

С.Е. МАНЖИЛЕВСКАЯ¹

¹ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** Охрана окружающей среды является не только важной социальной проблемой, но и фактором повышения эффективности строительных работ. Проблема сохранения окружающей среды и защиты людей от неблагоприятного воздействия на здоровье во время строительных работ становится все более актуальной в связи с увеличением объемов строительства и увеличением доступности строительной техники. Работы многих исследователей посвящены изучению пылевой нагрузки и оценке влияния на окружающую среду. В данной статье описывается практический эффект снижения загрязнения атмосферного воздуха при локальном строительстве зданий в жилом микрорайоне, расположенных в г. Ростове-на-Дону. Правильная оценка воздействия строительства на окружающую среду возможна с учетом последовательности и одновременности проводимых работ. Это особенно важно для строительного производства, расположенного на территории городов. По результатам исследования были разработаны меры по снижению загрязнения атмосферного воздуха. Такие меры позволяют снизить загрязнение атмосферного воздуха в 1,5-2 раза.*

***Ключевые слова:** санитарно-защитная зона, экологическая безопасность, защита атмосферного воздуха, пушка туманообразования, мелкодисперсная пыль.*

S.E. MANZHILEVSKAYA¹

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

IMPACT OF FINE DUST ON THE ENVIRONMENT IN LOCAL CONSTRUCTION

***Abstract.** The environmental protection is not only an important social problem, but also an efficiency increasing factor of construction operations. This article describes the practical effect of air pollution during the construction site of buildings, which are situated in Rostov-on-Don. Nowadays the limitation of air pollution emissions from construction operations is regulated by a number of normative documents, but civil designers, unfortunately, do not always meet the regulation of emissions in full obedience in the construction operating for a number of reasons. The correct environmental impact assessment from construction is possible, taking into account the sequence and simultaneity of the operations. It is especially important for the construction taken place on the territory of cities. According to the study, a set of measures for air pollution reduction was developed. Such measures can reduce the air pollution by 1.5-2 times.*

***Keywords:** sanitary protection zone, environmental safety, atmospheric air protection, fog gun, fine dust.*

Введение

Одним из эффективных мероприятий по уменьшению пагубного воздействия строительного производства на окружающую среду и население является санитарно-защитная зона (СЗЗ). Санитарно-защитная зона представляет собой зону или полосу зеленых насаждений, которая отделяет площадку строительного производства и жилую зону.

Размеры СЗЗ устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [1]. Полученный путем расчета размер СЗЗ уточняется как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения в зависимости от розы ветров района расположения строительства по формуле:

$$l = L_0 \times \frac{P}{P_0},$$

где L_0 – расчетное расстояние от источников загрязнения до границы СЗЗ без учета поправки на розу ветров для которого концентрация вредных веществ превышают ПДК, м;

P – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого направления, %;

P_0 – повторяемость направлений ветров одного направления при круговой розе ветров (например, при восьмирумбовой розе ветров $P_0 = \frac{100}{8} = 12,5\%$).

Исследование воздуха является одной из составляющих комплекса мероприятий, призванных определить, насколько экологический контроль на объекте соответствует законодательным нормам. Пробы берутся при наличии определенных погодных условий, и время проведения исследования обычно согласовывается заранее.

При анализе воздуха на границах СЗЗ определяется процентное соотношение в нем вредных для здоровья химических веществ. В случае если их количество не превышает установленных норм, составляется положительное экспертное заключение.

Проведенные предварительные исследования загрязнения воздуха от рабочих зон ремонтно-строительных работ, представленные в таблице 1, позволили сделать вывод, что загрязнение атмосферного воздуха на строительстве 25-этажного жилого дома по ул. Магнитогорская 1/1, г. Ростов-на-Дону в ЖК «Екатерининский» соответствует ПДК на расстоянии от 100м (от источника загрязнения до санитарно-защитной зоны).

Таблица 1 – Максимальная концентрация мелкодисперсной пыли, выделяемая от различных видов ремонтно-строительных работ на расстоянии до 100м.

Виды работ	Максимальная концентрация суточная, разовая, мг/м ³	Среднегодовая, мг/м ³
Подготовительные	0,06	>50 (квантиль) (10 дней)
Устройство буронабивных свай	0,05	<50(квантиль)
Устройство грунтовых свай	0,05	<50
Земляные	0,06	>50(квантиль) (15 дней)
Штукатурные	0,06	>50(квантиль) (12 дней)
Очистка территории	0,06	>50(квантиль) (7 дней)
Отделочные	0,05	<50

При повышении влажности воздуха количество мелкодисперсной пыли в рабочей зоне значительно снижается, что представлено на рисунке 1. Скорость ветра принята по исследованиям экспертов 7-8 м/с.

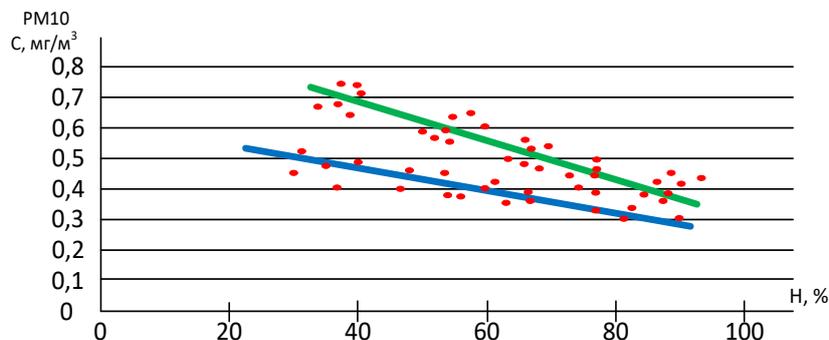


Рисунок 1 – Зависимость концентрации пыли PM10 в рабочей зоне в зависимости от влажности

Проектирование санитарно-защитных зон осуществляется на всех этапах разработки градостроительной документации, проектов строительства. Необходимо разрабатывать ситуационный план с указанием границ земельного участка предоставляемого для размещения объекта капитального строительства, границ СЗЗ согласно Постановлению Правительства от 16.02.2008 г. №88 «о составе проектной документации и требованиям к их содержанию [2]. Однако в соответствии с [1] строительная площадка не квалифицируется и ориентировочная СЗЗ для нее может не устанавливаться.

