



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

ЗАДАЧНИК



Инженерный класс
в московской школе

НАПРАВЛЕНИЕ КУРЧАТОВСКИЕ
КЛАССЫ

ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП



МОСКВА
2024



Оглавление

КЕЙС 1	3
Вариант 1.....	3
Вариант 2.....	7
Вариант 3.....	11
Вариант 4.....	15
Вариант 5.....	18
Вариант 6.....	22
Вариант 7.....	25
Вариант 8.....	29
КЕЙС 2	32
Вариант 1.....	33
Вариант 2.....	34
Вариант 3.....	35
Вариант 4.....	36
Вариант 5.....	37
Вариант 6.....	38
Вариант 7.....	39
Вариант 8.....	40

КЕЙС 1

Вариант 1.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. *Определить вид диаграммы растяжения для меди с учётом погрешностей.*

Оборудование и материалы. *Штатив с лапкой, медная проволока 0,5 мм 30 см, линейка стальная длиной 30 см, штангенциркуль, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).*

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

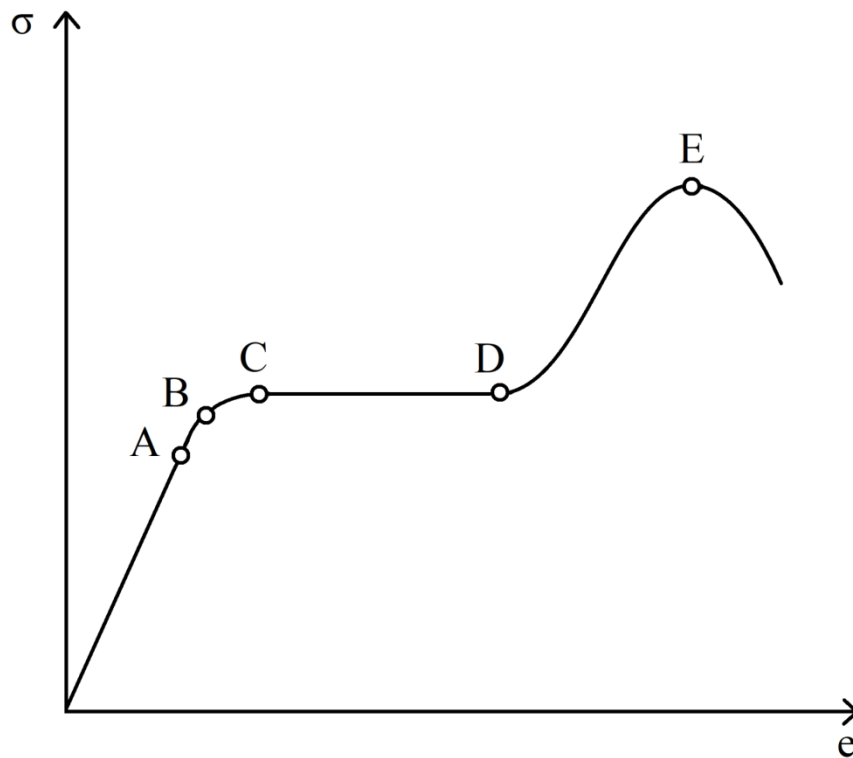


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

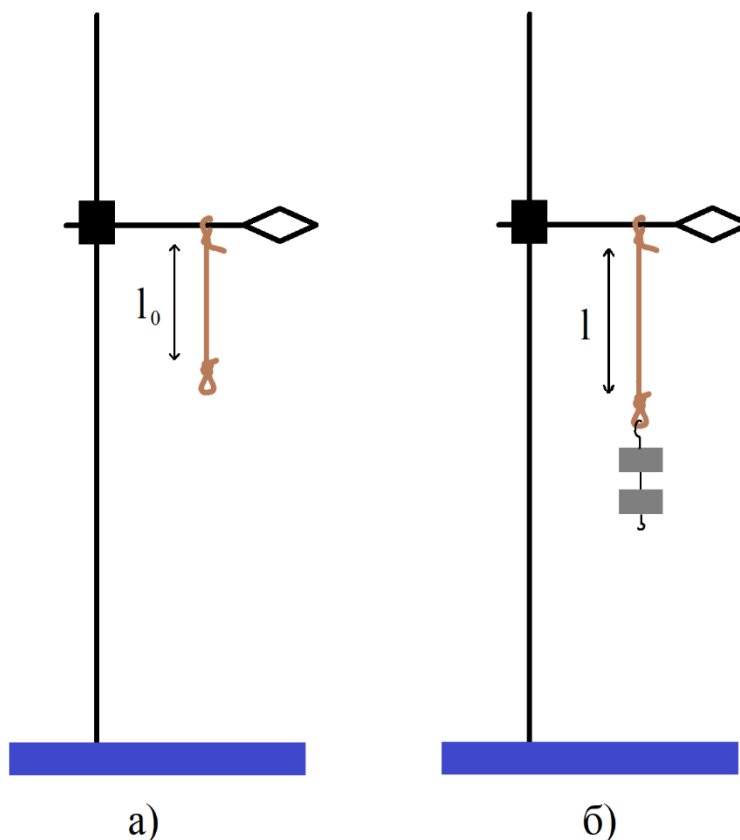
CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения меди в виде медной проволоки. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей медной проволоки вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части проволоки l_0 в основной части в нерастяннутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью. Измерьте диаметр поперечного сечения медной проволоки с помощью штангенциркуля и вычислите площадь.
2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину проволоки l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*



3. Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

m, г	F, Н	σ, МПа	l, см	Δl, см	ϵ
102	1	1,39	5	1	0,25

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для всех точек диаграммы растяжения.

4. Постройте график зависимости напряжений $\sigma(\epsilon)$ от относительных удлинений. Укажите основные точки на графике: область упругих деформаций, предел упругости, предел пластичности, предел прочности.
5. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике.

Вариант 2.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. Определить модуль Юнга меди с учётом погрешностей.

Оборудование и материалы. Штатив с лапкой, медная проволока 0,5 мм 30 см, линейка стальная длиной 30 см, штангенциркуль, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

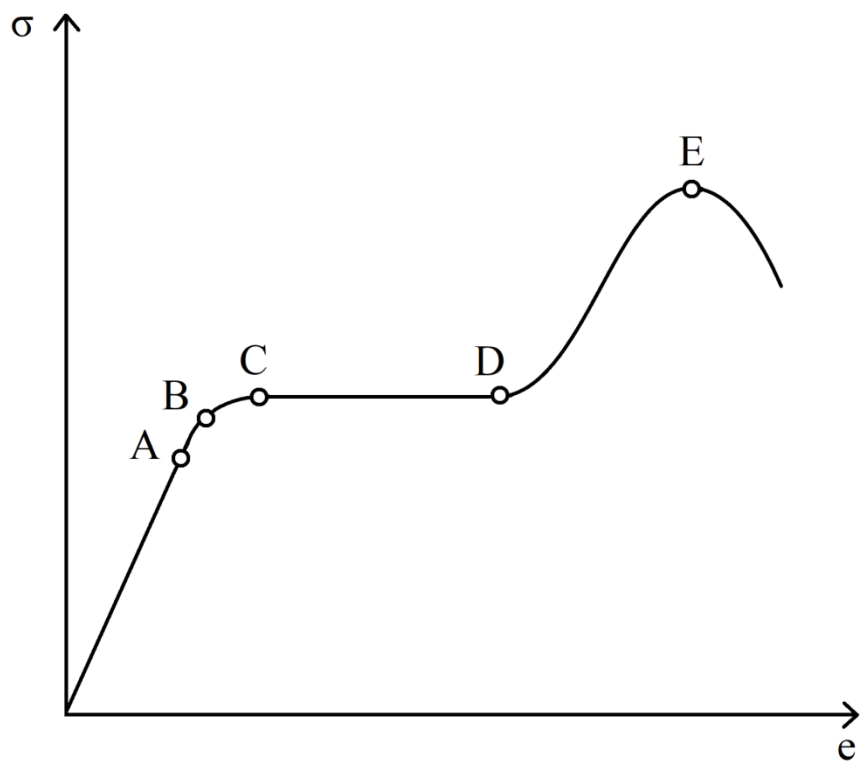


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Задание

1. Соберите установку для определения модуля Юнга меди, представленной в форме медной проволоки. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей проволоки вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части проволоки l_0 в основной части в нерастяннутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью. Измерьте диаметр поперечного сечения медной проволоки с помощью штангенциркуля и вычислите площадь
2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину проволоки l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

