

## БИКОМПОНЕНТНЫЙ ЭПОКСИДНЫЙ КЛЕЙ

### НАДЕЖНОСТЬ

Его эффективность подтверждается 35 годами эксплуатации в деревянном строительстве. Предлагается в картриджах по 400 мл для быстрого и практичного применения, и в контейнерах по 3 или 5 литров для соединений большого объема.

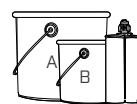
### НАДЕЖНОСТЬ

Бикомпонентный эпоксидный клей с высокими эксплуатационными характеристиками. Позволяет создавать соединения с жесткостью, недостижимой для механических соединительных систем.

### БЫТОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Подходит также для бытового использования, например, для ремонта, заделки отверстий или восстановления поврежденных участков древесины.

### ФОРМАТЫ



в ведерках по 3 и 5 литров или в картриджах по 400 мл

### ПРИМЕНЕНИЕ

наносится распылением, кистью, пистолетом, перфорацией или шпателем в зависимости от вязкости

### ВИДЕО

Отсканируй QR-код и посмотри ролик на нашем канале в YouTube

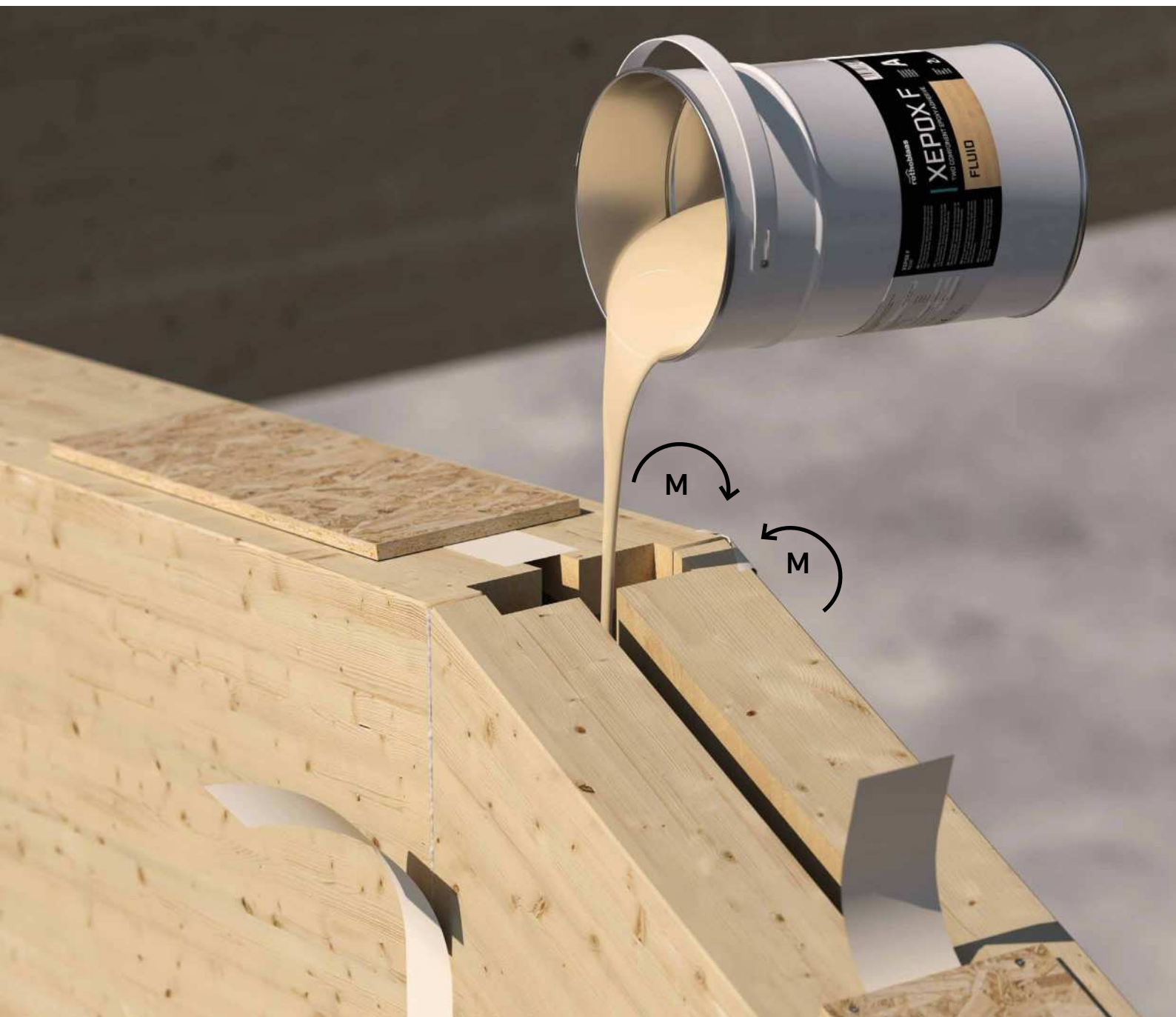


### СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Клеевые соединения панелей, балок, стоек, укосин и стропил.

Применение с клееными балками.

Применение с клееными пластинами для создания жестких соединений, способных выдерживать сдвиговые, моментные и осевые нагрузки. Ремонт или укрепление поврежденных деревянных элементов.



### КОНСТРУКТИВНЫЙ

Отлично подходит для создания жестких разнонаправленных соединений с клееными пластинами или балками.

### СТАТИЧЕСКОЕ УКРЕПЛЕНИЕ

Подходит для реконструкции строений из дерева в сочетании с металлическими шпильками и прочими материалами.

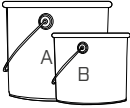
## АТИКУЛЫ И РАЗМЕРЫ

### ХЕРОХ Р - праймер

Бикомпонентный эпоксидный клей с очень низкой вязкостью и высокой увлажняющей способностью для усиления конструкций при помощи углеродистого волокна или стекловолокна. Может применяться для защиты пластин с пескоструйной обработкой SA2,5/SA3 (ISO 8501) и для изготовления вставок FRP (Fiber Reinforced Polymers). Может наноситься валиком, распылением или кистью.

| Арт. №     | описание    | содержимое<br>[мл] | упаковка | шт. |
|------------|-------------|--------------------|----------|-----|
| ХЕРОХР3000 | Р - праймер | A + B = 3000       | банки    | 1   |

Классификация компонента А: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Хроническая водная токсичность 3. Классификация компонента В: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

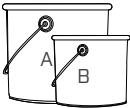


### ХЕРОХ L - жидкий

Очень текучий бикомпонентный эпоксидный клей для строительных работ, применяемый для заливки в глубокие вертикальные отверстия и для стыков с потайными вставками в очень большие пазы, либо в мелкие зазоры (1 мм или больше), с обязательной тщательной заделкой швов. Заливается и впрыскивается.

| Арт. №     | описание   | содержимое<br>[мл] | упаковка | шт. |
|------------|------------|--------------------|----------|-----|
| ХЕРОХL3000 | L - жидкий | A + B = 3000       | банки    | 1   |
| ХЕРОХL5000 | L - жидкий | A + B = 5000       | банки    | 1   |

Классификация компонента А: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Хроническая водная токсичность 3. Классификация компонента В: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1.



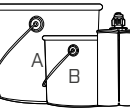
### ХЕРОХ F - вязкий

Текучий бикомпонентный эпоксидный клей для строительных работ, применяется впрыском в отверстия и пазы с предварительной заделкой швов. Идеально подходит для крепления к дереву изогнутых соединителей (система Turrini-Piazza) в комбинированных перекрытиях из дерева и бетона, на новых или уже существующих балках, с расстоянием между металлом и деревом около 2 мм или более. Заливается и вводится при помощи картриджа.

| Арт. №                   | описание   | содержимое<br>[мл] | упаковка | шт. |
|--------------------------|------------|--------------------|----------|-----|
| ХЕРОХF400 <sup>(1)</sup> | F - вязкий | 400                | туба     | 1   |
| ХЕРОХF3000               | F - вязкий | A + B = 3000       | банки    | 1   |
| ХЕРОХF5000               | F - вязкий | A + B = 5000       | банки    | 1   |

<sup>(1)</sup> 1 смесительная насадка STINGXP входит в комплект поставки каждого картриджа ХЕРОХF400

Классификация компонента А: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1A; Хроническая водная токсичность 2. Классификация компонента В: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1A.



### ХЕРОХ D - густой

Тиксотропный бикомпонентный эпоксидный клей (густой) для строительных работ, особенно подходит для введения в горизонтальные или вертикальные отверстия в балках из клееной древесины, массива дерева, кирпичной кладке или в армированном бетоне.

Вводится при помощи картриджа.

| Арт. №                   | описание   | содержимое<br>[мл] | упаковка | шт. |
|--------------------------|------------|--------------------|----------|-----|
| ХЕРОХD400 <sup>(1)</sup> | D - густой | 400                | туба     | 1   |

<sup>(1)</sup> 1 смесительная насадка STINGXP входит в комплект поставки каждого картриджа ХЕРОХD400

Классификация компонента А: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Хроническая водная токсичность 3. Классификация компонента В: Repr. 1B; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

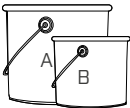


### ХЕРОХ G - гель

Бикомпонентный эпоксидный клей в виде геля для строительных работ, наносится шпателем в том числе и на вертикальные поверхности, а также при необходимости использования слоя большой толщины или неравномерного. Подходит для склейки деревянных элементов внахлест с большой площадью соприкосновения и для армирования с использованием стекловолокна или углеродистого волокна, а также для обшивки (накладок) деревом или металлом. Наносится шпателем.

| Арт. №     | описание | содержимое<br>[мл] | упаковка | шт. |
|------------|----------|--------------------|----------|-----|
| ХЕРОХG3000 | G-гель   | A + B = 3000       | банки    | 1   |

Классификация компонента А: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Хроническая водная токсичность 3. Классификация компонента В: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; STOT SE 3; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 4.



## ■ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ - ФУРНИТУРА

| АРТ. №         | описание                                        | шт. |
|----------------|-------------------------------------------------|-----|
| <b>MAMDB</b>   | специальный пистолет для двухкомпонентного клея | 1   |
| <b>STINGXP</b> | сменная насадка для двухкомпонентного клея      | 1   |

## ■ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Смесь компонентов А и В вызывает экзотермическую реакцию (выделение тепла), а затвердев образует трехмерную структуру с исключительными свойствами, как то: длительный срок службы, влагостойкость, прекрасная температурная стабильность, значительная прочность и жесткость.

Различная вязкость продукции ХЕРОХ гарантирует их универсальность для различных типов соединений, как для новых конструкций, так и для восстановления старых. Использование в сочетании со стальными элементами, в частности пластинами, перфорированными пескоструйкой или сверлением, и брусом позволяет обеспечить прочность при небольшой толщине.

### 1. СПЛОШНОЕ СОЕДИНЕНИЕ, НАГРУЖЕННОЕ ИЗГИБАЮЩИМ МОМЕНТОМ



### 2. ДВУХ- ИЛИ ТРЕХНАПРАВЛЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



### 3. СОЕДИНЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ДЕРЕВА



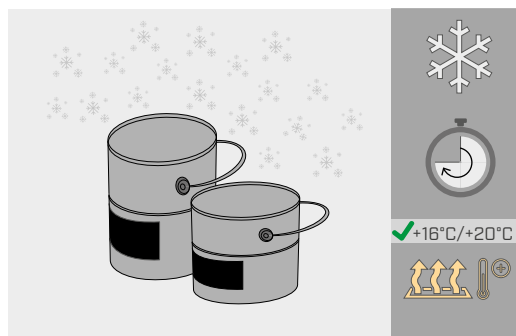
### 4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОТРЕСКАВШИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ



## ■ ЭСТЕТИЧЕСКА ДОРАБОТКА

Формат картриджа позволяет использовать его для эстетических доработок и склейки, не требующей большого количества клея.



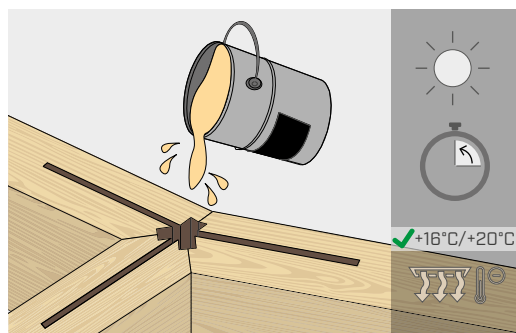


### ХРАНЕНИЕ КЛЕЯ

Эпоксидный клей необходимо хранить и консервировать до самого момента их использования при умеренной температуре как зимой, так и летом (в идеальном варианте около +16°C/+20°C).

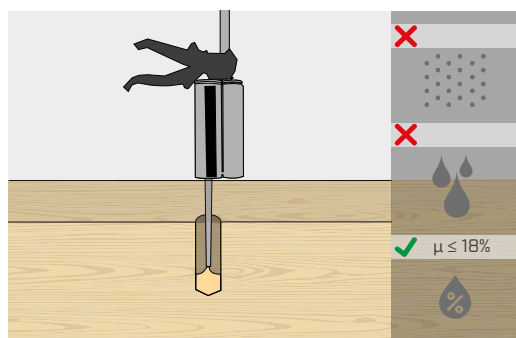
Экстремальные температуры способствуют разделению смеси на отдельные химические компоненты, что увеличивает риск их неправильного смешивания. Пребывание упаковок с продуктом на солнце приводит к значительному сокращению времени полимеризации продукта.

При температуре хранения ниже 10°C увеличивается вязкость клея, что очень затрудняет экструзию или перколяцию.



### ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЯ

Температура окружающей среды оказывает значительное влияние на время отверждения. Рекомендуется проводить структурное склеивание при температуре окружающей среды  $T > +10^{\circ}\text{C}$ , в идеале - около  $20^{\circ}\text{C}$ . Если температура слишком низкая, необходимо подогреть упаковку с продуктом не менее чем за час до его использования и дать больше времени перед тем, как прикладывать нагрузку. Если же температура слишком высокая ( $>35^{\circ}\text{C}$ ), склеивание необходимо проводить в прохладных местах, избегая самых жарких часов дня, с учетом значительного сокращения времени затвердевания. Если не следовать вышеприведенным инструкциям, существует риск, что статические характеристики соединения не будут обеспечены.



### ОБРАБОТКА ПАЗОВ И ОТВЕРСТИЙ

Перед нанесением клея отверстия и пазы в древесине должны быть защищены от осадков или повышенной атмосферной влажности и очищены при помощи сжатого воздуха.

Если склеиваемые части мокрые или слишком влажные, их нужно высушить. Использование клеев ХЕРОХ предназначено для древесины с уровнем влажности примерно 18% или ниже.

■ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| Свойства                                                                                | Стандарт       |                       | ХЕРОХ Р                 | ХЕРОХ L                | ХЕРОХ F                | ХЕРОХ D                  | ХЕРОХ G                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Удельный вес                                                                            | ASTM D 792-66  | [кг/дм <sup>3</sup> ] | ≈ 1,10                  | ≈ 1,40                 | ≈ 1,45                 | ≈ 2,00                   | ≈ 1,90                  |
| Стехиометрическое соотношение между объемами (А:В) <sup>(1)</sup>                       | -              | -                     | 100 : 50 <sup>(2)</sup> | 100 : 50               | 100 : 50               | 100 : 50                 | 100 : 50                |
| Вязкость (25°C)                                                                         | -              | [мПа·с]               | A = 1100<br>B = 250     | A = 2300<br>B = 800    | A = 14000<br>B = 11000 | A = 300000<br>B = 300000 | A = 450000<br>B = 13000 |
| Pot life (23 °C ± 2°C) <sup>(3)</sup>                                                   | ERL 13-70      | [мин]                 | 50 ÷ 60                 | 50 ÷ 60                | 50 ÷ 60                | 50 ÷ 60                  | 60 ÷ 70                 |
| Температура нанесения                                                                   | -              | [°C]                  | 10 ÷ 35                 | 10 ÷ 35                | 10 ÷ 35                | 10 ÷ 35                  | 10 ÷ 35                 |
| Температура стеклования                                                                 | EN ISO 11357-2 | [°C]                  | 66                      | 61                     | 59                     | 57                       | 63                      |
| Нормальное натяжение адгезии (среднее значение) $\sigma_0$                              | EN 12188       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 21                      | 27                     | 25                     | 19                       | 23                      |
| Сопротивление косому сдвигу при сжатии под углом 50° $\sigma_{0,50^\circ}$              | EN 12188       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 94                      | 69                     | 93                     | 55                       | 102                     |
| Сопротивление косому сдвигу при сжатии под углом 60° $\sigma_{0,60^\circ}$              | EN 12188       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 106                     | 88                     | 101                    | 80                       | 109                     |
| Сопротивление косому сдвигу при сжатии под углом 70° $\sigma_{0,70^\circ}$              | EN 12188       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 121                     | 103                    | 115                    | 95                       | 116                     |
| прочность на сжатие <sup>(4)</sup>                                                      | EN 13412       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 95                      | 88                     | 85                     | 84                       | 94                      |
| Средний модуль упругости при сжатии                                                     | EN 13412       | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 3438                    | 3098                   | 3937                   | 3824                     | 5764                    |
| Коэффициент теплового расширения <sup>(5)</sup>                                         | EN 1770        | [м/м°C]               | 7,0 x 10 <sup>-5</sup>  | 7,0 x 10 <sup>-5</sup> | 6,0 x 10 <sup>-5</sup> | 6,0 x 10 <sup>-5</sup>   | 5,0 x 10 <sup>-5</sup>  |
| Разрушающая нагрузка на единицу площади при сжатии <sup>(6)</sup>                       | ASTM D638      | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 40                      | 36                     | 30                     | 28                       | 30                      |
| Средний модуль упругости при растяжении <sup>(6)</sup>                                  | ASTM D638      | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 3300                    | 4600                   | 4600                   | 6600                     | 7900                    |
| Разрушающая нагрузка на единицу площади при изгибе <sup>(6)</sup>                       | ASTM D790      | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 86                      | 64                     | 38                     | 46                       | 46                      |
| Средний модуль упругости при изгибе <sup>(6)</sup>                                      | ASTM D790      | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 2400                    | 3700                   | 2600                   | 5400                     | 5400                    |
| Разрушающая нагрузка на единицу площади при сдвиге (гибочный инструмент) <sup>(6)</sup> | ASTM D732      | [Н/мм <sup>2</sup> ]  | 28                      | 29                     | 27                     | 19                       | 25                      |

**ПРИМЕЧАНИЕ**

<sup>(1)</sup> Все компоненты упакованы в точном количестве, готовые к использованию. Соотношение является объемным (не весовым).

<sup>(2)</sup> Целесообразно использовать не более одного литра готовой смеси ХЕРОХ Р за раз. Соотношение компонентов А:В по весу составляет приблизительно 100:44,4.

<sup>(3)</sup> Под pot-life подразумевается время, необходимое для увеличения начальной вязкости смеси в два или четыре раза. Это время, в течение которого смола остается пригодной к использованию после смешивания с отвердителем. Оно отличается от working life, представляющего собой время, которое оператор имеет в своем распоряжении для манипуляций со смолой и ее нанесения (приблизительно 25-30 минут).

<sup>(4)</sup> Среднее значение (в ходе 3 проведенных испытаний) по окончании циклов приложения/снятия нагрузки.

<sup>(5)</sup> Коэффициент теплового расширения в диапазоне от -20°C до +40°C в соответствии с UNI EN1770.

<sup>(6)</sup> Среднее значение, полученное в результате испытаний в рамках исследовательских кампаний: «Инновационные соединения для элементов деревянных конструкций» – Миланский политехнический институт.

- ХЕРОХ зарегистрирован как торговая марка Европейского Союза за № 018146096.

## ■ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ СКЛЕИВАНИЯ БРУСЬЕВ

Далее приведены указания, содержащиеся в DIN 1052:2008 и итальянских нормах CNR DT 207:2018.

### МЕТОДЫ РАСЧЕТА | ПРОЧНОСТЬ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Прочность на разрыв бруса диаметра  $d$  равен:

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} f_{y,d} \cdot A_{res} & \text{разрушение стального стержня} \\ \pi \cdot d \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{разрушение поверхности соединения} \\ & \text{дерева с клеем} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{разрушение со стороны дерева} \end{cases}$$



где:

$f_{y,d}$  — расчетный предел текучести стального стержня [Н/мм<sup>2</sup>]

$A_{res}$  — площадь сопротивления стального стержня [мм<sup>2</sup>]

$d$  — номинальный диаметр стального стержня [мм]

$l_{ad}$  — длина склеивания стального стержня [мм]

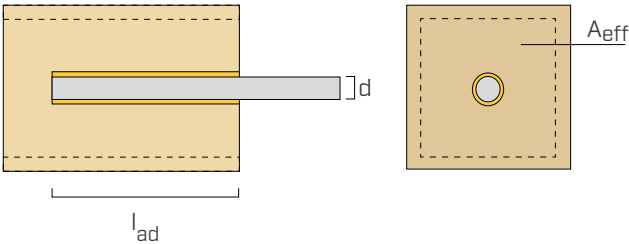
$f_{v,d}$  — расчетная прочность клееного соединения на сдвиг [Н/мм<sup>2</sup>]

$f_{t,0,d}$  — расчетная прочность на растяжение параллельно древесному волокну [Н/мм<sup>2</sup>]

$A_{eff}$  — эффективная площадь разрушения древесины [мм<sup>2</sup>]



Эффективная площадь  $A_{eff}$  не может быть больше, чем площадь деревянного квадрата со стороной  $6 \cdot d$ , и в любом случае, не может превышать реальные размеры.



Характеристическое сопротивление сдвигу  $f_{v,k}$  зависит от длины соединения:

| $l_{ad}$ [мм]            | $f_{v,k}$ [MPa]        |
|--------------------------|------------------------|
| $\leq 250$               | 4                      |
| $250 < l_{ad} \leq 500$  | $5,25 - 0,005 \cdot l$ |
| $500 < l_{ad} \leq 1000$ | $3,5 - 0,0015 \cdot l$ |

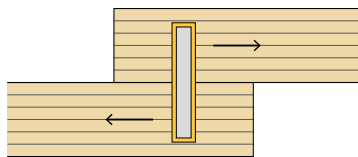
Для угла склеивания  $\alpha$  по отношению к направлению волокон мы имеем:

$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1,5 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА | ПРОЧНОСТЬ НА СДВИГ

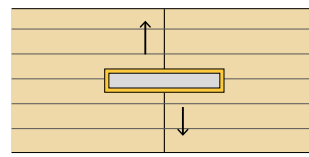
Сопротивление бруса сдвигу можно рассчитать при помощи известных формул Йохансена для болтов с использованием следующих ухищрений.

$$f_{h,k\perp} = f_{h,k} + 25\%$$



Для бруса, **склеенного перпендикулярно волокнам**, сопротивление избыточной нагрузке может быть увеличено до 25%.

$$f_{h,k//} = 10\% f_{h,k\perp}$$



Для стержней, приклеенных **параллельно волокну**, сопротивление смятию равно 10% от значения, соответствующего расположению перпендикулярно волокну.

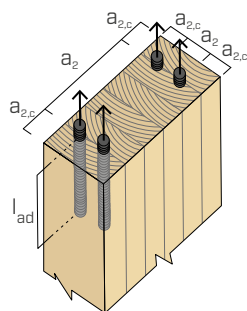
Эффект троса рассчитывается как сопротивление, оказываемое поверхностью соединения дерева с клеем. Для получения значения прочности стержня, приклеенного под определенным углом  $\alpha$  к волокну, можно линейно интерполировать существующие значения для  $\alpha=0^\circ$  и  $\alpha=90^\circ$ .

## УСТАНОВКА

### МИНИМАЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ШПИЛЕК, РАБОТАЮЩИХ НА СРЕЗ

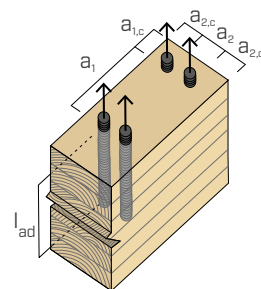
Брус, приклеенные // волокнам

|           |               |
|-----------|---------------|
| $a_2$     | $5 \cdot d$   |
| $a_{2,c}$ | $2,5 \cdot d$ |



Брус,  $\perp$ приклеенные волокнам

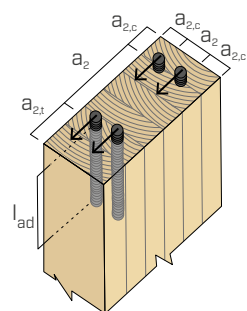
|           |               |
|-----------|---------------|
| $a_1$     | $4 \cdot d$   |
| $a_2$     | $4 \cdot d$   |
| $a_{1,c}$ | $2,5 \cdot d$ |
| $a_{2,c}$ | $2,5 \cdot d$ |



### МИНИМАЛЬНЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ШПИЛЕК, РАБОТАЮЩИХ НА СРЕЗ

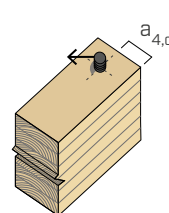
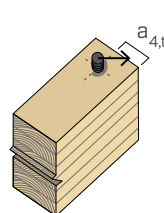
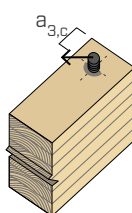
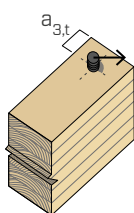
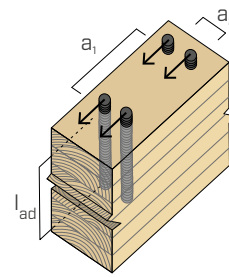
Брус, приклеенные // волокнам

|           |               |
|-----------|---------------|
| $a_2$     | $5 \cdot d$   |
| $a_{2,c}$ | $2,5 \cdot d$ |
| $a_{2,t}$ | $4 \cdot d$   |



Брус, приклеенные  $\perp$ волокну

|           |             |
|-----------|-------------|
| $a_1$     | $5 \cdot d$ |
| $a_2$     | $3 \cdot d$ |
| $a_{3,t}$ | $7 \cdot d$ |
| $a_{3,c}$ | $3 \cdot d$ |
| $a_{4,t}$ | $3 \cdot d$ |
| $a_{4,c}$ | $3 \cdot d$ |



## КЛЕЕННЫЕ СТЕРЖНИ – ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТАНОВКЕ

### ВАРИАНТ 1 (только для вертикального склеивания)



#### ВЫПОЛНЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ

Рекомендуется выполнить глухое отверстие диаметром, равным диаметру резьбового стержня, увеличенному на 2÷4 мм. Наконечник сверла должен быть чистым и сухим, чтобы исключить любые загрязнения, которые могут повлиять на процесс полимеризации. Кроме того, стержень должен быть идеально чистым: на его поверхности не должно быть следов масла или воды. Отверстие необходимо очистить сжатым воздухом от стружки или пыли.

Длина отверстия должна быть равной длине проклейки, полученной в результате расчетов и увеличенной на 10 мм.

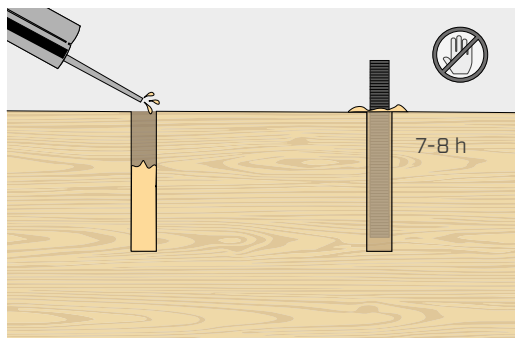


#### ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЯ

Надев все необходимые СИЗ, снимите с картриджа стопорное кольцо и защитный колпачок, установите смешивательную насадку STINGXP и закрепите ее, заново надев стопорное кольцо.

Рекомендуется использовать только правильно хранившиеся картриджи, как указано на предыдущих страницах.

Вставьте картридж в пистолет МAMMOTH DOUBLE. Начните выпускать смолу в отдельный контейнер, пока смесь не станет однородной и без полос. Только когда цвет смолы станет однородным, можно считать, что смешивание двух компонентов произошло правильно.



#### ЗАПОЛНЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СТЕРЖНЯ

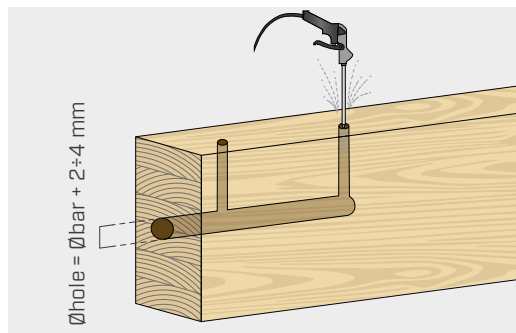
Заполните отверстие необходимым количеством клея. Рекомендуется выпустить немного больше смолы, чтобы быть уверенными, что в отверстии не осталось пузырьков воздуха. Небольшой недостаток смолы можно будет восполнить после установки стержня.

Вставьте стержень, поворачивая его по часовой стрелке, и медленно погружите его в отверстие. Будет не лишним отметить маркером на стержне глубину погружения. В идеале между концом стержня и дном отверстия должно оставаться примерно 1 см.

Прямолинейность стержня можно поправить в течение 15 минут после установки. Чтобы стержень оставался неподвижным, можно использовать фиксирующее устройство.

В течение следующих 7–8 часов ни дерево, ни стержень нельзя трогать и подвергать нагрузкам.

При нанесении рекомендуется оставлять небольшое количество смолы выступающим из отверстия, чтобы компенсировать ее впитывание древесиной. Потом излишки клея можно убрать тряпкой или шпателем.

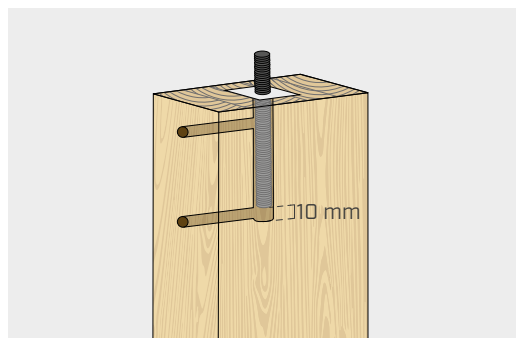


#### ВЫПОЛНЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ

Рекомендуется выполнить глухое отверстие диаметром, равным диаметру резьбового стержня, увеличенному на 2÷4 мм. Наконечник сверла должен быть чистым и сухим, чтобы исключить любые загрязнения, которые могут повлиять на процесс полимеризации. Кроме того, стержень должен быть идеально чистым: на его поверхности не должно быть следов масла или воды.

Сделайте два отверстия перпендикулярно каждому глухому отверстию: одно для введения смолы (в основании основного отверстия) и одно для выпуска воздуха (ближе к выходу основного отверстия). Все 3 отверстия должны быть идеально чистыми, без стружки и пыли. Рекомендуется использовать пневматические пистолеты для проверки, что они все соединены друг с другом.

Длина основного отверстия должна быть равной длине проклейки, полученной в результате расчетов и увеличенной на 10 мм.



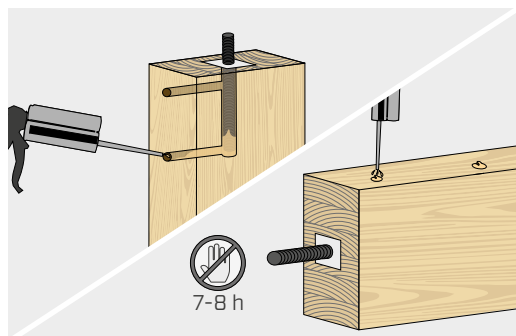
#### ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ СТЕРЖНЯ

Вставьте стержень в отверстие. В идеале между концом стержня и дном отверстия должно оставаться примерно 1 см. Будет не лишним отметить маркером на стержне нужную длину погружения.

Чтобы удерживать стержень точно по центру, можно использовать удерживающее приспособление.

Загерметизируйте выход из отверстия вокруг резьбового стержня, стараясь, чтобы герметик не попадал внутрь самого отверстия.

Следите за возможными трещинами в древесине, через которые смола могла бы просочиться до того, как она затвердеет. То же самое для герметика, который не должен иметь пропусков, через которые может вытечь смола.



#### ЗАПОЛНЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ

Через нижнее впускное отверстие впрыскивайте смолу до тех пор, пока она не начнет вытекать из отверстия для воздуха. Заполнение снизу позволяет заполнить отверстие без образования воздушных пузырьков.

Если стержень располагается в горизонтальном положении, заполнение необходимо производить путем впрыска через верхнее отверстие.

Добавьте клея, если заметите падение его уровня (из-за запоздалого выхода воздуха или утечек). Закройте отверстия для смолы и воздуха деревянными заглушками, счищая излишки смолы.

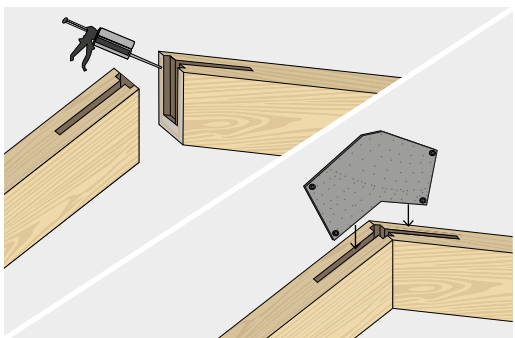
Прямолинейность стержня можно поправить в течение 15 минут после введения смолы.

В течение следующих 7–8 часов ни дерево, ни стержень нельзя трогать и подвергать нагрузкам.



### ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ

Металлические вставки должны быть очищены и обезжирены: на всей площади их поверхности не должно быть следов масла или воды. Гладкие пластины могут быть просверлены либо обработаны пескоструйной степени SA2,5/SA3 и покрыты слоем ХЕРОХ Р для защиты от коррозии. Чтобы обеспечить правильное положение вставок внутри пазов, рекомендуется устанавливать на металлические вставки дистанционные шайбы на этапе полимеризации защитного слоя. Защищайте металлические поверхности от прямых солнечных лучей.

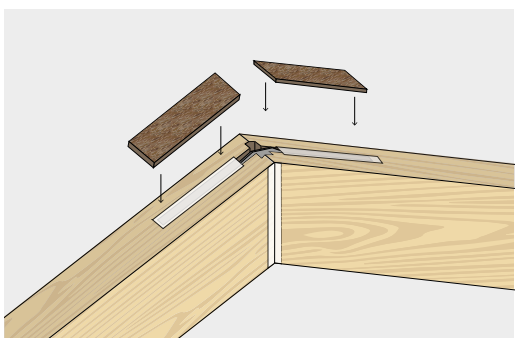


### ПОДГОТОВКА ДЕРЕВЯННОЙ ОСНОВЫ

Рекомендуется выполнить на каждой металлической опоре по одному пазу толщиной, равной толщине пластины, увеличенной на 4÷6 мм (2÷3 мм клея на сторону). Паз должен быть идеально чистым, без стружки и пыли. Рекомендуется также предусмотреть «полезную» клейкую прокладку с помощью специального паза в торцевой части деревянных элементов для обеспечения функциональности контактной системы.

Рядом с вертикальными ребрами на расстоянии примерно 2–3 мм от края наклейте непрерывные полосы бумажной клейкой ленты. Вставив пластину в паз, нанесите непрерывную полоску силиконового герметика на уксусной основе, приклеив ее также к поверхностям, защищенным лентой. Пазы на верхней кромке наклонных элементов перед нанесением смолы должны быть заделаны деревянными досками. Незакрытыми следует оставить только конечные участки пазов в самой высокой точке, чтобы можно было выполнить приклеивание.

Следует избегать любого смешивания между герметиками и смолой.

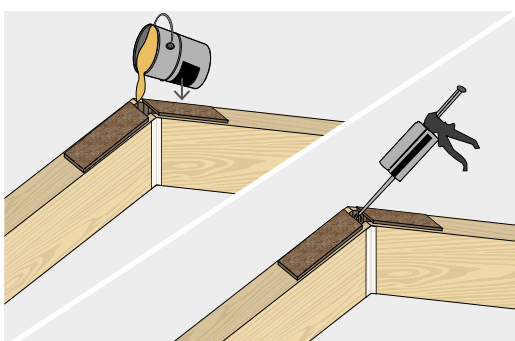
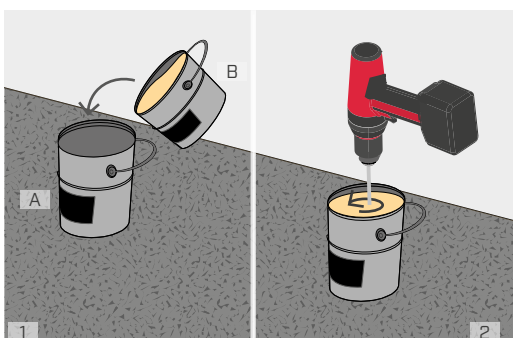


### ВЫПОЛНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Перед началом операций по созданию смеси наденьте все необходимые СИЗ.

**Продукт в ведерках:** При необходимости размешайте содержимое отдельных упаковок с целью перемешать твердую и жидкую части составов для получения однородного продукта. Влейте компонент В в ведро, содержащее компонент А. Перемешайте продукты подходящей двухлопастной мешалкой, установленной на электроинструмент (или металлическим венчиком), до получения смеси однородного цвета. Внутри контейнера не должно быть видно белых полос или участков разного цвета. Затем вылейте полученную смесь в паз прямо из емкости, где производилось смешивание (заливка), или возьмите продукт и распределите его шпателем.

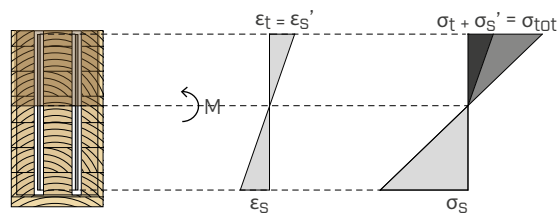
**Продукт в картриджах:** Вставьте картридж вместе с насадкой в пистолет MAMMOTH DOUBLE и убедитесь, что он надежно закреплен в гнезде. Начните выпускать смолу в отдельный контейнер, пока смесь не станет однородной и без полос. Только когда цвет смолы станет однородным, можно считать, что смешивание двух компонентов произошло правильно.



## ЖЕСТКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИН

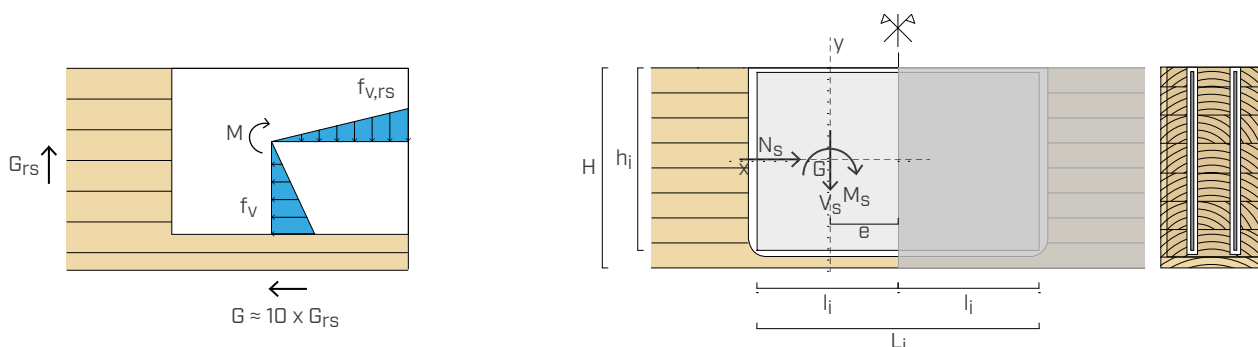
### МЕТОДЫ РАСЧЕТА | ТОРЦОВОЕ СЕЧЕНИЕ

Нагрузки, оказываемые моментом и осевым усилием, определяются путем усреднения материалов сечения в случае сохранения плоских сечений. Сдвиговая нагрузка поглощается только лишь пластинами. Необходимо также проверить нагрузки, действующие на сечение деревянного элемента без учета пазов.



### МЕТОДЫ РАСЧЕТА | РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ПО ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СТАЛЬ-КЛЕЙ-ДЕРЕВО

Момент делится на количество контактирующих поверхностей (1 пластина = 2 контактные поверхности), а затем раскладывается на усилия, с учетом как полярного момента инерции вокруг центра тяжести, так и различных значений жесткости древесины. Таким образом получаются максимальные значения тангенциального напряжения при растяжении в направлении, перпендикулярном и параллельном волокнам, их следует проверить во взаимодействии.



Полярный момент инерции половины вставки относительно центра тяжести, сказывающийся на модуле сдвига дерева:

$$J_p^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

Расчет тангенциальных сил и комбинированная проверка:

$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

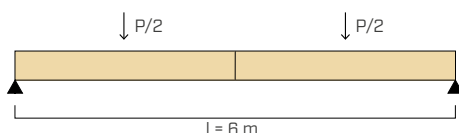
$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

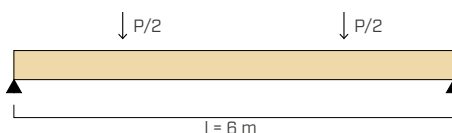
### ЖЕСТКОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ

Моментные соединения, выполненные с помощью эпоксидных клеев ХЕРОХ, гарантируют высокую жесткость состыкованных элементов. И действительно, сравнивая поведение свободно опертой балки, состоящей из двух деревянных элементов с моментными соединениями, выполненными посредством пластины и смолы ХЕРОХ, с поведением неразрезной, свободно опертой балки равного пролета и сечения под действием нагрузки такой же конфигурации, можно сделать вывод, что моментное соединение способно обеспечивать жесткость и передачу момента, близкие к параметрам неразрезной балки.

### ЭКСПЕРИМЕНТ



### ОПОРНАЯ ВЕЛИЧИНА (неразрезная балка, расчетная)



$$\frac{M_{test}}{M_{Rif}} = 0,90$$

$$\frac{E_{test}}{E_{Rif}} = 0,77$$

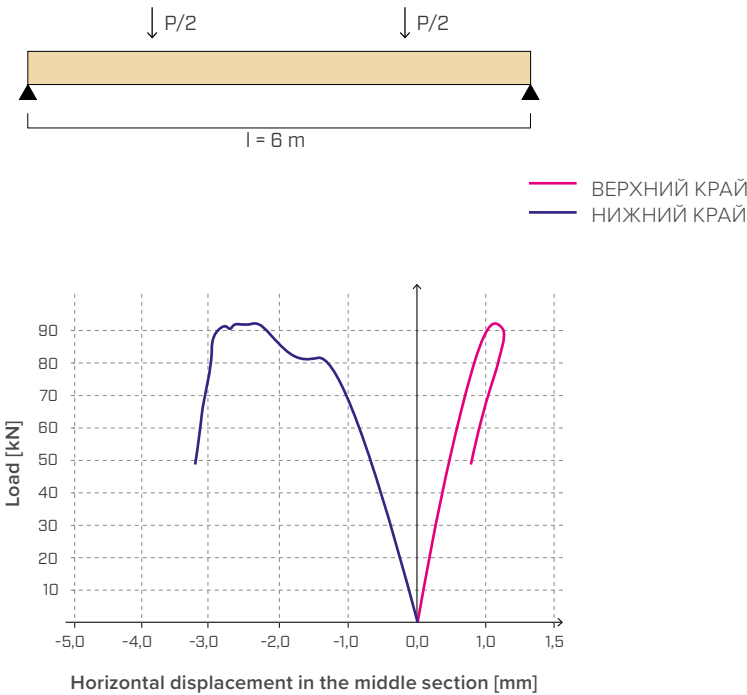
Экспериментально измеренный прогиб при разрушающей нагрузке составляет примерно 55 мм; упругий прогиб цельной балки, рассчитанный на ту же нагрузку, равен 33 мм. Таким образом, увеличение вертикального смещения сочлененной балки вблизи места разрушения соединения составляет 1/270. Напомним, что эти значения несопоставимы со значениями прогиба, обычно используемыми при проектировании, где прогиб оценивается в рабочих условиях, а не в предельных состояниях.

Значения, полученные в результате испытаний, не являются характеристическими величинами и должны рассматриваться лишь как ориентировочные параметры общего поведения моментных соединений на основе эпоксидных смол и пластин.

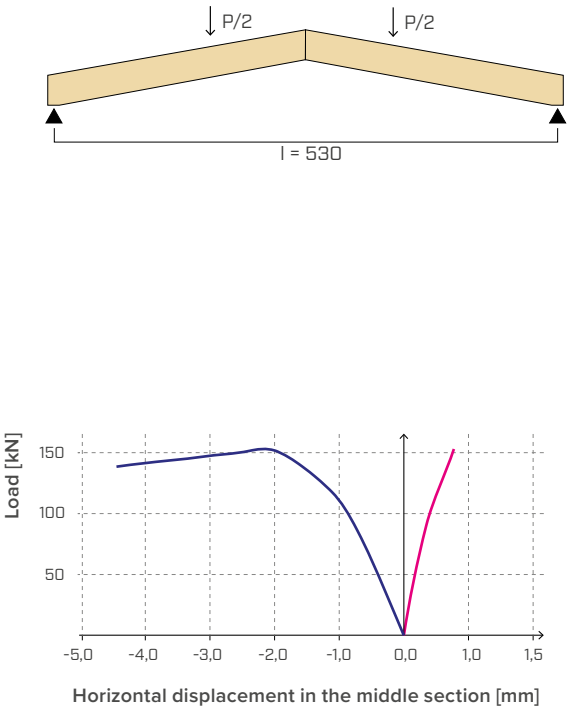
ДЕРЕВО, РЕАГИРУЮЩЕЕ НА СЖАТИЕ В ТОРЦЕВОМ СЕЧЕНИИ

На двух нижеследующих графиках показаны горизонтальные смещения растягиваемых и сжимаемых волокон в торцевой части соединения, зафиксированные во время некоторых испытаний в Миланском политехническом институте. Эти два испытания касались двух моментных соединений, выполненных с использованием ХЕРОХ и металлических вставок (см. пример на следующих страницах). Наличие полимерной прокладки средней толщины (5-10 мм) обеспечивало контакт между двумя торцевыми сечениями. Оба случая показывают, что наибольшее смещение наблюдается в растягиваемых волокнах, что подтверждает расчетную гипотезу, согласно которой, при обеспечении контакта между двумя секциями, древесина тоже реагирует на сжатие вместе с металлическими вставками со смещением нейтральной оси вверх.

ПРИМЕР 1



ПРИМЕР 2



ПРИМЕР РАСЧЕТА

Ниже приводится сравнительный анализ результатов испытаний на 4-точечный изгиб, проведенных в лабораториях Миланского политехнического института, и результатов расчета того же моментного соединения на клеенных пластинах. Как видно из коэффициента завышенного сопротивления  $f$ , представляющего собой отношение тестового момента сопротивления к расчетному, при расчете этих соединений имеется хороший запас прочности. Значение, полученное в ходе испытаний, не является характеристическим и не подлежит использованию при проектировании.

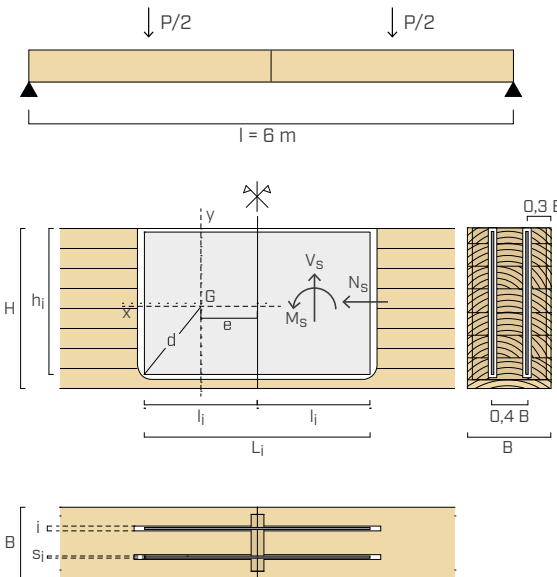
ПРИМЕР 1 | НЕПРЕРЫВНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

ГЕОМЕТРИЯ СОЕДИНЕНИЯ: БАЛКИ И ПЛАСТИНЫ

|       |        |            |        |
|-------|--------|------------|--------|
| $n_i$ | 2 мм   | $B$        | 200 мм |
| $S_i$ | 5 мм   | $H$        | 360 мм |
| $h_i$ | 320 мм | $B_n$      | 178 мм |
| $l_i$ | 400 мм | $\alpha_1$ | 0 °    |
| $i$   | 200 мм |            |        |

МАТЕРИАЛЫ И РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

|                                                                               |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Класс стали                                                                   | S275     |
| Умо                                                                           | 1        |
| Металлические вставки с пескоструйной обработкой степени SA2,5/SA3 (ISO8501). |          |
| Класс древесины                                                               | GL24h    |
| $f_{c,0,k}$                                                                   | 24,0 МПа |
| $f_{c,90,k}$                                                                  | 2,1 МПа  |
| $f_{v,k}$                                                                     | 3,5 МПа  |
| $f_{v,rs}$                                                                    | 1,2 МПа  |
| $k_{mod}$                                                                     | 1,1      |
| Ум                                                                            | 1,3      |



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕРОХ

Защита металлических вставок от окисления с помощью ХЕРОХ Р. Использование клея ХЕРОХ F или ХЕРОХ L.

### ПРОЕКТНЫЕ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА СОЕДИНЕНИЕ

|       |                                |          |
|-------|--------------------------------|----------|
| $M_d$ | примененный расчетный момент   | 50,9 кНм |
| $V_d$ | прилагаемое сдвиговое усилие   | 0 кН     |
| $N_d$ | прилагаемое осевое воздействие | 0 кН     |

### ПРОВЕРКИ

| ПРОВЕРКА ТОРЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ <sup>(1), (2)</sup> |                                                    |           |            |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|------------|
|                                                   |                                                    |           | % проверки |
| $\sigma_t$                                        | максимальное усилие сжатия со стороны дерева       | 10,2 МПа  | 50 %       |
| $\sigma_s'$                                       | максимальное усилие сжатия со стороны стали        | 179,4 МПа | 65 %       |
| $\sigma_s'$                                       | максимальное растягивающее усилие со стороны стали | 256,9 МПа | 93 %       |

| ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОГО СЕЧЕНИЯ ДЕРЕВА |                                                       |          |            |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|------------|
|                                      |                                                       |          | % проверки |
| $\sigma_{t,m}$                       | максимальное изгибающее усилие со стороны дерева      | 13,2 МПа | 65 %       |
| $F_{t,local}$                        | максимальная растягивающая нагрузка со стороны дерева | 242,1 кН | 100 %      |

| ПРОВЕРКА МАКСИМАЛЬНОГО ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ <sup>(3),(4)</sup> |                                                    |                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|
|                                                                                                       |                                                    |                                       | % проверки |
| $J_p^*$                                                                                               | взвешенный полярный модуль инерции                 | $8,50 \cdot 10^{11}$ Нмм <sup>2</sup> |            |
| $\tau_{max,hor}^{(3)}$                                                                                | максимальное тангенциальное усилие (сдвиг)         | 1,58 МПа                              | 53 %       |
| $\tau_{max,vert}^{(3)}$                                                                               | максимальное тангенциальное усилие (rolling shear) | 0,2 МПа                               | 19 %       |
| проверка комбинированного усилия                                                                      |                                                    |                                       | 57 %       |

| СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНОГО И ТЕСТОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ        |                                                                       |          |            |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------|------------|
| Кризисный режим соединения:                           |                                                                       |          | % проверки |
| Максимальная растягивающая нагрузка со стороны дерева |                                                                       |          | 100 %      |
| $M_d = M_{Rd}$                                        | расчетный момент сопротивления                                        | 50,9 кНм |            |
| $M_{TEST}$                                            | тестовый момент сопротивления (Миланский политехнический университет) | 94,1 кНм |            |
| $f$                                                   | коэффициент сверхпрочности                                            | 1,8      |            |

| ОБОЗНАЧЕНИЯ: |                                         |              |                                                                                        |
|--------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| $n_i$        | количество вставок                      | $i$          | эксцентриситет относительно центра тяжести пластины и торцевого соединения             |
| $S_i$        | толщина металлических вставок           | $J_p^*$      | взвешенный полярный момент инерции половинной вставки                                  |
| $h_i$        | высота металлических вставок            | $f_{c,o,k}$  | характеристическая прочность на сжатие параллельно волокну                             |
| $l_i$        | длина участка под металлические вставки | $f_{c,90,k}$ | характеристическая прочность на сжатие перпендикулярно волокну                         |
| $B$          | основание балки                         | $f_{v,k}$    | характеристическая прочность на сдвиг                                                  |
| $H$          | высота балки                            | $f_{v,rs}$   | характеристическая прочность на rolling shear                                          |
| $B_n$        | ширина балки без учета пазов            | $M_{TEST}$   | предельный момент сопротивления при испытании в Миланском политехническом университете |
| $\alpha_1$   | угол наклона балок                      | $f$          | коэффициент завышенного сопротивления ( $f = M_{TEST}/M_{Rd}$ )                        |

| ПРИМЕЧАНИЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Коэффициенты $k_{mod}$ и $\gamma_M$ присваиваются согласно действующим нормативным требованиям,используемым для расчета.                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Уточняем, что расчеты выполнялись с учетом значений $k_{mod}$ и $\gamma_M$ согласно EN 1995 1-1, и $\gamma_{MO}$ согласно EN 1993 1-1.                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| (1) Расчет сечения был произведен с учетом линейно-упругих связей для всех материалов. Нужно помнить,что в случае осевых и сдвиговых нагрузок нужно проверить сочетание этих усилий.                                                                                                                                                                     | (3) Следует отметить, что клеи ХЕРОХ отличаются характеристической прочностью на сдвиг и растяжение, которая остается неизменной с течением времени и явно превосходит сопротивление древесного материала. По этой причине проверка прочности при кручении по границе раздела выполняется только для древесины, при этом проверка клея считается удовлетворительной.                                                                                            |
| (2) В этом расчете учитывается, что клеевая подушка обеспечивает полное соединение в зоне соприкосновения поверхностей, и, следовательно, в древесине может возникнуть сопротивление сжатию. В случае отсутствия клеевой подушки рекомендуется проверить металлическую вставку в качестве реagenta, применив геометрические параметры вставки в формуле: | (4) Напряжение на отрыв "т" на границе раздела дерево-клей-сталь, передаваемое древесине, рассчитывается по максимуму в случае наклона, параллельного или перпендикулярного волокнам древесины. Эти напряжения сравниваются соответственно с прочностью на сдвиг по древесине и с прочностью на сдвиг по rolling shear. Также следует учитывать вклад транспортного момента $M_{TEP}$ , возникающего в результате сдвигового напряжения, если оно присутствует. |
| $f_{yd} \leq \frac{M_d}{B \cdot h^2} \cdot \frac{6}{6}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | • ХЕРОХ зарегистрирован как торговая марка Европейского Союза за № 018146096.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |