

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗУБОРЕЗНЫХ ДОЛБЯКОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний к лабораторной работе*

САМАРА
Издательство СГАУ
2012

УДК СГАУ 621.9.02.001.2(075)

Составители: *А.Н. Волков, М.Б. Сазонов, В.Д. Смолин*

Рецензент д-р техн. наук, проф. Н. Д. П р о н и ч е в

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ ЗУБОРЕЗНЫХ ДОЛБЯКОВ: метод. указания к лабораторной работе / сост.: *А.Н. Волков, М.Б. Сазонов, В.Д. Смолин.* – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2012. – 28 с.

Рассмотрены назначение и конструктивные особенности различных типов долбяков. Изложены вопросы движений при нарезании зубчатых колёс. Приведены основные соотношения для расчётов элементов долбяков. Показаны методы измерений основных конструктивных и геометрических параметров долбяков. Даны теоретические сведения об эвольвенте в применении к долбякам. Описаны типовой технологический маршрут изготовления долбяков и заточки их передних и задних поверхностей.

Предназначены для студентов, выполняющих лабораторные работы по дисциплинам «Режущий инструмент», «Обработка конструкционных материалов» специальностей 160301, 160302, 151001 и др. Могут быть использованы при курсовом и дипломном проектировании.

Введение

Зуборезные долбяки занимают важное место в производстве цилиндрических зубчатых колёс методом обкатки. Данный метод характеризуется высокой производительностью и точностью обработки, возможностью нарезания блоков зубчатых колёс, зубчатых венцов внутреннего зацепления, прямозубых, косозубых и шевронных колёс.

Данная работа посвящена ознакомлению с конструкциями прямозубых долбяков для нарезания цилиндрических зубчатых колёс с эвольвентным профилем зубьев и исходным контуром по ГОСТ 13755-81. Технологические условия на стандартные чистовые зуборезные долбяки изложены в ГОСТ 9323-79. Приведены основные типы долбяков, классы точности и их назначение. Показаны схема нарезания зубчатого колеса, основные движения и параметры режима резания. Даны теоретические сведения в части применения эвольвенты к долбякам. Рассмотрены элементы конструкции и геометрии долбяков, приборы и способы измерения основных параметров, расчётные формулы. Рассмотрены вопросы формообразования и заточки долбяков. В приложении представлены некоторые сведения о параметрах некоторых типов стандартных долбяков. Составлен список контрольных вопросов и указана литература по долбякам. Даны рекомендации по оформлению отчёта о проведенных измерениях и расчётах. Показано измерение отдельных параметров различными приборами. Рекомендуется сопоставлять измеренные величины со стандартными или расчётными значениями.

Условные обозначения

m_0 – модуль, мм;

α_0 – угол зацепления долбяка, град.;

Z_0 – число зубьев долбяка;

d_0 – делительный диаметр, мм;

d_{a0} – наружный диаметр по вершинам зубьев в исходном сечении, мм;

d_1 – посадочный диаметр, мм;

d_2 – диаметр выточки, мм;

x_0 – коэффициент смещения исходного контура;

A – расстояние исходного сечения от передней поверхности, мм;

B_1 – ширина ступицы, мм;

B – высота долбяка, мм;

d_{b0} – диаметр основной окружности, мм;

X – радиальное смещение исходного контура, мм;

S_0 – толщина зуба в исходном сечении по делительной окружности, мм;

S_{a0} – толщина зуба по делительной окружности в плоскости передней поверхности, мм;

S'_{a0} – толщина зуба по вершинам зубьев, мм;

r_{b0} – радиус основной окружности, мм;

r_0 – радиус делительной окружности, мм;

γ_s – передний угол долбяка, град.;

α_s – задний угол долбяка, град.;

$\alpha_{\beta,0}$ – задний боковой угол долбяка по делительному цилиндру, град.;

α_N – задний боковой угол в нормальном сечении, град.;

α_x – угол давления в некоторой точке эвольвенты, град.;

h_{a0} – высота головки зуба долбяка в исходном сечении, мм;

h_{j0} – высота ножки зуба долбяка в исходном сечении, мм;

P_{b0} – основной шаг, мм;

θ – инволюта или эвольвентный угол;

h_0 – высота зуба, мм;

φ_0 – половина центрального угла, соответствующего толщине зуба по делительной окружности, град.;

φ'_0 – половина центрального угла, соответствующего толщине зуба по делительной окружности в передней плоскости, град.;

γ_N – передний угол в нормальном сечении на делительной окружности, град.;

h'_{a0} – высота головки зуба долбяка в передней плоскости, мм;

h'_{j0} – высота ножки в передней плоскости, мм;

A_c – коррекция предельно сточенного долбяка, мм;

d_{j0} – внутренний диаметр в исходном сечении, мм;

d'_{j0} – диаметр окружности впадин зубьев в передней плоскости, мм.

Цель работы

Рассмотрение схемы и основных движений в процессе нарезания наружных цилиндрических прямозубых колёс долбяками. Ознакомление со стандартными конструкциями долбяков. Изучение теоретических основ эвольвентного зацепления в приложении к долбякам. Освоение основных параметров конструкции и геометрии долбяков, методов их расчёта и измерения с помощью различных приборов. Ознакомление с технологическими процессами изготовления и заточки долбяков. Составление отчёта по лабораторной работе и ответы на контрольные вопросы.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗУБРЕЗНЫХ ДОЛБЯКОВ

Зуборезные долбяки предназначены для нарезания цилиндрических прямозубых и косозубых колёс наружного и внутреннего зацепления методом обкатки. В процессе резания долбяк и нарезаемое колесо представляют кинематическую пару и совершают согласованное движение.

