании цилиндрических колес скорость резания составляет:

для прямозубых колес  $v = v_0 \sin \varphi$ ;

для косозубых колес  $v = v_0 \frac{\sin \varphi}{\cos \beta_1}$ ,

где  $\varphi$  — угол скрещивания осей шевера и колеса;  $\beta_1$  — угол наклона зубьев колеса;  $v_0$  — окружная скорость шевера, м/мин, определяемая по формуле

$$v_0 = \frac{\pi d_0 n_0}{1000},$$

где  $d_0$  — диаметр делительной окружности шевера, мм;  $n_0$  — число оборотов шевера, об/мин.

Продольная (осевая) подача  $S_0$  при шевинговании измеряется перемещением шевингуемого колеса (шевера) вдоль своей оси за один его оборот.

Продольную (минутную) подачу  $S_M$ , мм/мин, можно выразить формулой

$$S_M = S_0 n_1,$$

где  $n_1$  — число оборотов шевингуемого колеса, об/мин.

Число оборотов шевингуемого колеса в минуту определяется по формуле

$$n_1 = n_0 \frac{z_0}{z_1},$$

где  $z_0$  — число зубьев шевера;  $z_1$  — число зубьев колеса.

Радиальной подачей при шевинговании называется перемещение обрабатываемого колеса (стола) или шевера в радиальном направлении за один продольный ход стола.

Глубина резания при шевинговании есть величина снимаемого слоя металла с заготовки за один ход шевера вдоль оси заготовки. Величина снимаемого слоя  $t$  при шевинговании (рис. 2) определяется по формуле

$$t = S_p \operatorname{tg} \alpha_{tw},$$

где  $S_p$  — радиальная подача, мм/ход;

$\alpha_{tw}$  — угол зацепления.

## 1.2. Методы шевингования

Применяют четыре основных метода шевингования зубчатых колес при плотном зацеплении шевра и колеса: с продольной, диагональной, тангенциальной и поперечной (метод «короткого хода») подачами.

**Шевингование с продольной (осевой) подачей.** Этот метод шевингования наиболее широко применяется при обработке широкой номенклатуры зубчатых колес, изготавливаемых малыми партиями.

При шевинговании направление подачи происходит параллельно оси обрабатываемого колеса. Ось шевра, установленного на шпинделе станка, поворачивают на угол скрещивания  $\varphi$  к оси зубчатого колеса (рис. 3, а).

Величина угла скрещивания  $\varphi$  определяется по формуле

$$\varphi = \beta_1 \pm \beta_0,$$

где  $\beta_1$  — угол наклона зуба шевингуемого колеса;  $\beta_0$  — угол наклона линии зуба шевра.

Знак плюс ставят при совпадающих, а минус — при противоположных направлениях винтовых линий зубьев колеса и шевра.

Стол станка с обрабатываемым колесом совершает возвратно-поступательное движение. В конце каждого продольного хода стола осуществляется радиальная подача стола на 0,02—0,06 мм с одновременным изменением направления вращения шевра. Сближение шевра и колеса после каждого прохода продолжается до того момента, когда толщина обрабатываемого зуба не достигнет заданного размера. Операция шевингования заканчивается несколькими калибрующими ходами без радиальной подачи стола.

Длина хода стола с шевингуемым колесом или шевра принимается равной сумме  $L = b_1 + m$ , где  $b_1$  — ширина шевингуемого колеса;  $m$  — модуль колеса.

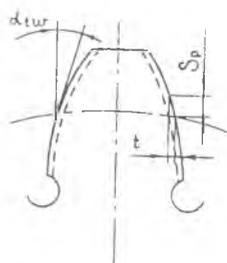


Рис. 2. Параметры, определяющие глубину снимаемого слоя

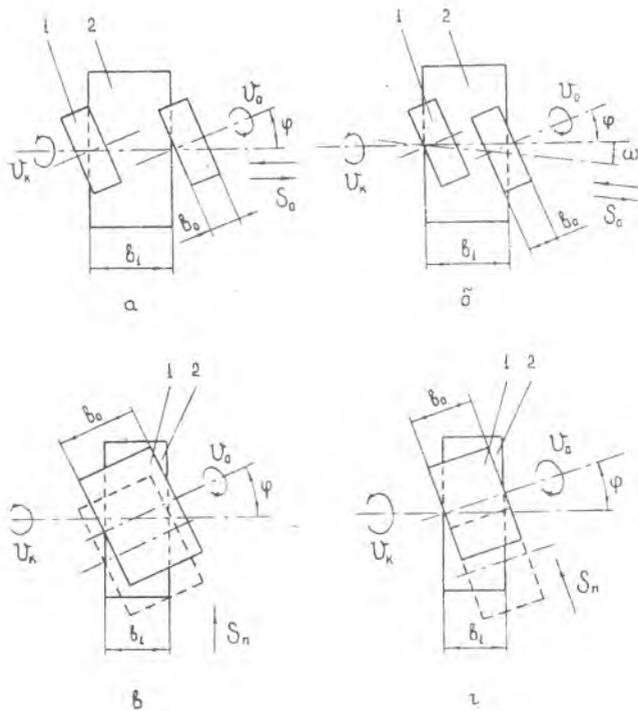


Рис. 3. Схемы шевингования: а — с продольной подачей; б — с диагональной подачей; в — с тангенциальной подачей; г — методом «короткого хода»: 1 — шевер; 2 — колесо

Шевингование с продольной подачей позволяет обрабатывать зубчатые колеса большой ширины.

**Шевингование с диагональной подачей.** Этот метод шевингования производится на станках, допускающих возможность поворота центровых бабок относительно направляющих шевинговальной бабки на угол  $\omega$  в плоскости, параллельной осям шевера и колеса (рис. 3, б). При этом методе шевингования продольная подача осуществляется под некоторым углом к оси колеса. Направление и угол наклона  $\omega$  продольной подачи к оси колеса устанавливаются таким образом, чтобы у каждого из торцов зубчатого венца колеса профилирующая точка на зубьях шевера находилась в зоне первой канавки от торца. Так как ось колеса к направлению подачи находится под углом  $\omega$ , то точка контакта шевера с колесом перемещается не только по длине зуба колеса, как это имеет место при шевинговании с продольной подачей, но и по длине зуба

шевера. Поэтому каждое сечение шевера является калибрующим и при ходе стола для обработки всей длины зуба достаточно выхода торца шевера за торец обрабатываемого колеса.

Благодаря непрерывному изменению положения точек контакта на зубьях шевера износ их более равномерен, в результате чего шевер меньше изнашивается. При шевинговании с диагональной подачей сокращается длина продольного хода шевера, что уменьшает машинное время обработки, особенно при шевинговании относительно узких колес. Преимуществом этого метода шевингования является также возможность уменьшения ширины канавки для выхода шевера при обработке колес с закрытыми венцами. При сохранении размеров канавки возможно увеличение угла скрещивания, что облегчает условия резания при шевинговании. Чем больше угол  $\omega$ , тем меньше длина хода шевингования. Ширина зубчатого колеса, ширина шевера и угол  $\omega$  связаны между собой. Для шевингования с большим углом требуются шеверы с увеличенной шириной зубчатого венца. Чем больше угол  $\omega$ , тем меньшую ширину колеса можно шевинговать одним и тем же шевером.

Зубчатые колеса небольших размеров шевингуют методом диагональной подачи за один двойной ход без радиальной подачи. В настоящее время диагональное шевингование широко применяется.

**Шевингование с тангенциальной (поперечной) подачей.** Схема шевингования представлена на рис. 3, в. Шевингование ведется при перемещении шевера (или стола с обрабатываемым колесом) в направлении, перпендикулярном оси колеса (ось шевера перемещается в плоскости, параллельной оси колеса) с поперечной подачей  $S_{\Pi}$ .

