

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

**ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ.
ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.
РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Репозиторий БарГУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ.
ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.
РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Практическое руководство
по выполнению лабораторно-практических работ
для студентов инженерно-технических специальностей

Библиотека БарГУ



0003 7662

Барановичи
РИО БарГУ

Мин. 2014

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

Б И Б Л И О Т Е К А

ук 6/6 540/6

УДК 621
ББК 30.61я73
Т11

Рекомендовано к печати методической комиссией
инженерного факультета

Составитель

Т. П. Литвинович

Рецензенты:

- В. Ф. Барышников*, кандидат технических наук, доцент кафедры
оборудования и автоматизации производства (БарГУ);
Н. В. Чичкан, кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии машиностроения (БарГУ)

Т11 Теория резания. Теория резания материалов. Резание мате-
риалов [Текст] ; практ. рук. по выполнению лаб.-практ. работ для
студентов инженер.-техн. специальностей / сост. Т. П. Литвинович. —
Барановичи : РИО БарГУ, 2014. — 42, [6] с. — 62 экз. — ISBN
978-985-498-623-4.

Изложены цели и задачи, организация проведения и последовательность вы-
полнения лабораторно-практических работ по дисциплинам: «Резание материалов»,
«Теория резания», «Теория резания материалов». Приведены инструкции по выпол-
нению четырех лабораторно-практических работ. В соответствии с действующей
учебной программой данный материал может быть использован студентами днев-
ной и заочной форм получения образования.

Табл. 8. Рис. 15.

УДК 621
ББК 30.61я73

ISBN 978-985-498-623-4

© Составление. Литвинович Т. П., 2014
© БарГУ, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i>	4
1 Цели и задачи лабораторно-практических работ	5
2 Организация и руководство лабораторно-практическими работами	5
3 Структура и содержание лабораторно-практических работ	6
Лабораторно-практическая работа 1 Геометрия режущего лезвия токарного резца. Заточивание и измерение углов резца	7
Лабораторно-практическая работа 2 Расчёт режимов резания при точении и настройка токарного станка на вы- бранный режим резания	14
Лабораторно-практическая работа 3 Геометрические параметры, констру- кция и заточка спиральных свёрл	22
Лабораторно-практическая работа 4 Измерение параметров шероховатости поверхностей при различных режимах фрезерной обработки	28
<i>Приложение А</i> Исходные данные для выполнения расчётов режимов резания	36
<i>Приложение Б</i> Технические характеристики (паспортные данные) металлорежущих станков	41
<i>Приложение В</i> Схема установки заготовки на станке	43
Список использованных источников	44

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является ведущей отраслью народного хозяйства, так как обеспечивает оборудованием, режущими и контрольно-измерительными инструментами и приборами другие отрасли. Среди различных технологий, применяемых в машиностроении, обработка резанием занимает ведущее место в получении точных деталей машин. С развитием научно-технического прогресса требования к точности изготовления деталей возрастают, становится бесспорной перспективностью развития процессов механической обработки.

Основная цель преподавания дисциплин: «Резание материалов», «Теория резания» и «Теория резания материалов» — получение знаний о процессе резания и явлениях, возникающих в зоне резания, об основных видах механической обработки деталей машин. Применение фундаментальных основ теории резания способствует достижению значительных успехов в решении практических задач технологии машиностроения. Поэтому знания и практические навыки помогут специалистам с высшим образованием совершенствовать технологии механической обработки.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Лабораторно-практическая работа является самостоятельной работой студентов, при выполнении которой они производят измерения и расчёты необходимых параметров.

Основной целью лабораторного практикума является совершенствование практических навыков студентов при решении различных инженерных задач на основе знаний, полученных при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Выполнение лабораторно-практических работ позволяет судить о степени усвоения студентами теоретического материала по изучаемой дисциплине и их способности применять полученные знания на практике.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ И РУКОВОДСТВО ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИМИ РАБОТАМИ

Тематика лабораторно-практических работ рассчитана на проведение занятий фронтальным методом, а при отсутствии необходимого количества лабораторного оборудования группу студентов можно разбивать на звенья. Во втором случае составляется график перемещения по рабочим местам.

При разработке тем лабораторно-практических работ необходимо учитывать специфику подготовки студентов по специальностям («Технология оборудования машиностроительного производства», «Технология машиностроения», «Автоматизация технологических процессов и производств»).

Преподаватель должен познакомить студентов с правилами техники безопасности при выполнении каждой лабораторно-практической работы. Если работа выполняется с помощью электроприборов, то следует заострить внимание на правилах электробезопасности. Каждый студент должен расписаться в журнале по технике безопасности.

Любая работа только тогда даёт результаты, когда студентам ясна цель предстоящей работы, понятны пути её решения. Студенты должны представлять, в какой связи предлагаемая им работа находится с изучаемым материалом. Поэтому вначале раскрывается цель работы, определяется план её проведения, даются необходимые конструктивные указа-

зания об организации процесса, обращении с приборами и оборудованием, о ведении записей, расчётов, подготовке материалов для отчётов.

При выполнении лабораторно-практической работы следует руководствоваться инструкцией. Результаты работы оформляются в виде отчёта на бланке установленной формы или в тетради для лабораторно-практических работ.

Принимая отчёт, преподаватель проверяет знания по устройству прибора или инструмента и умение пользоваться им. При неудовлетворительных ответах работа не может быть зачтена и должна переделаться. При оценке работы должны учитываться, кроме устных ответов, правильность выполнения работы, результаты измерений, точность расчётов, аккуратность оформления отчёта.

После окончания работы студент должен привести в порядок своё рабочее место, протереть чистой тканью используемые приборы и инструменты, смазать их рабочие поверхности и уложить в футляры.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Каждая лабораторно-практическая работа состоит из трёх частей: теоретической, практической и отчёта.

В теоретической части лабораторно-практических работ 1, 3, 4 излагается материал по конструкции, геометрии режущих инструментов (токарных резцов, свёрл), правилам и формам их заточки, конструкции контрольно-измерительных приборов и инструментов, методам и правилам измерения.

В практической части описывается последовательность выполнения работ и даются в связи с этим отдельные указания.

Отчёт по лабораторно-практической работе содержит две таблицы: в одну заносятся метрологические характеристики измерительных средств, в другую — результаты измерений.

В отчёте изображаются эскизы режущей части инструментов, выполняются необходимые расчёты, даются заключения и выводы.

Лабораторно-практическая работа 2 состоит из расчётной части, отчёта и приложений. В расчётной части студенты должны, в соответствии со своим вариантом задания, записать необходимые данные, рассчитать режимы резания и скорректировать их по паспорту станка.

В отчёт вносятся те режимы резания, которые составляют технологический процесс обработки. Таблица вариантов заданий помещена в приложении А, эскизы крепления заготовки и паспортные данные — в приложениях Б и В.

В конце каждой работы предлагаются контрольные вопросы (для полной защиты отчёта) и список рекомендуемых источников.

Лабораторно-практическая работа 1

ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩЕГО ЛЕЗВИЯ ТОКАРНОГО РЕЗЦА. ЗАТАЧИВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ РЕЗЦА

Цель — изучение геометрических параметров токарного резца, освоение методов затачивания и измерения углов резца.

Материально-техническое обеспечение: заточной станок, токарные резцы, универсальный и маятниковый угломеры.

Ход работы

1 Изучение геометрических параметров резца

Резец состоит из двух частей: головки и державки. Головка резца состоит из следующих поверхностей (рис. 1):

- а) передней поверхности 3, по которой сходит стружка;
- б) главной 5 и вспомогательной 6 задних поверхностей;
- в) главной 4 и вспомогательной 2 режущих кромок, образуемых пересечением передней и задней поверхностей;
- г) вершины 1 резца, полученной сопряжением главной и вспомогательной режущих кромок.

На обрабатываемой заготовке различают следующие поверхности (рис. 2):

- а) обрабатываемую 2, подлежащую обработке;
- б) обработанную 4, полученную после снятия стружки;
- в) поверхность резания 3, образуемую главной режущей кромкой резца.

Для определения углов резца принимают следующие координатные плоскости: плоскость резания 1, основную плоскость 6, главную секущую плоскость 5, вспомогательную секущую плоскость (не показана).

Плоскость резания является касательной к поверхности резания и проходит через главную режущую кромку резца.

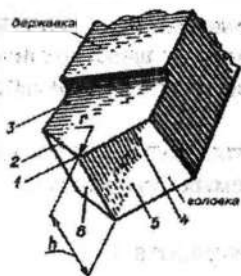


Рисунок 1 — Поверхности реза [1, с. 57]

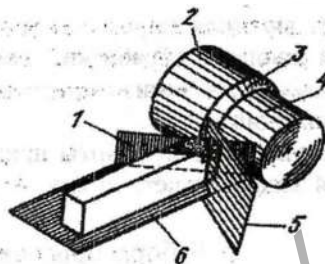


Рисунок 2 — Исходные поверхности и координатные плоскости [1, с. 56]

Основная плоскость параллельна направлениям поперечной и продольной подачи.

