

Дата **2.12.2022.** Группа: ХКМ 2/1. Курс второй. Семестр:3

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Растяжение и сжатие

Цель занятия:

–*методическая*– совершенствование методики проведения лекционного занятия; сочетание инновационных методов обучения с традиционной методикой преподавания;

–*учебная*– дать представление студентам о растяжение и сжатии, внутренних силовых факторах, напряжении;

–*воспитательная*– воспитывать культуру общения с использованием специальной терминологии, усидчивость, внимательность, графические и аналитические способности, чувство гордости за выбранную профессию.

Вид занятия: лекция

Форма проведения занятия: объяснительно - иллюстративная

Междисциплинарные связи:

Обеспечивающие: Инженерная графика, Физика, Математика

Обеспечиваемые: Техническая механика, Детали машин, Курсовое и дипломное проектирование,

Рекомендуемая литература

Основная литература:

- 1.Никитин Е.М.Теоретическая механика для техникумов. М.: Высшая школа, 2014
- 2.Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.
3. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2013.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.

<https://www.youtube.com/watch?v=1dPNbX-KW3o> Диаграмма растяжения, методы испытаний материалов

<https://www.youtube.com/watch?v=7ITXpqgu4qw> Условная диаграмма напряжений. Пластичные и хрупкие материалы

Тема: Растяжение и сжатие (6 часов)

1. Растяжение и сжатие. Внутренние силовые факторы, напряжение.
2. Продольные и поперечные деформации.
3. Закон Гука. Коэффициент Пуассона
4. Построение эпюр. Эпюры продольных сил.
5. Эпюры нормальных напряжений.
6. Определение осевых перемещений поперечных сечений бруса.
7. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов.
8. Коэффициент запаса прочности.
9. Условие прочности, расчёты на прочность.

7. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов

Для изучения поведения различных материалов под действием внешних нагрузок в лабораториях проводят испытания стандартных образцов, изготовленных из этих материалов. По результатам испытаний определяют значения некоторых характеристик, отражающих прочностные и деформационные свойства материалов. Эти характеристики принято называть механическими.

Механические характеристики материалов, получаемые в результате испытаний, являются основой для расчетов на прочность и жесткость деталей машин, элементов строительных конструкций.

Для получения сравнимых результатов испытаний форма и размеры образцов устанавливаются государственными стандартами.

Желательно использование нормального образца (рис. 1.1) круглого поперечного сечения.

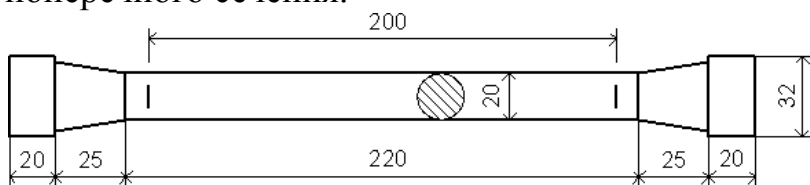


Рис. 1.1. Схема и фотография нормального образца

На цилиндрической части образца рисками отмечается расчетная длина $\ell_0 = 10 d_0 = 200$ мм. Допускается использование образцов диаметром поперечного сечения $d_0 = 10$ мм, при этом расчетная длина составляет $\ell_0 = 10 d_0 = 100$ мм. В некоторых случаях применяют малые образцы диаметром $d_0 = 5 \dots 6$ мм, для которых расчетная длина составляет $\ell_0 = 5d_0$.

По концам образец имеет конические участки и утолщения для захватов испытательной машины.

Из листового металла вырезают плоские образцы прямоугольного поперечного сечения (рис. 1.2), для которых расчетная длина выражается через площадь поперечного сечения таким же образом, как и для образцов круглого поперечного сечения: $\ell_0 = 11,3$.

