

УДК 69.504 + 711.4:504

В. В. Балакин, А. А. Желтоногова

Волгоградский государственный технический университет

ЗАЩИТА ПЕШЕХОДНЫХ ЗОН И ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ОТ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПРИЕМАМИ ПЛАНИРОВКИ И ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Приводятся результаты исследования загрязнения атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта и аэрационного режима на магистральных дорогах и улицах. Выделены оптимальные приемы планировки, застройки и озеленения транспортных коммуникаций, обеспечивающие эффективное проветривание и снижение загазованности пешеходных зон, общественных пространств и территории жилой застройки. Обозначены конструктивные особенности полос озеленения и дендрологический состав деревьев и кустарников, усиливающие эффект рассеяния выбросов автомобилей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: городские улицы, пешеходные зоны, жилая застройка, выбросы автомобилей, зеленые насаждения, рассеяние.

Введение

Развитие улично-дорожной сети в городах связано, главным образом, с необходимостью пропуска транспортных потоков высокой интенсивности, увеличением плотности сети линий общественного пассажирского транспорта¹ [1], размещением объектов культурно-бытового обслуживания и торговли и образованием пространств в виде «линейных коридоров» [2], предназначенных для общественной жизни людей. Наибольшее количество пользователей привлекается к общественным пространствам, формируемым на магистральных улицах районного значения и улицах местного значения, тесно связанных с жилой застройкой, а также пешеходных улицах и площадях, обеспечивающих высокий комфорт пребывания на объектах массового посещения². Поэтому пешеходное движение на улицах городов приобретает все более массовый характер и требует «обеспечения удобств и безопасности движения пешеходов, снижения уровня шума и загрязнения воздуха отработавшими газами» автомобильного транспорта³. Высокое качество атмосферного воздуха и комфортный акустический режим на объектах транспортной инфраструктуры и в пределах жилых территорий обеспечиваются путем выбора наиболее рациональных градостроительных решений при трассировании, планировке и застройке транспортных коммуникаций, устройства обходных дорог непрерывного и скоростного движения с переводом на них потоков внутригородского и внешнего транзитного транспорта [1, 3].

На городских улицах концентрация отработавших газов (ОГ) автомобильного транспорта в воздухе определяется параметрами движения

¹ МДС 30—2.2008. Рекомендации по модернизации транспортной системы городов // ЦНИИП градостроительства РААСН. М. : ОАО «ЦПП», 2008. 70 с.

СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209?ysclid=lsnkbmm19k66013435>.

² Там же.

³ Там же.

транспортных потоков и аэрационным режимом, устанавливаемым в результате трансформации ветра по скорости и направлению под воздействием застройки [4]. Влияние скорости ветра на концентрацию ведущего компонента ОГ оксида углерода (СО) в воздухе соизмеримо с влиянием интенсивности движения автомобилей. Теснота зависимости концентрации СО от этих факторов оценивается коэффициентом корреляции в пределах 0,70...0,78 и 0,85...0,90 соответственно [5]. Поэтому гигиенические нормативы содержания в воздухе жилых территорий токсичных веществ, выбрасываемых автомобильным транспортом, обеспечиваются регулированием аэрационного режима транспортных коммуникаций в пределах комфортных классов погод [6]. При этом постановка задачи по изменению исходной скорости ветра и снижению загрязнения атмосферного воздуха в уличном пространстве и жилой застройке существенно дифференцируется в различных природно-климатических зонах с учетом характерной для них розы ветров как в теплый, так и холодный период года.

В степях, лесостепях, полупустынях и лесотундре со средними скоростями ветра 5...10 м/с и сильными ветрами по преобладающим направлениям [7] первостепенной задачей при выборе градостроительных решений по мелиорации микроклимата является защита жилой застройки, пешеходных коммуникаций и общественных пространств от холодных ветров, горячих суховеев, пыльных бурь. На стадии проектирования генерального плана городских поселений в этих климатических областях используются ветрозащитные свойства рельефа и крупных зеленых массивов. При застройке магистральных улиц здесь реализуются замкнутые жилые группы с наветренной, по отношению к преобладающим направлениям ветра, стороны в сочетании с многорядными полосами озеленения.