При тангенциальном шевинговании ширина шевера должна быть больше ширины обрабатываемого колеса на величину

$$(1,1-1,2) \frac{b}{\cos \varphi}.$$

Вследствие непрерывного смещения режущих точек по длине зубьев шевера их износ протекает медленно и равномерно, и, следовательно, повышается стойкость шевера.

Припуск под тангенциальное шевингование делается малым, поэтому шевинговать колеса можно без радиальной подачи между рабочими ходами.

Наиболее часто тангенциальное шевингование осуществляется за один двойной ход при постоянном расстоянии между осями шевера и зубчатого колеса.

Так как при тангенциальном шевинговании отсутствуют калибрующие проходы шевера и происходит значительное изменение расположения осей шевера и колеса в процессе поперечного хода, то точность и шероховатость обрабатываемой поверхности зубьев колеса несколько грубее в сравнении с диагональным шевингованием. Для уменьшения шероховатости поверхности и точности при тангенциальном шевинговании рекомендуется применять прямозубые шеверы и косозубые с канавками, расположенными перпендикулярно поверхности зубьев.

**Шевингование методом «короткого хода».** Схема шевингования представлена на рис. 3, г. Метод аналогичен тангенциальному шевингованию, но подача здесь осуществляется в направлении, перпендикулярном оси шевера.

Ширина шевера может быть уменьшена до  $b_0 = (1,1 - 1,2) b_1 \cos \varphi$ , что позволяет обрабатывать колеса с большой шириной зубчатого венца, а закрытые венцы — с меньшей шириной канавки, чем при тангенциальном шевинговании.

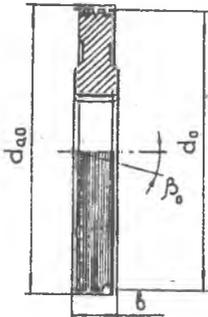
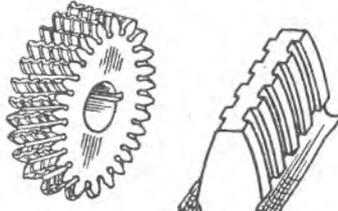
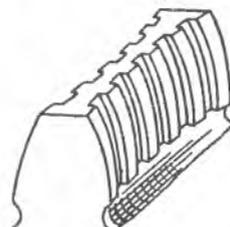
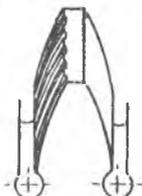
В табл. 1 приведены расчетные формулы для определения рабочего хода и ширины шевера при различных методах шевингования.

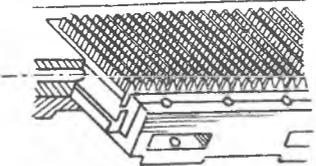
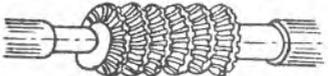
Т а б л и ц а 1

Расчетные формулы для определения длины рабочего хода и ширины шевера

Метод шевингования	Формулы	
	Длина хода, $L$ , мм	Ширина шевера, $b_0$ , мм
С продольной подачей	$L = b_1 + (2 \div 4)$	$b_0 = 20 - 40$
С диагональной подачей	$L = b_1 - (0,7 \div 0,8) b_0 \cos \varphi$	$b_0 = 20 - 40$
С тангенциальной подачей за один двойной ход	$L = \sqrt{2,7 a_w \Delta} + [b_1 + (2 \div 4)] \operatorname{tg} \varphi$	$b_0 = (1,1 \div 1,2) b_1 \frac{1}{\cos \varphi}$
Метод "короткого хода"	$L = \sqrt{2,7 a_w \Delta} + [b_1 + (2 \div 4)] \sin \varphi$	$b_0 = (1,1 \div 1,2) b_1 \cos \varphi$
Примечание: $b_1$ - ширина венца, мм; $\varphi$ - угол скрещивания, град.; $\Delta$ - припуск на шевингование по толщине зуба, мм; $a_w$ - межосевое расстояние, мм.		

## Типы шеверов

Тип шевера	Эскиз	Направление зубьев шевера
1. Дисковый мелкозубый со сквозными стружечными канавками		Кольцевые выточки
2. Дисковый двухсторонний с глухими стружечными канавками		Прямые и косые
3. Дисковый облегающий		Прямые и косые
4. Дисковый односторонний		Прямые и косые

Тип шевера	Эскиз	Направление зубьев шевера
5. Реечный сборный		Прямые и косые
6. Червячный		Спиральные

## 2. КОНСТРУКЦИИ И ТИПЫ ШЕВЕРОВ

В табл. 2 приведены типы шеверов различной конструкции. В машиностроении наиболее широкое распространение получили дисковые шеверы, зубья которых снабжены неглубокими канавками, расположенными параллельно торцам или перпендикулярно направлению зуба (ГОСТ 8570-80Е). Для обработки цилиндрических колес с прямыми зубьями применяют косозубые шеверы, для обработки цилиндрических колес с косыми зубьями — прямозубые и косозубые.

Для шевингования цилиндрических колес с малыми модулями (0,2—1,75 мм) применяют специальные дисковые шеверы (рис. 4, ГОСТы: 10222-81 и 8570-80Е). Они отличаются от обычных (рис. 5) тем, что у них вместо глухих канавок на боковых сторонах зубьев сделаны сквозные канавки.

К основным конструктивным элементам дискового шевера относятся: диаметр окружности вершин зубьев (наружный)  $d_a$ , диаметр основной окружности  $d_{b0}$ , диаметр окружности впадин

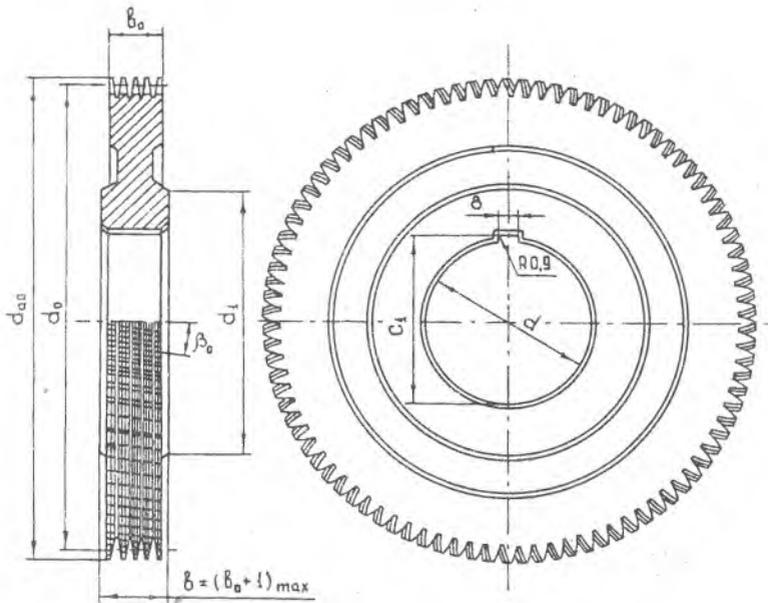


Рис. 4. Шестер дискный мелкозубый типа 1

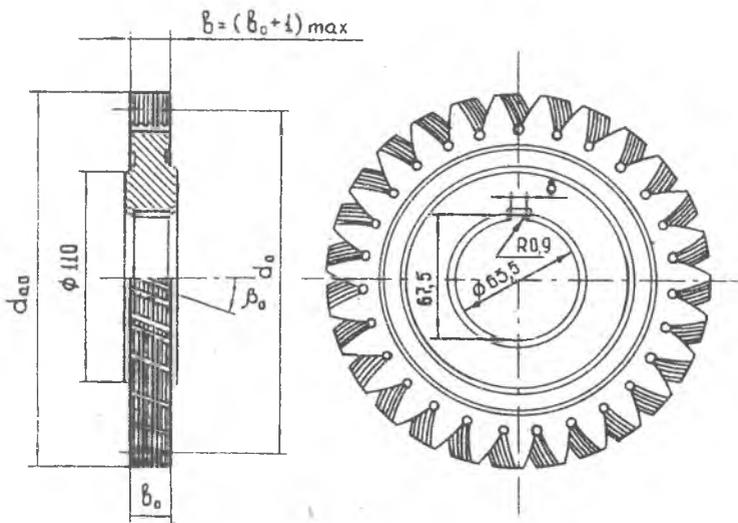


Рис. 5. Шестер дискный двухсторонний типа 2

$d_f$ , диаметр делительной окружности  $d_0$ , нормальный модуль  $m_{n0}$ , число зубьев шевера  $z_0$  и ширина шевера  $b$ . К элементам стружечной канавки относятся глубина и шаг.

