

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

“ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕСТКИХ ОПРАВОК. РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРЕССОВОЙ ОПРАВКИ”

по дисциплине «Технологическая оснастка»

для студентов специальности

1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Брест 2015

УДК 621.91.002

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по курсу «Технологическая оснастка» студентами специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

В указаниях рассматриваются конструктивные особенности и технологические возможности жестких оправок. Приводится методика расчета цилиндрической прессовой оправки.

Составители: Ялковский Н.С, старший преподаватель;
Левданский А.М, старший преподаватель

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с разновидностями и конструктивными особенностями жестких оправок, освоение методики расчета цилиндрических прессовых оправок.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящее время в связи с повышением точности и быстродействия машин возрастают требования к концентричности поверхностей вращающихся деталей. Во многих случаях отклонение от соосности наружной и внутренней цилиндрических поверхностей детали не должно превышать 0,01 мм. Столь высокая точность достигается применением при механической обработке точных центрирующе-зажимных приспособлений, в частности оправок.

Оправки применяются при установке обрабатываемых заготовок (штуков, гильз, фланцев, зубчатых колес и т.д.) на внутреннюю цилиндрическую поверхность и перпендикулярную ее оси плоскость.

В зависимости от способа закрепления оправки на станке различаются центровые, шпиндельные и фланцевые оправки.

Центровые оправки имеют на торцах центровые отверстия, которыми они устанавливаются в центры токарных, шлифовальных и других металлорежущих станков. Поскольку контакт между центром и оправкой осуществляется по конической поверхности центрального отверстия, имеющей относительно небольшой диаметр, момент от сил трения на этих поверхностях, как правило, недостаточен для предотвращения проворота оправки с заготовкой под действием сил резания, возникающих в процессе обработки. Поэтому любая центровая оправка имеет на левом конце квадрат, лыску (две лыски) или поводковый палец, обеспечивающие передачу необходимого крутящего момента от шпинделя станка.

Для оправок используются центровые отверстия формы Т согласно ГОСТ 14034-74. Данные отверстия дополнительно имеют цилиндрическое углубление диаметром несколько большим, чем диаметр конуса, что предохраняет коническую поверхность отверстия от случайных повреждений, тем самым, обеспечивая стабильную точность при установке оправки на станок.

Центровые оправки диаметром более 80 мм с целью уменьшения их массы выполняются полыми. Для установки в центрах станка по краям центрального отверстия выполняются конические фаски с углом 60°.

Шпиндельные оправки устанавливаются и крепятся в конические отверстия переднего конца шпинделя с помощью хвостовика с конусом Морзе или с метрическим конусом в случае использования крупных станков.

Фланцевые оправки, как и другие приспособления, для которых характерен данный способ установки на шпиндель (например, трехкулачковые самоцентрирующие патроны), крепятся либо непосредственно к фланцевому концу шпинделя станка, либо к промежуточному фланцу, предварительно установленному на шпинделе. В первом случае в корпусе приспособления (оправки) предусматривается точно выполненный конический пояс, которым оправка устанавливается на направляющий конус шпинделя, во втором – цилиндрический пояс для установки на промежуточный фланец.

Вне зависимости от способа закрепления оправки необходимо обеспечить совпадение оси шпинделя станка с осью приспособления (в нашем случае с осью рабочей поверхности оправки). Этим и предопределяется наличие в конструкции приспособлений соответствующих элементов (центровых отверстий, хвостовиков с конусом Морзе, выточек различного характера)

По своей конструкции оправки делятся на разжимные (цанговые, кулачковые, с тарельчатыми пружинами, с гидропластмассой и т. д.) и жесткие.

Жесткие оправки могут быть:

1. Цилиндрические оправки для посадки заготовок с гарантированным зазором.
2. Цилиндрические оправки под запрессовку.
3. Конические оправки под запрессовку.

Цилиндрические и конические оправки под запрессовку, выполняются центровыми и предусматривают установку заготовки на оправку вне рабочей зоны станка.

Цилиндрические оправки для посадки заготовок с гарантированным зазором кроме центровых могут быть шпиндельными и фланцевыми. В этом случае закрепление заготовки может осуществляться как вручную (применяется винтовой зажимной механизм), так и с помощью силового привода.

Оправка для установки заготовок с зазором изображена на рисунке 1.

При установке на оправку любая заготовка из обрабатываемой партии будет занимать строго определенное положение в осевом направлении (контакт всегда осуществляется по бурту 1 оправки).

Это особенно важно при обработке на предварительно настроенных станках, когда необходимо обеспечить одинаковое положение всех заготовок в рабочей зоне станка. Данное обстоятельство также гарантирует высокую точность получаемых при обработке линейных размеров.

От проворачивания в процессе обработки заготовку предотвращает шпонка 2 (при наличии в заготовке шпоночного паза), или усилие, создаваемое затяжной гайкой 3.

С целью сокращения затрат времени на установку и снятие заготовки наружный диаметр гайки выполняется меньше диаметра базового отверстия, а зажим осуществляется с помощью быстросменной шайбы 4. Это позволяет, повернув гайку на несколько оборотов и удалив шайбу, снять обработанную заготовку и установить на оправку следующую.

Базовые отверстия заготовок устанавливаемых на оправки с зазором обрабатывают по 7...9 квалитетам точности (более точные квалитеты принимают при повышенных требованиях к соосности). Точность центрирования при использовании подобных оправок невелика и в зависимости от величины зазора составляет 0,05...0,1 мм.

Существенным преимуществом оправок для посадки с зазором является возможность устанавливать и обрабатывать одновременно несколько заготовок. Данное преимущество особенно важно при обработке деталей небольшой длины (кольца, диски). В случае индивидуальной обработки подобных деталей затраты времени на установку, закрепление и снятие заготовки намного превышают длительность самого процесса обработки, что ведет к неэффективному использованию труда рабочего и в целом снижает производительность. При установке на оправку нескольких заготовок (в некоторых случаях количество заготовок может достигать десятков штук) данный недостаток устраняется.

Цилиндрическая оправка под запрессовку представлена на рисунке 3.

Оправки такой конструкции, как правило, применяются при обработке толстостенных заготовок с большими усилиями резания, поскольку большой натяг на поверхности сопряжения оправки и заготовки обеспечивает надежное закрепление.

С другой стороны вследствие отсутствия зазора обеспечивается точное совмещение оси базового отверстия заготовки с осью оправки, точность центрирования составляет 0,005...0,01 мм, что дает возможность использовать подобные оправки и при окончательной обработке наружных поверхностей детали, например при шлифовании.

Базовая поверхность заготовок устанавливаемых на цилиндрические прессовые оправки должна иметь точность, соответствующую 6...7 качеству.

Для обеспечения постоянного положения заготовки по длине применяются оправки с буртом (при этом имеется возможность обработать лишь один торец заготовки). Если необходимо обработать оба торца используют оправки без бурта, в этом случае при запрессовке применяют подкладные кольца, точно ориентирующие заготовку по длине.

Конструкция цилиндрической прессовой оправки обязательно предусматривает наличие направляющей части 1, необходимой для облегчения процесса запрессовки заготовки (ее диаметр несколько меньше диаметра отверстия заготовки), и канавки 2, обеспечивающей выход инструмента при подрезании торца.

Для установки заготовок на подобные оправки и снятия их после обработки используют пресс.

Существенным недостатком цилиндрических прессовых оправок является потеря точности отверстия заготовки вследствие значительных контактных деформаций, возникающих под действием натяга. Поэтому часто необходима дополнительная обработка отверстия заготовки после снятия ее с оправки.

Коническая оправка под запрессовку изображена на рисунке 2.

Конусность рабочей поверхности оправки составляет 1/2000...1/4000.

Заготовка закрепляется на оправке легкими ударами, в результате чего она заклинивается и на конической поверхности оправки образуется натяг, предохраняющий заготовку от проворачивания под действием сил резания.

Базовая поверхность заготовок устанавливаемых на конические оправки должна иметь точность, соответствующую 6...7 качеству. Точность центрирования 0,005...0,01 мм.

Недостаток конических оправок – отсутствие точной фиксации заготовок обрабатываемой партии по длине, вследствие непостоянства (в пределах допуска) диаметра базового отверстия, что не позволяет применять такие оправки при обработке на предварительно настроенных станках. Помимо этого, из-за незначительной величины натяга на поверхности сопряжения, конические оправки применяются при механической обработке с небольшими усилиями резания (чистовое точение, шлифование и т. д.).

В силу перечисленных особенностей конические оправки, как правило, используются для чистовой обработки в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Жесткие оправки изготавливаются из стали 20Х с цементацией на глубину 1,2...1,5 мм и закалкой до твердости HRC 55...60. Рабочие поверхности оправок шлифуются и имеют шероховатость Ra 0,8...0,4 мкм.

3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Расчет цилиндрической прессовой оправки заключается в определении основных ее размеров, важнейшим из которых является диаметр базовой поверхности оправки.

Исходными данными для расчета являются: крутящий момент от сил резания, диаметр базового отверстия в заготовке и величина его допуска, длина базового отверстия, модули упругости и коэффициенты Пуассона материалов заготовки и детали.

Гарантированный крутящий момент, передаваемый оправкой, рассчитывается исходя из условия неподвижности заготовки при обработке по формуле

$$M = kP_z \frac{D_n}{2}, \text{ Н}\cdot\text{мм}, \quad (3.1)$$

где k – коэффициент запаса зажимной силы, определяется расчетом, при выполнении данной работы принимается равным 2,0...2,5;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания при точении, Н;

D_n – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки, мм.

Для передачи момента M на поверхности сопряжения заготовки и оправки необходимо создать удельное давление, величина которого может быть найдена из выражения

$$p = \frac{2M}{\pi d^2 fL}, \text{ МПа}, \quad (3.2)$$

где f – коэффициент трения между оправкой и заготовкой (равен 0,08...0,12);

d – диаметр базового отверстия заготовки, мм;

L – длина базовой поверхности оправки, мм.

Для оправки с опорным буртом величина L определяется по формуле

$$L = L_3 - (2...5), \text{ мм}, \quad (3.3)$$

где L_3 – длина базовой поверхности заготовки, мм.

Расчетный натяг, необходимый для закрепления заготовки, рассчитывается из условия обеспечения требуемого удельного давления p по формуле

$$N_p = pd \cdot \left(\frac{\chi C_{on}}{E_{on}} + \frac{C_2}{E_2} \right), \text{ мм}, \quad (3.4)$$

где χ – коэффициент, который в зависимости от соотношения d/D_n принимается по табл. 1;

E_{on} и E_2 – модули упругости материалов, из которых изготовлены оправка и заготовка, принимаются равными $2,1 \cdot 10^5$ МПа;

C_{on} и C_2 – коэффициенты, характеризующие жесткость оправки и заготовки:

Для сплошной оправки

$$C_{on} = 1 - \mu_{on}, \quad (3.5)$$

Для пустотелой оправки

$$C_{on} = \frac{d^2 + d_o^2}{d^2 - d_o^2} - \mu_{on}, \quad (3.6)$$

Для заготовки

$$C_{on} = \frac{D_n^2 + d^2}{D_n^2 - d^2} - \mu, \quad (3.7)$$

где d – диаметр посадочной поверхности оправки, равен номинальному диаметру отверстия в закрепляемой заготовке, мм;

μ_{on} и μ_z – коэффициенты Пуассона материала оправки и заготовки, равны 0,3;

d_o – диаметр отверстия в оправке, мм.

С центральным отверстием выполняются оправки наружным диаметром более 80 мм с целью уменьшения их массы. Диаметр отверстия принимается равным 0,4 от диаметра d оправки.

Таблица 1 – Значения коэффициента x

d/D_n	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
x	0,60	0,73	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93

Рассчитанная величина натяга уточняется с учетом поправки на величину сминаемых при напрессовке неровностей (шероховатостей) сопрягаемых поверхностей заготовки и оправки. Минимальный натяг необходимый для закрепления заготовки с учетом поправки определяется по формуле

$$N_{min} = N_p + 1,2(R'_z + R''_z), \text{ мкм}, \quad (3.8)$$

где R'_z и R''_z – шероховатости соответственно базовой поверхности заготовки и посадочной поверхности оправки, мкм.

Определив минимальную величину натяга, в соответствии с рисунком 4, выбираем стандартное поле допуска таким образом, чтобы выполнялось условие

$$ei \geq ES + N_{min} + \delta_u, \text{ мкм}, \quad (3.9)$$

где ei – нижняя граница поля допуска на диаметр посадочной поверхности оправки, в зависимости от величины d принимается по таблице 2;

ES – верхняя граница поля допуска на диаметр базового отверстия заготовки, мкм;

δ_u – допуск на износ оправки, на предварительном этапе расчетов принимается равным 10 мм.

Таблица 2 – Поля допусков размеров

d , мкм	Поле допуска, мкм						
	п5	р5	р6	г5	г6	с5	т6
24-30	+24	+31	+35	+37	+41	+44	+54
	+15	+22	+22	+28	+28	+35	+41
30-50	+28	+37	+42	+45	+50	+54	+70
	+17	+26	+26	+34	+34	+43	+54
50-65	+33	+45	+51	+54	+60	+66	+85
	+20	+32	+32	+41	+41	+53	+66
65-80	+33	+45	+51	+56	+62	+72	+94
	+20	+32	+32	+43	+43	+59	+75
80-100	+38	+52	+59	+66	+73	+86	+113
	+23	+37	+37	+51	+51	+71	+91

Назначив поле допуска на базовую поверхность оправки, определяем действительное значение допуска на износ

$$\delta_a = ei - ES - N_{\min}, \text{ мкм}, \quad (3.10)$$

Остальные конструктивные параметры оправки

а. диаметр буртика

$$D_6 = D_n - (5 \dots 10), \text{ мм}, \quad (3.11)$$

б. диаметр приемной поверхности оправки

$$D_3 = d, \text{ мм}, \quad (3.12)$$

Диаметр выполняется с полем допуска $e8$, что гарантирует зазор при установке заготовки на направляющую часть оправки.

в. длина приемной поверхности

$$L_1 = (1/3 \dots 1/2)L, \text{ мм}, \quad (3.13)$$

г. диаметр проточки между базовой и приемной поверхностью оправки

$$D_2 = d - (2 \dots 3), \text{ мм}, \quad (3.14)$$

д. длина проточки

$$L_2 = L_3 - L + (2 \dots 3), \text{ мм}, \quad (3.15)$$

е. общая длина оправки

$$L_{on} \leq (5 \dots 7)d, \text{ мм}, \quad (3.16)$$

Выбор оборудования для напрессовки заготовки на оправку производят по усилию прессования при наибольшем натяге

$$P_{\max} = \pi d f N_{\max} \left/ \left(\frac{x C_{on}}{E_{on}} + \frac{C_2}{E_s} \right), \text{ Н}, \quad (3.17)$$

где N_{\max} – максимально возможный натяг между заготовкой и оправкой, мм.

Величина N_{\max} определяется самостоятельно в соответствии со схемой изображенной на рисунке 4.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В соответствии с полученным заданием необходимо определить:

1. гарантированный момент, передаваемый оправкой,
2. удельное давление на поверхности сопряжения,
3. минимальный натяг необходимый для закрепления заготовки,
4. допуск на диаметр посадочной поверхности,
5. остальные размерные параметры оправки,
6. максимальное усилие запрессовки заготовки на оправку.

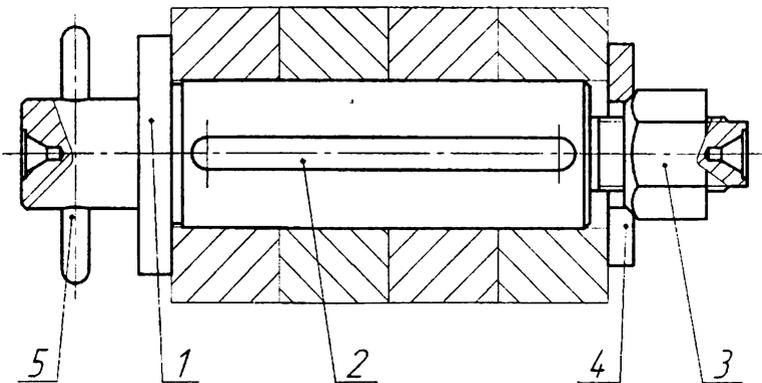
Выполнить схему расположения полей допусков оправки и заготовки (рисунок 4) и эскиз цилиндрической прессовой оправки с указанием необходимых размеров, материала и твердости.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название и цель работы.
2. Краткая характеристика конструктивных особенностей и технологических возможностей жестких оправок.
3. Расчет цилиндрической прессовой оправки.
4. Схема расположения полей допусков оправки и заготовки.
5. Эскиз цилиндрической прессовой оправки с указанием необходимых размеров, материала и твердости.

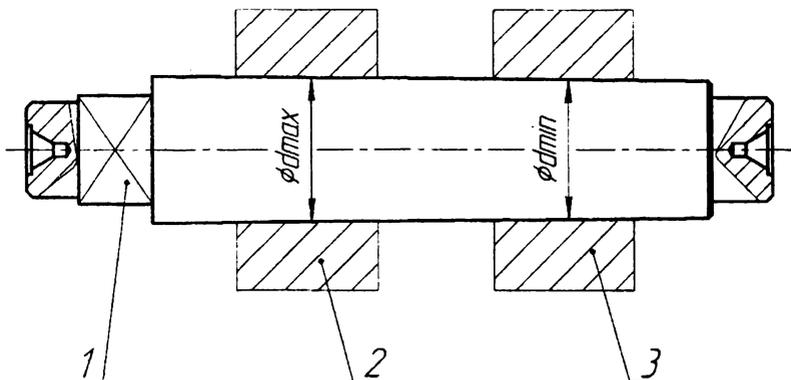
6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены оправки, какими они могут быть по конструкции, какие оправки относятся к жестким?
2. Какие бывают оправки по способу их закрепления на станке?
3. Назовите основные характеристики цилиндрических оправок под запрессовку (точность центрирования, необходимая точность базовой поверхности заготовки, передаваемое усилие, способ установки заготовки на оправку).
4. Перечислите основные характеристики цилиндрических оправок для посадки заготовок с зазором.
5. Перечислите основные характеристики конических оправок.
6. Назовите основные конструктивные элементы цилиндрических оправок под запрессовку, для чего они предназначены?
7. Какова последовательность расчета цилиндрической прессовой оправки?
8. Как рассчитывается гарантированный крутящий момент, передаваемый оправкой?
9. Каким образом рассчитывается необходимое давление в сопряжении заготовки и оправки?
10. Каким образом назначается поле допуска на диаметр посадочной поверхности цилиндрической оправки под запрессовку, что он должен обеспечивать?
11. Для чего определяется максимальное усилие запрессовки заготовки на оправку?

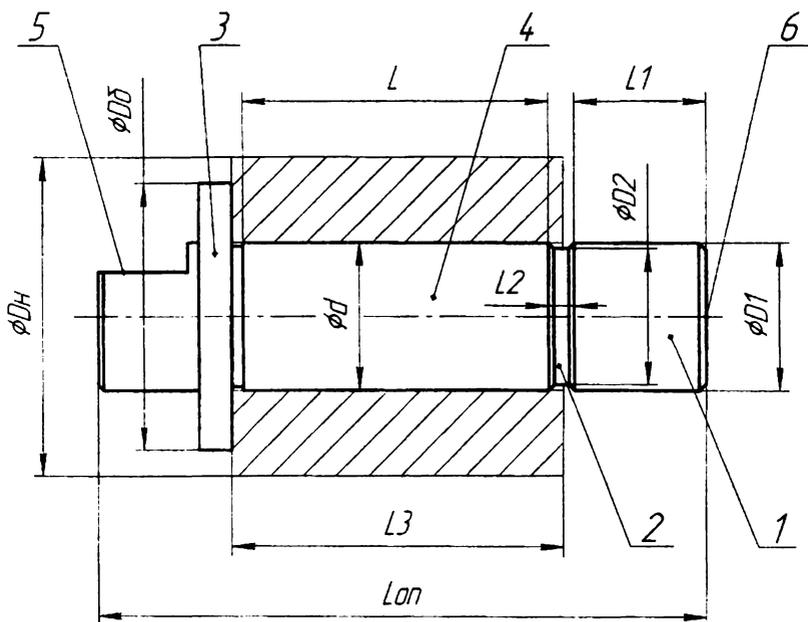


1 – опорный бурт, 2 – шпонка, 3 – гайка, 4 – быстросъемная шайба, 5 – поводковый палец

Рисунок 1 – Цилиндрическая оправка для посадки заготовки с гарантированным зазором



1 – квадрат, 2 и 3 – предельные положения заготовки при установке на оправку
Рисунок 2 – Коническая оправка под запрессовку



1 – направляющая часть, 2 – канавка, 3 – опорный бурт, 4 – посадочная поверхность,
 5 – лыска, 6 – центровое отверстие
Рисунок 3 – Цилиндрическая оправка для посадки заготовок с натягом

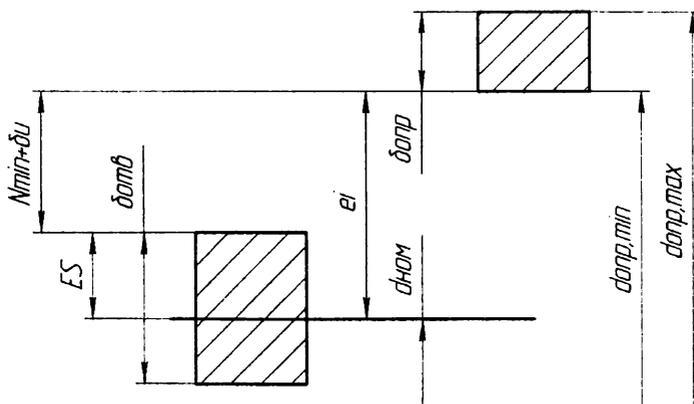


Рисунок 4 – Схема взаимного расположения полей допусков оправки и заготовки

Таблица 3 – Варианты заданий

Вариант	Pz, H	$Dh, мм$	$d, мм$	$l3, мм$	$R'z, мкм$
1	1160	96	50H7	64	6,3
2	610	50	26Js7	54	1,6
3	980	72	40H6	90	3,2
4	1820	140	90H7	58	2,5
5	1240	80	63Js6	100	5,0
6	650	54	28H7	30	1,6
7	1040	88	50Js7	82	3,2
8	740	64	36H6	90	6,3
9	2160	154	100H6	108	3,2
10	1080	90	63H7	120	2,5
11	1340	136	94Js6	80	3,2
12	860	80	40H7	90	2,5
13	1070	120	56H7	87	1,6
14	960	74	32Js7	60	5,0
15	1640	176	85H6	140	3,2
16	760	102	44Js6	82	2,5
17	1180	126	76H7	86	3,2
18	850	83	38Js7	46	2,5
19	1970	160	92H6	96	1,6
20	1370	94	57H7	108	5,0

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2003. – Т.2.
2. Горохов, В.А. Проектирование технологической оснастки. – Мн.: Бервита, 1997.
3. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений: справочное пособие. – Мн.: Беларусь, 1991.
4. Технологическая оснастка. М.Ф. Пашкевич, Ж.А. Мрочек, Л.М. Кожуро, В.М. Пашкевич – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002.

юе издание

Составители: Ялковский Николай Степанович
Левданский Алексей Маратович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе
**“ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕСТКИХ ОПРАВОК.
РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРЕССОВОЙ ОПРАВКИ”**

по дисциплине «Технологическая оснастка»
для студентов специальности
1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Печатается в авторской редакции

Ответственный за выпуск: Ялковский Н.С.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 11.03.2015 г. Формат 60×84 1/16. Бумага «Снегурочка».
Гарнитура Arial Narrow. Усл. п. л. 0.7. Уч. изд. л. 0.75. Заказ № 418. Тираж 50 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»
224017 г. Брест, ул. Московская, 267.