В лесной и степной ландшафтных подзонах отмечается средняя скорость ветра до 5 м/с в течение года [7]. В таежной ландшафтной подзоне, широколиственных лесах, оазисах и влажных субтропиках в летние месяцы этот показатель еще ниже (до 3 м/с). Вследствие этого на магистральных уличных сетях городов и в жилой застройке наблюдается повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха выбросами автомобильного транспорта, а у жителей поселений из-за напряжения терморегуляции при перегреве в условиях высокой влажности возникают ощущения теплового дискомфорта [8]. Актуальными задачами градостроительного проектирования в данных климатических областях является поиск наиболее рациональных решений, обеспечивающих максимальное сохранение и усиление исходных скоростей ветра в жилых образованиях. Варианты взаиморасположения селитебных территорий и промышленных районов как главных фокусов транспортного тяготения разрабатываются в генеральных планах городов с учетом трассирования магистральных дорог и улиц по направлению господствующих ветров. Для эффективного проветривания магистральных улиц здесь используются приемы строчной и свободной застройки с включением в их развертку со стороны ветра преобладающего направления легко обтекаемых ветром зданий башенного типа или зданий большой протяженности и повышенной этажности, «обращенных торцами в сторону благоприятного румба» [9]. Вместе с этим следует учитывать, что при ветре других направлений внутриквартальное пространство остается открытым для распространения выбросов

автомобильного транспорта. Согласно натурным наблюдениям, при отсутствии защитного озеленения или других экранирующих устройств снижение концентраций диоксида азота и фотооксидантов на расстоянии 50...100 м от магистрали не превышает 40 %. Поэтому на наветренной стороне магистральных улиц в качестве экранирующих элементов рекомендуется использовать плотные многорядные посадки деревьев и кустарников, объекты культурно-бытового назначения и др. [10].

Вместе с планировочными средствами снижения загазованности транспортных и пешеходных коммуникаций и защиты прилегающей жилой застройки от выбросов автомобильного транспорта используется озеленение. Зеленые насаждения являются важным компонентом городского ландшафта, принимающим в сочетании с травяным покровом и почвой участие в процессах накопления, трансформации и выведения из городской среды атмосферных загрязнений [11]. Поэтому на объектах транспортной инфраструктуры и прилегающих территориях, подверженных негативному воздействию транспортных потоков, возникает необходимость сохранения и увеличения площади зеленых насаждений с их «рациональной пространственной организацией» [10]. Формирование объектов озеленения органично связывается здесь с решением наиболее общей задачи «реконструкции, конструирования и восстановления урбанизированных ландшафтов» [12].

Приемы озеленения, применяемые в пределах урбанизированных территорий, должны ориентировать как реконструируемые существующие, так и вновь проектируемые насаждения на максимальное проявление их средозащитных свойств — обеспечение защиты пешеходных зон, общественных пространств и жилой застройки от негативного воздействия транспорта, понижение температуры воздуха в летний период, снижение скорости холодных ветровых потоков и осаждение пыли. Все это становится возможным в том случае, если проектировщик-градостроитель располагает количественными показателями, определяющими возможности снижения негативного воздействия транспортных потоков на жилую среду путем выбора оптимальной конструкции и регулирования геометрических параметров объектов ландшафтно-средозащитного озеленения городских дорог и улиц.

На транспортных территориях городов оздоровительный эффект зеленых насаждений проявляется при правильном выборе их местоположения, структуры, породного состава и оптимальной планировочной позиции по отношению к источникам дискомфорта — транспортным потокам и автомобильным стоянкам и объектам защиты — жилым и общественным зданиям, детским образовательным организациям, зонам рекреации [13]. Вместе с тем, древесно-кустарниковые насаждения, включаемые в объемно-пространственную композицию транспортных сооружений, не должны создавать помехи для выполнения их основных функций и соответствовать требованиям архитектурно-ландшафтной организации территории в целом (сохранение и реабилитация визуальной среды, сочетание с малыми архитектурными формами, обогащение ландшафтно-эстетических качеств и др.) [14—18].