Размеры частиц пыли образующиеся с рабочей зоны технологических процессов при локальном строительстве влияют на степень вредного воздействия на здоровье как рабочего строителя, так и человека, проживающего непосредственно вблизи со строительной площадкой. Большую роль в оценки воздействия влияют физико-химические свойства выделяемой пыли. Наибольшее вредное воздействие несут частицы мелкодисперсной пыли размерами 0,1 мкм-10 мкм [3]. В мировой практике они имеют обозначение РМ 0,1-РМ 10.

Проблема сохранения окружающей среды и защита человека от вредного воздействия частиц мелкодисперсной пыли, возникающих в процессе строительства, становится все более актуальной в связи с увеличивающимися масштабами строительства и возрастающей оснащенностью строительного производства техническими средствами. Работы Азарова В.Н., [4-5], Ильичева В.А. [6], Бакаевой Н.В. [7, 8], Шеины С.Г. [9], Барикаевой Н.С. [10], Кузьмичева А.А. [11], Трохимчук К.А. [12], Калюжиной Е.А. [13], Теличенко В.И. [14], Мензелинцевой Н.В. [15,16], и многих других посвящены исследованию запыленности воздуха и оценки влияния на экологическую безопасность. Опираясь на результаты предыдущих исследований, необходимо провести комплексный анализ пылевого загрязнения, образующегося от строительных процессов, разработать и предложить способ по его снижению в процессе строительного производства.

В большинстве исследований [4, 5, 11-14, 16], которые продемонстрировали негативное воздействие частиц данного диаметра на здоровье, в качестве показателя уровня влияния использовались концентрация РМ10 на единицу массы. С частицами данного размера связана заболеваемость дыхательных путей. Однако наиболее тесная связь между смертностью от легочных и сердечнососудистых заболеваний и долговременным воздействием РМ наблюдалась в отношении концентрации РМ2,5, а не в отношении более крупных частиц. Частицы большего размера, чем РМ10, остаются в верхней части дыхательных путей и, следовательно, не влияют на заболеваемость и смертность [13].

В ходе проведения научно-исследовательской работы проводимой по изучению степени пыления строительных процессов была проведена работа по определению степени запыленности атмосферного воздуха рабочей зоны и показатели концентрации загрязняющих веществ. Результаты проведенной работы позволили получить качественные показатели пылевого загрязнения от строительных процессов и на основании данной информации разработать мероприятия по его снижению.

Модели и методы

Выбросы частиц мелкодисперсной пыли и других загрязняющих веществ при осуществлении разного вида строительных работ представлены в таблице 2. Для описания результатов оценки пылевыведения при проведении перечисленных выше работ, были введены оценочные критерии: 0 – незначительная запыленность; 1 – средняя степень запыленности – слой пыли <0,5 мм; 2 – сильная степень запыленности – слой пыли > 0,5 мм.

Концентрация пыли в воздухе в помещении строящегося объекта не должна превышать санитарных норм, установленных ГН 2.2.5.1313-03: максимально разовая концентрация пыли в воздухе помещений – 0,5 мг/м³, среднесуточная – 0,15 мг/м³ [17].

Рассмотрим пример массы выбросов воздушных веществ в т.ч. и мелкодисперсной пыли при производстве на примере исследованных малярных работ.

Таблица 2 – Показатели степени запыленности строительных процессов

Наименование работ	Загрязняющие вещества				
	Мелкодисперсная пыль, среднесуточное значение на расстоянии 100 м от рабочей зоны				
	PM10, мкг/м3	PM2,5, мкг/м3	Степень запыленности (при принятой скорости ветра 7-8 м/с)		
Незначительная			Средняя	Сильная	
Земляные	30	10		1	
Штукатурные	25	5		1	
Изоляционные	5	1		1	
Буровые	18	9		1	
Опалубочные	4	2	0		
Бурунабивные работы	20	6		1	
Устройство грунтовых свай	20	6		1	
Возведение лесов и подмостей	8	2		1	
Арматурные	7	1,4	0		
Монтажные	10	2		1	
Каменные	17	3,4		1	
Устройство полов и покрытий	21	6,3		1	
Очистка территории	28	11,4			2
Отделочные	23	9,2			2
Малярные	21	8,9			2
Гидроизоляционные	16	6,0			2
Теплоизоляционные	19	6,5			2
Бетонные	23	7,2			2
Кровельные	11-20	3,3-6,8		1	

Количество вредных веществ, выделяющихся в процессе покраски, зависит от марки-краски, вида растворителя и определяется согласно формуле с учетом предлагаемого компонента мелкодисперсной пыли K_C :

$$m_i = q_m \times K_K \times K_C \times 0,8 \times T \times 10^{-3}, \text{ тонн/год}, \quad (1)$$

где q_m – расход краски, кг/ч;

K_K – содержание рассчитываемого компонента в составе летучей части отделочного материала, согласно таблице 3, %;

0.8 – коэффициент поступления летучих веществ в атмосферу;

T – годовой фонд рабочего времени, ч/год;

10^{-3} – коэффициент пересчета массы выбросов с килограмм на тонны.

Подобный расчет (1) можно делать при выполнении любого вида пылящих работ, выполняемых на строительной площадке в рабочей зоне. В первую очередь, необходимо определить состав пылящего компонента в процентах. Это будет представлять собой компонент K_C в формуле

$$K_C = \frac{(m_1 - m_0)}{V_H} \times 1000,$$

где K_C – концентрация всей вдыхаемой пыли;

m_1 – масса после отбора проб;

m_0 – масса фильтра до отбора проб;

V_H – объем воздуха, прошедшего через фильтр и приведенный к нормальным условиям, дм^3 .

Таблица 3 – Средние значения компонентов материалов для малярных работ, %

Компонент	Растворитель	Нитро-грунтовка	Нитроцеллолозный лак	Разравнивающая жидкость	Распределительная жидкость	Полиэфирный, поли- и нитроуретановый лак	Эмаль	Шпатлевка, грунтовка
Ацетон	15-30	±2,3	±4,2	–	–	1-38	2-19,6	4,5-36
Летучая часть	–	70–80	67– 83,1	±94	±96	8-65	9-80	19,5-87
Бутанол	12-75	5,3– 12	6,3–16,6	±4	±2	–	6-12	1,5-17,4
Ксилон	13-70	±17,8	10,3–16,75	–	–	5-16	16,25-60	15-61
Бутилацетат	–	3,5–16	6,3–12,5	±15	±6,4	5-26	5-6,6	4-43,5
Окситерпеновый растворитель	–	–	± 1,95	±1	–	–	–	–
Этилацетат	±20	9,4–12	3,35–12,4	±20	±5,2	–	±0,75	6-8,7
Толуол	25-62	16–20,6	16,45–37	–	±3,6	1–5	13-32,8	9-41,6
Циклогексанон	15-50	±4	–	–	–	8–34	±3,25	–
Этанол	15-70	8–9,4	7,4–34,05	±54	±76	–	5,85-16	±8,7
Мелкодисперсная пыль	-	20-30	16,9–33	±6	±3,1	35-92	20-90	13–80,5
Этилцеллозольв	15-70	1,7-12	2,1–8,04	–	3	–	4,96-48	–
Стирол	–	–	–	–	–	1-2	1-2	–
Этилглицоляцетат	20-37	–	–	–	–	15-26	–	–
Метилизобутилкетон	–	–	–	–	–	8-11	–	–
Сольвент-нафта	50-70	–	–	–	–	–	±43,4	25-32
Уайт-спирит	–	–	–	–	–	–	±22,5	15-30
Метилэтилкетон	37-50	–	–	–	–	–	–	–
Хлорбензол	±50	–	–	–	–	–	–	–
Попиленкарбонат	±30	–	–	–	–	–	–	–
Бутиловый спирт	±15	–	–	–	–	–	–	–

Согласно принятой методике расчета концентрации мелкодисперсной пыли в единице объема была определена концентрация частиц мелкодисперсной пыли при производстве строительных процессов в рабочей зоне в 1м³, представленной в таблице 4.

Таблица 4 – Концентрация выделяемой мелкодисперсной пыли от различных видов строительных и ремонтных работ в рабочей зоне.

№	Наименование работ	Суточная разовая концентрация, мг/м ³	Среднегодовая концентрация, мг/м ³	Показатели на расстоянии 100м, мг/м ³	
				Без увлажнения	При увлажнении
1	2	3	4	5	6
1	Разработка грунта	0,1	>50 (квантиль)	0,08	0,04
2	Планировка дна и откосов котлована	0,06	>50 (квантиль)	0,04	0,02
3	Укладка грунта в насыпи и его уплотнение	0,15	>50 (квантиль)	0,09	0,05
4	Производство земляных работ в зимнее время	0,12	>50 (квантиль) (15 дней)	0,08	0,05
5	Ударно-канатное бурение	0,05	<50	0,03	0,02
6	Шнековое бурение	0,06	>50 (квантиль) (10дней)	0,04	0,015

7	Ударно-вращательное бурение	0,03	<50	0,15	0,10
8	Забивка свай	0,04	<50	0,03	0,015
9	Погружение свай вибрированием	0,05	<50	0,04	0,03
10	Устройство набивных свай	0,07	<50	0,05	0,03
11	Бурунабивные железобетонные сваи	0,05	<50 (квантиль)	0,04	0,02
12	Грунтовые сваи для глубинного уплотнения	0,05	<50	0,04	0,02
13	Опалубочные работы	0,04	<50	0,03	0,015
14	Арматурные работы	0,04	<50	0,03	0,015
15	Приготовление и транспортировка бетонной смеси	0,04	<50	0,025	0,015
16	Производство бетонных и железобетонных работ в зимнее время	0,05	<50	0,04	0,02
17	Штукатурная изоляция	0,035	<40	0,025	0,013
18	Цементно-песчанная штукатурная изоляция	0,045	<50	0,036	0,02
19	Штукатурная асфальтовая гидроизоляция	0,04	<50	0,032	0,02
20	Изоляционные работы в зимнее время	0,05	<50	0,04	0,02
21	Заделка монтажных стыков и узлов	0,03	<50	0,25	0,15
22	Монтаж фундаментов: ленточные, стаканного типа	0,03	<50	0,02	0,01
23	Монтажные работы в зимних условиях	0,04	<50	0,025	0,015
24	Замес раствора (известковый, песчаный, глиняный, гипсовый раствор)	0,08	>50	0,06	0,04
25	Подготовка основания (стяжка цементная, замоноличивание стыков, подготовка для кровли)	0,07	>50	0,05	0,025
26	Кровельные работы в зимнее время	0,04	<50	0,025	0,02
27	Высококачественная штукатурка	0,06	>50 (квантиль) (12 дней)	0,05	0,03
28	Улучшенная штукатурка	0,06	>50 (квантиль) (12 дней)	0,045	0,03
29	Простая штукатурка	0,05	>50	0,04	0,02
30	Штукатурка и облицовка фасадов	0,05	>50	0,035	0,02
31	Производство штукатурных работ в зимнее время	0,07	>50	0,055	0,035
32	Малярные работы: подготовка поверхности (огрунтовка, шпатлевка, шлифовка)	0,05	<50	0,035	0,02
33	Плиточные работы (замес раствора, резка плитки)	0,05	<50	0,04	0,02
34	Устройство полов и покрытий (цементная стяжка, наливной пол, мозаичный пол)	0,06	>50	0,45	0,25
35	Озеленение территории (эрозия почвы)	0,04	<50	0,03	0,01

