



# Типичные виды разрушения исторических материалов памятников, материалы и технологии для реставрации

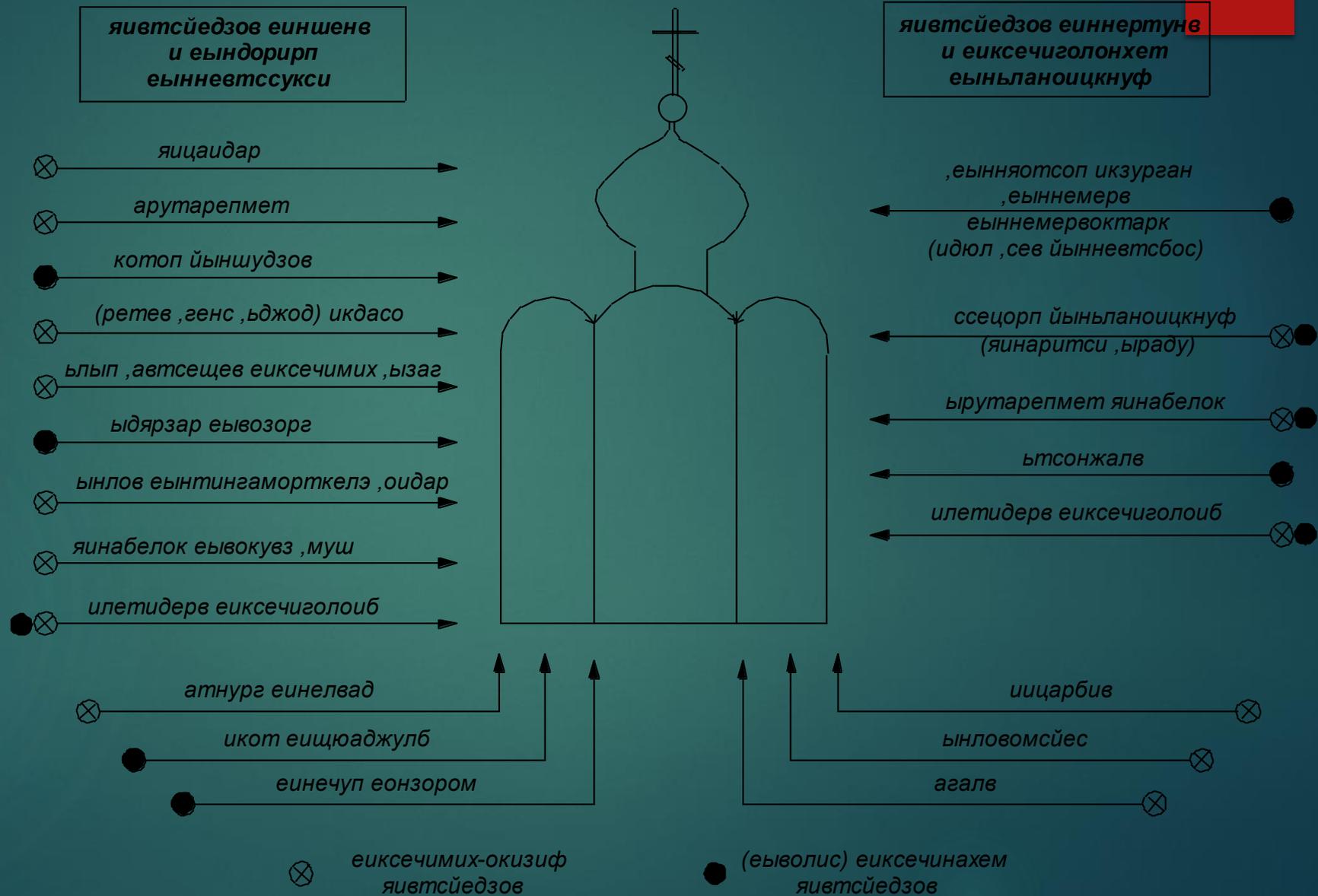
КТН, ДОЦЕНТ, КАВЕР НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА, МАРХИ

# Основные исторические материалы в храмовой архитектуре

- ▶ Древесные
- ▶ Белый камень (известняк)
- ▶ Керамические:
- ▶ Кирпич
- ▶ Черепица
- ▶ Изразцы
- ▶ Штукатурные растворы



# Основные причины разрушения материалов

















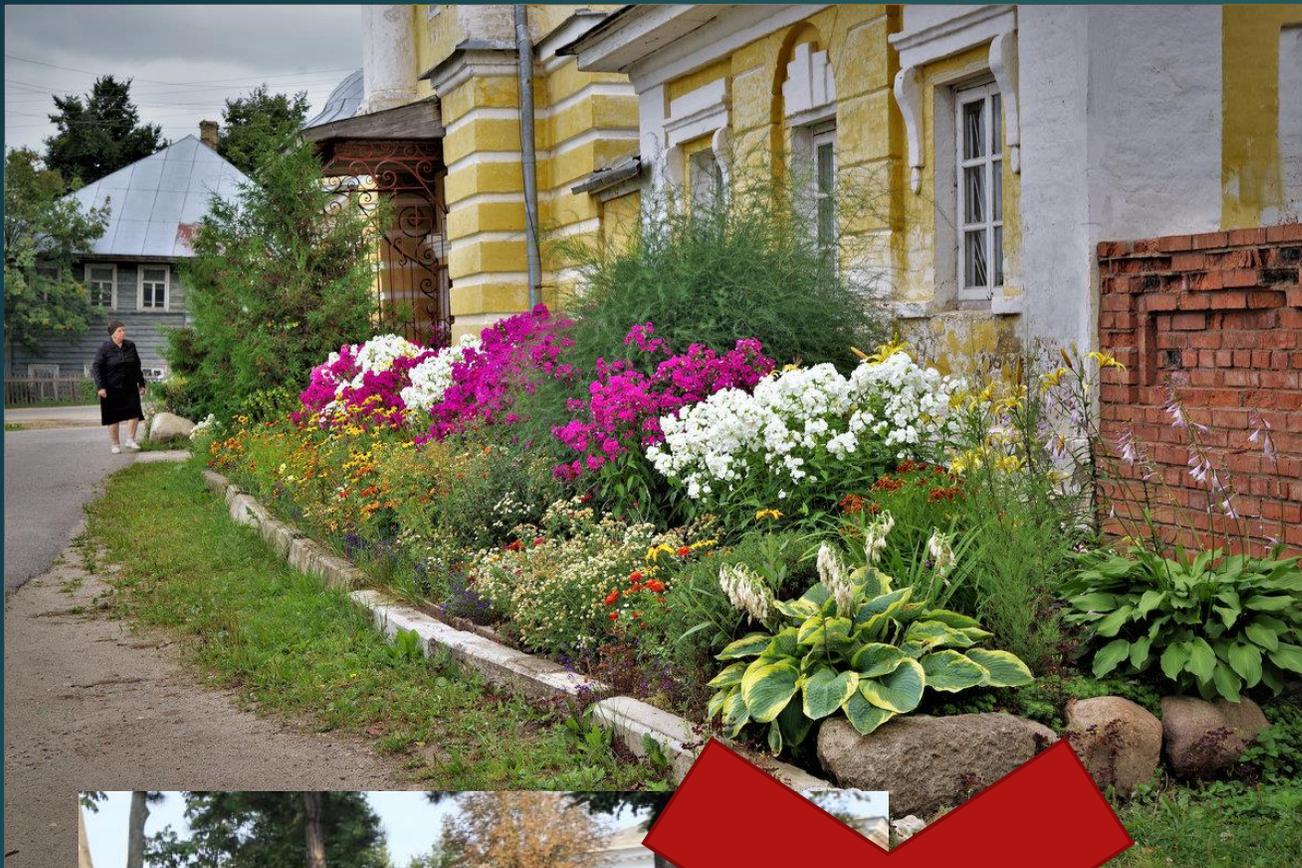
# Нарушения при эксплуатации



Уход за храмом – памятником, к сожалению, часто осуществляется общестроительными методами, применяются материалы несовместимые с историческими на памятнике, что приводит к разрушению последних в ускоренном режиме.



Некорректное благоустройство



# Характерные разрушения белого камня

## Природные пороки



# Характерные разрушения белого камня

## Механические разрушения



# Характерные разрушения белого камня

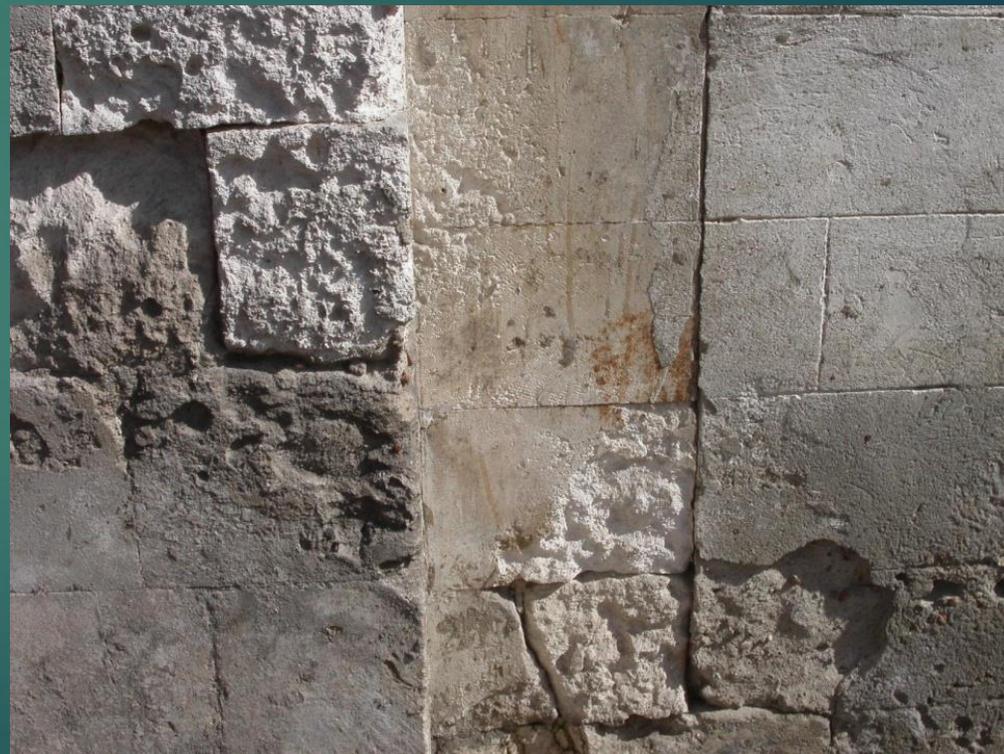


Выветривание



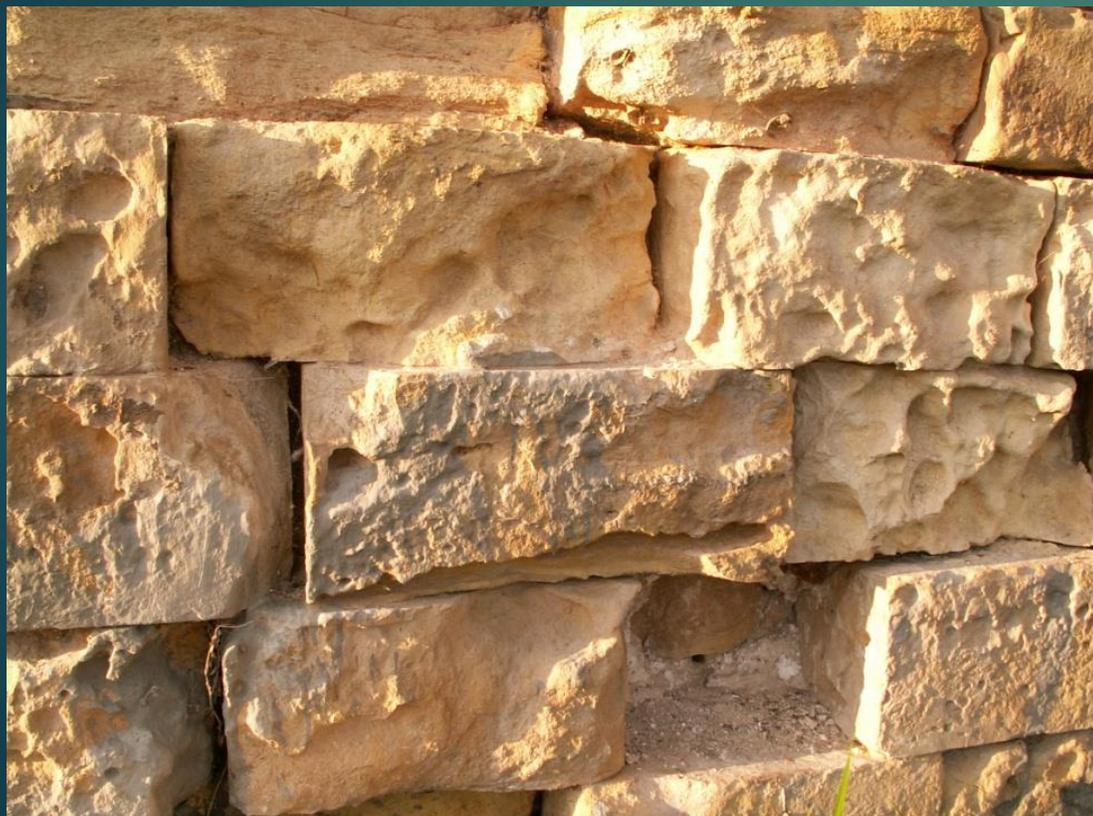
# Характерные разрушения белого камня

## Выветривание



# Характерные разрушения белого камня

## Выветривание



# Характерные разрушения белого камня

## Трещинообразование



# Трещинообразование



# Характерные разрушения белого камня

## Трещинообразование



# Характерные разрушения белого камня

## Биоповреждение



# Методы и способы защиты белого камня

## 1. Инженерно-конструкционные

- Дренаж
- Горизонтальная и вертикальная гидроизоляция методами инъецирования

## 2. Теплофизические методы

3. Химические методы защиты – очистка, санация, структурное укрепление



# Способы очистки каменных поверхностей

№	Метод	Степень загрязнения	
		высокая	Средняя или низкая
1	Промывка	Да – 2-3 раза в случае твердого камня	Да
2	Сухая очистка сжатым воздухом	Да	Нет
3	Мокрая очистка сжатым воздухом	Да	Нет
4	Химическая (щелочная) очистка	Нет	Да
5	Химическая (кислая) очистка	Нет	Нет
6	Механическая очистка (бережная очистка – Rotex)	Редко Да	Нет Да

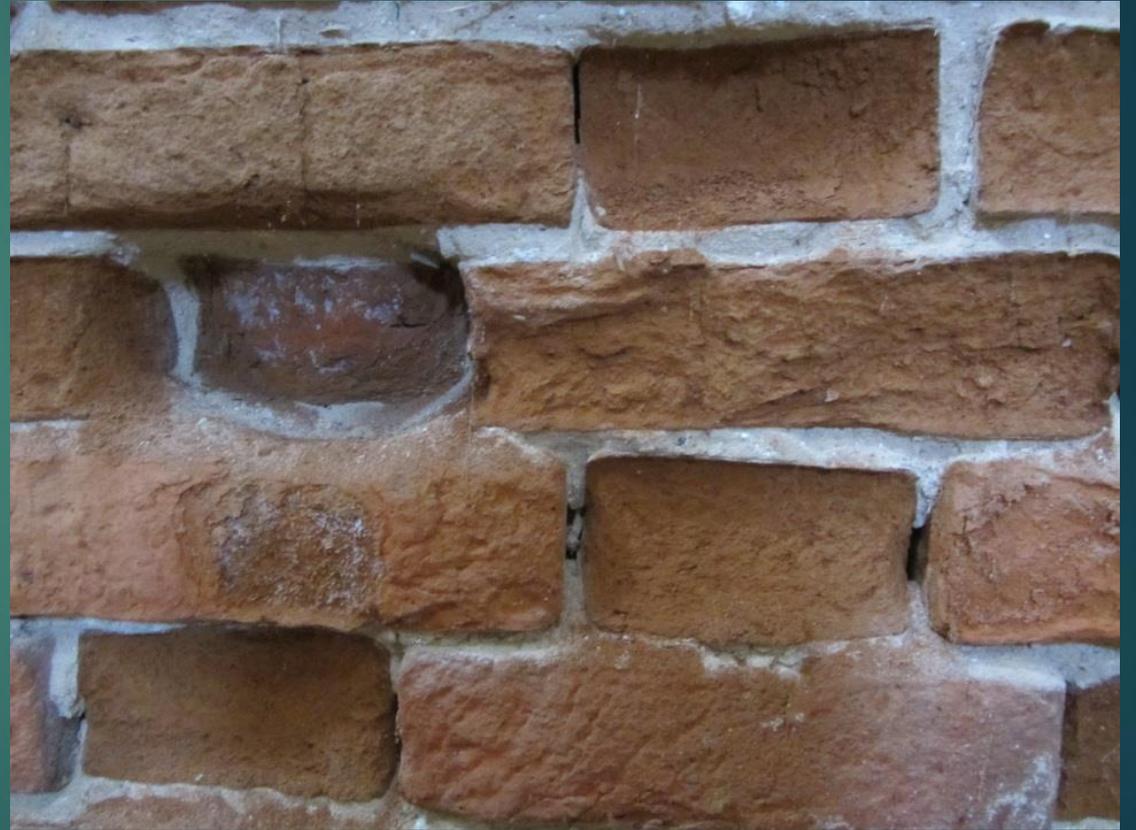
# Виды и причины разрушения кирпича

► Выветривание.

Вследствие неоднородности структуры, слабо укрепленные частицы кирпича могут выветриваться.



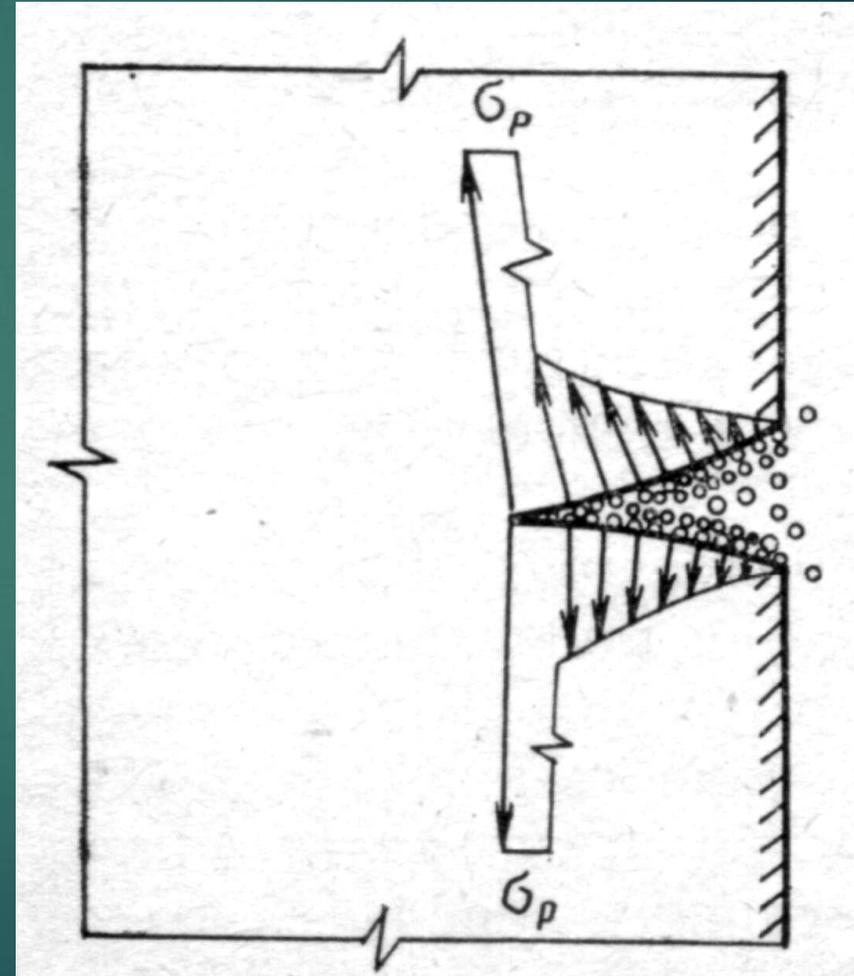




# Виды и причины разрушения кирпича

## ► Трещинообразование

Под воздействием процессов увлажнения происходит образование микротрещин, их расширение.

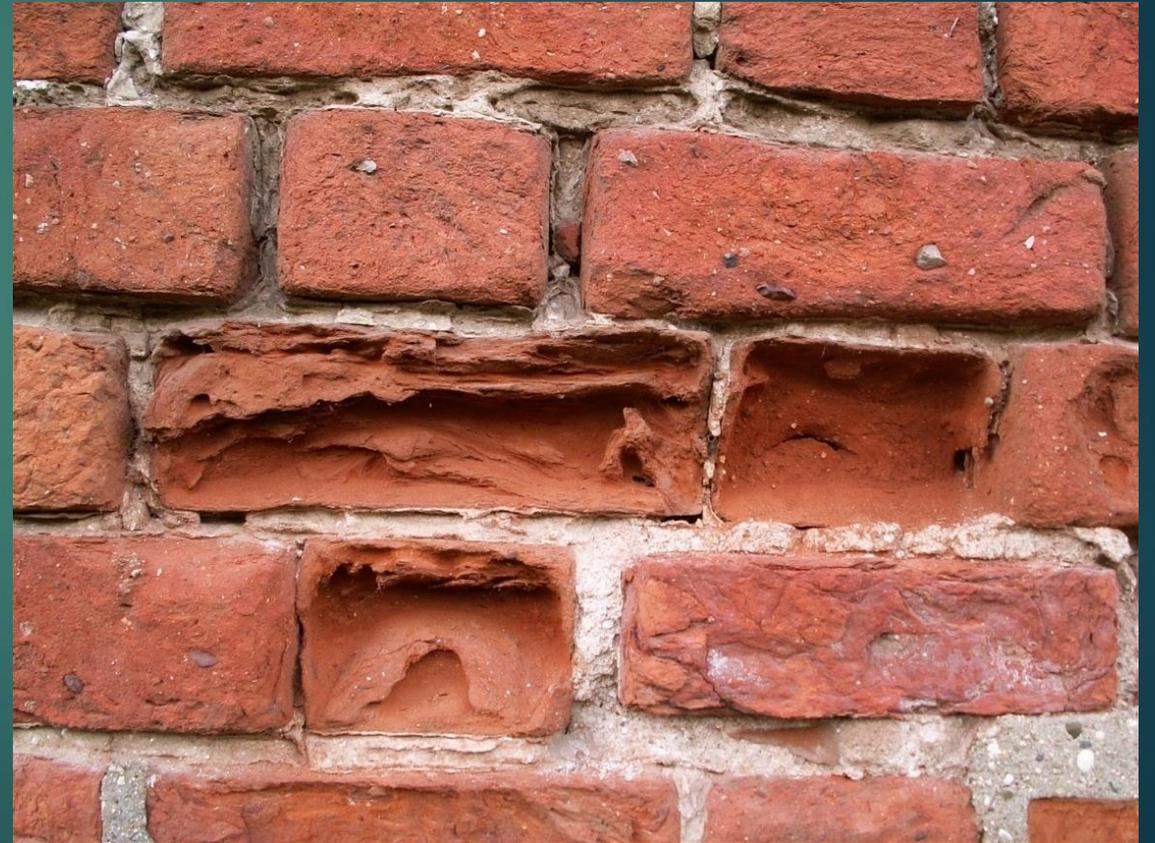






# Виды и причины разрушения кирпича

- ▶ Расслоение  
Вследствие неравномерного перемешивания, наличия внутренних микротрещин происходит процесс расслоения.
- ▶ Осыпание - развитие трещинообразования.









# Виды и причины разрушения кирпича

- ▶ Биоповреждение
- ▶ Повреждение растительностью







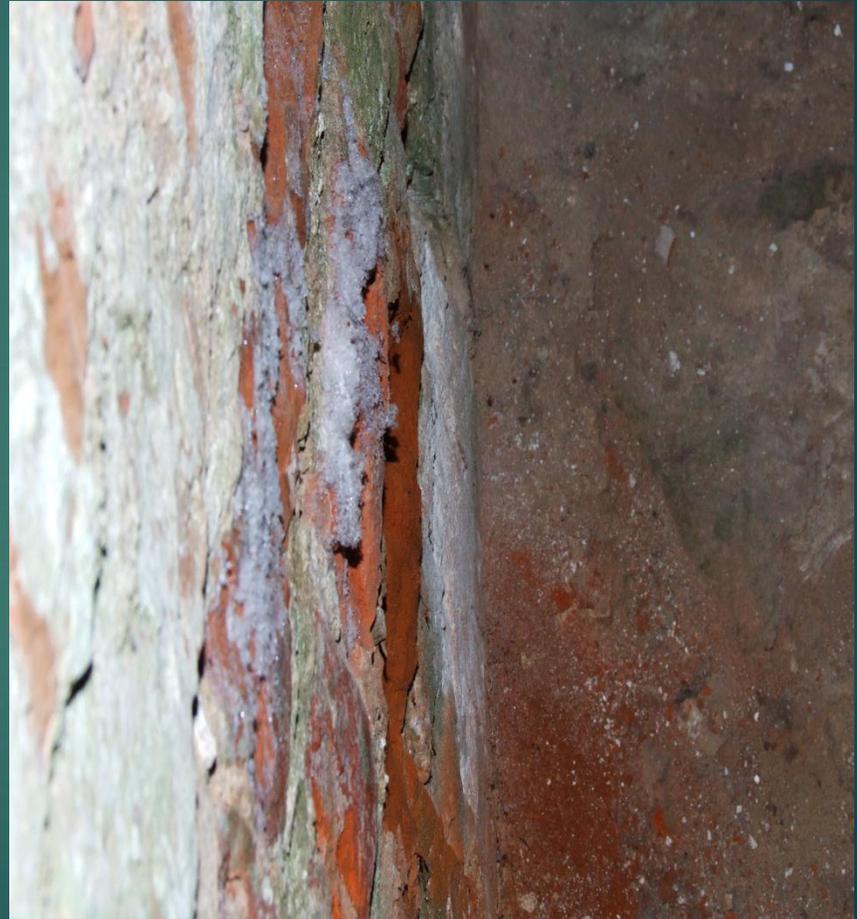
Биодеструкторы ведут к образованию бактерий, которые способствуют превращению сернистого газа и оксида азота в серную и азотную кислоты, что ведет к разрушению материала





# Виды и причины разрушения кирпича

- ▶ **Высолы** – растворение солей материала (сульфаты натрия и калия) и вынос наружу в сторону более низких температур.







## УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА СОЛЕЙ ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

СОЛИ	ПРОДУКТЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМА, %
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$	148
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$	311
$\text{NaCl}$	$\text{NaCl} \times 2\text{H}_2\text{O}$	130
$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$ (лед)	9

# Реставрация кирпича

- ▶ сохранение кирпича на памятнике
- ▶ замена старого кирпича на новый





## ЭТАП

- ОЧИСТКА
- ОБЕССОЛИВАНИЕ

## ЭТАП

- УКРЕПЛЕНИЕ
- ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ

## ЭТАП

- ЗАПОЛНЕНИЕ ШВОВ
- ТОНИРОВАНИЕ / ГИДРОФОБИЗАЦИЯ

# Реставрация кирпича

Защитные средства:

- ▶ Замазки и мастики на основе извести, применяющиеся для заделки трещин и изъянов в кирпиче.
- ▶ Флюаты и кремнийполимеры

# сохранение кирпича на памятнике



## **Докомпановочный состав Аксил – ТС**

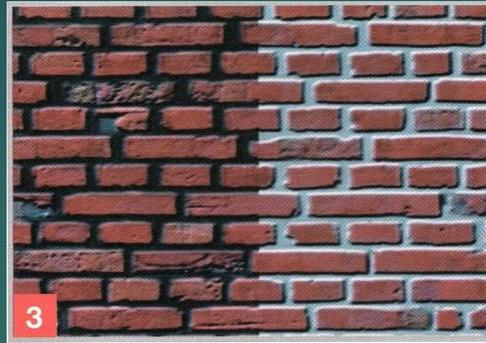
Толщина нанесения – 10-80 мм

Максимальная крупность заполнителя, 2 мм

Прочность при сжатии в возрасте 28 сут., 7,5- 10 МПа

Адгезионная прочность к основанию, 0,4 МПа не менее

# сохранение кирпича на памятнике



## ▶ Restauriermörtel

- ▶ Минеральный докомпоновочный раствор, предназначенный для внутренних / наружных работ, связанных с реставрацией и восстановлением профиля минеральных оснований. Restauriermörtel наносится на чистую от загрязнений и пыли поверхность температурой от +5 до +30 градусов. Раствор наносится шпателем или кельмой. Время смешивания продукта до однородной массы составляет 3 минуты.



## ▶ Fugenmörtel ZF (– FM ZF –)

- ▶ Шовный раствор без содержания цемента. Кладки из кирпича и природного камня с малой прочностью
- ▶ Заделка швов шириной от 5 до 30 мм

## ▶ Historic Fugenmörtel (– Historic FM –)

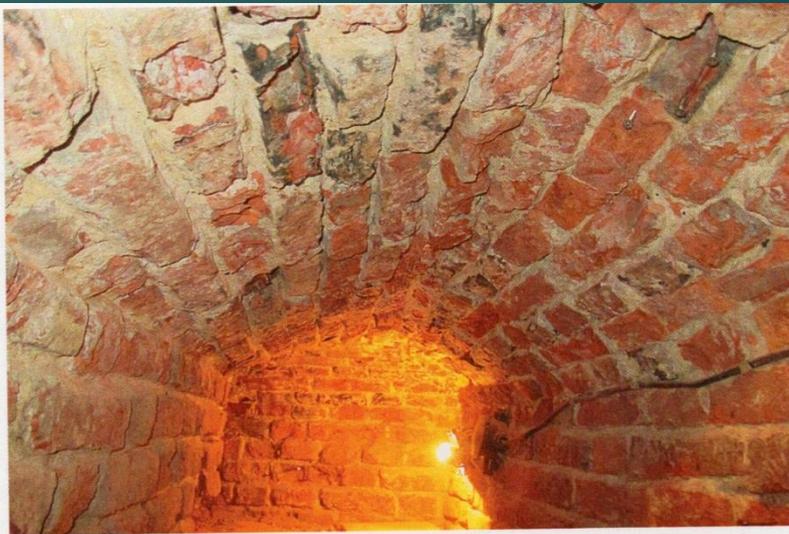
- ▶ Шовный раствор, соответствующий специфике объекта.

## сохранение кирпича на памятнике

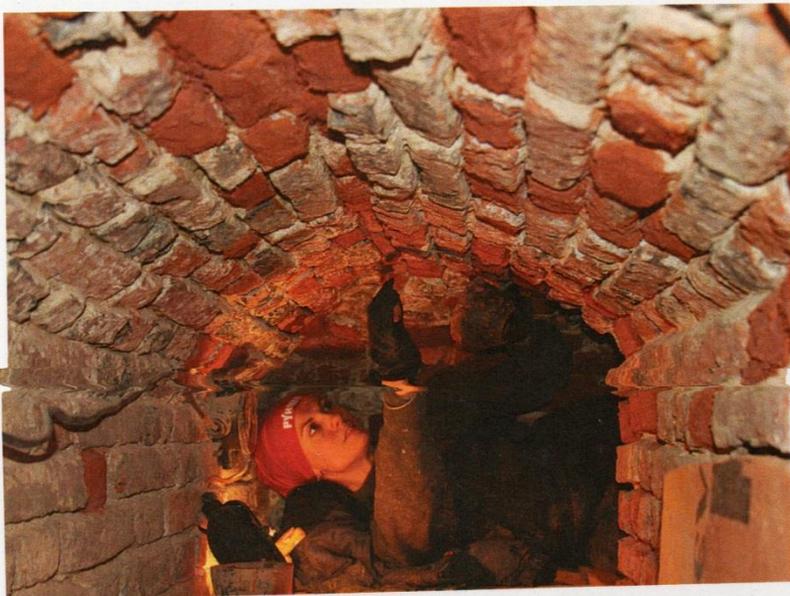
- ▶ При сколах  $\frac{1}{4}$  кирпича выполняют докомпановку кирпича.
- ▶ **Рунит камнезаменитель крупный** – для восполнения небольших утрат (сколов, отверстий, зон локальной деструкции). Восполнение утрат объемом менее 50 дм<sup>3</sup> и глубиной менее 50 мм, для воссоздания грубой фактуры поверхности.
- ▶ **Рунит камнезаменитель мелкий** – для воссоздания гладкой поверхности, восполнение утрат до 10 мм.
- ▶ **Рунит Шовный для кладки** – типовые составы, наиболее характерные цвета и фактуры



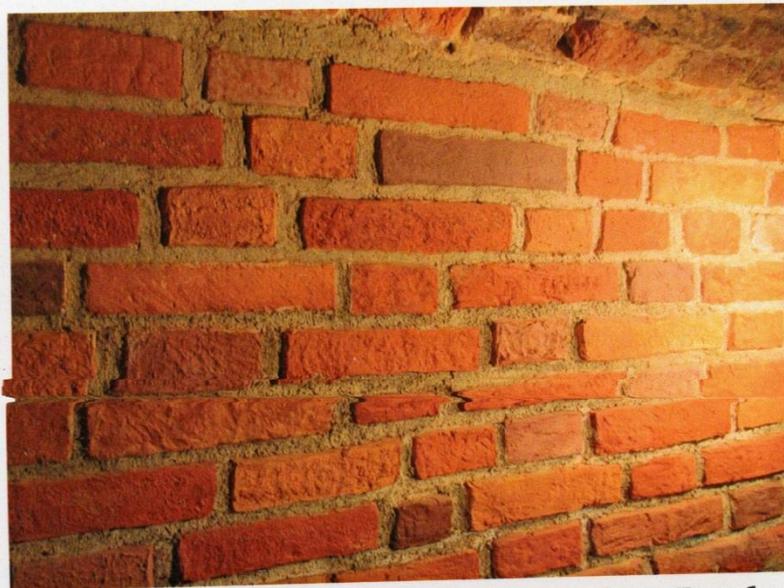
Разупрочненный кирпич, необходима обработка  
«РУНИТ Камнеукрепителем»



Исходный вид кирпичной кладки. Санкт-Петербург,  
Ростральные колонны



Реставрация кирпичной кладки . Санкт-Петербург,  
Ростральные колонны



Отреставрированная кирпичная кладка. Санкт-Петербург,  
Ростральные колонны

# Реставрация кирпича

- ▶ Вычинка производится при утрате более 50% объема оригинальных кирпичей.
- ▶ Удаление оставшихся деструктированных частей кирпича.
- ▶ Расчистка поверхности гнезда от раствора и продуктов разрушения материалов в месте вставки.
- ▶ При замене нового кирпича предусматривается выполнение всех операций, связанных с приготовлением кирпича, приданием ему необходимого профиля, а затем установка на растворе с предварительным увлажнением.
- ▶ Для восполнения утрат используется кирпич глиняный полнотелый пластического формования, марки М125-150, марка по морозостойкости 25, без дефектов, нормальной степени обжига



- 
- ▶ Многие исследователи указывают, что монолитность кладки зависит не столько от показателей прочности самого раствора, сколько от сцепления раствора и кирпича.
  - ▶ По данным исследований прочность на отрыв с известковым раствором составила 4,1- 4,2 кгс/см<sup>2</sup>, что почти в 4 раза выше чем при использовании современного цементно-песчаного раствора с добавкой суперпластификатора.