На магистральных дорогах и улицах при регламентируемой строительными нормами проектной ширине по красным линиям широко используются линейно-полосные структуры зеленых насаждений средозащитного назначения с ограниченным числом рядов деревьев и кустарников. Такие структуры

в отличие от сплошных барьеров в виде элементов благоустройства (насыпи, подпорные стенки и др.) и шумозащитных экранов являются частично проходимыми препятствиями на пути распространения выбросов автомобильного транспорта, за которыми происходит турбулентное смешение двух газозвудушных струй — проходящей сквозь преграду и огибающей ее сверху [19]. Благодаря этому аэродинамическому свойству снижение уровня загрязнения воздуха полосой зеленых насаждений происходит частично путем поглощения компонентов ОГ автомобилей листвой [11], а также — и в основном — путем их рассеяния в окружающем пространстве при ее обтекании воздушным потоком. Из имеющихся в литературе экспериментальных данных следует, что ведущую роль в трансформации воздушного потока через лесные полосы играют их конструкционные особенности — высота, форма и плотность крон, характер штамба, шаг посадки деревьев в ряду, величина междурядий и дендрологический состав насаждений [19, 20]. При «ступенчатой» форме поперечного сечения полос озеленения наибольшую густоту ветвления и облиствения имеют опушечные ряды древесно-кустарниковых насаждений, получающие наибольшую дозу инсоляции [14].

Целью исследования является изучение закономерностей рассеяния выбросов автомобильного транспорта полосами зеленых насаждений разной конструкции на магистральных дорогах и улицах с выявлением эффектов в снижении уровня загазованности пешеходных зон, общественных пространств и территории жилой застройки.

Материалы и методы исследования

Изучение закономерностей распространения выбросов автомобильного транспорта в уличном пространстве выполнено в натуральных условиях на улично-дорожной сети Волгограда путем отбора и химического анализа проб воздуха на содержание СО. Объекты исследования отличаются между собой размерами и составом транспортных потоков, характером планировки и этажностью застройки, конструкцией и породным составом зеленых насаждений. Обследованные участки магистральных дорог и улиц были разделены на 2 группы, связанные с фронтальной и свободной застройкой.

Пробы воздуха отбирали синхронно над краем проезжей части, в пределах полос озеленения, на пешеходных тротуарах и у линии застройки на высоте 1,5 м, соответствующей зоне дыхания пешеходов. Одновременно фиксировали снижение концентрации СО по поперечному сечению улицы на открытой территории. Направление ветра, соответствовавшее периоду отбора проб, изменялось в пределах 45...90° к оси улицы. Газовоздушная смесь протягивалась из пунктов наблюдения в течение 5 мин со скоростью 0,1 л/мин по полихлорвиниловым трубкам через стеклянные колбы с зажимами на входе и выходе. В качестве побудителя расхода воздуха использовали электроаспиратор ЭА-30. Концентрацию СО в пробах определяли на титрометрическом газоанализаторе ТГ-5. Параллельно выполнена анемометрическая съемка в характерных точках на поперечном сечении улиц с использованием чашечных анемометров МС-13.

Газозащитная эффективность ω (%) полос зеленых насаждений по отношению к зонам пешеходного движения и жилым зданиям установлена по формуле:

$$\omega = \left(1 - \frac{q}{q_0}\right) \cdot 100, \quad (1)$$

где q_0 и q — концентрации учитываемого ингредиента в воздухе перед полосой и за полосой озеленения (в мг/м^3).

Результаты и обсуждение

В таблицу включены показатели газозащитной эффективности наиболее часто встречающихся приемов озеленения на городских улицах, полученные в результате натуральных наблюдений. Высота полос озеленения во всех вариантах составляет 0,5...0,6 от высоты зданий. Обращает внимание тот факт, что снижение концентрации СО в воздухе за каждой из обследованных полос при фронтальной застройке больше, чем при свободной планировке зданий на улице. При пятиэтажной застройке у трех-четырёхрядной полосы шириной 15 м эта разница достигает 38 %, а у пяти-шестирядной полосы шириной 25 м — 45 %. Таким образом, повышение газозащитного эффекта полосами озеленения на улицах с фронтальной застройкой при их высоте на уровне средних этажей обусловлено совместным влиянием зеленых насаждений и зданий на рассеяние выбросов автомобилей.