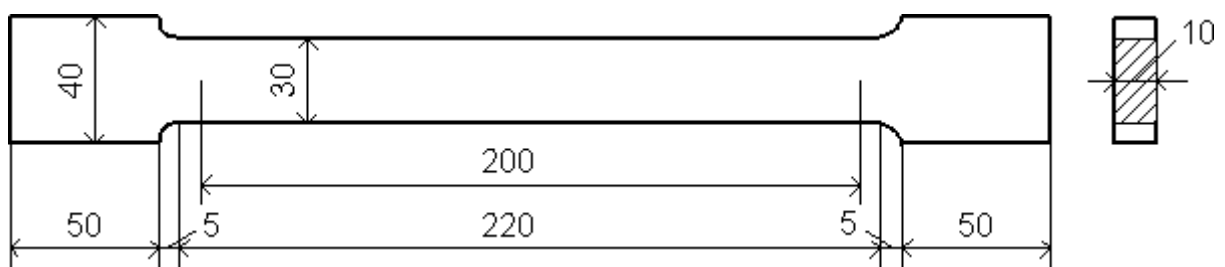


Рис. 1.2. Схема плоского образца

Диаграмма растяжения и диаграмма напряжений. Характеристики прочности материала

Испытательные машины автоматически вычерчивают график зависимости между растягивающей силой F и удлинением образца $\Delta \ell$, которую называют диаграммой растяжения. На рис. 1.3 показана такая диаграмма для образца из малоуглеродистой (пластичной) стали.

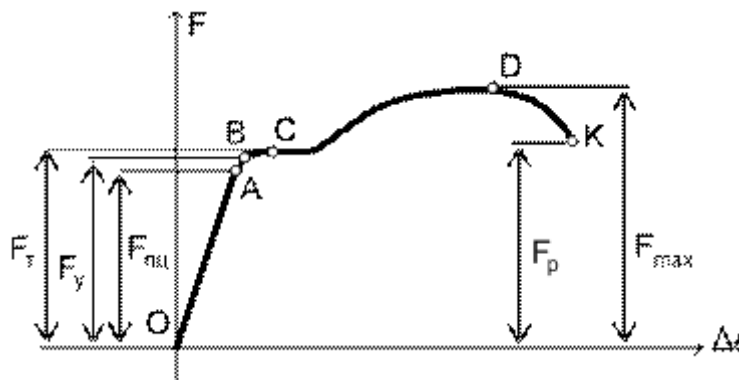


Рис. 1.3. Диаграмма растяжения

Начальный участок диаграммы OA – прямолинейный, а деформации образца – только упругие. Выше точки A график искривляется, а к упругим

деформациям добавляются остаточные. Малым остаточным деформациям соответствует точка В на графике, которая близка к точке А. Несколько выше точки В находится точка С, начиная с которой на диаграмме появляется горизонтальный (или почти горизонтальный участок), называемый площадкой текучести. Деформации образца развиваются при неизменной растягивающей силе.



Рис. 1.4. Шейка на образце

Начиная с некоторого момента, возрастание деформаций вновь сопровождается увеличением растягивающей силы, участок диаграммы между площадкой текучести и точкой D называют участком самоупрочнения материала. Пока усилие в образце не превышает величины F_{max} , продольные и поперечные деформации образца равномерно распределяются по его длине. После достижения точки D графика деформации интенсивно развиваются на некотором коротком участке образца, где появляется шейка – заметное уменьшение поперечного размера (рис. 1.4). При дальнейшем деформировании образца усилие в нём уменьшается, на диаграмме появляется «падающий» участок DK, и при усилии F_P происходит разрушение образца.

Посередине шейки образуется поперечная трещина, а по краям происходят сдвиги под углом 45° к оси образца. На одной части разорванного образца появляется кратер, а на другой части – выступ (рис. 1.5). Такая форма разрушения образца объясняется тем, что на площадках, наклоненных под углом 45° , действуют наибольшие касательные напряжения, равные половине нормальных напряжений в поперечном сечении образца.

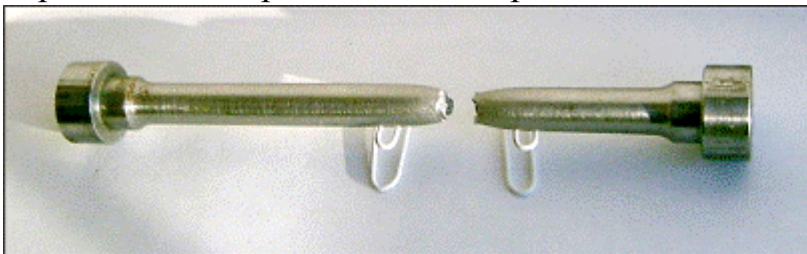
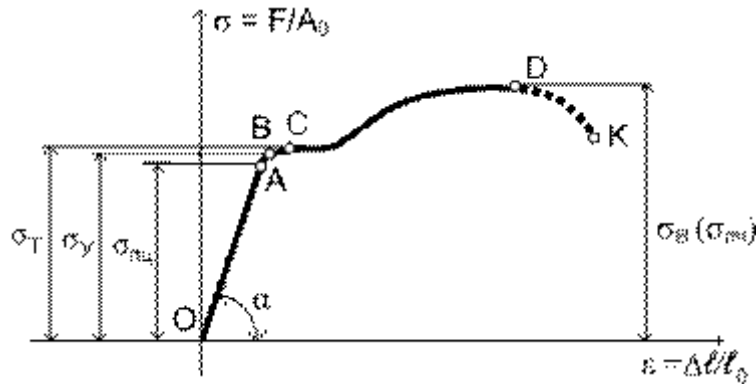


Рис. 1.5. Образец после разрыва

Величины деформаций и растягивающей силы при испытании зависят не только от свойств материала, но и от размеров образца. Чтобы выделить свойства материала, от диаграммы растяжения переходят к диаграмме напряжений, которую строят в осях «нормальное напряжение σ – относительная продольная деформация ε » (рис. 1.6).