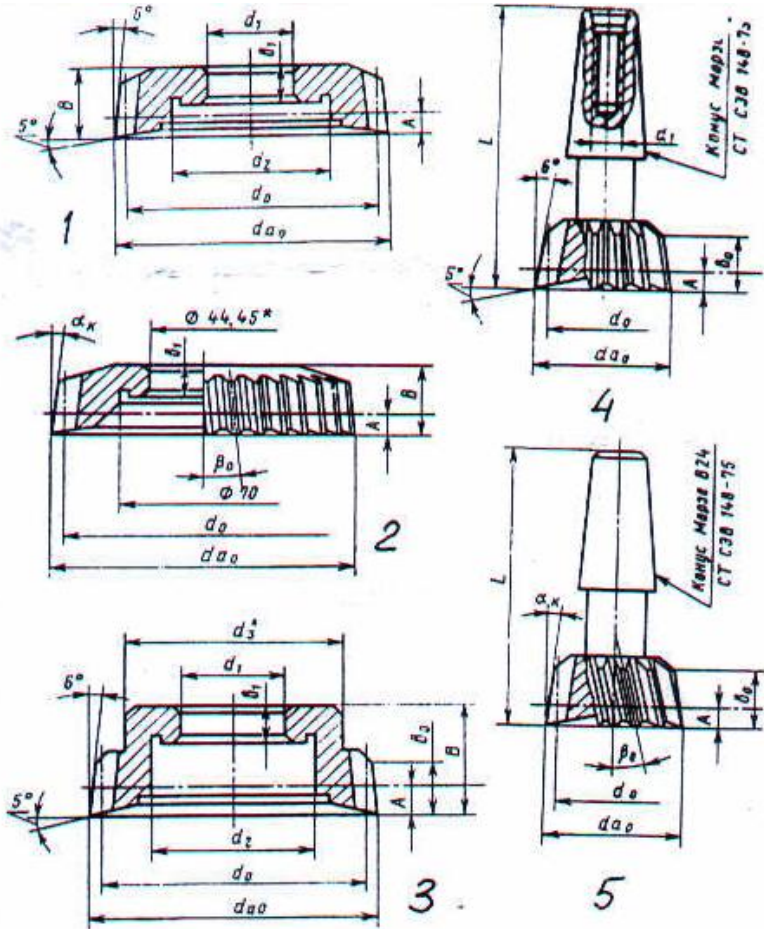


Рис. 1. Типы зуборезных долбяков: 1 – дисковый прямозубый; 2 – дисковый косозубый; 3 – чашечный прямозубый; 4 – хвостовой прямозубый; 5 – хвостовой косозубый

Стандартные чистовые зуборезные долбяки изготавливаются по ГОСТ 9323-79 пяти типов и трёх классов точности (рис. 1):

Тип 1 – дисковые прямозубые классов точности *АА*, *А* и *В*;

Тип 2 – дисковые косозубые классов точности *А* и *В*;

Тип 3 – чашечные прямозубые классов точности *АА*, *А* и *В*;

Тип 4 – хвостовые прямозубые классов точности *А* и *В*;

Тип 5 – хвостовые косозубые классов точности *В*.

Исходный контур нарезаемых зубчатых колёс должен соответствовать параметрам по ГОСТ 13755-81.

Стандартные долбяки классов точности *АА*, *А* и *В* предназначены соответственно для нарезания колёс 6, 7 и 8 степеней точности.

Чашечные долбяки применяют при нарезании зубьев в упор, например, на блочных колёсах. Хвостовые долбяки применяют при нарезании колёс внутреннего зацепления и мелко модульных колёс ($m < 1 \text{ мм}$).

Преимуществами долбяков являются их высокая технологичность, возможность достижения высокой точности при изготовлении и широкая универсальность в применении.

Долбяки уступают по производительности червячным модульным фрезам вследствие прерывистости процесса резания и невозможности развивать высокие скорости резания по причине больших сил инерции.

Изготавливают долбяки из быстрорежущих сталей.

2. СХЕМА ОБРАБОТКИ И ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ДОЛБЯКАМИ

Долбяк крепится на штосселе зубодолбёжного станка и совершает возвратно-поступательное движение вниз и вверх. Это движение называется главным и определяет скорость резания, м/мин (рис. 2):

$$V_p = \frac{2\ell n}{1000},$$

где $\ell = \nu + 3 \dots 5 (\text{мм})$ – длина хода долбяка;

ν – ширина зубчатого колеса;

n – число двойных ходов долбяка в минуту.

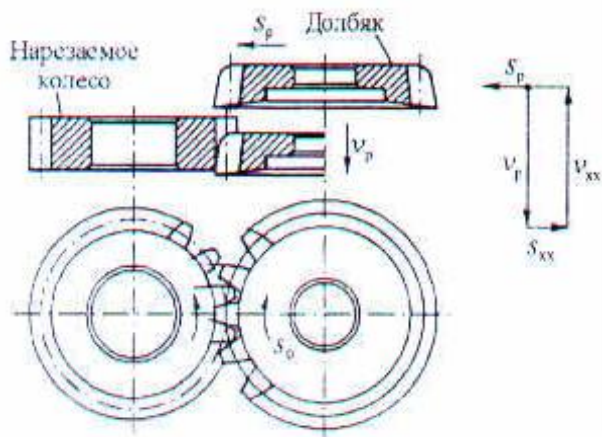


Рис. 2. Схема работы зуборезного долбьяка: V_p – скорость резания; S_0 – круговая подача; S_p – радиальная подача; $V_{x.x}$ – скорость холостого хода; $S_{x.x}$ – отвод долбьяка от заготовки при холостом ходе 0

Одновременно долбьяк и заготовка совершают согласованное вращательное движение, определяющее круговую подачу S_0 (мм/дв.ход) и обкаточное движение $n_3 = n_0 z_0 / z_3$,

где n_3 – частота вращения заготовки (мин⁻¹);

n_0 – частота вращения долбьяка (мин⁻¹);

z_3 – число зубьев нарезаемого колеса.

Для врезания долбьяка в заготовку служит радиальная подача S_p (мм/дв.ход).

