

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Сибирский колледж транспорта и строительства

Методические указания для студентов по выполнению лабораторных работ

учебной дисциплины ОПЦ.02 Техническая механика
по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

базовая подготовка
среднего профессионального образования

Иркутск 2024

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической
комиссией общетехнических и
электротехнических дисциплин
Протокол № 9
«11» апреля 2024 г.
Председатель ЦМК: Игнатенко Ж.С.

Методические указания для студентов по выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины, разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Составитель: О.В.Якименко. – преподаватель ФГБОУ ВО ИрГУПС СКТиС

Пояснительная записка

Настоящие методические указания предназначены для проведения лабораторных занятий по программе дисциплины «Техническая механика» для студентов 2 курса очного отделения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, и включает описания 2 лабораторных работ.

Задачи лабораторных занятий обусловлены необходимостью получения студентом знаний и умений согласно требованиям ФГОС СПО, на основе которых формируются общие и профессиональные компетенции. Формирование соответствующих компетенций связано с решением задач по развитию у студентов соответствующих знаний и умений.

Код ОК, ПК	Умения	Знание
1	2	3
ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Распознавать задачу в профессиональном контексте; анализировать задачу и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи; составить план действия; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Основные источники информации для решения задач в профессиональном контексте; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую	Номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации

Код ОК, ПК	Умения	Знание
1	2	3
	информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска	
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.	Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; применять современную научную профессиональную терминологию.	Содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология.
ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.	Организовывать работу коллектива и команды.	Психологические основы деятельности коллектива.
ПК 1.1. Подбирать наиболее оптимальные решения из строительных конструкций и материалов, разрабатывать узлы и детали конструктивных элементов зданий и сооружений в соответствии с условиями эксплуатации и назначением;	- выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции; строить расчетную схему конструкции по конструктивной схеме; выполнять статический расчет; проверять несущую способность конструкций; подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;	- законы механики деформируемого твердого тела, виды деформаций, основные расчеты; - определение направления реакции связи; - определение момента силы относительно точки, его свойства; - типы нагрузок и виды опор балок, ферм, рам; - напряжения и деформации, возникающие в
ПК 1.2. Выполнять расчеты и	выполнять расчеты	строительных элементах

Код ОК, ПК	Умения	Знание
1	2	3
конструирование строительных конструкций	соединений элементов конструкции;	при работе под нагрузкой; - моменты инерции простых сечений элементов и др

Перед началом каждой работы необходимо ознакомиться с ее содержанием. При выполнении работы студенты записывают исходные данные, результаты испытаний и производят соответствующие расчеты. После выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе. Отчет о проделанной работе следует делать на листах формата А4. Содержание отчета указано в описании лабораторной работы. Таблицы и рисунки следует выполнять чертежным инструментом, карандашом с соблюдением ЕСКД.

Защита лабораторных работ проводится на плановых занятиях. Во время защиты студент сдает отчет, содержащий все пункты задания, и отвечает на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к выполненной работе.

При оценивании лабораторных работ используется двухбалльная система зачтено/незачтено. Оценка зачтено ставится если:

- работа выполнена в срок, правильно и в полном объеме;
- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.
- сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы.

Оценка незачтено ставится, если не выполнены условия предыдущего пункта.

При работе в лаборатории должны выполняться требования техники безопасности. Каждый студент в начале учебного года получает инструктаж по технике безопасности и расписывается в специальном журнале.

Лабораторная работа № 1(2 часа)

Тема

Определение центра тяжести плоских сечений.

1 Цель работы

Определение координат центра тяжести плоских сечений опытным путём и проверка их по формулам.

2 Оснащение: линейка измерительная, плоская фигура, стойка, отвес.

3 Задание к работе

3.1 Определить координаты центра тяжести плоского сечения опытным путём.

3.2 Проверить полученные координаты аналитическим способом.

