

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Обработка материалов давлением»

В. Ф. Буренков

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УРАВНОВЕШИВАТЕЛИ КРИВОШИПНЫХ МАШИН. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проекту по дисциплине «Теория, расчеты
и конструкции прессово-штамповочного оборудования»
для студентов специальностей 1-36 20 02
«Упаковочное производство (по направлениям)»
дневной формы обучения и 1-36 01 05 «Машины
и технология обработки материалов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 621.77.06(075.8)
ББК 34.623я73
Б91

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 03.02.2008 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Детали машин» ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Т. Бельский*

Буренков, В. Ф.
Б91 Пневматические уравновешиватели кривошипных машин. Конструирование и расчет : метод. указания к курсовому проекту по дисциплине «Теория, расчеты и конструкции прессово-штамповочного оборудования» для студентов специальностей 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» днев. формы обучения и 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / В. Ф. Буренков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 20 с. – Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержатся рекомендации по расчету и конструированию пневматических уравновешивателей кривошипных машин.

Для студентов специальностей 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» дневной формы обучения и 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.77.06(075.8)
ББК 34.623я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

1. Назначение уравновешивателей

Уравновешивающие устройства кривошипных машин (уравновешиватели) предназначены для уравновешивания подвижных масс: ползуна и верхней части штампа. Уравновешиватели предотвращают самопроизвольное опускание ползуна в аварийных ситуациях (обрыв регулировочного винта в шатуне или шпилек крышки шатуна, а также несрабатывание тормоза), обеспечивают более плавную работу привода и снижают энергозатраты на холостой ход ползуна. Уравновешиватели выбирают зазоры в соединениях с рабочей стороны шарниров (шарниры А и В, рис.1), что приводит к более равномерному ходу и отсутствию ударов в момент приложения нагрузки к ползуну, поэтому уравновешиватели применяют также в горизонтальных быстроходных автоматах [1]. Уравновешиватели облегчают также условия работы механизма регулировки, особенно в крупных листоштамповочных прессах [2].

Уравновешиватели бывают пневматические и пружинные. Пружинные уравновешиватели используются редко (в ножницах, чекачных кривошипно-коленных прессах и некоторых других машинах), наиболее распространены пневматические уравновешиватели, схема установки которых показана на рисунке 1.

Уравновешиватели применяются на универсальных прессах с номинальным усилием свыше 160 кН, а на быстроходных прессах с частотой ходов ползуна в минуту более 150 и при меньших номинальных усилиях.

2. Конструкции пневматических уравновешивателей

Пневматические уравновешиватели конструктивно представляют собой пневматические цилиндры одностороннего действия, сжатый воздух в которые поступает под поршень из компенсирующего бака (ресивера), шток поршня соединяется ползуном пресса (см. рис. 1).

При опускании ползуна пресса находящийся под поршнем сжатый воздух вытесняется в ресиверный бак. При подъеме ползуна, сжатый воздух, поступая под поршень уравновешивающего цилиндра разгружает главный вал (кривошип) от усилий, связанных с преодолением веса ползуна и верхней части штампа. При этом затраченная маховиком пресса дополнительная энергия на вытеснение воздуха из цилиндра частично снова возвращается маховику.