Перед холостым ходом ($V_{x.x}$) долбьяк отводится на небольшое расстояние $S_{x.x}$ от заготовки для избежания обкатки при движении долбьяка вверх задней поверхностью.

3. ТЕОРИЯ ЭВОЛЬВЕНТЫ В ПРИМЕНЕНИИ К ДОЛБЯКАМ

Полярная ось проводится через центр долбьяка и точку эвольвенты зуба, лежащую на основной окружности (рис. 3).

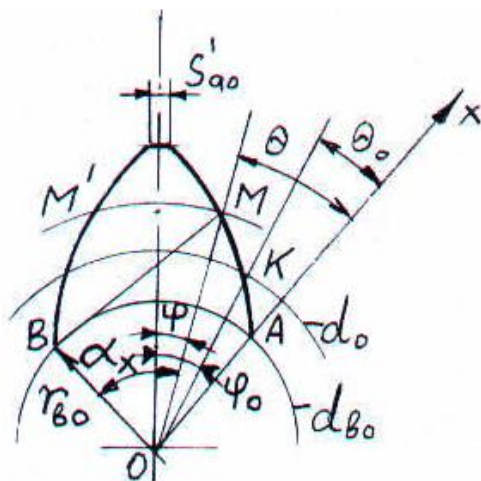


Рис. 3. Схема к определению параметров эвольвенты и толщины зуба долбяков

Уравнение эвольвенты даётся в параметрической форме.

α_x - угол давления, является параметром прямоугольного треугольника ΔOBM .

Первое уравнение эвольвенты

$$\rho = \frac{r_{b0}}{\cos \alpha_x} \quad \text{или} \quad \cos \alpha_x = \frac{r_{b0}}{\rho}.$$

Второе уравнение эвольвенты

$$BM = r_{b0} \operatorname{tg} \alpha_x = \cup BA = r_{b0} (\alpha_x + \theta),$$

$\theta = \operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x$ - эвольвентная функция угла θ или инволюта,

$$\theta = \operatorname{inv} \alpha_x.$$

Толщина зуба на любой окружности

$$\cup M'M = S_x = 2\rho\theta.$$

Точка «K» принадлежит эвольвенте и делительной окружности.

$\varphi = \varphi_0 - (\theta - \theta_0)$; φ_0 - половина центрального угла, соответствующего толщине зуба по делительной окружности;

$$S_x = 2\rho(\varphi_0 - \theta + \theta_0); \quad \theta_0 = \operatorname{inv} \alpha_0 = \operatorname{inv} \alpha_0,$$

где α_0 - угол зацепления.

В точке, лежащей на делительной окружности, угол давления есть угол зацепления:

$$S_x = 2\rho(\varphi_0 - \text{inv}\alpha_x + \text{inv}\alpha_0).$$

Толщина зуба в плоскости исходного контура по делительному цилиндру

$$S_0 = 2\varphi_0 r_0.$$

Толщина зуба по делительному цилиндру в плоскости передней поверхности

$$S_{a0} = S_0 + 2Atg\alpha_{\delta 0},$$

$$\text{где } tg\alpha_{\delta 0} = tg\alpha_{\delta} \quad tg\alpha_0.$$

Толщина зуба долбяка по вершинам зубьев

$$S'_{a0} = d'_{a0}(\varphi_0 - \text{inv}\alpha'_{a0} + \text{inv}\alpha_0);$$

$$\cos\alpha'_{a0} = \frac{2r_{b0}}{d'_{a0}};$$

d'_{a0} – диаметр окружности вершин зубьев,

$$d'_{a0} = m_0 Z_0 + 2h_{a0} + 2Atg\alpha_{\delta},$$

$$S'_{a0} = F(A).$$

С увеличением A размер S'_{a0} уменьшается. При выборе смещения надо проверять толщину зуба долбяка на вершинах зубьев. Из соображений прочности и стойкости $S'_{a0} > S'_{a0 \text{ доп}}$. Значение допустимой толщины рекомендуется принимать на основании практики:

$$S'_{a0 \text{ доп}} = 0,51 \sqrt{m_0}.$$

4. ИЗМЕРЕНИЕ И РАСЧЁТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОЗУБОГО ДОЛБЯКА

По клеймению и при общем осмотре определяются модуль m_0 , число зубьев Z_0 , угол зацепления α_0 .

При помощи штангенциркуля измеряются наружный диаметр d'_{a0} , посадочный диаметр d_1 , диаметр выточки d_2 , высота долбяка B и ширина ступицы B_1 (рис. 4). Результаты измерений сопоставляются с табличными значениями параметров по ГОСТ 9323-79 (прил., табл. П1, П2).

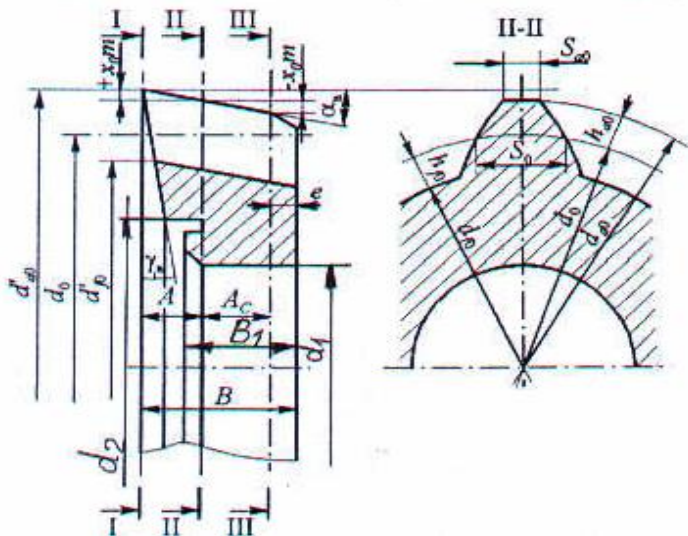


Рис. 4. Основные параметры долбяка

Зубомером измеряется высота зуба долбяка h_0 . Для этого ножки зубомера опускают во впадины зубьев долбяка до соприкосновения с внутренней окружностью диаметра d'_{f0} , а штангу вертикальной шкалы опускают до соприкосновения с наружной окружностью зубьев диаметра d'_{a0} . Отсчёт производят по вертикальной шкале зубомера.

