

Лабораторная работа №2.

Цель работы: ознакомиться с методами испытания материалов на сжатие, определить механические характеристики пластических и хрупких материалов при сжатии.

Теоретическое обоснование.

При испытании на сжатие пластических материалов (мягкой стали, меди и др) из-за сильной деформации (сплющивания) удастся определить лишь предел текучести; практически они не могут быть разрушены. Таким образом, величина предела прочности при сжатии пластичного материала не может быть определена. При испытании определяются такие механические свойства как предел текучести материала.

Хрупкие материалы: чугун, камень, бетон и др. разрушаются при сжатии, выдерживая при этом значительно большие напряжения, чем при растяжении. Для этих материалов предел прочности при испытании на сжатие имеет большое практическое значение, так как обычно детали из хрупких материалов в реальных конструкциях работают на сжатие.

Испытание деревянных образцов представляет собой интерес, поскольку этот материал является анизотропным, вследствие чего прочность дерева при сжатии вдоль волокон часто в 8-10 раз выше, чем поперек. Анизотропию древесины приходится учитывать при применении дерева в сооружениях путем соответствующего назначения допускаемых напряжений.

Образцы для испытаний.

При испытании на сжатие пользуются образцами небольшой высоты, которые сжимаются между плоскими плитами испытательной машины. Образцы должны иметь размеры: диаметр от 10 до 25 мм, высота от 1 до 3 диаметров (для чугуна). Поверхность их должна быть гладкой, торцы образцов – плоско-параллельными и перпендикулярными к оси образца.

При испытании приходится считаться с двумя обстоятельствами: силами трения, возникающих между торцами образцов и плитами машин, и возможностью изгиба.

Влияние сил трения уменьшается с увеличением высоты образца, но во избежании искривления необходимо применить короткие образцы.

При испытании пластичного материала берется цилиндрический образец с соотношением размеров $l < h/d < 2.5$.

Для чугуна, высота цилиндрического образца принимается равной его диаметру.

При испытании на сжатие дерева образцы изготавливаются в виде кубиков, размеры которых зависят от предельной нагрузки испытательной машины. Для испытания применяются деревянные кубики со стороной 2 см; при наличии машин с предельной нагрузкой более 5 тн целесообразно применять кубики больших размеров.

Испытательные машины.

Испытание на сжатие можно проводить на универсальных испытательных машинах УМ-5, УММ-20, УММ-50 и др.

Эти испытательные машины снабжены записывающим приспособлением, автоматически вычерчивающим в процессе опыта диаграмму сжатия. Это по-

зволяет следить за ростом деформации и нагрузок непосредственно во время испытания. Скорость перемещения подвижного захвата машины должна быть не более 2мм/мин.

Порядок проведения испытания.

Перед началом испытания в журнале наблюдений следует записать: тип испытательной машины; цену деления шкалы силоизмерительного устройства; масштаб записи диаграммы определить как указано в инструкции к лабораторной работе №1.

ИСПЫТАНИЕ НА СЖАТИЕ СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА.

Измерить диаметр и высоту образца.

Установить образец между опорными плитами машины. Для устранения возможных перекосов и связанного с ними изгиба захват машины должен иметь шаровую поверхность (рис. 5).

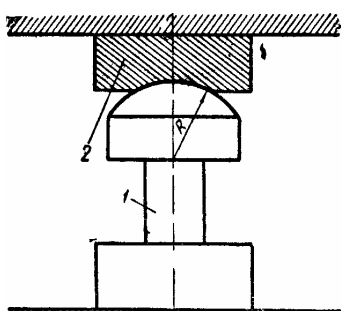


Рис.5 Установка образца для испытания на сжатие.
1-образец; 2-опора с шаровой поверхностью.

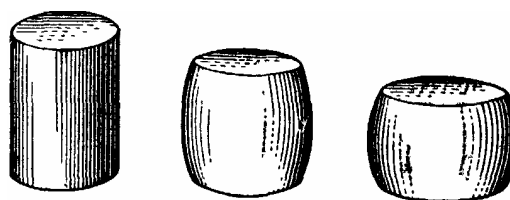


Рис.6 Деформация образца при сжатии.

Проверить работу диаграммного аппарата; поворачивая барабан вхолостую, получают «нулевую линию».

Включить электродвигатель испытательной машины и наблюдать за процессом сжатия образца.

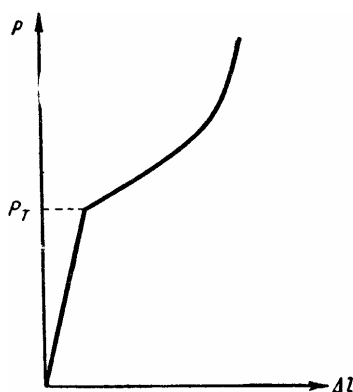


Рис. 7 Диаграмма сжатия пластичного материала.

Первоначальный участок диаграммы представляет собой прямую линию, отражающую прямую пропорциональность между нагрузкой и деформацией (закон Гука). При дальнейшем сжатии образец деформируется без значительного увеличения нагрузки (материал — «течет»). Текущность при сжатии коротких образцов выявляется не очень отчетливо, поэтому при испытании необходимо особенно внимательно следить за стрелкой силоизмерителя, чтобы

не пропустить момента возникновения текучести. Затем нагрузка начинает вновь возрастать, образец непрерывно сжимается, поперечное сечение его увеличивается — образец сплющивается.

При достижении нагрузки, близкой к предельной для данной испытательной машины, необходимо выключить электродвигатель во избежание поломки частей машины и произвести разгрузку образца.

Вычислить предел текучести при сжатии

$$\delta\tau = P_T / F_0$$

где P_T - нагрузка, соответствующая пределу текучести материала;

F_0 - площадь поперечного сечения образца, до его испытания.

На рис. 6 представлены различные стадии деформации образца из стали при сжатии.

ИСПЫТАНИЕ НА СЖАТИЕ ЧУГУНА.

Испытание чугуна дает возможность определить предел прочности при сжатии. Проведение этого испытания производится в соответствии с требованием ГОСТ 2055—43.

Установить образец на опорные плиты, одна из которых должна иметь шаровую опору, для устранения возможного изгиба. Опорные плиты оградить устройством, предохраняющим окружающих людей от осколков при разрушении образца.

Произвести подготовку диаграммного аппарата, закрепив на нем миллиметровую бумагу.

Включить электродвигатель испытательной машины и наблюдать за процессом сжатия чугунного образца. По шкале силоизмерительного устройства зафиксировать наибольшую нагрузку P_B в момент разрушения образца.

Остановить электродвигатель. Вынув разрушенный образец, рассмотреть рисунок образовавшихся трещин, которые обычно располагаются под углом 45° к оси образца.

На рис. 8 показаны образцы из чугуна до и после испытания.

На рис.9 - диаграмма сжатия чугуна, которая не имеет отчетливо выраженного прямолинейного участка, а, постепенно искривляясь, обрывается в момент разрушения образца.

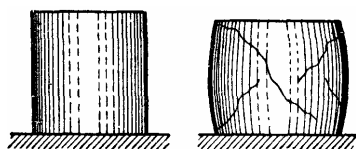


Рис. 8 Образец из чугуна до и после сжатия.

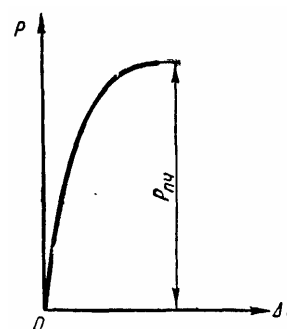


Рис. 9 Диаграмма сжатия чугуна.

Вычислить предел прочности чугуна на сжатие по формуле

$$\delta\tau = P_T / F_0$$

где P_B — наибольшая нагрузка;

F_0 — площадь поперечного сечения образца до испытаний.

ИСПЫТАНИЕ НА СЖАТИЕ ДЕРЕВА ВДОЛЬ И ПОПЕРЕК, ВОЛОКОН.

Измерить стороны образца поперек волокон и вычислить площадь поперечного сечения F_0 .

Установить образец на опорную плиту машину так, чтобы нагрузка действовала вдоль волокон, вручную переместить нижнюю опору до соприкосновения образца с верхней опорой.

Подготовить диаграммный аппарат.

Включить электродвигатель машины и наблюдать за процессом сжатия образца. Зафиксировать наибольшую нагрузку, которую выдержал образец.

Разрушение дерева при сжатии вдоль волокон происходит при небольших деформациях.

