

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Обработка материалов давлением»

ТЕОРИЯ, РАСЧЕТЫ И КОНСТРУКЦИИ ПРЕССОВО-ШТАМПОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проекту для студентов специальностей
1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением» и 1-36 20 02 «Упаковочное
производство (по направлениям)»**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2007

УДК 621.97.06(075.8)
ББК 34.623я73
Т33

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 16.05.2007 г.)*

Автор-составитель: *В. Ф. Буренков*

Рецензент: канд. техн. наук, доц., декан машиностр. фак. ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Т. Бельский*

Теория, расчеты и конструкции прессово-штамповочного оборудования : метод. указания к курсовому проекту для студентов специальностей 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» и 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» / авт.-сост. В. Ф. Буренков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 33 с. – Систем. требования: PC 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://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-645-5.

Приведены требования по объему, оформлению и содержанию курсового проекта, а также примерный перечень заданий по разработке конструкций ПШО. Изложены сведения по выполнению курсовых проектов по кривошипным машинам.

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

УДК 621.97.06(075.8)
ББК 34.623я73

ISBN 978-985-420-645-5

© Буренков В. Ф., составление, 2007
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2007

Введение

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины «Теория, расчеты и конструкции ПШО» специальностей 1-36 01 05 и 1-36 20 02, выполняется студентами дневной формы обучения в 9-м семестре, заочной – в 11-м семестре.

Цель курсового проекта – закрепление, систематизация и расширение теоретических знаний, а также приобретение практических навыков решения вопросов, связанных с конструированием и расчетом ПШО. Выполнение проекта приучает студентов к самостоятельному инженерному творчеству, умению пользоваться технической литературой по конструированию и расчету прессово-штамповочного оборудования.

В методических указаниях приведены необходимые сведения и требования по выполнению курсового проекта, дан примерный перечень заданий по разработке конструкций ПШО.

1 Тематика, содержание и объем курсового проекта

Тематика курсового проекта должна отвечать учебным задачам и увязываться с требованиями производства. Содержанием курсового проекта является разработка прессово-штамповочного оборудования или его модернизация с целью расширения технологических возможностей, повышения производительности, качества получаемых изделий, повышения безопасности и улучшения условий труда. Объектами проектирования являются различные виды и типы прессово-штамповочных машин и автоматов:

- кривошипные пресса общего назначения, вытяжные пресса простого и двойного действия, чеканочные пресса, пресса для выдавливания;

- гидравлические пресса ковочные, штамповочные, гибочные, для переработки пластмасс и прессования порошков;

- гибочные машины и автоматы поступательного и вращательного действия, в том числе листопрямильные и профилировочные машины;

- винтовые машины с механическим, гидравлическим или электрическим приводом;

- горизонтально-ковочные и радиально-ковочные машины, ковочные вальцы;

- молоты паровоздушные;

- ножницы сортовые, листовые, комбинированные и дисковые;

- автоматы для объемной и листовой штамповки;

- машины для переработки пластмасс.

При разработке задания на курсовой проект следует ориентироваться на современные схемы машин, использовать новые руководящие материалы, учитывать требования производства.

Курсовой проект содержит графическую часть и пояснительную записку.

1.1 Графическая часть

Графическая часть курсового проекта (4–5 листов формата А1) включает: чертеж общего вида проектируемого оборудования – 1–2 листа формата А1; сборочные чертежи узлов – 2 листа формата А1; кинематическая схема привода – 1 лист формата А2; рабочие чертежи деталей проектируемых узлов – 1 лист формата А2.

Общее количество листов и распределение их по содержанию может быть иным по согласованию с руководителем проекта. На чертеже общего вида машины должны быть указаны габаритные размеры, размеры основных линейных параметров машины, например: размеры штампового пространства, высота стола над уровнем пола, расстояние между стойками в свету и т. п.

Справа вверху листа чертежа общего вида машины в таблице должны быть указаны главные размерные, скоростные, линейные, энергетические и массовые параметры, т. е. развернутая техническая характеристика машины. Над основной надписью указываются технические требования.

На сборочных чертежах узлов проставляются необходимые присоединительные, установочные, посадочные и габаритные размеры. На чертежах указываются также технические требования и (или) техническая характеристика. Рабочие чертежи деталей проектируемых узлов (не менее трех по согласованию с руководителем проекта) выполняются с указанием допусков и шероховатости обрабатываемых поверхностей.

В проекте вместо кинематической схемы может выполняться гидравлическая, пневматическая или схема управления в зависимости от типа машины. Схемы могут быть пространственными или плоскими. На плоских схемах, в случае необходимости, отдельные механизмы могут изображаться в двух проекциях.

Чертежи и схемы выполняются карандашом или с помощью графических устройств вывода с ПЭВМ с соблюдением всех требований ЕСКД.

Чертежи должны иметь основную надпись, форма которой дается в приложении А.

Над основной надписью кинематической схемы приводится перечень элементов, входящих в состав схемы, форма которого дается в приложении А.

Спецификации к сборочным чертежам выполняются на отдельных листах формата А4 и подшиваются в конце пояснительной записки, форма спецификаций приведена в приложении Б.

1.2 Пояснительная записка

Пояснительная записка оформляется черным цветом, разборчивым почерком, желательно шрифтом (с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм) или с помощью печатающих устройств ПЭВМ на одной стороне писчей бумаги формата А4.

Материалы, приводимые в записке, должны быть выполнены аккуратно и соответствовать ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам».

Рисунки, схемы и таблицы нумеруются и должны иметь соответствующие надписи. В формулах выполняется сквозная нумерация, которая оформляется цифрой в круглых скобках.

Расчеты производятся в международной системе единиц (СИ). В тексте описание выполняемых действий дается во множественном числе, например: «определяем...», «рассчитываем...», «принимаем...» и т. д.

Справочные данные, приводимые в пояснительной записке, должны иметь ссылки на использованную литературу с указанием страниц и номеров таблиц. Ссылки на литературу выполняются в виде арабских цифр, заключенных в квадратные скобки или выделяемых двумя наклонными чертами, например: [2] или /2/. Перечень использованной литературы приводится в конце пояснительной записки, тексты применяемых в расчетах программ приводятся в приложении А, при этом в записке на них необходимо дать соответствующие ссылки.

Размеры основных деталей и параметров оборудования, полученные при расчетах, в записке должны соответствовать проставленным размерам на чертежах.

Рекомендуется следующий состав пояснительной записки:

- 1 Титульный лист.
- 2 Задание на курсовое проектирование.
- 3 Содержание.
- 4 Введение.
- 5 Техническая характеристика оборудования.
- 6 Кинематическая, гидравлическая, пневматическая или комбинированная схема, схема привода и управления.
- 7 Краткое описание оборудования, его основных узлов и устройств.
- 8 Расчет оборудования и его основных узлов.
- 9 Приемка и испытания.
- 10 Мероприятия по технике безопасности.
- 11 Литература.
- 12 Приложения.

Указания по выполнению разделов пояснительной записки:

- 1 Титульный лист (выполняется по форме, указанной в приложении Б).

2 Задание на курсовое проектирование является основным документом выполнения курсового проекта, оно выдается на специальном бланке, подписывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой. В бланке студент должен проставить дату получения задания и его подписать. Задание подшивается в пояснительной записке после титульного листа.

3 Содержание включает в себя перечень заголовков разделов пояснительной записки с указанием номера страницы.

4 Во введении должны быть изложены роль и значение обработки материалов давлением, уровень и пути совершенствования прессово-штамповочного оборудования, основные цели и задачи проекта с обоснованием выбора типа машины и ее технико-экономических показателей.

5 Техническая характеристика на основные параметры и размеры выполняется в виде таблиц с указанием наименования параметра, единицы измерения и величины.

6 Кинематическая или другие схемы выполняются в пояснительной записке с соблюдением соответствующих ГОСТов на листах формата А4 или А3 с кратким описанием принципа действия. Для автоматов, полуавтоматов и универсальных прессово-штамповочных машин со средствами механизации и автоматизации строится циклограмма взаимодействия работы всех механизмов. С помощью цикловой диаграммы определяются положения исполнительных механизмов и все основные размеры кулачков, эксцентриков и т. п. Цикловые диаграммы могут строиться прямоугольными или круговыми.

7 Краткое описание оборудования содержит назначение, область применения, принцип действия машины и основных ее узлов. Более подробно производится описание узлов, которые рассчитываются в пояснительной записке и вычерчиваются в графической части проекта.

8 Расчет оборудования и его основных узлов производится в соответствии с конкретным заданием и типом проектируемого оборудования. Указания по расчету наиболее распространенных типов проектируемых машин приведены ниже.

9 Приемка и испытания проектируемого оборудования производятся в соответствии с ГОСТ 7600–90 «Оборудование кузнечно-прессовое. Общие технические условия».

10 Мероприятия по технике безопасности предусматривают условия, обеспечивающие устранение монотонного и вредного труда, опасности травмирования, сохранения здоровья работающих.

11 Список литературы, использованной при выполнении пояснительной записки, приводится в конце записки в последовательности ссылок на нее в тексте. Сведения об источниках, включенных в список, даются в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Например: 1 Кузнечно-штамповочное оборудование / под ред. А. Н. Банкетова, Е. Н. Ланского. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 1982. – 576 с.

12 В приложениях помещаются документы, дополняющие текст пояснительной записки: спецификации, алгоритмы и расчеты, выполняемые на ПЭВМ, а также другие материалы. Приложения отделяются от текста записки листом, в середине которого прописными буквами написано «ПРИЛОЖЕНИЯ».

2 Указания по расчету кривошипных машин

Кривошипные машины являются наиболее распространенным видом прессово-штамповочного оборудования, поэтому указания по их расчету излагаются более подробно.

При выполнении курсового проекта необходимо:

- выполнить расчет основных кинематических величин кривошипно-ползунного механизма;
- рассчитать приведенное плечо сил;
- построить графики усилий на ползуне, допускаемых прочностью главного вала и зубчатой передачей;
- произвести выбор электродвигателя и рассчитать момент инерции маховика;
- рассчитать клиноременную передачу главного привода;
- выбрать муфту и тормоз и выполнить их проверочные расчеты;
- выполнить расчет станины пресса.

Исходными данными для проектирования являются: тип машины и характеристика ее привода; номинальное усилие P_n , кН; ход ползуна S , мм; частота ходов ползуна в минуту n , мин⁻¹.

2.1 Определение основных кинематических величин кривошипно-ползунного механизма

Для расчета основных кинематических величин кривошипно-ползунного механизма необходимо определить радиус кривошипа R , который для центрального механизма рассчитывается по формуле $R = S/2$ (S – максимальный ход ползуна), и выбрать коэффициент шатуна $\lambda = R/L$ (L – длина шатуна). Рекомендуемые значения λ приведены в таблице А.1 (приложение А).

Путь ползуна S , мм, в зависимости от угла α поворота кривошипа для центрального кривошипно-ползунного механизма определяется по формуле

$$S = R[1 - \cos \alpha + \frac{\lambda}{4}(1 - \cos 2\alpha)]. \quad (1)$$

В расчете интервал α от 0° до 90° с шагом 10° , вычисления сводятся в таблицу и строится график $S = f_1(\alpha)$ (рисунок 1).

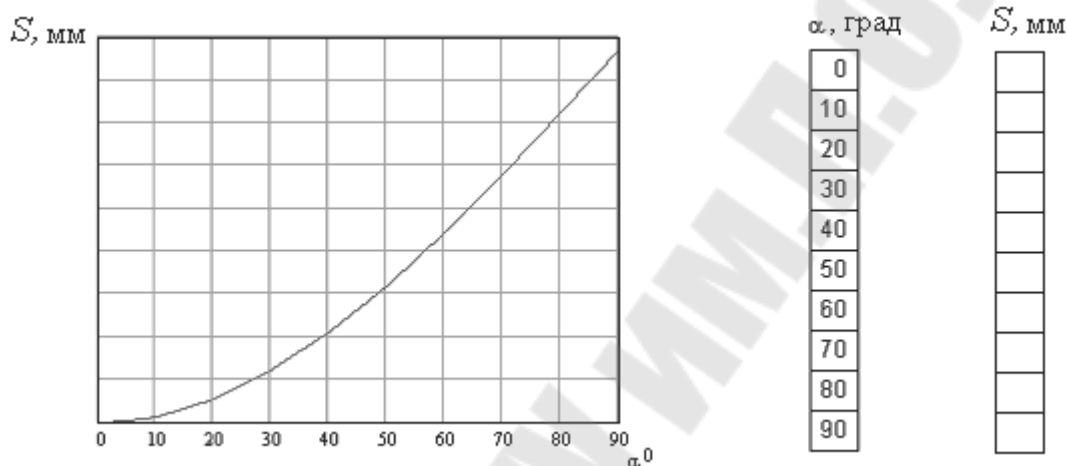


Рисунок 1 – Зависимость хода ползуна от угла поворота кривошипа

Скорость ползуна V , мм/с, рассчитывается по формуле

$$V = \omega R(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha), \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения кривошипа, c^{-1} :

$$\omega = \frac{\pi n}{30}. \quad (3)$$

Результаты вычислений сводятся в таблицу и строится график зависимости $V = f_2(\alpha)$ (рисунок 2).

Максимальная скорость ползуна соответствует $\alpha = 90^\circ$.

Ускорение ползуна j , мм/с², находится по формуле

$$j = \omega^2 R(\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha). \quad (4)$$

Расчеты сводятся в таблицу, строится график зависимости $j = f_3(\alpha)$ (рисунок 3).

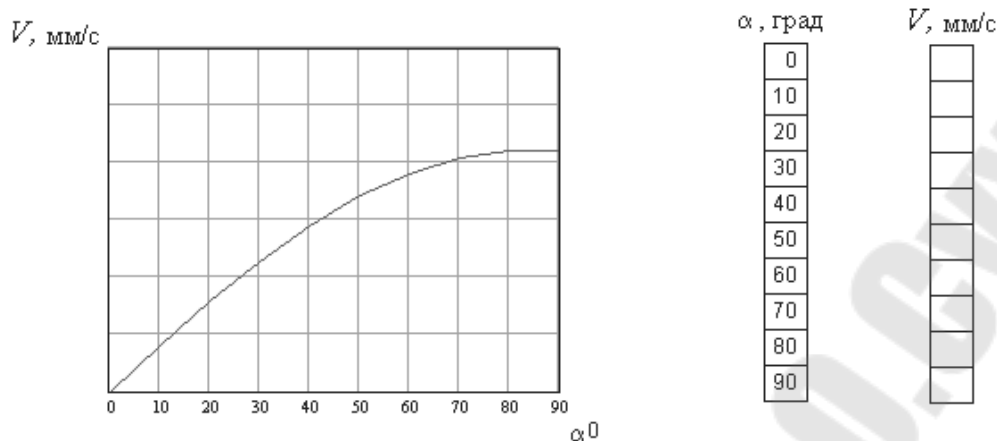


Рисунок 2 – Зависимость скорости ползуна от угла поворота кривошипа

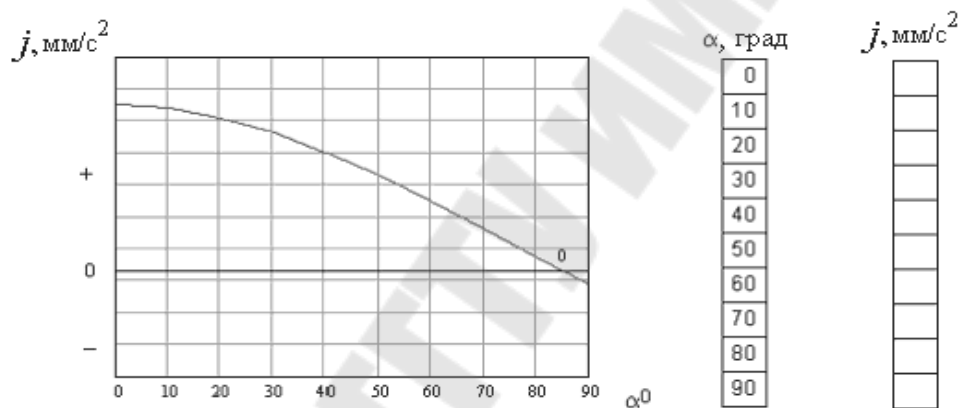


Рисунок 3 – Зависимость ускорения ползуна от угла поворота кривошипа

Максимальное ускорение ползуна при $\alpha = 0^\circ$.

2.2 Расчет приведенного плеча сил

Для определения приведенного плеча сил необходимо выполнить эскиз главного вала. При отсутствии данных по его размерам выполняется геометрический расчет вала, для этого уточняется тип главного вала, согласно рекомендациям метод. указаний № 1263 [2] рассчитываются его размеры и округляются до стандартных значений из ряда Ra40.

При составлении эскиза вала необходимо изучить его конструктивные особенности ([2], рисунки П4–П7), эскиз выполнить с соблюдением пропорций. Пример эскиза главного вала представлен на рисунке 4.

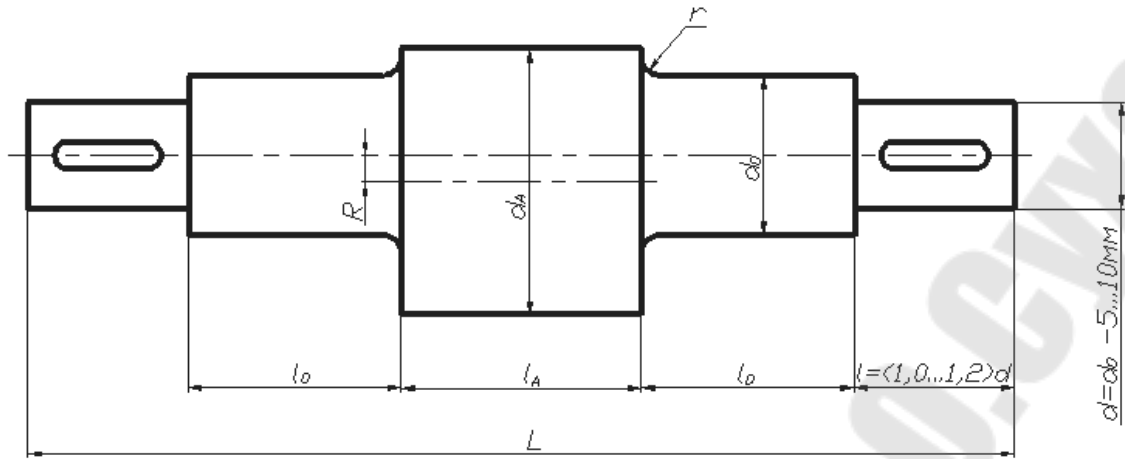


Рисунок 4 – Эскиз главного вала эксцентрикового типа

Приведенное плечо $m_k^и$, см, для идеального механизма рассчитывается по формуле

$$m_k^и = R(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha). \quad (5)$$

Вычисления производятся для углов $\alpha = 0-90^\circ$ с шагом 10° . Радиус кривошипа R подставляем в см. Приведенное плечо сил трения m_k^f , см, находится по формуле

$$m_k^f = \frac{f}{2} [(1 + \lambda)d_A + \lambda d_B + d_o], \quad (6)$$

где f – коэффициент трения в шарнирах и опорах кривошипно-ползунного механизма, $f = 0,06$ при пластичной смазке, $f = 0,04$ при принудительной жидкой смазке; d_A – диаметр отверстия в шатуне (диаметр шатунной шейки вала); d_o – диаметр опорной части вала.

Диаметр шарнира B (соединение шатуна с ползуном) принимается равным $d_B \cong d_o$.

В формулу значения d_A , d_B и d_o подставляют в см. Приведенное плечо сил m_k , см, для реального (с учетом сил трения) кривошипно-ползунного механизма определяется по формуле

$$m_k = m_k^и + m_k^f. \quad (7)$$

Результаты вычислений $m_k^и$ и m_k сводятся в таблицу, и строится график зависимости $m_k = f(\alpha)$ (рисунок 5).

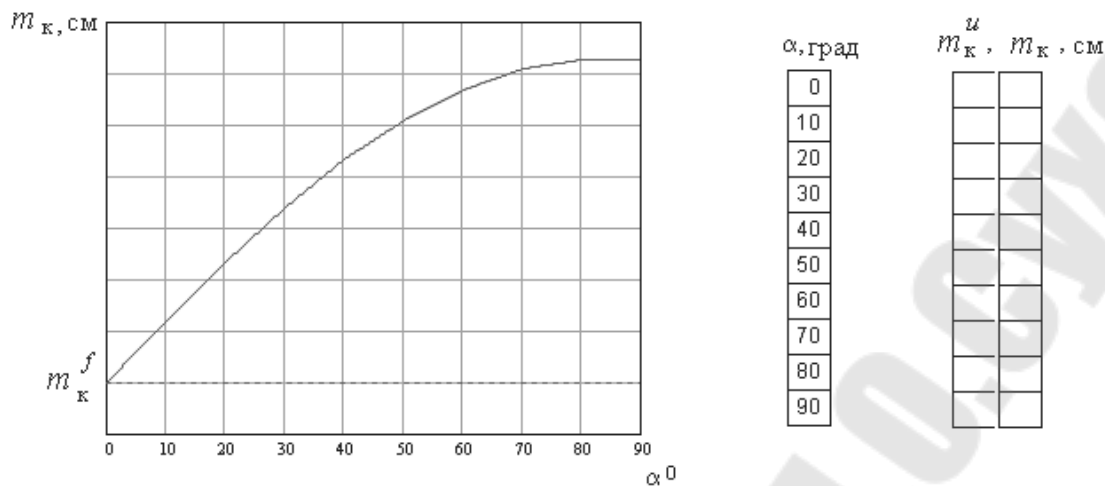


Рисунок 5 – Зависимость приведенного плеча сил от угла поворота кривошипа

2.3 Построение графика усилий на ползуне, допускаемых прочностью главного вала

Расчет усилия на ползуне P_D , допускаемого прочностью главного вала, производится по формулам из [2], [3] с учетом типа вала и характера нагружения его консольной части. Если в приводе имеются зубчатые передачи и радиус колеса R_k неизвестен, его можно определить по формуле

$$R_k = \frac{mz_k}{2}, \quad (8)$$

где m – окружной модуль зубьев; z_k – число зубьев колеса.

Нормальный модуль m_n зубчатого колеса рекомендуется [3] принимать (в зависимости от диаметра d_0 опорных шеек главного вала) для однокривошипных прессов с односторонним приводом $m_n = (0,09-0,10)d_0$, для КГШП – $(0,06-0,08)d_0$. Для кривошипных закрытых прессов с двухсторонним приводом тихоходных – $(0,08-0,05)d_0$, быстроходных – $(0,07-0,05)d_0$. При этом большие значения относятся к прессам меньших усилий. Значения m_n , рассчитанные согласно рекомендациям, необходимо округлить до стандартных значений (наиболее употребительный диапазон из 1-го ряда ... 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25... мм).

Для косозубых передач с углом наклона зубьев β окружной модуль определяется $m = m_n / \cos \beta$, для прямозубых – $m = m_n$. Рекомендуется [4] принимать $\beta = 8 - 20^\circ$, для шевронных колес допускается β

до 30° . Зубчатые колеса, устанавливаемые на главных валах, для тихоходных прессов преимущественно прямозубые (отсутствуют осевые силы в зацеплении). В приводах КГШП используются шевронные зубчатые колеса. Число зубьев колеса z_k можно определить из соотношения $z_k = z_{ш} \cdot u_{зп}$ ($z_{ш}$ – число зубьев шестерни, $u_{зп}$ – передаточное число зубчатой пары). Рекомендуется [3] $z_{ш} = 13-21$ для однокривошипных прессов, для КГШП – $z_{ш} = 20-27$, для закрытых прессов с двухсторонним приводом тихоходных $z_{ш} = 13-14$, быстроходных – $z_{ш} = 14-15$ (большие значения для прессов меньших усилий). Из условия неподрезания зуба рекомендуется [4] принимать минимальное число зубьев для прямозубых колес $z_{min} = 17$, косозубых $z_{min} = 17 \cdot \cos^3 \beta$. Нарезание зубьев со смещением позволяет устранить подрезание при малом числе зубьев (понижается z_{min}).

Если передаточное число $u_{зп}$ неизвестно, его можно определить после кинематического расчета привода. При передаче движения ползуну от нескольких главных валов, количество которых $n = 2$ или 4 , при определении диаметра опорной части вала d_o , в формулу необходимо подставить P_n / n , а после расчета усилия P_D , допускаемого прочностью вала, общее усилие на ползуне умножается на n .

Расчитанные по формулам усилия P_D для значений m_k , соответствующих углам $\alpha = 0-90^\circ$, сводятся в таблицу, строится график зависимости $P_D = f(\alpha)$.

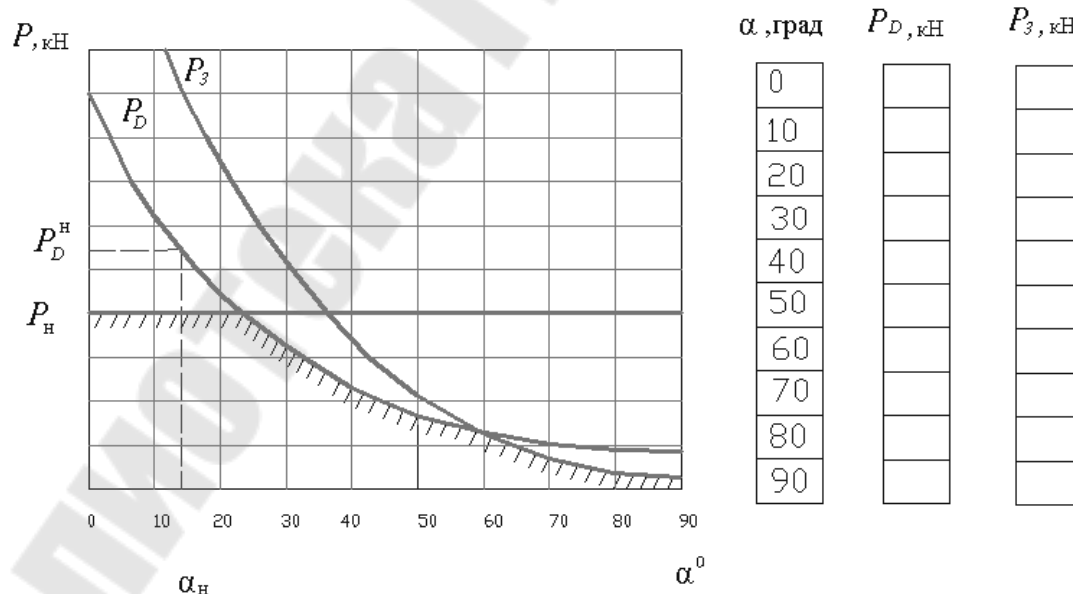


Рисунок 6 – Зависимость усилий на ползуне, допускаемых прочностью главного вала и зубчатой передачи от угла поворота кривошипа

Затем из таблицы П.4 [2] выбирается номинальный угол α_n , соответствующий типу прессы. На графике определяется усилие на ползуне, допускаемое прочностью главного вала P_D^H для угла α_n . При этом должно соблюдаться условие $P_D^H > P_n$. Если условие не соблюдается, то возможно усталостное разрушение вала и его размеры (d_0) необходимо увеличить. Значительное превышение P_D^H над P_n свидетельствует о том, что диаметральные размеры вала завышены и их необходимо скорректировать.

2.4 Расчет усилия на ползуне, допускаемого зубчатой передачей

Усилие на ползуне P_3 , кН, допускаемое прочностью тихоходной передачи, определяется по формуле

$$P_3 = \frac{n \cdot M_k}{m_k}, \quad (9)$$

где $n = 1$ для одностороннего привода, для двухстороннего – $n = 2$ (передача раздвоена и вращающий момент на кривошип передается с двух сторон); M_k – крутящий момент [кН · см], допускаемый прочностью зубьев зубчатого колеса; m_k – приведенное плечо сил [см], рассчитанное по формуле (7).

В формулу (9) для определения допускаемого усилия подставляется наименьшее значение M_k , полученное в результате проверок: по недопущению пластической деформации зубьев (проверка 1), по усталостной прочности зубьев на изгиб (проверка 2), и исходя из контактной прочности поверхности зубьев (проверка 3). Три проверки производятся лишь для закрытых зубчатых передач листоштамповочных прессов-автоматов, остальные кривошипные машины проходят две первые проверки. Формулы для расчета M_k приведены в [1], [3]. Результаты вычислений сводятся в таблицу, график зависимости $P_3 = f(\alpha)$ строится совместно с графиком $P_D = f(\alpha)$, затем проводится горизонтальная линия, соответствующая номинальному усилию P_n и заштриховывается т. н. блокирующий контур, ограничивающий допускаемую нагрузку на ползуне при различных углах α . Если в главном приводе прессов отсутствуют зубчатые передачи, то изображается только график $P_D = f(\alpha)$.

2.5 Выбор мощности электродвигателя и момента инерции маховика

Неравномерный расход энергии за время цикла приводит к необходимости применения в приводе маховика, часть кинетической энергии которого отдается во время рабочего хода и вновь пополняется на оставшейся части цикла. В результате нагрузка на электродвигатель выравнивается, что позволяет уменьшить мощность и повысить эффективность использования двигателя.

При подборе электродвигателя главного привода пресса необходимо произвести расчет энергии, затрачиваемой на цикл $A_{ц}$, Дж, приведенной к валу электродвигателя (работа цикла) по формуле

$$A_{ц} = A_0 + A_x, \quad (10)$$

где A_0 – расход энергии на преодоление полезного сопротивления (работа операции), Дж; A_x – расход энергии за время холостого хода, Дж.

В свою очередь

$$A_0 = \frac{A_T + A_{упр}}{\eta_{кр} \cdot \eta_{п}} + \frac{A_M}{\eta_M}, \quad (11)$$

где A_T – работа технологической операции на ползуне пресса (работа пластической деформации), Дж; $A_{упр}$ – работа на ползуне, затрачиваемая на упругую деформацию деталей пресса, Дж; A_M – работа включения муфты на ее валу, Дж; $\eta_{кр}$ – КПД исполнительного механизма пресса (для кривошипно-ползунного механизма $\eta_{кр} = 0,6$); $\eta_{п}$ – КПД передач от главного вала до вала электродвигателя ($\eta_{п} = \eta_{кл} \cdot \eta_{зп}^n$, где $\eta_{кл}$ – КПД клиноременной передачи, $\eta_{кл} = 0,97$; $\eta_{зп}$ – КПД зубчатой передачи, для открытой передачи с валами на подшипниках скольжения $\eta_{зп} = 0,96$; n – число ступеней зубчатых передач); η_M – КПД передач от вала муфты до вала электродвигателя.

Работа технологической операции A_T (идеальная работа) рассчитывается исходя из т. н. графика рабочих нагрузок, определяющего в графической форме зависимость величины усилия сопротивления деформации для данной технологической типовой операции от перемещения ползуна. Для расчета прессов используются типовые расчетные графики рабочих нагрузок, построенные в относительных координатах (S/H и P/P_n ; S – путь ползуна, H – полный ход ползуна, P – текущее значение усилия на ползуне, P_n – номинальное усилие). При проектировании открытых листоштамповочных однокривошип-

ных прессов используется график вырубki (рисунок 7, а, $F_{гр} = 0,03$), однокривошипных закрытых, обрезных и двухкривошипных закрытых прессов – вырубki при увеличенном ходе (рисунок 7, б, $F_{гр} = 0,04$), КГШП – горячей штамповки (рисунок 7, в, $F_{гр} = 0,023$), листоштамповочных многопозиционных прессов-автоматов – вытяжки (рисунок 7, г, $F_{гр} = 0,09$). Графики рабочих нагрузок для других кривошипных машин даны в таблице 5.1 [6]. В соответствии с заданием необходимо выбрать и вычертить типовой расчетный график, рассчитать его площадь $F_{гр}$ и работу технологической операции $A_T = F_{гр} \cdot H \cdot P_H$ (H – полный ход ползуна, м; P_H – номинальное усилие, Н).

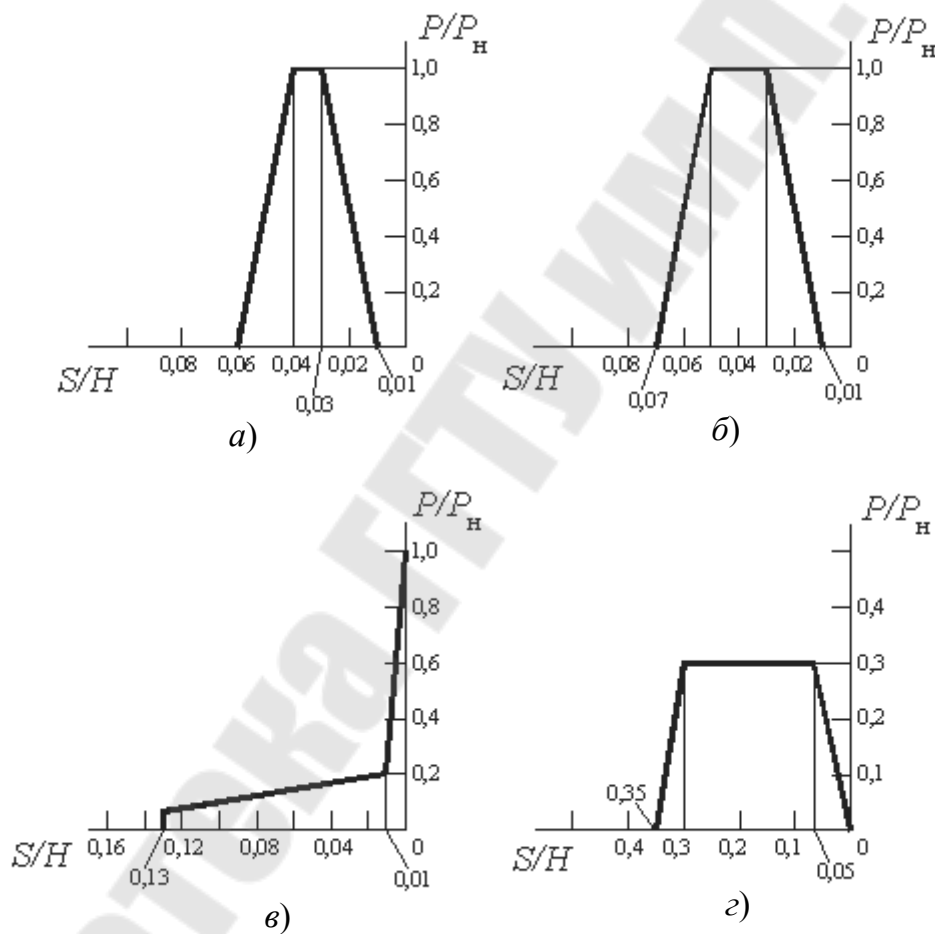


Рисунок 7 – Типовые графики нагрузок: а – вырубка; б – вырубка при увеличенном ходе; в – горячая штамповка; г – вытяжка

Затраты энергии на упругую деформацию деталей пресса A_y , Дж, рассчитываются по формуле

$$A_y = 0,5P_H^2/C, \quad (12)$$

где C – жесткость прессы, выбираемая из таблицы 7.2 [1]. В формулу C необходимо подставить в Н/м, а P_H в Н. Промежуточные значения C (для прессы с номинальным усилием P_H) определяются линейной интерполяцией, считая зависимость C от усилия P – прямолинейной. Пример расчета дан на рисунке 8.

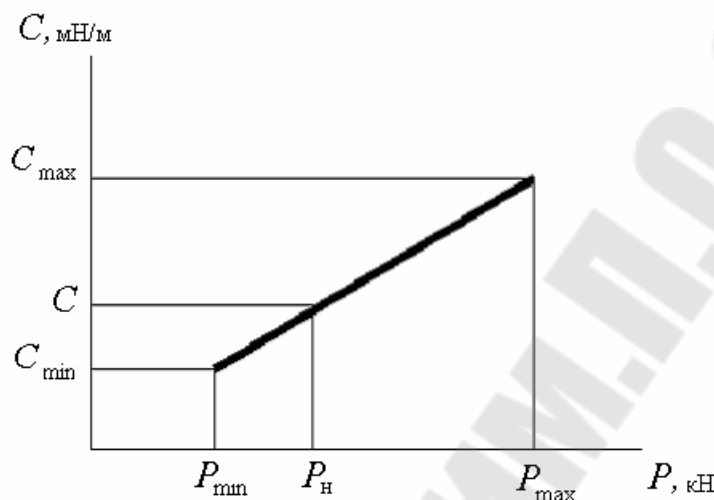


Рисунок 8 – Зависимость жесткости от усилия

$$C = C_{\min} + \frac{C_{\max} - C_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} (P_H - P_{\min}), \quad (13)$$

где P_{\max} , P_{\min} – диапазон номинальных усилий; C_{\max} , C_{\min} – пределы жесткости прессов.

При работе «в упор», т. е. когда в конце рабочего хода имеет место нажим инструмента на заготовку (горячая штамповка, гибка с прижимом, плоскостная калибровка), A_y не учитывают, т. к. на разгрузочной фазе энергия упругой деформации возвращается приводу.

Работа включения муфты A_M , Дж, при работе прессы на одиночных ходах, затрачиваемая на разгон ведомых частей привода, рассчитывается по формуле

$$A_M = (1,1 - 1,3) J_{\text{вм}} \omega_M^2, \quad (14)$$

где $J_{\text{вм}}$ – момент инерции ведомых частей привода приведенный к валу муфты, кг · м²; ω_M – угловая скорость вала муфты, с⁻¹.

При отсутствии данных по $J_{\text{вм}}$ значение A_M выбирается из таблицы 7.2 [1] как доля от произведения $P_H \cdot H$. Для определения КПД пе-

редач от вала муфты до вала электродвигателя η_m необходимо выяснить положение муфты в приводе.

При проектировании кривошипных машин тип и расположение муфты включения определяется, прежде всего, силовыми параметрами – передачей требуемого вращающего момента и общей компоновкой привода. Необходимо учитывать, что при расположении муфты на главном валу увеличивается вращающий момент, однако снижается окружная скорость на поверхности трения (преимущественно применяются фрикционные муфты включения), что значительно снижает нагрев и увеличивает долговечность трущихся поверхностей. Поэтому, несмотря на увеличение габаритов муфты, ее веса и стоимости, снижение расходов на ремонт оправдывает такую установку в приводе, т. е. на главном валу кривошипной машины. В этом случае $\eta_m = \eta_{кл} \cdot \eta_{зп}^n$ (n – число ступеней зубчатых передач от вала муфты к валу электродвигателя).

Если в главном приводе применяют две и более зубчатые передачи, то муфту предпочтительно установить на быстроходном валу, т. е. на валу, где установлен большой шкив клиноременной передачи, при этом $\eta_m = \eta_{кл}$. Для прессов-автоматов $A_m = 0$, т. к. они работают в автоматическом режиме (муфта включается в начале работы пресса).

Расход энергии за время холостого хода A_x , Дж, приводится в таблице 7.2 [1], выбранное значение необходимо умножить на $(P_n \cdot H)$ (P_n [Н], H [м]). При расчете привода кривошипных прессов простого действия для вырубki и неглубокой вытяжки можно использовать эмпирическую формулу

$$A_x = 0,25 P_n \sqrt{0,1 P_n}, \quad (15)$$

где P_n в кН.

После определения составляющих цикла, рассчитывается работа операции A_o и цикла $A_{ц}$. При оснащении пресса подачами, имеющими привод от главного вала, к работе холостого хода необходимо добавить затраты энергии на подачи. Работа подачи $A_{п}$, Дж, рассчитывается по формуле

$$A_{п} = B \cdot P_n^{3/2}, \quad (16)$$

где B – коэффициент, зависящий от типа подачи и ее скорости (выбирается по таблице 7.1 [1]); P_n – номинальное усилие в МН.

Для валковых и грейферных подач при скорости подачи V до 3 м/с $B = 1000$.

Ориентировочные данные по структуре энергетического баланса прессов приведены в таблице А.2 приложения А.

Расчетная мощность электродвигателя, N_p , кВт:

$$N_p = k \frac{A_{\text{ц}}}{1000 \cdot t_{\text{ц}}}, \quad (17)$$

где k – коэффициент запаса мощности, $k = 1,1-1,3$; $t_{\text{ц}}$ – время цикла:

$$t_{\text{ц}} = \frac{60}{n \cdot p}, \quad (18)$$

где n – число непрерывных ходов ползуна в минуту; p – коэффициент использования числа ходов, выбираемый из таблицы ПЗ [2].

По величине N_p подбирается асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, указывается его марка, мощность $N_{\text{эд}}$ [кВт] и частота вращения $n_{\text{эд}}$ [мин⁻¹].

Момент инерции маховика $J_{\text{мах}}$, кг · м², определяется по формуле

$$J_{\text{мах}} = J_{\text{пр}} \cdot X, \quad (19)$$

где $J_{\text{пр}}$ – момент инерции привода, приведенный к валу маховика, кг · м²; X – доля маховика в общем моменте инерции привода.

В свою очередь

$$J_{\text{пр}} = K_{\text{ф}} \cdot A_o / (\omega_{\text{мах}}^2 \delta), \quad (20)$$

где $K_{\text{ф}}$ – коэффициент избыточной работы – доля работы операции, выполняемой маховиком; A_o – работа операции, Дж; $\omega_{\text{мах}}$ – угловая скорость маховика, с⁻¹; δ – коэффициент неравномерности вращения вала маховика.

Коэффициент $K_{\text{ф}}$ для прессов, работающих в режиме одиночных ходов рассчитывается по формуле

$$K_{\text{ф}} = 1 - \frac{\alpha_p \cdot p}{360} k^2 \left(1 + 2 \frac{k^2 - 1}{k^2} \cdot \frac{A_x}{A_o} \right); \quad (21)$$

работающих на автоматических ходах

$$K_{\text{ф}} = 1 - \frac{\alpha_p}{360}, \quad (22)$$

где α_p – угол поворота кривошипа, соответствующий технологической операции (рабочий угол), град; p – коэффициент использования числа ходов; k – коэффициент запаса мощности; A_x – работа холостого хода; A_o – работа операции.

При выполнении расчетов можно принять

$$\alpha_p = \alpha_n,$$

где α_n – номинальный угол, выбираемый из таблицы П.4 [2].

Угловая скорость вращения маховика ω_{\max} , с^{-1} , определяется по формуле

$$\omega_{\max} = \frac{\pi n_{\max}}{30}, \quad (23)$$

где n_{\max} – частота вращения вала маховика, мин^{-1} . Так как маховик устанавливается на приемном валу, то

$$n_{\max} = \frac{n_{\text{эд}}}{i_{\text{кл}}}, \quad (24)$$

Уточненное значение $i_{\text{кл}}$ выбирается после выполнения п. 2.6. Если маховик установлен на главном валу (в приводе отсутствуют зубчатые передачи), то $\omega_{\max} = \omega$ (ω – угловая скорость вращения кривошипа).

Коэффициент неравномерности вращения маховика δ выбирается из табл. 7.3 [1] в зависимости от типа машины и режима работы. Для универсальных кривошипных прессов $\delta = 0,12$, прессов с частотой ходов в минуту $n < 20$ $\delta = 0,2-0,3$, КГШП – $\delta = 0,20-0,25$, листоштамповочных автоматов – $\delta = 0,08$.

Доля маховика в суммарном моменте инерции привода для большинства машин составляет 97–99 %, для ГКШП и ГКМ значение меньше.

В расчетах можно принять $X = 0,97$ для всех машин, кроме КГШП, у которых $X = 0,65-0,75$, и ГКМ, у которых $X = 0,85-0,90$.

Выбранное значение δ проверяется из условий допустимого нагрева электродвигателя по формуле.

$$\delta \leq \delta_{\max} = 2\varepsilon k(S_n + S_p), \quad (25)$$

где ε – коэффициент, выбираемый по графику 7.3 [1] в зависимости от коэффициента запаса мощности k и отношения A_x/A_o ; S_n – номиналь-

ное скольжение электродвигателя, зависящее от его типа; S_p – скольжение в клиноременной передаче ($S_p = 0,02$).

Если в справочной литературе не указано номинальное скольжение, то для асинхронных электродвигателей можно рассчитать из формулы

$$n_{\text{эд}} = n_{\text{эд}}^S \cdot (1 - S_n), \quad (26)$$

где $n_{\text{эд}}$ – частота вращения ротора двигателя, мин^{-1} ; $n_{\text{эд}}^S$ – синхронная частота, или частота вращения электромагнитного поля статора, мин^{-1} .

При превышении коэффициента неравномерности вращения вала маховика максимального значения, расчет необходимо вести по δ_{max} .

2.6 Расчет клиноременной передачи

Расчет клиноременной передачи производится после разбивки общего передаточного отношения привода i по ступеням ($i = n_{\text{эд}}/n$) по методике [7], [9]. Структура привода машин выбирается из кинематической схемы или рекомендаций [1], [3].

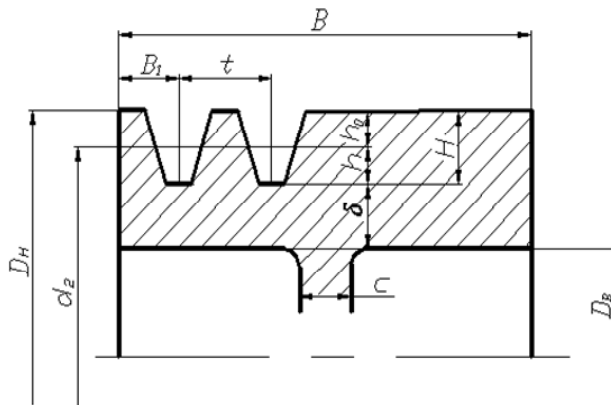
Исходными данными для расчета клиноременной передачи являются передаваемая мощность N_p , частота вращения малого шкива $n_1 = n_{\text{эд}}$ и передаточное отношение клиноременной передачи $i_{\text{кл}}$. Расчет производится в следующей последовательности: в зависимости от N_p и n_1 по номограмме [7] определяется сечение ремня, затем по таблицам в зависимости от выбранного сечения ремня по величинам n_1 и $i_{\text{кл}}$ выбирается диаметр меньшего (ведущего) шкива d_1 . Вначале ориентируются на среднее значение d_1 . Диаметр большего шкива d_2 определяют по формуле

$$d_2 = i_{\text{кл}} \cdot d_1. \quad (27)$$

Округление d_2 до стандартного значения можно не производить.

В зависимости от n_1 и $i_{\text{кл}}$ для выбранного сечения ремня определяется номинальная мощность N_0 , передаваемая одним ремнем. Для промежуточных значений n_1 и $i_{\text{кл}}$ величину N_0 рассчитывают методом линейной интерполяции.

Затем рассчитывается число ремней в передаче, производится конструирование профиля большого шкива, который является маховиком, и вычерчивается его упрощенный эскиз (рисунок 9).



$$h \cong T_0$$

$$\delta \geq 1,2h$$

$$c = (1,2 - 1,3)\delta$$

Рисунок 9 – Эскиз маховика

Момент инерции маховика J_{\max} , кг · м², рассчитывается по формуле

$$J_{\max} = \pi\rho \cdot B(R^4 - r^4)/2, \quad (28)$$

где ρ – плотность материала маховика, $\rho = 7860$ кг/м³ (сталь), $\rho = 7000$ кг/м³ (чугун); B – ширина маховика, м, определяемая числом ремней; R – наружный радиус маховика, м, рассчитываемый по формуле $R = d_2/2$; r – внутренний радиус маховика, м:

$$r = d_2/2 - h - \delta.$$

При выборе материала маховика необходимо учитывать его окружную скорость V , м/с, определяемую расчетом

$$V = \frac{\pi d_2 n_2}{60 \cdot 1000}, \quad (29)$$

где $n_2 = n_1/i_{\text{кл}}$.

При $V \leq 25$ м/с маховик выполняется из чугуна, при $V > 25$ м/с – стальным (сталь 25Л). Момент инерции маховика необходимо сравнить с расчетным значением, полученным в п. 2.5 (формула (19)). Если инерционность маховика недостаточна, можно увеличить его ширину B до значения $B \leq 0,5d_2$ или (и) уменьшить диаметр D_B до значения $D_B \geq 0,6d_2$. При значительной разнице с расчетным значением необходимо увеличить диаметр d_1 и соответственно d_2 , т. е. в таблицах выбрать большее значение d_1 . Если этого недостаточно, можно увеличить передаточное отношение клиноременной передачи $i_{\text{кл}}$, выбрав электродвигатель с большей частотой вращения.

При этом кинематический расчет корректируется с учетом изменения n_1 .

Если момент инерции маховика превышает расчетный, выполненный в п. 2.5 более чем на 10 %, то его необходимо снизить, уменьшив размеры (выбирается меньшее значение d_1 и соответственно d_2).

2.7 Выбор муфты и тормоза

Выбор муфты и тормоза и их проверочный расчет производится по методике [1], [8]. Вначале рассчитывается момент, передаваемый муфтой; для фрикционных муфт проверяется условие фрикционного сцепления и производится проверка на нагрев по показателю износа. Для тормоза находится тормозной момент, который проверяется по условию фрикционного сцепления и рассчитывается показатель износа. Для ленточного тормоза определяются усилия в набегавшей и сбегавшей ветви и рассчитывается наибольшее давление на фрикционной поверхности.

2.8 Расчет станины пресса

Для расчета станины необходимо определить ее тип и размеры расчетных сечений. Размеры станины при отсутствии данных в паспорте пресса устанавливаются из чертежа общего вида машины с учетом масштаба или рекомендаций [3]. Станины кривошипных прессов открытого типа рассчитываются в следующей последовательности: выполняется эскиз сечения станины на уровне штампового пространства с указанием расстояния от точки приложения номинального усилия на ползуне до края станины («вылет» станины); расчетное сечение разбивается на простые элементы и определяется положение центра тяжести сечения станины; рассчитывается момент инерции сечения относительно центральной оси, затем определяются напряжения при внецентренном растяжении.

Результирующие напряжения от растяжения и изгиба сравниваются с допустимыми значениями. Эпюры напряжений растяжения, изгиба и суммарных нормальных напряжений строятся рядом с эскизом расчетного сечения.

Для расчета разъемных станин закрытых прессов необходимо: задаться числом стяжных шпилек и определить их диаметр; рассчитать усилие затяжки станины и напряжения в стойках; затем определяется деформация элементов станины и угол поворота гаек при затяжке шпилек. Формулы для расчета станин и необходимый справочный материал приведен в литературе [1], [3], [5].

3 Указания по расчету чеканочных кривошипно-коленных прессов

При выполнении проекта проводятся расчеты:

- основных кинематических величин кривошипно-коленного механизма;
- сил, действующих на звенья кривошипно-коленного механизма;
- мощности электродвигателя;
- маховика;
- муфты и тормоза;
- подшипников скольжения шарниров кривошипно-коленного механизма;
- станины пресса.

Расчеты производятся [1], [3].

4 Указания по расчету горизонтально-ковочных машин

В пояснительной записке приводятся расчеты:

- основных кинематических величин кривошипно-ползунного механизма;
- допускаемых усилий на высадочном ползуне по прочности зубчатой передачи и прочности главного вала;
- мощности электродвигателя;
- маховика;
- усилия зажима, усилия, действующего вдоль бокового ползуна при закрытой матрице;
- предохранительного устройства зажимного ползуна;
- муфты и тормоза;
- кольцевых предохранителей под пуансоны и фрикционного предохранителя на маховике.

Расчеты производятся по общей методике расчета кривошипных прессов. Методика расчета зажимного механизма и особенности расчета мощности электродвигателя ГКМ даны в [1], [3], [11].

5 Указания по расчету листовых кривошипных ножниц с наклонным ножом

При выполнении проекта рассчитываются:

- основные кинематические величины кривошипно-ползунного механизма;

– допускаемые усилия на ножевой балке по прочности кривошипного вала для двух случаев:

а) приложение усилия резания в середине стола;

б) приложение усилия резания под один из шатунов;

– допускаемые усилия на ножевой балке по прочности зубчатой или червячной передачи;

– мощность электродвигателя;

– маховик;

– ножевая балка на прочность;

– муфта и тормоз;

– стойки, стол и траверса ножниц на прочность, деформация траверсы. Расчеты производятся по [1], [18].

6 Указания по расчету электровинтовых прессов

В расчетной части проекта необходимо определить: размеры винта, гайки, маховика; средний крутящий момент; синхронную угловую скорость; число пар полюсов; угол обхвата статора; среднюю требуемую мощность электродвигателя во время разгона рабочих масс вниз; среднюю выходную мощность электродвигателя; активную среднюю мощность электродвигателя; площадь активной поверхности статора и высоту статора; произвести прочностной расчет станины пресса.

Расчеты производятся по [1], [12].

7 Указания по расчету гидравлических прессов

В расчетной части проекта необходимо выполнить следующие расчеты:

– необходимой производительности насоса и мощности электродвигателя;

– главного цилиндра и плунжера;

– возвратных цилиндров и плунжеров;

– цилиндра и поршня выталкивателя;

– скорости рабочего и обратного хода, скорости движения выталкивателя;

– системы наполнения и слива;

– станины пресса.

Расчет ведется по [1], [13].

8 Указания по расчету приводных пневматических молотов

В расчетной части проекта необходимо провести расчеты:

- энергии удара молота;
- мощности электродвигателя;
- момента инерции маховика;
- клиноременной и зубчатой передачи;
- шатуна и кривошипного вала компрессора;
- поршня компрессора.

Расчет ведется по [1], [14].

9 Указания по расчету паровоздушных молотов

В расчетной части проекта необходимо:

- построить индикаторные диаграммы;
- определить количество ударов;
- определить расход энергоносителя;
- определить энергетические показатели молота;
- провести расчет на прочность штока и стоек.

Расчет ведется по [1], [15].

10 Указания по расчету ротационных машин

В расчетной части проекта необходимо рассчитать:

- усилия, действующие на валки и ролики машины;
- крутящие моменты на валках и роликах;
- общий крутящий момент, мощность привода машины, валки на прочность и жесткость.

Расчет ведется по [1], [16].

11 Указания по расчету прессов-автоматов

В расчетной части проекта необходимо:

- построить цикловую диаграмму автомата;
- определить основные кинематические величины механизма главного движения;
- провести динамический расчет механизма главного движения;
- провести расчеты кривошипного вала, мощности электродвигателя, маховика.

Расчет ведется по [1], [17].

Литература

1 Банкетов, А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / А. Н. Банкетов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1982. – 576 с.

2 Буренков, В. Ф. Расчет главных валов кривошипных машин : метод. указания к курсовому проектированию для студентов специальности 12-04 / В. Ф. Буренков. – Гомель : ГПИ, 1990. – 47 с.

3 Ланской, Е. Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных машин / Е. Н. Ланской, А. Н. Банкетов. – Москва : Машиностроение, 1966. – 380 с.

4 Иванов, М. Н. Детали машин / М. Н. Иванов. – Москва : Высш. шк., 1976. – 399 с.

5 Ровинский, Г. Н. Листоштамповочные механические прессы / Г. Н. Ровинский, С. Л. Злотников. – Москва : Машиностроение, 1968. – 376 с.

6 Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В. И. Власов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1982. – 424 с.

7 Тростин, В. И. Расчет ременных и цепных передач : методич. указания по курсовому проектированию / В. И. Тростин, В. Ф. Буренков. – Гомель : ГПИ, 1982. – 38 с.

8 Буренков, В. Ф. Фрикционные муфты включения и тормоза. Конструирование и расчет : пособие к курсовому проекту по дисциплине «Теория, расчеты и конструкции прессово-штамповочного оборудования» / В. Ф. Буренков. – Гомель, ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 45 с.

9 Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособие для учащихся машиностр. специальностей техникумов / С. А. Чернавский [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1987. – 416 с. : ил.

10 Живов, Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – Харьков : Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1966. – 455 с.

11 Несвит, С. М. Горизонтально-ковочные машины и их автоматизация / Несвит С. М., Нюнько О. И. – Москва : Машиностроение, 1964. – 323 с.

12 Бочаров, Ю. А. Винтовые прессы / Ю. А. Бочаров. – Москва : Машиностроение, 1976. – 246 с.

13 Нехай, С. М. Проектирование гидравлических прессов / С. М. Нехай. – Москва : Машиностроение, 1963. – 236 с.

14 Дунаев, П. А. Пневматические молоты / П. А. Дунаев. – Москва : Машиностроение, 1959. – 152 с.

15 Зимин, А. И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства: в 2 ч. / А. И. Зимин. – Москва : Машгиз, 1953. – Ч. 1 : Молоты. – 459 с.

16 Живов, Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. Ротационные машины. Импульсные штамповочные устройства / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – Киев, 1972. – 279 с.

17 Навроцкий, Г. А. Кузнечно-штамповочные автоматы / Г. А. Навроцкий. – Москва : Машиностроение, 1965. – 424 с.

18 Ножницы для резки листового и сортового проката / И. С. Леонов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1972. – 375 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Рекомендуемые значения коэффициента шатуна λ [10]

Тип кривошипной машины	λ
ПРЕССЫ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ	
Универсальные простого действия с регулируемым ходом	0,065–0,085
Универсальные простого действия с нормальным ходом	0,085–0,125
Универсальные простого действия с увеличенным ходом	0,145–0,175
Вытяжные двойного действия	0,190–0,270
Универсальные простого действия с плунжерной подвеской ползуна	0,300–0,350
Вытяжные двойного действия с плунжерной подвеской ползуна	0,420–0,490
Автоматы с нижним приводом	0,055–0,070
Ножницы кривошипные листовые с наклонным верхним ножом	0,08–0,13
ПРЕССЫ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ	
Горячештамповочные	0,140–0,175
Горизонтально-ковочные машины	0,270–0,330
Обрезные прессы	0,100–0,120
Автоматы многопозиционные	0,100–0,300
Чеканочные прессы	0,120–0,160

Таблица А.2 – Ориентировочные данные по структуре энергетического баланса прессов различного назначения

Тип и назначение пресса	A_T	A_f	$A_{f \text{ упр}}$	A_M / η_M	A_X	Всего
Универсальные одностоечные и двухстоечные	1	0,6–1,2	0–0,3	0,3–0,8	0,5–1,2	2,4–4,5
Однокривошипные закрытые	1	0,5–1	0–0,4	0,3–0,4	0,3–0,4	2,1–3,2
Двухкривошипные	1	0,3–1	0,2–0,5	0,7	0,3–0,4	2,5–3,6
Обрезные	1	0,9	0,2	0,3	0,3	2,7
Горячештамповочные	1	1	0,8–1	0,2–0,5	0,3–0,5	3,3–4
Чеканочные	1	1	0,3–0,7	0,3–0,4	0,6	3,2–3,7
Холодновысадочные автоматы	1	0,5–1	0,5–0,8	–	1,5–2,5	3,5–5,3
Примечание. Значения составляющих зависят от величины хода ползуна, наличия зубчатого привода и конструкции муфты. Работа на пневматическую подушку не учтена.						

					<i>ОМД. 01Д. 000СБ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>Робото-технологический комплекс Сборочный чертеж</i>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Ххххххх	ххх	ххх				1:1
Пров.		Ххххххх	ххх	ххх				
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Рук. пр.		Ххххххх	ххх	ххх		<i>ГТТУгр.Д-51</i>		
Н. контр.		Ххххххх	ххх	ххх				
Утв.		Верещагин	ххх	ххх				

Рисунок А.1 – Пример выполнения основной надписи по ГОСТ 2.104–68 (форма 1) (высота рамки 55 мм)

Поз. обозначен.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Электродвигатель	1	
2	Колесо зубчатое	1	
3	Шкив	1	

Dimensions: Total width 185, column widths 20, 110, 10. Row heights 15, 8, 8.

Рисунок А.2 – Пример выполнения перечня элементов на схемах

					<i>ОМД. 01Д. 000ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>Робото-технологический комплекс Пояснительная записка</i>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		ххххххх	хххх	хххх			1	12
Пров.		ххххххх	хххх	хххх				
Рук. пр.		ххххххх	хххх	хххх		<i>ГТТУгр.Д-51</i>		
Н. контр.		ххххххх	хххх	хххх				
Утв.		Верещагин	хххх	хххх				

Рисунок А.3 – Основная надпись (форма 2) по ГОСТ 2.104–68 (высота рамки 40 мм)

					<i>ОМД. 01Д. 000ПЗ</i>			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				2

Рисунок А.4 – Основная надпись (форма 2а) по ГОСТ 2.10–68 (высота рамки 15 мм)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени П. О. СУХОГО»

Кафедра «Обработка материалов давлением»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине «Теория, расчеты
и конструкции прессово-штамповочного оборудования»
Тема проекта : «.....»

Выполнил(а) студент(ка) группы Т-51

XXXXXXXXXXXX Х.Х.

Руководитель проекта

XXXXXXXXXXXX Х.Х.

Члены комиссии:

XXXXXXXXXXXX Х.Х.

XXXXXXXXXXXX Х.Х.

Оценка _____

Дата

Гомель 2007

Содержание

Введение.....	3
1 Тематика, содержание и объем курсового проекта.....	4
1.1 Графическая часть.....	4
1.2 Пояснительная записка.....	5
2 Указания по расчету кривошипных машин.....	8
2.1 Определение основных кинематических величин кривошипно-ползунного механизма.....	8
2.2 Расчет приведенного плеча сил.....	10
2.3 Построение графика усилий на ползуне, допускаемых прочностью главного вала.....	12
2.4 Расчет усилия на ползуне, допускаемого зубчатой передачей.....	14
2.5 Выбор мощности электродвигателя и момента инерции маховика.....	15
2.6 Расчет клиноременной передачи.....	21
2.7 Выбор муфты и тормоза.....	23
2.8 Расчет станины пресса.....	23
3 Указания по расчету чеканочных кривошипно-коленных прессов.....	24
4 Указания по расчету горизонтально-ковочных машин.....	24
5 Указания по расчету листовых кривошипных ножниц с наклонным ножом.....	24
6 Указания по расчету электровинтовых прессов.....	25
7 Указания по расчету гидравлических прессов.....	25
8 Указания по расчету приводных пневматических молотов.....	26
9 Указания по расчету паровоздушных молотов.....	26
10 Указания по расчету ротационных машин.....	26
11 Указания по расчету прессов-автоматов.....	26
Литература.....	27
Приложения.....	29

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ТЕОРИЯ, РАСЧЕТЫ И КОНСТРУКЦИИ ПРЕССОВО-ШТАМПОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Методические указания
к курсовому проекту для студентов специальностей
1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением» и 1-36 20 02 «Упаковочное
производство (по направлениям)»**

Электронный аналог печатного издания

Авторы-составители: **Буренков** Валерий Филиппович

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 13.11.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,0.

Изд. № 91.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.