Графики изменения скорости ветра и распределения концентрации СО в воздухе на высоте 1,5 м в пределах поперечного профиля улиц показаны на рисунке, откуда следует, что наиболее низкий уровень загазованности наблюдается непосредственно за объектами озеленения. В данном случае достаточно эффективными по газозащитным свойствам оказываются полосы древесно-кустарниковых насаждений с усиленной плотностью в нижнем ярусе при ее постепенном уменьшении к вершине [21]. По ходу кривых на рисунке видно, что концентрация СО в пределах плотных посадок деревьев и кустарников оказывается более высокой по сравнению с открытой территорией из-за снижения скорости ветра. При прохождении воздушного потока через полосу озеленения плотной конструкции его скорость резко снижается из-за рассеяния энергии в ветвях древесных растений и кустарниках (см. рис., а). Полоса плотной конструкции в данном случае, подобно лесному массиву, играет роль «накопителя загрязняющего вещества» [22] и «источника вторичного загрязнения» [14] воздуха примесями, которые аккумулируются и дрейфуют в ее пределах с незначительной скоростью [23]. Это необходимо учитывать при трассировании пешеходных путей и выборе территории для организации общественных пространств на городских улицах.

Создание наилучших условий для проветривания особо загущенных полос зеленых насаждений и рассеяния вредных ингредиентов возможно путем корректировки их планировочных и конструктивных параметров. В этих целях со стороны движения воздушных потоков устраняются кустарниковые насаждения, закрывающие подпологовое пространство, используются высокоштамбовые деревья в качестве основных пород, увеличивается расстояние между рядами растений и реконструируется полоса озеленения в целом с образованием «каналов» аэрации [14].

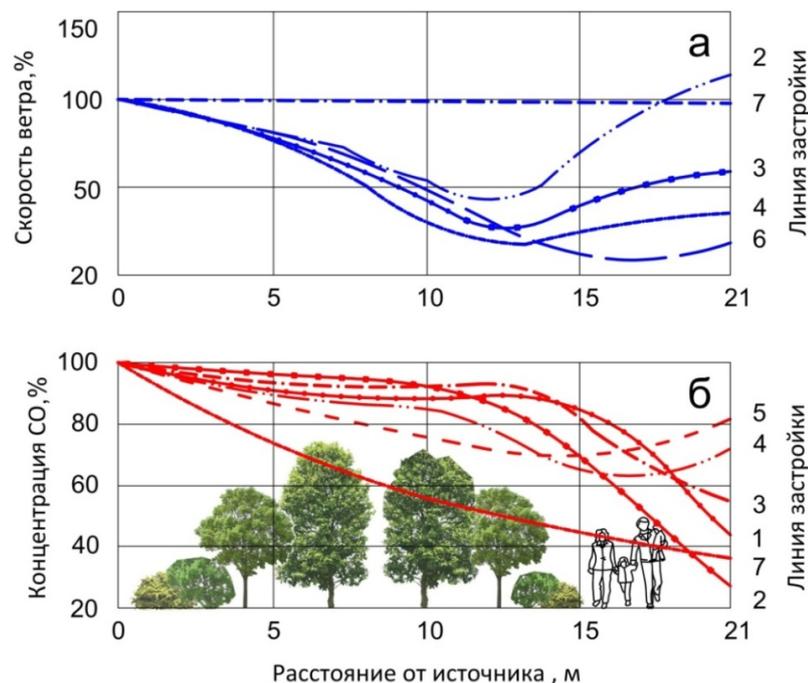
Снижение концентрации оксида углерода зелеными насаждениями в воздухе пешеходных зон

Тип посадок	Состав насаждений	Возраст посадок, лет	Высота полосы, м	Ширина полосы, м	Коэффициент ажурности*	Расстояние от бордюра до линии застройки, м	Этажность застройки	Снижение уровня загрязнения, %**	
								при свободной застройке	при фронтальной застройке
Двухрядная посадка деревьев с однорядным кустарником	Ясень пушистый, клен ясенелистный + бирючина;	20	8	6...8	0,3...0,6	15	5	24...38	45...65
	ясень обыкновенный, тополь пирамидальный + бирючина	20	15			22	9	26...42	40...60
Трех-четырёхрядная посадка деревьев с двухрядным кустарником	Ясень пушистый, липа мелколистная + можжевельник, чубушник;	25	8	10..15	0,5...0,8	20...25	5	34...47	65...85
	клен ясенелистный, тополь пирамидальный + можжевельник, сирень	20	15			25...30	9	37...51	55...75
Пяти-шестирядная посадка деревьев с четырёхрядным кустарником	Клен ясенелистный, вяз мелколистный + спирея, скумпия;	15	8	20...25	0,6...0,9	30...40	5	38...50	85...95
	клен ясенелистный, ясень обыкновенный, тополь пирамидальный + можжевельник, бирючина	20	15			35...45	9	42...55	70...90

* Коэффициент ажурности — отношение площади ствола, ветвей и облиственной части полосы к ее общей площади на фронтальной проекции.