Главная секущая плоскость 5 (см. рис. 2) перпендикулярна проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Вспомогательная секущая плоскость (на рисунке не обозначена) перпендикулярна проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

У реза различают главные и вспомогательные углы.

Главные углы реза (рис. 3) измеряются в главной секущей плоскости. К ним относятся:

- а) главный задний угол α — угол между задней главной поверхностью и плоскостью резания;
- б) угол заострения β — угол между передней и главной задней поверхностями реза;



Рисунок 3 — Главные углы реза [1, с. 58]

в) передний угол γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания;

г) угол резания δ — угол между передней поверхностью и плоскостью резания.

При положительном значении переднего угла γ между углами существуют зависимости:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ,$$

$$\delta = \alpha + \beta,$$

$$\delta + \gamma = 90^\circ,$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma.$$

При отрицательном значении переднего угла:

$$\delta = 90^\circ + \gamma.$$

Вспомогательные углы измеряются во вспомогательной секущей плоскости:

а) вспомогательный задний угол α_1 — угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости;

б) вспомогательный передний угол γ_1 — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Углы в плане измеряются в основной плоскости (рис. 4):

а) главный угол φ в плане — угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи;

б) вспомогательный угол φ_1 — угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи;

в) угол при вершине ε в плане — угол между проекциями главной и вспомогательной режущей кромок на основную плоскость, т. е.

$$\varphi + \varphi_1 + \varepsilon = 180^\circ.$$

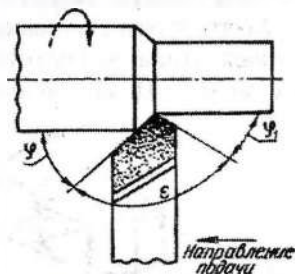


Рисунок 4 — Углы в плане резца [1, с. 59]

Угол наклона λ главной режущей кромки — угол между режущей кромкой и плоскостью, проведённой через вершину резца параллельно основной плоскости (рис. 5). Этот угол измеряется в основной плоскости и может быть положительным, отрицательным или равным нулю.

2 Затачивание углов токарного резца

Резец устанавливают так, чтобы его затачиваемая поверхность располагалась параллельно рабочей поверхности круга. Затачивание производят на электрокорундовых кругах с зернистостью 40...50 (для черного затачивания), для окончательной заточки используют круги с зернистостью 15...25.

Затачивают резцы в следующей последовательности:

- 1) затачивание главной задней поверхности под углом α , равным $+3^\circ$;
- 2) затачивание вспомогательной задней поверхности под углом α_1 , равным $+3^\circ$;
- 3) затачивание передней поверхности под углом γ , равным $+2^\circ$;
- 4) затачивание вершины резца под углом α_2 , равным 2° .

3 Измерение углов резца

Измерение углов резца производят с помощью универсального и маятникового угломеров.

Универсальный угломер (УН) (рис. 6) предназначен для измерения наружных углов ($0-360^\circ$) и внутренних ($40-180^\circ$). Состоит из основания 2, линейки основания 4, нониуса 1 со шкалой (цена деления — $2'$), сектора 5, стопора 3, съёмного угольника 8, съёмной линейки 6, двух державок 7, 9 и четырёх зажимных винтов.

Положение рабочих поверхностей универсального угломера относительно измеряемых сторон углов показано на рисунке 7.

Маятниковый угломер (рис. 8) предназначен для измерения наружных углов призматических элементов и режущих инструментов от 0 до 360° . Цена деления на основной шкале — 2° .

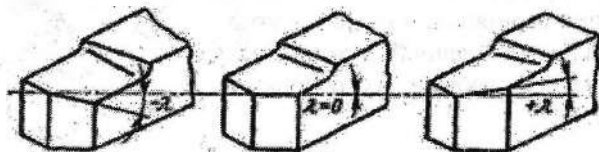


Рисунок 5 — Угол наклона главной режущей кромки λ [2, с. 11]

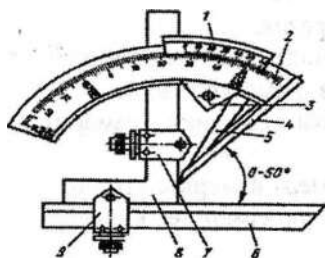
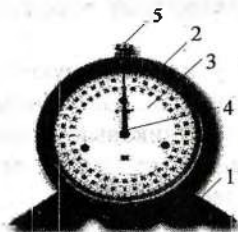
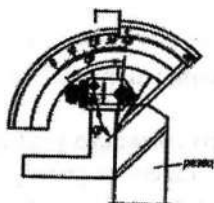


Рисунок 6 — Конструкция универсального угломера [1]

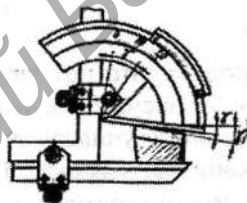


1 — измерительная поверхность; 2 — корпус; 3 — циферблат со шкалой; 4 — стрелка; 5 — кнопка

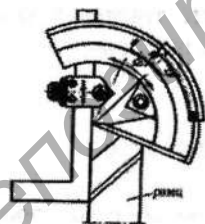
Рисунок 8 — Конструкция магнитного угломера



а)



б)



в)



г)

а — угол φ ; б — угол φ_1 ; в — угол γ ; г — угол α

Рисунок 7 — Технология измерения углов токарного реза с помощью универсального угломера [1, с. 379]

Установка прибора на 0° производится относительно гладкой ровной поверхности.

При горизонтальном положении угломера значения углов отсчитывают по чёрной шкале, при вертикальном положении — по красной.

4 Организация практического процесса

4.1 Изучите конструкцию токарного резца.

4.2 Изучите конструкцию и принцип работы измерительных средств (маятниковый угломер, универсальный угломер).

4.3 Запишите метрологические характеристики измерительных средств (таблица 1).

4.4 С помощью универсального угломера измерьте угол β .

4.5 С помощью маятникового угломера измерьте в главной секущей плоскости углы α , γ , λ .

4.6 Рассчитайте угол δ по формулам:

$$\delta = 90 - \gamma,$$

$$\delta = 90 + \gamma.$$

4.7 Спроецируйте режущую часть токарного резца на основную плоскость и обозначьте все углы в плане.

4.8 С помощью универсального угломера измерьте угол ϵ .

4.9 С помощью обычного транспортира измерьте угол ϕ .

4.10 Рассчитайте угол ϕ_1 из формулы $\phi + \phi_1 + \epsilon = 180^\circ$.

4.11 Измерения внесите в таблицу измерений (таблица 2).

4.12 По заданию преподавателя заточите токарный резец и проконтролируйте его углы заточки с помощью шаблона.

5 Отчёт по лабораторно-практической работе 1

Результат лабораторно-практической работы необходимо отразить в отчёте по следующей форме:

Лабораторно-практическая работа 1

ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩЕГО ЛЕЗВИЯ ТОКАРНОГО РЕЗЦА, ЗАТАЧИВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ РЕЗЦА

1. Цель работы.
2. Материально-техническое оснащение.
3. Ход работы.

3.1 Характеристика измерительных средств и внесение данных в таблицу:

Название измерительного средства	Метод измерения	Цена деления шкал (град., мин)	Диапазон измерений
Магнитиковый угломер	контактный		
Универсальный угломер	контактный		

3.2 Результаты измерений:

Сечение резца, мм	Материал резца	Углы резца, град.								
		главные				в плане			вспомогательный задний α_1	наклона главной режущей кромки λ
		α	γ	β	δ	φ	φ_1	ϵ		

3.3 Проекция режущей части инструмента на основную плоскость (выполнение эскиза).

3.4 Вывод.

Работу выполнил _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Работу принял _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

6 Защита отчёта

Полная защита отчётов осуществляется после ответа на контрольные вопросы:

1. Перечислите и покажите на резце основные координатные плоскости.
2. Для чего предназначены секущие плоскости?
3. Покажите все углы в главной секущей плоскости.
4. Покажите вспомогательные углы.
5. В какой плоскости измеряются углы в плане? Покажите их.
6. Как определяют значение главного и вспомогательного углов наклона главной режущей кромки?
7. Какова последовательность заточки углов резца?

7 Список рекомендованных источников

1. Ящерицын П. И. Основы резания металлов и режущий инструмент : учеб. пособие / П. И. Ящерицын, М. Л. Ерёменко, Н. И. Жигалко. — Минск : Выш. шк., 1975. — 528 с.

2. Ящерицын П. И. Теория резания : учеб. / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Новое знание, 2006. — 521 с.

