

УДК 69.022.32

**Шмелев Г.Н.** – кандидат технических наук, профессор

E-mail: [shmelev@kgasu.ru](mailto:shmelev@kgasu.ru)

**Сусаров А.В.** – инженер

E-mail: [susarovav@mail.ru](mailto:susarovav@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Несущая способность облицовочной керамогранитной плиты в составе навесного вентилируемого фасада**

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются результаты натурных испытаний керамогранитной облицовочной плиты на действие равномерно распределенной нагрузки. Предложена методика проведения испытаний. Определена зависимость напряжений от деформаций в коротком сечении плиты. Установлено, что данная зависимость имеет нелинейный характер. Представлены диаграммы максимальных растягивающих напряжений и деформаций. Численными способами определено напряженно-деформированное состояние облицовочного элемента от действия статической составляющей ветровой нагрузки.

**Ключевые слова:** навесной вентилируемый фасад, облицовочный элемент, керамогранитная плита, ветровая нагрузка.

В системе навесного вентилируемого фасада керамогранитная плита выступает в роли облицовочного элемента. Вследствие высокой стоимости керамогранита им облицовывают, как правило, только нижнюю, цокольную часть здания. Стоит отметить, что к нагрузкам, воспринимаемым облицовкой, относят лишь горизонтальные нагрузки от ветрового воздействия, но если учитывать тот факт, что облицованная поверхность находится практически на уровне земли, то в данном случае могут быть воздействия, превышающие ветровое во много раз. Такими нагрузками могут быть снеговая (сугроб), нагрузка от каких-либо посторонних предметов и т.д. Поэтому важно определить, каким образом будут восприняты эти воздействия. С этой целью был проведен расчет плиты на действие ветровой нагрузки и расчет с целью определения максимальной разрушающей нагрузки.

Выполнено определение напряженно-деформированного состояния облицовочных элементов фасадных систем. С этой целью в расчетный комплекс «ANSYS» была задана конечно-элементная модель керамогранитной облицовочной плиты и проведен расчет на действие ветровой нагрузки.

В результате численного моделирования получены значения деформаций керамогранитной плиты от ветровой нагрузки, а также распределение напряжений, проиллюстрированное на рис. 1. Эти данные были подтверждены натурными испытаниями, в обоих случаях максимальные напряжения были зафиксированы по короткому сечению.

### **Испытание керамогранитной плиты «GRASARO» на действие равномерно распределенной нагрузки**

Испытывается керамогранитная плита «GRASARO» с геометрическими размерами 600x600x8 мм.

Целью эксперимента является исследование напряженно-деформированного состояния и определение фактической несущей способности и деформативности керамогранитной плиты, находящейся в системе навесного вентилируемого фасада.

### Методика проведения испытания

Для определения фактической несущей способности и деформативности керамогранитной плиты были проведены экспериментальные исследования 1 образца плиты. Испытание плиты проводилось в лаборатории кафедры металлических конструкций и испытания сооружений КГАСУ, при температуре +20 °С.