Результаты данной таблицы позволяют выявить работы мало, средне и сильно пылящие, а также влияние тумана (увлажнения) на оседание мелкодисперсных частиц, т.е. изменение их концентрации в воздухе атмосферы при локальном строительстве – результаты показывают, что на 35-50% уменьшается концентрация в атмосферном воздухе.

Результаты исследования и их анализ

Как было ранее установлено в результате экспериментальных исследований распределение мелкодисперсной пыли происходит на расстоянии приблизительно 100 м от стены здания, где ведутся строительные работы. Возможно, кратковременное увеличение

или уменьшение концентрации мелкодисперсной пыли в приземном слое воздуха за счет изменения метеорологических и других условий. Это может быть ветровой режим и уровень влажности в воздухе. При исследовании распределения пыли от строительного производства были приняты скорость ветра 7-8 м/с.

Для решения этого вопроса были проведены исследования по распределению мелкодисперсной пыли при увлажнении атмосферного воздуха путем рассеивания воды из пушки туманообразования с магнитной насадкой [18], как разработанного технологического решения по борьбе с распространением строительной пыли. Магнитная насадка придает магнитные свойства разбрызгиваемой воде, которая усиливает осаждение пыли.

Пушка туманообразования была укомплектована малорасходными форсунками (от 1 л до 150 л/час) при давлении от 2А до 20А с углами распыления $45^{\circ} - 90^{\circ}$ для создания капель воды до 10мкм. Замеры пылевого загрязнения и результата оседания пылевых частиц в результате использования водяного тумана выполнялись для всех пылящих ремонтно-строительных работ. Результаты по отдельным видам работ представлены на рисунках 2-9.

Выбираем комфортные условия влажности и понижения температуры в рабочей зоне – влажность 40%, температура – 24 C° .

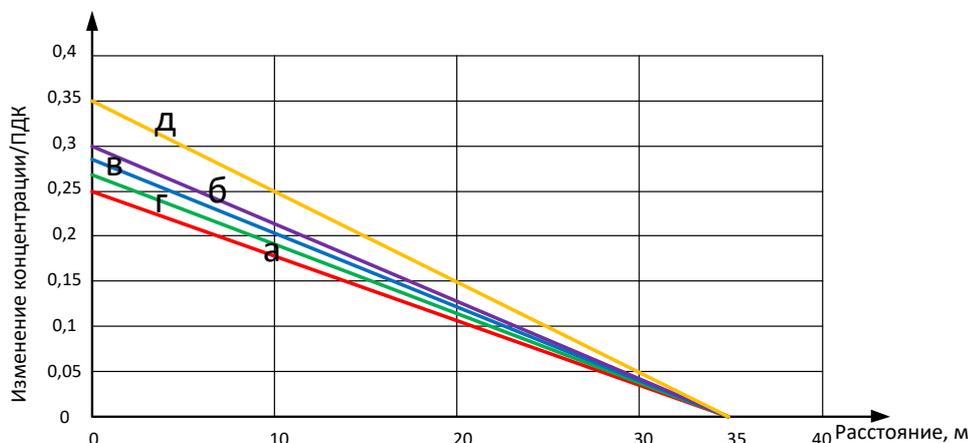


Рисунок 2 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM2,5 при увлажнении атмосферного воздуха пушкой на разных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) буровые, б) устройство буронабивных свай, в) монтажные, г) каменные, д) очистка территории.

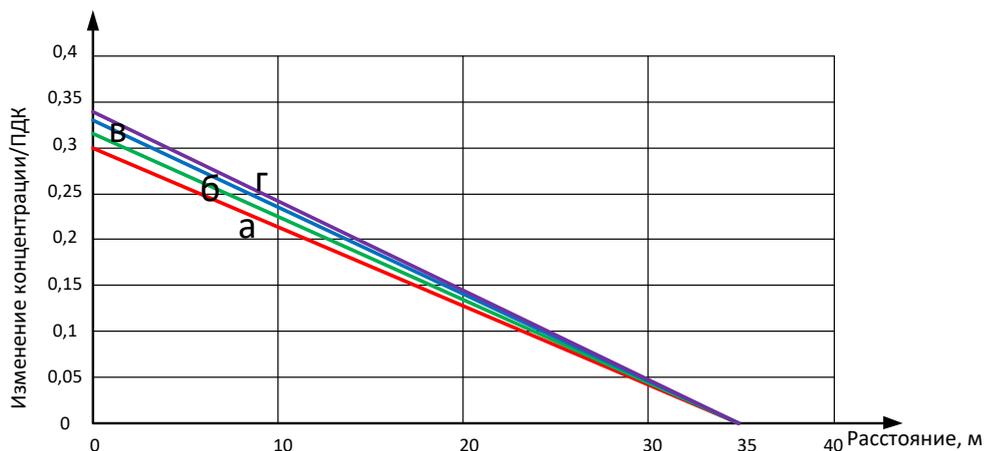


Рисунок 3 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM2,5 при увлажнении атмосферного воздуха пушкой на разных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) бетонные, б) малярные, в) отделочные, г) штукатурные.

Значения ПДК достигаются на расстоянии 35 метров без магнитной насадки, с магнитной насадкой – 28 метров.

Построены графики для мелкодисперсной пыли PM_{2,5} т.к. они будут иметь заведомо более длительный срок оседания частиц, чтобы выяснить расстояние на котором загрязнение атмосферного воздуха будет соответствовать ПДК, таким образом выясним % сокращения санитарно-защитной зоны.

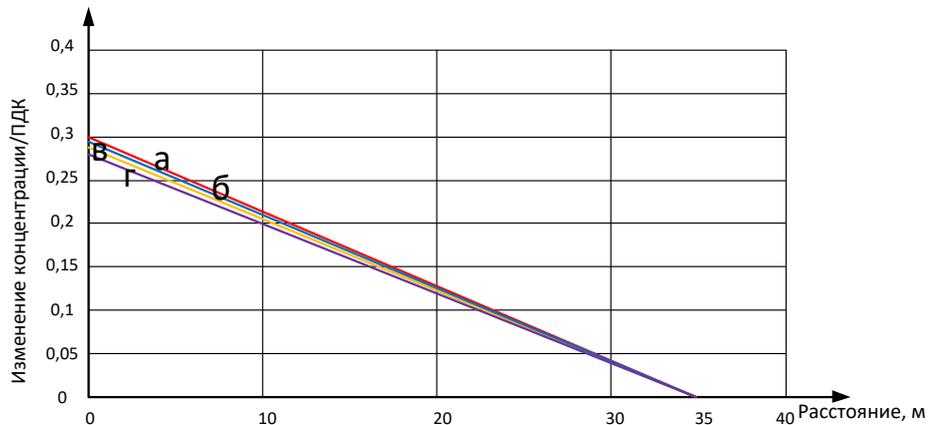


Рисунок 4 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} при увлажнении атмосферного воздуха пушкой на разных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) устройство полов и покрытий, б) устройство грунтовых свай, в) теплоизоляционные, г) опалубочные.

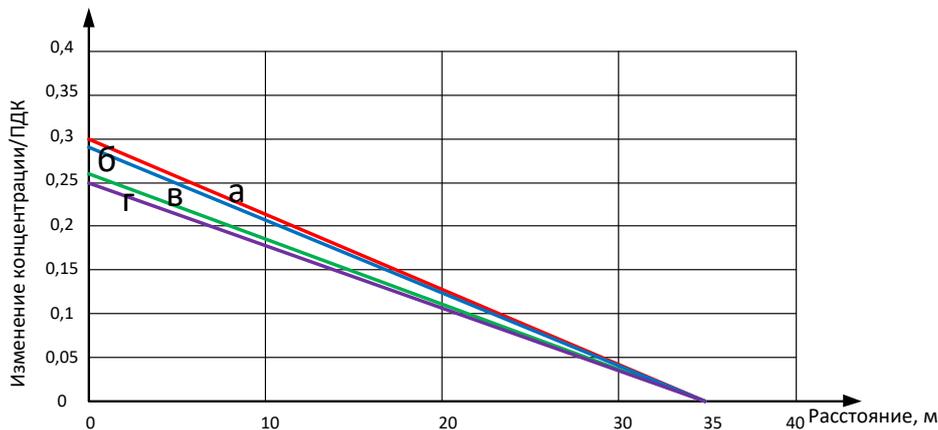


Рисунок 5 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} при увлажнении атмосферного воздуха пушкой на разных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) опалубочных, б) гидроизоляционных, в) устройство лесов и подмостей, г) изоляционные.

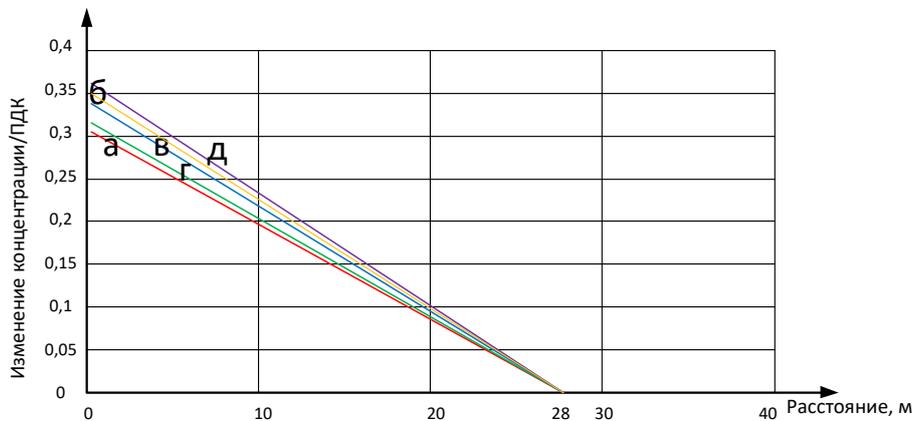


Рисунок 6 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} при увлажнении атмосферного воздуха пушкой с магнитной насадкой на различных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) буровых, б) устройство буронабивных свай, в) монтажных, г) каменных, д) очистка территории.

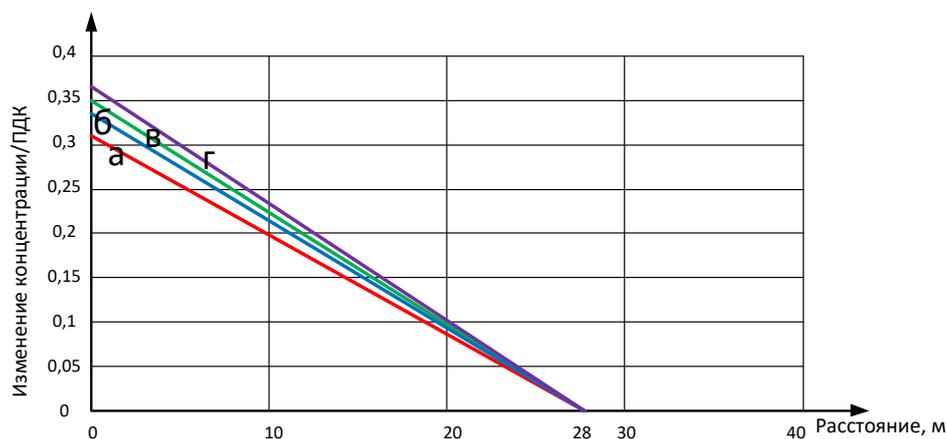


Рисунок 7 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} при увлажнении атмосферного воздуха пушкой с магнитной насадкой на разных расстояниях от источника загрязнения при производстве работ: а) бетонных, б) малярных, в) отделочных, г) штукатурных.