Лабораторно-практическая работа 2

РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ И НАСТРОЙКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА ВЫБРАННЫЙ РЕЖИМ РЕЗАНИЯ

Цель — закрепление знания по разделу «Теория резания», научиться рассчитывать и правильно выбирать режимы резания по паспорту станка.

Материально-техническое обеспечение: токарные станки моделей 1К62, 1П365, 1А616, 1М63, паспорта станков, детали.

Ход работы

1 Выполнение расчётов режимов резания

Определяется следующая последовательность:

1.1 Выбор исходных данных (приложение А), в соответствии с номером студента по журналу, и занесение их в таблицу 1 отчёта.

1.2 Определение технических характеристик оборудования по справочникам [6; 7] (приложение Б).

1.3 Составление схемы обработки (выполнить рисунок (приложение В)).

1.4 Выбор материала и геометрических параметров режущей части инструмента [1; 3].

1.5 Расчёт силы резания $P_{z_{н.1}}$, кг·с, допускаемой прочностью заготовки:

а) при закреплении заготовки в патроне

$$P_{z_{н.1}} = 0,09 \frac{D_1^3 (1 - \beta^4)}{l} [\sigma_H];$$

б) при закреплении заготовки в центрах

$$P_{z_{н.з}} = 0,36 \frac{D_1^3(1-\beta^4)}{l} [\sigma_n];$$

в) при закреплении заготовки в патроне и в центре

$$P_{z_{н.з}} = \frac{D_1^3(1-\beta^4)}{l} [\sigma_n],$$

где D_1 — диаметр детали после обработки при закреплении в центрах или в патроне и центре, мм;

$\beta = \frac{d}{D}$ или $\beta = \frac{d}{D_1}$, при этом d — внутренний диаметр полой заготовки, мм; D — наружный диаметр сплошной заготовки, мм;

$[\sigma_n]$ — допускаемое напряжение при изгибе, Па ($\text{кг} \cdot \text{с} / \text{мм}^2$), вычисляемое по формуле $[\sigma_n] = [\sigma_p] / n$, где $[\sigma_p]$ — предел прочности при растяжении мм^3 , Па ($\text{кг} \cdot \text{с} / \text{мм}^2$), принимаемый в интервале 62...75 $\text{кг} \cdot \text{с} / \text{мм}^2$; n — запас прочности (принимаем 4...5);

l — вылет заготовки, мм.

1.6 Расчёт силы резания $P_{z_{ж.з}}$, $\text{кг} \cdot \text{с}$, допускаемой жёсткостью заготовки:

а) при закреплении заготовки в патроне

$$P_{z_{ж.з}} = 7\,000 \frac{D^4(1-\beta^4)}{l^3} [Y];$$

б) при закреплении заготовки в центрах

$$P_{z_{ж.з}} = 11\,200 \frac{D_1^4(1-\beta^4)}{l^3} [Y];$$

в) при закреплении заготовки в патроне и в центре

$$P_{z_{ж.з}} = 238 \frac{D_1^4(1-\beta^4)}{l^3} [Y],$$

где Y — прогиб заготовки, принимаемый в интервале 0,2...0,4 мм.

1.7 Расчёт силы резания $P_{z_{х.н}}$, $\text{кг} \cdot \text{с}$, допускаемой механизмом подачи станка.

В механизме продольной подачи токарного станка наиболее слабым звеном является реечная шестерня. Поэтому сила тяги P_T суппорта не должна превышать значения силы $P_{z_{м.п}}$, допускаемой прочностью зубьев реечной шестерни, т. е.

$$P_{z_{м.п}} = 2P_{п.р.д.},$$

где $P_{п.р.д.}$ — допускаемая сила прочности зубьев реечной шестерни (приводится в паспортах станков).

1.8 Расчёт сил резания, допускаемых прочностью державки резца и режущей пластины.

Тангенциальная сила резания, допускаемая прочностью державки резца, $P_{z_{х.р}}$, кг · с, определяется по формуле

$$P_{z_{х.р}} = \frac{bh^2[\sigma_n]}{6l},$$

где b — ширина державки резца, мм;

h — высота державки резца, мм;

$[\sigma_n]$ — допускаемый момент сопротивления изгибу, равный 24 кг · с / мм²;

l — вылет резца (обычно принимается $l = 1,5h$).

Сила, допускаемая прочностью пластины, $P_{z_{п.пл}}$, кг · с, определяется по формуле

$$P_{z_{п.пл}} = 34t^{0,77}c^{1,35} \left(\frac{\sin 60^\circ}{\sin \varphi} \right) 0,6,$$

где t — глубина резания, мм;

c — толщина пластины, мм;

φ — главный угол в плане, град.

1.9 Расчёт силы резания, допускаемой на задний центр бабки.

Сила резания, допускаемая на задний центр бабки, $P_{z_{з.ц}}$, кг · с, определяется по формуле

$$P_{z_{з.ц}} = \frac{F_0[q_0]}{\sqrt{1+\varepsilon^2}},$$

где F_0 — площадь проекции контактной поверхности центрального отверстия на осевую плоскость.

Размеры центрального отверстия устанавливаются в зависимости от наименьшего диаметра D_1 обрабатываемого вала и определяются по ГОСТ 14034-74 [3].

В зависимости от формы заготовки (т. е. если имеется проходное отверстие) центральное отверстие может быть оригинальным со следующими размерами: L_1 равно 5 мм, d_0 — 30 мм, D_0 — 38 мм. Тогда

$$F_0 = \frac{D_0 + d_0}{2} L_1;$$

$[q_0]$ — допускаемое давление, устанавливаемое из условия невыдавливаемости смазки, равное $10 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{мм}^2$;

ε — отношение сил резания, радиальной и тангенциальной, в среднем равное 0,4...0,6, определяется формулой $\varepsilon = P_y / P_z$.

В качестве расчётного значения допускаемой силы резания P_z , $\text{кг} \cdot \text{с}$, принимается наименьшая из вычисленных величин:

$$P_z = \min (P_{z \text{ п. з}}, P_{z \text{ ж. з}}, P_{z \text{ м. п}}, P_{z \text{ д. п}}, P_{z \text{ з. ц}}, P_{z \text{ п. пл}}).$$

1.10 Определение подачи.

Наибольшая допускаемая подача S , мм / об, определяется из условия

$$S = \min (S_p; S_m),$$

где S_p — наибольшая подача, допускаемая по величине силы резания;

S_m — наибольшая подача, допускаемая по шероховатости обработанной поверхности (задаётся по условию задачи). Тогда

$$S_p = \left(\frac{P_z}{C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot V^{n_{pz}} \cdot K_{pz}} \right)^{\frac{1}{y_{pz}}},$$

где P_z — сила резания, $\text{кг} \cdot \text{с}$;

$C_{pz}, x_{pz}, n_{pz}, y_{pz}$ — коэффициенты и показатели степени при соответствующих величинах в формуле силы резания (выбираются по ГОСТ 14034-74 [3]);

t — глубина резания, мм;

V — скорость резания (обычно задаётся в пределах 60...150 м / мин);

K_{pz} — поправочный коэффициент на изменённые условия работы в зависимости от свойств обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части инструмента,

причём $K_{pz} = K_{mpz} K_{фpz} K_{γpz} K_{λpz} K_{γpz}$,
 где K_{mpz} — коэффициент, учитывающий
 механические свойства обрабатываемого
 материала [3]; $K_{фpz} K_{γpz} K_{λpz} K_{γpz}$ — коэф-
 фициенты, учитывающие влияние главного
 угла в плане, переднего угла, угла наклона
 режущей кромки, радиуса при вершине
 (принимаются по ГОСТ 14034-74 [3]).

Найденное значение S_p , допускаемое по силе резания, и S_m , допус-
 каемое шероховатостью обработанной поверхности, корректируются
 по паспорту станка.

1.11 Определение скорости резания.

Расчётная скорость резания V_{opt} , м / мин, определяется из условия

$$V_{opt} = \min (V_{CT}, V_T)$$

где V_{CT} — скорость резания, допускаемая по мощности станка, м / мин;

V_T — скорость резания, допускаемая по стойкости резца, м / мин.

1.11.1 Определение скорости резания, допускаемой по мощности станка.

Скорость резания V_{CT} определяется по формуле

$$V_{CT} = \left(\frac{6200 \cdot N_{эл} \cdot K_n}{C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot K_{pz}} \right)^{\frac{1}{1+n_{pz}}}$$

где $N_{эл}$ — мощность электродвигателя;

K_n — коэффициент запаса, равный 1,25.

1.11.2 Определение скорости резания, допускаемой по стойкости резца.