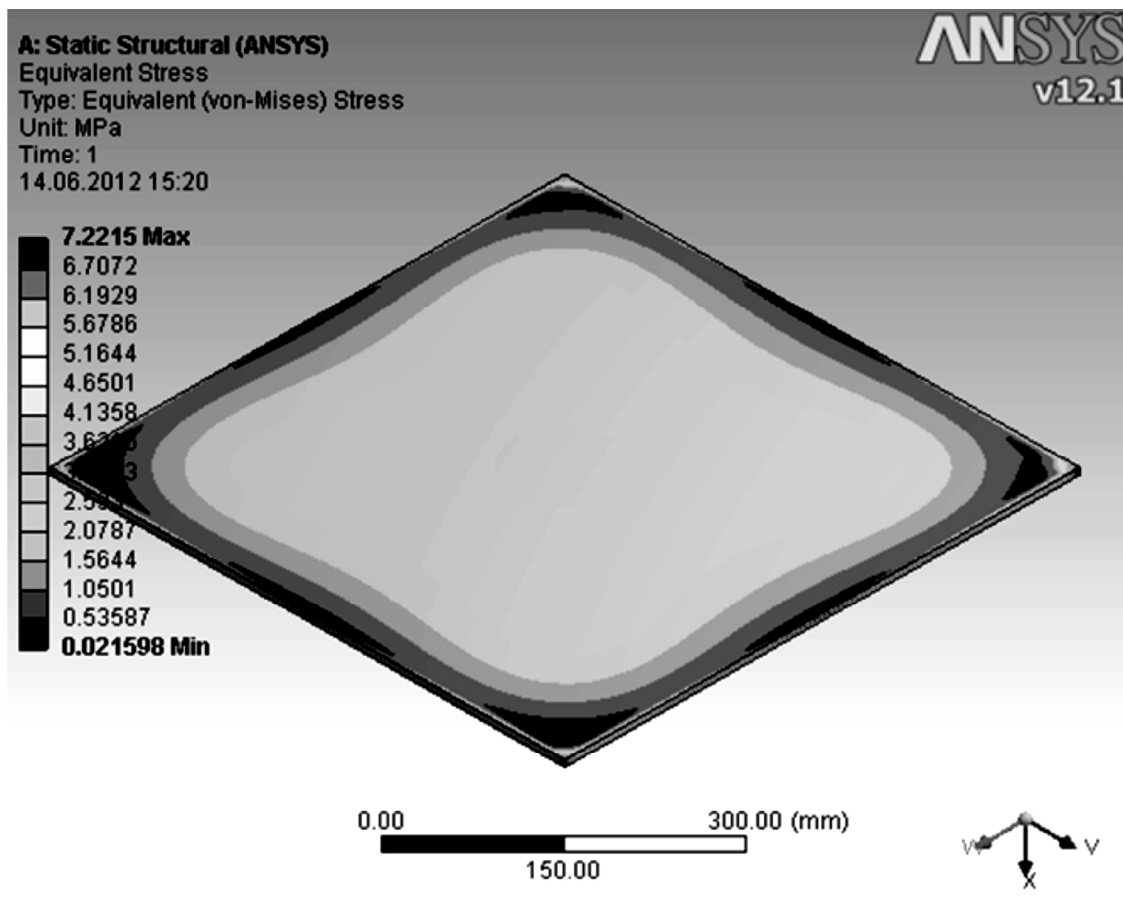


Рис. 1. Распределение эквивалентных напряжений в облицовочной керамогранитной плите

Испытание плиты проводилось на специально оборудованном стенде, имитирующем систему навесного вентилируемого фасада. Нагрузку плиты равномерно распределенной нагрузкой проводилось посредством рычажной системы, через распределительные подушки с песком.

Нагрузка прикладывалась ступенчато, с шагом 50 кг. После каждого нагружения снимались показания тензорезисторов, наклеенных на внутреннюю и наружную поверхность керамогранитной плиты (рис. 2). Сопротивление тензорезисторов фиксировалось тензометрической станцией АИД-4. Деформации пластины фиксировались индикаторами часового типа, установленными в 5 точках на поверхности плиты (рис. 3).

Определена зависимость напряжений от деформаций в коротком сечении пластины (рис. 4). Как видно из диаграммы, зависимость нелинейная.

График максимальных растягивающих напряжений показан на рис. 5. Графики деформаций представлены на рис. 6.

Необходимо учесть и тот факт, что в пределах цокольной части здания на облицовочные элементы могут быть нагрузки, многократно превышающие расчетные (снег, различные механические воздействия, вандальные действия). Поэтому целесообразным будет отказ от устройства вентилируемого фасада в цокольной части здания, используя при этом более стойкий к данным воздействиям способ отделки фасада, а монтаж вентилируемого фасада производить уже с определенной высоты здания.