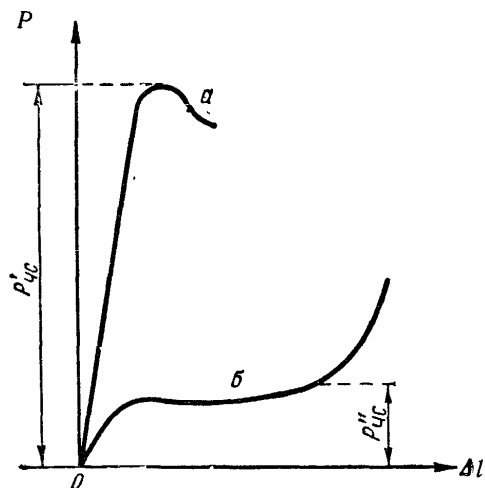


Рис. 10

На рис. 10 представлена диаграмма сжатия образца вдоль волокон - (кривая δ). После достижения наибольшей нагрузки P_b образец начинает разрушаться и нагрузка падает. Остановить электродвигатель, произвести разгрузку машины, снять образец и зарисовать вид разрушенного образца.

Вычислить предел прочности дерева вдоль волокон по формуле

$$\delta_T = P_b / F_0$$

где P_b - наибольшая нагрузка, предшествующая разрушению образца;

F_0 - площадь поперечного сечения образца до начала испытаний.

На рис. 11 показаны разрушенные деревянные образцы при сжатии вдоль волокон.

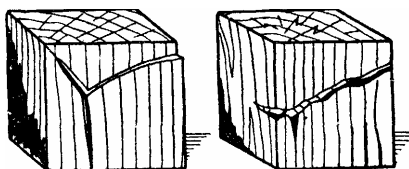


Рис. 11 Деревянные образцы, разрушенные при сжатии вдоль волокон.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ОБРАЗЦА ПОПЕРЕК ВОЛОКОН.

После замера образец устанавливают в испытательную машину так, чтобы нагрузка действовала поперек волокон. При этом испытании нагрузка сначала возрастает пропорционально деформации (рис. 10, кривая б).

Затем возрастание нагрузки замедляется и кубик быстро деформируется, но разрушения не наблюдается (он лишь спрессовывается).

За разрушающую нагрузку условно принимают то значение нагрузки, при которой кубик сжимается на одну треть своей первоначальной высоты. Уменьшение высоты образца на одну треть своей первоначальной длины определяют по шкале перемещений подвижной опоры машины. Величину этой нагрузки надо зафиксировать по шкале силоизмерительного устройства. В дальнейшем за счет прессования нагрузка начинает быстро расти. В это время следует выключить электродвигатель (во избежание поломки частей машины).

Предел прочности дерева поперек волокон определяют по формуле

$$\delta\tau = P_v / F_0$$

где P_v - нагрузка, принятая за разрушающую;

F_0 - площадь поперечного сечения образца до начала испытания.

Прочность дерева на сжатие поперек волокон обычно в 8—10 раз меньше, чем вдоль волокон.

На рис. 12 показаны образцы до и после сжатия поперек волокон.

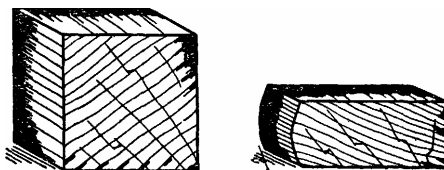


Рис. 12 Деревянный образец до и после сжатия поперек волокон.

Полученные данные занести в журнал лабораторных работ

Контрольные вопросы

1. Какие механические характеристики можно определить при испытании пластичных материалов на сжатие?
2. Какие механические характеристики можно определить при испытании хрупких материалов на сжатие?
3. Для каких материалов испытание на сжатие имеет большое практическое значение?
4. Чем обусловлены размеры образцов при испытании на сжатие?
5. Какими способами можно уменьшить влияние сил трения между торцами образца и опорными плитами?
6. Чем отличается первоначальный участок диаграммы сжатия чугуна от стали?
7. Чем объясняется разрушение чугунных образцов по плоскости, проходящей под углом 45° к оси образца?
8. В каком направлении дерево прочнее при сжатии?

9. Можно ли довести до разрушения деревянный образец нагрузкой, направленной поперек волокон?

10. Что можно сказать о свойствах материала образца, если при испытании на сжатие он приобрел бочкообразную форму? Чем объясняется это явление?

11. Нужно ли измерять размеры поперечного сечения образца после разрушения для вычисления предела прочности?

12. Почему при испытании на сжатие применяют шаровую опору?