

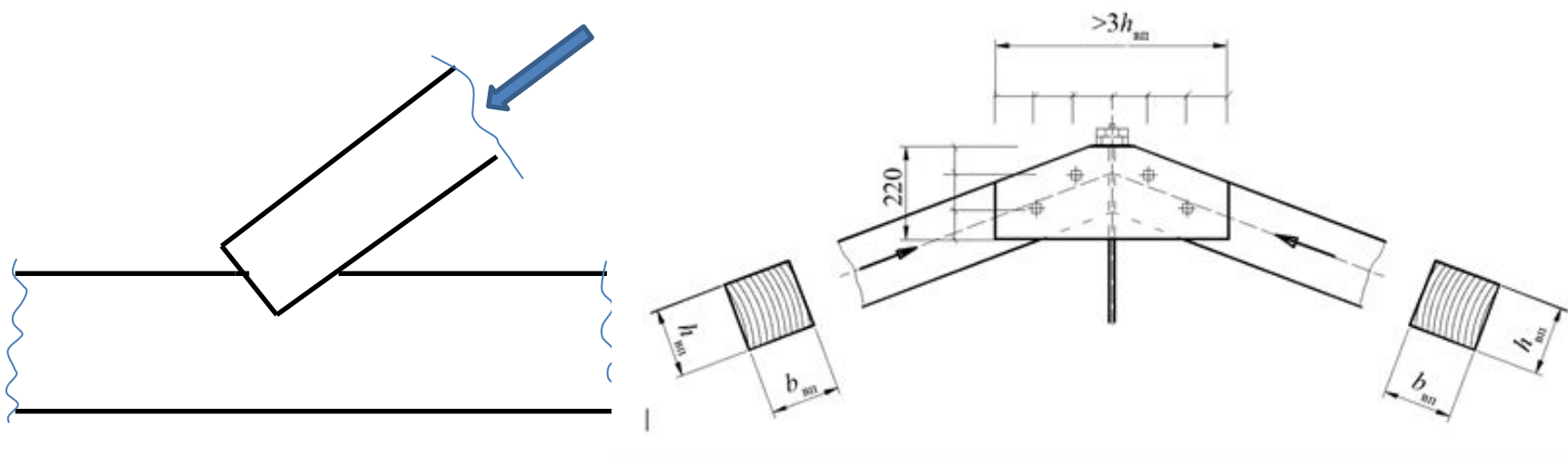
# Тема лекции: Соединения элементов ДК

- Почему нужны соединения элементов ДК?

- Сплачивание
  - Сращивание
  - Анкеровка
- Классификация №1

## Классификация №2 (по способу передачи усилия)

- Соединения, в которых усилие передается **упором контактных поверхностей** (лобовой упор, лобовая врубка, подробно в теме «Фермы»))



- Соединения на механических связях (подробно здесь)
- Соединения на клеях (в конце курса)

### **Классификация №3** (по степени деформативности)

- Податливые (деформации от неплотностей, усушки и смятия, изгиба связей)
- Жесткие (клеевые)

# Механические связи

**Определение:** это рабочие связи, которые вставляются, врезаются, ввинчиваются, запрессовываются в тело древесины соединяемых элементов.

**Материал:** твердые породы, сталь, сплавы, пластмассы

**Конструктивно:** шпонки, **нагели**, болты, глухари, гвозди, шурупы (саморезы), шайбы, нагельные пластинки, МЗП

# Нагельные соединения

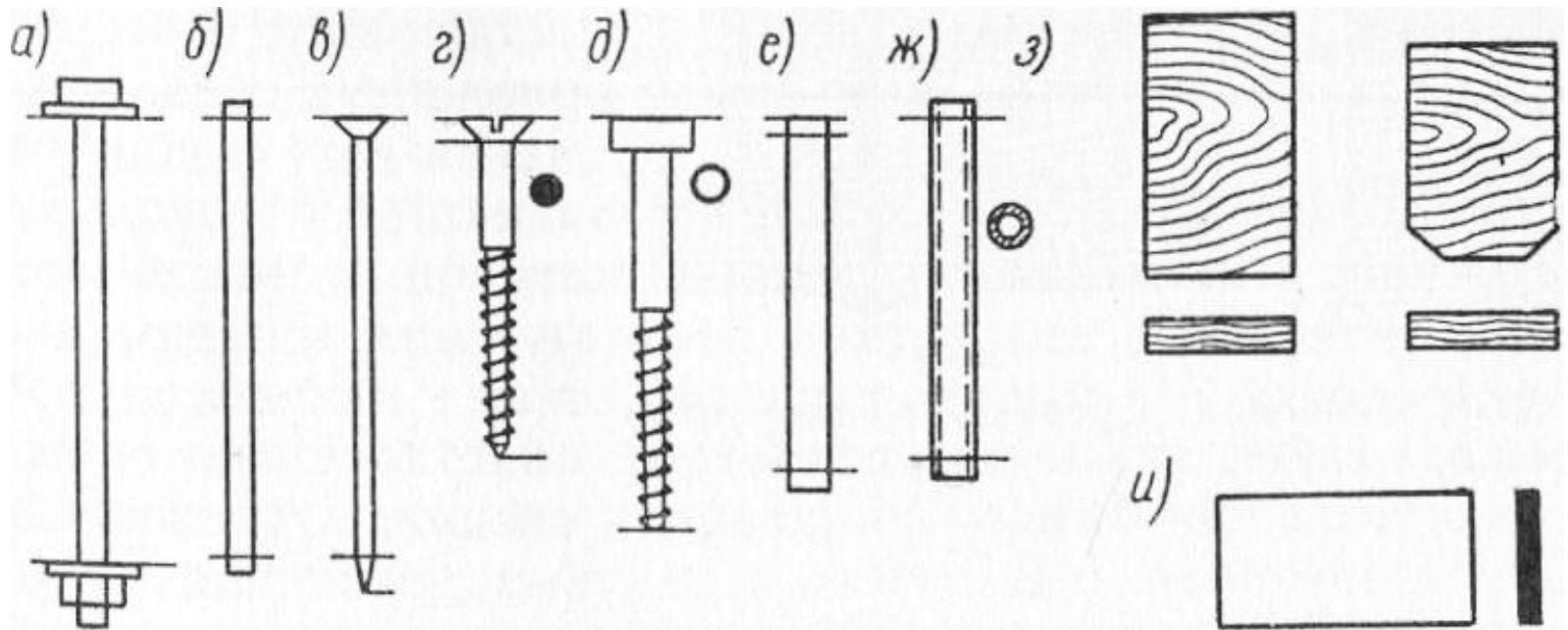
Наиболее широко применяющийся тип механических связей

Это **гибкий стержень**, соединяющий элементы, препятствует

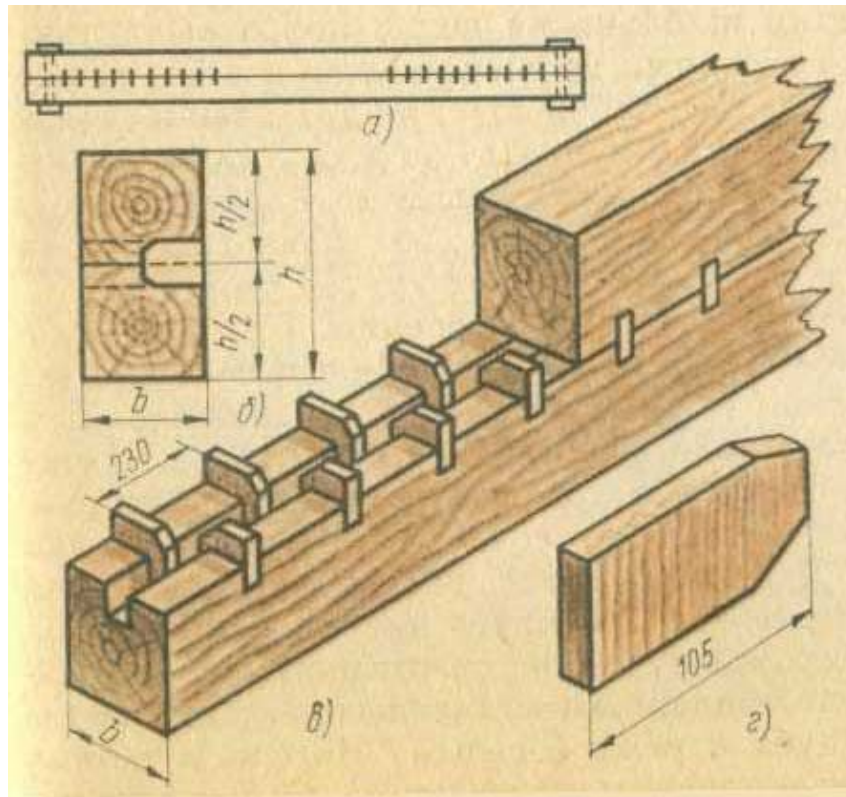
их взаимному сдвигу, сам работает на изгиб.

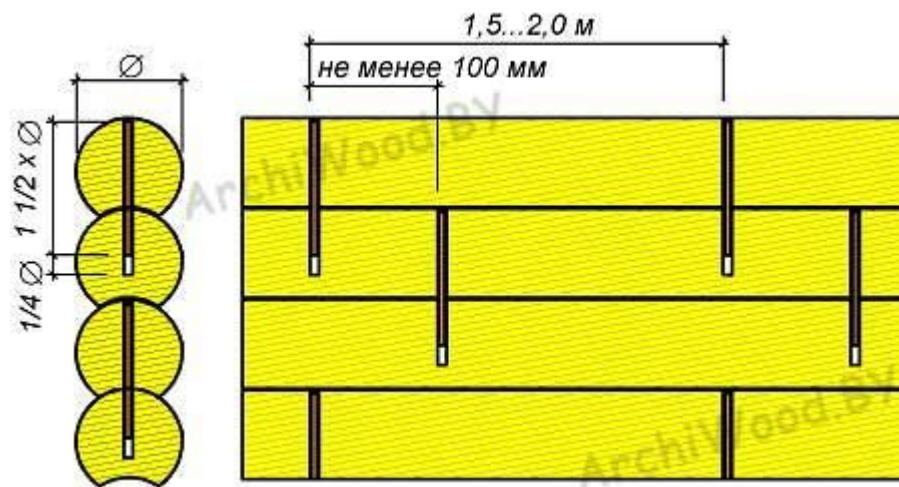


# Разные типы конструкции

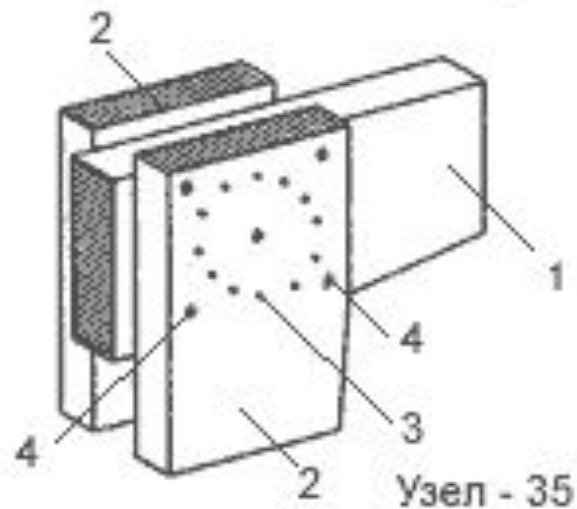


- а) болт    б) цилиндр стальной    в) гвоздь  
г) шуруп (саморез)    д) глухарь    е) дубовый нагель  
ж) стальная трубка    з) дерево пластинки  
и) стальная пластинка



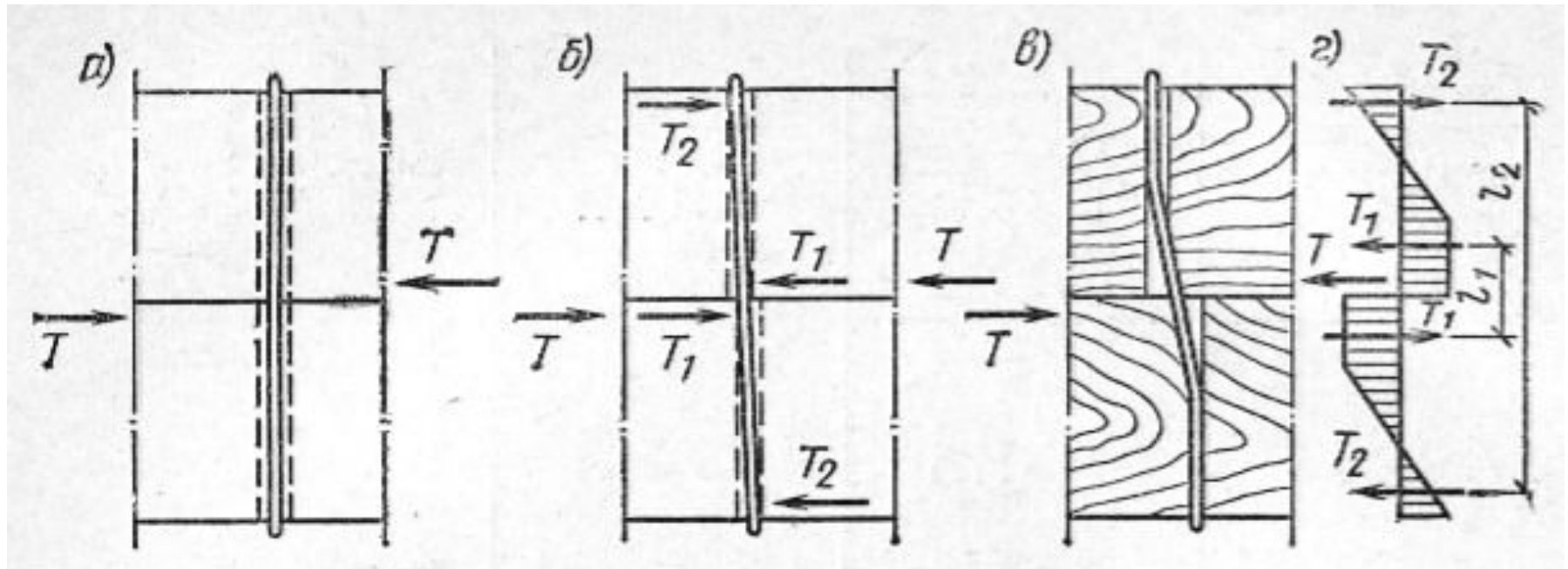


### Крепление ригеля на стойках




1- ригель (балка); 2- парная стойка; 3- крепление нагелями; 4- стяжные болты.

# Работа элементов ДК на сдвиг (нагельное соединение)



а) Усилие мало....

б) Усилие  - стержень поворачивается, касание кромок гнезда

в) Усилие  - стержень **изгибается**, древесина гнезда – **сминается**



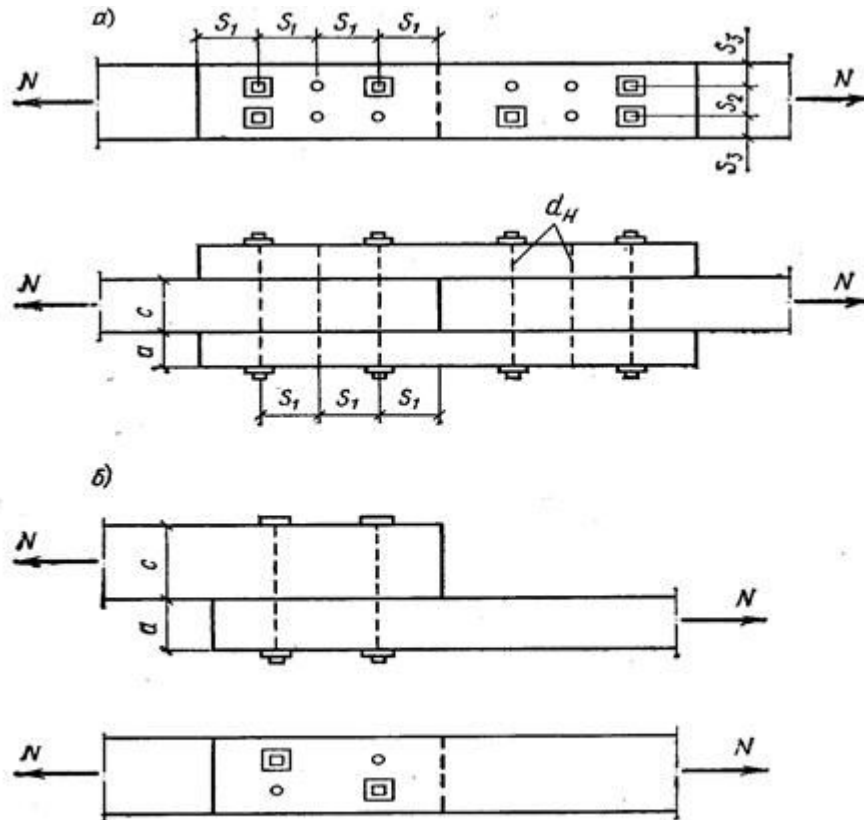
- Наиболее употребительные **диаметры**: 12, 16, 20, 22, 25 мм
- устанавливаются в гнездо (сверление)  $D_{гн} = D_n$
- в условиях переменной влажности, для увеличения плотности соединения  $D_{гн} = D_n - (0,2 \div 0,5) \text{ мм}$
- гвозди диаметром до 6 мм, забивают без сверления
- для шурупов, глухарей (большие диаметры) сверлят отверстие, меньше диаметра нарезной части

Цилиндрические нагели используют для:

- Сращивания
- Сплачивания
- Анкеровки

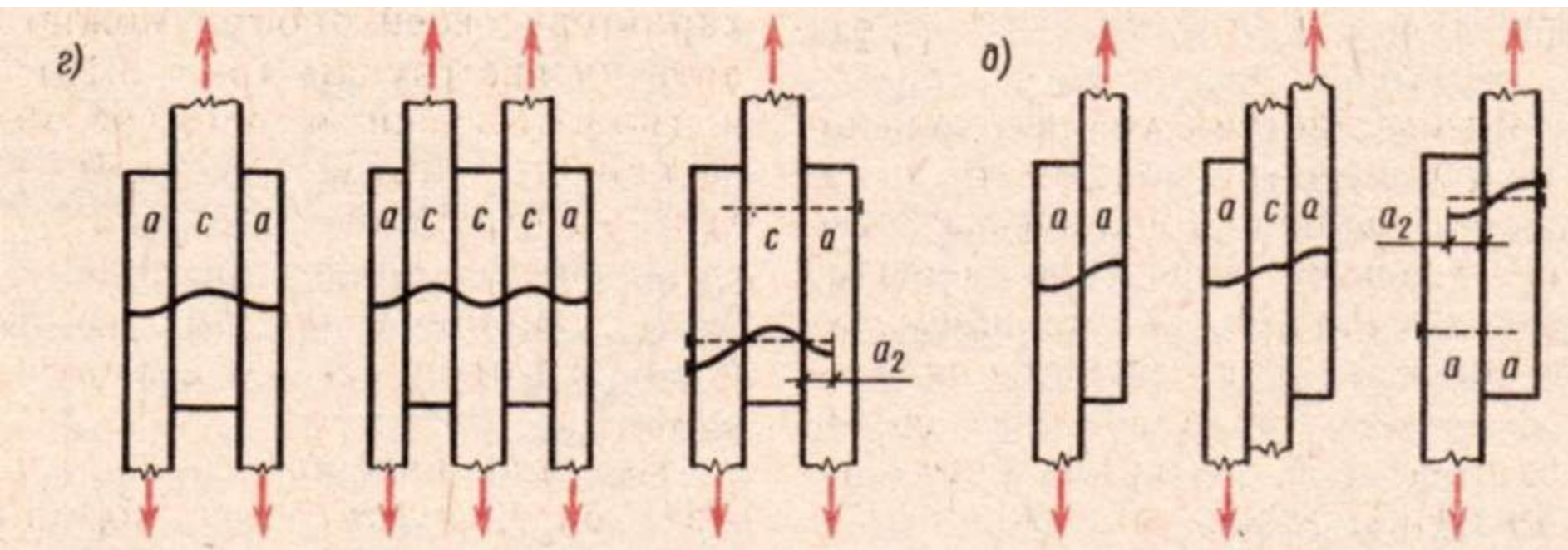
# Классификация НС по типу конструкции

- Симметричные НС
- Несимметричные НС



# Классификация НС по количеству срезов нагеля

Срез нагеля – каждое **рабочее** пересечение нагелем поверхности сплачивания



↑  
двухсрезное

↑  
многосрезное

↑  
односрезное

# Особенности работы НС

В НС передача **общего усилия** происходит **рассредоточено**, распределяясь между **большим** числом мелких податливых нагелей, что дает малую чувствительность НС к местным дефектам, и, тем самым, повышает надежность их

## Нагельные соединения:

- Просты в изготовлении
- Возможно применение средств механизации
- Нагели в соединении доступны для осмотра
- Дефектные нагели легко можно заменить

# Расчет нагельных соединений

• Действующее на НС усилие не должно превышать расчетной несущей способности соединения.

Расчетное количество нагелей  $n_H$  (не менее двух с диаметром 12-25 мм):

$$n_H \geq \frac{N}{n_{\text{ср}} T_H}$$

$n_{\text{ср}}$  – количество срезов нагеля,

$T_H$  – наименьшая расчетная несущая способность одного среза нагеля

## НДС нагельного соединения характеризуется:

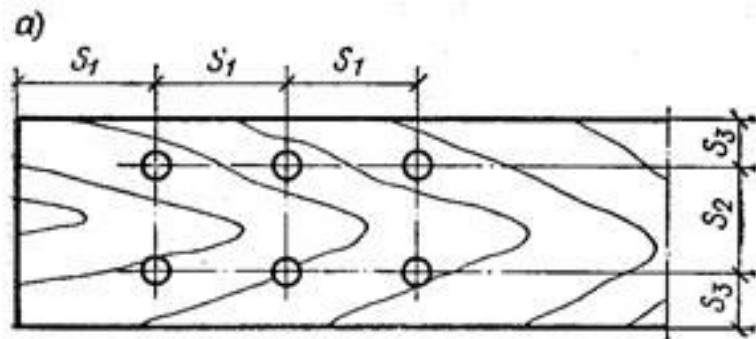
- Изгибом нагеля
- Смятием древесины нагельного гнезда крайнего и средних элементов
- Скалыванием и раскалыванием древесины между нагелями

Скалывание  
Раскалывание }  возможно хрупкое разрушение

**Исключим скалывание и раскалывание оптимальной расстановкой нагелей (расстояние между гнездами)**

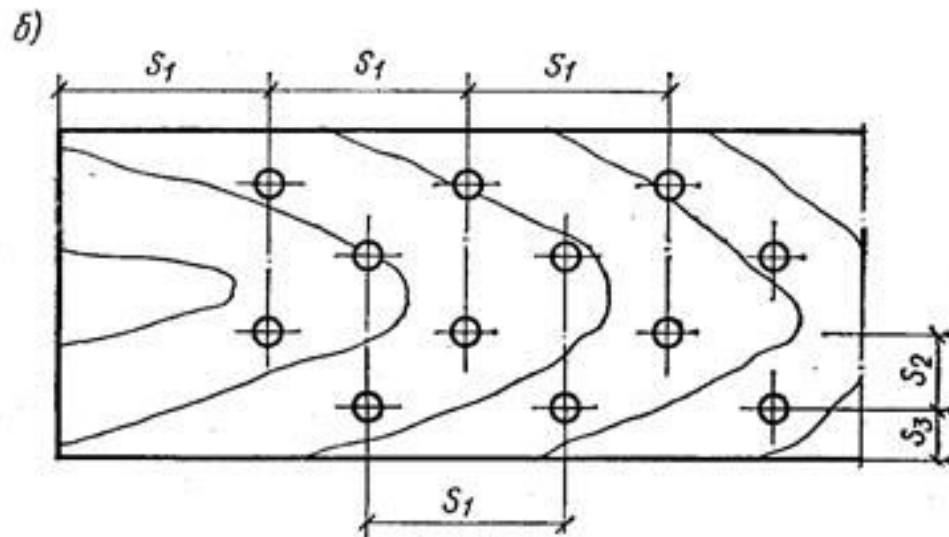
Расстояние делают таким, чтобы несущая способность на скалывание ПРЕВЫШАЛА несущую способность на смятие и изгиб.....

# Расстановка нагелей



$$s_1 \geq 7 d_H$$

$$s_2 \geq 3,5 d_H$$



$$s_3 \geq 3 d_H$$

## Несущая способность одного среза нагеля (симметричное соединение, нагель - сталь)

1.  $T_a$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия крайнего элемента, толщиной  $a$

$$T_a = 80 \cdot a \cdot d_H \text{ (кг) , размеры } a \text{ и } d_H \text{ в см}$$

2.  $T_c$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия среднего элемента, толщиной  $c$

$$T_c = 50 \cdot c \cdot d_H \text{ (кг) , размеры } c \text{ и } d_H \text{ в см}$$

3.  $T_{и}$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям изгиба нагеля

$$T_{и} = 220 \cdot d_H^2 + 2,5 a^2 \quad \text{но не более } 310 \cdot d_H^2$$

$$a \geq 5,9 d_H$$

$$c \geq 5 d_H$$



## Несущая способность одного среза нагеля (несимметричное соединение, нагель - сталь)

**a** – меньшее значение толщины,  **$a < 0,35c$**

1.  $T_a$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия элемента, толщиной **a**

$$T_a = 120 \cdot a \cdot d_H \text{ (кг) , размеры } a \text{ и } d_H \text{ в см}$$

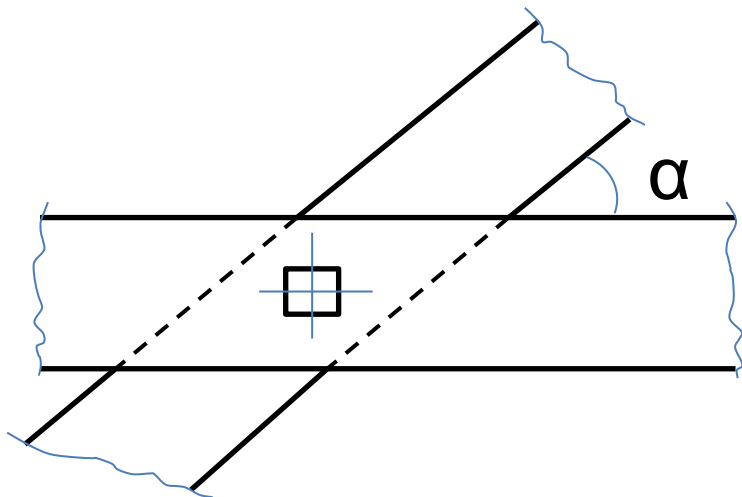
2.  $T_c$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия элемента, толщиной **c**

$$T_c = 55 \cdot c \cdot d_H \text{ (кг) , размеры } c \text{ и } d_H \text{ в см}$$

3.  $T_{и}$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям изгиба нагеля

$$T_{и} = 220 \cdot d_H^2 + 2,5 a^2 \quad \text{но не более } 310 \cdot d_H^2$$

## Несущая способность одного среза нагеля (соединение элементов под углом)



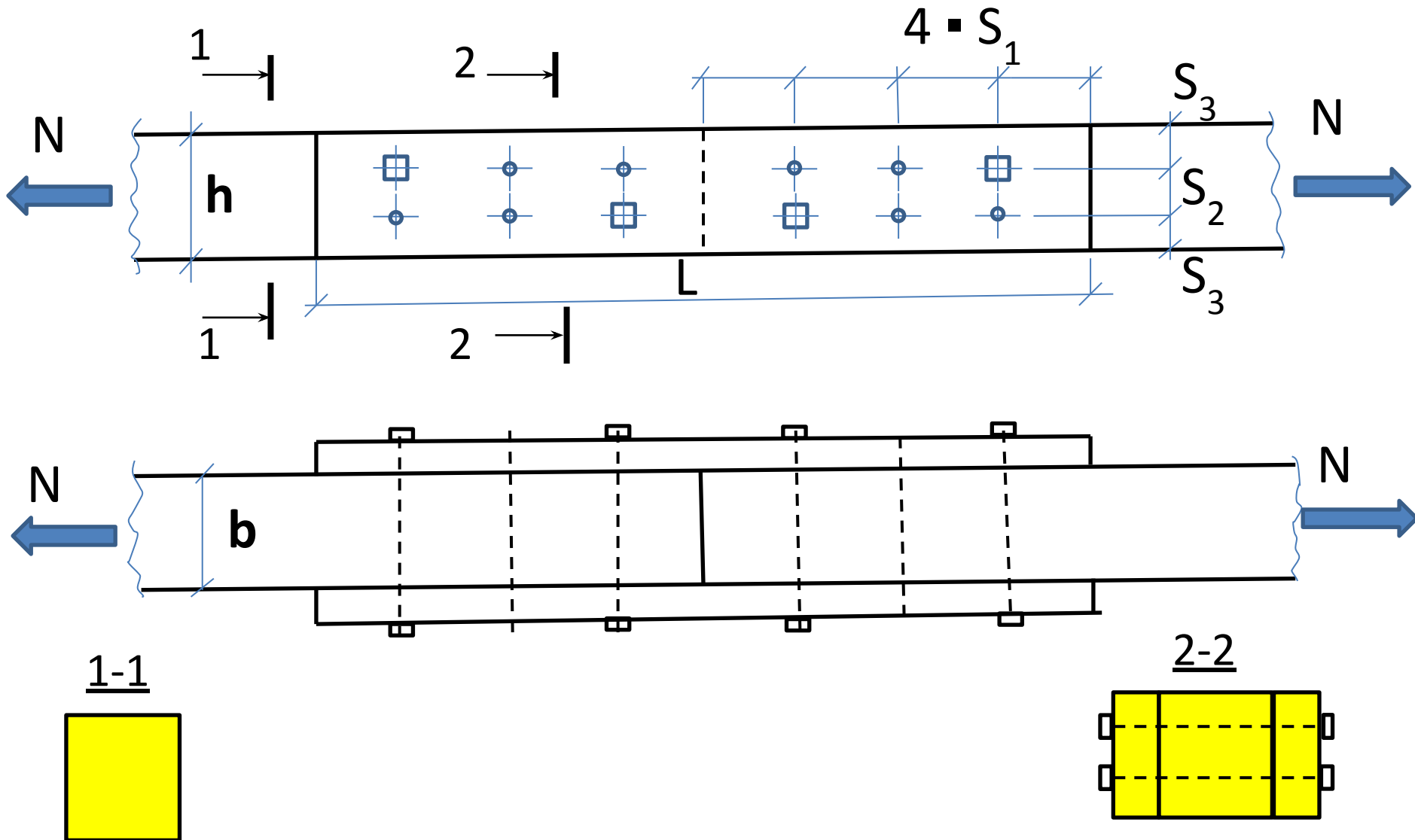
$$T_a^\alpha = K_\alpha \cdot T_a$$

$$T_c^\alpha = K_\alpha \cdot T_c$$

$$T_i^\alpha = \sqrt{K_\alpha} \cdot T_i$$

$K_\alpha$  - коэффициент, учитывающий угол примыкания – по  
таблице 19 СП 64.13330.2017 ДК

# Порядок расчета НС (болтового соединения на примере стыка НП фермы)



**Дано:**  $h, c = b, N, n_{\text{ср}}$  (по типу конструкции НС)

**Найти:**  $n_{\text{н}}, a, L$ , + расстановка нагелей (болтов)

1. Найдем  $d_{\text{н}}$ , из схемы НС следует  $h = S_1 + S_2 + S_3$

но  $S_2 \geq 3,5 d_{\text{н}}$   $S_3 \geq 3 d_{\text{н}}$    $h \geq 9,5 d_{\text{н}}$

$$d_{\text{н}} \leq \frac{h}{9,5}$$

(+ сортамент)

2. Назначим  $a$  – толщину накладок как  $a \geq 5,9 d_{\text{н}}$  (+ сортамент)

3. Определим  $T_a, T_c, T_{\text{н}}$ ; минимальное из них =  $T_{\text{н}}$

4. Найдем кол-во

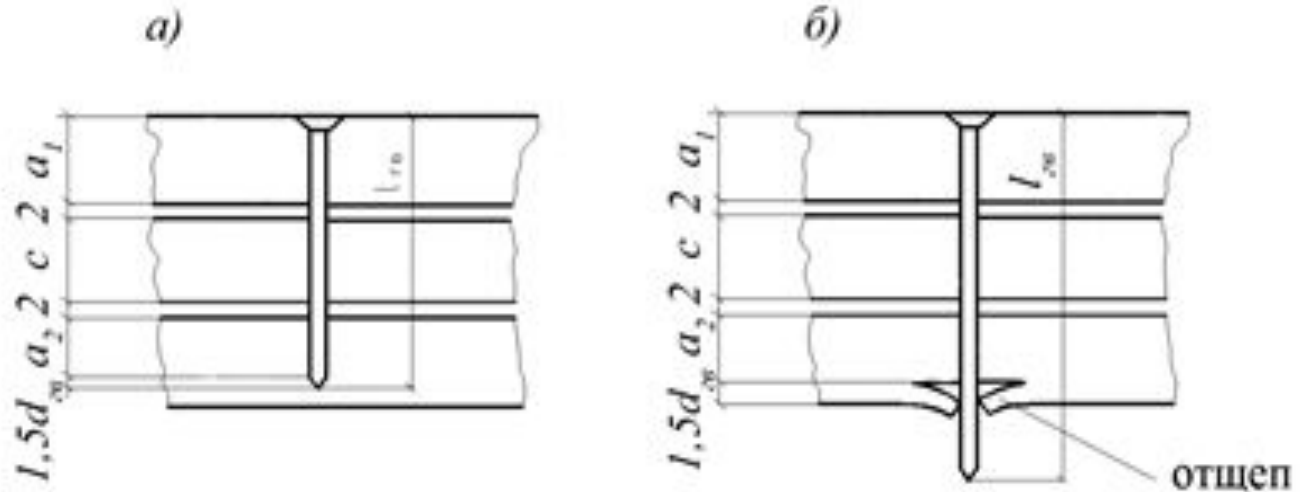
нагелей  $n_{\text{н}} \geq \frac{N}{n_{\text{ср}} T_{\text{н}}}$

5. Расставим нагели, найдем  $L$

# Гвоздевые соединения

Диаметр гвоздя – меньше 0,25 толщины пробиваемого элемента

$a_2 \geq 4d_{\text{ГВ}}$   
Швы 2 мм



$$a_2 = l_{\text{ГВ}} - a_1 - c - 2n_{\text{Ш}} - 1,5d_{\text{ГВ}}$$

Если  $a_2$  получим меньше  $4d_{\text{ГВ}}$  то работа гвоздя в последнем

соединении не учитывается

## Несущая способность одного среза гвоздя (симметричное соединение)

1.  $T_a$  – несущая способность одного среза гвоздя по условиям смятия крайнего элемента, толщиной **a**

$$T_a = 80 \cdot a \cdot d_{ГВ} \text{ (кг) , размеры } a \text{ и } d_{ГВ} \text{ в см}$$

2.  $T_c$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия среднего элемента, толщиной **c**

$$T_c = 50 \cdot c \cdot d_{ГВ} \text{ (кг) , размеры } c \text{ и } d_{ГВ} \text{ в см}$$

3.  $T_c$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям изгиба нагеля

$$T_{И} = 310 \cdot d_{ГВ}^2 + 1,2 a^2 \quad \underline{\text{но не более } 500} \cdot d_{ГВ}^2$$

## Несущая способность одного среза гвоздя (несимметричное соединение)

**a** – меньшее значение толщины, **a < 0,35c**

1.  $T_a$  – несущая способность одного среза гвоздя по условиям смятия элемента, толщиной **a**

$$T_a = 120 \cdot a \cdot d_{ГВ} \text{ (кг) , размеры } a \text{ и } d_{ГВ} \text{ в см}$$

2.  $T_c$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям смятия элемента, толщиной **c**

$$T_c = 55 \cdot c \cdot d_{ГВ} \text{ (кг) , размеры } c \text{ и } d_{ГВ} \text{ в см}$$

3.  $T_{и}$  – несущая способность одного среза нагеля по условиям изгиба нагеля

$$T_{и} = 310 \cdot d_{ГВ}^2 + 1,2 a^2 \quad \underline{\text{но не более } 500 \cdot d_{ГВ}^2}$$

# Расстановка гвоздей

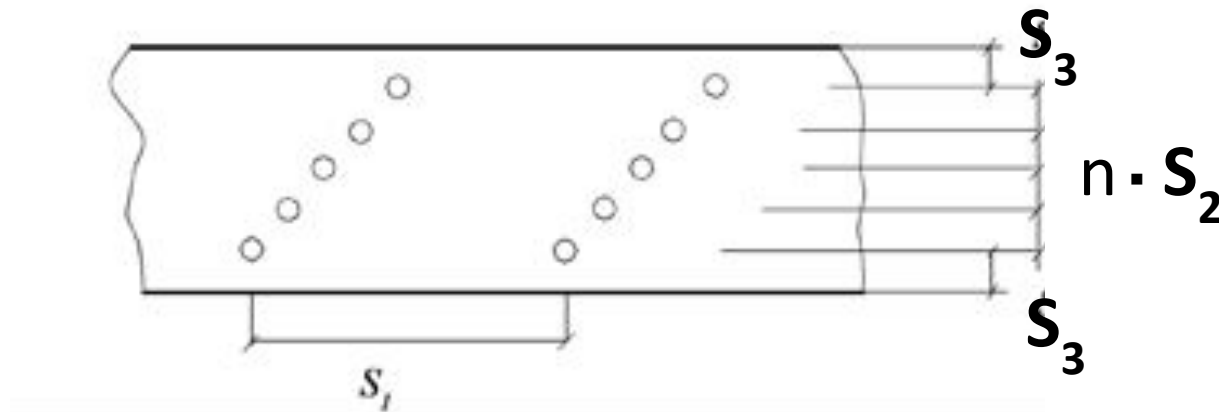
1. Прямые ряды (см. нагели) если  $d_{ГВ} < c/10$  ( $d_{ГВ} = c/4$ )

$$S_1 \geq 15 \text{ (25)} d_{ГВ}$$

$$S_2 \geq 4 d_{ГВ}$$

$$S_3 \geq 4 d_{ГВ}$$

2. Косые ряды



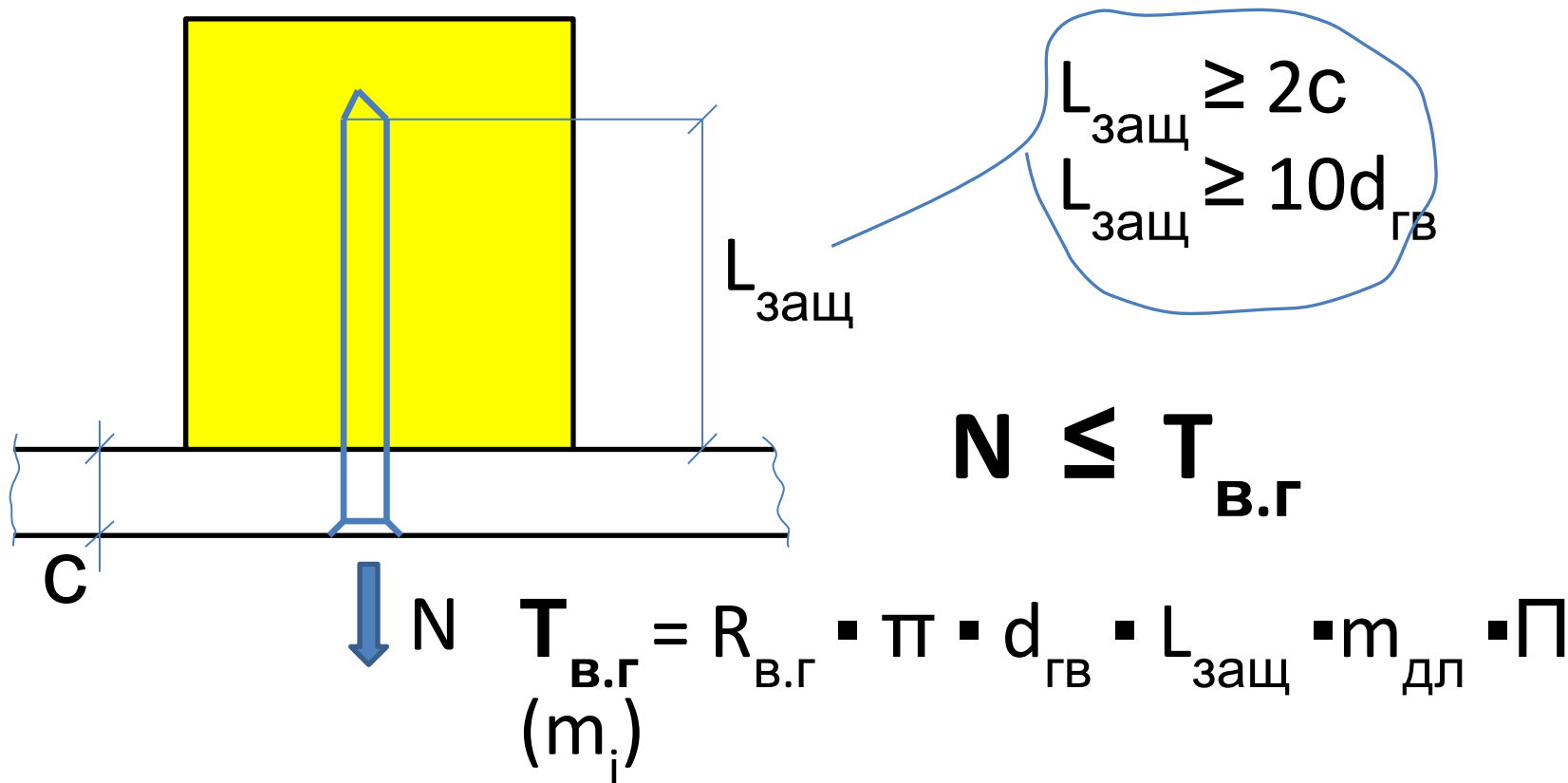
$$S_1 \geq 15 d_{ГВ}$$

$$S_2 \geq 3 d_{ГВ}$$

$$S_3 \geq 4 d_{ГВ}$$



## Расчет гвоздей на выдергивание



$R_{\text{в.г}} = 3,0 \text{ кг/см}^2$  для воздушно-сухой древесины,

$R_{\text{в.г}} = 1,0 \text{ кг/см}^2$  для сырой, высыхающей в конструкции