Государственное профессиональное образовательное учреждение

Ярославской области

« Ярославский автомеханический колледж».

**Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**

учебная дисциплина

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

для специальности

15.02.08. «Технология машиностроения».

2017г.

|  |  |
| --- | --- |
| **ОДОБРЕНЫ и**  **РЕКОМЕНДОВАНЫ**  **предметно-цикловой комиссией**  **машиностроения и металлообработки** | **Соответствуют государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников (специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 15.02.08 « Технология машиностроения» по программе базовой подготовки** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017**  **Председатель ПЦК**  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.И.Исаковская** | **Рекомендована Методическим советом колледжа**  **Протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **от «\_\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017**  **Председатель Методического совета**  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.И. Елкин** |

Разработчик:

Цымбал Н.Б., преподаватель ГПОУ ЯО Ярославского автомеханического колледжа.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ являются собственностью ГПОУ ЯО « Ярославский автомеханический колледж».

Для использования, размножения, переработки необходимо подавать заявки

в ГПОУ ЯО « Ярославский автомеханический колледж».

**150054, г. Ярославль, ул.Автозаводская, 1-а,**

**Тел/факс (4852) 73-26-43; E-mail: avtomeh@bk.ru**

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| **Лабораторные работы** | **Стр.** |
| 1. Определение центра тяжести плоских фигур. | 4 |
| 1. Испытание различных материалов на срез и скалывание. | 4 |
| 1. Определение модуля сдвига при испытании на кручение. | 6 |
| 1. Испытание пружин. | 7 |
| 1. Определение линейных и угловых перемещений поперечных сечений статически определимой балки и сравнение результатов испытаний с теоретическими расчетами. | 9 |
| 1. Определение критической силы для сжатого бруса большой гибкости и сопоставление с результатами, полученными по формуле Эйлера. | 10 |
| 1. Определение геометрических параметров зубчатого зацепления методом замеров. | 11 |
| 1. Изучение конструкции редуктора. | 12 |
| 1. Исследование одноболтового соединения, работающего на сдвиг. | 13 |

**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1**

**«Определение центра тяжести плоских фигур»**

**Цель:** получить навыки определения положения центра тяжести фигуры теоретически по формулам и практически методом подвешивания.

**Оборудование:** установка, бумага, линейка, отвес.

**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Наложить фигуры на развёрнутый лист бумаги и обвести её контур.
2. Разбить чертёж фигуры на простейшие составные части, показать центр тяжести каждой из них.
3. Снять по линейке координаты центра тяжести (Ц.Т.) составных фигур и вписать в таблицу.
4. Произвести расчёт координат Ц.Т.

(см); (см)

1. Вырезать фигуру из ватмана и нанести на неё Ц.Т.
2. Проверить расчёт путём подвешивания фигуры в 2 – 3 точках. Результаты занести в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № фигуры | Наименование фигуры | Размеры фигуры (см) | Площадь (см2) |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |

1. Сделать вывод.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. С какой целью определяют положение центра тяжести?
2. Как найти положение центра тяжести простейших фигур (прямоугольник, треугольник и т.д.)?
3. Порядок определения положения центра тяжести составных фигур?

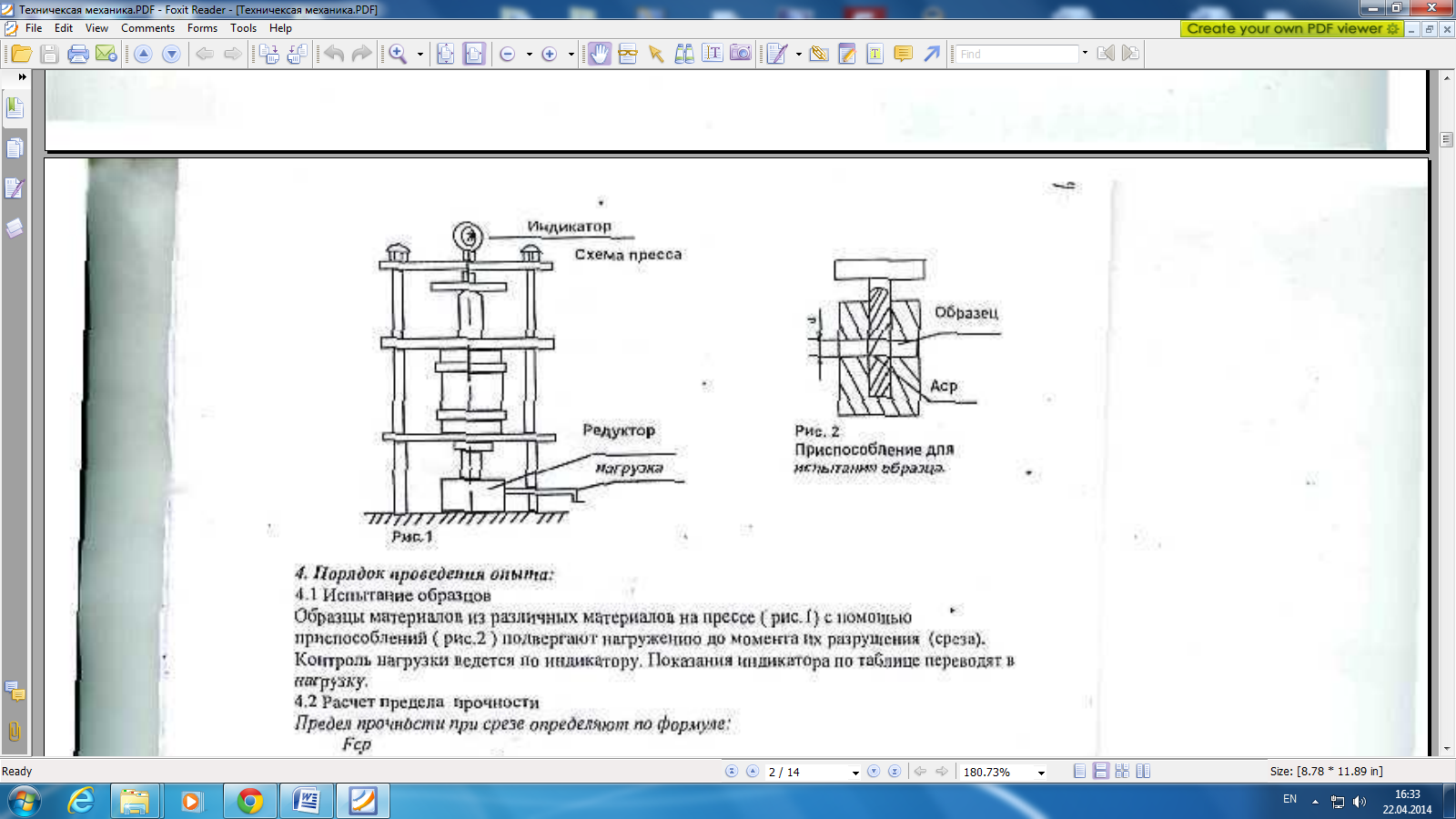
**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

**«Испытание различных материалов на срез и скалывание»**

**Цель:** определение пределов прочности разных материалов путём испытания образцов на срез и скалывание.

**Оборудование:** пресс, набор приспособлений, мерительный инструмент.



**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Испытание образцов.

Образцы материалов из различных материалов на пресс (рис. 1) с помощью приспособлений (рис. 2) подвергаются нагружению до момента их разрушения (среза). Контроль нагрузки ведётся по индикатору. Показания индикатора по таблице переводят в нагрузку.

1. Расчёт предела прочности.

Предел прочности при срезе определяют по формуле:

(Н/мм2),

где - разрушаемая нагрузка, Н,

- площадь среза или скалывания, мм2.

Для образцов круглого и конического сечения:

(мм2),

где - число плоскостей среза образца,

- диаметр образца, мм.

1. Результаты занести в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Материал образца | Размеры | Показания индикатора | Нагрузка , Н | Площадь , мм2 | Предел прочности  , Н/мм2 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

1. Сделать вывод, сравнив пределы прочности разных материалов.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется пределом прочности?
2. Как определяется предел прочности при сдвиге, срезе?
3. Какой из материалов имеет наибольший предел прочности?

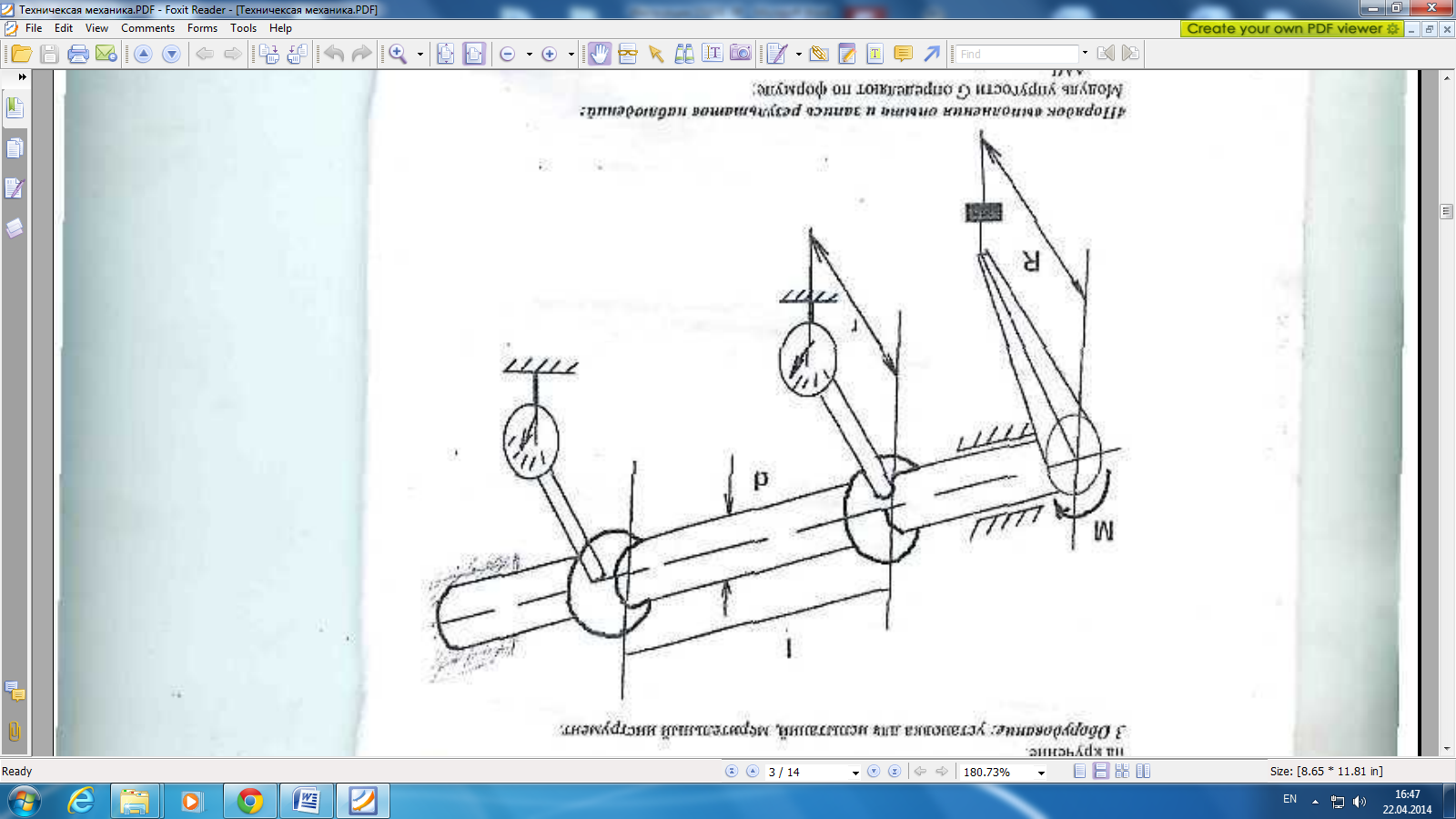
**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3**

**«Определение модуля сдвига при испытании на кручение»**

**Цель:** ознакомление с методикой определения модуля сдвига при испытании материала на кручение.

**Оборудование:** установка для испытаний, мерительный инструмент.



**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Модуль упругости определяют по формуле:

(Н/мм2),

где - приращение вращающего момента, Н·мм:

(Н·мм),

где Н (вес одного груза),

- плечо силы веса грузов, мм,

- расстояние между сечениями, мм,

- полярный момент инерции сечения, мм4:

(мм4),

где - диаметр вала, мм,

- приращение угла закручивания, рад:

(рад),

где - расстояние (плечо) до индикатора, мм,

– среднее арифметическое приращений

.

1. Нагружение надо вести ступенями, добавляя по одному грузу (Н).
2. Показания индикаторов вписать в таблицу (, ) с точностью до 0,005 мм.
3. Величину найти по среднему арифметическому из приращений ().
4. Результаты занести в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | , Н·мм | Показания индикаторов | | Разность показаний | Прирост на один груз  ( |
|  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

1. Сделать вывод, сравнив опытное значение с теоретическим.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Как влияет модуль упругости на угол закручивания?
2. Как опытным путём определяется угол закручивания?
3. Как определяется момент инерции сплошного круга и кольца?

**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4**

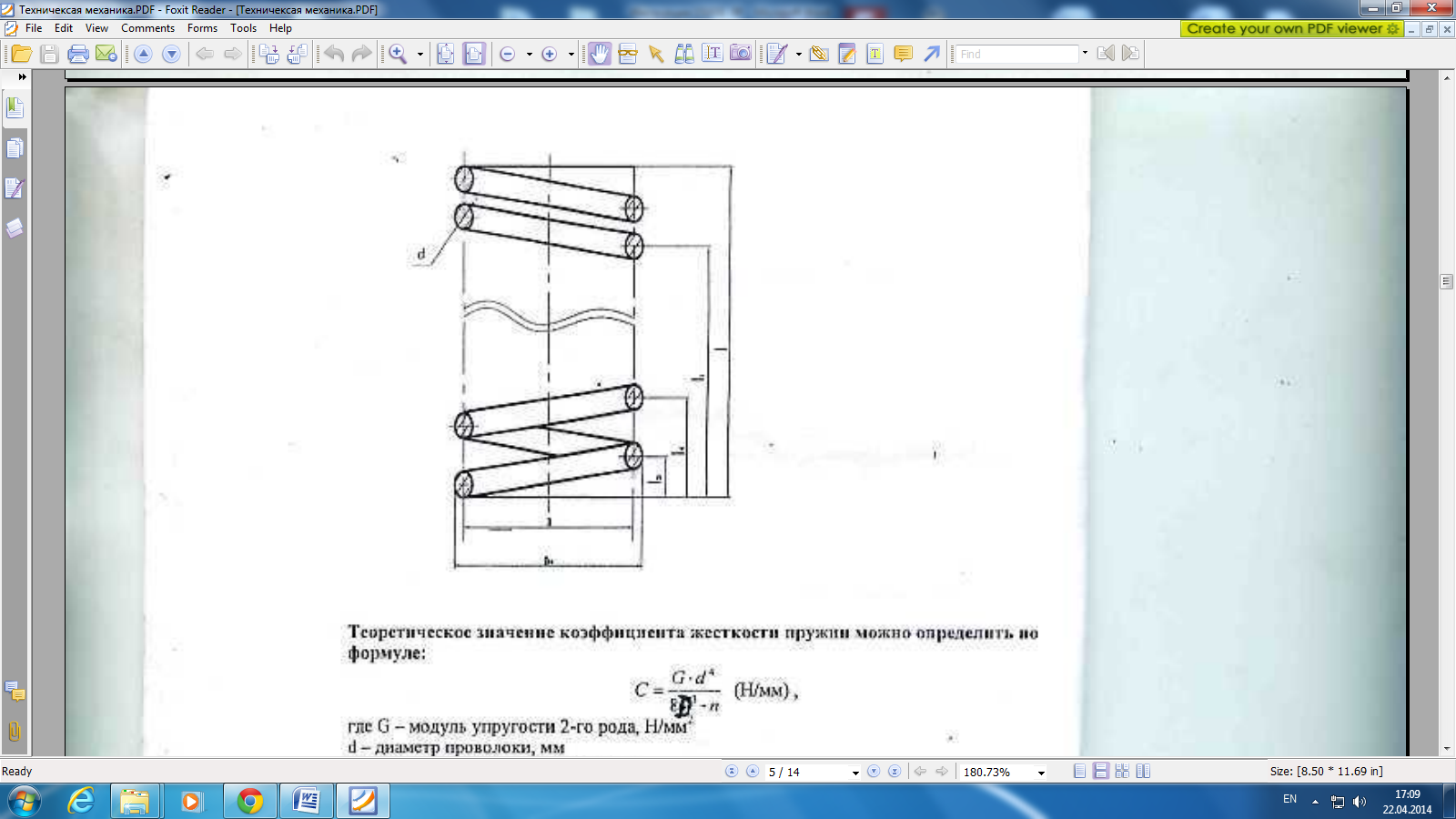
**«Испытание пружин»**

**Цель:** определение коэффициента жесткости пружины опытным путём и сравнение полученной величины с теоретическим значением.

**Оборудование:** ручной механический пресс, пружина, мерительный инструмент.

**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Параметры пружины:



Теоретическое значение коэффициента жесткости пружин можно определить по формуле:

(Н/мм),

где – модуль упругости 2-ого рода, Н/мм,

- диаметр проволоки, мм,

- средний диаметр пружины, мм:

(мм),

где - наружный диаметр пружины, мм,

- рабочее число витков:

,

где - общее число витков.

Определение коэффициента жесткости опытным путём:

(Н/мм),

где – нагрузка, Н,

- осадка, мм.

Величину нагрузки определяют по показаниям индикатора пресса через татировочную таблицу, прилагаемую к прессу. Величину осадки определяют, как разность , где - длина пружины без нагрузки, - длина нагруженной пружины, нагружение ведётся статически, ступенями.

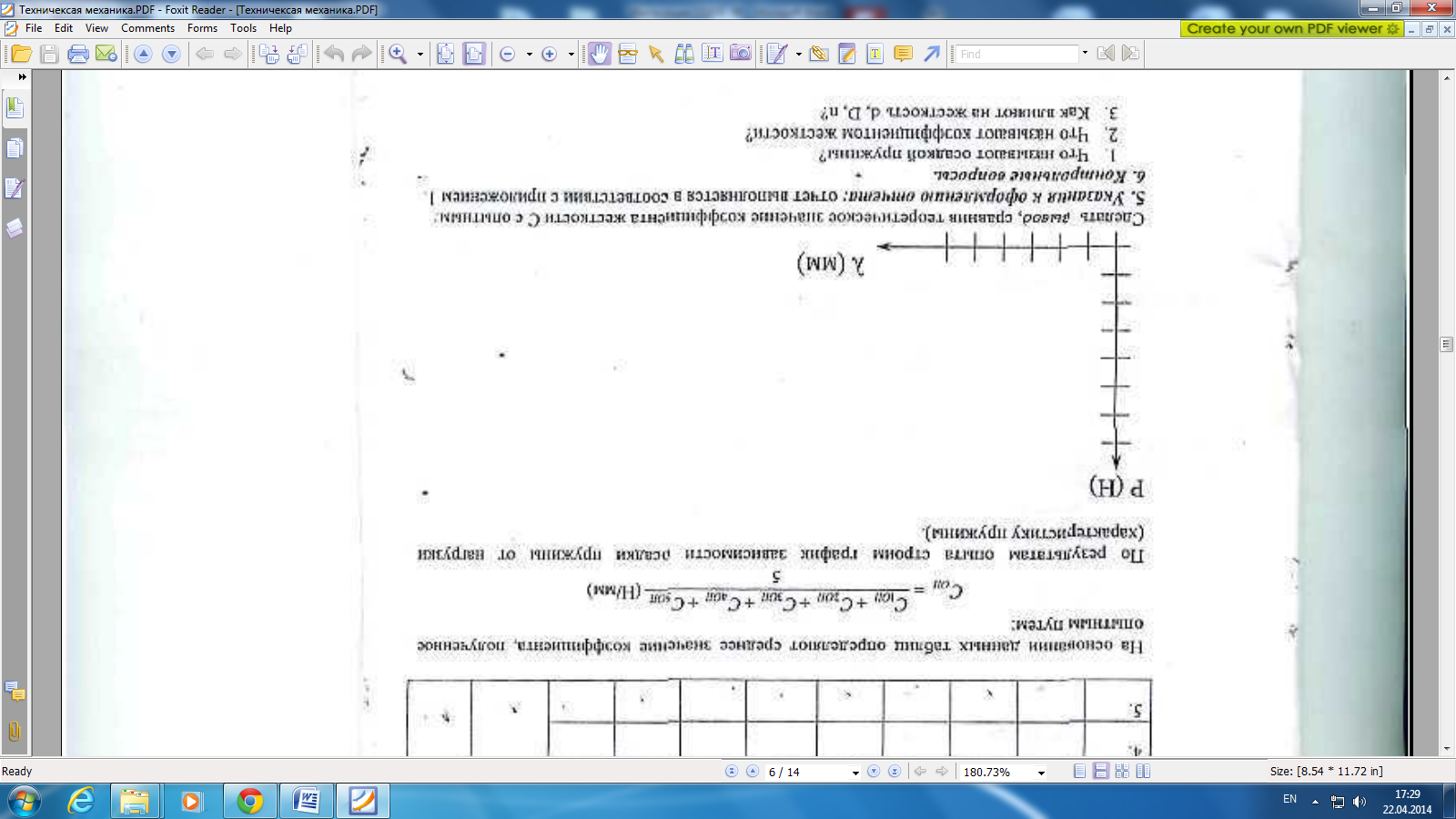
1. Параметры пружины и результаты опыта сводятся в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | , мм | , мм | , мм |  | Показания индикатора | , Н | , мм | (Н/мм) | (Н/мм) | (Н/мм) |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. На основании данных таблиц определяют среднее значение коэффициента, полученное опытным путём:

(Н/мм)

1. По результатам опыта строим график зависимости осадки пружины от нагрузки (характеристику пружины).



1. Сделать вывод, сравнив теоретическое значение коэффициента с опытным.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Что называют осадкой пружины?
2. Что называют коэффициентом жесткости?
3. Как влияют на жесткость , , ?

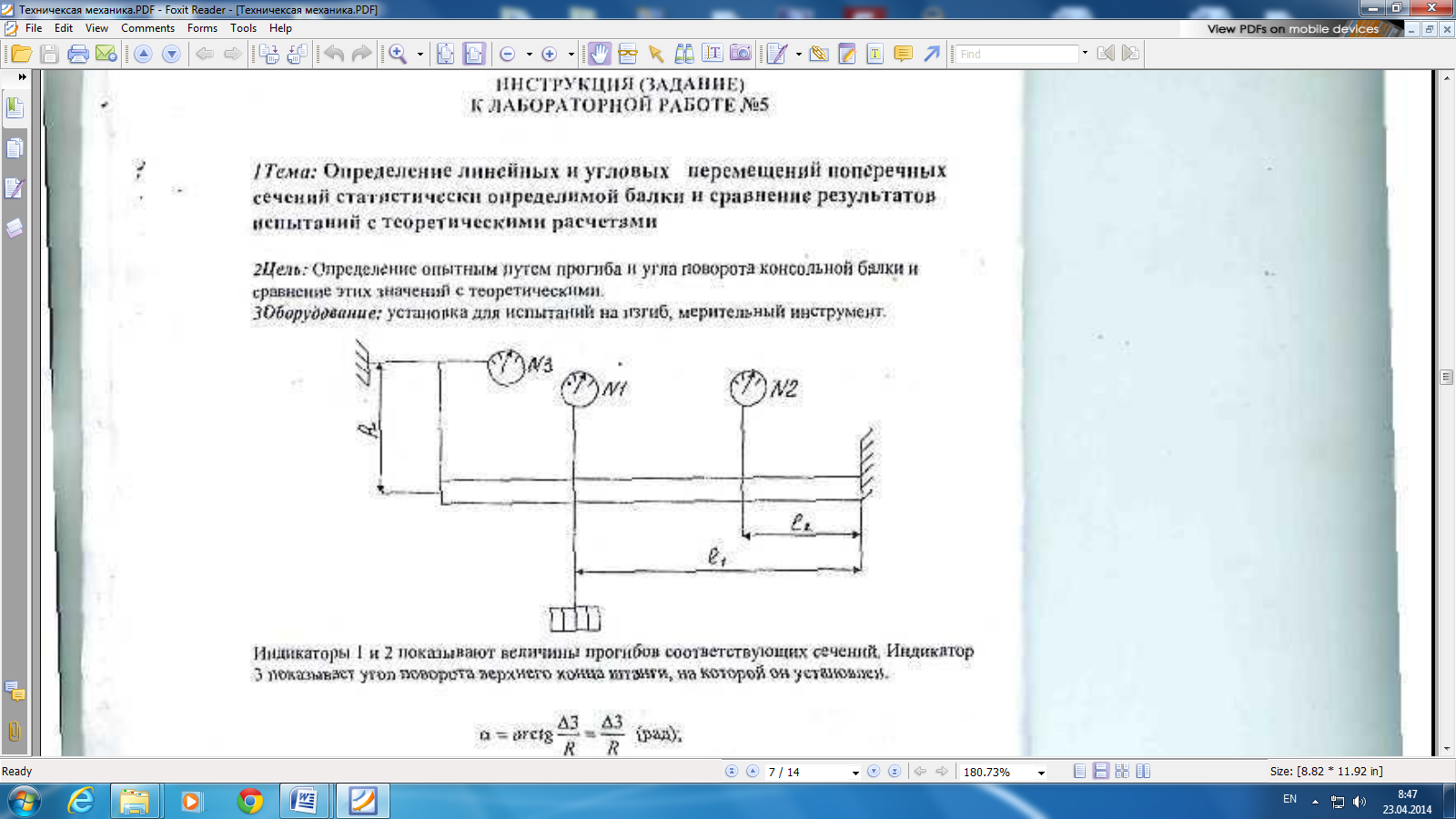
**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5**

**«Определение линейных и угловых перемещений поперечных сечений  
статически определимой балки и сравнение результатов испытаний с теоретическими расчетами»**

**Цель:** определение опытным путём прогиба и угла поворота консольной балки и сравнение этих значений с теоретическими.

**Оборудование:** установка для испытаний на изгиб, мерительный инструмент.

****

Индикаторы 1 и 2 показывают величины прогибов соответствующих сечений. Индикатор 3 показывает угол поворота верхнего конца штанги, на которой он установлен.

(рад).

**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Нагружение вести ступенями, добавляя по одному грузу и записывать показания индикаторов и угла поворота в делениях с точностью до деления.
2. Теоретические значения прогибов:

Сечение 1:

(мм);

Сечение 2:

(мм).

Теоретическое значение угла:

(рад),

где – нагрузка, Н (;

- расстояние от заделки до сечения, мм;

- модуль упругости материала (для стали ;

- момент инерции сечения, мм4:

(мм4),

где - ширина сечения, мм;

- высота сечения, мм.

1. Результаты занести в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Показания индикаторов | | | Прирост показаний на один груз (в делениях) | | |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |

1. Практические значения:

(мм); (мм); (рад).

Перевести значения и в мм, сняв цену деления с индикаторов.

1. Сделать вывод, сравнив значения прогибов и угла с теоретическими.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Что является мерой деформации при изгибе?
2. Как влияет осевой момент инерции сечения на величину деформации?
3. Как определить опытным путём угол поворота сечения?

**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6**

**«Определение критической силы для сжатого бруса большой гибкости и сопоставление с результатами, полученными по формуле Эйлера»**

**Цель:** определение критической силы опытным путём и сравнение её с вычисленной по формуле Эйлера.

**Оборудование:** механический пресс, мерительный инструмент, испытуемый брус (стержень).

Схема пресса



**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Нагружение осуществляется механическим прессом. Когда сжимающая сила достигает критических значений, стержень начнёт изгибаться.

Величина критической силы определяется по верхнему индикатору. Показания индикатора переводятся в нагрузку Н по тарировочной таблицу. Замер производится в момент, когда сила (показания индикатора) не изменяется при продолжающейся деформации стержня.

1. Теоретические значения критической силы вычисляются по формуле Эйлеера:

(Н),

где - модуль упругости материала бруса, Н/мм2;

- минимальный осевой момент инерции сечения, мм4;

- длина образца, мм;

- коэффициент, зависящий от способа крепления концов стержня;

, – размеры поперечного сечения образца, мм.

1. Результаты записать в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта |  | Показания индикатора , мм | Нагрузка , Н | Размеры , , мм | , мм | , Н | , Н |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |

1. Сделать вывод, сравнив величину критической силы, определённой опытным путём с её теоретическим значением.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Какая сила называется критической?
2. Какие существуют способы закрепления концов стержней?
3. Как влияет осевой момент инерции сечения на величину критической силы?

**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7**

**«Определение геометрических параметров зубчатого зацепления методом замеров»**

**Цель:** научиться определять геометрические параметры зубчатого зацепления методом замеров.

**Оборудование:** зубчатая передача, мерительный инструмент.

**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Определить передаточное число зубчатой пары:

,

где , - число зубьев шестерни и колеса (сосчитать).

1. Определить модуль зацепления зубчатой пары:

(мм),

где – диаметр окружности выступов шестерни или колеса (замерить).

Найденный модуль согласовать с ГОСТ.

1. Определить основные размеры зубчатой пары:

Диаметр делительных окружностей:

(мм),

(мм)

Диаметр окружностей выступов:

(мм),

(мм)

(проверить замером)

Диаметры окружностей впадин:

(мм),

(мм)

Ширину шестерни и колеса замерить и записать.

Высоту зубьев:

(мм)

1. Определить межосевое расстояние:

(мм).

1. Определить коэффициент ширины зубчатых колес:

.

1. Определить вращающий момент на валу колеса :

(Н·мм).

Принять коэффициент ; Н/мм2.

Коэффициент для прямозубых передач

для косозубых передач

1. Определить межосевое расстояние по передаваемому моменту :

(мм).

1. Сделать вывод, сравнив расчетное межосевое расстояние и полученное методом замера.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется модулем зацепления?
2. Как влияет модуль зацепления на габариты передачи?
3. Зачем нужен зазор в зацеплении? Его величина?

**ИНСТРУКЦИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №8**

**«Изучение конструкции редуктора»**

**Цель:** изучить назначение, устройство, классификацию, порядок разборки и сборки редуктора.

**Оборудование:** редуктор, набор инструментов (гаечные ключи, отвёртка, плоскогубцы, штангенциркуль и др.).

**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. По учебнику С.А. Чернавский и др. «Курсовое проектирование деталей машин» (стр. 5 – 25) изучить назначение, классификацию, устройство редуктора разных типов.
2. Разобрать редуктор и описать порядок его разборки.

Осмотреть редуктор, выявить ведущий, промежуточный и ведомый валы редуктора.

1. Описать основные детали редуктора.

Описать основные детали с точки зрения их назначения в редукторе и конструктивных особенностей: форма, материал, количество и назначение отверстий, количество зубьев и т.д.

1. Начертить эскиз кинематической схемы редуктора (Пример рис. 1, рис. 2).

Для двухступенчатого червячного редуктора кинематическую схему дать в двух видах.

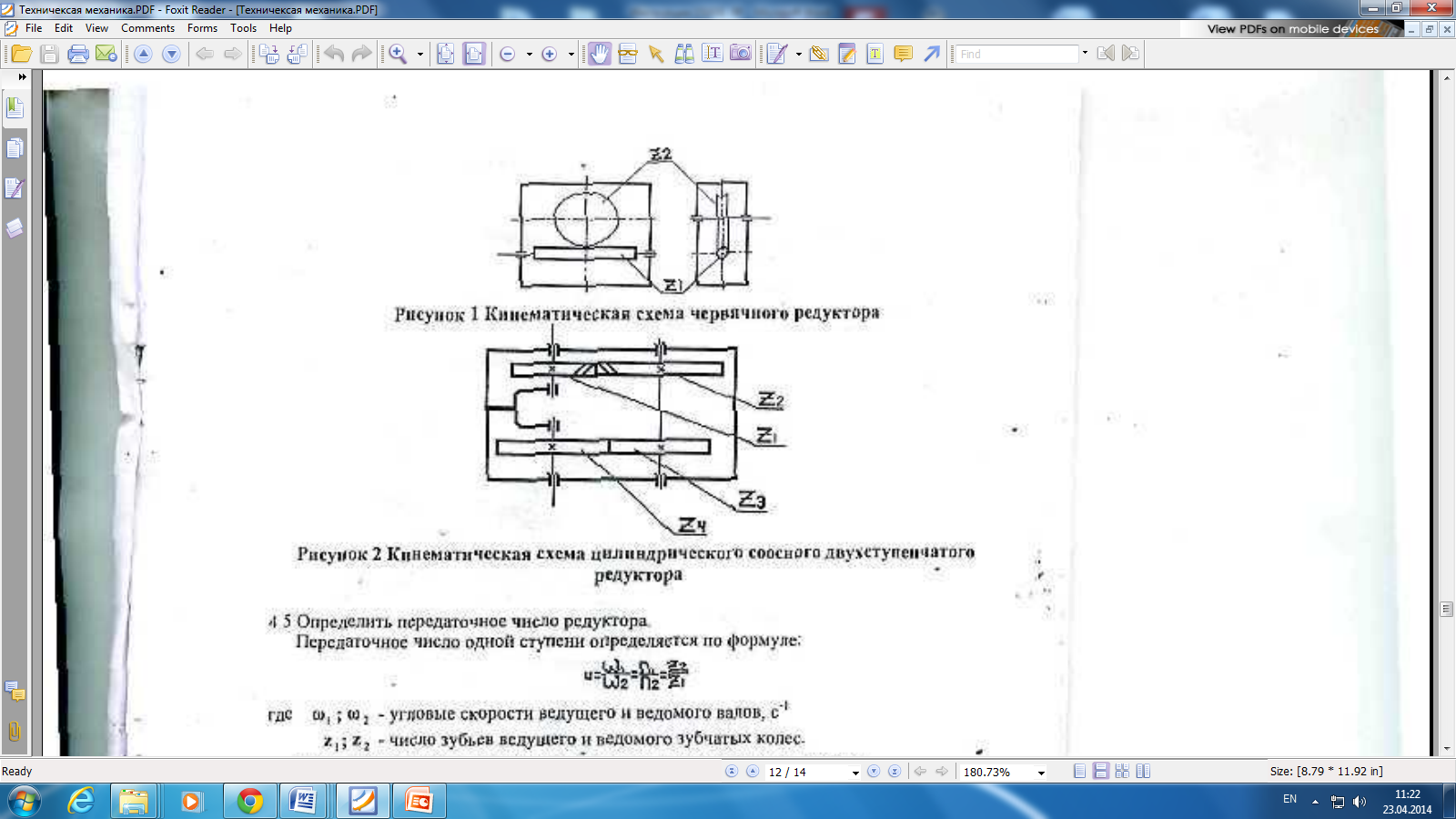


Рис. 1. Кинематическая схема червячного редуктора

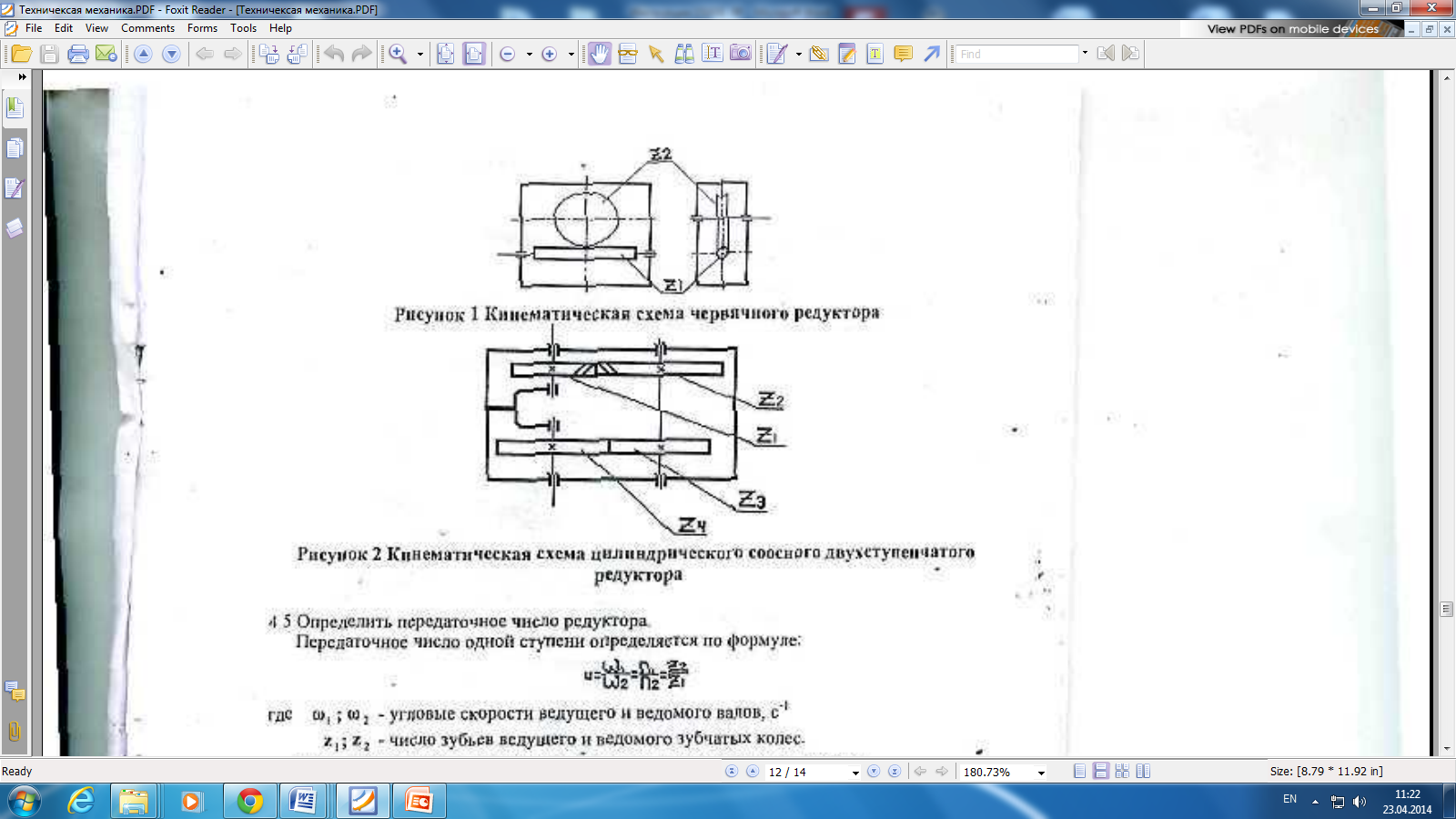


Рис. 2. Кинематическая схема цилиндрического соосного двухступенчатого редуктора

1. Определить передаточное число редуктора.

Передаточное число одной ступени определяется по формуле:

где , - угловые скорости ведущего и ведомого валов, ;

, - число зубьев ведущего и ведомого зубчатых колёс.

Для червячного редуктора под понимают число заходов червяка.

Общее передаточное число редуктора определяется по формуле:

,

где, , … - передаточное число отдельных ступеней.

1. Определить модуль зацепления каждой ступени, согласовать с ГОСТ.
2. Определить межосевое расстояние каждой ступени. Проверить замером.
3. Вывод:

- указать к какому типу относится изучаемый редуктор;

- указать его основные параметры: передаточное число каждой ступени и общее.

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. С какой целью применяют редукторы?
2. По каким признакам классифицируются редукторы?
3. Как определить передаточное число многоступенчатого редуктора?

**ИНСТРУКЦИЯ**

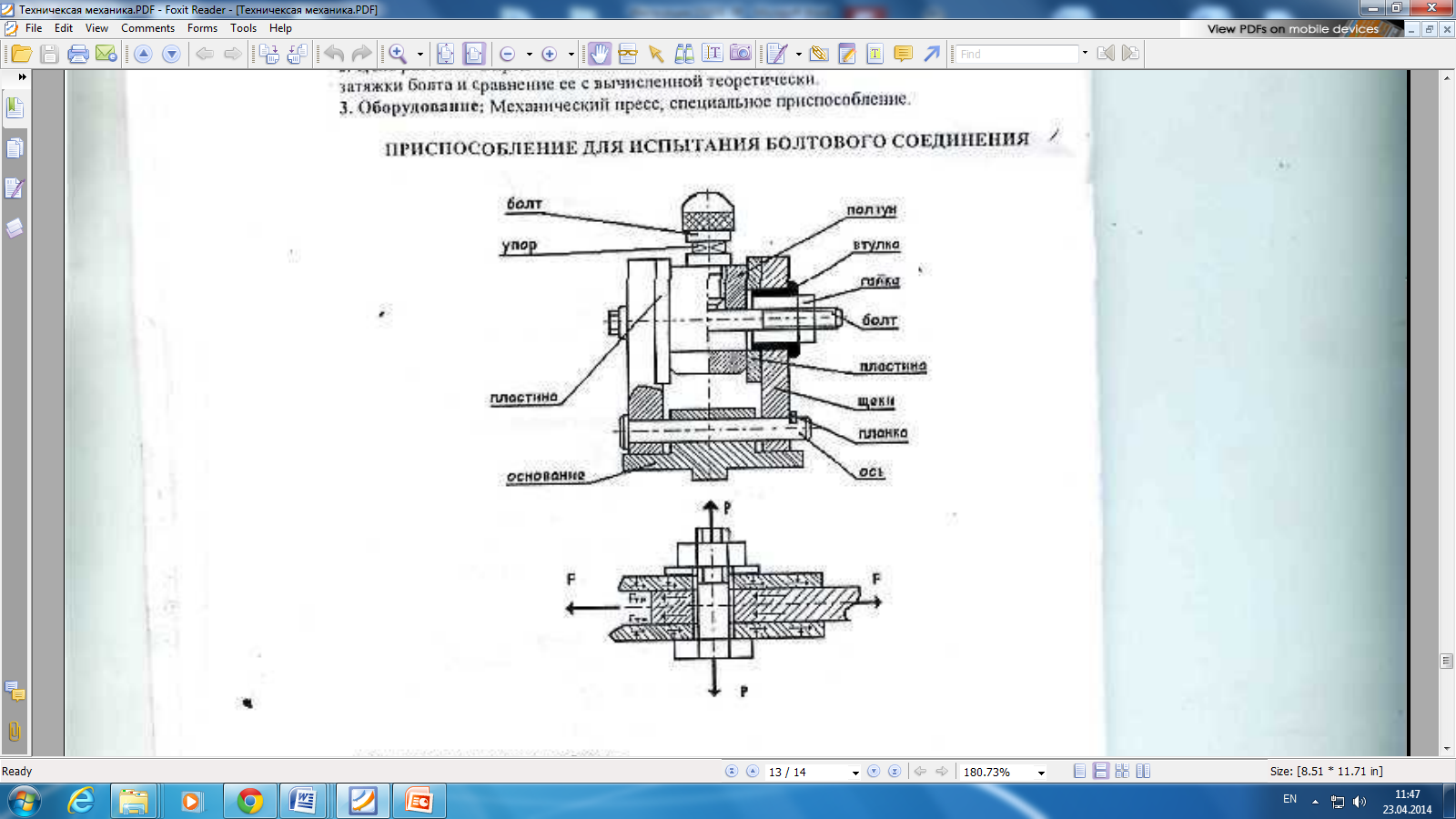
**К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №9**

**«Исследование одноболтового соединения, работающего на сдвиг»**

**Цель:** определение величины сдвигающей силы в зависимости от момента затяжки болта и сравнение её с вычисленной теоретически.

**Оборудование:** механический пресс, специальное приспособление.

Приспособление для испытания болтового соединения



**Порядок выполнения опыта и запись результатов наблюдений:**

1. Определение теоретического значения сдвигающей силы.

Болтовое соединение, нагруженное внешними силами, действующими в плоскости стыка, может осуществляться с помощью болтов, поставленных без зазора или с зазором.

Условие отсутствия сдвига деталей в таком соединении записывается в виде:

(Н) или (Н),

где – внешняя сдвигающая нагрузка, Н;

- усилие затяжки болта, Н;

– коэффициент трения на поверхности контакта, соединяемых деталей;

- число пар поверхностей трения.

Внешняя нагрузка должна уравновешиваться силами трения , возникающими на поверхности контакта деталей при затяжке болта. Если соединяемые детали сдвинутся и зазор между ними и болтом выберется, то соединение считается нарушенным, а сила в этом случае является предельной для затяжки.

Величину усилия затяжки болта можно определить из формулы момента, необходимого для завинчивания гайки, которая имеет вид:

(Н·мм)

где – момент трения в резьбе, Н·мм;

- момент трения на опорной поверхности гайки, Н·мм;

- средний диаметр, мм;

– угол профиля резьбы ();

– угол подъёма резьбы, ,

где – шаг резьбы, мм;

- приведённый угол трения,

и - коэффициенты трения в резьбе и на торце гайки;

- наружный диаметр опорной поверхности гайки (размеры под ключ), мм;

- внутренний диаметр опорной поверхности гайки (диаметр отверстия в шайбе), мм.

Теоретическое значение сдвигающей силы определяется по формуле:

(Н)

1. Практическое определение сдвигающей силы.

Опытным путём сдвигающая сила определяется на механическом ручном прессе с использованием приспособления (см. схему). Величину нагрузки определяют по показанию индикатора. В момент сдвига (нагрузка будет постоянной) снимаются показания индикатора, которые затем по тарировочной таблице переводятся в значение нагрузки.

1. Вывод (сравнить опытное значение сдвигающей силы с теоретическим).

**Указания к оформлению отчёта:**

Отчёт выполняется в соответствии с приложением 1.

**Контрольные вопросы:**

1. Что влияет на величину сдвигающей силы?
2. Как влияет момент затяжки на величину сдвигающей силы?
3. Как контролировать момент затяжки?

**Приложение 1**

**Департамент образования Ярославской области**

**государственное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования Ярославской области**

**Ярославский автомеханический техникум**

**Специальность: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Дисциплина: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Группа \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**(фамилия и инициалы студента) (подпись)**

**Отчёт по лабораторной работе № \_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

1. **Тема:**
2. **Цель работы:**
3. **Схема приборов (или инструментов) и установок:**
4. **Результаты измерений и исследований:**
5. **Вывод:**

**Замечание и оценка преподавателя**

**Подпись преподавателя \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**