Высота головки зуба долбяка в исходном сечении h_{a0} выполняется равной высоте ножки зуба нарезаемого колеса:

$$h_{a0} = h_f = 1,25m_0.$$

Высота ножки зуба долбяка вычисляется по формуле

$$h_{f0} = h_0 - h_{a0} = h_a + C = (1,25 \dots 1,3)m_0,$$

где h_a – высота головки зуба нарезаемого колеса, $h_a = m_0$;

$C = 0,25m_0$ – величина радиального зазора при $m_0 \leq 2,75$ мм или $C = 0,3m_0$ при $m_0 \geq 3$ мм.

Коэффициент высоты головки зуба f' определяется по формуле

$$f' = \frac{h_{a0}}{m_0}.$$

Измерение заднего угла α_6 и угла заострения β_6 на вершинной кромке производится универсальным угломером, как показано на рис. 5.

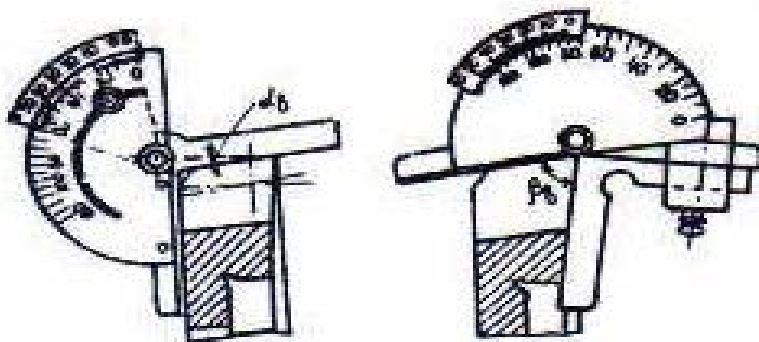


Рис. 5. Измерение заднего угла α_6 и угла заострения β_6 на вершинной кромке долбяка

Величина переднего угла

$$\gamma_6 = 90^\circ - (\alpha_6 + \beta_6).$$

Измерение углов γ_6 и α_6 можно также выполнить с помощью настольного угломера.

Делительный и основной диаметры

$$d_0 = m_0 z_0; \quad d'_{a0} = m_0 z_0 \cos \alpha_0.$$

Определение коррекции A и коэффициента радиального смещения x_0 производится расчётным путём:

$$d'_{a0} = m_0 z_0 + 2f' m_0 + 2A \operatorname{tg} \alpha_6,$$

откуда
$$A = \frac{d'_{a0} - m_0 z_0 - 2f' m_0}{2 \operatorname{tg} \alpha_6}.$$

Величина A , рассчитанная по приведенной формуле, в зависимости от количества произведенных переточек долбяка и соответствующего расположения передней поверхности относительно плоскости исходного контура может оказаться положительной, отрицательной или равной нулю.

Радиальное смещение профиля

$$X = A \operatorname{tg} \alpha_6.$$

Коэффициент радиального смещения профиля в долях модуля

$$x_0 = \frac{X}{m_0}.$$

Далее определяются задний угол на боковых сторонах зубьев в нормальном сечении α_N и задний угол в сечении по делительному цилиндру $\alpha_{\delta 0}$:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha_{\delta} \sin \alpha_0,$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\delta 0} = \operatorname{tg} \alpha_{\delta} \operatorname{tg} \alpha_0.$$

Толщина зуба по хорде на делительной окружности (хордальная толщина) в передней плоскости может быть измерена на инструментальном микроскопе. Для этого предварительно определяют размер « g » в мм (рис. 6), равный расстоянию от вершинной кромки до хорды на делительной окружности:

$$g = \frac{d'_{a0} - d_0}{2} + \frac{d_0}{2} (1 - \cos \phi'_0),$$

$$\text{где } \phi'_0 = \frac{\pi m_0 + 4 A \operatorname{tg} \alpha_{\delta 0}}{2 d_0}.$$

ϕ'_0 измеряется в радианах.

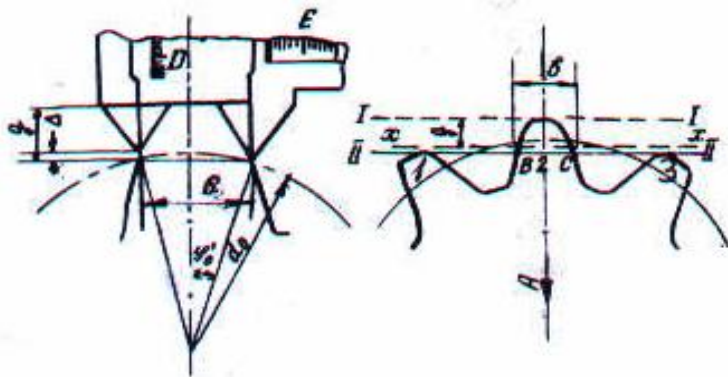


Рис. 6. Схема измерения толщины зуба долбяка по хорде на делительной окружности в передней плоскости

Приступая к работе на инструментальном микроскопе, следует прежде всего совместить нули градусной и минутной шкал. Долбяк установить на стол микроскопа и навести на резкость.

При измерении хордальной толщины на инструментальном микроскопе долбёк должен быть установлен так, чтобы вершины зубьев 1 и 3 совпадали с горизонтальной линией окуляра $x - x$, что будет указывать на совпадение оси измеряемого зуба 2 с направлением поперечного перемещения столика.