4 Общие сведения

Центр тяжести - это геометрическая точка, которая может быть расположена и вне тела (например, диск с отверстием, полый шар и т.п.). Большое практическое значение имеет определение центра тяжести тонких плоских однородных пластин. Их толщиной обычно можно пренебречь и считать, что центр тяжести расположен в плоскости. Если координатную плоскость xOy совместить с плоскостью фигуры, то положение центра тяжести определяется двумя координатами:

$$X_C = \frac{A_i \cdot x_i}{A_i} = \frac{A_1 \cdot x_1 + A_2 \cdot x_2 + \dots + A_n \cdot x_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

$$Y_C = \frac{A_i \cdot y_i}{A_i} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + \dots + A_n \cdot y_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2)$$

где A_i – площадь части фигуры, мм^2 (см^2)

x_1, y_1 – координаты центра тяжести частей фигуры, мм (см)

На рисунке 1 показана однородная плоская фигура сложной формы. Её можно разбить на четыре простые фигуры: треугольник, квадрат, полукруг и прямоугольник. Проведя систему координат xOy , для каждой простой фигуры определить координаты центра тяжести:

$$C_1 = \left(\frac{2}{3}h; \frac{a}{2} \right) \quad (3)$$

$$C_2 = \left[\left(h + \frac{a}{2} \right); \frac{a}{2} \right] \quad (4)$$

$$C_3 = \left[\left(h + \frac{a}{2} \right); \left(\frac{a}{2} + \frac{4R}{3\pi} \right) \right] \quad (5)$$

$$C_4 = \left[\left(h + a + \frac{b}{c} \right); \frac{H}{2} \right] \quad (6)$$

и их площади $A_1 = \frac{a \cdot h}{2}$; $A_2 = a^2$; $A_3 = \frac{\pi \cdot R^2}{2}$; $A_4 = b \cdot H$.

Знак минус у площади показывает, что это площадь отверстия.
Координаты центра тяжести всей фигуры вычисляются по формулам (1) и (2)

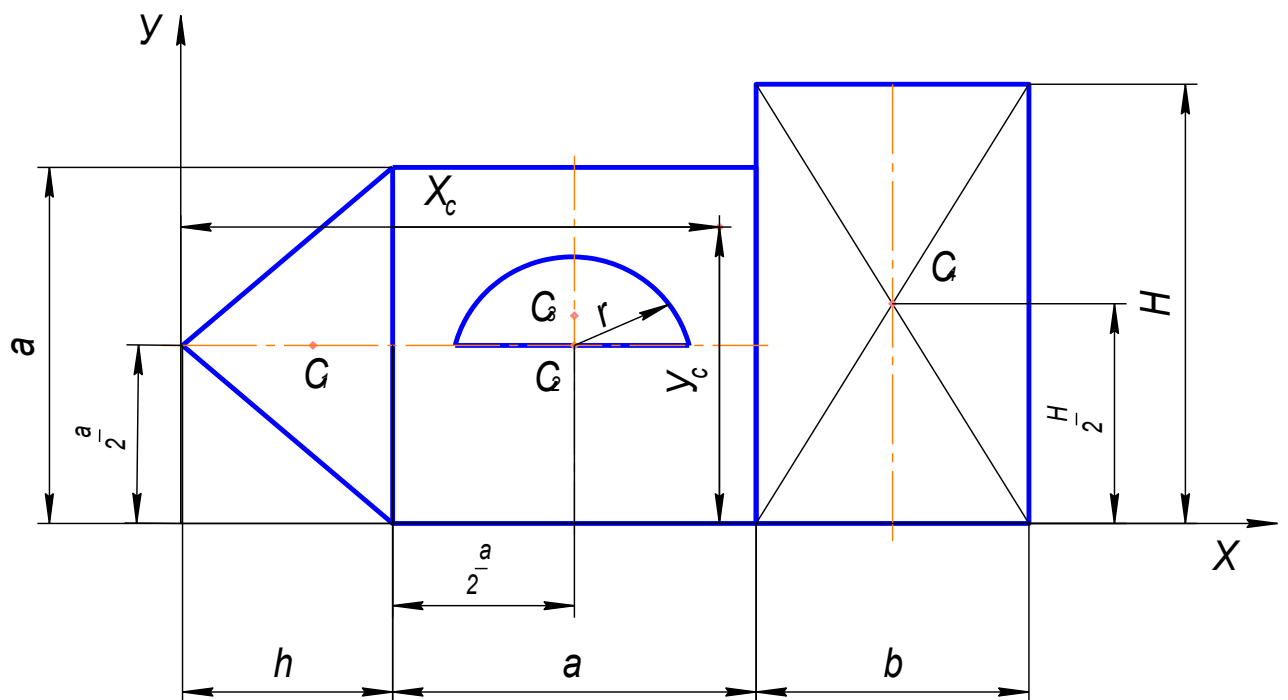


Рисунок 1

Установка для испытания

Установка для опытного определения координат центра тяжести способом подвешивания состоит из вертикальной стойки 1, к которой прикреплена игла 2. Плоская фигура 3 подвешивается на иглу сначала в точке А, а потом в точке В и т.д. С помощью отвеса 4, закреплённого на той

же игле, на фигуре прочерчивают карандашом вертикальную линию, соответствующую нити отвеса. Центр тяжести С фигуры будет находиться в точке пересечения вертикальных линий, нанесённых при подвешивании фигуры в точке А и В.

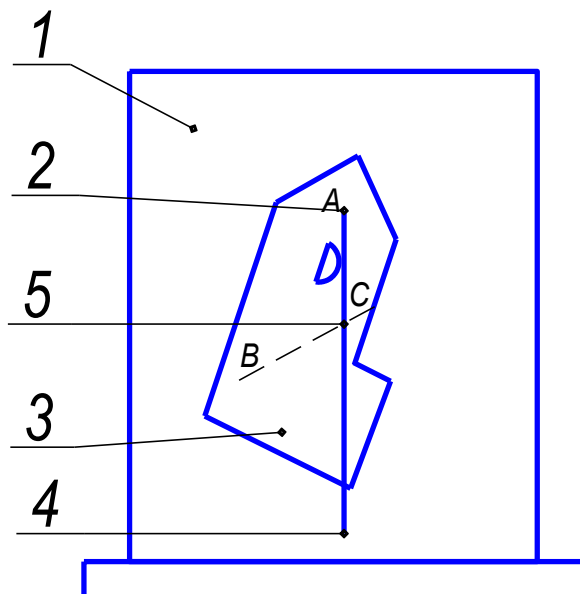


Рисунок 2

5 Порядок выполнения работы

5.1 Ознакомьтесь с устройством установки для определения центра тяжести плоской фигуры.

5.2 Опытным путём найти центр тяжести данной фигуры.

3.3 Начертить фигуру сложной формы, состоящую из 3 - 4 простых фигур (треугольник, прямоугольник, часть круга и т.п.) и проставить её размеры согласно требованиям ГОСТ.

5.4 Провести оси координат так, чтобы они охватывали всю фигуру.

5.5 Разбить сложную фигуру на простые части.

5.6 Определить площадь и координаты центра тяжести каждой фигуры относительно выбранной системы координат.

5.7 Вычислить координаты центра тяжести сложной фигуры аналитически.

$$X_c = \frac{A_i \cdot x_i}{A_i} \quad Y_c = \frac{A_i \cdot y_i}{A_i}$$

5.8 На чертеже отметить положение центров тяжести простых фигур с указанием их координат X_i и Y_i и красным цветом указать координаты X_c и Y_c .

Примечание - Центр тяжести фигуры, найденный аналитическим способом, и центр тяжести, найденный опытным путём, должны совпадать.

5.9 Сделать вывод о положении центра тяжести при аналитическом и опытном определении.

6 Контрольные вопросы

6.1 Что такое центр параллельных сил, каким свойством он обладает?

6-2 Что такое сила тяжести, где она приложена?

6.3 Где находится центр тяжести?

6.4 Написать формулу координат центра тяжести кругового сектора.

Лабораторная работа № 2(2 часа)

Тема

Испытание на растяжение образца из низкоуглеродистой стали

1 Цель работы

Исследовать процесс растяжения стального образца до разрыва и определить основные механические характеристики материала образца.

2 Оснащение: пресс гидравлический, приспособление для разрыва, штангенциркуль на 150 мм для измерения с точностью до 0,1 мм, линейка, образец стальной, методическое пособие.

3 Задание к работе

3.1 Определить относительное удлинение образец из низкоуглеродистой стали после разрыва.

3.2 Определить предел текучести образца из низкоуглеродистой стали.

3.3 Определить предел прочности образца из низкоуглеродистой стали.

4 Общие сведения

Для изучения свойств материалов и установления допускаемых напряжений производят испытания материалов вплоть до разрушения. Испытания производят при статических, ударных и циклических нагрузках. По виду деформации - на растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Испытания производят на специальных машинах и обычно ведут при стандартных условиях: форма образца, температура, скорость деформации и т.д.

Самым распространённым видом испытания является испытание на растяжение, т.е. оно является наиболее простым и позволяет наиболее правильно судить о свойствах материала. Для испытания берутся образец Ø20 мм (их называют нормальными) или меньше (их называют пропорциональными).

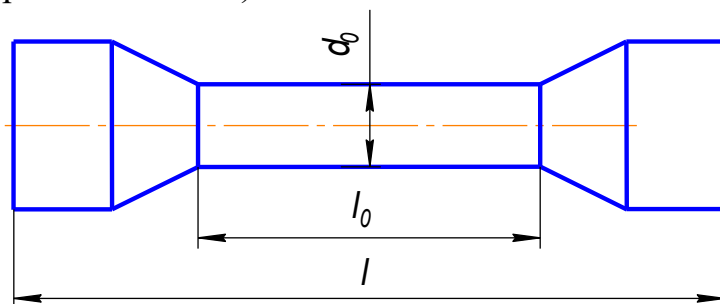


Рисунок 1

где l_0 – расчётная длина.

Образцы при $l_0 = 10d$ – длинные

при $l_0 = 5d$ – короткие.

Целью испытания является определение механических характеристик материалов. К ним относятся:

1. $\sigma_{\text{ПЦ}}$ - предел пропорциональности - наибольшее напряжение до которого справедлив закон Гука

$$\sigma_{\text{ПЦ}} = \frac{F}{A_0}, \quad (1)$$

где $F_{\text{ПЦ}}$ – нагрузка соответствующая пределу пропорциональности;
 A_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца.

2. σ_y - предел упругости - наибольшее напряжение, при котором в образце не возникнет остаточных деформаций

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_0}, \quad (2)$$

где F_y – нагрузка соответствующая пределу упругости.

3. σ_T - предел текучести - напряжение, при котором происходит рост пластических деформаций без заметного увеличения нагрузки.

$$\sigma_T = \frac{F_T}{A_0}, \quad (3)$$

где F_T – нагрузка соответствующая пределу упругости.

4. $\sigma_{\text{ПЧ}}$ - предел прочности – наибольшее условное напряжение, которое может выдержать до разрушения,

$$\sigma_{\text{ПЧ}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_0}, \quad (4)$$

где F_{max} – наибольшая нагрузка которую может выдержать образец.

5. относительное остаточное удлинение при разрыве ε - величина, характеризующая пластичность материала

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0}, \quad (5)$$

где $\Delta \ell$ – относительное остаточное удлинение;
 ℓ_0 – абсолютное удлинение образца.

6. относительное остаточное сужение ψ характеризует пластичность материала

$$\psi = \frac{\Delta A}{A_0}, \quad (6)$$

где ΔA – относительное остаточное уменьшение площади поперечного сечения;

A_0 – абсолютное остаточное уменьшение площади поперечного сечения.

Эти характеристики имеют большое значение как при выборе материала для элементов конструкции, так и при расчёте их на прочность.

В результате испытаний, если разрывная машина снабжена самопишущим аппаратом, получают диаграмму растяжения в координатах $F - \Delta \ell$, рисунок 2. Для удобства исследований её перестраивают и изображают в координатах $\sigma - \epsilon$. Эту диаграмму называют условной.

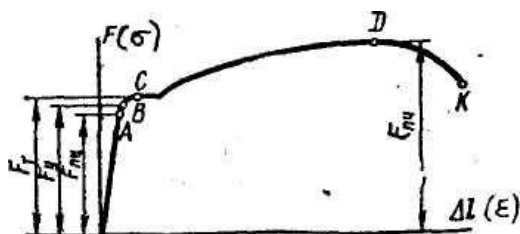


Рисунок 2

Как показывают исследования, текучесть сопровождается значительными сдвигами кристаллов стали, поэтому на поверхности полированных образцов появляются линии под углом 45° , т.е. приблизительно соответствующие положению наибольших касательных напряжений (линии Чернова - Людерса), рисунок 3

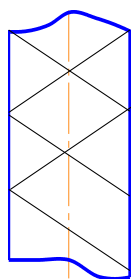


Рисунок 3

При достижении $\sigma_{ПЧ}$ на образце появляется резкое местное сужение, так называемая шейка. Площадь сечения образца в шейке быстро

уменьшается и, как следствие, падает усилие и условное напряжение. Происходит разрыв образца по сечению шейки.

Рассмотренная диаграмма характерна для пластичных материалов (малоуглеродистая сталь, медь, алюминий, латунь и др).

Техническая характеристика прессы, рисунок 4	
Диаметр большого поршня	- 58 мм;
Диаметр малого поршня	- 10 мм;
Ход большого поршня	- 60 мм;
Ход малого поршня не менее	- 220 мм;
Максимальное расстояние между поршнем и верхней плитой	- 120 мм;
Номинальное усилие	- 4000 кгс;
Предельное рабочее давление	- 150 кгс/см ² ;
Количество масла	- 0,5 л.

Устройство прессы

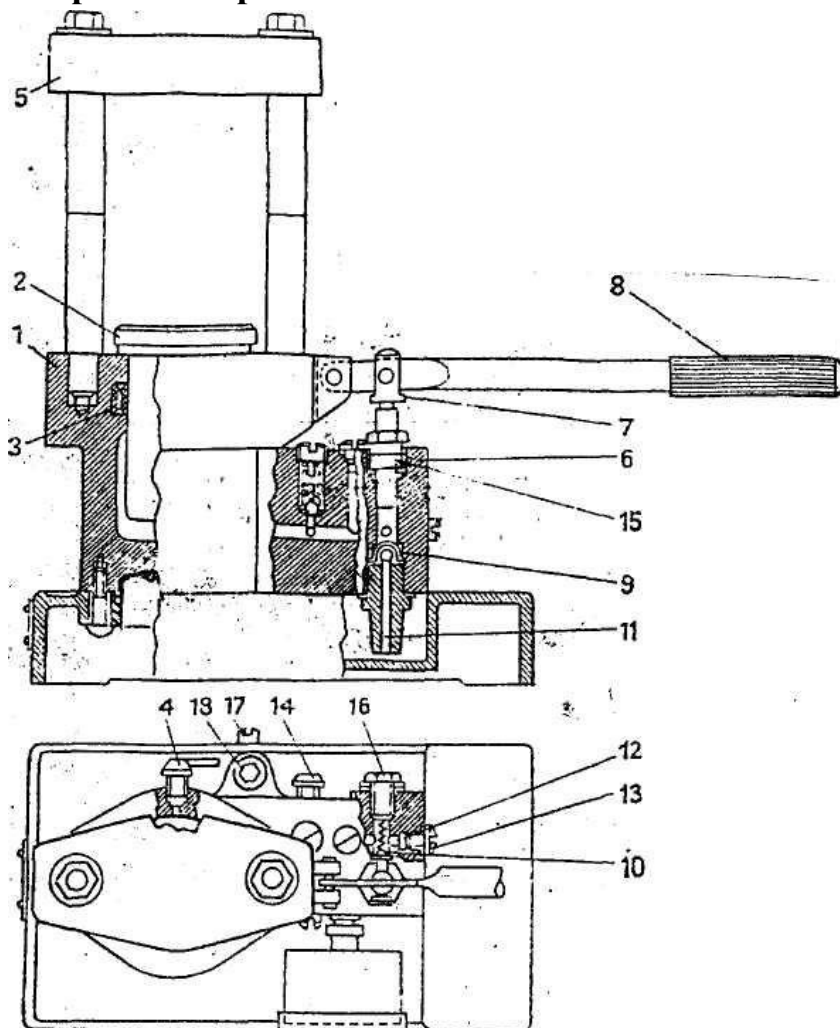


Рисунок 4 – Пресс

На корпусе пресса, рисунок 4, в котором находятся большой цилиндр с рабочим поршнем и малым цилиндром с насосом и поршнем, укреплен манометр, предохранительный клапан и две колонки с опорной плитой. Сзади корпуса расположены два вентиля для выпуска воздуха и слива масла. В основании корпуса имеется бачок с крышкой для масла, ёмкостью 0,5 л. Нагнетание, масла в рабочий цилиндр осуществляется рукояткой малого поршня. В большом цилиндре 1 движется поршень 2 с плитой. Поршень плотно подогнан к цилиндру в его верхней части за счёт кожаной прокладки - манжета 3, который создаёт уплотнение между стенками цилиндра и поршнем. На стенке цилиндра находится вентиль 4 для выпуска воздуха из цилиндра. Над поршнем укреплена на двух колонках верхняя плита 5. На колонках нанесены круговые риски, показывающие предел подъёма поршня.

Малый цилиндр 6 с насосом и поршнем 7 служит для нагнетания масла - является насосом для подачи масла в большой цилиндр. Поршень насоса приводится в движение рукояткой 8. Функции всасывающего клапана 9 и нагнетательного клапана 10 выполняют стальные шарики диаметром 8 мм. Масло поступает в насос по каналу 11 из бака. Из насоса в цилиндр масло проходит по каналу 12, закрытому с одной стороны пробкой 13. Для слива из большого цилиндра в бак предназначен вентиль 14, для выпуска масла из бака - болт заглушка 18 и винт 17.

Требования по технике безопасности

1. Ознакомится с устройством пресса.
2. Проверить сохранность стопорного винта, фиксирующего резьбовую пробку пружины предохранительного клапана, установленного при заводской выверке, сохранность подтверждается неповреждённостью краски.
3. Проверить целостность корпуса манометра, стекла, стрелки.
4. Все работы производить при рабочем давлении не выше 150 кг/см^2 (на шкале манометра обозначено красной краской).
5. При обнаружении выхода масла на наружных поверхностях корпуса вне мест уплотнений прокладками работу на прессе прекратить до устранения обнаруженного дефекта.
6. Категорически запрещается работать при неисправном манометре.
7. При проведении опытов необходимо беречь глаза от попадания осколков - использовать защитные очки или экран из прозрачного материала.
8. Категорически запрещается подъём выше поперечных круговых рисок на колонках.

Приспособления к прессу

1 Приспособление для демонстрации испытания образцов на растяжение представляет собой металлический корпус с овальным основанием. Внутри корпуса по направляющим отверстиям перемещаются две параллельные колонки с плитой. В центре корпуса и плиты имеются гнёзда для закрепления испытываемых образцов. Разрываемый образец имеет форму цилиндрического стержня с плоскими головками на концах. Он закладывается в приспособление и закрепляется с помощью разрезных колец, на рисунке 5.

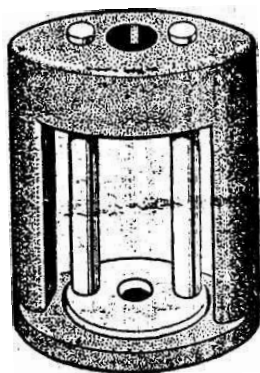


Рисунок 5

2 Приспособление для демонстрации принципа штамповки листового материала выполнено в виде вырубного штампа. Цилиндр приспособления имеет сквозное отверстие для закладывания пластины. Нижняя часть цилиндра является матрицей, верхняя - направляющей для цилиндрического стержня - пуансона, рисунок 6.

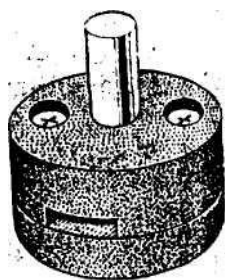


Рисунок 6

5 Порядок выполнения работы

5.1 Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями и устройством пресса.

5.2 Замерить размеры образца d_0 и l_0 и сделать эскиз до испытаний, посчитать A_0 .

5.3 Подготовить приспособление для разрыва, для чего вставить в него и закрепить образец.

5.4 Произвести испытание, снимая необходимые показания манометра
5.5 Замерить размеры образца после испытания и сделать его эскиз, указав на нём $d_{ш}$, и подсчитав $A_{ш}$

5.6 Определить результаты испытаний

Абсолютное удлинение: $\Delta l = l - l_0$

Абсолютное остаточное уменьшение площади поперечного сечения $\Delta A_{мм^2}$

5.7 Определить характеристики пластичности

5.7.1 Относительное остаточное удлинений ε .

5.7.2 Относительное остаточное уменьшение площади поперечного сечения $\psi\%$.

5.7.3 Нагрузка, соответствующая пределу текучести F_T .

Закреплённый образец начинает вытягиваться. Манометр показывает растающее давление. И в дальнейшем рост его прекращается. На образце образуется шейка. Это указывает на свойство металла пластически деформироваться при неизменяющейся нагрузке.

5.7.4 Наибольшая нагрузка F_{max} кг (перед разрывом показания манометра падает).

5.8 Определить механические характеристики материала

Предел текучести $\sigma_T = \frac{F_T}{A_0}$,

Предел прочности $\sigma_{пч} = \frac{F_{max}}{A_0}$,

5.9 Начертить диаграмму растяжения и по полученным характеристикам определить марку стали.

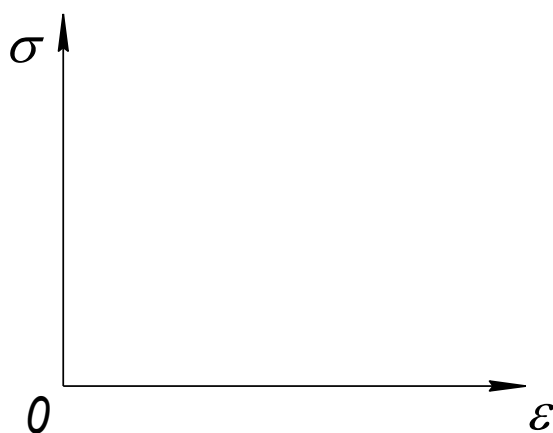


Рисунок 7

Указание к работе

Растягивающая сила (сила давления большого поршня вычисляется по формуле

$$F = P \cdot A_{\text{бп}} \cdot 9,8, H \quad (7)$$

где $A_{\text{бп}}$ - площадь большого поршня, см^2 ;

P - давление (показание манометра) $\text{кгс}/\text{см}^2$.

6 Контрольные вопросы

6.1 Какую характеристику прочности пластичных материалов принято считать предельным (опасным) напряжением?

6.2 Предел прочности на растяжение -

на сжатие –

Определить какой материал.

6.3 Вставить пропущенные слова:

Временное сопротивление - это наибольшее условное

.....

которое определяется делением максимальной нагрузки, выдерживаемой образцом до разрушения на первоначальную

Литература

Основная литература:

1. Сафонова, Г. Г. Техническая механика : учебник / Г.Г. Сафонова, Т.Ю. Артюховская, Д.А. Ермаков. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-012916-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2083155> (дата обращения: 15.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Завистовский, В. Э. Техническая механика : учебное пособие / В.Э. Завистовский. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 376 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015256-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1190673> (дата обращения: 15.04.2024). – Режим доступа: по подписке.