Нормальное напряжение вычисляют как отношение усилия F к первоначальной площади поперечного сечения A_0

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

а относительную продольную деформацию вычисляют как отношение абсолютного удлинения $\Delta\ell$ к расчетной длине образца ℓ_0

$$\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell_0}$$

8. Коэффициент запаса прочности

Рассмотрим, как можно применить данные о механических свойствах материалов в практических расчетах инженерных конструкций на прочность.

Известно, что конструкционные материалы можно условно разделить на три основные группы: *пластичные, хрупкопластичные и хрупкие*.

Механические испытания материалов позволяют определить те напряжения, при которых образец из данного материала теряет свою прочность: разрушается или в нем возникают заметные пластические деформации. Эти напряжения называют *предельными* или опасными.

В качестве предельных напряжений для указанных трех групп материалов при статическом нагружении принимают следующие механические характеристики:

- для *пластичных материалов* (их разрушению предшествует возникновение больших пластических деформаций) – физический σ_s или условный $\sigma_{0.2}$ *предел текучести*, практически одинаковый при растяжении и сжатии;

- - для хрупкопластичных материалов (их разрушение происходит при сравнительно небольших пластических деформациях) - условный предел текучести, значение которого при растяжении и сжатии различно: $\sigma_{0.2} < \sigma_{0.001}$;
- - для хрупких материалов (их разрушение происходит при очень малых пластических деформациях) - предел прочности, значение которого при растяжении и сжатии различно: $\sigma_{\text{p}} < \sigma_{\text{с}}$.

Для обеспечения прочности элементов конструкций необходимо так выбрать их размеры и материал, чтобы возникающие в них при эксплуатационных нагрузках напряжения были меньше предельных. Конечно, если наибольшие рабочие напряжения в детали близки к предельным (хотя и меньше их), прочность детали гарантировать нельзя, так как действующие нагрузки, а следовательно, и напряжения практически никогда не могут быть установлены совершенно точно; в ряде случаев расчетные напряжения вообще могут быть определены лишь приближенно, возможны отклонения действительных механических характеристик применяемого материала от принятых при расчете.

Отношение предельного напряжения $\sigma_{\text{пред}}$ к наибольшему расчетному напряжению σ_{max} возникающему в элементе конструкции при эксплуатационной нагрузке, обозначают буквой n и называют коэффициентом запаса прочности (или запасом прочности);

$$n = \sigma_{\text{пред}} / \sigma_{\text{max}}$$

Значение n должно быть больше единицы, иначе прочность конструкции будет нарушена. Таким образом, чем больше n , тем прочнее конструкция, тем большим запасом она обладает. В то же время очень большие запасы прочности приводят к перерасходу материала, делают конструкцию тяжелой, неэкономичной.

При расчете элемента конструкции нормативный коэффициент запаса прочности задается заранее. Необходимость введения коэффициента запаса связана с рядом обстоятельств;

- - расчетные нагрузки не вполне достоверны; не исключена возможность перегрузок;
- - способы определения усилий в элементах конструкций в большинстве случаев имеют некоторые условности;
- - размеры сечений имеют отклонения, а также меняются в связи с износом и ржавлением;
- - характеристики прочности и пластичности имеют отклонения для партий одного материала;
- - возможны динамическая нагрузка и концентрация напряжений.

9. Условие прочности, расчёты на прочность

Прочность элемента конструкции считают обеспеченной, если его расчетный коэффициент запаса прочности не ниже нормативного:

$$n \geq [n].$$

Это неравенство называют *условием прочности*.

Используя выражение (18), запишем условие прочности в виде

$$n = \sigma_{пред} / \sigma_{max} \geq [n]. \quad (19)$$

Отсюда можно получить следующую форму записи условия прочности:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{пред} / [n]. \quad (20)$$

Правую часть последнего неравенства называют допусковым напряжением и обозначают:

$$[\sigma] = \sigma_{пред} / [n]. \quad (21)$$

Под *допусковым напряжением* [σ] понимается такое напряжение, которое можно допустить в конструкции из расчета ее надежной, долговечной и безопасной работы. Допускаемые напряжения составляют некоторую часть от предельных напряжений $<Y_{,,pe}>$.

Прочность конструкции обеспечена, если возникающее в ней наибольшее напряжение не превышает допустимого, т. е.

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]. \quad (22)$$

Неравенство (22) так же, как и (19) и (20), называют *условием прочности*.

Если расчетные напряжения незначительно превысят допускаемые, то это неопасно, так как допускаемое напряжение составляет лишь некоторую часть от предельного напряжения. Обычно считают, что это превышение может составлять до 5% от допускаемого напряжения. Иными словами, в отдельных случаях считают возможным иметь коэффициент запаса прочности несколько меньший, чем требуемый (заданный). Если расчетное напряжение *значительно ниже допускаемого*, это является свидетельством нерациональности конструкции, перерасхода материала.

В зависимости от цели расчета (постановки задачи) различают три вида расчетов на прочность:

- - проверочный;
- - проектировочный;
- - определение допустимой нагрузки.

Рассмотрим несколько подробнее каждый из трех указанных видов расчета.

При проверочном расчете нагрузка стержня, его материал (включая допускаемое или предельное напряжение) и размеры известны. Определению подлежит наибольшее расчетное напряжение, которое сравнивают с допускаемым напряжением.

Расчетная формула, т. е. условие прочности при растяжении - сжатии, имеет вид:

$$\sigma_{max} = \left| \max \frac{N}{A} \right| \leq [\sigma], \quad (23)$$

где σ_{max} - наибольшее по абсолютному значению нормальное напряжение в опасном сечении стержня; N - продольная сила в указанном сечении; A - площадь опасного поперечного сечения; $[\sigma]$ - допускаемое напряжение.

В ряде случаев при проверочном расчете удобнее сопоставлять не расчетное напряжение с допускаемым напряжением, а сравнивать расчетный коэффициент запаса прочности для опасного сечения с требуемым (или нормативным), т. е. проверять, соблюдается ли неравенство

$$n = \sigma_{пред} / \sigma_{max} \geq [n].$$

При проектном расчете нагрузки и материал (допускаемые напряжения) известны, тогда из формулы (23) определяют требуемую площадь сечения стержня A или размеры поперечного сечения:

$$A \geq \frac{N}{[\sigma]}. \quad (24)$$

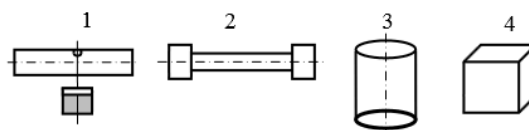
В некоторых случаях проверочный расчет удобнее вести в форме определения допускаемой нагрузки:

$$N \leq \frac{A}{[\sigma]}. \quad (25)$$

В частности, это целесообразно при изменении режимов тех или иных технологических процессов, когда возникает необходимость в повышении нагрузок существующего оборудования и, следовательно, надо знать их предельно допускаемое по условию прочности значение. При этом размеры стержня и его материал (допускаемое напряжение) известны, определению подлежит нагрузка, которую можно допустить по условию прочности этого стержня.

Контрольные вопросы

1. Стальной образец, предназначенный для испытания на растяжение при статическом нагружении, имеет вид ...

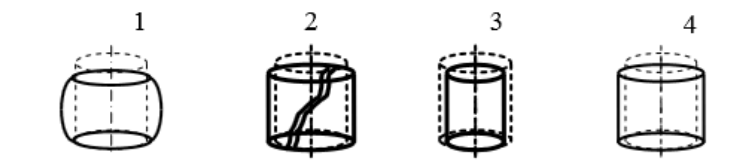


2. На рисунке изображено деформирование образца из пластичной стали при:



1. растяжении
2. при сжатии

3. Образец из хрупкого материала испытали на сжатие. Вид образца после испытания (сплошная линия) изображен на рисунке...



4. На рисунке изображены этапы разрушения образца. Из какого материала изготовлен данный образец:

1. чугун
2. сталь
3. древесина



Задание для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с лекционным материалом, посмотреть видео
2. **Вопрос 7- нарисовать диаграмму (рис.1.3)и расписать участки**
- Вопрос 8 – записать определение и формулу запаса прочности**
- Вопрос 9 – условие прочности, формула**

3. Фотографии отчета прислать в личном сообщении ВК
<https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **2.12.2022**, группа ХКМ 2/1, Техническая механика».