

## УТВЕРЖДАЮ

Директор федерального государственного  
бюджетного учреждения «Научно–  
исследовательский институт строительной  
физики Российской академии архитектуры и  
строительных наук», доктор технических наук

Шубин И. Л.

2019 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного учреждения

«Научно–исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) на диссертационную работу Кузьмичева Андрея Александровича на тему: «Теоретические и экспериментальные исследования влияния городского атмосферного аэрозоля и параметров воздушной среды на загрязнение зданий и сооружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 – «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства»

1. Анализ материалов диссертационной работы позволяет заключить, что **актуальность темы** доказывается убедительно. В настоящее время в связи с повышенной антропогенной нагрузкой на воздушную городскую среду здания, сооружения и памятники архитектуры нуждаются в защите. Одним из основных экологических факторов, который негативно воздействует на строительные объекты, является содержащаяся в воздухе пыль. Ее образование связано как с естественными процессами, такими как выветривание, разрушения горных пород, вулканическая активность, космическая пыль, так и с антропогенными процессами, связанными с транспортной активностью, развитием промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства. В связи с этим актуальными являются исследования загрязнения зданий, возникающие вследствие процесса адгезии (налипания и отрыва) частиц городской пыли на вертикальных поверхностях строительных объектов, которые демонстрируют архитектурные и конструктивные особенности различных исторических периодов развития страны.

**Целью диссертационной работы** является исследование закономерностей загрязнения вертикальных поверхностей зданий и сооружений городской среды

пылью, содержащейся в атмосферном воздухе. Для достижения поставленной цели автором решен ряд **задач**, отражающих научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации, а именно осуществлены:

- анализ литературных источников для выявления степени научной разработанности темы исследования, посвященной изучению загрязнений зданий и сооружений, расположенных в городской среде;
- теоретические и экспериментальные исследования процесса адгезии (налипания и отрыва) частиц городской пыли на оштукатуренной, окрашенной, стеклянной и металлической вертикальных поверхностях;
- анализ основных свойств пыли, содержащейся в атмосферном воздухе городской среды, климатических факторов и других условий протекания процесса адгезии (налипания и отрыва) городской пыли на различных вертикальных поверхностях зданий и сооружений;
- натурные исследования загрязнения пылью наиболее характерных для городской среды вертикальных поверхностей;
- экспериментальные исследования возможности существования диапазонов направлений воздушного потока к вертикальной поверхности зданий и сооружений, при которых происходит налипание частиц городского атмосферного аэрозоля, и диапазонов, при которых осуществляется отрыв данных частиц;
- разработка методик и программы для расчёта текущего загрязнения и прогнозирования загрязнения вертикальных поверхностей зданий и сооружений в будущем, а также оценки степени ухудшения их внешнего облика;
- внедрение результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**2. Структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 185 страницах, из них 166 страниц основного текста. Содержит 63 рисунка, 16 таблиц, список литературы из 111 источников и 5 приложений. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

**3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций.** Достоверность научных положений, выводов, рекомендаций диссертационной работы обоснована использованием классических положений теоретического анализа, планирования эксперимента, применением современных методов моделирования исследуемых процессов, апробированных методик и программы для расчёта текущего загрязнения и прогнозирования загрязнения



вертикальных поверхностей зданий и сооружений в будущем. Моделирование исследуемых процессов и создание информационной системы базируются на современных методах обработки информации.

**4. Научная новизна** диссертационной работы заключается в результатах исследования закономерностей загрязнения вертикальных поверхностей зданий и сооружений городским атмосферным аэрозолем и определяется следующими результатами:

- экспериментально доказано существование диапазона направления воздушного потока к вертикальной поверхности зданий и сооружений, при котором происходит налипание частиц городского атмосферного аэрозоля, и диапазонов, при которых осуществляется отрыв данных частиц;

- предложена расчётная модель для определения средней силы адгезии для атмосферного аэрозоля городской среды (ААГС) с учётом подчинения дисперсного состава ААГС усечённому логарифмически–нормальному закону распределения;

- показано, что дисперсный состав пыли, осевшей на вертикальных поверхностях зданий и сооружений, подчиняется усечённому логарифмически–нормальному закону распределения;

- на основании экспериментальных исследований получены регрессионные зависимости массовой доли налипания пыли на наиболее характерные для городской среды вертикальные поверхности (стеклянная, металлическая, оштукатуренная, окрашенная поверхности) от таких факторов, как концентрация пыли в воздушном потоке, максимальный размер частиц, скорость воздушного потока, направление воздушного потока к вертикальной поверхности;

- на основании экспериментальных исследований получены регрессионные зависимости массовой доли частиц пыли, которые отрываются с различных городских вертикальных поверхностей под действием ветра, от таких факторов, как величина ранее налипшего слоя пыли на вертикальных поверхностях ( $\text{мг/м}^2$ ), скорость воздушного потока, направление воздушного потока к вертикальной поверхности.

**5. Научная и практическая ценность** диссертационной работы определяется следующими положениями:

- экспериментально установлено и затем подтверждено натурными исследованиями, что при горизонтальных воздушных потоках к вертикальной поверхности под углами, находящимися в диапазоне  $30^\circ \div 150^\circ$ , происходит

налипание пыли, а при горизонтальных воздушных потоках к вертикальной поверхности под углами, находящимися в диапазонах  $0\div 20^\circ$  и  $160\div 180^\circ$ , происходит отрыв частиц пыли;

- разработана экспериментальная установка для запыления вертикальной пластины, позволяющая в лабораторных условиях при различных режимах воздушного потока исследовать закономерности процесса адгезии (налипания и отрыва) частиц пыли на вертикальных поверхностях, выполненных из разнообразных строительных и отделочных материалов;

- получены регрессионные зависимости массовой доли налипания городского атмосферного аэрозоля на вертикальные поверхности, а также регрессионные зависимости массовой доли отрыва частиц пыли с вертикальных поверхностей, наиболее характерных для городской среды, от случайных факторов: концентрации пыли в воздухе, максимального размера частиц, скорости воздушного потока, направления воздушного потока к вертикальной поверхности, а также величины ранее налипшего слоя пыли на вертикальных поверхностях.

- установлено, что при исследовании процесса адгезии (налипания и отрыва) пыли на различных вертикальных поверхностях в условиях г. Волгограда наиболее значимыми из числа исследуемых факторов, таких как концентрация пыли в воздухе, максимальный размер частиц, скорость воздушного потока, направление воздушного потока к вертикальной поверхности, величина слоя пыли на вертикальной поверхности, являются скорость и направление воздушного потока, а также при отрыве частиц, кроме данных факторов, особую значимость имеет величина ранее налипшего слоя пыли на вертикальных поверхностях.

- получены расчетные формулы для прогнозирования годового, сезонного и др. загрязнения пылью различных вертикальных поверхностей, наиболее характерных для городской среды с использованием распределения таких климатических факторов, как скорость и направление воздушного потока;

- на основании результатов теоретических и экспериментальных исследований разработаны **методики и программа** для расчета текущего и прогнозирования будущего загрязнений вертикальных поверхностей зданий и сооружений, расположенных в городской среде, а также произведена оценка степени загрязнения их фасадов.

**6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки.** Для обеспечения экологической безопасности строительства и городского хозяйства важны результаты диссертации, которые заключаются в



разработке методик и программы для расчета текущего и прогнозирования будущего загрязнений вертикальных поверхностей зданий и сооружений. На основании совместного исследования физического и визуального аспектов загрязнения зданий и сооружений установлено соответствие между численными значениями загрязнения строительных объектов городской пылью, полученными на основании разработанных методик и программы, а также шкалой, характеризующей степень визуального восприятия загрязнения вертикальных поверхностей зданий. Это позволяет произвести комплексную оценку состояния фасадов зданий и сооружений, а также сделать заключение о периодичности их очистки.

**7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.** Разработаны методика и программа для расчёта текущего загрязнения, прогнозирования загрязнения зданий и сооружений в будущем, что позволяет произвести комплексную оценку состояния фасадов зданий и сооружений, а также сделать заключение о периодичности их очистки.

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, могут быть широко использованы при разработке разделов научно-проектной документации, выполнении работ по ремонту фасадов зданий и сооружений, проведении работ по очистке фасадов строительных объектов.

**8. Полнота опубликованных результатов диссертационной работы в научных журналах и изданиях.** Основные результаты по теме диссертационной работы опубликованы в 15 работах. Из них 8 статей, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, в том числе 1 статья в Сборнике научных трудов к Общему собранию членов РААСН в 2019 году, 4 статьи, опубликованных в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных, в том числе в базе данных «Scopus» – 3 статьи, в базе данных «Web of Science» – 3 статьи, в базе данных «Chemical Abstracts Service» – 1 статья, оформлена заявка на патент РФ.

#### **9. Замечания по диссертации.**

1. В литературном обзоре диссертации недостаточно внимания уделено зарубежному опыту в сфере исследований загрязнения зданий и сооружений пылью, содержащейся в воздухе, а также методам, способам и средствам их очистки.

2. В диссертации приведены теоретические данные влияния газов на внешний облик зданий и сооружений, но экспериментальные исследования данных процессов проведены не были.

3. Автор использует распределение Вейбулла для характеристики среднегодовых скоростей ветра. Но, учитывая вклад первоначального слоя пыли, важно оценивать распределение скоростей в периоды постоянного направления ветра. Нужно учитывать, что такие моменты бывают не чаще 2-5 дней в месяц, а распределение скоростей ветра в периоды постоянного направления ветра, вообще говоря, может не подчиняться закону Вейбулла.

4. На рисунках 5.7–5.9 в диссертации и на рисунке 4 в автореферате представлена зависимость, демонстрирующая, что по истечении исследуемого временного интервала  $\tau$  пыль полностью удалена с вертикальной поверхности воздушным потоком. Однако, высока вероятность, что какие-либо микрочастицы остались на поверхности. Можно ли им пренебречь?

5. В автореферате отсутствуют сведения о визуальной экологии как дисциплине, которые присутствуют в диссертации.

Сделанные замечания не влияют на теоретическую и практическую значимость диссертации.

**10. Заключение.** Диссертация Кузьмичева А.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне, содержащую научно-обоснованные выводы, направленные на решение актуальной проблемы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Диссертационная работа написана грамотным языком, материал изложен последовательно и иллюстрирован необходимым для понимания графическим материалом. По каждой главе и в целом по работе сделаны четкие выводы. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.23.19 -- «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства»:

– п. 1 «Научные основы создания и развития устойчивых природно-технических систем как основного фактора обеспечения экологической безопасности промышленных, гражданских и других объектов строительства, создания благоприятных условий жизнедеятельности населения».

– п. 3 «Строительная деятельность как экологический средообразующий фактор, формирующий безопасную область обитания человека. Разработка современных методов обеспечения экологической безопасности различных объектов строительства и городского хозяйства».



– п. 4 «Принципы создания новых технологий экологической безопасности и эксплуатации строительных объектов различного назначения в условиях техногенеза; управление и функционирование экологически безопасных природно-техногенных систем».

–п. 8 «Развитие городского хозяйства с разработкой методов и средств защиты населения от негативных воздействий и загрязнений городской среды, исследования функционирования технических средств и инженерных систем городов как источников антропогенного воздействия на окружающие экосистемы».

Диссертация Кузьмичева А.А. отвечает требованиям пп. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию и автореферат Кузьмичева Андрея Александровича на тему: «Теоретические и экспериментальные исследования влияния городского атмосферного аэрозоля и параметров воздушной среды на загрязнение зданий и сооружений» рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета НИИСФ РААСН, протокол № 2 от 26.08.2019. Из 27 членов Ученого совета на заседании присутствовали 21 чел. Проголосовали «За» – 21 человек, «Против» – нет, «Воздержались» – нет.

**Основные публикации** сотрудников ведущей организации в рецензируемых научных журналах и изданиях:

1. **Умнякова, Н. П.** Об учете взаимности процессов тепло- и влагопереноса при расчете ограждающих конструкций / В. А. Кузьмин, **Н. П. Умнякова**, В. М. Цыганков, А. М. Цирлин // БСТ: Бюллетень строительной техники.– 2018.– № 10 (1010).–С. 56–59.

2. **Умнякова, Н. П.** Методика определения скорости движения частиц пыли в воздушном потоке в конструкции вентфасада / **Н. П. Умнякова** // Строительные материалы–2018.– № 6.– С. 4–7.

3. **Умнякова, Н. П.** Особенности конструктивных решений наружных стен, обеспечивающих сохранность деревянных памятников русской архитектуры / **Н. П. Умнякова** // БСТ: Бюллетень строительной техники.– 2018.– № 6 (1006).– С. 15–19.

4. **Умнякова, Н. П.** Методика расчета количества переходов через 0°С, -2°С, -4°С и -6°С в толще трехслойных кирпичных стен на основе типового климатического года для оценки долговечности наружных облицовочных слоев ограждающих конструкций / **Н. П. Умнякова** // БСТ: Бюллетень строительной техники.– 2017.– № 8 (996).– С. 37–43.

5. Умнякова, Н. П. Расчет температуры воздуха в вентилируемой воздушной прослойке вентфасада с учетом ветра / Н. П. Умнякова // БСТ: Бюллетень строительной техники.— 2017.— № 6 (994).— С. 36–37.

6. Умнякова, Н. П. Учет параметров типового климатического года для оценки морозостойкости стеновых конструкций / Н. П. Умнякова // БСТ: Бюллетень строительной техники.— 2017.— № 3 (991).— С. 33–39.

7. Умнякова, Н. П. Требования к теплозащите наружных ограждающих конструкций высотных зданий / Н. П. Умнякова, И. Н. Бутовский, А. А. Верховский, А. Г. Чеботарев // Жилищное строительство.— 2016.— № 12.— С. 7–11.

8. Умнякова, Н. П. Климатические параметры типового года для теплотехнических инженерных расчетов / Н. П. Умнякова // БСТ: Бюллетень строительной техники.— 2016.— № 8 (984).— С. 48–51.

Отзыв составили:

Кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения «Научно–исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИИСФ РААСН), 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, 21; тел.: +7(495)482–39–67; E-mail: [n.umniakova@mail.ru](mailto:n.umniakova@mail.ru); [niisf@niisf.ru](mailto:niisf@niisf.ru)

Умнякова Нина Павловна

Секретарь Ученого совета федерального государственного бюджетного учреждения «Научно–исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИИСФ РААСН), доктор технических наук по специальности 05.16.09–Материаловедение (строительство) 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, 21; Тел.: +7(495)482–40–76; E-mail: [niisf@niisf.ru](mailto:niisf@niisf.ru)

Киселев Игорь Яковлевич

Портнягин Н.П. 8 ч.л. Киселев Игорь Яковлевич.  
Зав. секцией / Умнякова /  
29.08.2019г.

