

**Министерство науки и образования РФ**  
Ангарский государственный технический университет  
Кафедра управления на автомобильном транспорте

## СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

### Отчет по лабораторной работе № 4

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СДВИГ  
(СРЕЗ И СКАЛЫВАНИЕ)

Разработал	Студент группы	Подпись	Дата сдачи	Дата защиты	Оценка
Ф.И.О.	Баентурова А.С		23.06.23		
Принял	Профессор (доцент, ст. преподаватель)	Подпись	Дата приемки		
Ф.И.О.	Черепанов А.П.				

Ангарск 2023

## Цель работы

- Определение предела прочности при срезе малоуглеродистой стали;
- Определение предела прочности при скалывании древесины;
- Сравнение сопротивлений скалыванию в различных направлениях.

## Краткие теоретические сведения

Вид нагружения бруса, при котором в его поперечных сечениях возникает единственный силовой фактор – поперечная сила  $Q$  ( $Q_y$  или  $Q_z$ ), называют **сдвигом**. Это происходит в том случае, когда на брус действуют две равные силы, близко расположенные друг к другу и противоположно направленные (рис. 1, а). Примером такого приложения сил является резка ножницами прутьев, металлических полос. На практике сдвиг в чистом виде не встречается, поскольку вследствие образующей пары сил возникает дополнительно изгибающий момент. Последний обычно невелик и им можно пренебречь.

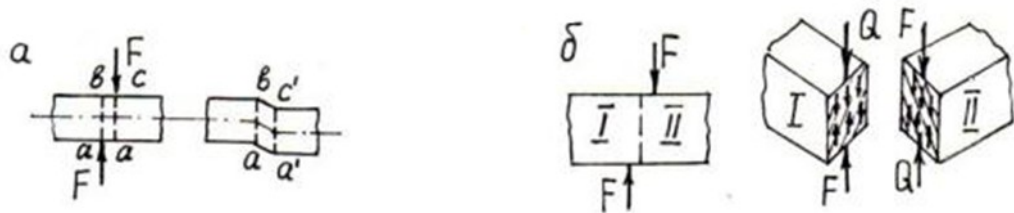


Рисунок 1

С поперечной силой, как известно, связаны касательные напряжения  $\tau$ , которые условно считают равномерно распределенными по плоскости сдвига (рис. 1, б), вследствие чего:

$$\tau = Q/A = F/A, \text{ где } A \text{ – плоскость сдвига.} \quad (1)$$

Явление сдвига применительно к металлическим конструкциям называют **срезом**, применительно к деревянным – **скалыванием**. Формула (1) лежит в основе условных расчетов на срез таких соединений, как заклепочных, болтовых (рис. 2, а), и на скалывание, к примеру, деревянных врубок (рис. 2, б).

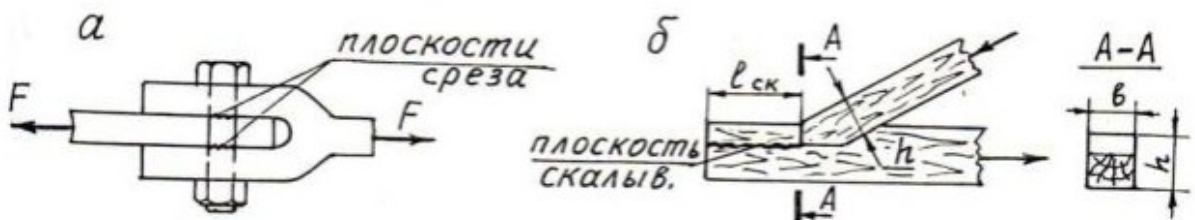


Рисунок 2

Древесина относится, как было уже отмечено в работе 2, к анизотропным материалам. Сопротивление скалыванию зависит от направления нагрузки. Например, предел прочности сосны вдоль волокон равен 40 МПа, поперек – 5 МПа; для дуба вдоль волокон – 50 МПа, поперек – 15 МПа. Поэтому при испытании древесины для получения пределов прочности нагрузка прикладывается вдоль волокон (рис. 3, а), поперек волокон (рис. 3, б), и по волокнам (рис.3, в).

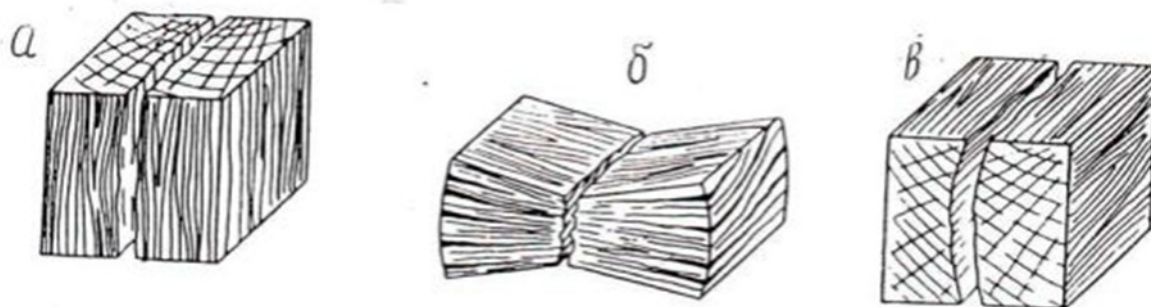


Рисунок 3

Принципиальное положение, лежащее в основе расчетов, заключается в том, что допускаемые напряжения (или расчетные сопротивления) вычисляются не только по механическим испытаниям материала, но и по испытаниям образцов конкретного соединения (заклепочного, сварного, врубочного и пр.).

В настоящей работе проводится испытание стального образца, находящегося в условиях, идентичных с условиями работы болтов или заклепок (рис. 4, а), и деревянного образца (рис. 5, а), находящегося в условиях, идентичных с условиями работы врубки (рис. 5, б). Необходимо заметить, что подобные соединения, кроме среза, рассчитывают на смятие.

### Описание установки

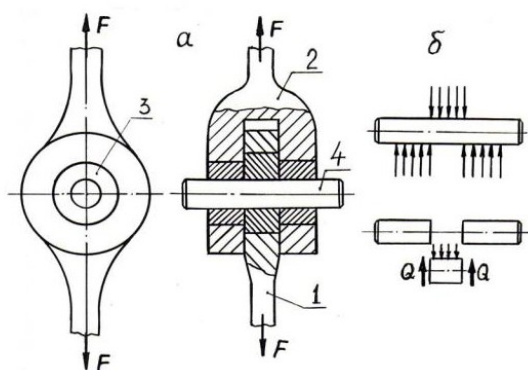


Рисунок 4

Испытание на срез и скалывание производят на разрывных машинах с использованием различных приспособлений. В данной работе для испытания стального образца используется приспособление, основными частями которого являются вилка 1 и проушина 2 (рис. 4, а). В отверстия вилки и проушины вставляются вкладыши 3 из высокопрочной стали, куда вставляется образец 4 цилиндрической формы. Устройство закрепляется в захватах разрывной машины. При приложении растягивающей нагрузки происходит перемещение вилки относительно проушины, в результате чего происходит срез по двум плоскостям образца (рис. 4, б).

При определении предела прочности на скалывание древесины изготавливаются образцы, форма которых изображена на рис. 5, а. Для испытания используют приспособление, показанное на рис. 5, б.

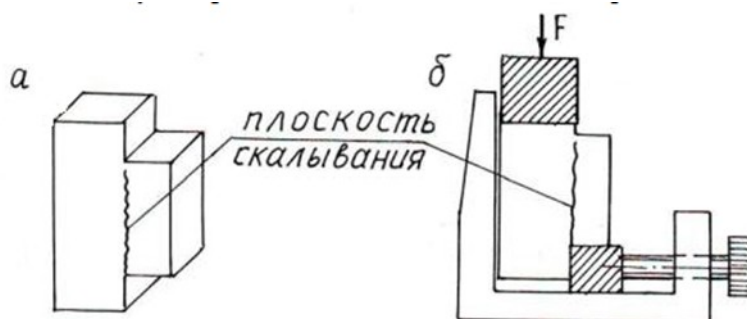


Рисунок 5

### Порядок проведения работы

1. Измерить штангенциркулем размеры образцов и записать в журнал лабораторной работы.
2. Установить приспособление в захваты машины, предварительно заложив в него образец.
3. Включить КСИМ-40 и производить растяжение до разрушения образца.

### Обработка результатов

1. Все измерения записать в журнал работы.
2. Записать максимальное значение усилия –  $F_{\max}$ .
3. Вычислить пределы прочности:

при срезе  $\tau_{cp} = F_{max} / A_{cp}$ , где  $A_{cp} = 2\pi d^2 / 4$  – площадь двух плоскостей среза металлического образца;

при скалывании  $\tau_{ск} = F_{max} / A_{ск}$ , где  $A_{ск} = b \cdot l_{ск}$  – площадь плоскости скалывания (рис.5).

4. Заполнить журнал лабораторной работы.

### Журнал лабораторной работы

№	Исходные данные и расчетные величины	Срез	Скалывание
1	Размер образцов, мм	$d = 4$	$b = 40, l_{ск} = 40$
2	Площадь сдвига $A_{cp}$ или $A_{ск}$ , мм <sup>2</sup>	25,13	1600
3	Разрушающая сила $F_{max}$ , кН	13,5	9,8
4	Предел прочности $\tau_{cp}$ или $\tau_{ск}$ , МПа	537	6125

### Решение

$$A_{cp} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 4^2}{4} = 25,13 \text{ м м}^2;$$

$$A_{ск} = b \cdot l_{ск} = 40 \cdot 40 = 1600 \text{ м м}^2;$$

$$\tau_{cp} = \frac{F_{max}}{A_{cp}} = \frac{13500}{25,13 \cdot 10^{-5}} = 537 \text{ МПа};$$

$$\tau_{ск} = \frac{F_{max}}{A_{ск}} = \frac{9,8}{0,0016} = 6125 \text{ Па}.$$

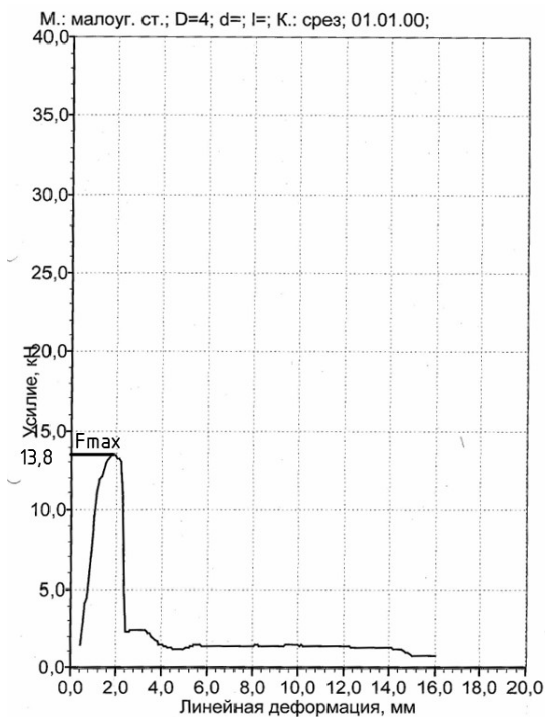


Рисунок 6

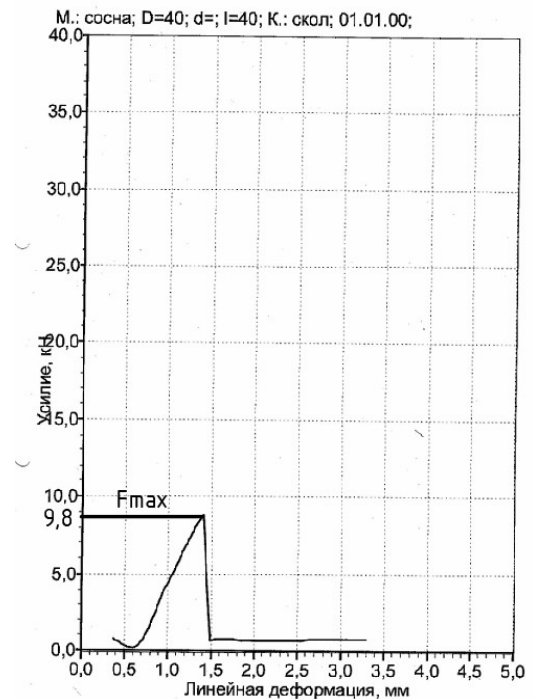


Рисунок 7

## Контрольные вопросы

1. Какие соединения или детали работают на срез (сдвиг)?

Сдвигом (срезом) называется такой вид деформации, при которой в любом поперечном сечении бруса возникает только поперечная сила. На сдвиг работают заклепки, болты шарнирных соединений, цапфы крепления стоек шасси, пальцы соединения тяг, поршневые пальцы, стенки лонжеронов крыла и др. элементы конструкций. Простейшим примером сдвига является резание ножницами. При сдвиге поперечные сечения бруса смещаются, оставаясь в параллельных плоскостях.

2. Записать основную формулу для определения предела прочности при срезе.

$$\tau_{пч} = F_{\max} / A_{ср}$$

3. Какие виды деформации сопровождают срез металлических образцов?

Продольная и поперечная деформация структур

4. Почему пределы прочности древесины при срезе поперек волокна и скалывании вдоль волокна различны?

Условный предел прочности при сжатии поперек волокон для всех пород в среднем примерно в 10 раз меньше предела прочности при сжатии вдоль волокон. Эта разница объясняется тем, что при сжатии поперек волокон возникает дополнительное сопротивление волокон древесины, тогда как при продольном сжатии сопротивление ограничивается силами упругости годичных слоев древесины.

5. Какие задачи ставят при испытаниях на срез цилиндрических образцов?

6. Как определяются допускаемые касательные напряжения по отношению к нормальным напряжениям. Есть ли аналогия между соотношениями  $[\tau] / [\sigma]$ ?

Согласно уравнению наибольшие нормальные напряжения, могущие привести к разрушению, возникают в волокнах, наиболее удалённых от нейтральной оси. Так как при прочностных расчётах определяются максимальные напряжения, то в формуле вместо текущего значения  $u$  подставляют расстояние от нейтральной оси до наиболее удалённых волокон.

7. Соответствует ли фактическая работа деталей на срез теоретическим предположениям и зависимостям чистого сдвига?