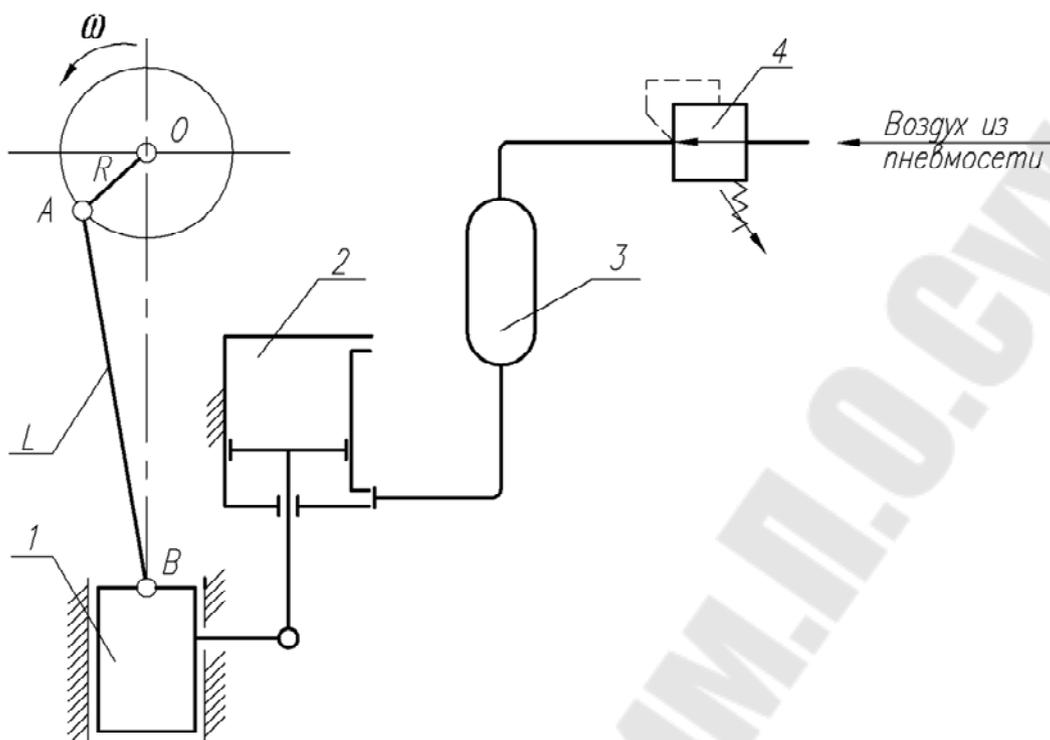


Рисунок 1 – Схема установки пневматического уравновешивателя.

1 – ползун; 2 – пневмоуравновешиватель; 3 – ресивер;

4 – клапан редукционный.

Установка цилиндров уравновешивателей по нормали KB25 на кривошипных прессах производится с креплением нижней крышки цилиндра на верхней части станины (рис. 2), креплением на серьге (проушине) между стойками пресса (рис. 3) или на кронштейне (рис. 4). При работе прессов возможны горизонтальные смещения ползуна относительно станины, поэтому необходимо применять шарнирное соединение штока уравновешивателя с ползуном и (или) цилиндра со станиной. Это приводит к уменьшению износа трущихся поверхностей и увеличению срока службы уплотнений.

При больших уравновешивающих массах устанавливаются два (диагонально опорной поверхности ползуна) или четыре уравновешивателя, на небольших прессах устанавливается один цилиндр. Иногда приходится выносить цилиндры в боковые части стоек.

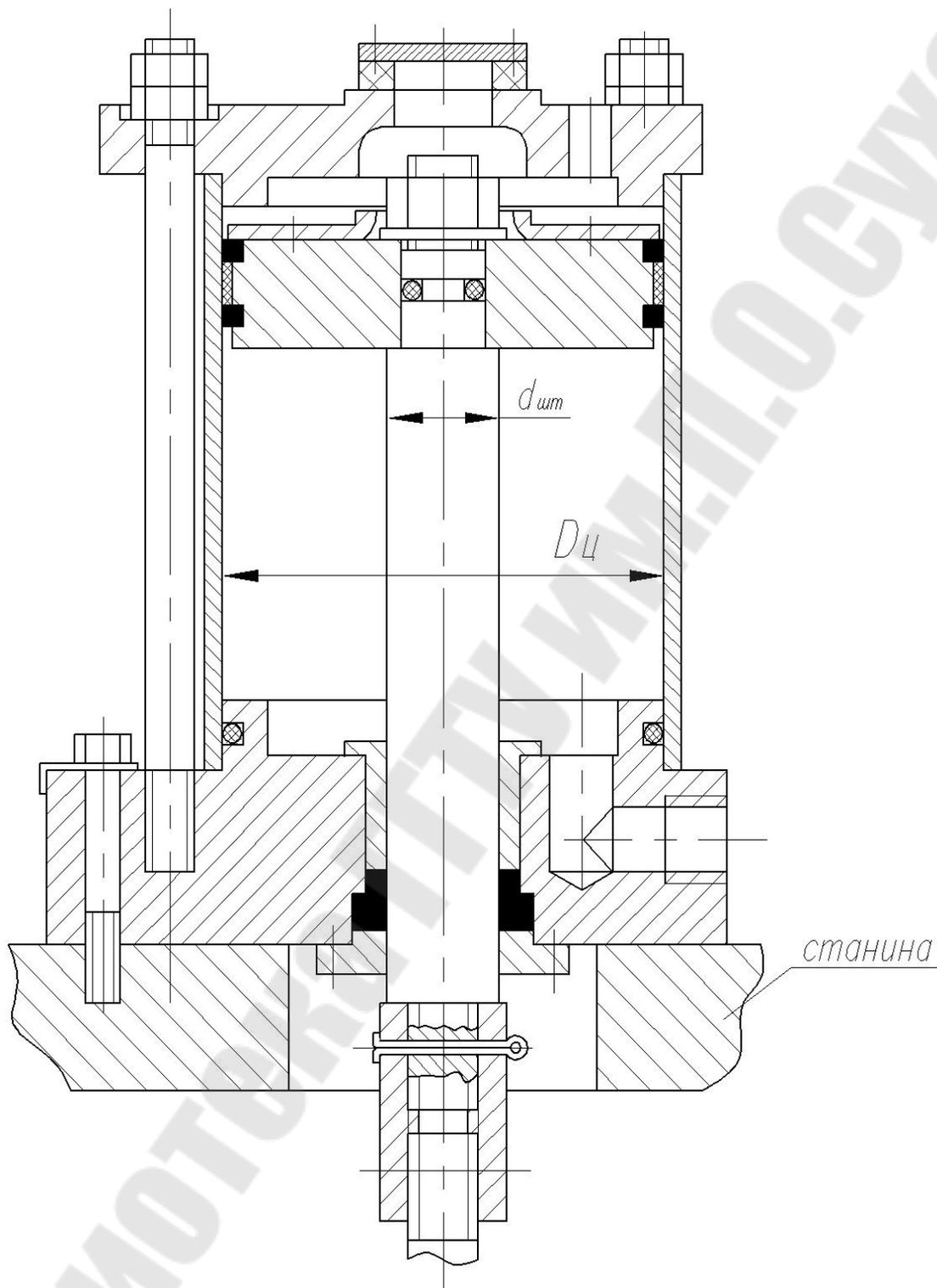


Рисунок 2 – Установка пневматического уравнивателя на станине

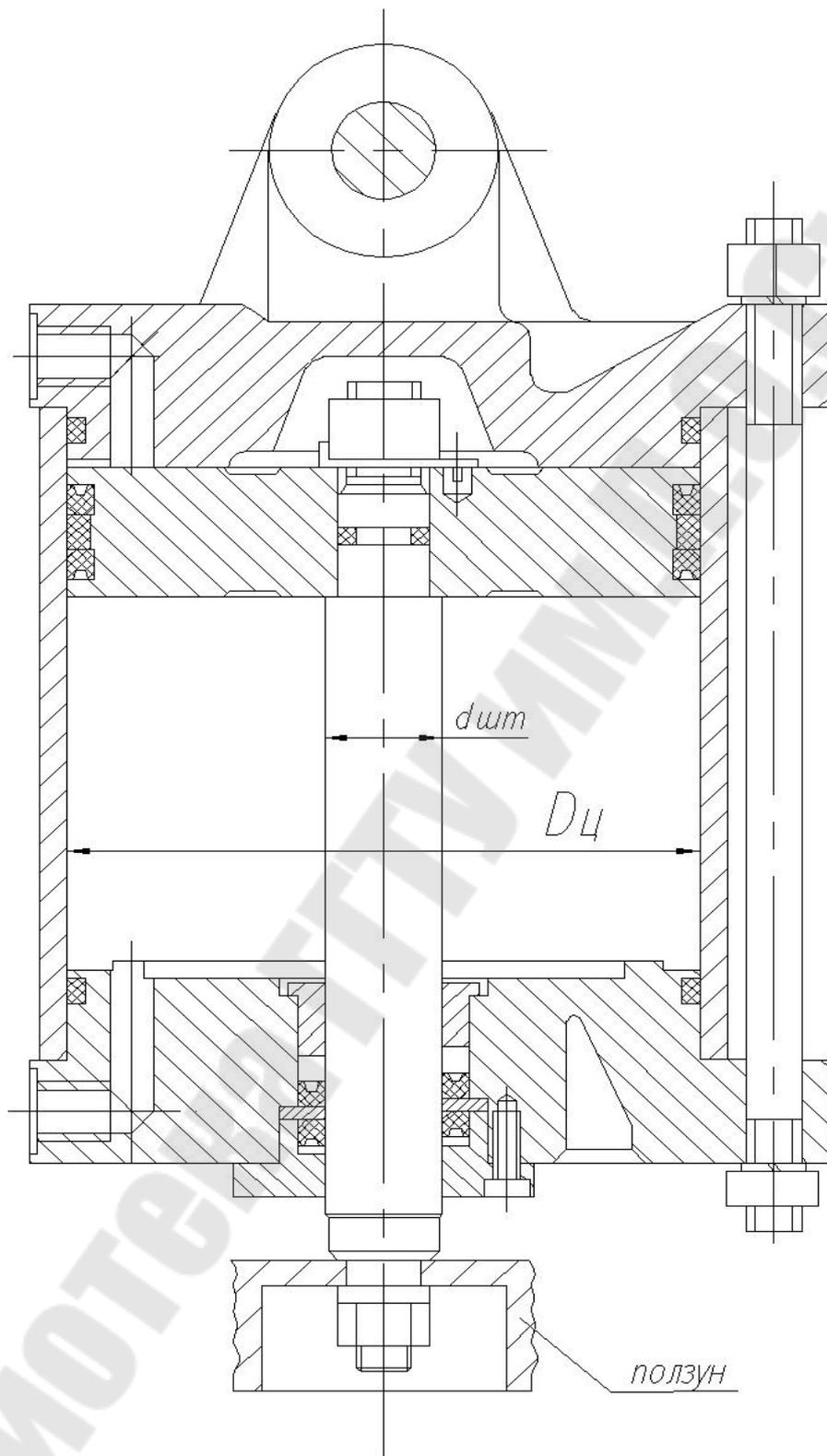


Рисунок 3 – Установка пневматического уравновешивателя на проушине

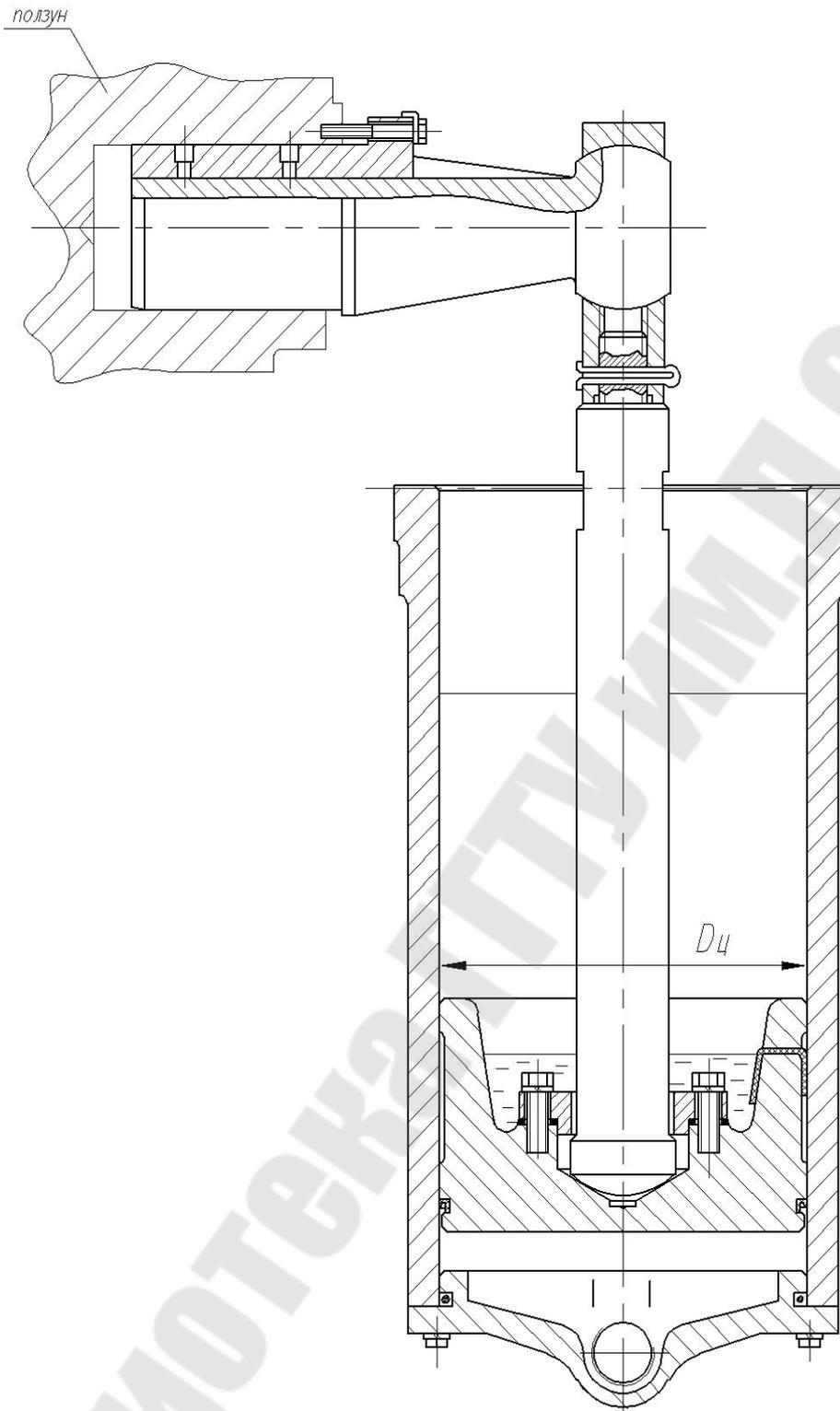


Рисунок 4 – Установка пневматического уравнивателя на кронштейне

Пневматическая сеть, питающая цилиндры уравнивателей, должна предусматривать контроль давления воздуха и возможность его регулирования редукционным клапаном. Недостаточное давление в цилиндрах ведет к ударам и динамическим нагрузкам в исполнительном механизме и приводе, избыток давления вызывает перегрузку электродвигателя. Контроль правильности установленного давления осуществляется посредством амперметра. При установке штампов различной массы регулируют давление воздуха так, чтобы показания амперметра при работе пресса были минимальными.

Конструкция пневматического уравнивателя закрытого кривошипного пресса KB2536 усилием 4МН представлена на рис.5. В приложении приведены конструктивные параметры и размеры пневматических цилиндров, которые могут быть использованы в качестве уравнивателей. При проектировании пневмоуравнивателей можно ориентироваться на их размеры.

3. Расчет пневматических уравнивателей

Исходными данными для расчета пневмоуравнивателей являются: частота непрерывных ходов ползуна в минуту n , мин^{-1} ; максимальный ход ползуна S , мм; сила тяжести подвижных частей G_n , Н; число цилиндров уравнивателей i ; расчетное давление воздуха в ресивере p , МПа.

Масса подвижных частей m_n определяется по формуле:

$$m_n = m_{\text{полз}} + m_{\text{шт}} + m_{\text{шат}} \quad (1)$$

где $m_{\text{полз}}$ – масса ползуна;

$m_{\text{шт}}$ – масса верхней части штампа;

$m_{\text{шат}}$ – масса шатуна.

Массу ползуна пресса $m_{\text{полз}}$, кг, можно определить по данным А.Ф. Нистратова [3]: $m_{\text{полз}} = 0,23 \cdot (0,1 \cdot P_n)^{1,4}$; (P_n – номинальное усилие пресса в кН).

Массу закрепленной на ползуне верхней части штампа и шатуна ориентировочно можно рассчитать через массу ползуна: $m_{\text{шт}} = (0,2 \div 0,3)m_{\text{полз}}$; $m_{\text{шат}} = (0,4 \div 0,6)m_{\text{полз}}$.

Сила тяжести подвижных частей G_n , Н: $G_n = m_n \cdot g$, (g – ускорение свободного падения).

Составляющая от инерционных усилий, действующих на ползун, имеет наибольшее значение при угле поворота кривошипа $\alpha = 0$

(ускорение ползуна принимает максимальное значение). Инерционное усилие G_n , Н, определяется по формуле:

$$G_u = \frac{G_n \cdot n^2 \cdot R \cdot (1 + \lambda)}{895} \quad (2)$$

где R – радиус кривошипа, м;

λ – коэффициент шатуна : $\lambda = \frac{R}{L}$, (L – длина шатуна, м).

Значения R и λ выбираются из расчета кинематических параметров кривошипно-ползунного механизма.

Расчетная нагрузка G_p , Н, действующая на уравновешиватели:

$$G_p = G_n + G_u \quad (3)$$

Принимая давление в ресивере $p = 0,30 \div 0,35$ МПа, рассчитываем диаметр цилиндра уравновешивателя $D_{ц}$, мм:

$$D_{ц} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot G_p}{\pi \cdot p \cdot i} + d_{шт}^2} \quad (4)$$

где $d_{шт}$ – диаметр штока, мм.

Принимая диаметр штока $d_{шт} \cong (0,20 \div 0,25) \cdot D_{ц}$, можно определить:

$$D_{ц} \geq (1,15 \div 1,17) \cdot \sqrt{\frac{G_n}{i \cdot p}}$$

Высота цилиндра уравновешивателя, $S_{ц}$, мм:

$$S_{ц} = S + 0,15 \cdot S + H_n \quad (5)$$

где $0,15S$ – размер (высота) «мертвого» пространства цилиндра;

H_n – высота поршня; $H_n = (0,2 \div 0,6) \cdot D_{ц}$ (меньшее значение для больших диаметров цилиндра).

Полученные расчетные размеры уравновешивателя $D_{ц}$, $d_{шт}$, $S_{ц}$ округляют до ближайшего стандартного значения, соответствующего ряду чисел $Ra 40$.

В уравновешивателе, представленном на рисунке 4, давление воздуха действует на всю площадь поршня, поэтому в формуле (4) диаметр штока $d_{шт}$ не учитывается.

Объем ресивера уравновешивателя V_p , $дм^3$, принимается 8-10 рабочим объемам цилиндра:

$$V_p = (8 \div 10) \cdot F_{ц} \cdot S \cdot 10^{-6} \quad (6)$$

$$\text{где } F_{ц} = \frac{\pi \cdot D_{ц}^2}{4}.$$

Как правило, диаметр ресивера принимают равным диаметру цилиндра уравновешивателя. При размещении ресивера внутри станины его диаметр можно уменьшить.

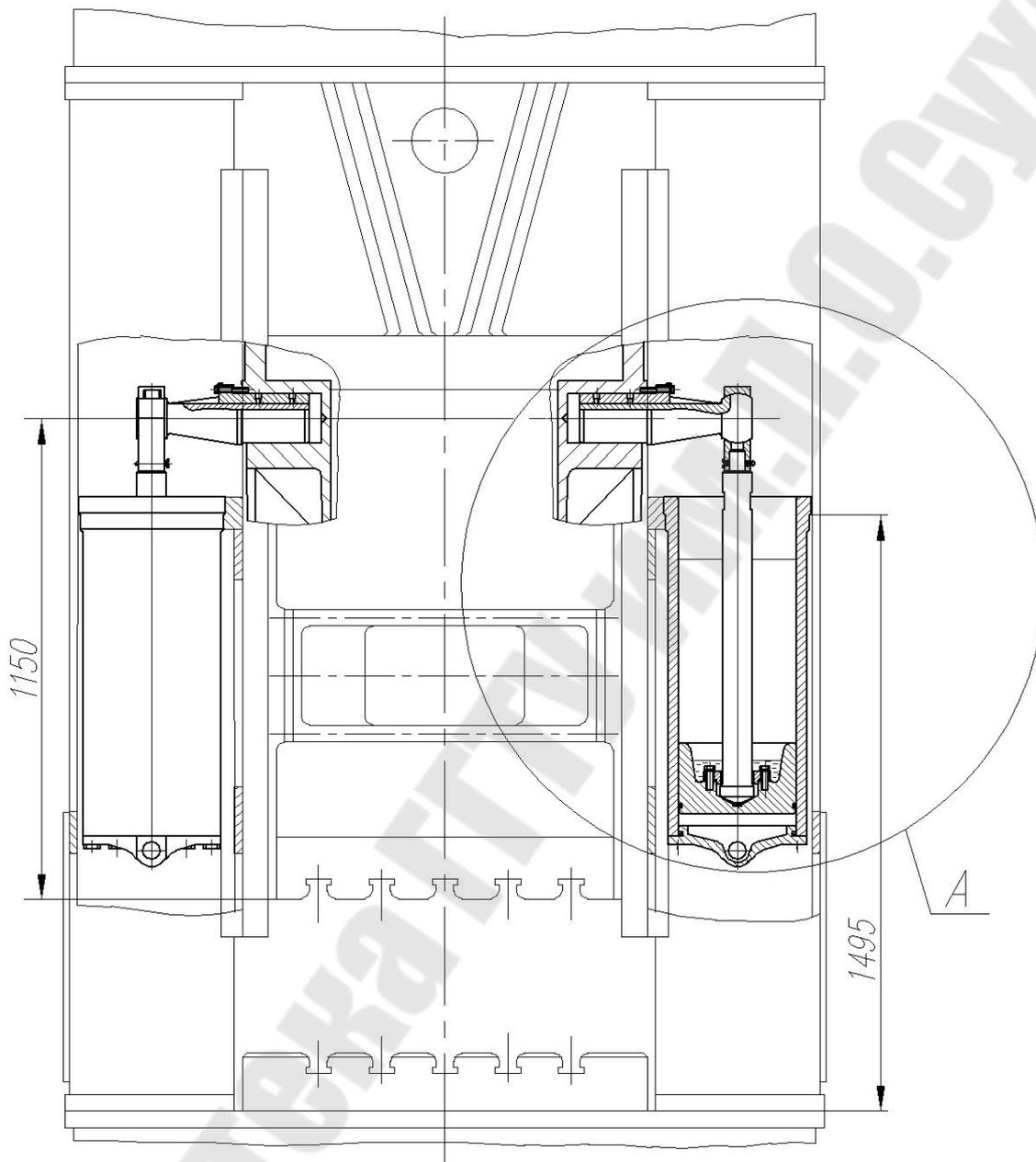


Рисунок 5 – Установка уравнивателей на прессе

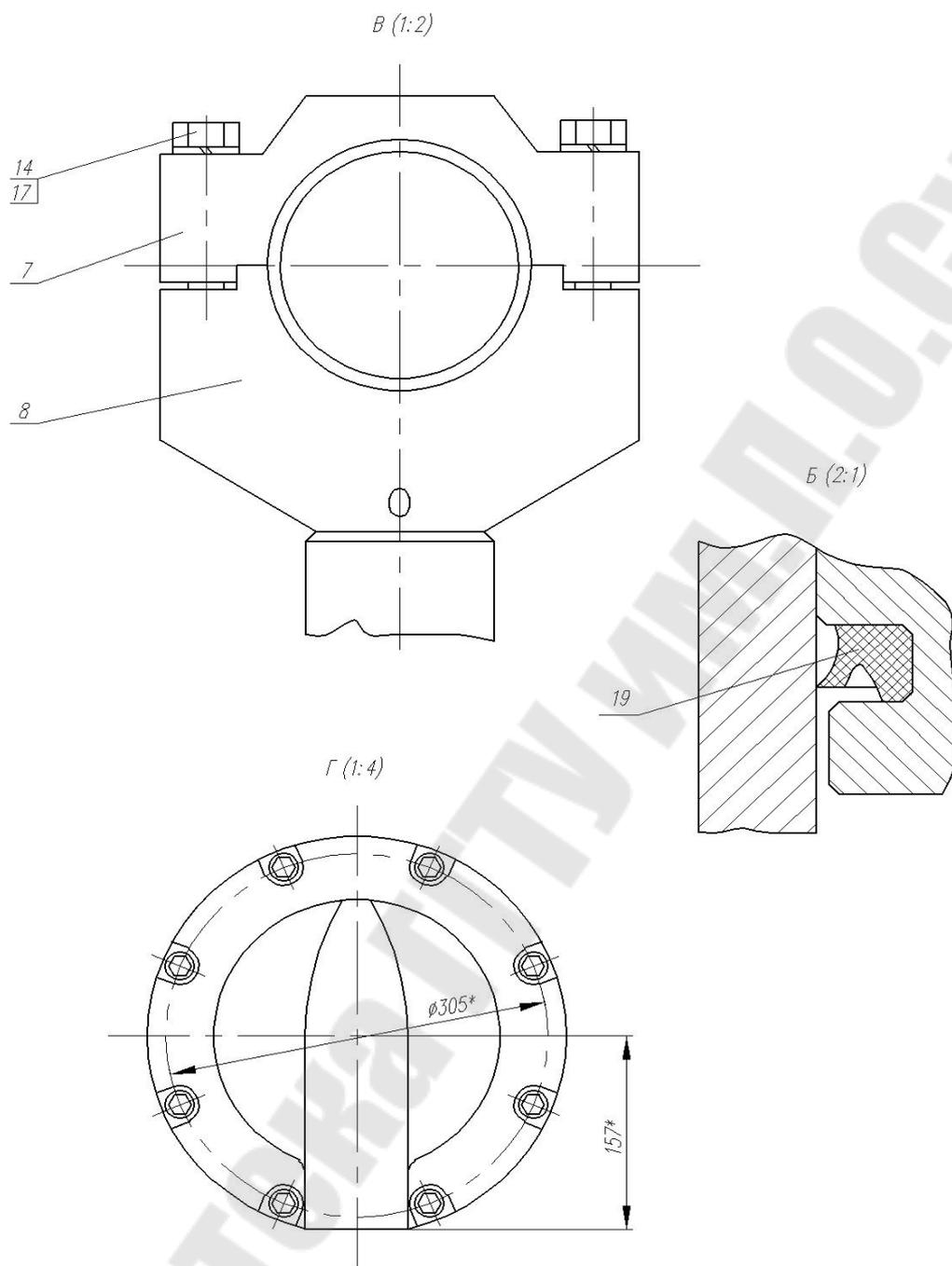


Рисунок 5 (продолжение) – Уравновешиватель ползуна

Технические условия на уравниватель

- 1.* Размеры для справок.*
- 2. Грузоподъёмность одного цилиндра 2800 кг при давлении воздуха- 0,5 МПа.*
- 3. Полость Д испытывать давлением – 0,9 МПа.*
- 4. Все стыки и сопряжения собирать с покрытием тонким слоем смазки ПП95/Б ГОСТ4113-80.*
- 5. Резьбовые соединения покрыть тонким слоем смазки ЦИАТИМ-203 ГОСТ8773-73.*

Литература

1. Кузнечно-штамповочное оборудование/ А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский и др. Под ред. А.Н. Банкетова, Е.Н. Ланского. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
2. Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В.И. Власов, А.Я. Борзыкин, И.К. Букин-Батырев и др. Под ред. В.И. Власова. – М.: Машиностроение, 1982. – 424 с.
3. Е. Н. Ланской, А. Н. Банкетов. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 380 с.

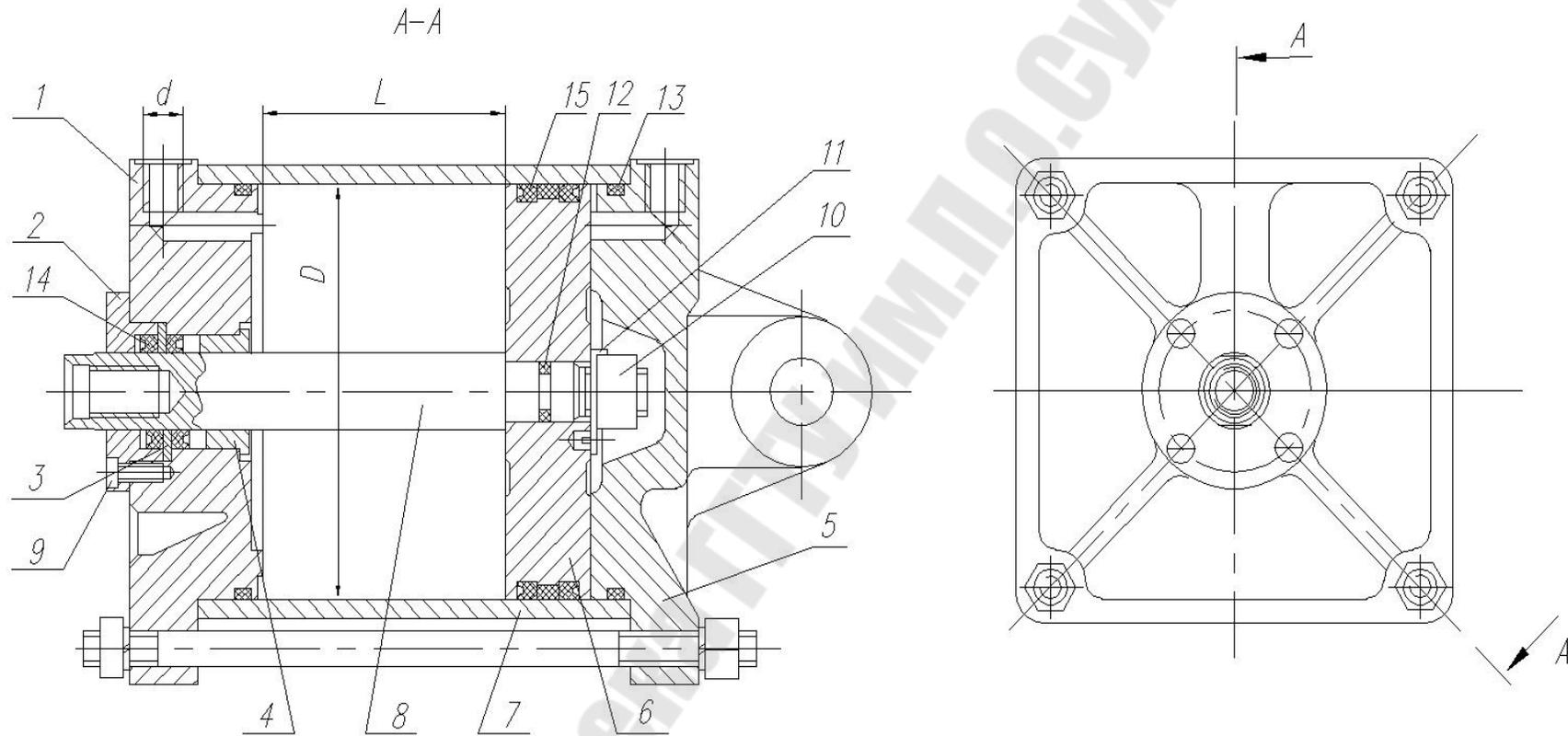


Рисунок П.1 – Цилиндр с креплением на проушине

Таблица П.1 – Параметры пневматических цилиндров

Обозначение цилиндра	Параметры			Винт 9, ГОСТ 1491-72	Гайка 10, ГОСТ 5927-70	Шайба столорна 1, ГОСТ 13465-77	Кольцо 12, ГОСТ 9833-73	Кольцо 13, ГОСТ 9833-73	Манжета 14, ГОСТ 6678-72	Манжета 15, ГОСТ 6678-72
	D	L	d							
	мм									
7020-0179	80	10	M12x1,5	M14x10.56.019	M16.8.019	16.01.016	014-018-25-2-2	075-080-25-2-2	2-25-1	1-80-1
7020-0184		16	M12x1,5							
7020-0188		25	M12x1,5							
7020-0193		32	M12x1,5							
7020-0197		40	M12x1,5							
7020-0202		63	M12x1,5							
7020-0206		80	M12x1,5							
7020-0211		100	M12x1,5							
7020-0215	100	10	M12x1,5	M14x10.56.019	M16.8.019	16.01.016	014-018-25-2-2	085-090-25-2-2	2-25-1	1-100-1
7020-0219		16	M12x1,5							
7020-0224		25	M12x1,5							
7020-0228		32	M12x1,5							
7020-0233		40	M12x1,5							
7020-0237		63	M12x1,5							
7020-0242		80	M12x1,5							
7020-0246		100	M12x1,5							

Обозначение цилиндра	Параметры			Винт 9, ГОСТ 1491-72	Гайка 10, ГОСТ 5927-70	Шайба стопорн1, ГОСТ 13465-77	Кольцо 12, ГОСТ 9833-73	Кольцо 13, ГОСТ 9833-73	Манжет14, ГОСТ 6678-72	Манжет15, ГОСТ 6678-72
	D	L	d							
	мм									
7020-0251 7020-0253 7020-0259 7020-0264 7020-0268 6020-0273 6020-0277 6020-0282	125	10	M16x1,5	M14x10.56.019	M20.8.019	20.01.016	018-022-25-2-2	105-110-30-2-2	105-110-30-2-2	1-125-1
16		M16x1,5								
25		M16x1,5								
32		M16x1,5								
40		M16x1,5								
63		M16x1,5								
80		M16x1,5								
100		M16x1,5								
7020-0286 7020-0291 7020-0295 7020-0299 7020-0304 7020-0308 7020-0313 7020-0317 7020-0322	160	16	M16x1,5	M15x12.56.019	M20.8.019	20.01.016	018-022-25-2-2	130-135-30-2-2	2-32-1	1-600-1
25		M16x1,5								
40		M16x1,5								
63		M16x1,5								
80		M16x1,5								
100		M16x1,5								
125		M16x1,5								
160		M16x1,5								
200		M16x1,5								

Обозначение цилиндра	Параметры			Винт 9, ГОСТ 1491-72	Гайка 10, ГОСТ 5927-70	Шайба стопорная 1, ГОСТ 13465-77	Кольцо 12, ГОСТ 9833-73	Кольцо 13, ГОСТ 9833-73	Манжетал4, ГОСТ 6678-72	Манжетал5, ГОСТ 6678-72
	D	L	d							
	мм									
7020-0326	200	16	M18x1,5	M16x14.56.019	M24.8.019	24.01.016	020-025-30-2-2	180-185-36-2-2	2-40-1	1-200-1
7020-0331		25	M18x1,5							
7020-0335		40	M18x1,5							
7020-0339		63	M18x1,5							
7020-0344		80	M18x1,5							
7020-0348		100	M18x1,5							
7020-0353		125	M18x1,5							
7020-0357		160	M18x1,5							
7020-0362		200	M18x1,5							

Содержание

Назначение	3
Конструкции	3
Расчет пневматических уравнивателей	8

Буренков Валерий Филиппович

**ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УРАВНОВЕШИВАТЕЛИ
КРИВОШИПНЫХ МАШИН.
КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ**

**Методические указания
к курсовому проекту по дисциплине «Теория, расчеты
и конструкции прессово-штамповочного оборудования»
для студентов специальностей 1-36 20 02
«Упаковочное производство (по направлениям)»
дневной формы обучения и 1-36 01 05 «Машины
и технология обработки материалов давлением»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 03.08.09.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,07.

Изд. № 105.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.