

Рукопись. 1972г.

ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ И СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ БЕЛОГО КАМНЯ

К.П.Флоренский

Изучение состояния материала в белокаменных памятниках Владимиро-Суздальского круга началось в 1950-х годах. В 1972 г. на местах поставленных 20 лет тому назад опытов необходимо проверить результаты. К сожалению, точную фиксацию камней, на которых проводились опыты, пока отыскать не удалось. Возможно, что эти материалы отыщутся в архиве архитектора А.В.Столетова.

В жизни белого камня наблюдаются процессы старения и разных болезней. Старение — вековое накопление необратимых изменений. Заметно, что разрушение начинается примерно через 300 лет после окончания постройки. Для длительности жизни камня — это всего одна миллионная доля. По сравнению с человеческой жизнью — это мгновение, ток, испуг до седины.

Старение бывает разным: общее и отдельных деталей постройки. Старение камня идет параллельно с ржавлением металлических связей, гниением деревянных связей и т. п. Прослеживается и моральное старение архитектурных сооружений. О нем свидетельствует появление скатных кровель вместо позакомарных, пристройки ради увеличения емкости и т. п. Моральное старение связано с модой, но реставраторы не должны поддаваться моде в своей деятельности. Их долг — смотреть далеко вперед.

Самый взгляд на старение здания тоже меняется. Постройки Владимира и Суздаля по своему значению для современников можно было приравнять к открытию полюсов Земли, проникновению в космос человека. Это было всенародное достижение. Но теперь на эти памятники смотрят часто как на рядовые. Символическое значение памятника тоже в наше время недооценивается, а когда-то было велико. Мы забываем, что средние века отличались от нашего века стабильностью понятий.

Болезнь камня — это ускорение старения за счет неверного взаимодействия со средой или неправильного использования. В случае остроаварийной ситуации болезнь требует оперативного вмешательства. Чаще всего это бывает борьба с модой. Но еще более важно консервативное лечение. При нем внутренность и окружение здания могут оставаться нетронутыми.

Главной задачей профилактического лечения является сохранение функций во всем комплексе зданий. Если здание используется иначе, чем раньше, надо максимально приблизить новый вид использования к старому, но не оставлять сооружение мертвым. Сооружение — это прежде всего конструкция. Главная причина просчетов в строительстве — это перенесение определенных привычных методов конструирования в новые неподходящие условия. Например, позакомарные покрытия на его родине не были рассчитаны на снег и требуют особого внимания в апреле его акклиматизации (свинцовые, медные кровли и т. п.). Звенигородский собор построен без фундамента, свидетельствует о том, что автор его привык строить на скале. Для исправления этих ошибок нужны конструктивные меры. Часто вред памятнику наносят сами реставрационные мероприятия, последствия которых не достаточно учитываются. Например, в Боголюбове так сняли культурный слой, что получился застойник. Влажность увеличилась. Яма с водой возникла у самой палаты Андрея. Троицкий собор в Загорске пострадал от замощения площади вокруг него. Раньше собор лавры был вымощен булыжником, который дышал: теперь крымский известняк не дышит. Капиллярный поток усилился, и фрески в соборе гибнут ускоренно. При реставрации часто нарушается вентиляция. Обязательно надо восстанавливать вентиляцию, а там, где ее не было раньше, делать вновь, если условия использования изменились. Особенно важна подпольная вентиляция.

Белый камень, видимо, не самый древний вид строительных материалов. До него пользовались обожженной глиной. Потом появился камень в сочетании с известью. Белый камень — это пористая система. Крупные поры сочетаются с микропорами. Слои в каменоломнях различны по качеству, месторождения тоже отличаются друг от друга, а разные горизонты отличаются еще резче. Во всех постройках до XVIII в. употребляли Мячковский горизонт известняка. Потом начали строить из любого. Летописец отметил, что камень для возведения храма Покрова на Нерли вывозили из Булгар. Геологический анализ показал, что это исключено. Глубина залегания известняков в различных зонах различна. В зоне Калинин–Москва–Рязань–Муром глубина залегания известняков менее 100 м от поверхности. Северо-западный известняк лежит на большой глубине — до 400 м (Суздаль).

Как же можно понять летопись? Упоминание о Булгаре — это, видимо, путь перевозки камня, а пути можно представить себе так: 1. Пахра (Подольск) – Москва-река – устье Клязьмы и по Клязьме вверх к Владимиру. 2 путь, если камень вдали от г. Старицы — идет по Волге, потом по Оке и Клязьме. Внимание историков надо обратить на пути перевозки белого камня. Это, может быть, прольет свет на судьбу Москвы, которая могла быть центром белокаменной промышленности.

Мячковский камень имеет возраст 290–300 млн. лет. Его сопротивление равно 150–200 кг/см², т. е. выше других сортов известняка, которые теперь допускаются в строительстве.

Эксплуатация здания в соответствии с его назначением — главное условие сохранения памятника. Чтобы здание жило нормально, нужна регулярная профилактика. Опыт показывает, что надзор можно обеспечивать лишь в используемых зданиях.

Старение камня (токовое, мгновенное) проявляется как увеличение пористости, изъязвление поверхности. Болезненное старение связано с неправильным режимом. Факторы воздействия на камень могут быть физические, биологические, физико-химические.

Физический фактор — это прежде всего замерзание воды. Сухой камень хорошо выносит мороз. При водонасыщении выше 80% замерзание становится очень опасным — вода, замерзая, расширяется на 1/9 объема.

Через 25 циклов камень пропадает. Конденсация влаги идет очень быстро. За трое суток повысить конденсацию влаги в лаборатории можно вдвое. Поверхностный слой особенно сильно переполняется влагой. За трое суток охлаждения с одной стороны, резко возрастает влажность холодной поверхности. На интенсивность разрушения влияют концентрация воды, направленность волны холода и скорость замораживания. Если медленный рост кристалла льда не так силен — 10 кг/см², поскольку давление успевает перераспределиться. Быстрое замораживание вызывает давление в 22 тысячи атмосфер. В связи с тем, что поры бывают разного диаметра, последовательность замораживания получается еще реже. В узких порах лед расклинивает камень, а клинья опасны даже при малом давлении. Цементная штукатурка приводит к тому, что вода двигается к холодной поверхности и не высыхает. Поверхность стенок пор составляет целые квадратные метры в 1 см³ камня.

Биологические выветривания в основном сводятся к биологическому воздействию, а последнее — к расклиниванию трапеции в камне растущими корнями деревьев и трав. Сила такого расклинивания достаточно велика. Все мы наблюдаем, наверняка, как гриб поднимает асфальт. Дополнительно возникает биохимическое действие, т. к. корни выделяют соляную кислоту.

В Средней Азии и других древних культурных центрах в качестве разрушителя камня выступает селитра и своеобразные азотные кислоты. В Итальянских погребках можно наблюдать гроздь селитры. Воздействие на камень оказывает также углекислота.

Особенно важна для камня серная кислота, попадающая в воздух в результате сжигания каменного угля. Мраморные колонны музея Пушкина простояли 35 лет и покрылись гипсовыми корочками. При физико-химическом выветривании возникает ямчуга.

Поскольку при гидратации солей меняется их объем, соль, кристаллизуясь, увеличивается в объеме и разрушает камень. Этот процесс сходен с морозным выветриванием. Грунтовые воды содержат всяческие соли, в том числе сульфаты и хлориды. Хлориды не вредны, а сульфаты, например, сернокислый натрий, присоединяют 10 молекул кристаллизованной воды и разрывают камень. Что будет, если выкопать камень, пролежавший в земле несколько лет и пропитанный солями? Соль его не разрушала, пока он был в земле, где влажность мало изменяется. Но если его вынести на воздух и дать полежать под стеклом, вскоре будут заметны высолы (сульфатное выветривание). Соли действуют на камень тогда, когда они способны менять кристаллическую форму. Для этого должна быть концентрация соли, близкая к повышению капиллярного выпотевания. Если толщину слоя соли сопоставить с размером коры, мы получим представление об опасном количестве соли. Опасная концентрация наступает, если испарить через камень слой воды высотой около 1 метра. Установлено, что разрушение камня начинается примерно через 100–200 лет. Через камень здания проходит примерно 10 см воды в год. Дождевая вода тоже насыщена кислотой из воздуха, направленный поднос выносит соли к поверхности камня. Если нанос очень велик, а испарение медленно, то вред не так велик (малая концентрация соли).

Если испарение увеличится, начинаются мучнистые выветривания. Оно возникает от изменения скорости наноса или высыхания. Поэтому лучше убрать запас соли с поверхности камня заранее, не дожидаясь опасной стадии. Еще более опасно интенсивное высыхание, когда соль скапливается, не доходя до поверхности камня на глубине 1–3 мм. Если высокая концентрация соли возникает глубоко в камне, то камень может раскрошиться.

Меры борьбы с солевым выветриванием.

1. Улучшение режима влажности.
2. Удаление сульфатов из камня.
3. Приведение сульфатов в нерастворимое состояние.

I. Удаление солей можно провести путем естественного промывания. Известно, что на гладких стенах, промываемых дождем, не бывает ямчуги. Очень часто граница разрушения совпадает с границей примыкания поздних пристроек, которые мешают смыванию солей дождем. Замечено также, что после разборки пристроек разрушения уменьшились за счет естественного промывания (Боголюбово). Сухая очистка — первоочередная работа по сохранению камня. Удаление ямчуги совершенно обязательно. Волосяной щеткой надо чистить поверхность камня, стряхивая ямчугу в совок, и выносить подальше от здания. Замечено, что действующие церкви так быстро не разрушаются. Здесь сказывается повседневный уход за помещением, сметание пыли со стен, мытье пола и т. п. Например, в

Успенском соборе во Владимире ямчуга обнаружена только за алтарной преградой (за иконостасом).

Искусственное промывание проводится двумя способами:

1. Простое промывание со сбором воды в корыта и удаление.

2. Капиллярное промывание путем плотного примыкания корыта к стене снизу.

Можно применять и вакуумное отсасывание с помощью щита на мягкой резиновой подкладке. Уменьшение концентрации солей с давних времен осуществляли путем обновления засоленного пола. Над старым полом закапывали слой песка 20–30 см, а по песку настился новый пол. Обновление полов происходило примерно через 200 лет, что соответствует времени засоления камня.

«Обновление» поверхности стен проводилось путем побелок, промазок, рыхлых штукатурок. Такая побелка способствует удалению солей из камня и концентрации их на поверхности самой побелки. По такому же принципу действует и пластырь из бумаги (папье-маше). Толстая рыхлая бумажная оболочка впитывает соль и легко снимается вместе с высолами. Применяемый для обработки поверхности материал должен быть пористым, обязательно менее прочным, чем сам камень, кроме того, он должен плотно примыкать к камню.

II. Улучшение режима влажности включает снятие культурного слоя и дренаж. Следует учитывать, что строительство плотин часто приводит к поднятию уровня грунтовых вод. В таких случаях могут подниматься и соли. Обводнение некоторых районов Средней Азии привело, например, к гибели существующих садов от засоления.

III. Переведение сульфатов в нерастворимые соединения лучше всего осуществлять с помощью солей бария. Серноокислый барий нерастворим. Чтобы перевести сульфаты в нерастворимое состояние, надо добавлять в пластырь углекислый барий или пропитывать стену хлористым барием.

При этом немного уплотнится структура камня. Чтобы пропитать стену, нужно сначала смочить ее водой, а потом через 20–30 минут можно опрыскивать камень раствором хлористого бария.

Последовательность работ по борьбе с высолами рекомендуется такая: сначала — сухая очистка, потом промывание, смачивание и обработка хлористым барием. Химический контроль может установить, достаточно ли было реактивов. Возможна также химическая обработка фундамента и грунта, чтобы стены подсосали нужные соли. Прежде всего надо помнить, что профилактика — главное средство защиты белого камня.