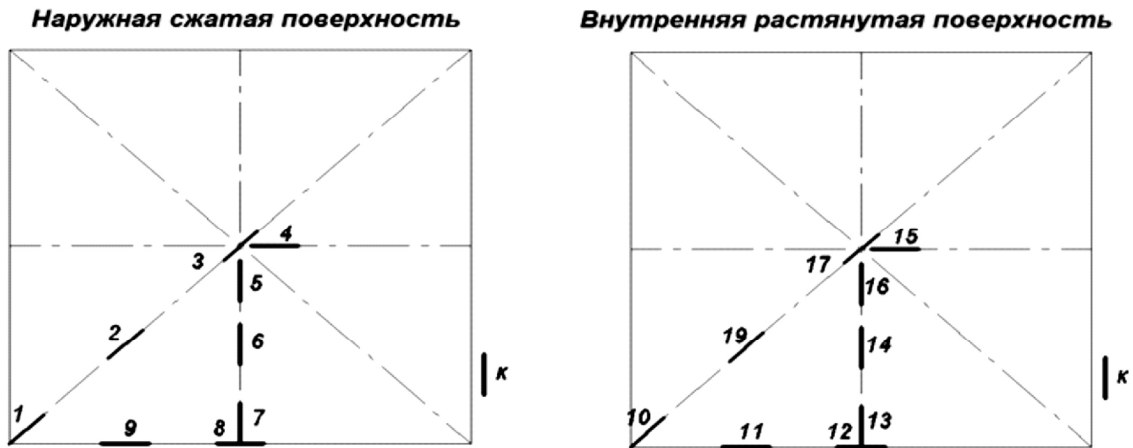


Рис. 2. Схема расположения тензорезисторов

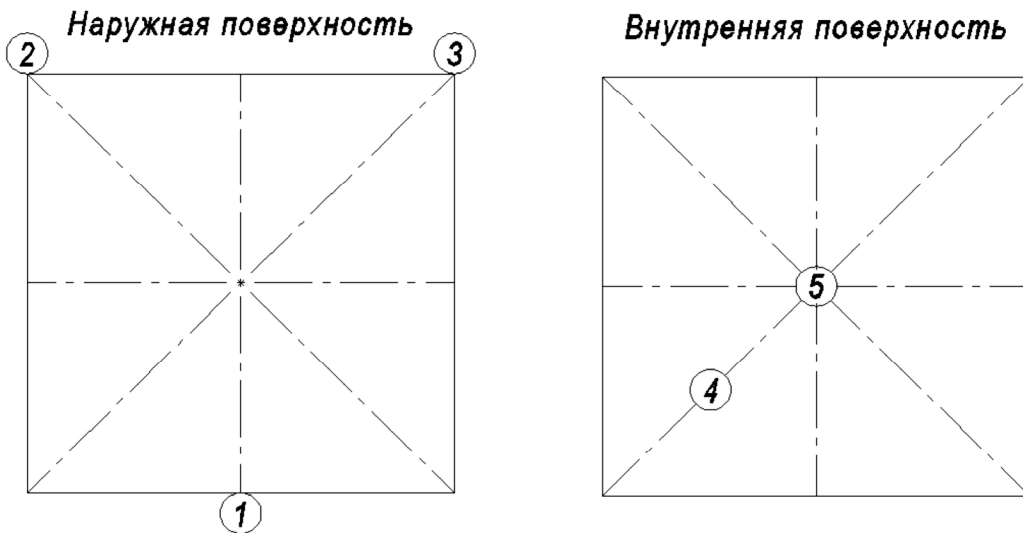


Рис. 3. Схема расположения индикаторов часового типа

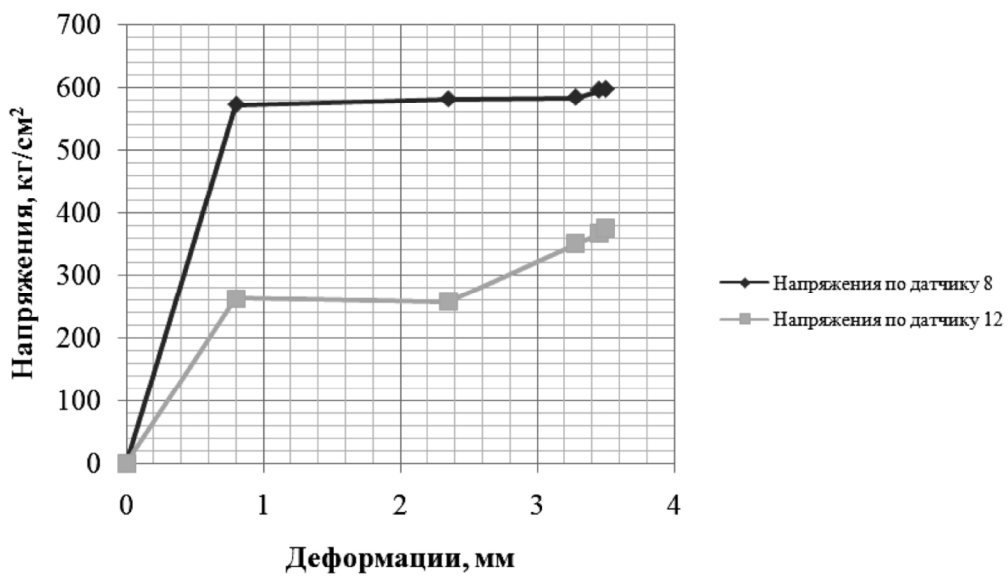


Рис. 4. Зависимость напряжений от деформаций в коротком сечении пластины

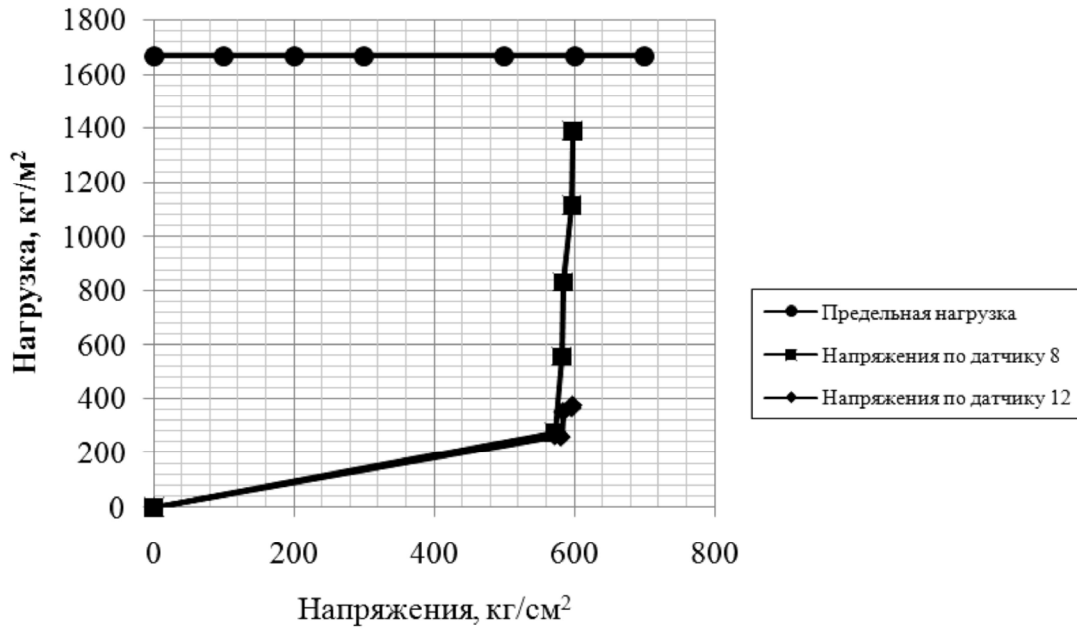


Рис. 5. Диаграмма максимальных растягивающих напряжений

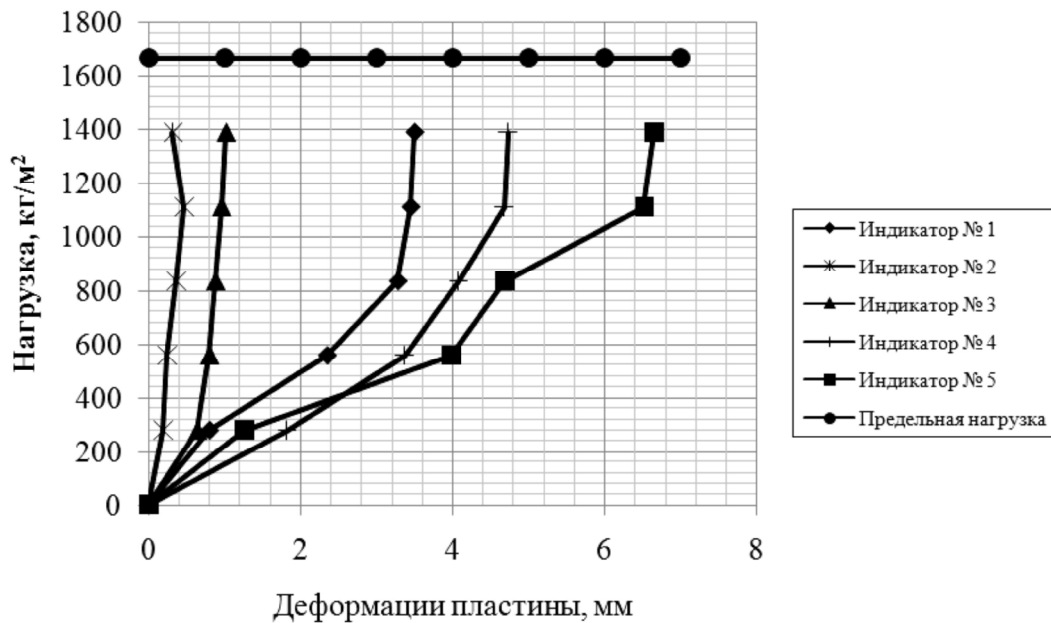


Рис. 6. Графики деформаций плиты

В результате натурных испытаний керамогранитной облицовочной плиты определена предельная нагрузка, которая составила  $1660 \text{ кг/м}^2$ . При этом установлено, что запас прочности невелик, при расчетной нагрузке  $1550 \text{ кг/м}^2$  он составляет всего лишь 7 %. Важно отметить, что в эксперименте рассматривалось идеальное положение керамогранитной плиты, т.е. опирание по 4 точкам. Но в реальных условиях ее опирание может быть иным, например, по 3 точкам или по 2 сторонам, и это зависит от качества монтажа системы. Поэтому с учетом этих факторов разрушение облицовки может произойти при нагрузках, ниже расчетных, а ввиду немалого веса облицовочной плиты и при падении ее с большой высоты могут произойти чрезвычайные ситуации.

### Список литературы

1. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия. – М., 2003. – 43 с.
2. Фасадные теплоизоляционные системы с воздушным зазором. Рекомендации по составу и содержанию документов и материалов, представляемых для технической оценки пригодности продукции. – М.: Госстрой России, 2004.

**Shmelev G.N.** – candidate of technical sciences, professor

E-mail: [shmelev@kgasu.ru](mailto:shmelev@kgasu.ru)

**Susarov A.V.** – engineer

E-mail: [susarovav@mail.ru](mailto:susarovav@mail.ru)

**Kazan State Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### Bearing capacity of facing porcelain pate part hinged ventilated facades

#### Resume

A variety of architectural forms of modern buildings, the high requirements for their appearance and texture, finishing materials require a new treat the problem of selection of finishing materials of the building facade. Thin metal construction of hinged ventilated facade under the influence of wind loads is separate from the cast (in terms of wind) fences – exterior walls. The lack of valid methods for calculating design hinged facade systems to the action of wind loads on separate fronts recorded significant deformation, which can lead to isolation and falling slabs lining. Moreover, we can soon predict the emergence of separation due to the lining of the accumulated fatigue of the metal substructure hinged facade systems when exposed to pulsed alternating wind loads. If we consider that the design of front mounted systems are also loads of thermal deformation and corrosion damage, then after a certain period of time the process of collapse of the cladding can take massive. Thus, to solve all these problems requires a serious scientific study.

**Keywords:** hinged ventilated facade, facing element, porcelain oven, wind load.

#### References

1. SNIP 2.01.07-85 \*. Load and impact. – М., 2003. – 43 p.
2. Facade insulation system with an air gap. Recommendations for the composition and content of documents and materials submitted for technical evaluation of the suitability of products. – М.: Russian State Committee for Construction, 2004.