Согласно ГОСТ 8570-80 шеверы изготавливают трех классов точности (AA, A, B) и двух типов:

тип 1 — шеверы со сквозными стружечными канавками модулей 1—1,75 мм, с номинальными делительными диаметрами 85 мм и 180 мм, с углом наклона винтовой линии зубьев на делительном цилиндре  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ;

тип 2 — шеверы с глухими стружечными канавками модулей 2—8 мм, с номинальными делительными диаметрами 180 мм и 250 мм, с углом наклона винтовой линии зубьев на делительном цилиндре  $5^\circ$  и  $15^\circ$ .

Стандартные ряды основных размеров шеверов типа 1 (см. рис. 4) и типа 2 (см. рис. 5) приведены в прил. 1, а значения размеров профиля зубьев в нормальном сечении, виды исполнения и размеры стружечных канавок, соответственно, в прил. 2 и 3.

При определении классов точности шевера рекомендуется исходить из следующего:

класс AA — для колес 5-й степени точности;

класс A — для колес 6-й степени точности;

класс B — для колес 7-й степени точности.

Шеверы должны изготавливаться из быстрорежущей стали по ГОСТ 19265-73 (P6M5, P18Ф, P9M4K8, P18K5Ф2 и др.). Допускается изготовление шеверов из других марок быстрорежущей стали, обеспечивающих работоспособность шеверов в соответствии с требованиями ГОСТ 8570-80Е.

Твердость режущей части шеверов 63...66  $HRC_{\frac{3}{2}}$  (800...905  $HV$ ). Твердость шеверов, изготовленных из быстрорежущей стали с содержанием ванадия 3% и более и кобальта 5% и более, должна быть 64...66  $HRC_{\frac{3}{2}}$  (833...905  $HV$ ).

Параметры шероховатости поверхностей шеверов по ГОСТ 2789-73 должны быть не более, мкм:

боковых поверхностей зубьев .....	$R_a$ 1,6
опорной торцевой поверхности ступицы .....	$R_a$ 0,40

поверхности посадочного отверстия:

класса точности АА, А .....  $R_a$  0,25

класса точности В .....  $R_a$  0,32

наружной поверхности по цилиндру:

класса точности АА .....  $R_a$  0,63

класса точности А, В .....  $R_a$  1,25

остальные поверхности .....  $R_a$  2,5

Предельные отклонения размеров шевера не должны быть более:

ширины  $b_0$  .....  $js$  16

ширины шпоночного паза ..... С11

размера, определяющего глубину шпоночного паза ..... Н12

радиуса  $R = 0,9$  ..... +0,3 мм

Допуски и предельные отклонения проверяемых параметров шеверов должны соответствовать величинам, указанным в табл. 3.

Таблица 3

Допуски и предельные отклонения проверяемых параметров шеверов, мкм

Наименование параметра	Обозначение допусков и предельных отклонений	Степень точности шевера		
		АА	А	В
Погрешность профиля зуба	$f_{f_o}$	3-4	4-6	6-8
Отклонение высоты головки зуба	$f_{ha_o}$	$\pm (12-20)$	$\pm (15-25)$	$\pm (15-25)$
Отклонение диаметра окружности вершин зубьев	$f_{da_o}$	$\pm 200$	$\pm 400$	$\pm 400$
Разность окружных шагов	$f_{v_{pto}}$	3	3	5
Накопленная погрешность окружного шага	$F_{po}$	8-10	12	16
Радиальное биение зубчатого венца относительно оси отверстия	$F_{r_o}$	6-8	10	18
Погрешность направления зуба	$F_{\beta_o}$	$\pm (6-8)$	$\pm 9$	$\pm 11$
Отклонение от параллельности торцовых поверхностей	$f_x$	5	8	10

Наименование параметра	Обозначение допусков и предельных отклонений	Степень точности шевера		
		AA	A	B
Отклонение от перпендикулярности торцевой поверхности к поверхности посадочного отверстия	$f_{xy}$	5	7	8
Отклонение диаметра посадочного отверстия	$f_d$	+ 5	+ 5	+ 8

Допуск цилиндричности и круглости посадочного отверстия должен быть не более половины допуска на диаметр отверстия.

### 3. ВЫБОР ТИПА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДИСКОВОГО ШЕВЕРА

При выборе стандартного или изготовлении специального шевера необходимо соблюдение следующих условий:

числа зубьев шевера и обрабатываемого колеса не должны иметь общих сомножителей;

число зубьев шевера должно быть по возможности больше числа зубьев обрабатываемого колеса;

угол скрещивания должен быть в пределах 10—15 °;

радиальный зазор между головками зубьев шевера и впадинами зубьев колеса должен быть не менее (0,15—0,2)  $m_{no}$ ;

левозаходный шевер — для косозубых правозаходных колес, правозаходный — для левозаходных и прямозубых колес.

К размерам, определяющим геометрию шевера относятся (рис. 6):

$d_{ao}$  — диаметр окружности вершин зубьев, наружный диаметр,

мм;

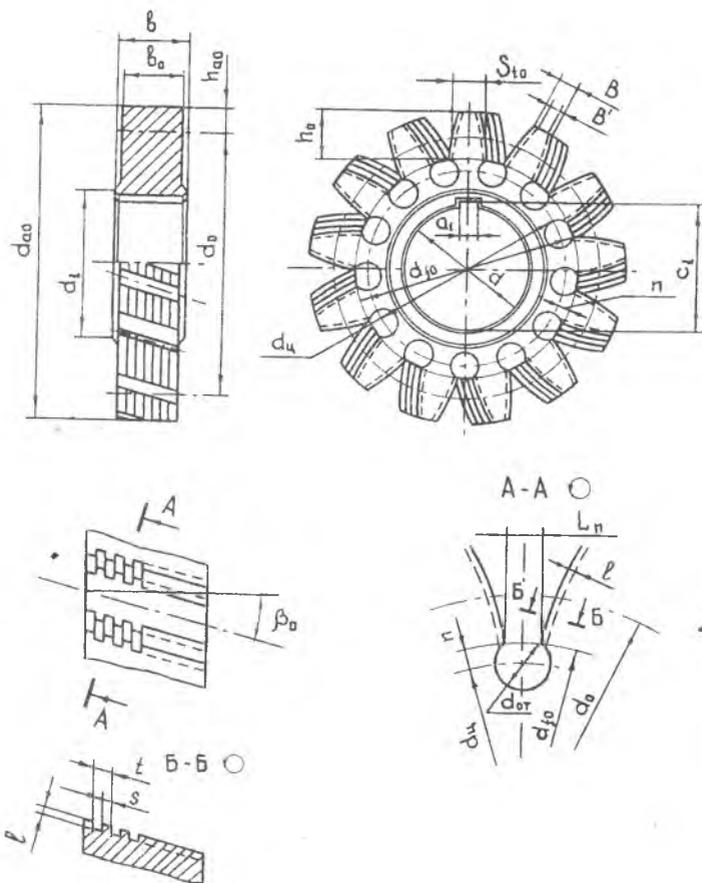


Рис. 6. Конструктивные параметры дискового шевера

$d_{bo}$  — диаметр основной окружности, мм;

$d_{fo}$  — диаметр окружности впадин, мм;

$d_o$  — диаметр делительной окружности, мм;

$d$  — диаметр посадочного отверстия, мм;

$m_{no}$  — нормальный модуль, мм;

$z_0$  — число зубьев;  
 $b$  — ширина шевера по ступице, мм;  
 $b_0$  — ширина шевера по венцу, мм;  
 $d_{0r}$  — диаметр отверстия для выхода гребенки, мм;  
 $d_{ц}$  — диаметр центров отверстий для выхода гребенки, мм;  
 $a_1$  — ширина шпоночного паза, мм;  
 $c_1$  — размер, определяющий глубину шпоночного паза, мм;  
 $l$  — глубина канавки, мм;  
 $t_K$  — шаг канавки, мм;  
 $s$  — ширина канавки, мм;  
 $\beta_0$  — угол наклона винтовой линии зуба, град.

В целях удешевления изготовления шевера целесообразно воспользоваться стандартными рядами их типоразмеров, если они удовлетворяют указанным требованиям. Для чего следует обратиться к ГОСТ 8570-80Е или таблицам приложений.

В случае, если геометрия стандартных шеверов не удовлетворяет указанным требованиям, то геометрические параметры проектируемого шевера определяют исходя из следующих соображений [1, 2, 3].

Дисковый шевер представляет собой цилиндрическое колесо с винтовыми зубьями, поэтому при его сопряжении с обрабатываемым колесом должны быть равны основные шаги, окружные шаги на делительном диаметре, модули и углы профиля в нормальном сечении. Исходя из этого следует, что

$$P_{bn0} = P_{bn1} = \pi m_{n0(1)} \cdot \cos \alpha_{n0(1)}; \quad P_{n0} = P_{n1} = \pi m_{n0(1)},$$

$$m_{n0} = m_{n1}; \quad \alpha_{n0} = \alpha_{n1},$$

здесь индексом «0» обозначены параметры зуба шевера, а индексом «1» параметры зуба обрабатываемого колеса.

Тогда в торцовом сечении шевера

$$\operatorname{tg} \alpha_{t0} = \operatorname{tg} \alpha_{n0} / \cos \beta_0; \quad P_{t0} = P_{n0} / \cos \beta_0; \quad m_{t0} = m_{n0} / \cos \beta_0.$$

Угол наклона зубьев шевера к его оси

$$\beta_0 = \varphi \pm \beta_1.$$

Принимая оптимальное значение угла скрещивания осей шевера и колеса  $\varphi = 15^\circ$  [1] и зная угол наклона зубьев колеса  $\beta_1$ , находим по этому соотношению значение  $\beta_0$ .

Во избежание трудностей шлифования профиля зубьев шевера величину  $\beta_0$  желательно иметь не более  $30^\circ$ . Стандартные шеверы имеют  $\beta_0 = 0^\circ, 5^\circ, 15^\circ$ . При угле скрещивания  $\varphi = 15^\circ$  для шеверов, обрабатывающих прямозубые колеса,  $\beta_0 = 15^\circ$ . Если зубчатое колесо имеет угол наклона зубьев  $\beta_1 = 15^\circ$ , то  $\beta_0 = 0$ .

Число зубьев шевера устанавливается исходя из возможностей обработки колеса на выбранном оборудовании — максимально допустимого диаметра шевера  $d_{a0\max}$  и минимально допустимого межосевого расстояния  $a_{10\min}$  по конструкции станка [2]:

$$(d_{a0\max} - 2h_{a0\max}) / m_{t0} > z_0 > (a_{10\min} - d_{1\min}) / m_{t0}.$$

Здесь  $d_{1\min}$  — делительный диаметр наименьшего обрабатываемого колеса, мм,

$$d_{1\min} = m_{n1} z_{1\min},$$

где  $z_{1\min}$  — минимально возможное число зубьев у обрабатываемого колеса [4].

Диаметр начальной окружности при проектировании нового шевера предварительно определяется с учетом возможности максимальной коррекции, при этом высота головок нового шевера принимается  $h_{a0\max} = 1,5 m_{n0}$ . Отсюда делительный диаметр при предварительном расчете  $d'_{t0} = d_{a0\max} - 3 m_{n0}$ . Определив  $z_0$  с учетом вышеизложенных рекомендаций, что позволяет более равномерно распределять погрешности инструмента на все зубья нарезаемого колеса, можно рассчитать диаметры делительной и основной окружностей шевера в торцовом сечении:

$$d_0 = m_{t0} z_0; \quad d_{b0} = d_0 \cos \alpha_{t0}.$$

Ширина зубчатого венца шевера  $b_0$  и диаметр посадочного отверстия  $d$  (табл. 4) принимаются в соответствии с ГОСТ 8570-80Е исходя из номинального делительного диаметра шевера  $d_0$  (см. прил.1).

Величины размеров посадочного диаметра  
и ширины зубчатого венца шевера

$d_o$ , мм	$b_o$ , мм	$d$ , мм
85	15	31,75
180	20	63,5
250	25	63,5

Ширина ступицы шевера  $b$  делается максимум на 1 мм больше ширины зубчатого венца. На каждом из торцов шевера выполняют круговую канавку глубиной 1—2 мм для разделения плоскостей точно обработанных торцов ступицы от торцов зубчатого венца. Для шеверов типа 1 значения диаметров ступицы даны в прил. 1, а для шеверов типа 2 указаны на рис. 5.

Номинальная высота головки зуба шевера должна быть меньше высоты головки зуба инструмента, выполняющего предварительную обработку, но больше высоты головки зуба колеса. Кроме того, надо чтобы не только эвольвентный профиль ножки зуба колеса, но и часть переходной кривой была обработана головкой шевера. Вместе с тем вершина зуба шевера не должна резать.

Принято считать, что эти требования удовлетворяются, если шевер, сточенный на  $\Delta$  (табл. 5) по толщине зуба (рис. 7, а), имеет высоту головки зуба на  $0,1 m_{n1}$  больше высоты головки зуба сопряженного колеса, т. е.

Таблица 5

Рекомендуемые припуски на переточку  
на обе стороны зуба в нормальном сечении

$m_{no}$ , мм	2-2,75	3	3,25-6
$\Delta$ , мм	0,25	0,3	0,4
Примечание. В связи с тем, что угол наклона винтовой линии зуба шевера, как правило, не превышает $15^\circ$ , припуск на переточку в нормальном и торцовом сечениях можно считать одинаковым, так как погрешность не превышает 3,5%.			

$$h_{a0} = h_{a1} + 0,1 m_{n1},$$

где  $h_{a1}$  — высота головки зуба колеса, мм.

Высота головки зуба нового шевра

$$h'_{a0} = h_{a0} + c,$$

где  $c = \frac{\Delta}{2} \operatorname{ctg} \alpha_{t0}$ .

Высота головки зуба окончательно сточенного шевра

$$h''_{a0} = h_{a0} - c.$$

Высота ножки зубьев шевра будет изменяться соответственно высоте головки. Кроме того, можно учесть изменение высоты ножки зубьев за счет расположения дуги отверстия для выхода канавочного долбежного инструмента.

Тогда номинальная высота ножки зубьев

$$h_{f0} = h_{a1} + 0,1 m_{n1};$$

высота ножки зубьев для нового шевра

$$h'_{f0} = h_{f0} + c - b'_1;$$

высота ножки зубьев для переточенного шевра

$$h''_{f0} = h_{a1} + 0,1 m_{n1} + b'_2;$$

здесь  $b'_1$  и  $b'_2$  (рис. 7, б) определяются геометрически [1].

Однако учитывая, что  $b'_1$  и  $b'_2$  по своей величине незначительны, ими чаще всего пренебрегают.

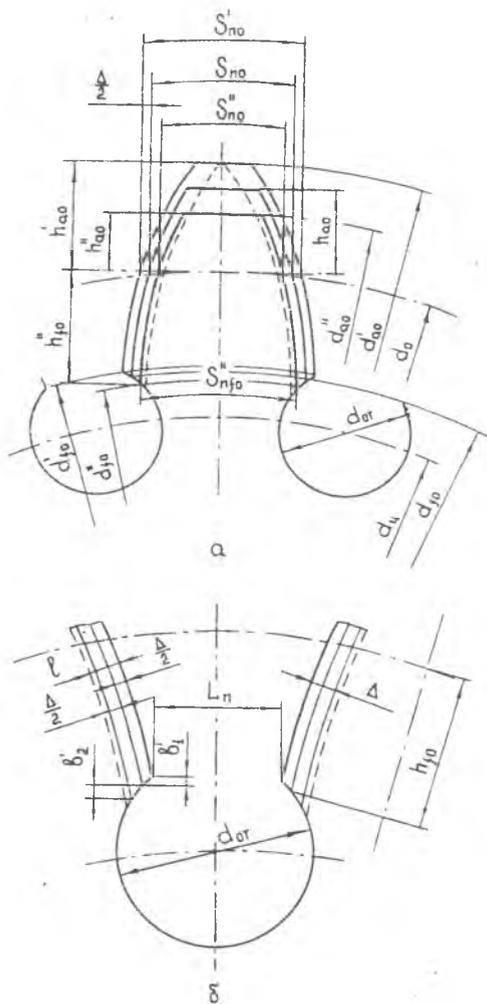


Рис. 7. Зуб шевра в нормальном сечении: а — размеры зуба с учетом припуска на переточку; б — высота ножки зуба

Шевер можно рассматривать как корригированное зубчатое колесо, у которого по мере перешлифовки по профилю будет различный сдвиг исходного контура зубчатой рейки. Для нового шевера сдвиг будет положительный, для номинального равен нулю, а для окончательно сточенного шевера этот сдвиг отрицательный.

По мере переточки шевера толщина его зубьев уменьшается на одном и том же делительном диаметре. Вместе с тем, чтобы обработать зубья колес правильно, толщина зубьев шевера должна сохраняться постоянной. Этого можно достигнуть, если по мере переточки шевера его ось сближать с осью колеса. Максимальное сближение осей  $\Delta a_{10} = 2c$ , начиная от обработки колес новым шевером и кончая окончательно шлифованным по профилю шевером.

Наружные диаметры соответственно для номинального, нового и полностью переточенного шеверов:

$$d_{a0} = d_0 + 2h_{a0}, \quad d'_{a0} = d_0 + 2h'_{a0}, \quad d''_{a0} = d_0 + 2h''_{a0};$$

внутренние:

$$d_{f0} = d_0 - 2h_{f0}, \quad d'_{f0} = d_0 - 2h'_{f0}, \quad d''_{f0} = d_0 - 2h''_{f0}.$$

С другой стороны,

$$d''_{f0} \geq d_{b0} + 2X,$$

где  $X \approx 1$  мм — гарантированное превышение внутреннего диаметра шевера над диаметром основной окружности. Это необходимо для того, чтобы всегда на всей рабочей высоте профиль зуба шевера описывался по эвольвенте. Если последнее условие не выполняется, то уменьшают величину коррекции профиля за счет уменьшения припуска на переточку и его перераспределения, при необходимости делая его несимметричным относительно номинального контура зуба.

В процессе эксплуатации зубья шевера необходимо перетачивать. Зубья перетачиваются по всему профилю с каждой стороны (см. рис. 7 и табл. 5).

Номинальная толщина зуба шевера по дуге делительной окружности (после переточки на величину  $\Delta$  по толщине зуба)

$$S_{f0} = \frac{\pi m_{f0}}{2} + \Delta S,$$

где  $\Delta S$  — утолщение зуба исходной инструментальной рейки (табл. 6), мм.

Утолщение зуба рейки необходимо для обеспечения в зубчатой передаче обязательного бокового зазора, исключающего возможность ее заклинивания при работе.

Таблица 6

Утолщение зуба  $\Delta S$  инструментальной рейки  
и допуск  $\delta S$  на толщину зуба инструмента, мм

$m_{no}$	$\Delta S$	$\delta S$ для класса точности	
		A	B
1-2	0,10	0,025	0,032
2,25-3,75	0,14	0,032	0,04
4-5,5	0,16	0,04	0,05
6	0,20	0,04	0,05
6,5-8	0,22	0,05	0,063

Толщина зуба нового шевра

$$S'_{f0} = S_{f0} + \Delta.$$

Толщина зуба по делительной окружности окончательно сточенного шевра

$$S''_{f0} = S_{f0} - \Delta.$$

Во всех случаях вершина зуба шевра не должна быть заостренной, т. е. чтобы  $B' \geq 0,1$  мм:

для шевров, канавки которых соответствуют исполнению 1 и 3 (см. прил. 3),

$$B' = B - \frac{2l}{\cos \alpha_{ta0}};$$

для шевров, канавки которых соответствуют исполнению 2,

$$B' = B - \frac{2l}{\cos \alpha_{ta0} \cos \beta_0}.$$

Здесь  $\alpha_{t a 0}$  — угол давления эвольвенты в точке, лежащей на наружном диаметре нового шевера, град;

$$B = d_{a0} \left( \frac{S_{t0}}{d_0} + \text{inv } \alpha_{t0} - \text{inv } \alpha_{t a 0} \right),$$

где  $\text{inv } \alpha_{t0} = \text{tg } \alpha_{t0} - \alpha_{t0}$ ,  $\text{inv } \alpha_{t a 0} = \text{tg } \alpha_{t a 0} - \alpha_{t a 0}$ ,

$$\alpha_{t a 0} = \arccos d_{b0} / d_{a0}.$$

У шеверов необходимо обеспечить в основании впадин зубьев свободный выход долбежного резца при строгании канавок на зубьях. Обычно для этого в основании впадин зубьев делают цилиндрические отверстия.

Диаметр центров отверстий для выхода гребенки (резца) при долблении канавок определяется из выражения

$$d_{\text{ц}} = d_{f0} - 2n,$$

где  $n = \sqrt{\left(\frac{d_{\text{от}}}{2}\right)^2 - \left(\frac{L_n}{2}\right)^2}$ ;  $d_{\text{от}}$  — диаметр отверстий для выхода

долбежной гребенки, мм;  $L_n$  — ширина впадины между зубьями в нормальном сечении по окружности диаметром  $d_{f0}$ , мм.

Диаметр отверстий  $d_{\text{от}}$  принимается в зависимости от модуля (табл. 7).

Таблица 7

Значения диаметра отверстий  
для выхода долбежной гребенки

$m_{\text{но}},$	2-2,25	2,5-3,75	4-4,5	5-5,5	6-8
$d_{\text{от}},$	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0

Ширина впадины между зубьями в нормальном сечении

$$L_n = L_t \cos \psi,$$

где  $\psi$  — угол наклона оси отверстий для выхода гребенки, град;

$L_t$  — ширина впадины между зубьями шевера в торцовом сечении, мм.

Угол наклона оси отверстий для выхода гребенки обычно принимается меньше  $\beta_0$  на  $1^\circ$ .

$$L_t = \frac{\pi d_{f0}}{z_0} - S_{t f0},$$

где  $S_{t f0}$  — толщина зуба шевера по дуге окружности впадин в торцовом сечении, мм;

$$S_{t f0} = d_{f0} \left( \frac{S_{t0}}{d_0} + \text{inv } \alpha_{t0} - \text{inv } \alpha_{t f0} \right);$$

здесь  $\alpha_{t f0}$  — угол давления в точке эвольвенты, находящейся на окружности впадин шевера, град;  $\cos \alpha_{t f0} = d_{b0} / d_{f0}$ .

Во всех случаях  $L_t \geq 1,3$  мм.

## 4. ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЕВИНГОВАНИИ

### 4.1. Припуск под шевингование

Припуск  $h$  на обработку под шевингование обычно принимается на толщину зуба колеса или задается по межосевому расстоянию.

Величина припуска зависит от точности и шероховатости поверхности после предварительной обработки колеса: чем точнее и чище предварительная обработка колеса, тем меньше припуск на шевингование.

В табл. 8 приведены рекомендуемые припуски под шевингование по общемашиностроительным нормативам режимов резания и времени для технического нормирования работ на зуборезных станках.

Т а б л и ц а 8

Рекомендуемые припуски под шевингование  
цилиндрических колес (по толщине зуба)

Модуль колеса	Диаметр колеса, мм				
	до 100	100-200	200-500	500-1000	св. 1000
	Припуск, мм				
До 3	0,06-0,10	0,08-0,12	0,10-0,15	-	-
3-5	0,08-0,12	0,10-0,15	0,12-0,18	0,12-0,18	0,15-0,20
5-7	0,10-0,14	0,12-0,16	0,15-0,18	0,15-0,18	0,16-0,20
7-10	0,12-0,16	0,15-0,18	0,18-0,20	0,18-0,22	0,18-0,22

## 4.2. Выбор режимов шевингования

Выбор элементов режима резания при шевинговании сводится к определению таких значений скорости, подачи, глубины резания и числа циклов, при которых на обработку колеса затрачивается наименьшее количество времени и обеспечивается высокое качество и минимальная стоимость изготовления колеса.

Рекомендуемые режимы шевингования приведены в табл. 9.

Таблица 9

Режимы шевингования

Модуль колеса, мм	Твердость зубьев колеса, HB	Рабочая подача колеса, мм/об	Радиальная подача, мм/ продольный ход	Число ходов		Окружная скорость, м/мин
				с подачи	без подачи	
1-3	150-320	0,15-0,3	0,02-0,03	2-4	2-4	90-220
1-3	320-380	0,05-0,1	0,01-0,02	2-4	2-4	90-220
3-6	150-320	0,4-0,6	0,04-0,05	2-4	2-4	90-220
3-6	320-380	0,3-0,4	0,02-0,03	4-6	2-4	90-220

Машинное время при шевинговании определяется по формуле

$$T_M = \frac{L z_1 K_n}{S_0 z_0 n_0} = \frac{L K_n}{S_M}$$

где  $n_0$  — число оборотов шевера, об/мин;  $S_0$  — продольная подача на один оборот колеса, мм/об;  $S_M$  — продольная подача в минуту, мм/мин;  $z_1$  — число зубьев колеса;  $K_n$  — общее число ходов стола на обработку, включающее черновые и зачистные ходы;  $L$  — длина хода стола в направлении подачи, мм.

Общее число ходов стола определяется по формуле

$$K_n^* = K_p + K_x = \frac{h}{S_p} + K_x,$$

где  $K_p$  — число рабочих ходов стола;  $K_x$  — число одинарных ходов стола без радиальной подачи.

\* Общее число ходов стола должно быть четным.

## 5. МАРКИРОВКА И УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

На торцах шевера должны быть четко нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение шевера;
- модуль нормальный;
- число зубьев;
- угол профиля;
- номинальный делительный диаметр;
- угол наклона винтовой линии зубьев;
- буква «Л» для левого шевера;
- класс точности;
- марка стали;
- год выпуска.

Пример условного обозначения правого шевера с номинальным делительным диаметром 250 мм, модулем  $m_{n0} = 3$  мм, углом

наклона винтовой линии  $\beta_0 = 15^\circ$ , класса точности А:

Шевер 2570-0471 А ГОСТ 8570-80.

Пример рабочего чертежа дискового шевера представлен на рис. 8 (вкладка).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. И н о з е м ц е в Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов. М.: Машиностроение, 1984. 272 с.
2. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов /Г. Н. Кирсанов, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др.; Под ред. Г. Н. Кирсанова. М.: Машиностроение, 1986. 288 с.
3. Алексеев Г. А., Аршинов В. А., Кричевская Р. М. Конструирование инструмента. М.: Машиностроение, 1979. 384 с.
4. А н у р ь е в В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 2. М.: Машиностроение, 1980. 559 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ I

## ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ШЕВЕРОВ

Обозначение шеверов		Модуль $m_o$	Число зубьев $z_o$	Диаметр делительный $d_{doo}$	Основной диаметр $d_o$	Основной диаметр $d_{bo}$	Диаметр $d$	$d_1$	$b_o$	$c_1$	Угол наклона линии зуба $\beta_o$
правых	левых										
Номинальный делительный диаметр шевера 85 мм											
2570-0351	2570-0352	1,000	86	89,53	87,327	81,911					
2570-0353	2570-0354	1,125	76	89,29	86,819	81,435					
2570-0355	2570-0356	1,250	67	87,79	85,042	79,769	31,75	60	15	34,6	10
2570-0357	2570-0358	1,375	62	89,59	86,565	81,197					
2570-0359	2570-0361	1,500	58	91,64	88,342	82,864					
Номинальный делительный диаметр шевера 180 мм											
2570-0364	2570-0365	1,250	115	149,25	144,300	135,537					5°
2570-0366	2570-0367	1,250	115	153,77	148,822	139,262					15°
2570-0368	2570-0369	1,375	115	163,95	158,729	149,090					5°
2570-0371	2570-0372	1,375	115	168,93	163,704	153,189	63,5	110	20	67,5	15°
2570-0373	2570-0374	1,500	115	178,66	173,159	162,643					5°
2570-0375	2570-0376	1,500	115	184,09	178,585	167,115					15°
2570-0377	2570-0378	1,750	100	181,73	175,670	165,000					5°
2570-0379	2570-0381	1,750	100	187,23	181,174	169,537					15°

II. Основные размеры шевров типа 2 в мм

Обозначение шевров		Модуль $m_0$	Число зубьев $z_0$	$d_{a0}$	Делительный диаметр $d_0$	Основной диаметр $d_{f0}$	$b_0$	Угол наклона линии зуба $\beta_0$
правых	левых							
2570-0384	2570-0385	2,00	83	171,72	166,634	156,515		$5^{\circ}$
2570-0386	2570-0387	2,00	83	176,94	171,856	160,818		$15^{\circ}$
2570-0388	2570-0389	2,25	73	170,51	164,877	154,865		$5^{\circ}$
2570-0391	2570-0392	2,25	73	175,68	170,044	159,122		$15^{\circ}$
2570-0393	2570-0394	2,50	67	174,33	168,140	157,929		$5^{\circ}$
2570-0395	2570-0396	2,50	67	179,60	173,409	162,271		$15^{\circ}$
2570-0397	2570-0398	2,75	61	175,13	168,391	158,165		$5^{\circ}$
2570-0399	2570-0401	2,75	61	180,40	173,667	162,513		$15^{\circ}$
2570-0402	2570-0403	3,00	53	168,51	159,607	149,915	20	$5^{\circ}$
2570-0404	2570-0405	3,00	53	172,33	164,609	154,036		$15^{\circ}$
2570-0419	2570-0421	4,00	41	177,73	164,626	154,629		$5^{\circ}$
2570-0422	2570-0423	4,00	41	181,88	169,785	158,880		$15^{\circ}$
2570-0433	2570-0434	5,00	31	173,49	155,592	146,143		$5^{\circ}$
2570-0435	2570-0436	5,00	31	177,36	160,468	150,161		$15^{\circ}$
2570-0442	2570-0443	6,00	29	195,46	174,664	164,058		$5^{\circ}$
2570-0444	2570-0445	6,00	29	199,97	180,138	168,568		$15^{\circ}$

Номинальный делительный диаметр шевра 180 мм

Продолжение прил. 1

Обозначение шевров		Модуль $m_0$	Число зубьев $z_0$	$d_{a0}$	Делительный диаметр $d_0$	Основной диаметр $d_{h0}$	$b_0$	Угол наклона линии зуба $\beta_0$
2570-0451	2570-0452	2,00	115	235,82	230,878	216,858		5°
2570-0453	2570-0454	2,00	115	243,05	238,113	222,819		15°
2570-0455	2570-0456	2,25	103	238,27	232,635	218,508		5°
2570-0457	2570-0458	2,25	103	245,56	239,925	224,515		15°
2570-0459	2570-0461	2,50	91	234,56	228,369	214,501		5°
2570-0462	2570-0463	2,50	91	241,71	235,525	220,398		15°
2570-0464	2570-0465	2,75	83	235,86	229,122	215,208		5°
2570-0466	2570-0467	2,75	83	243,04	236,302	221,124		15°
2570-0468	2570-0469	3,00	73	227,54	219,836	206,486	25	5°
2570-0471	2570-0472	3,00	73	234,42	226,725	212,163		15°
2570-0486	2570-0487	4,00	53	222,71	212,810	199,886		5°
2570-0488	2570-0489	4,00	53	229,38	219,478	205,382		15°
2570-0499	2570-0501	5,00	43	229,91	215,821	202,715		5°
2570-0502	2570-0503	5,00	43	235,49	222,584	208,288		15°
2570-0508	2570-0509	6,00	37	240,71	222,848	209,315		5°
2570-0511	2570-0512	6,00	37	246,47	229,831	215,069		15°
2570-0522	2570-0523	8,00	29	259,59	232,886	218,744		5°
2570-0524	2570-0525	8,00	29	265,61	240,184	224,757		15°

Номинальный делительный диаметр шевера 250 мм

## П Р И Л О Ж Е Н И Е 2

### РАЗМЕРЫ ПРОФИЛЯ ЗУБЬЕВ В НОРМАЛЬНОМ СЕЧЕНИИ В ММ

Модуль	Номинальный делительный диаметр шевера															
	85		180; 250		85				180				250			
	$h_b$		$h_{a0}$		$S_{n0}$		$\beta_0 = 5^\circ$		$\beta_0 = 15^\circ$		$\beta_0 = 5^\circ$		$\beta_0 = 15^\circ$			
							$h_{a0}$	$S_{n0}$	$h_{a0}$	$S_{n0}$	$h_{a0}$	$S_{n0}$	$h_{a0}$	$S_{n0}$		
1,00	2,35	1,10	1,57	2,47	2,76	2,47	2,76	2,47	2,76	2,47	2,76	2,47	2,76			
1,125	2,64	1,24	1,77	2,61	2,96	2,61	2,96	2,61	2,96	2,61	2,96	2,61	2,96			
1,25	2,94	1,37	1,96	2,75	3,16	2,75	3,16	2,75	3,16	2,75	3,16	2,75	3,16			
1,375	3,23	1,51	2,16	3,03	3,55	3,03	3,55	3,03	3,55	3,03	3,55	3,03	3,55			
1,50	3,52	1,65	2,36	3,39	3,99	3,39	3,99	3,39	3,99	3,39	3,99	3,39	3,99			
1,750	4,37	2,54	3,55	4,18	4,99	4,18	4,99	4,18	4,99	4,18	4,99	4,18	4,99			
2,00	5,23	3,09	4,37	5,12	6,16	5,12	6,16	5,12	6,16	5,12	6,16	5,12	6,16			
2,25	6,09	3,75	5,23	6,04	7,35	6,04	7,35	6,04	7,35	6,04	7,35	6,04	7,35			
2,50	6,96	4,45	6,09	7,48	9,00	7,48	9,00	7,48	9,00	7,48	9,00	7,48	9,00			
2,75	7,85	5,23	7,00	8,95	10,95	8,95	10,95	8,95	10,95	8,95	10,95	8,95	10,95			
3,0	8,75	6,04	8,00	10,39	12,19	10,39	12,19	10,39	12,19	10,39	12,19	10,39	12,19			
4,0	10,50	8,95	10,39	12,19	15,88	12,19	15,88	12,19	15,88	12,19	15,88	12,19	15,88			
5,0	12,60	10,39	12,19	15,88	20,00	15,88	20,00	15,88	20,00	15,88	20,00	15,88	20,00			
6,0	14,70	12,19	15,88	20,00	25,00	20,00	25,00	20,00	25,00	20,00	25,00	20,00	25,00			
8,0	19,42	15,88	20,00	25,00	33,35	25,00	33,35	25,00	33,35	25,00	33,35	25,00	33,35			

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАЗМЕРЫ КАНАВОК, ОБРАЗУЮЩИХ РЕЖУЩИЕ КРОМКИ ЗУБЬЕВ ШЕВЕРОВ

#### I. Размеры канавок для шеверов типа 1 в мм

Модуль	$l$	$a$	$t$	$n$
Номинальный делительный диаметр 85 мм				
1	3,0	1,6	2,1	6,0
1,125: 1,25	4,5	1,3	2,7	5,0
1,375: 1,5	5,0	1,3	2,7	5,0
Номинальный делительный диаметр 180 мм				
1,25	4,5	3,0	3,0	5,0
1,375	4,8			
1,5	5,0			
1,75	5,6			

#### II. Размеры канавок для шеверов типа 2 в мм

Мо- дуль $m_o$	Исполнение 1			Исполнение 2				Исполни- ние 3		
	Номинальный делительный диаметр									
	180 и 250	180	250	180 и 250		180	250	180	250	
	$l$	$n$		$l$	$t$	$s$	$n$		$n$	
			не более		не менее					
2 до 2,75	0,6	10	12	0,6	2,2	1,1	7	9	9	11
3	0,8			0,8						
Св. 3 до 5	1,0			1,0						
Св. 5 до 8	1,0	9	11	1,0	2,4	1,2	7	8		

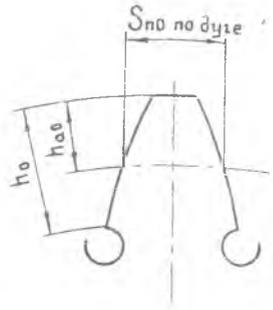


Рис. П2.1. Профиль зубьев шевера в нормальном сечении

Тип 1

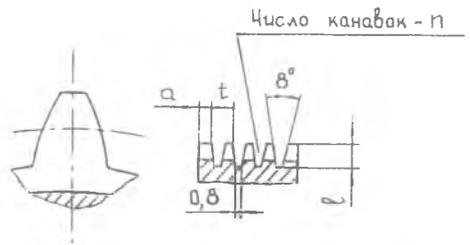


Рис. П3.1 Вид исполнения канавок у шеверов типа 1

Тип 2

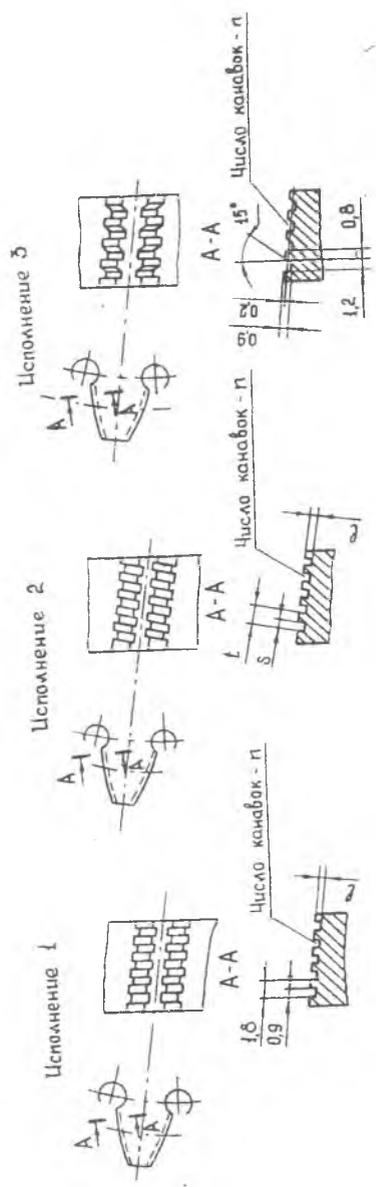


Рис. ПЗ.2. Виды исполнения канавок у шевров типа 2

Учебное издание

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ  
ДИСКОВЫХ ШЕВЕРОВ

Составители: Скуратов Дмитрий Леонидович  
Трусов Владимир Николаевич

Редактор Л. Я. Чегодаева  
Техн. редактор Г. А. Усачева  
Корректор Т. И. Щелокова

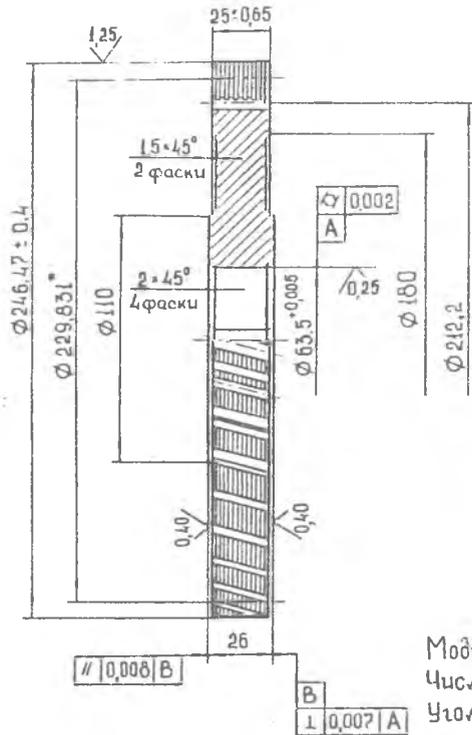
Подписано в печать 1.11.96. Формат 60x84 1/16. Бумага  
газетная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 2,2. Усл.кр.-отт. 2,3  
Уч.-изд.л. 2,3+0,1 вкл. Тираж 300 экз. Заказ 8. Арт. С-39/96.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С. П. Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

ИПО Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.

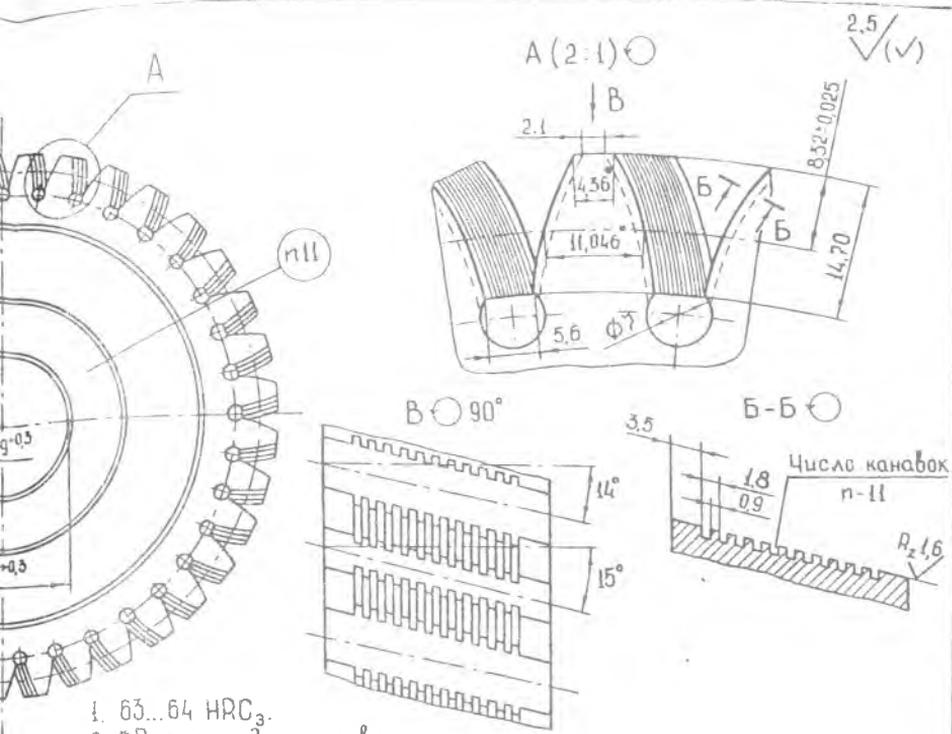
Шд. № табл.	Полн. и дата	Вып. шд. №	Щд. № дубл.	Полн. и дата	Справ. №	Перв. примен.
-------------	--------------	------------	-------------	--------------	----------	---------------



Модуль нормальный -  $m_n = 6$   
 Число зубьев -  $z_0 = 37$   
 Угол наклона линии зуба  $\beta_0$

- тия не более 0,010 мм.
- Остальные технические требования по ГОСТ 8570-80.
  - Приемку выполнять в соответствии с ГОСТ 23726-79.
  - Маркировать: (A); 2570-0511;  $m_n 6$ ;  $z_0 37$ ;  $\alpha_n 20^\circ$ ; 250;  $\beta_0 15^\circ$ ; A; P 1995.
  - Каждый шевр должен иметь паспорт с указанием всех отклонений проверяемых параметров.
  - Упаковка, транспортирование и хранение по ГОСТ 18088-80.
  - Гарантийная стойкость шевров должна соответствовать общемашиностроительным нормативам режимов резания, утвержденным в установленном порядке.

Рис. 8. Пример рабочей



1. 63...64 HRC<sub>3</sub>.
2. \*Размеры для справок.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов h14, остальных  $\pm$  JT14.
4. Погрешность направления<sup>2</sup> зуба не более  $\pm$  0,009 мм.
5. Отклонение от эквидистантности направлений сторон одного зуба не более 0,009 мм.
6. Погрешность профиля зуба не более 0,006 мм.
7. Разность окружных шагов не более 0,003 мм.
8. Накопленная погрешность окружного шага не более 0,012 мм.
9. Радиальное биение зубчатого венца относительно оси отверст-

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Шевер 2570-0511 А			Листер	Масса	Масшт
Разраб		Петров			ГОСТ 8570-80					1:2
Пробер		Котов						Лист 1	Листов 1	
Т.контр.		Борисов								
И.контр.		Иванов			Сталь P18Ф ГОСТ 19265-73			СГАУ, каф. РСЦ		
Чтв		Жуков								

Чертеж шевера