Дальнейшие перемещения стола с долбёжком осуществляют вращением микровинтов поперечной или продольной подачи стола микроскопа. Вращая микровинт поперечной подачи стола, совмещают горизонтальную линию на окуляре с вершиной зуба (положение I – I на рис. 6), фиксируют показание лимба поперечного перемещения столика. После этого долбёк передвигают в положение II – II по направлению стрелки A на величину « g », отсчитывая её по лимбу поперечных перемещений столика.

Совместив затем продольным перемещением столика пересечение вертикальной и горизонтальной визирных линий окуляра с профилем зуба в точках B и C , снимают соответствующие показания лимба микровинта. Разность между этими показаниями есть величина хорды « v ». Для получения более точных данных следует производить не менее трёх замеров.

Измерение основного шага также выполняют на инструментальном микроскопе. Долбёк устанавливают на предметный столик и один из зубьев подводится к вертикальной линии окуляра так, чтобы эта линия была касательной к боковой стороне профиля зуба долбёжника в точке, лежащей ближе к наружному диаметру (рис. 7, точка A).

При этом для наглядности измерения необходимо совместить точку перекрестия окуляра с точкой касания A . Линия $X - X$ в этом случае будет нормалью к эвольвенте зуба в точке A и касательной к основной окружности.

Эта же линия будет нормалью к эвольвенте соседнего зуба в точке B , лежащей ближе к основанию зуба. Расстояние AB равно основному шагу P_{b0} , так как $P_{b0} = \cup DC$, а $\cup DC = AB$.

Отметив показание лимба микрометрического винта продольного перемещения I – I и переведя в положение II – II, когда вертикальная линия окуляра будет касаться второго зуба, определяют величину основного шага P_{b0} как разность показаний микрометрического винта в положениях I–I и II–II.

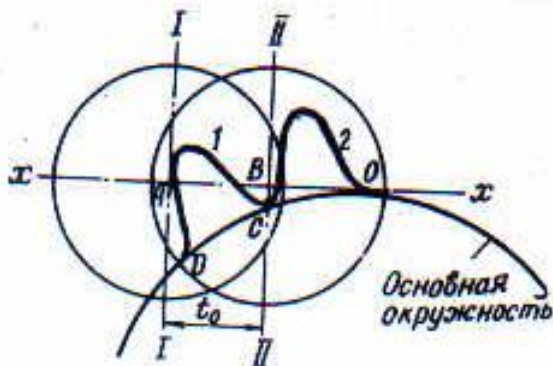


Рис. 7. Схема измерения шага долбяка на инструментальном микроскопе

Расчётное значение основного шага

$$P_{b0} = \pi m_0 \cos \alpha_0.$$

Находят хордальную толщину зуба на делительной окружности в передней плоскости при помощи зубомера. Для этого высотная линейка зубомера устанавливается по шкале «Д» на величину «g» и укрепляется. Далее, приложив зубомер к зубу долбяка (рис. 6), по шкале «Е» определяется величина хорды «в». Результат измерения сравнить с величиной, полученной на инструментальном микроскопе.

Толщина зуба по делительной окружности в плоскости передней поверхности

$$S_{a0} = d_0 \phi'_0 = S_0 + 2Atg\alpha_{s0}.$$

Толщина зуба по делительной окружности в плоскости исходного контура

$$S_0 = \pi m_0 / 2.$$

Толщина зуба по вершинам зубьев

$$S'_{a0} = d'_{a0} \left(\frac{S_0}{d_0} - inv\alpha'_{a0} + inv\alpha_0 \right),$$

$$\text{где } \cos \alpha'_{a0} = \frac{2r_{b0}}{d'_{a0}}; \quad inv\alpha'_{a0} = tg\alpha'_{a0} - \alpha'_{a0}; \quad inv\alpha_0 = tg\alpha_0 - \alpha_0.$$

Минимальная толщина зуба по вершинам зубьев из условий прочности и стойкости

$$S'_{a0\text{мин.}} = 0,51\sqrt{m_0}.$$

Передний угол в нормальном сечении на делительной окружности

$$\text{tg}\gamma'_N = \text{tg}\gamma_s \sin\alpha_0.$$

Высота головки зуба в передней плоскости

$$h'_{a0} = h_{a0} + At\text{g}\alpha_s.$$

Высота ножки зуба в передней плоскости

$$h'_{f0} = h_{f0} - x_0 m_0.$$

Диаметр окружности впадин в передней плоскости

$$d'_{f0} = d_0 - 2h'_{f0}.$$

5. ЗАТОЧКА ДОЛБЯКОВ

Задние поверхности зубьев долбяков являются эвольвентными винтовыми поверхностями, которые обрабатывают преимущественно методом огибания в процессе обкатки.

Наиболее употребительными схемами обработки являются шлифование плоской стороной дискового круга в процессе прерывистой обкатки с единичным делением и шлифование червячным абразивным кругом с непрерывной обкаткой и делением.

Шлифование плоской стороной дискового круга ведётся без продольной подачи вдоль зуба. Поэтому для охватывания всей длины обрабатываемого зуба используют шлифовальные круги большого диаметра. Для воспроизведения эвольвенты в торцовом сечении шлифуемая заготовка получает в процессе обработки возвратно-качательное и возвратно-поступательное движения обкатки, отталкиваясь эвольвентным кулаком от упора (рис. 8, а, б).

При этом шлифуется одна сторона одного зуба. Затем производится деление, круг вводится в другую впадину, начинает шлифование боковой стороны следующего зуба, и так до тех пор, пока не будут обработаны все зубья с одной стороны. Тогда оправку с обрабатываемой заготовкой устанавливают в шпиндель противоположным концом и производят поочерёдное шлифование второй стороны профиля всех зубьев.

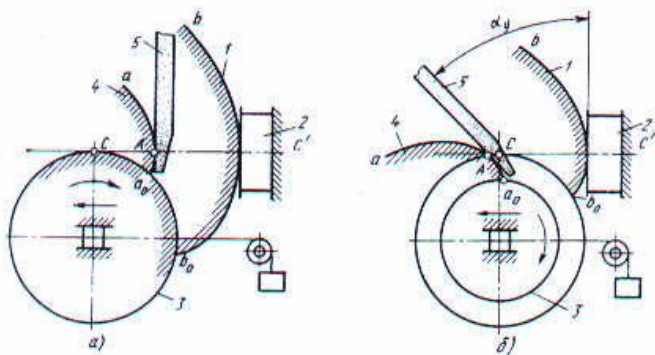


Рис. 8. Шлифование эвольвентной поверхности долбяка плоской стороной дискового круга при использовании механизмов с эвольвентным кулачком:

- 1 – эвольвентный кулачок; 2 – упор; 3 – основная окружность;
4 – обрабатываемый инструмент; 5 – шлифовальный круг

Для того чтобы избежать подреза зуба долбяка в точках, лежащих ниже его делительной окружности, плоскость шлифовального круга устанавливают к плоскости упора копира под углом α_y , близким к углу зацепления эвольвенты (рис. 8, б).

Шлифование червячным абразивным кругом (рис. 9) долбяков с модулем до 4 мм обеспечивает наиболее производительное зубошлифование за счёт непрерывности процесса и минимальных вспомогательных ходов.

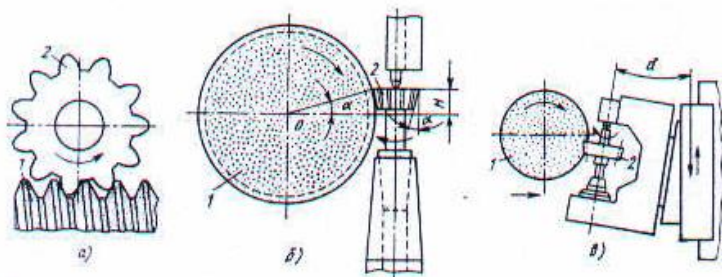


Рис. 9. Шлифование эвольвентной задней поверхности долбяка червячным абразивным кругом:

- a* – формообразование; *б* – установка долбяка выше оси круга;
в – установка долбяка с наклоном оси

Червячный абразивный круг I и обрабатываемая заготовка 2 совершают взвисязанные вращения от системы электровала, обеспечивающего одинаковую частоту вращения двух синхронных реактивных электродвигателей приводов круга и заготовки.

При шлифовании долбяков с помощью абразивного червяка образование задних углов достигается двумя способами (рис. 9, б, в): установкой передней поверхности долбяка выше оси «0» шлифовального круга (шлифование врезанием) на величину « H » или установкой оси долбяка под углом « α » к направлению подачи.

Затачивание передней поверхности долбяков производят методом круглого шлифования (рис. 10).

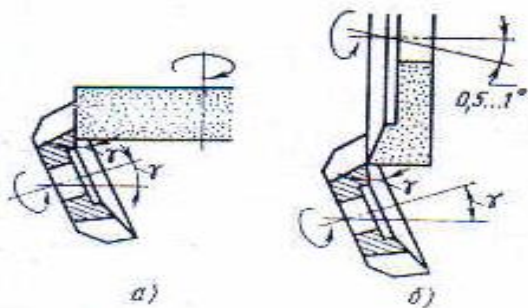


Рис. 10. Методы затачки передней поверхности прямозубых долбяков:
а – периферией круга; б – торцом круга

Обработка производится периферией абразивного, алмазного или эльборового круга прямого профиля на специальном полуавтомате ВЗ – 203Ф2 с ЧПУ.

Характеристики абразивного круга:

абразивный материал – электрокорунд белый 24А, 25А;

зернистость – 40...25;

твёрдость – СМ2...С1;

структура – 6...7;

связка – керамическая К8;

скорость круга – 25...30 м/с.

6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОЛБЯКОВ

1. Заготовительная. Отрезать заготовку. Абразивно-отрезной станок МФ332.

2. Кузнечная. Штамповать заготовку. Пресс.

3. Термическая. Отжечь заготовку. Галтовочная (очистить заготовку).

4. Токарно-револьверная. Станок 1П365 или станок с ЧПУ. База – торец и наружный диаметр. Подрезать торец, сверлить отверстие, обточить наружный диаметр до кулачков. Переустановить заготовку. Подрезать другой торец, обточить оставшуюся часть наружного диаметра, расточить отверстие, выточку, проточить кольцевую канавку, расточить канавку в выточке, обточить торец на конус под 5^0 , снять фаску по отверстию (рис. 11).

5. Токарная. Станок 1К62. База – торец и отверстие. Обточить по наружному диаметру на конус.

6. Зубофрезерная. База – торец и отверстие. Фрезеровать профиль зубьев червячно-модульной фрезой. Образование задних углов на долбяке в этом случае обеспечивается комбинированием продольной и радиальной подачи.

7. Термическая. Закалить, отпустить. Очистить.

8. Шлифовальная. Станок карусельно-шлифовальный 3Д7428. Шлифовать ленточку на переднем торце и опорный торец.

9. Размагнитить.

10. Притирочная. Притереть опорный торец.

11. Внутришлифовальная. Станок 3А2278. Шлифовать отверстие и внутренний опорой торец. База – опорный торец и шлифуемое отверстие.

12. Доводочная или хонинговальная. Довести отверстие.

13. Шлифовальная. Плоскошлифовальный станок с круглым столом 3Д742В. Предварительно заточить переднюю поверхность под углом 6^0 .

14. Круглошлифовальная. Станок 3А110. Предварительно шлифовать по задней поверхности. База – торец и отверстие.

15. Зубошлифовальная. Станок 5893. База – отверстие и торец. Шлифовать профиль зубьев с одной и другой стороны предварительно.

16. Зубошлифовальная. Шлифовать профиль зубьев с одной и другой стороны окончательно. Контроль на эвольвентомере.

17. Круглошлифовальная. Шлифовать по окружности выступов окончательно. База – отверстие и торец.

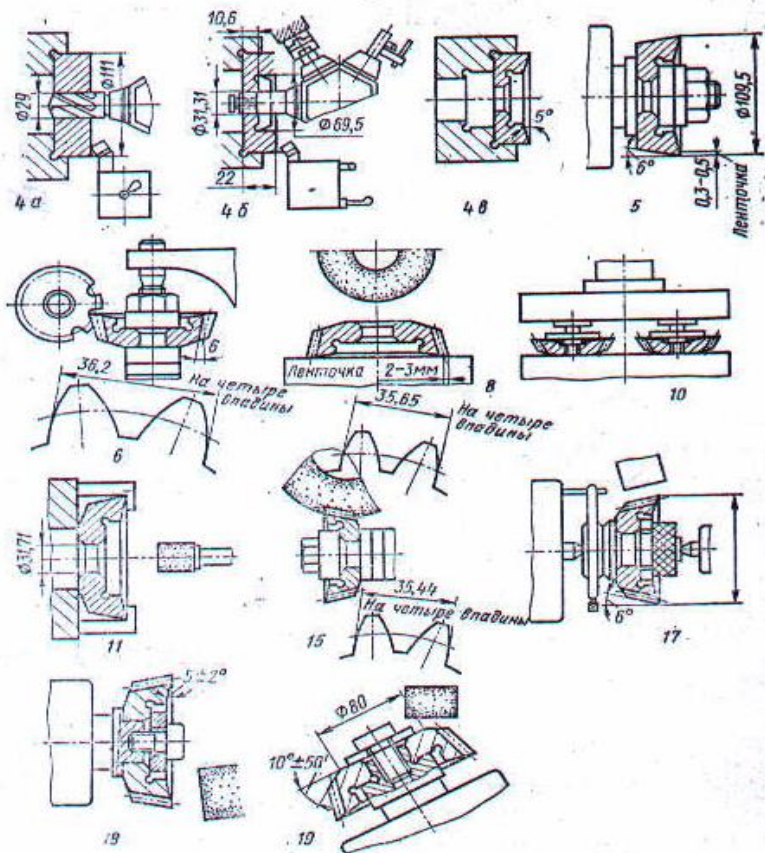


Рис. 11. Графическое изображение технологического маршрута изготовления долбяков

18. Шлифовальная. Станок ЗД742В. Заточить по передней поверхности окончательно. База – опорный торец и отверстие.
19. Круглошлифовальная. Шлифовать скос.
20. Притупление вершин абразивным бруском.
21. Полирование профиля. Станок специальный.
22. Размагничивание.
23. Контроль.
24. Цианирование.

На рис. 11 приведены некоторые графические операционные карты технологического процесса производства долбяков.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные типы и классы точности долбяков.
2. Назначение, преимущества и недостатки долбяков.
3. Укажите параметры режима резания при зубодолблении.
4. Напишите уравнение обкаточного движения.
5. Как записываются уравнения эвольвенты?
6. Как определить толщину зуба долбяка на делительной окружности в передней плоскости?
7. Укажите формулу для определения толщины зуба долбяка по вершинам зубьев.
8. Что такое коррекция долбяка?
9. Как определяется коэффициент смещения исходного контура?
10. Как определяется основной шаг на инструментальном микроскопе?
11. Напишите формулу для диаметра окружности впадин передней плоскости.
12. Укажите расчётные зависимости для задних боковых углов по делительному цилиндру и в нормальном сечении.
13. Как определить хордальную толщину зуба по делительному цилиндру в передней плоскости на инструментальном микроскопе?
14. Укажите формулу для переднего угла в нормальном сечении на делительной окружности.
15. Чему равна толщина зуба в исходном сечении по делительной окружности?
16. Как производится шлифование задней поверхности плоской стороной?
17. Укажите минимальную толщину зуба по вершинам зубьев.
18. Поясните процесс шлифования задней поверхности червячным абразивным кругом.
19. Приведите схему заточки передней поверхности.
20. Укажите основные операции изготовления долбяков.

Список использованных источников

1. Алексеев, Г.А. Конструирование инструмента / Г.А. Алексеев, В.А. Аршинов, Р.М. Кричевская. – М.: Машиностроение, 1979. – 383 с.
2. Проектирование режущих инструментов / В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов [и др.]. – М.: Глобус, 2006. – 271 с.
3. Режущий инструмент / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. – М.: Машиностроение, 2004. – 511 с.
4. Металлорежущие инструменты / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, С.В. Кирсанов [и др.]. – М.: МГТУ СТАНКИН, 2005. – 567 с.
5. Металлорежущие инструменты / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
6. Нефёдов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 445 с.
7. Палей, М.М. Технология шлифования и заточки режущего инструмента / М.М. Палей, Л.Г. Дибнер, М.Д. Флид. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.
8. Палей, М.М. Технология производства металлорежущих инструментов / М.М. Палей. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
9. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов / Г.Н. Кирсанов, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
10. Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М.: ГНТИМЛ, 1962. – 952 с.
11. Справочник инструментальщика конструктора / В.И. Климов, А.С. Лернер, М.Д. Пекарский [и др.]. – М.: ГНТИМЛ, 1958. – 608 с.
12. Справочник конструктора-инструментальщика / под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1994. – 558 с.
13. Справочник инструментальщика / под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
14. Четвериков, С.С. Металлорежущие инструменты /С.С. Четвериков. – М.: Высшая школа, 1965. – 731 с.
15. Шатин, В.П. Справочник конструктора – инструментальщика / В.П. Шатин, Ю.В. Шатин. – М.: Машиностроение, 1975. – 456 с.

Приложение 1

Таблица П1

Долбяки дисковые прямозубые с номинальным делительным диаметром 80 мм

Модуль m_0			Число зубьев Z	Диаметры окружностей				Расстояние исходного сечения от передней поверхности A	Ширина ступицы B_1	Высота долбяка B	Коэффициент смещения исходного контура X_0
Ряды				делительной d_0	выступов d_{a0}	отверстия d_1	выточки d_2				
1	2	3									
1			76	76	79,82	31,75	50	8	12	0,66	
1,125			67	75,375	79,47					6,3	0,57
1,25			60	75	79,38					6,1	0,50
	1,375		56	77	81,70					5,9	0,46
1,5			50	75	79,95					6,0	0,40
	1,75		43	75,25	80,78					5,7	0,33
2			38	76	82,12					5,5	0,28
	2,25		34	76,5	83,20					5,3	0,24
2,5			30	75	82,25					5,1	0,20
	2,75		28	77	84,86					4,8	0,18
3			25	75	83,40				4,7	0,15	
		3,25	24	78	87,04				4,3	0,14	
	3,5		22	77	86,59				4,3	0,12	
		3,75	20	75	85,12				4,0	0,10	
4			19	76	86,72				3,6	0,09	
		4,25	18	76,5	87,81				3,4	0,08	
	4,5		17	76,5	88,38				3,2	0,07	
5			16	80	93,10				3,0	0,06	
									2,8	0,06	

**Долбяки дисковые прямозубые с номинальным
делительным диаметром 100 мм**

Модуль m_0			Число зубьев Z_0	Диаметры окружностей				Расстояние исходного сечения от передней поверхности A	Ширина ступицы B_1	Высота долбяка B	Коэффициент смещения исходного контура X_0
Ряды				делительной d_0	выступов d_{f0}	отверстия d_1	выточки d_2				
1	2	3									
1			100	100	104,3	44,45	70	8	17	0,90	
1,125			90	101,25	105,86					8,6	0,80
1,25			80	100	104,88					8,3	0,70
	1,375		73	100,375	105,54					8,2	0,63
1,5			68	102	107,49					8,3	0,58
	1,75		58	101,5	107,55					8,0	0,48
2			50	100	106,6					7,6	0,40
	2,25		45	101,25	108,45					7,5	0,35
2,5			40	100	107,75			7,1	0,30		
	2,75		36	99	107,30			6,8	0,26		
3			34	102	110,94			6,8	0,24		
	3,25		31	100,75	110,24			6,5	0,21		
	3,5		28	98	108,01			6,0	0,18		
	3,75		27	101,25	111,90			6,1	0,17		
4			25	100	111,20			5,7	0,15		
	4,25		24	102	113,82			5,7	0,14		
	4,5		22	99	111,33			5,1	0,12		
5			20	100	113,50			4,8	0,10		
	5,5		18	99	113,63			4,2	0,08		
6			17	102	117,84			4,0	0,07		
	6,5		16	104	121,03			3,7	0,06		
	7		16	112	130,34			4,0	0,06		
8			14	112	132,64			3,0	0,04		
										10	20
								12	22		

Приложение 2

Кафедра

механической обработки материалов

Студент _____

Группа _____

Дата _____

Лабораторная работа № _____

Изучение конструкции и геометрии зуборезных долбяков

1. Эскиз долбяка.
2. Схема измерения хордальной толщины на инструментальном микроскопе.
3. Схемы измерения основного шага на инструментальном микроскопе.
4. Схемы заточки задней и передней поверхностей долбяка.
5. Результаты измерений и расчётов основных параметров долбяка.

№ п/п	Измеряемая или рассчитываемая величина	Принятое обозначение	Расчётная формула	Результат измерения	Результат расчёта
1	2	3	4	5	6
1	Модуль				
2	Число зубьев				
3	Угол зацепления				
4	Наружный диаметр				
5	Посадочный диаметр				
6	Диаметр выточки				
7	Высота долбяка				
8	Ширина ступицы				
9	Высота зуба				
10	Высота головки зуба				
11	Высота ножки зуба				
12	Задний угол				
13	Передний угол				
14	Делительный диаметр				
15	Основной диаметр				
16	Основной шаг				
17	Коррекция долбяка				
18	Радиальная коррекция				
19	Коэфф. радиального смещения профиля				
20	Боковой задний угол по делит. цилиндру				
21	Боковой задний угол в нормальном сечении				
22	Величина «g» от вершин до хорды				
23	Величина пол. центр. угла толщины зуба				
24	Хордальная толщина				
25	Толщина зуба по делит. окруж. в передней плоскости				
26	Толщина зуба по вершинам зубьев				
27	Толщ. зуба по делит. окруж. в исх. сечении				
28	Высота гол. зуба в передней плоскости				

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Условные обозначения	4
Цель работы	5
1. НАЗНАЧЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗУБОРЕЗНЫХ ДОЛБЯКОВ.....	6
2. СХЕМА ОБРАБОТКИ И ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС ДОЛБЯКАМИ.....	7
3. ТЕОРИЯ ЭВОЛЬВЕНТЫ В ПРИМЕНЕНИИ К ДОЛБЯКАМ.....	8
4. ИЗМЕРЕНИЕ И РАСЧЁТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОЗУБОГО ДОЛБЯКА.....	10
5. ЗАТОЧКА ДОЛБЯКОВ.....	16
6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОЛБЯКОВ.....	19
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	22
ПРИЛОЖЕНИЕ	23

Учебное издание

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ГЕОМЕТРИИ
ЗУБОРЕЗНЫХ ДОЛБЯКОВ**

Методические указания к лабораторной работе

Составители: **Волков Александр Николаевич,**
Сазонов Михаил Борисович,
Смолин Владимир Дмитриевич

Редактор Т.К. Кретинина
Компьютерная доверстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 10.05.2012. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,75.
Тираж 200 экз. Заказ . Арт. – М9/2012.

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.

443086, Самара, Московское шоссе, 34.