** За 100 % принят уровень загрязнения воздуха над краем проезжей части на высоте 1,5 м с подветренной стороны.

На участках улично-дорожной сети с наиболее интенсивным движением пешеходов для оптимизации режима аэрации пешеходных коммуникаций возникает необходимость введения в структуру полос озеленения малых пейзажно-средозащитных групп (ул. 7-й Гвардейской, К. Симонова и др. в Волгограде). Максимальная средозащитная эффективность таких групп достигается путем закрытия подкранового пространства деревьев кустарниковыми насаждениями со стороны проезжей части. С точки зрения реализации защитного потенциала, структура таких групп должна быть плотной с максимальным объемом фитомассы.



Изменение скорости ветра (*а*) и концентрации CO в воздухе (*б*) на высоте 1,5 м на улицах с 5-этажной фронтальной застройкой (1—5) под воздействием 4-рядной посадки деревьев с 2-рядным кустарником: 1 — при $h = 0,3H$; 2 — $h = 0,5H$; 3 — $h = 0,7H$; 4 — $h = H$; 5 — без озеленения; 6 — при свободной застройке; 7 — на открытой территории; h — высота полосы озеленения, м; H — высота зданий, м. 100 % — содержание CO в воздухе и скорость ветра на высоте 1,5 м над краем проезжей части

При значительной ширине боковых полос зеленых насаждений (> 15 м) для решения локальных задач регулирования аэрационного режима они могут быть преобразованы в скверы и бульвары с подчинением их общей архитектурно-планировочной композиции направлениям основных пешеходных потоков, связанным с выполнением данными объектами озеленения определенных социальных функций (выставочных, информационных, музыкальных, мемориальных, игровых и др.). Однако близкое расположение бульваров и скверов по отношению к проезжей части магистральных дорог и улиц требует повышения их средозащитной эффективности. С этой целью в скверах под газон отводится не более 10 %, а под древесно-кустарниковые насаждения —

не менее 50 % в общем балансе территории [14]. Со стороны проезжей части по периметру бульваров и скверов формируются 1—2 яруса кустарниковых насаждений, а также обеспечивается сомкнутость крон в рядах основных и сопутствующих древесных пород, устойчивых к воздействию пыли и газов. В лесорастительных условиях Волгограда этому требованию отвечают клены ясенелистный и татарский, тополь канадский, ясень обыкновенный, айлант, акация белая, жимолость.

Для поддержания газозащитной эффективности объектов озеленения в безлиственный период на достаточном уровне в их дендрологический состав необходимо включать деревья и кустарники хвойных пород с высокой степенью газоустойчивости (ель колючая, туя западная, сосна румелийская и др.). Например, для периферийно-периметральных полос зеленых насаждений, формируемых у границ парковых территорий со стороны магистральных дорог и улиц, доля участия хвойных насаждений в реализации защитных свойств рекомендуется не менее 30—40 % [14].

Из характера кривых на рисунке также следует, что изменение относительной высоты полос озеленения на улицах с фронтальной застройкой вызывает колебания их газозащитной эффективности. Если при $h = 0,5H$ наблюдается интенсивное разбавление CO у нижних этажей зданий и в тротуарной части улицы (см. кривая 2 на рис., б), то при равенстве высот полосы h и здания H отмечается повышение концентрации данного ингредиента в этих местах (см. кривая 4 на рис., б). Это происходит из-за снижения скорости нисходящей в уличное пространство части основного воздушного потока у вершин деревьев (см. кривая 4 на рис., а). При озеленении улиц полосами с меньшей высотой древесных растений — в пределах $(0,3...0,7)H$ такое снижение скорости ветра в пределах тротуарной части не наблюдается и происходит более эффективное рассеяние CO в зоне пешеходного движения (см. кривые 1—3 на рис., б). По данным таблицы снижение концентрации CO в пешеходной зоне четырехрядной полосой деревьев с двухрядным кустарником высотой на уровне средних этажей зданий $(0,5...0,6H)$ достигает 85 %. Поэтому на участках улиц с плотной застройкой рост деревьев необходимо ограничивать у середины фасадов зданий путем проведения конструктивных рубок [24]. В этих целях на городских улицах необходимо высаживать деревья таких пород, как легко переносят обрезку стволов и дают много побегов на штамбах. Для этого подходят тополя, клены остролистный и ясенелистный, липа, ясень, ива, гледичия, белая акация, вязы обыкновенный, перистоветвистый и мелколистный. Наилучшее время рубок — летний период, когда деревья и кустарники находятся в облиственном состоянии, что позволяет правильно отбирать ветви растений для удаления.

В процессе роста зеленых насаждений на городских улицах происходит их самоизреживание, из-за чего экранирующие свойства полос озеленения ослабевают. Поэтому параллельно с конструктивными рубками необходимо поддерживать плотность полос зеленых насаждений в необходимых пределах применением систематических санитарных рубок, прочисток и стрижек.

В ходе натурных наблюдений также установлено, что наибольший газозащитный эффект полос озеленения наблюдается при расстоянии между ними и линией застройки не более $2h$, когда загрязненный воздушный поток переваливает через систему экранов в составе древесно-кустарниковых

насаждений и зданий и рассеивается в верхнем слое атмосферы. При разрывах между полосой и зданиями больше величины $2h$ наблюдается повышение уровня загазованности в зоне пешеходного движения вследствие заброса ОГ через полосу циркуляционным воздушным потоком.

При формировании объектов озеленения на улицах с двусторонней плотной застройкой многосекционными зданиями в виде каньонов необходимо учитывать, что при поперечном ветре в уличном пространстве появляется устойчивая замкнутая циркуляция примесей [25—27]. При этом наиболее высокими оказываются концентрации ОГ у нижних этажей наветренного ряда зданий вследствие снижения скорости циркуляционного воздушного потока при преодолении конвективного противотока [28] и «микрошероховатостей» [19] в виде выступающих элементов зданий — балконов, эркеров, козырьков, а также элементов озеленения и благоустройства — древесно-кустарниковых насаждений, малых архитектурных форм, откосов, подпорных стен. При этом большая часть компонентов ОГ после переноса с проезжей части большим вихрем удерживается у нижних этажей со стороны подветренных стен наветренных зданий локальным вихрем малого размера с противоположным направлением вращения [29]. Согласно выборке из базы данных по заболеваемости населения, основному воздействию атмосферного загрязнения подвергаются 1...3 и реже 4-е этажи жилых зданий на магистральных улицах, являющихся наветренными по отношению к господствующему направлению ветра в районе наблюдения [30]. За пределами локального вихря на уровне средних и верхних этажей зданий происходит экспоненциальное уменьшение концентрации поллютантов из-за повышения скорости восходящего воздушного потока [29, 31]. В подобных случаях линейно-полосные структуры зеленых насаждений, формируемые в пределах тротуарной части улиц, должны быть продуваемыми снизу. Для этого в полосах озеленения следует использовать высокоштамбовые деревья с открытым подкрановым пространством, чтобы обеспечить необходимый воздухообмен в пешеходных зонах и наиболее равномерное распределение концентрации компонентов ОГ у фасадов зданий.

Исследования показали, что снижение концентрации выбросов автомобильного транспорта в воздухе городских улиц при взаимодействии полос озеленения с застройкой существенно зависит от их плотности, относительной высоты, ширины тротуарной части и высоты зданий. С учетом этих параметров газозащитную эффективность линейно-полосных структур зеленых насаждений по отношению к зонам пешеходного движения можно рассчитать по эмпирической формуле:

$$\omega = 57 \left[\frac{11b^{0,22} \left(1 + 2,63K_{\text{аж}}^{\frac{1}{3}} \right) h^{1,65}}{H^{1,87} e^{3,34h/H}} - 1 \right], \quad (2)$$

где b — расстояние от края проезжей части до линии застройки, м; h — высота полосы озеленения, м; H — высота зданий, м; $K_{\text{аж}}$ — коэффициент ажурности полосы; e — основание натурального логарифма.

Заключение

Для защиты пешеходных зон и общественных пространств от негативного воздействия транспорта на территории, прилегающей к городским дорогам, не связанным с застройкой, необходимо использовать линейно-полосные структуры шириной 15...25 м, состоящие из древесных насаждений с плотными густосомкнутыми кронами, подлесков и кустарников.

На городских улицах с плотной застройкой наиболее эффективными по газозащитным свойствам являются полосы зеленых насаждений продуваемой и равномерно-ажурной конструкции, стимулирующие интенсивный турбулентный обмен в пространстве между полосой и зданиями и обеспечивающие равномерное распределение концентрации ингредиентов ОГ по их внешним фасадам. Для обеспечения высокого качества воздуха в зонах пешеходного движения у линии застройки расстояние между зданиями и полосой зеленых насаждений необходимо назначать не более двух ее высот. При этом высота деревьев в составе посадок ограничивается на уровне средних этажей зданий.

Для исключения вероятности появления устойчивых вихрей с замкнутой циркуляцией выбросов автомобильного транспорта на магистральных улицах необходимо ограничивать количество многосекционных зданий, применять разновидности торцевой, точечной и свободной застройки с наветренной стороны по отношению к господствующим направлениям ветра. При этом разрывы между жилыми зданиями вдоль линии застройки следует закрывать плотными древесно-кустарниковыми группами или многорядными полосами деревьев и кустарников, малоэтажными зданиями культурно-бытового обслуживания и торговли. В условиях переуплотненной застройки уличных каньонов необходимый воздухообмен и качество атмосферного воздуха в зонах пешеходного движения и на территории общественных пространств обеспечиваются формированием в пределах боковых разделительных полос линейно-полосных структур зеленых насаждений продуваемой конструкции.

С практической точки зрения выбор конструкции полос зеленых насаждений для озеленения городских дорог и улиц необходимо осуществлять на основе комплексной оценки проектных решений с учетом загазованности воздушного бассейна, шумового режима, микроклиматических параметров, архитектурно-ландшафтных условий, безопасности движения и функциональных требований к прилегающей территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балакин В. В. Повышение экологической безопасности урбанизированных территорий при формировании и модернизации городских транспортных систем // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2017. № 5(25). С. 34—41.
2. Данилина Н. В., Теплова И. Д. «Устойчивая» улица — формирование общественных пространств на городских улицах // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 4. С. 74—80.
3. Балакин В. В., Алексигов С. В., Азаров В. Н. Обеспечение качества атмосферного воздуха на магистральных улицах и в жилой застройке средствами планировки и озеленения // Гигиена и санитария. 2023. Т. 102. № 7. С. 639—647.
4. Балакин В. В. Регулирование аэрационного режима уличных каньонов приемами планировки и застройки // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 108—118.
5. Балакин В. В. Закономерности формирования концентраций отработавших газов автомобильного транспорта в каньонах городских улиц // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2008. Вып. 9(28). С. 76—82.

6. Балакин В. В. Градостроительные мероприятия по регулированию аэрационного режима и снижению загрязнения атмосферного воздуха транспортных коммуникаций // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 2(87). С. 218—232.
7. Белоусов В. Н. Градостроительство (справочник проектировщика). М. : Стройиздат, 1978. 367 с.
8. Егорычев О. О., Дуничкин И. В. Вопросы прогнозирования микроклимата городской среды для оценки ветроэнергетического потенциала застройки // Вестник МГСУ. 2013. № 6. С. 123—131.
9. Семашко К. И. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки. М. : Стройиздат, 1986. 59 с.
10. Максимова В. А. Гигиеническая оценка планировочных средств защиты воздуха города от загрязнения выбросами автотранспорта // Гигиена и санитария. 1971. № 10. С. 11—13.
11. Чернышенко О. В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: дис. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 200 с.
12. Кочуров Б. И., Ивашкина И. В. Городские ландшафты Москвы: от традиционных до гармоничных и сбалансированных // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 1. С. 6—11.
13. Balakin V. V. Protection of residential buildings from vehicle emissions using landscaping areas of various design // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 962. Iss. 3. 7 p. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/962/3/032083/pdf>.
14. Городков А. В. Ландшафтно-средозащитное озеленение и его влияние на экологическое состояние крупных городов Центральной России: дис... д-ра сельскохоз. наук. СПб., Брянск, 2000. 443 с.
15. Ильченко И. А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2014. № 1(19). С. 37—42.
16. Kabisch N., Strohbacha M., Haase D., Kronenberg, J. Urban green space availability in European cities // Ecological Indicators. 2016. Vol. 70. Pp. 586—596.
17. Perini K., Magliocco A. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort // Urban Forestry & Urban Greening. 2014. Vol. 13. Iss. 3. No. 10. Pp. 495—506.
28. Теодоронская М. В. О некоторых способах архитектурно-ландшафтной организации «зеленых» дорог // Лесной вестник. 2018. Т. 22. № 3. С. 110—117.
19. Серебровский Ф. Л. Аэрация населенных мест. М. : Стройиздат, 1985. 170 с.
20. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций. Киев : Гос. изд-во с.-х. литературы УССР, 1963. 190 с.
21. Balakin V. V. Formation of linear-strip greening objects in urban environmental systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. No. 3. 7 p. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/451/1/012166/pdf>.
22. Бояршинов М. Г. Влияние лесного массива на перенос и рассеивание автотранспортных выбросов // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: доклады международного экологического конгресса. 2000. Т. 2. СПб. : Изд-во БГТУ, 2000. С.235—237.
23. Norten N. Turbulent ventilation of street canyon // Environmental Monitoring and Assessment. 2000. Vol. 65. No. 1-2. Pp. 389—396.
24. Balakin V. V. Green plantations influence on wind transformation and car emissions dispersion in city streets // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 451. No. 1. 7 p. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/451/1/012167/pdf>.
25. Addison P. S., Currie J. I., Low D. J., McCann J. M. An integrated approach to street canyon pollution modeling // Environmental Monitoring and Assessment. 2000. Vol. 65. No. 1-2. Pp. 333—342.
26. Kim J.-J., Baik J.-J. A numerical study thermal effects on flow and pollutant dispersion in urban street canyons // Journal of Applied Meteorology. 1999. Vol. 38. No. 9. Pp. 1249—1261.
27. Assimakopoulos V. D., Apsimon H. M., Moussiopoulos N. A numerical study of atmospheric pollutant dispersion in different two-dimensional street canyon configurations // Atmospheric Environment. 2003. Vol. 37. No. 29. Pp. 4037—4049.
28. Uehara K., Murakami S., Oikawa S., Wakamatsu S. Wind tunnel experiments on how thermal stratification affects flow in and above urban street canyons // Atmospheric Environment. 2000. Vol. 34. No. 10. Pp. 1553—1562.

20. Validation of a two-dimensional pollutant dispersion model in an isolated street canyon / T. L. Chan, G. Dong, C. W. Leung, C. S. Cheung, W. T. Hung // *Atmospheric Environment*. 2002. Vol. 36. No. 5. Pp. 861—872.

30. Ванкевич Р. В. Применение методов системного анализа и ГИС-технологий к построению количественных взаимосвязей в системе «автотранспорт — городская среда — здоровье»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2003.

31. Baik J-J., Kim J-J. A numerical study flow and pollutant dispersion characteristics in urban street canyons // *Journal of Applied Meteorology*. 1999. Vol. 38. No. 11. Pp. 1576—1589.

© Балакин В. В., Желтоногова А. А., 2024

Поступила в редакцию
в январе 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Балакин В. В., Желтоногова А. А. Защита пешеходных зон и жилой застройки от выбросов автомобильного транспорта приемами планировки и озеленения // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 1(94). С. 174—185. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_174.

Об авторах:

Балакин Владимир Васильевич — канд. техн. наук, доц. каф. строительства и эксплуатации транспортных сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Balakin-its@yandex.ru

Желтоногова Алина Андреевна — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Vladimir V. Balakin, Alina A. Geltonogova

Volgograd State Technical University

PROTECTION OF PEDESTRIAN ZONES AND RESIDENTIAL AREAS FROM MOTOR VEHICLE EMISSIONS PLANNING AND LANDSCAPING TECHNIQUES

The results of a study of atmospheric air pollution by emissions from motor transport and aeration conditions on main roads and streets are presented. The optimal methods of planning, building and landscaping of transport communications are highlighted, ensuring effective ventilation and reduction of gas pollution of pedestrian zones, public spaces and residential areas. The design features of the landscaping strips and the dendrological composition of trees and shrubs that enhance the effect of scattering car emissions are indicated.

Key words: urban streets, pedestrian areas, residential development, vehicle emissions, green spaces, dispersion.

For citation:

Balakin V. V., Geltonogova A. A. [Protection of pedestrian zones and residential areas from motor vehicle emissions planning and landscaping techniques]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 1, pp. 174—185. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_174.

About authors:

Vladimir V. Balakin — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Alina A. Geltonogova — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation