

# Навесные фасады на каркас

## Актуальность Новые решения Методика расчетов



**В этой статье мы постарались дать ответы на многие вопросы, которые возникают у архитекторов, проектировщиков, заказчиков при принятии важных решений по навесным фасадным системам на каркасные объекты. А также предложили новые подходы и решения, которые напрямую влияют на эксплуатационные характеристики навесного фасада, закрепленного в каркас здания**

### Коротко о главном

Неоспоримые достоинства каркасного объекта – скорость возведения и возможность использовать в ограждающей конструкции здания «легкие» материалы. Если первое приветствуется всегда и всеми, то второе становится проблемой, когда здание должно оборудоваться навесным фасадом. Обычное испытание анкера на вырыв в неплотном материале стены перечеркивает все «классические» способы установки систем НВФ. «Да, но

решение очевидно! – скептически ответят многие. – Крепимся усиленными кронштейнами в межэтажные перекрытия, ставим более мощный профиль».

С этим мы согласны, но...

### Две проблемы одной цепи

Итак, «классическая» схема раскладки системы НВФ (рис. 1а, рис. 1б), подходящая для однородных стен из полнотелого кирпича или бетона, на зданиях из монолитного бетона или сборно-монолитного

каркаса применима с ограничениями. Если стены между этажами выполнены из менее плотного материала, то часть нагрузки приходится на материал с меньшими несущими способностями. Вывод очевиден: традиционные методы крепления навесного фасада либо невозможны, либо делают себестоимость фасада неоправданно высокой из-за необходимости увеличения количества точек крепления.

Попытка решения проблемы крепления навесного фасада в каркас здания была предпринята в некоторых типах навесных одноконтурных систем, где несущий кронштейн должен устанавливаться в плиты перекрытия, а опорные кронштейны – в менее плотный материал с расчетом, что нагружаются они только от ветровых воздействий (рис. 1в).



Во-первых, такая схема распределения нагрузки направляет основные усилия только на несущий кронштейн. Но в случае его брака, некачественной установки или ослабления кронштейна из-за возможных внутренних дефектов материала стены (например, раковин в бетоне) появляется реальная опасность обрушения облицовки.

Тем не менее, эффективным контролем за процессами производства и монтажа эти риски можно минимизировать. А вот избавиться от второй проблемы – температурных деформаций металла – так просто не получится. Очевидно, что монтаж системы способом «только в монолит» приводит к необходимости использовать увеличенные по длине вертикальные направляющие. Как правило, это профили длиной 3,5–4 м. Но при перепаде температур в 100°C (-40°C и +60°C) возникают значительные тепловые расширения (у алюминиевых конструкций – 9,6 мм, а у стальных – 4,8 мм на 4-метровом профиле). Это однозначно приводит к нарушению геометрии фасада и создает опасность обрушения облицовочного материала. К тому же возникает



Рис.1в – Одноконтурная система для крепления «в каркас»



Рис.1а – «Классическая» одноконтурная система



Рис.1б – «Классическая» двухконтурная система

повышенная нагрузка на соединительные элементы системы, что, как минимум, влияет на их долговечность.

### Широкий взгляд на перенос нагрузки

Перенос нагрузок в перекрытие – одна из главных задач, которая должна быть решена в системах НВФ для каркасных объектов. Но, как мы выяснили, этого решения недостаточно. Поэтому задача была сформулирована по-другому: перенос нагрузок с менее плотного материала стены на монолитный каркас должна осуществляться таким образом, чтобы:

1) максимальная нагрузка приходилась на точки крепления в монолитный каркас здания;

2) линейные тепловые расширения были скомпенсированы по всей площади фасада.



→ Таблица 1. Характеристики кронштейна силового фасадных систем NAVEK

| Наименование | Относ системы (мм) | Несущая способность (кг) |
|--------------|--------------------|--------------------------|
| КС-150       | 150                | 40,0                     |
| КС-200       | 200                | 35,0                     |
| КС-250       | 250                | 27,5                     |
| КС-300       | 300                | 22,0                     |

Мы провели анализ всех качеств фасадных систем NAVEK и получили довольно широкую картину их возможностей.

В решении первой части задачи, очевидно, должен быть задействован кронштейн, выдерживающий повышенные нагрузки. В системах NAVEK – это кронштейн силовой КС (патент на полезную модель № 80177 от 25.08.2008 г.) Характеристики кронштейна (табл. 1) подтверждают его способность выполнить свою функцию.

Кроме этого, в активе систем NAVEK – двухконтурная конструкция, в которой используется жесткая схема крепления вертикальной направляющей на всех узлах монтажа. Таким образом, тепловые напряжения при перепадах температур возникают только между (!) узлами крепления (рис. 2а), что не приводит к недопустимым линейным перемещениям даже при использовании направляющих большой длины.

Еще один плюс двухконтурных систем NAVEK, который подвергся подробному анализу, – обеспечение равномерного распределения нагрузок по всей площади фасада. Из классической схемы установки конструкции (рис. 2б) видно, что нагрузка от облицовочного материала передается на вертикальные направляющие с последующей передачей на горизонтальные и равномерно распределяется на кронштейны. В таком случае даже при ослаблении одного кронштейна нагрузка равномерно перераспределится на другие кронштейны, сохранив надежность крепления фасада к стене. Но данное качество системы, отлично реализуемое в «классических» схемах

раскладки, при креплении «в каркас» главной задачи – а именно переноса нагрузок – не решает.

Тем не менее мы вплотную приблизились к решению: равномерное распределение нагрузок должно стать управляемым распределением, сохранив все вышеупомянутые плюсы двухконтурной системы.

### Эффект перераспределения

Итак, в двухконтурной системе нагрузка от веса облицовки и ветровая нагрузка передается через вертикальные направляющие на горизонтальные и далее на кронштейны. При расположении кронштейнов в менее плотном материале не в плоскости вертикальной направляющей и на значительном удалении от нее, горизонтальная направляющая работает в зоне упругих деформаций (Рис.3). Имея большую податливость по сравнению с вертикальной направляющей, горизонтальная направляющая переносит нагрузку на вертикальную и далее на кронштейны, находящиеся в плите перекрытия. Кронштейны в перекрытии закрепляются на минимальном расстоянии друг от друга и образуют совместно с горизонтальной направляющей жесткий узел крепления с минимальной податливостью.

Таким образом, основная часть нагрузки перераспределяется с точек крепления в слабонесущем материале по горизонтальной и вертикальной направляющим на точки крепления в более плотном материале перекрытия.

Плюс к этому, форма горизонтальных направляющих в системах NAVEK – неравнополочный уголок (большая полка

в горизонтальной плоскости, меньшая – в вертикальной). Такая конструкция элемента равномерно распределяет ветровую нагрузку по всей плоскости стены, а нагрузку на кронштейны от веса облицовки и самой системы уменьшает.

Таким образом, учитывая опыт применения одноконтурных систем на каркасных объектах и такое свойство двухконтурных систем NAVEK, как

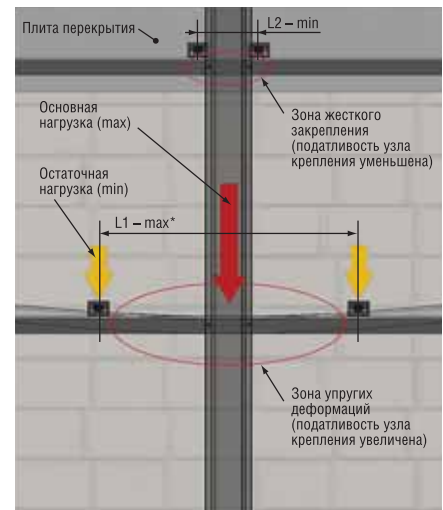


Рис.3 – Эффект перераспределения нагрузки (\* – узлы крепления горизонтальной направляющей к вертикальной и горизонтальной направляющей к кронштейну максимально разнесены)

равномерное распределение нагрузки, мы смогли разработать совершенно новую схему раскладки подконструкции НВФ с перераспределением основных сил на плиты перекрытия.

Для увеличения несущей способности и надежности конструкции и максимального снятия нагрузки с кронштейнов в неплотном материале было решено в плитах перекрытия устанавливать группы несущих кронштейнов. Во-первых – еще раз напомним – исключается риск обрушения облицовки в случае ослабления одного крепежного элемента. Во-вторых, изменяя количество кронштейнов в группе и расстояния между этими кронштейнами, мы регулируем нагрузку на элементы системы, закрепленные в неплотном материале стены (Рис.4а, б, в).

### Принцип один – вариантов несколько

Каркасные объекты, на первый взгляд мало отличающиеся принципиально, тем не менее имеют ряд конструктивных особенностей, которые влияют на схему установки навесного фасада. К тому же характеристики облицовки, например, ее вес, также вносят свои коррективы.

Так, конструкция систем NAVEK позволяет устанавливать несущие кронштейны только в верхнюю плиту (рис. 5).



Рис.2а – Тепловые перемещения в системах NAVEK



Рис.2б – Равномерное распределение нагрузок в двухконтурной системе NAVEK

Рис. 4 – Три схемы крепления систем NAVEK в межэтажные перекрытия с различным распределением нагрузки:



а – равномерное распределение нагрузки

б, в – уменьшение нагрузки на точки крепления в слабонесущем материале

В этом случае, рассчитав необходимое количество несущих кронштейнов, устанавливаемых в перекрытие, мы сохраняем требуемый баланс нагрузок на элементы подсистемы (основная нагрузка от веса облицовки и системы все так же приходится на кронштейны в плите перекрытия).

Особенность данной схемы – необходимость учета при проектировании температурных деформаций вертикальной направляющей, которые в данном случае естественно будут направлены вниз, в сторону ее нежестко закрепленной части (предусматриваются температурные зазоры). Здесь следует отметить функцию горизонтальной направляющей, которая образует узел крепления с вертикальной направляющей в зоне упругих деформаций. Горизонтальная направляющая, прогибаясь, позволяет вертикальному профилю свободно расширяться или сжаться под воздействием температур, не создавая излишних напряжений на элементы подсистемы. Данная схема навесного фасада будет актуальна при креплении относительно

но легких облицовочных материалов, например керамогранитных, фиброцементных плит или кассет из композитных материалов.

### Расчет и еще раз расчет

Разрабатывая новые схемы крепления подсистемы в каркас, мы понимали, что потребуется очень точный расчет нагрузок на каждый элемент фасадной системы. Более того, принимая подсистему как обычную пространственную ферму, при классическом прочностном расчете реальной картины распределения сил внутри системы мы не видели – лишь усредненные результаты. Требовался совершенно другой метод, и он был найден – «Метод совместных деформаций».

Для проверки применимости и эффективности данного метода при прочностных расчетах в фасадных системах Технический центр Группы компаний «Навек» и специалисты Казанского государственного архитектурно-строительного университета провели научное исследование. Учеными был подготовлен подробный отчет «О распределении нагрузок в несущих элементах системы вентилируемого фасада NAVEK с разработкой прикладной методики расчета его несущей способности». В результате мы получили точные расчеты, отображающие процесс перераспределения нагрузок при использовании схемы крепления фасадных систем NAVEK в межэтажные перекрытия каркасно-монолитных зданий.

Кроме этого, применение «Методики совместных деформаций» позволяет эффективно и точно производить:

- расчет ветровых нагрузок;
- расчет кронштейнов на прочность;
- проверку прочности крепления элементов на вырыв и смятие;
- проверку прочности анкера на вырыв;
- определение прочности фасадных плит;
- определение прочности профилей крепления фасадных плит к подсистеме;
- определение прочности вертикальных и горизонтальных направляющих.

Нагрузка на элементы подсистемы



### Синергия решений

Вернемся к первоначальной задаче: «Максимальная нагрузка должна приходиться на точки крепления в монолитный каркас здания, а линейные тепловые расширения должны быть скомпенсированы по всей площади фасада». Теперь, предложив решения, описанные в данной статье, мы можем перечислить все достоинства новых схем крепления систем NAVEK в каркас здания с прочностным расчетом по «Методу совместных деформаций».

**Итак, вы получаете:**

#### конструктивный эффект:

- возможность распределения и контроля нагрузок на каждом участке ограждающей конструкции здания;
- перенесение нагрузок на отдельные элементы подсистемы, участки подсистемы, расчет нагрузок по элементам и системе в целом;
- применение нескольких вариантов раскладки подсистемы НВФ в зависимости от конструктивных особенностей каркасного объекта и типа облицовочного материала;

#### прочностный эффект:

- повышение надежности и безопасности фасадной системы;
- экономический эффект:
- снижение количества элементов подсистемы при обеспечении несущей способности фасадной системы;
- уменьшение количества операций при монтаже.

ООО ПКФ «Навек»

420036 г. Казань, ул. Тэцевская, д. 2

Тел.: (843) 249-49-58, 249-49-68

Тел./факс: (843) 570-76-10, 570-76-35

E-mail: info@navek.ru

www.navek.ru



Рис.5 – Вариант крепления систем NAVEK в «верхнюю» плиту перекрытий