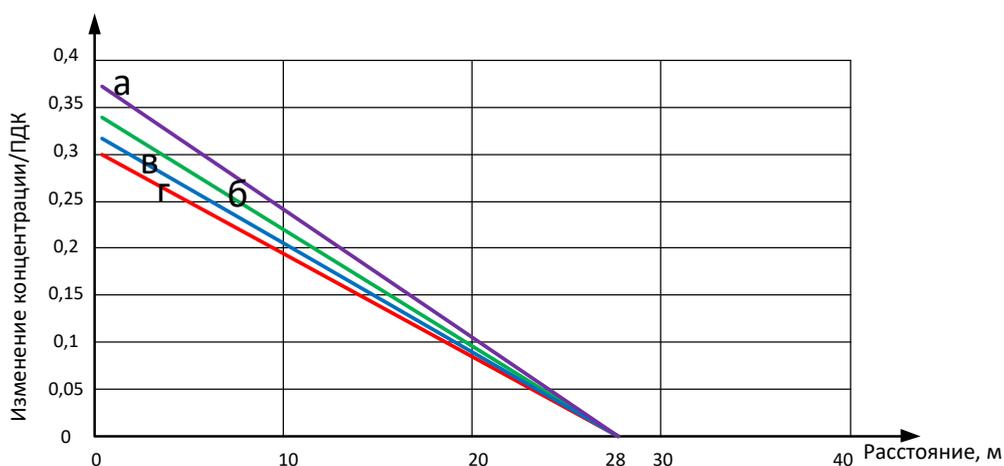


Рисунок 8 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} с увлажнением атмосферного воздуха пушкой с магнитной насадкой на разных расстояниях от источника загрязнения при производстве работ: а) устройство полов и покрытий, б) устройство грунтовых свай, в) теплоизоляционные работы, г) опалубочные.

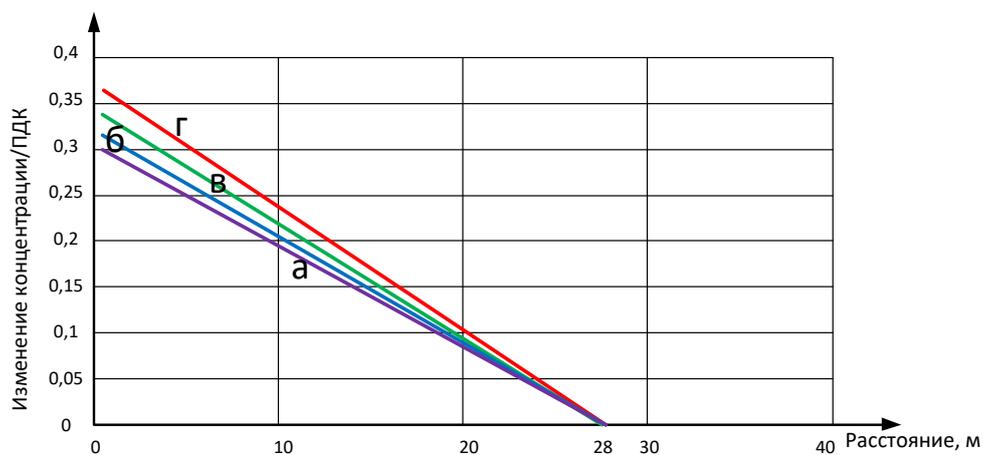


Рисунок 9 – Изменение концентрации мелкодисперсной пыли PM_{2,5} с увлажнением атмосферного воздуха пушкой с магнитной насадкой на разных расстояниях от источника запыления при производстве работ: а) опалубочных, б) гидроизоляционные, в) устройство лесов и подмостей, г) изоляционные.

Наибольшее пыление происходило при выполнении следующих работ: штукатурных, буровых, при производстве буронабивных свай, устройства лесов и подмостей, монтажных работ, каменных работ, очистке территории (см. рисунки 10-11).

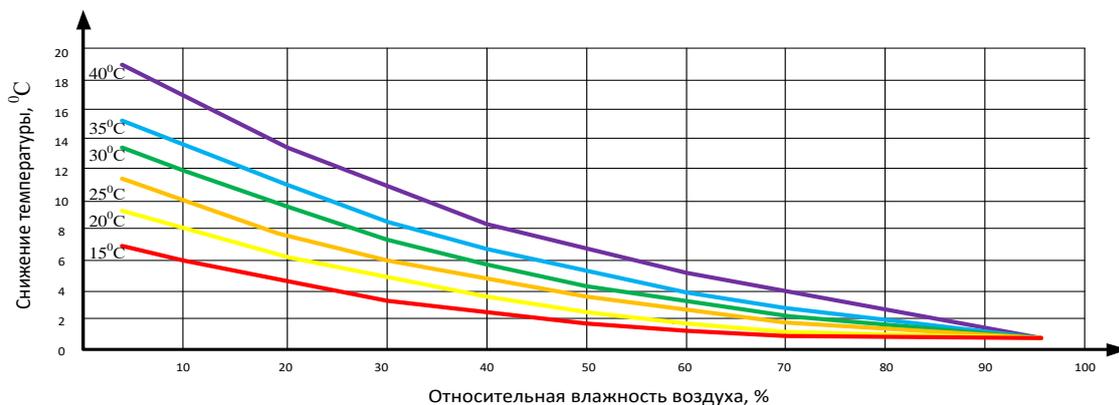


Рисунок 10 – Показатели снижения температуры при работе пушки туманообразования

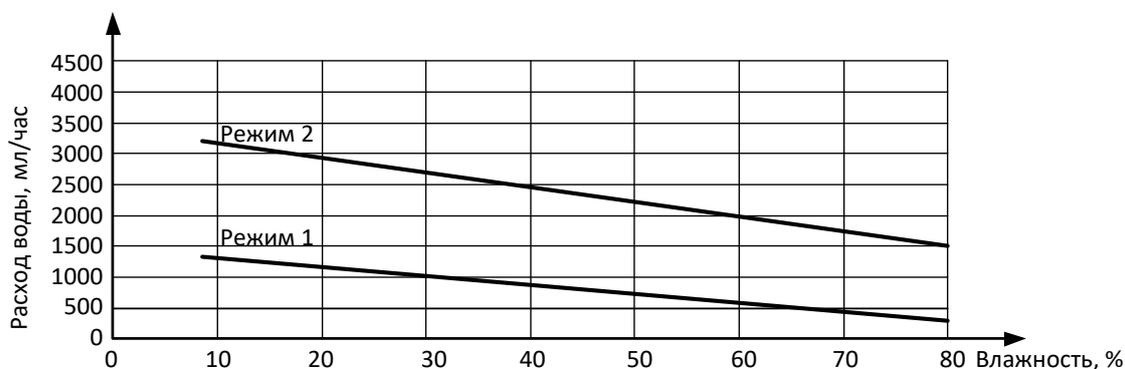


Рисунок 11 – Показатели расхода воды при использовании пушки туманообразования в 2х режимах работы

В таблице 5 представлены оптимальные параметры температуры воздуха, которые являются комфортными условиями для снижения пылевого загрязнения.

Таблица 5 – Оптимальные параметры при температуре воздуха

Оптимальное расстояние от места работы – 40метров	
Оптимальный расход воды для режима №1 - 3200мл/час	
Оптимальный расход воды для режима № 2 - 500мл/час	
Оптимальные показатели влажности 40-60%	
Показатели снижения температуры при влажности 10%	15C ⁰ → 4 C ⁰ 20C ⁰ → 9 C ⁰ 25C ⁰ → 11 C ⁰ 30C ⁰ → 14 C ⁰ 35C ⁰ → 15 C ⁰ 40C ⁰ → 17 C ⁰
Показатели снижения температуры при влажности 40%	15C ⁰ → 3 C ⁰ 20C ⁰ → 4 C ⁰ 25C ⁰ → 5 C ⁰ 30C ⁰ → 7 C ⁰ 35C ⁰ → 7 C ⁰ 40C ⁰ → 8 C ⁰ } комфортные условия
Показатели снижения температуры при влажности 60%	15C ⁰ → 1 C ⁰ 20C ⁰ → 2 C ⁰ 25C ⁰ → 3 C ⁰ 30C ⁰ → 3,3 C ⁰ 35C ⁰ → 3,7 C ⁰ 40C ⁰ → 4 C ⁰ } комфортные условия ухудшаются

Выводы

Установлено, что при производстве большего числа строительных работ ПДК частиц мелкодисперсной пыли в атмосферном воздухе достигается при его влажности 92-97%. Расстояние от здания до установленной пушки туманообразования, где устанавливается это ПДК колеблется от 32 до 40 метров. В зимнее время установлено увеличение зоны ПДК на 5 метров.

Кроме того наблюдается снижение температуры атмосферного воздуха с его увлажнением, представленное на рисунках 10 и 11 при двух режимах работы пушки с установленным расходом воды.

Оптимальная влажность атмосферного воздуха находится в пределах 40-60%, но зимой данные показатели резко варьируются.

Оптимальный расход воды – 3200 мл/час на 25-30м² – режим №1, 500 мл/час при влажности 40%.

При увлажнении атмосферного воздуха снижение температуры происходит значительно быстрее, чем после. Когда влажность достигает 60% снижение температуры совсем незначительное.

Санитарно-защитная зона устанавливается на расстоянии приблизительно 40 метров от здания, т.е. уменьшаются территории загрязнения больше чем в 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. М.: Проспект, 2016. 28 с.
2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. №88 «О составе проектной документации и требованиям к их содержанию». М.: Правительство РФ, 2008. 84с.
3. Manzhilevskaya S.E., Azarov V.N., Petrenko L.K, The pollution prevention during the civil buildings construction, MATEC Web Conf., 196. (2018). Pp. 1-7. DOI: 10.1051/mateconf/201819604073.
4. Азаров В. Н., Кошкарев С. А. Повышение экологической безопасности стройиндустрии совершенствованием систем обеспыливания с использованием комплексного дисперсионного анализа пылевых выбросов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. 43(62). С. 161—174.
5. Azarov V.N., Evtushenko A.I., Batmanov V.P., Strelyaeva A.B., Lupinogin V.V. Aerodynamic characteristics of dust in the emissions into the atmosphere and working zone of construction enterprises, International Review of Mechanical Engineering, 7(5). (2016). DOI: 10.15866/irece.v7i5.9869
6. Estimation of Indicators of Ecological Safety in Civil Engineering / V. Plyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakayeva, S. Kobeleva. Procedia Engineering, 117. (2015). Pp. 126 -131. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.133
7. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Оценка экологической безопасности строительства на основе модели полного ресурсного цикла // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. (4). С. 169-176.
8. Бакаева Н.В., Калайдо А.В. Обеспечение радиационно-экологической безопасности объектов строительства // Строительство и реконструкция. 2018. (3). С 39-45.
9. Шеина С.Г., Попова Ю.В. Оценка пригодности территорий Ростова-на-Дону для реализации проектов комплексного освоения. Строительство и техногенная безопасность. 2018. 13(65). С. 29-33.
10. Azarov V.N., Barikaeva N.S., Solovyeva T.V. Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions, Procedia Engineering. 150. (2016). Pp. 2001-2007. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.279.
11. Азаров В.Н., Кузьмичев А.А., Николенко Д.А., Васильев А.Н., Козловцева Е.Ю. Исследование дисперсного состава пыли городской среды // Вестник МГСУ. 2020. (15). С. 432–442. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442
12. Azarov V.N., Trokhimchyk M.K., Sidelnikova O.E., Research of dust content in the earthworks working area, Procedia Engineering, 150. (2016). Pp.2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
13. Стреляева А.Б., Калюжина Е.А. Экологическая безопасность при проведении земляных и строительного-отделочных работ // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. 50(69). С. 321-329.
14. Сумеркин Ю.А., Теличенко В.И., Оценка экологической безопасности придомовых территорий жилых районов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. (6). С. 75–79.

15. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M., Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5), *International Review of Civil Engineering*. 7(6). (2016). Pp. 1-8. DOI: 10.15866/irece.v7i6.9750.
16. Михайловская Ю.С., Мензелинцева Н.В., Карапузова Н.Ю., Лактюшин В.А., Богомолов С.А. Научно-методический подход к определению экологического ущерба от выбросов предприятий строительного комплекса // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2016. 43(62). С. 189-198.
17. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.2895-11. Дополнение N 7 к ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Зарегистрировано в Минюсте РФ 28 сентября 2011 г. М. : РОСПОТРЕБНАДЗОР, 2011. 1 с.
18. Патент № 197551 Российская Федерация, МПК E21F 5/02. Пушка пылеподавления / Л.К. Петренко, С.Е. Манжилевская, А.И. Кирюхин, А.В. Колесников; заявитель и патентообладатель ДГТУ. – №2020101635; заявл. 17.01.2020; опубл. 13.05.2020, Бюл.№14.

REFERENCES

1. Sanitary Rules and Regulations 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects. Russia. 2016.
2. RF Government Regulation №88. About the composition of project documentation and requirements for their content. Russia. 2008.
3. Manzhilevskaya S.E., Azarov V.N., Petrenko L.K, The pollution prevention during the civil buildings construction, *MATEC Web Conf.*, 196. (2018). Pp. 1-7. DOI: 10.1051/matecconf/201819604073.
4. Azarov V. N., Koshkarev S. A. Increase of environmental safety of construction industry by improvement of decreasing dust systems using integrated analysis of variance dust emissions. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2016. 43(62). Pp. 161-174.
5. Azarov V.N., Evtushenko A.I., Batmanov V.P., Strelyaeva A.B., Lupinogin V.V., Aerodynam-ic characteristics of dust in the emissions into the atmosphere and working zone of construction enterprises, *International Review of Mechanical Engineering*, 7(5). (2016). DOI: 10.15866/irece.v7i5.9869
6. Estimation of Indicators of Ecological Safety in Civil Engineering / V. Ilyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakayeva, S. Kobeleva. *Procedia Engineering*, 117. (2015). Pp. 126 -131. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.133
7. Ilyichev, V.A., Kolchunov, V.I., Bakaeva, N.V., Kobeleva, S.A. Assessment of environmental safety of construction based on a model of a complete resource cycle. *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. (4). Pp. 169-176.
8. Bakaeva N.V., Kalaydo A.V. Ensuring the radiation-ecological safety of constructions. *Building and Reconstruction*. 2018. (3). Pp. 39-45.
9. Sheina, S.G., Popova, Yu.V. Evaluation of the suitability of Rostov-on-Don territories for implementation of complex development projects. *Construction and industrial safety*. 2018. 13(65). Pp. 29-33.
10. Azarov V.N., Barikaeva N.S., Solovyeva T.V. Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions, *Procedia Engineering*. 150. (2016). Pp. 2001-2007. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.279.
11. Azarov V.N., Kuzmichev A.A., Nikolenko D.A., Vasilev A.N., Kozlovtsseva E.Yu. The research of dust dispersed composition of urban environment. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020. 15(3). Pp. 432-442. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.
12. Azarov V.N., Trokhimchyk M.K., Sidelnikova O.E., Research of dust content in the earthworks working area, *Procedia Engineering*, 150. (2016). Pp.2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
13. Strelyaeva A.B., Kalyuzhina E.A. Environmental safety of earthworks and construction and decoration works. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2017. 50(69). Pp. 321-329.
14. Sumerkin Yu.A., Telichenko V.I. Assessment of ecological safety of territories adjoining residential areas. *Industrial and Civil Engineering*. 2017. 6. Pp. 75–79.
15. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M., Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5), *International Review of Civil Engineering*. (2016). 7(6). Pp. 1-8. DOI: 10.15866/irece.v7i6.9750.
16. Mikhailovskaya Yu.S., Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Yu., Laktyushin V.A., Bogomolov S.A. Scientific-methodological approach to the assessment of ecological damage from emissions of enterprises of the building complex. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*. 2016. 43(62). Pp. 189-198.
17. Health standards 2.2.5.2895-11. Exposure limits. Russia. 2011.
18. Patent № 197551. Fog gun. Russia, 2020.

Информация об авторе:

Манжилевская Светлана Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры организации строительства.

E-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

Information about author:

Manzhilevskaya Svetlana E.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia,

candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the dep. of construction managment.

E-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru