



Ступаков А.А. (МГСУ)



Нарушение крепления плиты наличника окна 21-го этажа и выход верхнего края этой плиты из плоскости стены



Проем, из которого в январе 2006 года выпала гранитная облицовочная плита



Нарушение крепления малой плиты уступа стены и изменение положения этой плиты

## Обследование облицовки вентилируемого фасада высотного здания

Объектом обследования явился вентилируемый фасад из натурального гранита здания, высотой 85 метров и сроком эксплуатации 8 лет. Обследовательские работы на внешней облицовке высотной части здания осуществлялись методами промышленного альпинизма [1 и 2] сотрудниками НПМ центра «Промышленный альпинизм» МГСУ

Причиной обследования явилось появление сколов на основных гранитных плитах (840x840x30, масса 60 кг) в местах их крепления штифтами несущих кронштейнов.

Конструкция фасада соответствует проекту немецкой фирмы [3], однако, фасад смонтирован турецкой компанией по своему проекту.

Согласно проекту, каждая основная плита установлена на два нижних кронштейна и фиксируется в плоскости штифтами двух нижних и двух верхних кронштейнов. Между верхними штифтами и отверстиями плит в проекте предусмотрены эластичные втулки. Таким образом, каждая плита должна иметь независимое крепление, на которое не должны влиять температурные деформации плит.

В процессе обследования обнаружено

значительное количество дефектов, разрушений и отклонений от проекта.

Наиболее часто встречающиеся разрушения это сколы (см. фото 1) в виде линз в местах контакта плит с кронштейнами и их штифтами. Сколы встречаются как на нижней кромке плиты, так и на верхней кромке, как наружные, так и внутренние. Имеется также значительное количество отремонтированных сколов. Ремонт был выполнен в период монтажа облицовки строителями. Всего на площади фасада 6 тысяч квадратных метров обнаружено 73 скола на наружной поверхности плит и только 6 на внутренней. По нашему мнению внутренних сколов должно быть примерно столько же, сколько и наружных. Малое обнаружение сколов на внутренней поверхности плит объясняется тем, что детально просмотреть внутреннюю по-

верхность практически невозможно. Следует отметить, что именно внутренние сколы могут привести к нарушению креплений и падению плит.

Пластмассовые втулки между штифтом и отверстием в плитах отсутствуют. Соединение штифтов крепежной системы и отверстий в плите залито жестким раствором, то есть, выполнено без зазора.

В горизонтальных температурных зазорах между плитами облицовки обнаружено много жестких посторонних предметов: гайки, набор стальных шайб, прокладки из органического стекла, раствор (см. фото 2).

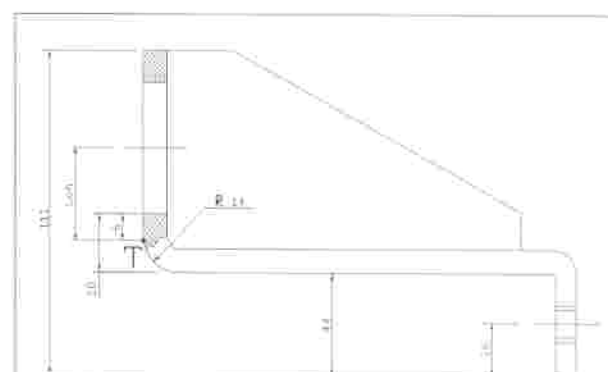


Рис. 1. Конструкция и размеры кронштейна



Толщина большинства предметов равна проектному зазору между плитами, поэтому можно предположить, что названные предметы использовались строителями в качестве монтажных прокладок и после монтажа плит не изъяты из температурных зазоров. При таком исполнении вес верхней плиты через названные предметы передается на нижнюю и воспринимается опорами нижней плиты и т.д.

Возможность контакта между плитами по вертикали через жесткие предметы, а также отсутствие зазоров в штифтовом соединении привело к тому, что собранная облицовка стала напряженной многократно статически неопределимой системой, в которой любые тепловые и деформативные перемещения плит и стены здания могут существенно влиять на нагрузки на плиты и элементы их крепления. Внутренняя напряженность крепления облицовки вызвала образование сколов плит в период сборки облицовки строителями (но это никого не насторожило), а также приводит к сколам и разрушениям в процессе эксплуатации облицовки.

Для выявления конкретных причин и механизма появления сколов плит было выполнено исследование конструкции и параметров крепежной системы. Выполнен анализ рациональности конструкции крепежной системы, осуществлено вскрытие облицовки, исследована работа кронштейна в лабораторных условиях.

Анализ показал, что конструкция кронштейна неудачна, а фактические его размеры существенно отличаются от проектных размеров в худшую сторону. Это привело к тому, что кронштейн (см. рис. 1) в зависимости от его расположения относительно анкерного болта становится для него рычагом с увеличением силы в 6,5–15 раз, в последнем случае характеристика кронштейна близка к характеристике гвоздодера!

При вскрытии облицовки установлено, что затяжка анкерных болтов составляет 0,5–0,8 от требуемой затяжки.

В результате исследований определено, что действительные нагрузки на анкерный болт в условиях эксплуатации могут превышать допустимую для него нагрузку. Кроме того, летом температурные деформации плит могут приводить к увеличению нагрузок на плиты и элементы их крепления еще в 1,3 раза. При перегрузке анкер-



Скол на нижней кромке плиты в виде половинки линзы

ный болт 2 (см. рис. 2) выполазает из отверстия стены, кронштейн 3 проседает, а установленные в отверстия плит 1 штифты 5 перекашиваются на угол и выламывают плиты моментом  $M_{вл}$  в районе установочного отверстия, что и приводит к образованию сколов на кромках плит.

Обнаружено также аварийное состояние двух плит наличников (900x280x60, масса 42 кг). Каждая из этих плит (см. фото 3) просела на 4...6 мм, верхний край плит вышел из удерживающих штифтов и наклонился из плоскости стены на 28...30 мм. Плиты готовы были упасть с высоты 75...80 метров.

Кроме того, обнаружено нарушение крепления узких плит и изменение положения этих плит (ширина узких плит составляет 0,1–0,2 от ширины основных). Например, нарушено крепление 40% узких плит двух внутренних уступов, имеющих высоту 48 и 60 метров. Некоторые из этих плит отклонились в сторону внутреннего воздушного зазора (см. фото 4). В двух местах произошло выпучивание трех узких плит наружного угла на величину до 30 мм из-за нарушения крепления узких плит.

По проекту узкие плиты должны крепиться к основной стене кронштейнами. Обследование показало, что в указанных местах узкие плиты прикреплены к основным плитам посредством шпонок и клея. В результате воздействия солнца и городской воздушной среды, а также вибрации от транспорта в течение 8 лет эксплуатации здания, клей, видимо, стал терять прочность, а крепления узких плит начали разрушаться.

## Выводы

В целом обследованная облицовка представляет собой напряженную конструкцию, включающую проблемные зоны. Тепловые расширения и деформативные перемещения плит и стены здания могут существенно увеличить нагрузки на плиты и элементы их крепления и способствовать дальнейшим разрушениям. Причинами такого положения являются:

1) помещение строителями в процессе монтажа облицовки в температурные зазоры между плитами, а также между штифтами и отверстиями посторонних предметов в виде раствора и прокладок (гаек);

Посторонние предметы, заложенные строителями в температурный зазор между плитами при сборке облицовки, слева прокладка из органического стекла, справа – гайка

2) неудачная конструкция кронштейна;  
3) отклонения от проекта при сборке облицовки.

P.S. Статья подготовлена по результатам обследований, проведенных в 2004–2005 гг. Печальным итогом недобросовестной и некачественной работы монтажников стало обрушение гранитной облицовочной плиты (840x840x30, масса 60 кг), последовавшее после суровых морозов и после порыва ветра в январе 2006 г.

## Литература

1. Ступаков А.А. Обслуживание фасадов высотных зданий методами промышленного альпинизма. Материалы семинара «Актуальные проблемы строительства высотных зданий» (24 июня 2004 г.). МГСУ, М., 2004 г.

2. Ступаков А.А. Обеспечение безопасности высотных работ методами промышленного альпинизма. Тезисы докладов семинара «Инженерная безопасность строительных объектов, безопасное строительство, эксплуатация, проектирование жилых, гражданских и промышленных сооружений». МГСУ, Москва, МВЦ «Крокус-Экспо», 04 февраля 2005 г.

3. Петров А.В. «Тяжелые» вентилируемые фасады – монтажные системы. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004, №4, с. 52–53.

## Рекомендации

Разгрузить конструкцию от лишней внутренней напряженности и обеспечить ей хотя бы частично проектные условия эксплуатации. В частности необходимо убрать посторонние предметы (гайки, прокладки и др.) и сбить раствор из температурного зазора между плитами, эту работу целесообразно выполнить в холодное время года, когда температурные деформации облицовки увеличат зазоры и освободят посторонние предметы.

Устранить проблемные зоны путем их ремонта.

Осуществлять мониторинг и наблюдения за состоянием облицовки.

Рис. 2. Перекас кронштейнов и образование выламывающего момента  $M_{вл}$ , приводящего к сколу плит