Скорость резания V_T , м / мин, допускаемая резцом при одном про-
 ходе, определяется по формуле

$$V_T = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^{x_V} \cdot S^{y_V}}$$

где C_V, m, x_V, y_V — коэффициенты (приведены в ГОСТ 14034-74 [3]);

K_V — поправочный коэффициент на скорость резания,
 представляет собой произведение частных коэф-
 фициентов, каждый из которых отражает влияние
 определённого фактора на скорость резания [3]:
 $K_V = K_{M_V} K_{C_V} K_{n_V} K_{u_V} K_{ф_V} K_{γ_V} K_{λ_V}$, где K_{M_V} — каче-

ство обрабатываемого материала; K_{cv} — состояние поверхности заготовки; K_{nv} — состояние материала заготовки; K_{uv} — материал режущей части резца; $K_{фv}$ — главный угол в плане; K_{rv} — радиус при вершине резца; K_{rv} — вид обработки.

T — стойкость инструмента (при одноинструментальной обработке равная 60 мин);

Примем $V_{opt} = \min V$.

1.12 Уточнение числа проходов.

Для этого необходимо определить коэффициент использования резца по стойкости: $\eta_T = V_{ст}/V_T$.

При $0,91 \leq \eta_T \leq 1$ — число проходов равно 1;

$0,71 \leq \eta_T \leq 0,9$ — число проходов равно 2;

$0,61 \leq \eta_T \leq 0,7$ — число проходов равно 3;

$0,55 \leq \eta_T \leq 0,6$ — число проходов равно 4.

1.13 Определение частоты вращения шпинделя.

По оптимальной скорости резания определяется оптимальная частота вращения n , об / мин, шпинделя станка:

$$n = \frac{1\,000 V_{opt}}{V_T},$$

где V_{opt} — принятая скорость резания, м / мин.

Расчётное число оборотов шпинделя уточняется по паспорту станка и принимается ближайшее.

Фактическая скорость резания $V_{ф}$, м / мин, определяется по формуле

$$V_{ф} = \frac{\pi D n}{1\,000},$$

где D — диаметр заготовки, мм.

1.14 Определение технологического времени T_0 , мин, на обработку за один проход:

$$T_0 = \frac{L_{p,x} i}{n S},$$

где $L_{p,x}$ — расчётная длина рабочего хода обработки, мм, определяемая формулой $L_{p,x} = l_1 + l + l_2$, где l_1 — длина врезания

инструмента, мм; l — длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_2 — длина перебега инструмента, мм;

i — число проходов;

n — частота вращения шпинделя станка, об / мин;

S — подача, мм / об [3].

2 Организация практического процесса

2.1 Настроить токарный станок (указанной модели) на выбранные режимы резания.

2.2 Проточить заготовку в один проход на указанную длину обработки.

3 Отчёт по лабораторно-практической работе 2

Результат лабораторно-практической работы необходимо отразить в отчёте по следующей форме:

Лабораторно-практическая работа 2

РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ И НАСТРОЙКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА ВЫБРАННЫЙ РЕЖИМ РЕЗАНИЯ

1. Цель работы.
2. Материально-техническое оснащение.
3. Ход работы.

3.1 Внесение исходных данных в таблицу:

Обрабатываемая заготовка, мм				Марка стали	Наибольшая подача по высоте шероховатости S_{av} , мм / об.	Способ закрепления заготовки на станке	Модель станка
Диаметр, мм		Длина заготовки l	Припуск на сторону Δ				
наружный D	внутренний d						

- 3.2 Техническая характеристика оборудования.
 3.3 Выбор способа крепления заготовки на станке.
 3.4 Расчёт режимов резания по индивидуальному заданию.
 3.5 Внесение в таблицу окончательных режимов резания и установка их на станке.

S , мм/об	V_f , м/мин	n , об/мин	t , мм	i	T_0 , мин

3.4 Вывод.

Работу выполнил _____
 (подпись) (инициалы, фамилия)

Работу принял _____
 (подпись) (инициалы, фамилия)

4 Защита отчёта

Полная защита отчётов осуществляется после ответа на контрольные вопросы:

1. Перечислите элементы режима резания.
2. В каких случаях на токарном станке закрепляют заготовки в патроне и в центре, в центрах?
3. Какие элементы режима резания назначают по таблицам?
4. Какие элементы режима резания корректируют по паспорту станка и почему?
5. Что понимают под длиной врезания и перебегом инструмента и где их находят?
6. В каких единицах измеряют скорость резания, подачу, частоту вращения шпинделя станка, глубину резания, основное (машинное) время?

5 Список рекомендованных источников

1. Ануриев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В. И. Ануриев. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1979. — Т. 1. — 728 с.

2. Режимы резания металлов: справочник / Ю. В. Барановский [и др.]. — М. : НИИТавтопром, 1995. — 456 с.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на токарных станках. Серийное производство. — М. : Машгиз, 1959. — 24 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Малова. — М. : Машиностроение, 1972. — Т. 2. — 568 с.

5. Косилова, А. Г. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1985. — 457 с.

6. Справочник технолога-машиностроителя : в 4 т. / под ред. Е. И. Стружестраха. — М. : Машгиз, 1961. — Т. 2. — 892 с.

Лабораторно-практическая работа 3

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, КОНСТРУКЦИЯ И ЗАТОЧКА СПИРАЛЬНЫХ СВЁРЛ

Цель — изучение геометрических параметров спиральных свёрл, освоение методов затачивания и измерения углов.

Материально-техническое обеспечение: заточной станок, спиральные свёрла, универсальный угломер, маятниковый угломер, шаблон, штампенциркули.

Ход работы

1 Изучение геометрических параметров спирального сверла

Спиральные свёрла предназначены для сверления отверстий в сплошном материале и рассверливания ранее просверленных отверстий.

Спиральное сверло (рис. 1) состоит из рабочей части, шейки, хвостовика и лапки.

Хвостовик по форме бывает цилиндрическим и коническим и служит для закрепления в патроне или в переходной втулке.

Рабочая часть сверла состоит из режущей и направляющей части.

Режущая часть состоит из двух главных режущих кромок, расположенных симметрично относительно оси сверла. Режущие кромки образуют угол при вершине 2ϕ (рис. 2, а), который применяют при сверлении сталей общего назначения и который равен $118...120^\circ$. Главные режущие кромки образуются пересечением передних (см. рис. 2, а) и задних

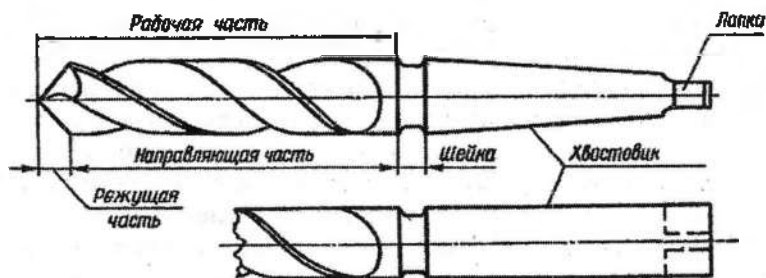
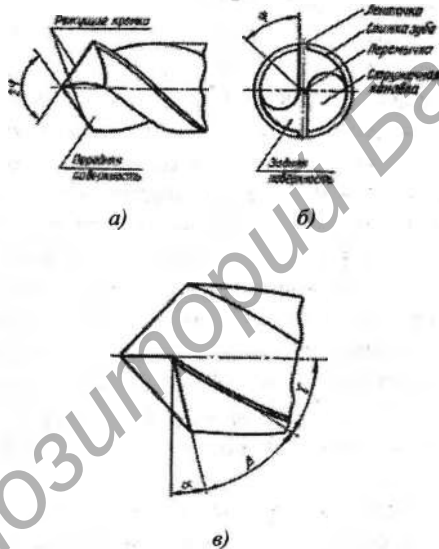


Рисунок 1 — Конструкция спирального сверла [1, с. 380]



- a* — образование угла при вершине 2ϕ ;
- б* — поверхности режущей части сверла;
- в* — геометрия режущей части зуба сверла

Рисунок 2 — Геометрические параметры спирального сверла [1, с. 381]

поверхностей (рис. 2, б). Передними поверхностями сверла являются поверхности винтовых канавок, по которым сходит стружка; задними поверхностями — поверхности, обращённые к обрабатываемой детали.

Режущие кромки соединяются между собой перемычкой.

Стружечные канавки имеют специальный профиль, обеспечивающий правильное образование режущих кромок сверла и необходимое пространство для вывода стружки. Узкие винтовые канавки, которые образуются при больших передних углах и малых углах заострения, отводят стружку лучше, чем более широкие канавки, образующиеся при малом переднем угле и большом угле заострения.