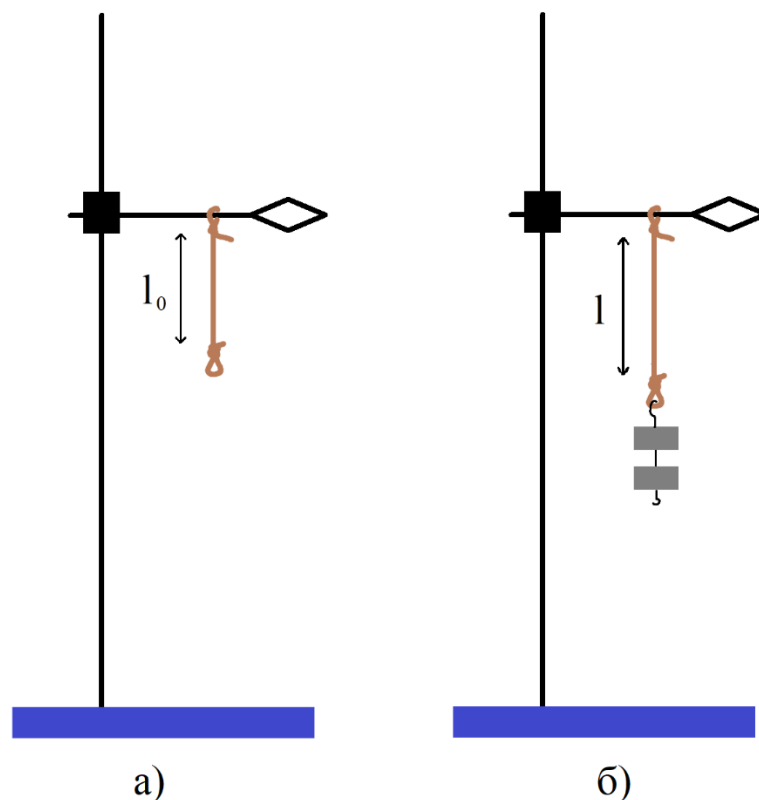


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

m, г	F, Н	σ , МПа	l, см	Δl , см	e
------	------	----------------	-------	-----------------	---

102	1	1,39	5	1	0,25

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для большего числа точек.

3. Постройте график зависимости напряжений $\sigma(e)$ от относительных удлинений. Проведите аппроксимирующую прямую на графике и определите её коэффициент наклона, равный модулю Юнга
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике. Оцените погрешность измеренного модуля Юнга.

Вариант 3.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. Определить вид диаграммы растяжения для нейлона с учётом погрешностей.

Оборудование и материалы. Штатив с лапкой, нейлоновая нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

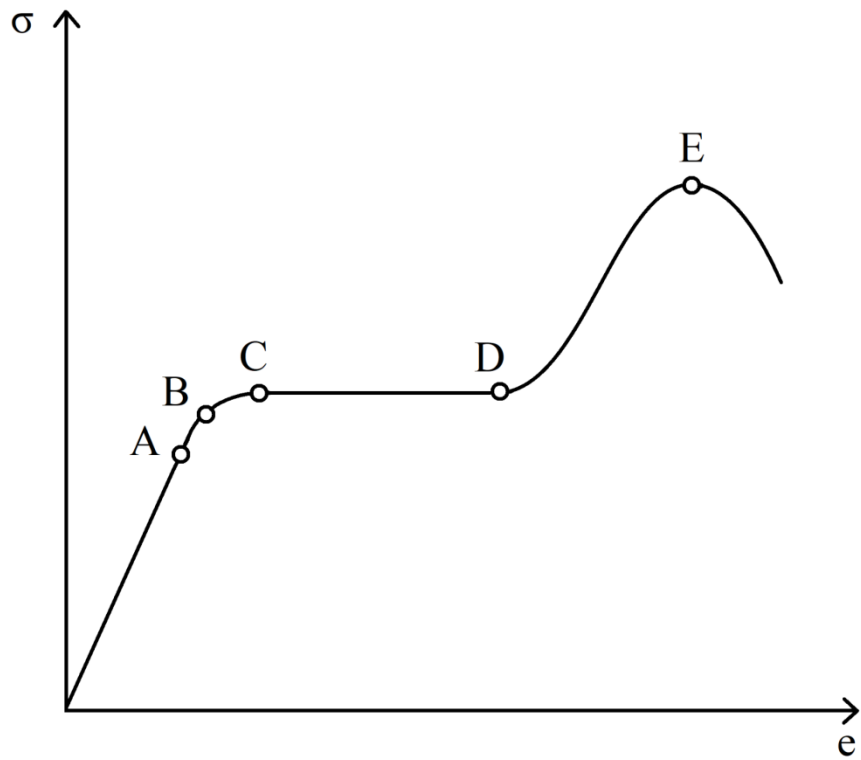


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения нейлона, который представлен в виде нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастяннутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.
2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

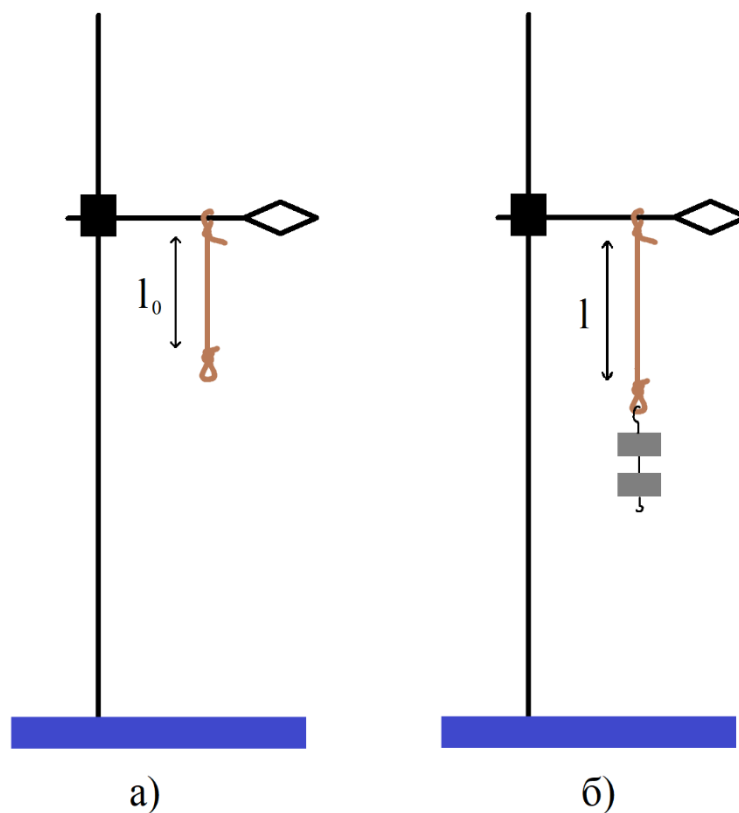


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

m, г	F, Н	l, см	Δl, см	e
102	1	5	1	0,25

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для всех точек диаграммы растяжения.

3. Постройте график зависимости силы упругости $F(e)$ от относительных удлинений. Укажите основные точки на графике: область упругих деформаций, предел упругости, предел пластичности, предел прочности.
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике.

Вариант 4.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. *Определить коэффициент жесткости нейлоновой нити с учётом погрешностей.*

Оборудование и материалы. *Штатив с лапкой, нейлоновая нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).*

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

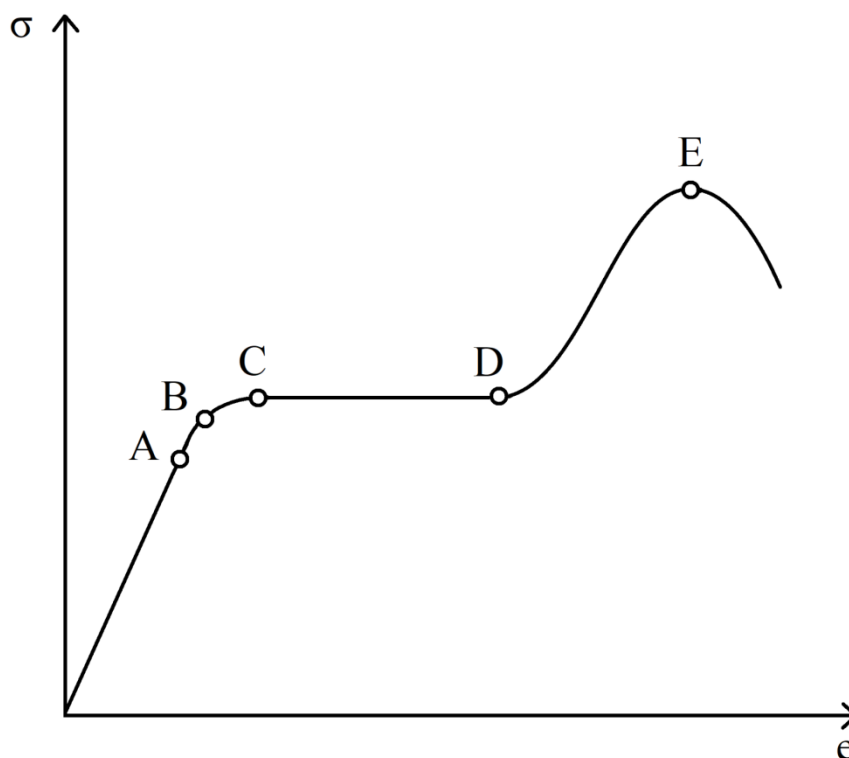


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Часть символов в формуле закона Гука можно объединить, записав коэффициент упругости как:

$$k = ES / l_0.$$

Тогда получится привычная запись закона Гука, знакомая из школы:

$$F = k\Delta l.$$

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения нейлона, который представлен в виде нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастянутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.

2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!

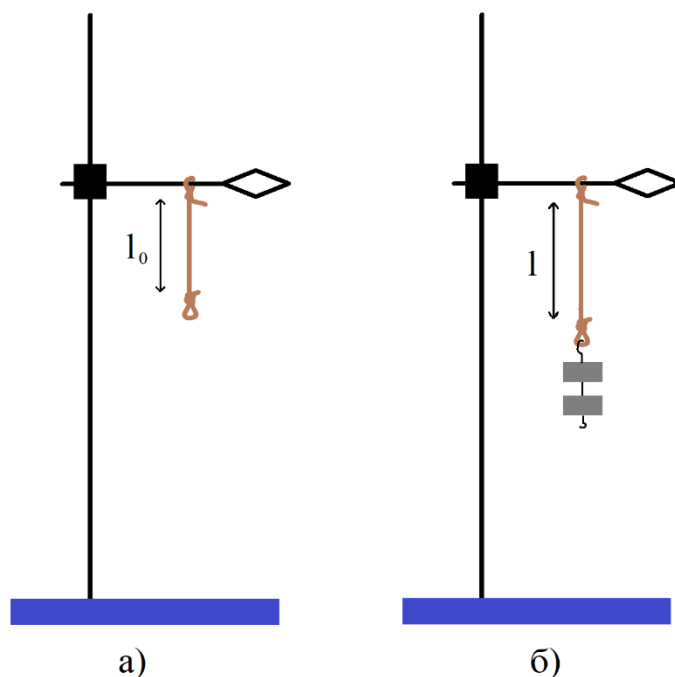


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

m , г	F , Н	l , см	Δl , см
102	1	5	1

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для большего числа точек.

3. Постройте график зависимости силы упругости $F(\Delta l)$ от удлинений. Проведите аппроксимирующую прямую на графике и определите её коэффициент наклона, равный коэффициенту жесткости исследуемого образца.
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике. Оцените погрешность измеренного коэффициента жесткости.

Вариант 5

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. Определить вид диаграммы растяжения для хлопка с учётом погрешностей.

Оборудование и материалы. Штатив с лапкой, хлопковая нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

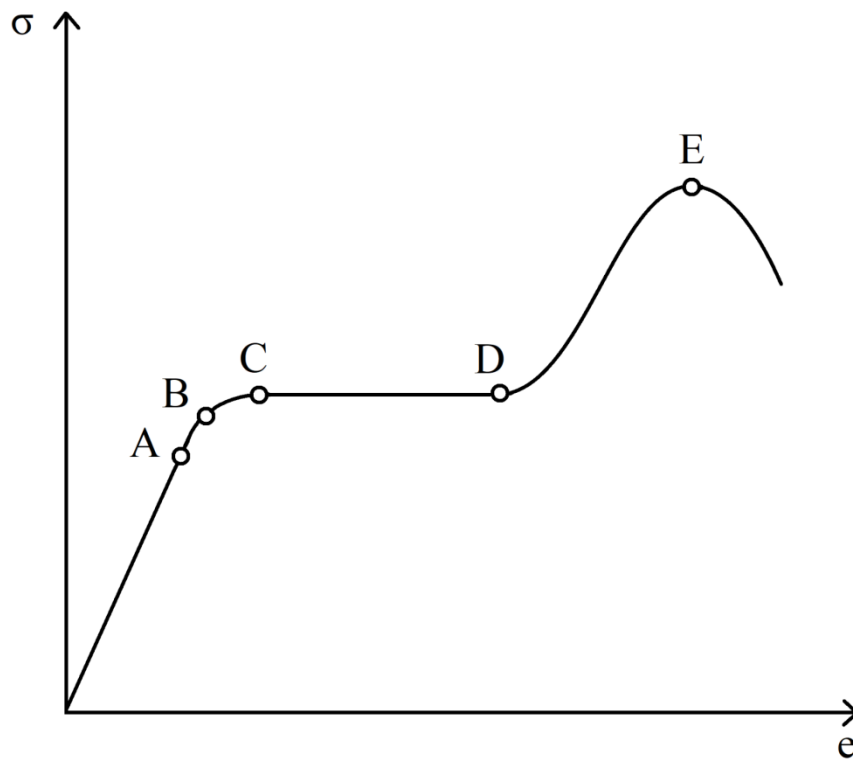


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения хлопка, который представлен в форме нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастяннутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.
2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

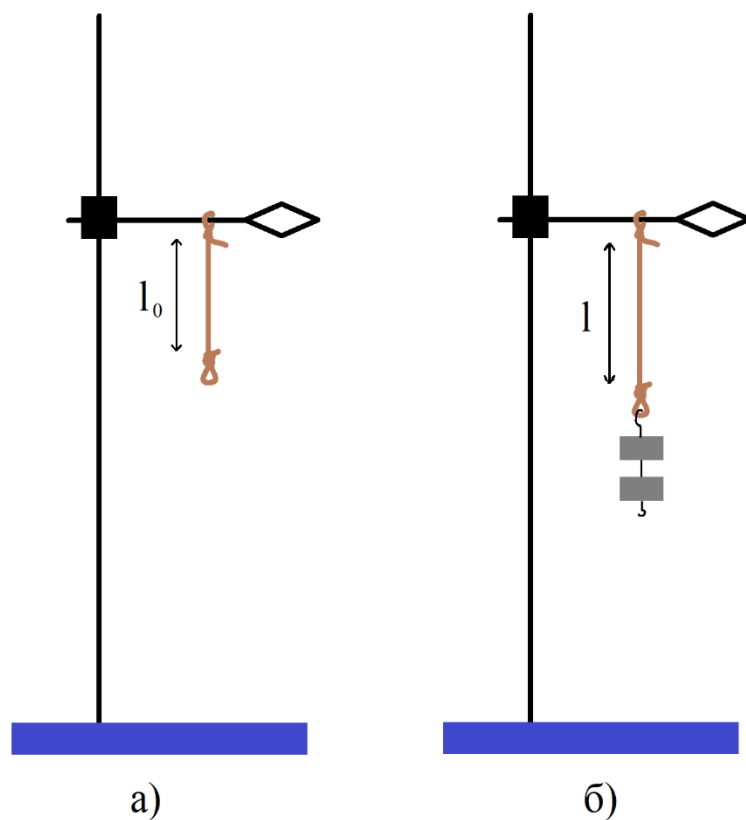


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

m, г	F, Н	l, см	Δl, см	ϵ
102	1	5	1	0,25

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для всех точек диаграммы растяжения.

3. Постройте график зависимости силы упругости $F(\epsilon)$ от относительных удлинений. Укажите основные точки на графике: область упругих деформаций, предел упругости, предел пластичности, предел прочности.
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике.

Вариант 6.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. *Определить коэффициент жесткости хлопковой нити с учётом погрешностей.*

Оборудование и материалы. *Штатив с лапкой, хлопковая нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).*

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

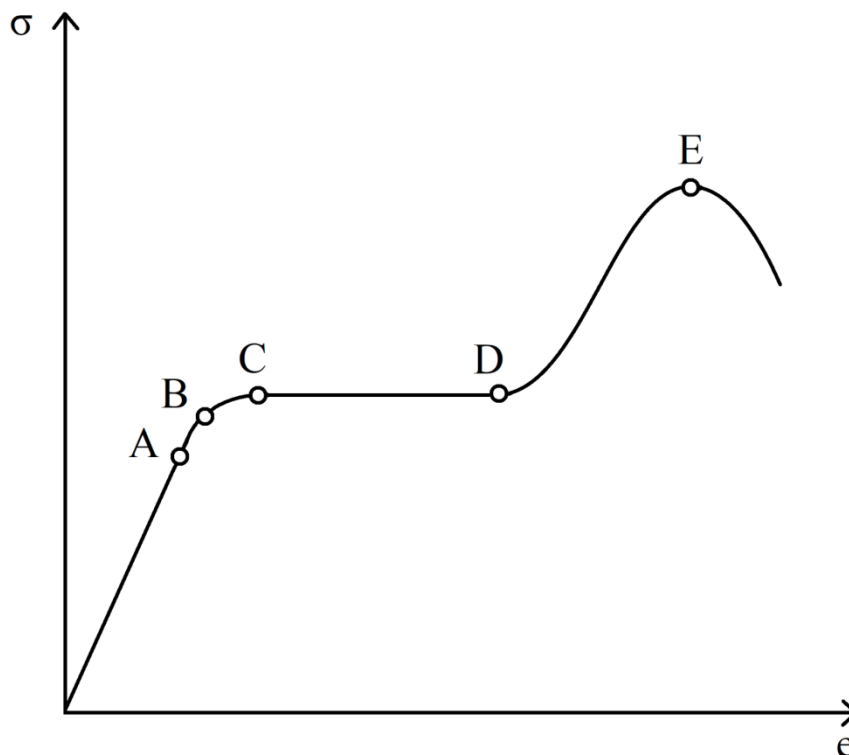


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Часть символов в формуле закона Гука можно объединить, записав коэффициент упругости как:

$$k = ES / l_0.$$

Тогда получится привычная запись закона Гука, знакомая из школы:

$$F = k\Delta l.$$

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения хлопка, который представлен в нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастянутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.

2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

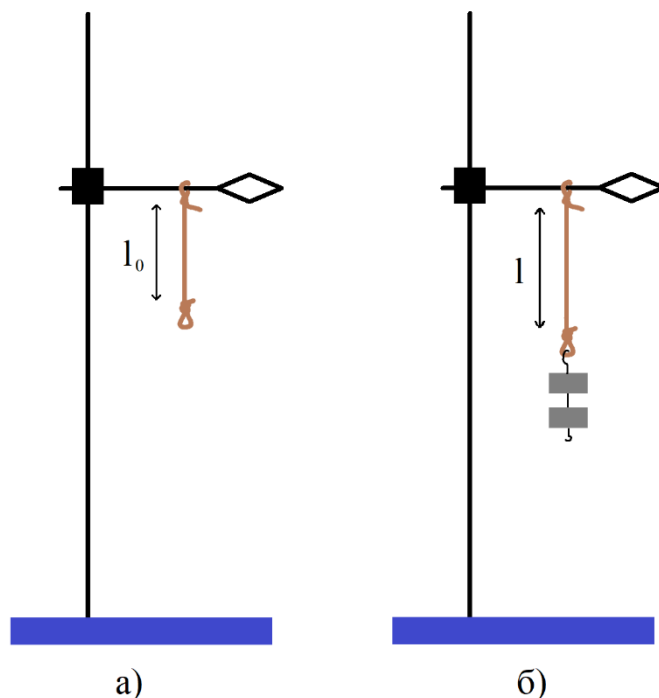


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

$m, \text{ г}$	$F, \text{ Н}$	$l, \text{ см}$	$\Delta l, \text{ см}$
102	1	5	1

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для большего числа точек.

3. Постройте график зависимости силы $F(\Delta l)$ от удлинений. Проведите аппроксимирующую прямую на графике и определите её коэффициент наклона, равный коэффициенту жесткости исследуемого образца
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике. Оцените погрешность измеренного коэффициента жесткости

Вариант 7.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. *Определить вид диаграммы растяжения для зубной нити с учётом погрешностей.*

Оборудование и материалы. *Штатив с лапкой, зубная нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).*

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

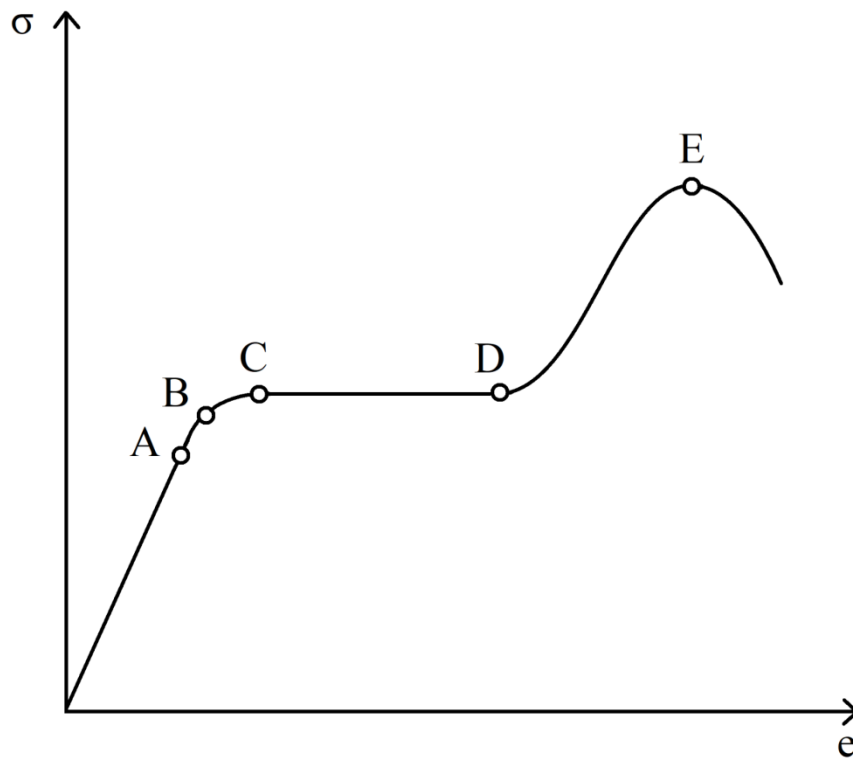


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения композитного материала из нейлоновых и тефлоновых волокон, представленных в виде зубной нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастянутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.
2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

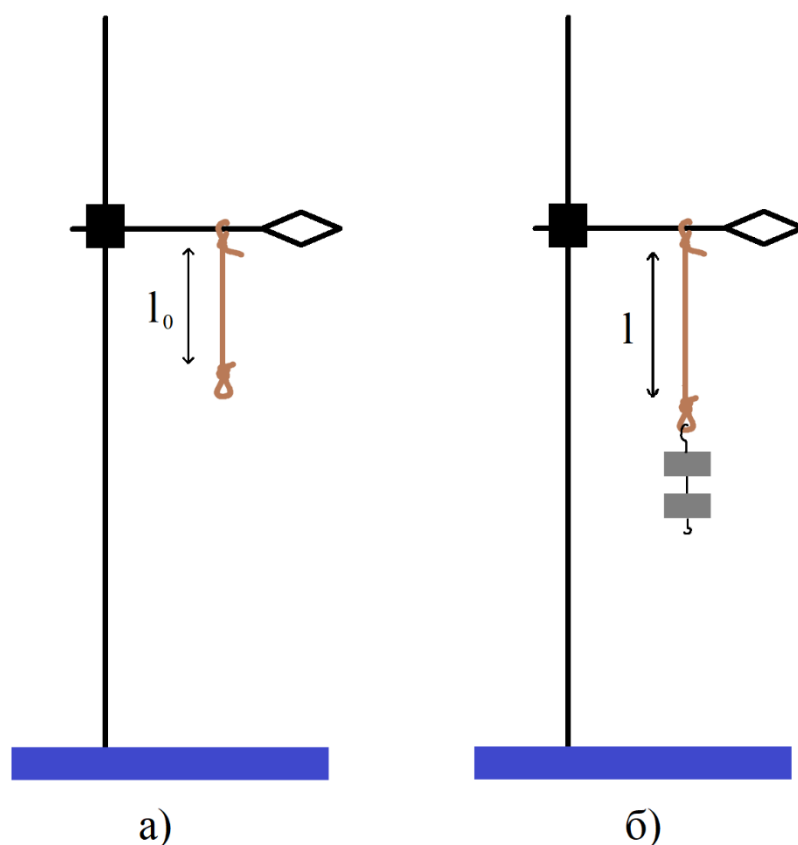


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

м, г	F, Н	l, см	Δl , см	e
------	------	-------	-----------------	---

102	1	5	1	0,25

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для всех точек диаграммы растяжения.

3. Постройте график зависимости силы упругости $F(e)$ от относительных удлинений. Укажите основные точки на графике: область упругих деформаций, предел упругости, предел пластичности, предел прочности.
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике.

Вариант 8.

Исследование упругих и прочностных свойств

Цель работы. *Определить коэффициент жесткости зубной нити с учётом погрешностей.*

Оборудование и материалы. *Штатив с лапкой, зубная нить 30 см, линейка стальная длиной 30 см, набор грузов с крючками с двух сторон 100 г (10-15 шт.).*

Теоретическая часть

В современном мире новых технологий с материалами на основе биополимеров и сложных композитов значимую роль играют точные методы их измерения для предсказания свойств изделий и сооружений на их основе. Навык определения основных параметров упругости и прочности является важнейшим для инженера.

Измерение зависимости внутренних напряжений от деформаций для новых материалов является технической задачей, напрямую связанной со свойствами материалов. По ряду параметров (предел прочности, модуль Юнга, предел текучести), определяемых для материала, рассчитываются параметры технических изделий и архитектурных сооружений.

Основы теории упругости

При воздействии внешней силы на упругий материал в нём возникают силы, стремящиеся вернуть его в изначальное нерастянутое состояние. Природа этих сил вызвана тем, что молекулы и атомы химически связаны между собой, и при растяжении происходит деформация или даже разрыв этих связей.

В пределах маленьких деформаций силу упругости в образце прямоугольной или цилиндрической формы можно определить по формуле:

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0},$$

где E - модуль упругости (Па), S - площадь поперечного сечения (м^2), Δl - увеличение длины образца (м), l - длина в возмущенном состоянии. Если поделить силу на площадь, то получится величина, называемая напряжением.

$$\sigma = F / S = \sigma(e).$$

Здесь $e = \frac{\Delta l}{l_0}$ - относительная деформация.

Характерный вид зависимости $\sigma(e)$ представлен на Рис.1

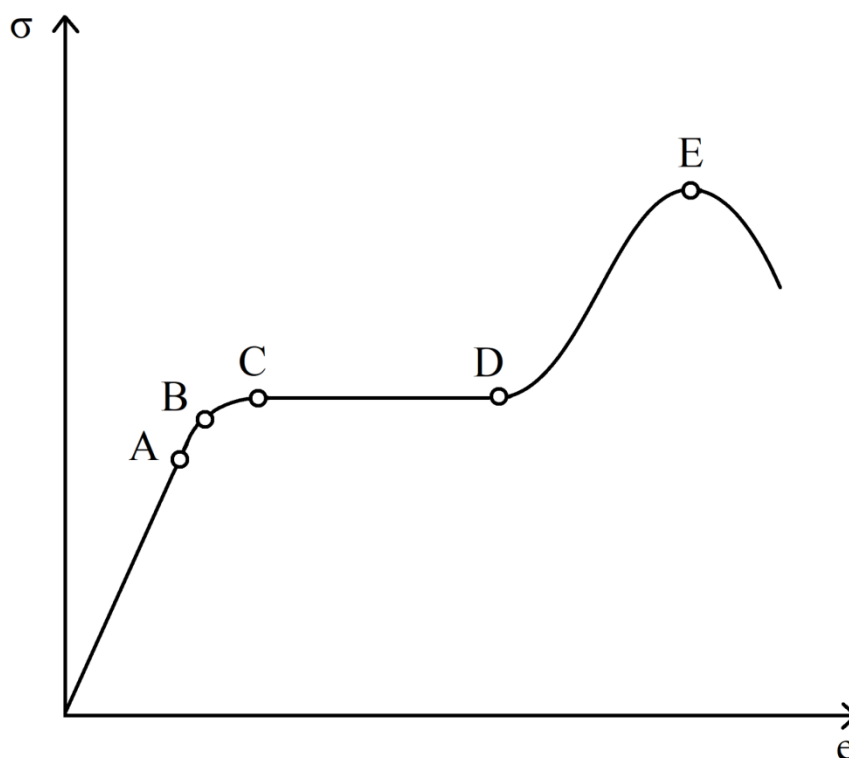


Рис. 1. Классический вид диаграммы растяжения для некоторого материала

Определяющими значениями на Рис.1 соответственно отмечены:

OA - область упругих деформаций, в пределах которой материал подчиняется закону Гука,

B - предел упругости,

C - предел пластичности,

CD - область пластических деформаций,

DE - область упрочнения,

E - предел прочности.

Часть символов в формуле закона Гука можно объединить, записав коэффициент упругости как:

$$k = ES/l_0.$$

Тогда получится привычная запись закона Гука, знакомая из школы:

$$F = k\Delta l.$$

Задание

1. Соберите установку для определения диаграммы растяжения композитного материала из нейлоновых и тефлоновых волокон, представленных в виде зубной нити. Для этого соберите штатив, укрепите лапку на штативе. Обвяжите одну из частей нити вокруг лапки в форме петли, после чего сделайте ещё одну петлю для крепления грузов с другого конца (Рис. 2а). С помощью линейки измерьте длину закрепленной части нити l_0 в основной части в нерастянутом состоянии, запишите полученное измерение с абсолютной погрешностью.

2. Возьмите грузы и подвесьте их поочередно за нижнюю петлю. Линейкой измерьте длину нити l между узлами крепления за штатив и подвеса грузов (Рис. 2б). *Все дальнейшие измерения производите один раз, потому что в материале возникает остаточное удлинение!*

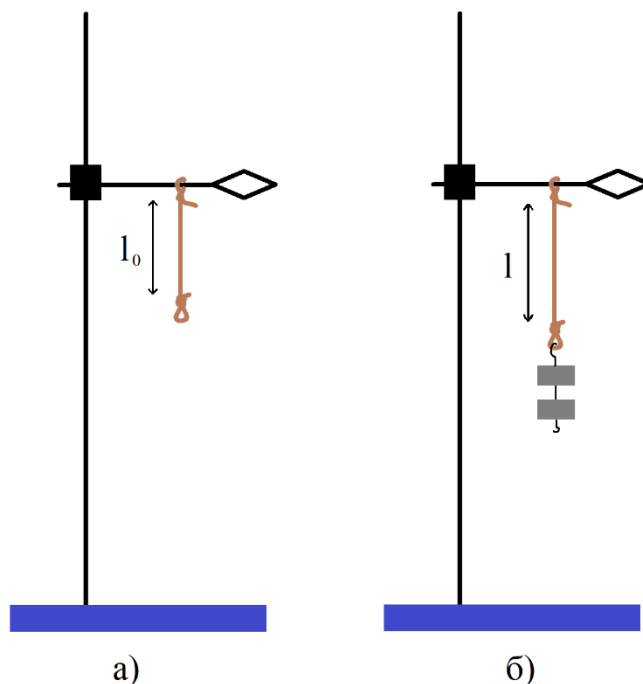


Рис. 2 а) вид собранной установки без грузов; б) вид собранной установки при проведении измерений

Занесите результаты измерений в таблицу (в первой строке приведен пример заполнения):

$m, \text{ г}$	$F, \text{ Н}$	$l, \text{ см}$	$\Delta l, \text{ см}$
102	1	5	1

Повторите измерения для 10 различных вариантов нагрузки с целью получения результатов для большего числа точек.

3. Постройте график зависимости силы упругости $F(\Delta l)$ от удлинений. Проведите аппроксимирующую прямую на графике и определите её коэффициент наклона, равный коэффициенту жесткости исследуемого образца
4. Оцените погрешности косвенных измерений и нанесите их в виде крестов погрешности на графике. Оцените погрешность измеренного коэффициента жесткости.

КЕЙС 2

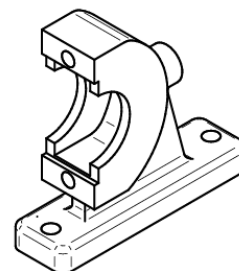
1. Используя чертёж в прилагаемом варианте, постройте 3D-модель. Произведите замеры объёмов модели.

2. К модели примените материал Сталь 20, ГОСТ 1050-2013. Произведите замеры массы модели. Загрузите файл 3D-модели в ПО Ultimaker Cura.

3. Добавьте в слайсер новый принтер – Ultimaker 3. Параметры принтера оставьте по умолчанию, при выборе параметров печати используйте печатающую головку с соплом размера 0.4 мм. Уменьшите размер детали в 2 раза пропорционально по всем осям.

Задайте параметры, указанные в Таблице 1. Установите температуру печати и нагрева стола, соответствующую типу материала PLA. Оставьте остальные параметры установленными по умолчанию. Проведите замер массы модели из пластика.

Вариант 1.



1. Радиусы скругления 2мм.

[illegible]

Вариант 1

Konupadān

Σμ	Μακα	Μακισμαδ
----	------	----------

			11
--	--	--	----

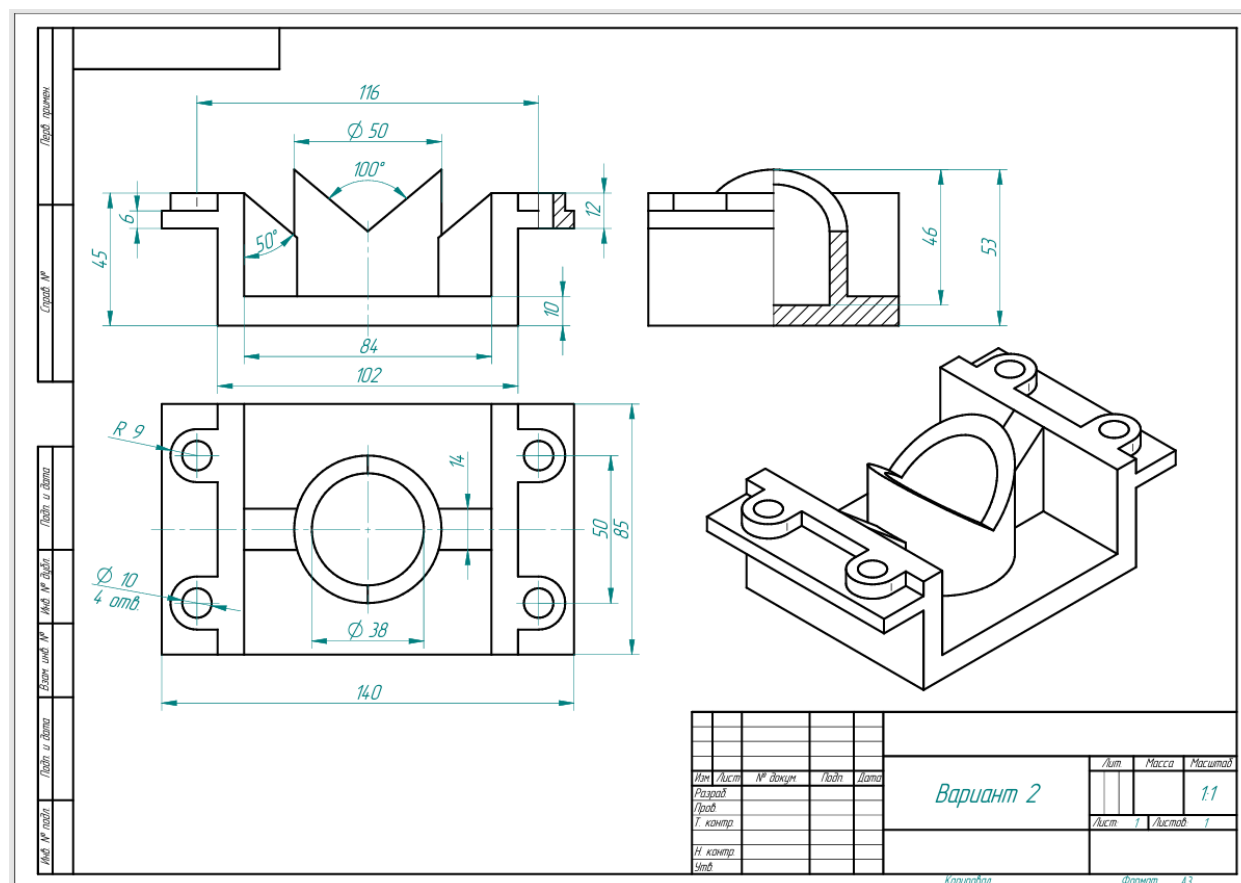
11

м.	1	Автомоб.	1
----	---	----------	---

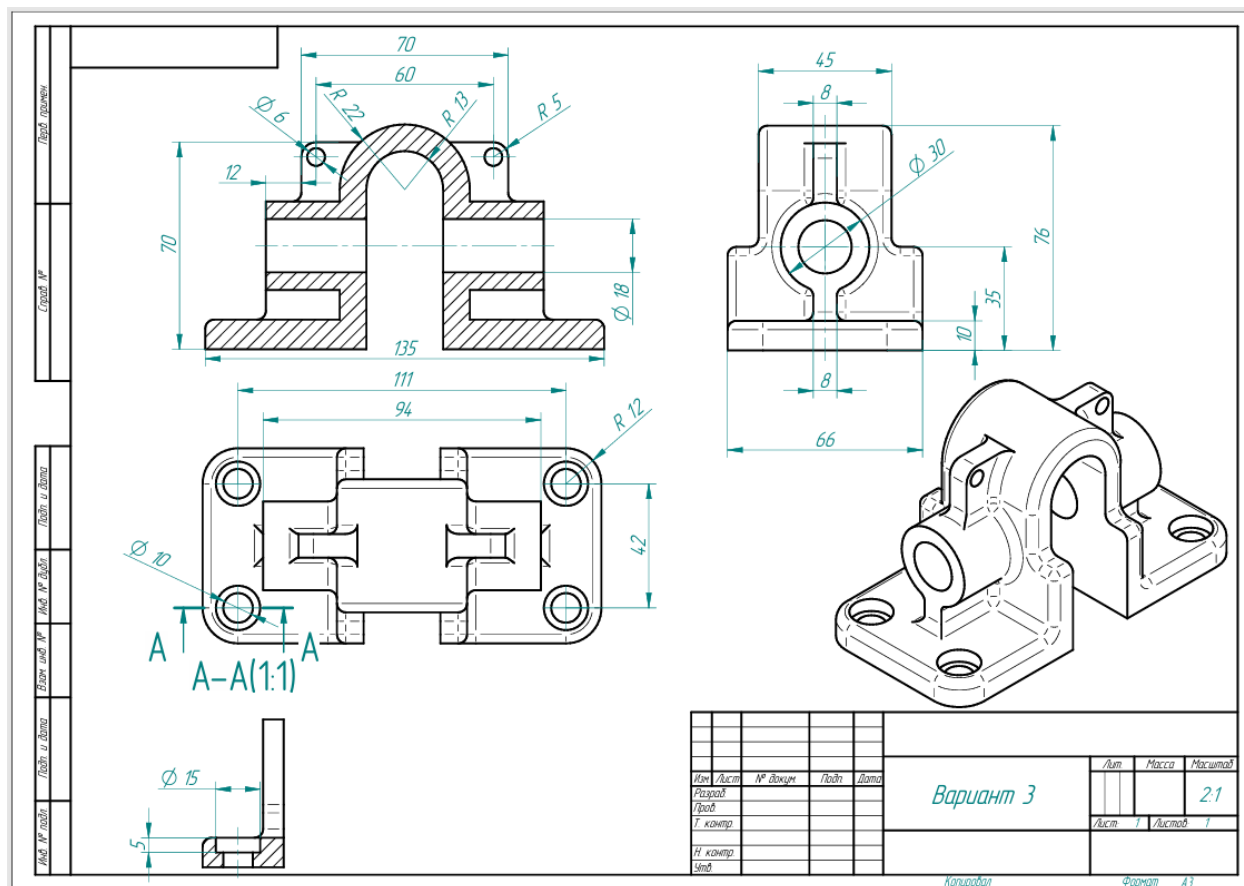
Answer: 43

QUESTION A3

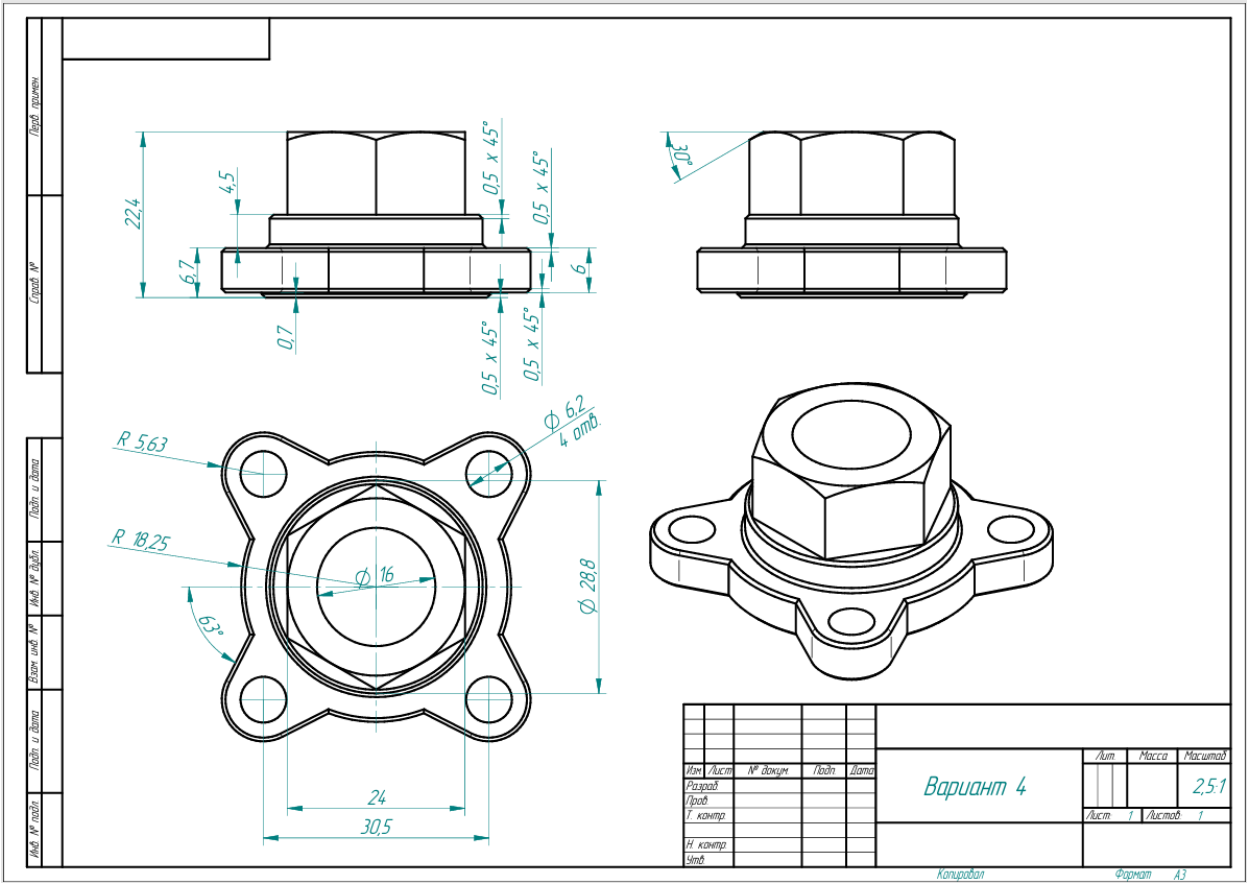
Вариант 2.



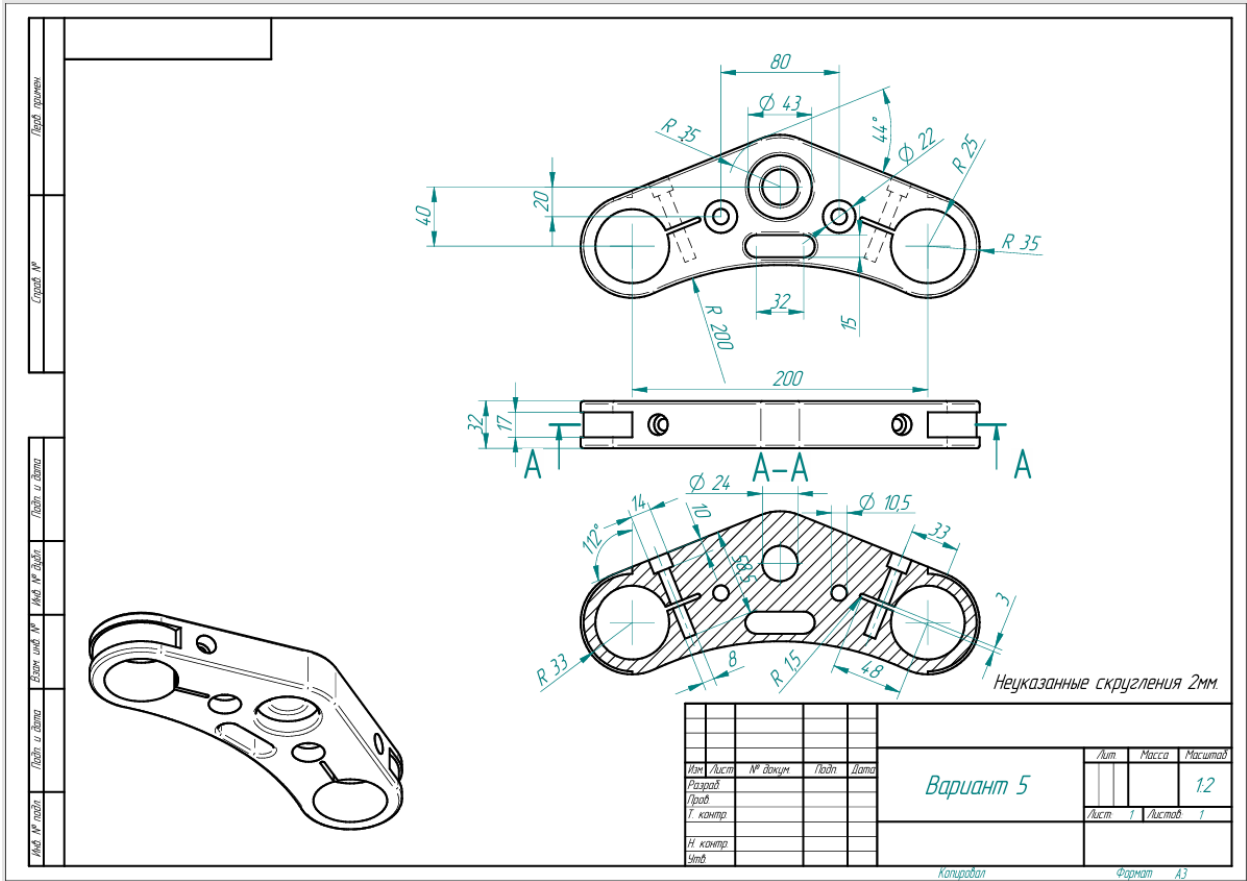
Вариант 3.



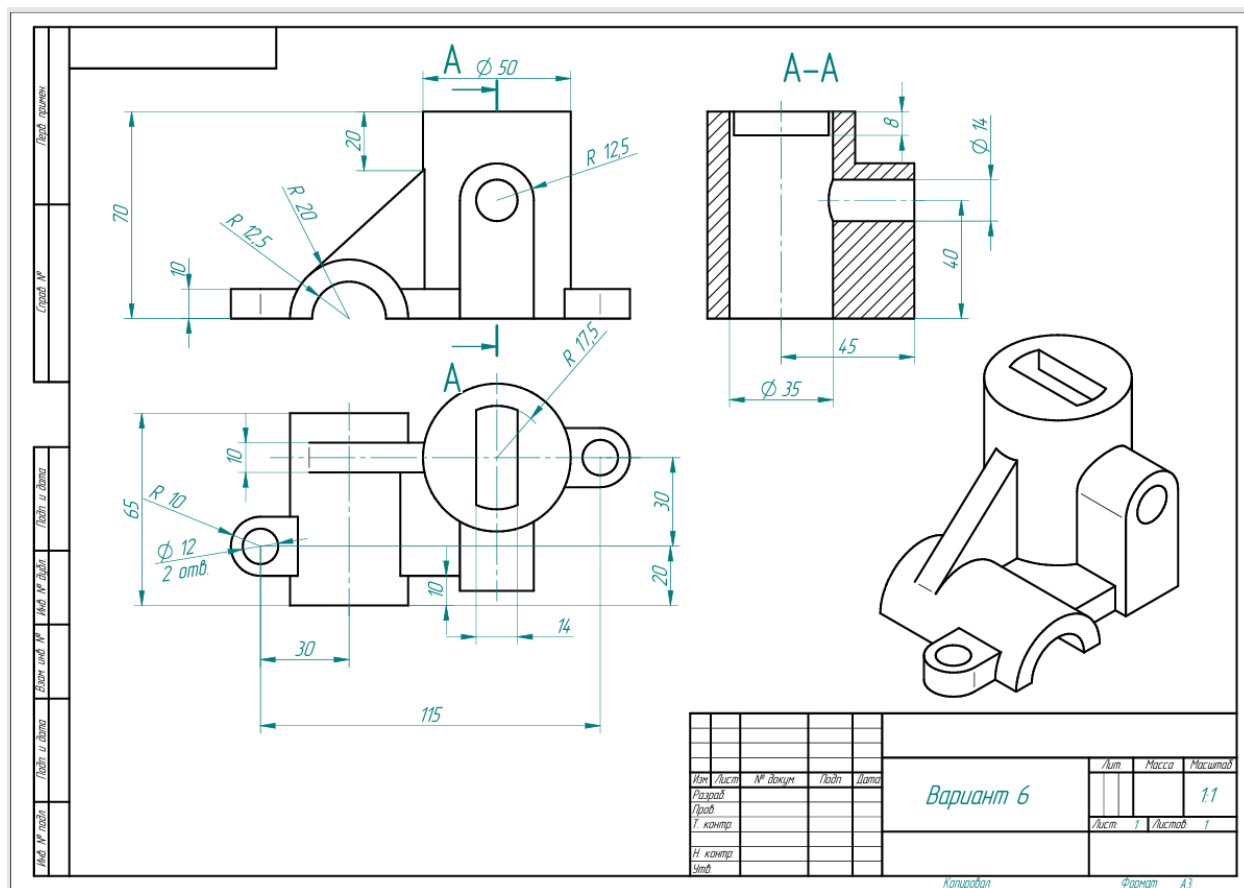
Вариант 4.



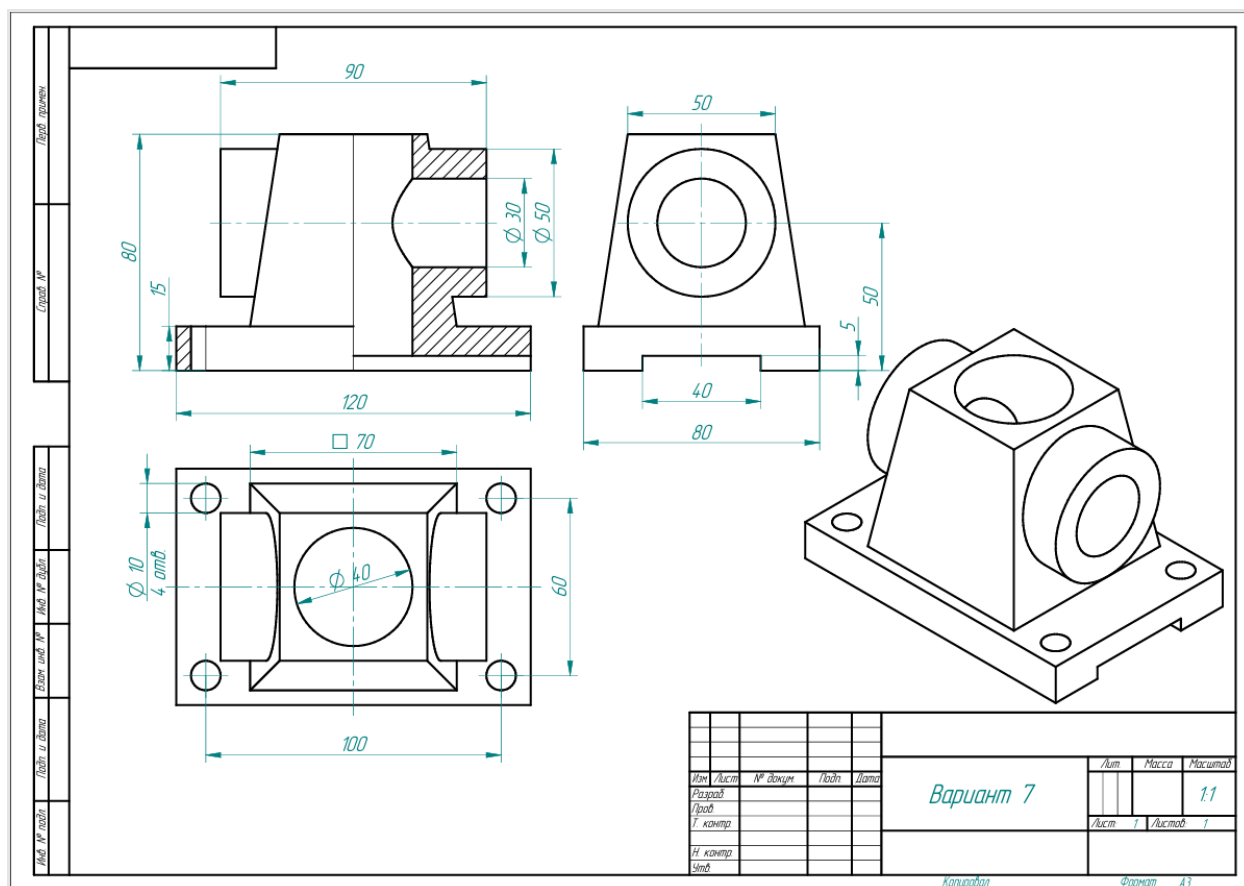
Вариант 5



Вариант 6.



Вариант 7.



Вариант 8.

