

Оценка влияния внешних факторов на скорость воздушного потока и влагоудаления из воздушного зазора вентилируемого фасада

В настоящее время в облицовке зданий часто применяется навесной вентилируемый фасад. Эта система включает в себя утепление и отделку наружных стен, которая зимой и летом позволяет поддерживать такой режим теплообмена, при котором создаются достаточно комфортные условия проживания, а во время отопительного сезона расход энергоресурсов не превышает нормативов на отопление помещений.

В условиях широкого применения навесных вентилируемых фасадов значимой является проблема их надежности и долговечности. Актуальными остаются задачи моделирования их надежности, основанные на учете температурно-влажностных условий и эксплуатационных параметров.

Процесс моделирования создавался в модуле FLOWSTAR программного комплекса COSMOS/M, в котором изучалась скорость влагоудаления из воздушного зазора навесного вентилируемого фасада при различных внешних факторах: ширине воздушного зазора, расстоянии между входной и выходной щелями (600 и 1 200 мм), сужении входной щели, сужении выходной щели, шероховатости воздушного канала.

Исследования зависимости скорости воздушного потока в воздушном зазоре навесного вентилируемого фасада от внешних факторов показали, что одним из факторов, снижающих влагонакопление, является скорость движения воздуха в воздушном зазоре, определяющая интенсивность влагоудаления при увеличении расстояния между входной и выходной щелями воздушного зазора. Также было установлено, что скорость воздушного потока зависит от ширины зазора и точности монтажа навесного вентилируемого фасада.

Ключевые слова: вентилируемый фасад, скорость движения воздуха, зазор, влагоудаление, моделирование.

Вентилируемый фасад – это многослойная конструкция утепления и отделки наружных стен с вентилируемым воздушным зазором между слоем наружной отделки фасада (экраном) и слоем утеплителя, расположенными с внешней стороны несущих конструкций наружной стены [1]. Такая система утепления фасада позволяет в зимнее и летнее время поддерживать оптимальный, комфортный тепловой режим для проживания, который достигается повышением теплозащиты наружных стен за счет совершенствования их конструктивных решений [2].

Принципиальное решение конструкции вентилируемых фасадов: с внешней стороны монтируется сплошной слой утеплителя и элементы несущего каркаса, на которые крепится элемент наружного экрана, состоящего из отдельных плиток или листовой отделки. Зазор между утеплителем и экраном позволяет более эффек-

тивно удалять влагу и пар, проходящие через наружную стену на улицу. В условиях широкого применения навесных вентилируемых фасадов остается актуальной проблема их надежности и долговечности [3–6]. Актуальными остаются задачи моделирования надежности навесных вентилируемых фасадов зданий, основанные на учете температурно-влажностных условий и эксплуатационных параметров [7–10].

В модуле FLOWSTAR программного комплекса COSMOS/M путем моделирования нами изучалась скорость влагоудаления из воздушного зазора вентилируемого фасада при различных внешних факторах: ширине воздушного зазора, расстоянии между входной и выходной щелями (600 и 1 200 мм), сужении входной щели, сужении выходной щели, шероховатости воздушного канала. На рис. 1 приведена расчетная схема, учитывающая симметрию задачи.

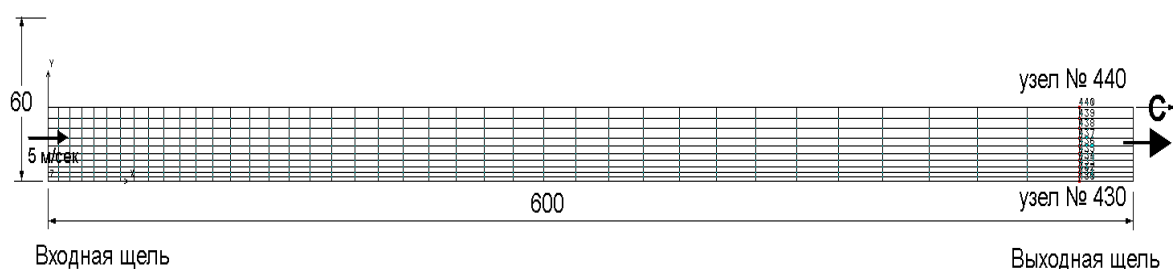


Рис. 1. Расчетная схема между входной и выходной щелями вентилируемого фасада

Скорость движения воздуха на входе принималась во всех случаях одинаковой, равной 5 м/с; температура воздуха, наиболее неблагоприятная с точки зрения влагонакопления в конструкции, составила -20°C .

Влияние ширины зазора на скорость движения воздуха

Минимально допустимой шириной вентилируемого зазора считается 30 мм, максимально допустимой – 60 мм. Моделирование проводилось при значениях ширины зазора 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 100 мм.

На рис. 2 приведены графики изменения скорости воздушного потока в зависимости от ширины вентилируемого зазора.

Как видно из графиков, при уменьшении ширины зазора скорость воздушного потока возрастает. При малых значениях ширины зазора (менее рекомендуемых 30 мм) и большой скорости ветра (на входе в воздушный зазор) возможно возникновение неприятных звуковых эффектов. При больших значениях ширины зазора (более рекомендуемых 60 мм) скорости воздуха на входе и выходе из зазора практически уравниваются, движение воздуха прекращается и, следовательно, не происходит влагоудаление из конструкции стены.

Влияние расстояния между входной и выходной щелями на скорость движения воздуха

Наиболее широкое применение в вентилируемых фасадах нашли экраны (защитные панели, ветровая защита) высотой 600 и 1 200 мм. В связи с этим рассмотрены расстояния между

входной и выходной щелями, равные этим модульным размерам.

На рис. 3 приведены графики изменения скорости воздушного потока в зависимости от расстояния между входной и выходной щелями вентилируемого зазора.

При увеличении расстояния между входной и выходной щелями воздушного зазора скорость воздушного потока возрастает независимо от ширины зазора. Следует отметить, что значение это невелико. При увеличении расстояния в два раза увеличение скорости составляет примерно 6,5 %.

Влияние сужения или расширения зазора на скорость движения воздуха

От точности монтажа вентилируемого фасада зависит постоянство ширины воздушного зазора. На рис. 4 и 5 приведены графики изменения скорости воздушного потока в зависимости от сужения или расширения воздушного зазора при его ширине 30 и 60 мм соответственно.

Анализ полученных результатов показывает, что независимо от ширины воздушного зазора при его сужении к выходной щели скорость движения воздуха практически равна скорости при постоянной ширине зазора. При расширении зазора к выходной щели скорость движения воздуха достигает максимального значения (сравнимого со скоростью в зазоре постоянной ширины) примерно на 1/3 ширины, а затем к середине зазора резко падает, примерно на 20 %.

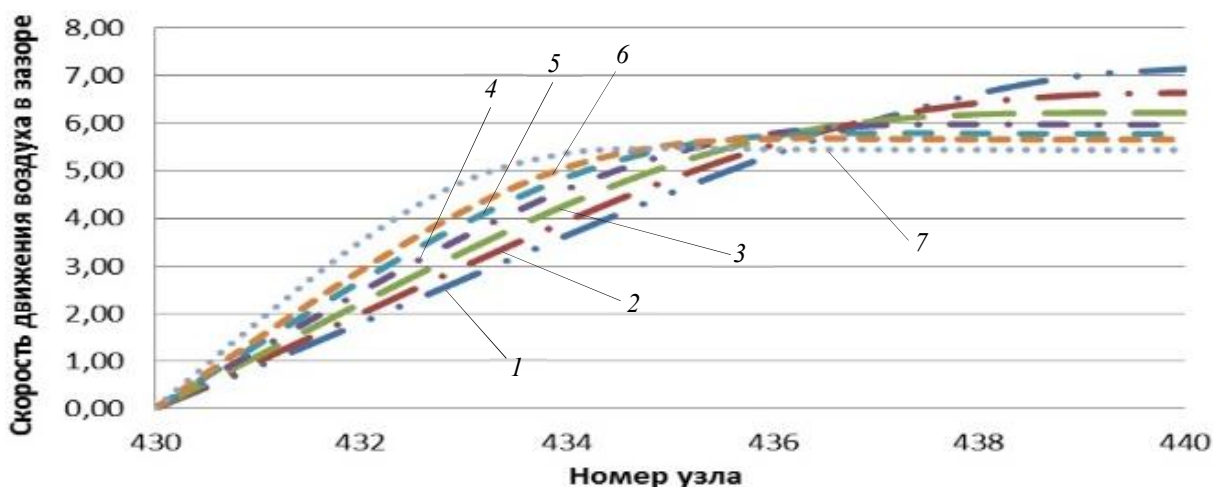


Рис. 2. Изменение скорости воздушного потока в зависимости от ширины вентилируемого зазора: 1 – 20 мм; 2 – 30 мм; 3 – 40 мм; 4 – 50 мм; 5 – 60 мм; 6 – 70 мм; 7 – 100 мм

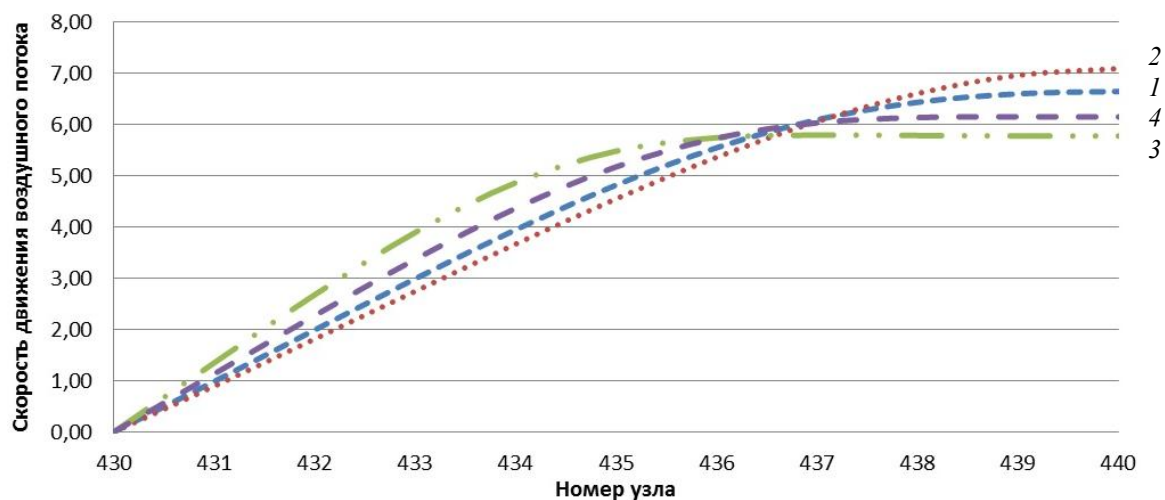


Рис. 3. Изменение скорости воздушного потока в зависимости от расстояния между входной и выходной щелями:

1 – ширина зазора 30 мм, плита 0,6 м; 2 – ширина зазора 30 мм, плита 1,2 м;
3 – ширина зазора 60 мм, плита 0,6 м; 4 – ширина зазора 60 мм, плита 1,2 м

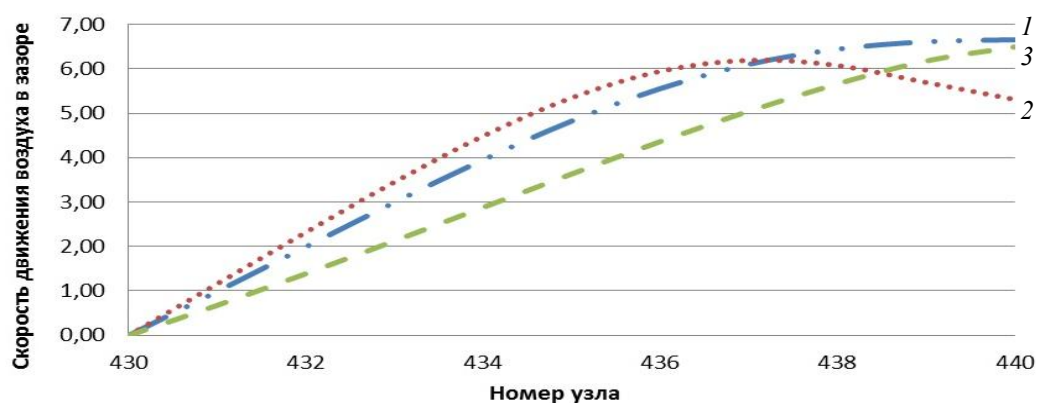


Рис. 4. Изменение скорости воздушного потока в зависимости от сужения/расширения воздушного зазора при его ширине 30 мм:

1 – ширина зазора 30 мм; 2 – то же 20 → 30 мм; 3 – то же 30 → 20 мм

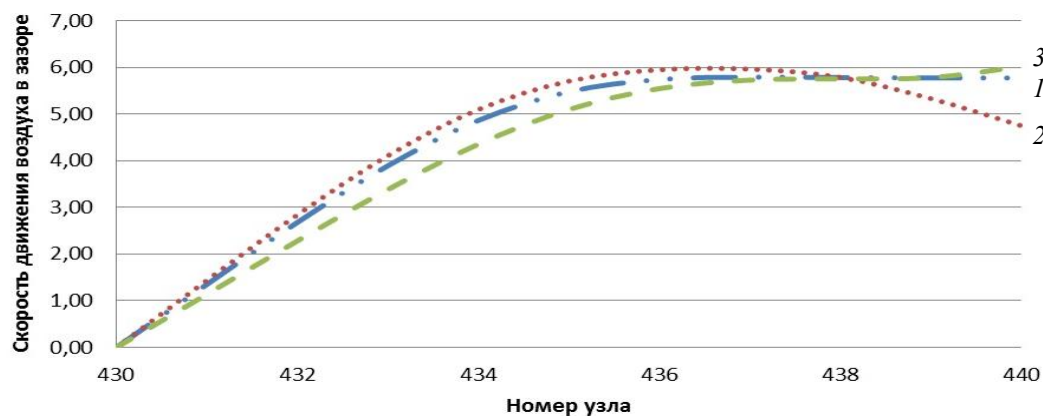


Рис. 5. Изменение скорости воздушного потока в зависимости от сужения/расширения воздушного зазора при его ширине 60 мм:

1 – ширина зазора 60 мм; 2 – то же 50 → 60 мм; 3 – то же 60 → 50 мм

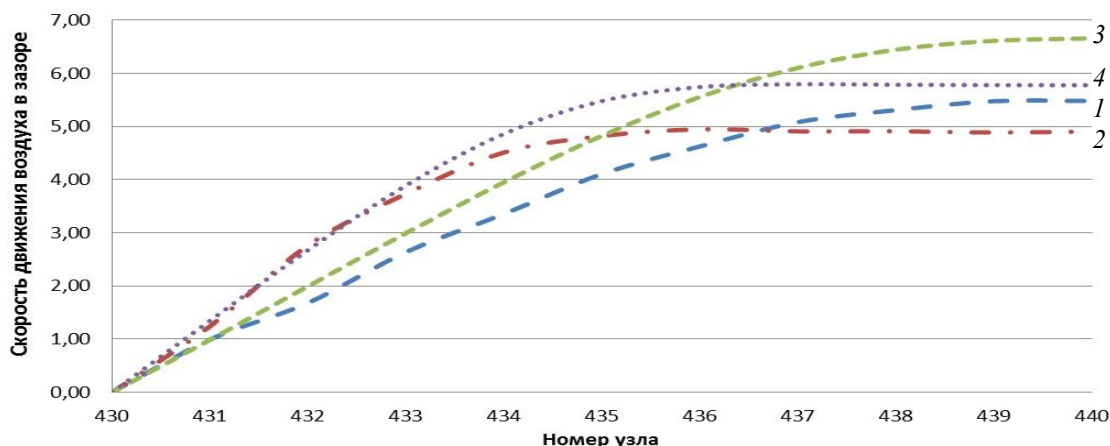


Рис. 6. Изменение скорости воздушного потока при наличии шероховатости на поверхности воздушного зазора:

1 – ширина зазора 30 мм при неровной поверхности; 2 – ширина зазора 60 мм при неровной поверхности; 3 – ширина зазора 30 мм при ровной поверхности; 4 – ширина зазора 60 мм при ровной поверхности

Влияние шероховатости поверхности зазора на скорость движения воздуха

Применение в вентилируемых фасадах напыляемых утеплителей – жидких вакуумированных и пенополиуретановых – могло бы дать значительный экономический эффект. Эти утеплители более долговечны, чем минераловатные, которые широко применяются в настоящее время, имеют хорошую адгезию практически к любым поверхностям. Фактором, сдерживающим применение напыляемых утеплителей, является невозможность нанесения равнотолщинного слоя. Данное исследование выполнено с целью уточнения возможности применения утеплителя с неровной поверхностью в системах с вентилируемыми фасадами.

На рис. 6 приведены графики изменения скорости воздушного потока при наличии шероховатости поверхности воздушного зазора.

Падение скорости движения воздушного потока при наличии только одного выступа на поверхности зазора составляет около 20 %. При этом скорость воздуха при ширине зазора 60 мм становится меньше, чем на входе (5,00 и 4,91 м/с).

Резюме

1. Исследование зависимости скорости воздушного потока в воздушном зазоре вентилируемого фасада от внешних факторов выполнено с целью уточнения возможности применения утеплителя с неровной поверхностью в системах с вентилируемыми фасадами. Установлено, что одним из факторов, снижающих влагонакопление, является скорость движения воздуха в воздушном зазоре, определяющая интенсивность влагоудаления при увеличении расстояния между входной и выходной щелями воздушного зазора.

2. Также установлено, что скорость воздушного потока возрастает при увеличении расстояния между входной и выходной щелями воздушного зазора независимо от его ширины. При увеличении зазора в два раза увеличение скорости составляет примерно 6,5 %.

3. Моделированием установлено, что от точности монтажа вентилируемого фасада зависит постоянство ширины воздушного зазора, а следовательно и долговечность всей конструкции.

Библиографический список

1. Скурятенко Е.Н. Технология изготовления вентилируемых наружных стен с декоративными железобетонными экранами: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 156 с.
2. Есенгабулов С.К. Энергоэффективные наружные стены с организованным воздухообменом: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2009. 163 с.

3. Александровский С.В. Долговечность наружных ограждающих конструкций. М.: НИИСФ РААСН, 2004. 333 с.
4. О надежности и долговечности навесных фасадных систем / В.В. Бабков, Г.С. Колесник, В.А. Долгодворов, Г.Т. Пономаренко // Строительные материалы. 2007. № 7. С. 24–26.
5. Воробьев В.С., Баикеев Н.В. Организационно-технологические решения монтажа фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором // Актуальные проблемы Транссиба на современном этапе. Кадровое и научно-техническое обеспечение процессов интеграции в мировую транспортную систему: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Сибирского государственного университета путей сообщения, Новосибирск, 2007. С. 305–306.
6. Воробьев В.С., Запацикова Н.П. Оценка долговечности многослойных ограждающих конструкций // Современная наука: теоретический и практический взгляд. Уфа: АЭТЕРНА, 2014. С. 15–17.
7. Воробьев В.С., Запацикова Н.П. Оценка технического состояния навесных фасадных систем как инструмент энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий // Наукоедение: интернет-журнал. 2015. Т. 7, № 3. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/99TVN315.pdf> (дата обращения: 29.04.2016).
8. Гагарин В.Г. Теория состояния и переноса влаги в строительных материалах и теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий: Дис. ... д-ра техн. наук. М., 2000. 396 с.
9. Запацикова Н.П. Основные подходы к исследованию надежности навесных вентилируемых фасадов в домостроении в условиях Сибири // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 1–2. С. 153–155.
10. Запацикова Н.П. Оценка надежности ограждающих конструкций зданий методами физического и вероятностного моделирования // Наукоедение: Интернет-журнал. 2014. Вып. 5 (24). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN514.pdf> (дата обращения: 29.04.2016).

A.S. Sinitsyna

Evaluation of the Influence of External Factors on the Rate of Airflow and the Removal of Moisture from Air Cavities in Ventilated Facades

Abstract. Currently, a hinged ventilated facade is often used in building claddings. This system includes heat-insulation of exterior walls and their finish, whose combination makes it possible, both in winter and summer seasons, to maintain a heat-transfer mode creating comfortable living conditions and, during the heating season, to keep the consumption of energy within the running standards for room heating.

The widespread use of hinged ventilated facades makes the reliability and durability of such facades an urgent problem. Other critical points involve the modeling of the reliability of hinged ventilated facades taking into account the temperature and humidity conditions and, also, other operational parameters.

The simulations in the present study were performed using the FLOWSTAR module of the COSMOS/M software, which was employed to examine the removal of moisture from the air cavity in a hinged ventilated facade under variation of various external factors: width of the air gap in the cavity, separation between the inlet and outlet vent slots (600 and 1200 mm), degree of contraction of the inlet slot, degree of contraction of the outlet slot, and surface roughness of air-channel walls.

The present study of the rate of the air flow through air cavity in a hinged ventilated facade as dependent on various external factors has shown that one of the factors acting to reduce the accumulation of moisture in ventilated facades is the air velocity in the cavity, which determines the rate of moisture removal from the air cavity on increasing the separation between the inlet and outlet vent slots. Also, it is found that the rate of the air flow in the air cavity depends on the width of the cavity and on the installation accuracy of a hinged ventilated facade.

Key words: *ventilated facades; air velocity; air cavity; moisture removal; modeling.*

Синицына Анастасия Сергеевна – аспирант кафедры «Технология, организация и экономика строительства» СГУПС. E-mail: Anastasus-Sinicyna@yandex.ru