В целях уменьшения трения инструмента о стенки отверстия вдоль винтовых канавок на цилиндрической поверхности сверла расположены две узкие ленточки. Для уменьшения трения ленточек об обработанную поверхность сверла изготавливают с обратным конусом, т. е. с уменьшением диаметра сверла к хвостовику. Для сверл диаметром до 10 мм обратный конус составляет 0,03...0,08 мм на каждые 100 мм. Для сверл диаметром 10...18 мм обратная конусность составляет 0,04...0,10 мм; для сверл диаметром свыше 18 мм — 0,05...0,12 мм.

Зуб сверла (рис. 2, в) имеет форму клина с соответствующими углами.

Передний угол γ у сверла в каждой точке режущей кромки является величиной переменной и по мере приближения к центру сверла уменьшается, а в самом центре (у перемычки) равен нулю.

Задний угол α сверла предназначается для уменьшения трения задней поверхности об обрабатываемую поверхность. Величина заданного угла α также изменяется по направлению от периферии к центру сверла. Если в точке, взятой на наружной поверхности сверла, $\alpha = 18...20^\circ$, то у перемычки — $20...26^\circ$ (для сверл средних размеров).

Угол заострения β заключён между передним и задним углами. Величину этого угла выбирают в зависимости от твёрдости обрабатываемого материала.

Угол резания δ равен сумме углов заострения и заднего ($\delta = \beta + \alpha$).

Угол наклона поперечной кромки ψ (см. рис. 2, б) для сверл диаметром 1...12 мм составляет $47...50^\circ$, а для сверл диаметром свыше 12 мм — $50...55^\circ$.

2 Изучение материала по износу и затачиванию углов сверл

Износ спиральных сверл из быстрорежущей стали происходит по задней поверхности, ленточкам, углам, а иногда и по передней поверхности.

Задняя поверхность сверла изнашивается в результате трения о поверхность заготовки, передняя — в результате трения об образующуюся стружку. Затупившееся сверло в процессе резания издаёт характерный скрипящий звук.

Форма заготовки оказывает влияние на стойкость сверла и скорость резания. Различают следующие формы заточки сверл: одинарную и двойную с подточкой перемычки и ленточки.

При двойной заточке на заборном конусе сверла образуется вторая затёлованная часть с углами при вершине $2\phi = 70...75^\circ$. Стойкость сверла с двойной заточкой (при обработке стали) увеличивается в 2—3 раза, по сравнению со сверлом с нормальной заточкой.

Подточка ленточки производится на длине 1,5...4,0 мм, под углом $6...8^\circ$, с шириной фаски 0,2...0,3 мм, необходимой для предотвращения защемления и поломки сверла.

Подточка перемычки состоит в образовании дополнительных выемок у вершины сверла с обеих сторон вдоль его оси на длине 3...15 мм, после чего длина перемычки сокращается на 0,1 диаметра.

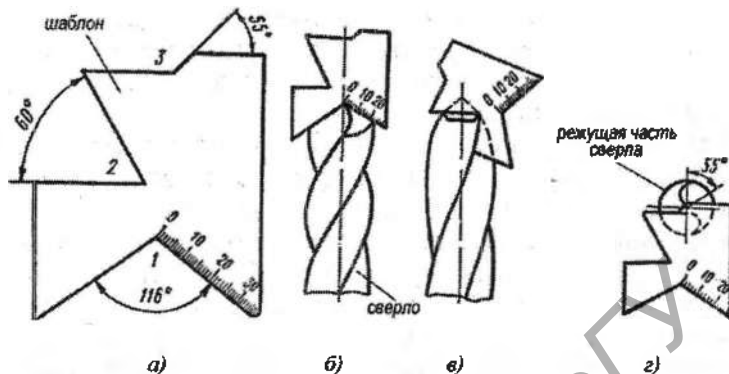
При заточке сверло держат левой рукой ближе к режущей части (конусу), а правой рукой — за хвостовик. Прижимая режущую кромку сверла к боковой поверхности заточного круга, плавным движением правой руки покачивают сверло, добиваясь, чтобы задняя поверхность получила правильный наклон и приняла надлежащую форму. Режущая кромка во время заточки должна быть параллельной поверхности круга.

Необходимо следить за тем, чтобы режущие кромки имели одинаковую длину и были заточены под одинаковыми углами. После заточки задних поверхностей сверла его главные режущие кромки должны быть прямолинейны и симметричны оси сверла.

3 Контроль заточки углов сверла

Диаметр сверла измеряют штангенциркулем. Угол при вершине 2ϕ измеряют универсальным угломером или проверяют специальным шаблоном (рис. 3, а—в). Угол наклона поперечной кромки контролируют шаблоном (рис. 3, г).

Значения переднего γ и заднего α углов измеряют с помощью маятникового угломера (см. рис. 8, с. 11).



α — γ — контроль заточки угла при вершине 2ϕ ; ψ — контроль заточки ψ угла

Рисунок 3 — Контроль углов заточки спиральных свёрл с помощью шаблонов [1, с. 381]

4 Организация практического процесса

- 4.1 Изучите конструкцию и геометрические параметры сверла.
- 4.2 Изучите устройство и принцип работы измерительных средств (маятниковый угломер, универсальный угломер).
- 4.3 Запишите метрологические характеристики измерительных средств (таблица 1).
- 4.4 Запишите материал изготовления режущей части сверла.
- 4.5 С помощью ШЦ-I измерьте диаметр и толщину перемычки сверла.
- 4.6 С помощью маятникового угломера измерьте углы α , γ , λ .
- 4.7 С помощью универсального угломера измерьте угол 2ϕ .
- 4.8 С помощью обычного транспортира измерьте угол ω .
- 4.9 Все измерения внесите в таблицу 2.

5 Отчёт по лабораторно-практической работе 3

Результат лабораторно-практической работы необходимо отразить в отчёте по следующей форме:

Лабораторно-практическая работа 3
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, КОНСТРУКЦИЯ
И ЗАТОЧКА СПИРАЛЬНЫХ СВЁРЛ

1. Цель работы.
2. Материально-техническое оснащение.
3. Ход работы.

3.1 Характеристика измерительных средств (таблица):

Название измерительного средства	Метод измерения	Цена деления шкал, град, мин	Диапазон измерения
Маятниковый угломер	контактный		
Универсальный угломер	контактный		

3.2 Выполнение измерений и внесение результатов в таблицу:

Материал сверла	Диаметр сверла, мм	Угол наклона винтовой канавки ω , град	Угол при вершине 2ϕ , град	Угол наклона поперечной кромки ψ , град	Угол обратного конуса ϕ_1 , град	Толщина перемычки b , мм	Угол наклона главной режущей кромки λ , град	Задний угол α , град	Передний угол γ , град

3.3 Выполнение эскиза по проекции режущей части инструмента на основную плоскость.

3.4 Вывод.

Работу выполнил _____
 (подпись) (инициалы, фамилия)

Работу принял _____
 (подпись) (инициалы, фамилия)

6 Защита отчёта

Полная защита отчётов осуществляется после ответа на контрольные вопросы:

1. Для чего применяют сверла?
2. Перечислите типы свёрл.

3. Что представляет собой геометрия спирального сверла?
4. Из каких материалов изготавливают сверла?
5. Перечислите формы заточки сверл.
6. Каковы правила заточки сверл?
7. От чего зависит размер угла 2ϕ ?
8. Как контролируют размеры углов?

7 Список рекомендованных источников

1. *Ящерицын П. И.* Основы резания металлов и режущий инструмент : учеб. пособие / П. И. Ящерицын, М. Л. Ерёменко, Н. И. Жигалко. — Мн. : Выш. шк., 1975. — 528 с.
2. *Ящерицын П. И.* Теория резания : учеб. / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Новое знание, 2006. — 521 с.

Лабораторно-практическая работа 4

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Цель — изучение назначения, устройства профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7» и освоение методов измерения шероховатости поверхностей.

Материально-техническое обеспечение: профилограф-профилометр «АБРИС-ПМ7», образцы шероховатости, образцы деталей.

Ход работы

1 Изучение функций профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7»

Профилограф-профилометр «АБРИС-ПМ7» предназначен для измерения шероховатости и записи профиля поверхностей изделий, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию в любом пространственном положении, в лабораторных и цеховых условиях на машиностроительных и приборостроительных предприятиях самостоятельно или в комплексе с персональным компьютером.

Измерение параметров шероховатости поверхности проводится по системе средней линии.

2 Изучение технических характеристик профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7»

1. Измеряемые параметры шероховатости при использовании прибора в качестве:

- а) профилографа-профилометра — R_a , R_z , R_{max} , S_m , t_p ;
- б) профилометра — R_a , R_z , R_{max} .

2. Вид отсчёта результатов измерения — цифровой.

3. Вид регистраций результатов измерения при использовании прибора в качестве профилографа-профилометра в прямоугольной системе координат с результатами расчёта параметров шероховатости на мониторе и на бумаге.

4. Форма измеряемых поверхностей — плоские, цилиндрические, конические и другие поверхности, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию.

5. Наибольшая глубина измеряемого отверстия — 20 мм.

6. Минимальный диаметр измеряемого отверстия на глубине 20 мм — 6 мм.

7. Принцип действия — контактный.

8. Метод измерения — непосредственной оценки.

9. Диапазон измерений по параметрам на базовых длинах — 0,25; 0,80 и 2,50 мм.

10. Минимальная/максимальная длина трассы опупывания — 0,25/7,50 мм.

11. Скорость перемещения шупа при рабочем ходе — $1 \pm 0,05$ мм / с.

12. Радиус кривизны вершины шупа — 10 мкм.

13. Номинальные значения увеличений профилографа:

а) вертикальные — 200, 500, 1 000, 2 000, 5 000, 10 000, 20 000, 50 000, 100 000;

б) горизонтальные и основные — 20, 50, 100, 200, 500;

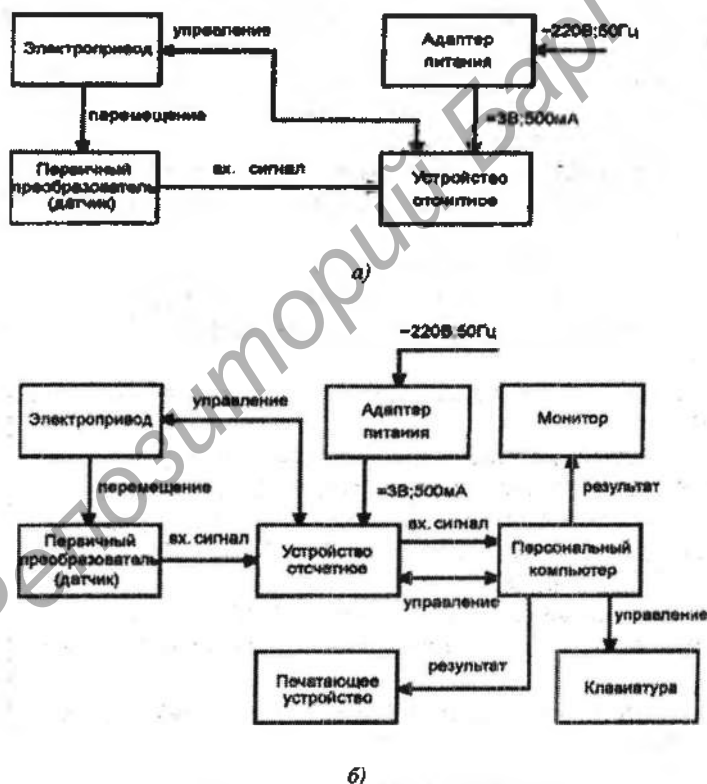
г) дополнительные увеличения — умножением основных на 2, 4.

3 Изучение устройства и работы профилографа-профилометра «Абрис-ПМ7»

Действие профилографа-профилометра основано на опупывании неровностей измеряемой поверхности алмазной иглой и преобразовании колебаний шупа датчика в колебания электрического напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Колебания напряжения обраба-

тываются в отсчётном устройстве или персональном компьютере по специальной программе, и результат обработки выводится в цифровом виде на индикатор отсчётного устройства или в цифровом и графическом виде — на экран монитора персонального компьютера.

Основу профилометра-профилографа (рис. 1) составляют первичный преобразователь и отсчётное устройство, которые настраиваются совместно и обеспечивают необходимую точность измерения параметров шероховатости.



а — при работе в качестве профилометра; б — при работе в качестве профилографа-профилометра

Рисунок 1 — Структурная схема профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7» [6, с. 7]

Первичный преобразователь предназначен для перемещения с постоянной скоростью относительно измеряемой поверхности измерительного механизма и преобразования линейных колебаний иглы, воспроизводящей неровности измеряемой поверхности в колебания электрического напряжения.

Адаптер питания предназначен для питания стабилизированным постоянным напряжением 3В отсчётного устройства и первичного преобразователя. Адаптер питания подключается к отсчётному устройству с помощью соединительного шнура через гнездо на переднем торце корпуса.

Отсчётное устройство предназначено для усиления и преобразования сигнала с первичного преобразователя, управления электроприводом, вычисления параметров шероховатости измеряемой поверхности с выдачей результатов измерений на устройство цифровой индикации. На передней панели отсчётного устройства (рис. 2) расположены:

а) кнопка 6 для выполнения функций:

- запуска измерения шероховатости с движением щупа;
- запуска измерения шероховатости без движения щупа;

б) переключатель 2 — выбирает измеряемый параметр шероховатости;

в) переключатель 3 — задаёт базовую длину;

г) переключатель 4 — задаёт количество базовых длин на трассе ошупывания (длину трассы ошупывания);

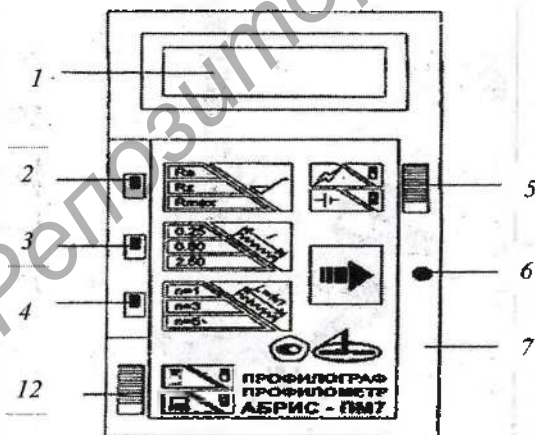


Рисунок 2 — Отсчётное устройство профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7» [6, с. 7]

д) индикатор 1 — отображает в цифровом виде значения измеряемых параметров;

е) переключатель 12 — изменяет род работ (в верхнем положении — профилометр (управление с отсчётного устройства), в нижнем положении — профилограф-профилометр (управление с клавиатуры персонального компьютера));

ж) переключатель 5 — изменяет род питания (в верхнем положении осуществляется питание от сетевого адаптера, а в нижнем положении — от батареи).

С задней стороны отсчётного устройства имеется доступ к элементу подстройки показаний профилографа-профилометра.

Профилограф-профилометр «АБРИС-ПМ7» устанавливается на приборной стойке (рис. 3) для придания ему пространственного положения при измерениях, создания измерительного усилия, а также для установки измеряемых деталей в лабораторных и цеховых условиях предприятий.

Стойка в сборе состоит из основания 4, вертикальной направляющей 5, ползуна 7 с установленными на нём механизмами вертикального перемещения и поворота в вертикальной плоскости первичного преобразователя профилометра.

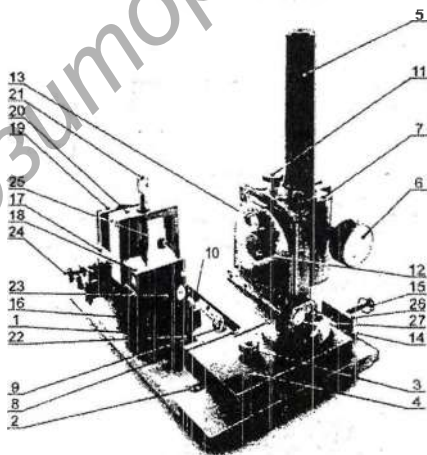


Рисунок 3 — Приборная стойка профилографа-профилометра «АБРИС-ПМ7» [5, с. 4]

На основании 1 в поперечный паз 2 установлено призматическими направляющими и зафиксировано гайкой 3 основание 4 стойки в приборе. По цилиндрической вертикальной направляющей 5 перемещается и фиксируется на необходимой высоте винтом 6 ползун 7 с установленным на держателе 8 и закреплённым двумя винтами 9 первичным преобразователем 10 профилометра.

Плавное перемещение первичного преобразователя в вертикальном положении для подвода его к измеряемой поверхности и создания измерительного усилия осуществляется винтом 11 при ослабленной гайке 12. Поворот первичного преобразователя на угол 45° в обе стороны от среднего положения производится вручную при ослабленном винте 13, а плавный поворот для придания параллельности движения щупа первичного преобразователя измеряемой поверхности осуществляется винтом 14 при ослабленной гайке 12.

Перемещение стойки в сборе в поперечном направлении для установки щупа преобразователя на образующую измеряемой цилиндрической поверхности или для измерения трассы плоской поверхности осуществляется винтом 15 при ослабленной гайке 3.

Призма в сборе состоит из основания 16, горизонтальной призмы 17, пластины 18 с установленной на ней вертикальной призмой 19, зажимной скобы 20 и винта 21. Призма служит для крепления измеряемых деталей.

Призма в сборе устанавливается призматическими направляющими в продольный паз 22 основания 1 и фиксируется двумя винтами 23. Призма горизонтальная 17 имеет возможность поворота с помощью винта 24 в горизонтальной плоскости, проходящей через правый винт 23, тем самым позволяя совместить образующую измеряемой цилиндрической поверхности с траекторией движения щупа первичного преобразователя. На призму горизонтальную 17 может быть установлена и зафиксирована двумя винтами 25 пластина 18 с призмой вертикальной 19. Закрепление измеряемой детали в призмах осуществляется скобой 20 с винтом 21, входящей в пазы горизонтальной и вертикальной призм.

4 Организация практического процесса

4.1 Выберите деталь с обработанной поверхностью.

4.2 Установите первичный преобразователь профилометра «АБРИС-ПМ7» на измеряемую поверхность.

4.3 Придайте первичному преобразователю такое положение, чтобы траектория щупа была параллельна измеряемой поверхности.

4.4 Включите профилометр, подведите щуп первичного преобразователя к измеряемой поверхности так, чтобы опора щупа слегка касалась её (до загорания индикатора) на профилометре.

4.5 Произведите измерения шероховатости по параметрам R_a , R_z , R_{max} на базовых длинах 0,25; 0,8; 2,5 мм.

4.6 Если во время работы лампочка гаснет, это означает, что траектория движения щупа не параллельна измеряемой поверхности и в этом случае необходимо выполнить корректировку положения преобразователя относительно измеряемой поверхности.

4.7 Сравните высоту микронеровностей на измеряемых поверхностях с размером шероховатости по образцам шероховатости (визуально).

4.8 Результаты измерений занесите в таблицу измерений.

5 Отчёт по лабораторно-практической работе 4

Результат лабораторно-практической работы необходимо отразить в отчёте по следующей форме:

Лабораторно-практическая работа 4

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

1. Цель работы.

2. Материально-техническое оснащение.

3. Ход работы

3.1 Изучение устройства профилометра «АБРИС-ПМ7».

3.2 Изучение технических характеристик прибора.

3.2.1 Технические характеристики профилометра «АБРИС-ПМ7».

3.2.2 Измеряемые параметры шероховатости при использовании прибора в качестве профилометра — R_a , R_z , R_{max} .

Вид отсчёта результатов измерения — цифровой.

Форма измеряемых поверхностей — плоская.

Принцип действия — контактный.

Метод измерения — непосредственной оценки.

Диапазон измерений по параметрам на базовых длинах — 0,25; 0,80 и 2,50 мм.

Минимальная/максимальная длина трассы опутывания — 0,25/7,50 мм.

Скорость перемещения щупа при рабочем ходе — $1 \pm 0,05$ мм / с.

Радиус кривизны вершины щупа — 10 мкм.

3.3 Выполнение измерений и внесение результатов в таблицу:

Режимы фрезерной обработки	Базовая длина, мм	R_z , мкм	R_a , мкм	R_{max} , мкм	R_a , мкм, (по образцам шероховатости)
l_1, S_1, v_1					
l_2, S_2, v_2					
l_3, S_3, v_3					
l_1, S_1, v_1					
l_2, S_2, v_2					
l_3, S_3, v_3					
l_1, S_1, v_1					
l_2, S_2, v_2					
l_3, S_3, v_3					

3.4 Вывод.

Работу выполнил _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Работу принял _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

6 Защита отчёта

Полная защита отчётов осуществляется после ответа на контрольные вопросы:

1. Что понимают под шероховатостью?
2. В каких единицах измеряется шероховатость?
3. Чем отличается шероховатость от волнистости?
4. Как оценивается шероховатость?
5. Перечислите параметры шероховатости.
6. Что является причиной образования шероховатости?
7. Как уменьшить величину шероховатости?
8. Как обозначается шероховатость на чертежах?

7 Список рекомендованных источников

1. Ящерицын, П. И. Основы резания металлов и режущий инструмент : учеб. пособие / П. И. Ящерицын, М. Л. Ерёменко, Н. И. Жигалко. — Минск : Выш. шк., 1975. — 528 с.

2. Ящерицын, П. И. Теория резания : учеб. / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Новое знание, 2006. — 521 с.

Исходные данные для выполнения расчётов режимов резания

№ п/п	Обрабатываемая заготовка, мм				Марка стали	Наибольшая подача по высоте шероховатости $S_{\text{ш}}$, мм / об.	Способ закрепления заготовки на станке	Модель станка
	Диаметр, мм		Длина заготовки /	Припуск на сторону Δ				
	наружный D	внутренний d						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30	—	200	3	СТЗ	0,8	В центрах	1А616
2	40	—	250	3	Сталь 30	0,8	В центрах	1А616
3	50	—	350	4	20Х	0,9	В центрах	1А616
4	60	20	450	4	СТ4	1,0	В центрах	1А616
5	70	30	500	4	Сталь 40	1,0	В центрах	1А616
6	80	40	500	4	40Х	0,9	В центрах	1А616
7	90	50	600	5	СТ5	1,0	В центрах	1А616
8	100	50	600	5	Сталь 50	1,2	В центрах	16К20
9	110	50	700	5	Сталь 45	1,1	В центрах	16К20
10	120	60	700	6	18ХГТ	1,4	В центрах	16К20
11	130	60	800	6	40ХН	0,9	В центрах	16К20
12	140	70	900	7	СТ6	1,0	В центрах	16К20
13	150	70	1 000	8	Сталь 35	0,8	В центрах	16К20

14	160	80	1 000	8	Сталь 55	1,3	В центрах	16К20
15	40	10	160	3	Сталь 60	0,8	В патроне	1П365
16	60	15	200	4	30ХГТ	0,8	В патроне	1П365
17	80	30	220	4	12ХНЗА	0,8	В патроне	1П365
18	100	40	250	5	20Х	1,0	В патроне	1П365
19	120	40	250	5	40Х	1,0	В патроне	1П365
20	140	80	250	6	40ХН	1,0	В патроне	1М63
21	160	70	300	6	18ХГТ	1,2	В патроне	1М63
22	30	—	150	3	Сталь 45	0,9	В патроне	1М63
23	50	10	200	4	Сталь 35	0,9	В патроне	1М63
24	70	20	260	4	Сталь 50	0,9	В патроне	1М63
25	90	40	800	6	СТ 2	1,2	В патроне и в центре	16К20
26	110	60	1 000	7	СТ 3	1,2	В патроне и в центре	1М63
27	130	50	950	8	СТ 4	1,2	В патроне и в центре	1М63
28	150	80	1 000	8	СТ 5	1,3	В патроне и в центре	1М63
29	140	45	900	7	СТ 6	1,3	В патроне и в центре	1М63
30	130	65	850	7	Сталь 20	1,2	В патроне и в центре	1М63
31	120	70	700	6	Сталь 30	1,2	В патроне и в центре	1М63

Продолжение табл.

№ п/п	Обрабатываемая заготовка, мм					Наибольшая подача по высоте шероховатости S_z , мм / об.	Способ закрепления заготовки на станке	Модель станка
	Диаметр, мм		Длина заготовки l	Припуск на сторону Δ	Марка стали			
	наружный D	внутренний d						
32	110	60	750	5	Сталь 35	1,0	В патроне и в центре	16K20
33	100	30	800	5	Сталь 40	1,0	В патроне и в центре	16K20
34	90	30	650	5	Сталь 45	0,9	В патроне и в центре	16K20
5	80	35	750	5	Сталь 50	0,8	В патроне и в центре	1A616
36	70	35	800	4	49X	0,8	В патроне и в центре	1A616
37	60	30	600	4	50X	0,7	В патроне и в центре	1A616
38	50	20	500	4	20X	0,7	В патроне и в центре	1A616
39	30	—	250	4	CT2	0,8	В центрах	16K20
40	40	—	700	4	CT3	0,8	В центрах	16K20

41	50	—	600	4	СТ40,9	0,9	В центрах	16К20
42	90	50	800	6	СТ5	0,9	В центрах	16К20
43	100	60	900	7	СТ6	1,0	В центрах	1М63
44	60	20	600	6	Сталь 20	1,0	В центрах	16К20
45	90	50	800	8	Сталь 30	0,8	В центрах	16К20
46	100	65	150	10	Сталь 35	0,7	В патроне	1П365
47	70	—	200	7	Сталь 40	0,7	В патроне	1П365
48	90	60	220	9	Сталь 45	0,8	В патроне	1П365
49	60	25	180	6	Сталь 50	0,7	В патроне	1П365
50	40	—	150	5	Сталь 55	0,6	В патроне	1П365
51	110	60	800	7	Сталь 60	1,1	В патроне и в центре	1А616
52	140	70	650	7	20Х	1,2	В патроне и в центре	1А616
53	70	20	700	6	18ХГТ	0,7	В патроне и в центре	1А616
54	170	70	1 000	10	30ХГТ	1,2	В патроне и в центре	1М63
55	120	60	1 000	8	12ХНЗА	1,0	В патроне и в центре	1М63
56	150	60	1 000	8	40Х	1,0	В патроне и в центре	1М63

Окончание табл.

№ п/п	Обрабатываемая заготовка, мм					Наибольшая подача по высоте шероховатости S_a , мм / об.	Способ закрепления заготовки на станке	Модель станка
	Диаметр, мм		Длина заготовки l	Припуск на сторону Δ	Марка стали			
	наружный D	внутренний d						
57	140	70	1 200	9	40ХН	1,1	В патроне и в центре	1М63
58	150	80	1 300	9	30ХГС	1,2	В патроне и в центре	1М63
59	90	45	450	6	СТ2	0,9	В патроне и в центре	16К20
60	80	—	500	6	СТ3	0,8	В патроне и в центре	16К20
61	130	65	800	8	СТ4	1,0	В патроне и в центре	16К20
62	100	50	950	8	СТ5	1,0	В патроне и в центре	16К20

**Технические характеристики (паспортные данные)
металлорежущих станков**

Токарно-винторезный станок 16К20

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: над станиной — 400; над суппортом — 220.
2. Наибольшая длина обрабатываемого изделия — 2 000 мм.
3. Высота и ширина резца, устанавливаемого в резцедержателе, — 25 × 25 мм.
4. Мощность двигателя $N_{дв}$ равна 10 кВт; КПД станка η равен 0,75.
5. Частота вращения шпинделя, об / мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1 000; 1 250; 1 600.
6. Продольная подача, мм / об.: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8. Поперечная подача, мм / об.: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4.
7. Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи, $P_x = 60 \text{ кг} \cdot \text{с} \approx 6 000 \text{ Н}$.

Токарно-винторезный станок 1М63

1. $H \times L$ (высота центров над станиной × максимальная длина обработки) = 200 × (1 000; 2 800 мм).
2. Наибольший диаметр обработки, мм: прутка — 65 мм, над суппортом — 350 мм; над станиной — 630 мм.
3. $N_{дв}$ равна 13 кВт; $N_э$ равна 10,4 кВт.
4. Частота вращения шпинделя n , об / мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1 000; 1 250; 1 600; 2 000.
5. Наибольшие размеры резца в мм: $b \times h$ (ширина × высота) = 25 × 35.
6. Подача S , мм / об.: 0,064; 0,086; 0,108; 0,13; 0,152; 0,174; 0,196; 0,218; 0,24; 0,262; 0,284; 0,306; 0,328; 0,35; 0,372; 0,394; 0,416; 0,438; 0,46; 0,482; 0,504; 0,526; 0,548; 0,57; 0,592; 0,614; 0,636; 0,658; 0,68; 0,702; 0,724; 0,746; 0,768; 0,79; 0,812; 0,834; 0,856; 0,878; 0,9; 0,922; 0,944; 0,966; 0,988; 1,01; 1,025.
7. Допускаемая сила тяги: продольная, $P_{прод}$ равна 360 кг · с, поперечная, $P_{пв}$ — 520 кг · с.

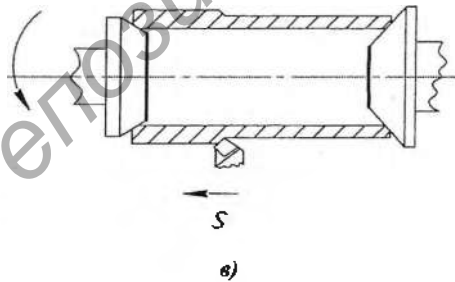
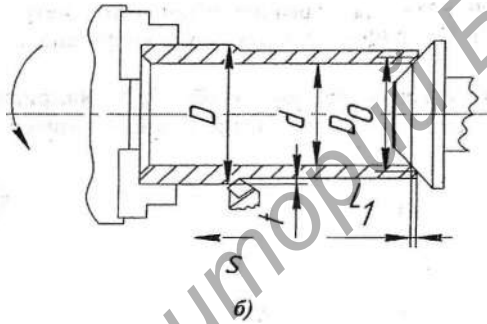
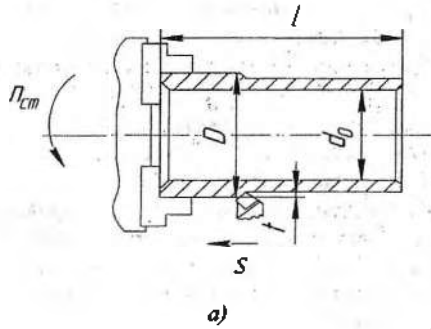
Токарно-винторезный станок 1П365

1. $H \times L$ (высота центров над станиной \times максимальная длина обработки) = 200 \times (750; 1 000; 1 500 мм).
2. Наибольший диаметр обработки, мм: прутка — 36 мм, над суппортом — 210 мм; над станиной — 400 мм.
3. $N_{дв}$ равна 8 кВт; N_3 равна 5,9 кВт.
4. Частота вращения шпинделя n , об / мин: 11,5; 14,5; 19; 24; 30; 37,5; 46; 58; 76; 96; 120; 150; 184; 231; 305; 380; 480; 600.
5. Наибольшие размеры реза, мм: $b \times h$ (ширина \times высота) = 25 \times 25.
6. Подача S , мм / об: 0,082; 0,088; 0,10; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,20; 0,23; 0,24; 0,25; 0,28; 0,30; 0,33; 0,35; 0,40; 0,45; 0,48; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,71; ; 0,80; 0,91; 0,96; 1,10; 1,11; 1,21.
7. Допускаемая сила тяги: продольная, $P_{прод}$, равна 360 кг \cdot с, поперечная, $P_{п}$ — 520 кг \cdot с.

Токарно-револьверный станок 1А616

1. $H \times L$ (высота оси патрона над станиной \times максимальная длина обработки) = 165 \times 710.
2. Наибольший диаметр обработки, мм: прутка — 29 мм, над суппортом — 175 мм, над станиной — 320 мм.
3. $N_{дв}$ равна 4,5 кВт; N_3 равна 3,4 кВт.
4. Частота вращения шпинделя n , об / мин: 11,2; 18; 28; 45; 56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 450; 560; 710; 900; 800; 1 120; 1 400; 1 800; 2 240.
5. Наибольшие размеры державки резца, мм: $b \times h$ (ширина \times высота) = 20 \times 20.
6. Подача S , мм / об: 0,03; 0,114; 0,13; 0,146; 0,155; 0,16; 0,193; 0,228; 0,26; 0,292; 0,31; 0,32; 0,39; 0,455; 0,585; 0,62; 0,65; 0,78; 0,91; 1,04; 1,17; 1,24; 1,56.
7. Допускаемая сила тяги: продольная, $P_{прод}$, равна 305 кг \cdot с, поперечная, $P_{п}$ — 825 кг \cdot с.

Схема установки заготовки на станке



а — в патроне; б — в патроне и в центре; в — в центрах

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Литвинович Т. П. Технология контроля станочных и слесарных работ : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение профтех. образования по учеб. специальности «Механическая обработка металла на станках и линиях» / Т. П. Литвинович. — Минск : РИПО, 2008. — 440 с.
2. ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. — Взамен ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.906-71. — М. : ИПК Изд-во стандартов : Стандартинформ, 2007.
3. ГОСТ 14034-74. Отверстия центровые. Размеры. — Взамен ГОСТ 14034-68. — М. : Стандартинформ, 2006.
4. ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. — Введ. 30.06.2004. — М. : Стандартинформ, 2010.
5. Профилограф-профилометр АБРИС-ПМ7 : ПМ7.00.00.000.РЭ : рук. по эксплуатации. — М. : Абрис, 2005. — 40 с.
6. Стойка приборная для профилографа-профилометра АБРИС-ПМ7 : модель С2-200 : С2.00.00.000 РЭ : рук. по эксплуатации. — М. : Абрис, 2005. — 11 с.
7. Ящерицын П. И. Теория резания : учеб. / П. И. Ящерицын, Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Новое знание, 2006. — 521 с.

Производственно-практическое издание

**ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ.
ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.
РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

**Практическое руководство
по выполнению лабораторно-практических работ
для студентов инженерно-технических специальностей**

Составитель Т. П. Литвинович

Заведующий РИО Е. Г. Хохол

*Технический редактор В. В. Кукреш
Корректор Г. А. Пискун
Компьютерная вёрстка В. В. Кукреш*

*Подписано в печать 11.12.2014.
Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л. 4,30. Уч.-изд. л. 1,58.
Заказ 320. Тираж 62 экз.*

*Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
от 2 сентября 2014 г. № 1/424.*

*Издатель: учреждение образования
«Барановичский государственный университет»,
225404, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.*