

УДК 504.3.054:69.03:69.05

**А. А. ШЕЙХ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ КАК ИСТОЧНИКА ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПЕРИОД РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕГО СНИЖЕНИЮ**

**Аннотация.** В работе установлено, что применение строительных отходов наиболее эффективно следует производить на месте демонтажных работ, реализуя процесс посредством технологии, включающей их сортировку, измельчение, подготовку, приготовление и использование. Предложена схема обращения с отходами на строительной площадке и показана привносимая дополнительная нагрузка на атмосферный воздух в результате реализуемой деятельности. Обоснована целесообразность использования отходов строительства и демонтажа зданий непосредственно на месте их образования с целью получения экологического эффекта, поскольку вторичная переработка строительных отходов позволит решить проблему материального снабжения объекта строительства дешевым сырьем, а также ресурсосбережения природных ресурсов. Определены значения концентраций пыли на стройплощадке при проведении работ по дроблению отходов строительства, которые позволили определить усредненное значение пыли, привносимое при переработке отходов в границах строительной площадки. Предложена схема системы пылеподавления для снижения выбросов пыли в процессе переработки строительных отходов на стройплощадке.

**Ключевые слова:** отходы строительства, рециклинг, строительная площадка, дробильные установки, загрязнение атмосферного воздуха, вторичное сырье, мероприятия.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

На сегодняшний день отходы строительства и сноса зданий на территории ДНР подлежат складированию или захоронению на полигонах, что отрицательно сказывается на экологическом состоянии территорий региона и приводит к неоправданным потерям сырьевых ресурсов, поскольку отходы строительства по своему составу и свойствам близкие к природному сырью и могут повторно использоваться в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР), т. е. являются альтернативным вариантом пополнения и сохранения природных ресурсов. Стоит отметить, что переработка техногенных отходов в сырье для «искусственных» строительных материалов дешевле, чем переработка природных материалов. Поэтому с целью экологической безопасности и экономической целесообразности наиболее оптимальным способом является рециклинг отходов непосредственно на строительной площадке с последующим вовлечением полученных ВМР в процесс возведения новых зданий. Однако следует учесть, что переработка «на месте», если объект расположен в черте города, может быть затруднена по экологическим требованиям, поскольку при дроблении отходов наблюдается дополнительное привнесение в атмосферный воздух пылевых частиц различной крупности и шумовое загрязнение территории, отведенной под строительство.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Проведенный анализ данных [1, 2] показал, что: в законодательной базе ДНР нет четкой регламентации системы переработки отходов с последующим их использованием; в регионе отсутствует четкое понимание необходимости внедрения рециклинга отходов строительства и сноса. В работе [3] проанализированы 20 проектов возведения жилых зданий различной этажности: от трех до 26 этажей; установлено, что при строительстве зданий наибольшее количество выбросов загрязняющих веществ

выбрасывается в атмосферный воздух при работе спецтехники и выполнении земляных работ на нулевом цикле возведения зданий. В работе [2] установлены основные факторы, влияющие на величину воздействия строительного процесса на атмосферный воздух; изучено изменение величины эмиссии загрязняющих веществ с учетом календарного графика выполнения строительных работ.

### ЦЕЛЬ

Исследование пылевого загрязнения атмосферного воздуха при проведении рециклинга отходов строительства и сноса зданий непосредственно на месте их образования, на строительной площадке, с последующей разработкой мероприятий по снижению данного негативного воздействия.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На сегодняшний день переработка строительных отходов для ДНР является малоизученным новым направлением, поскольку наблюдается отсутствие организаций, занимающихся непосредственно рециклингом отходов строительства и сноса зданий. Так как система правового регулирования ориентирована только лишь на управление обращением с отходами демонтажа и сноса зданий как одним из видов загрязнения окружающей среды, что исключает их переработку. Наиболее оптимальным способом с учетом экологической безопасности является переработка отходов непосредственно на месте их образования. В результате на строительной площадке образуется замкнутый цикл, который начинается стадией демонтажа здания и заканчивается стадией переработки отходов с получением вторичных материалов и последующим вовлечением их в строительное производство. Главным достоинством данного способа является отсутствие стадии транспортировки отходов крупнотоннажными самосвалами за пределы территории объекта.

Анализ литературных источников [2, 4, 5] показал, что для переработки строительных отходов на строительной площадке используется, как правило, технологическое оборудование по демонтажу, измельчению и фракционированию. На рисунке 1 представлены основные этапы переработки отходов и показана привносимая дополнительная нагрузка на атмосферный воздух в результате реализуемой деятельности [6].

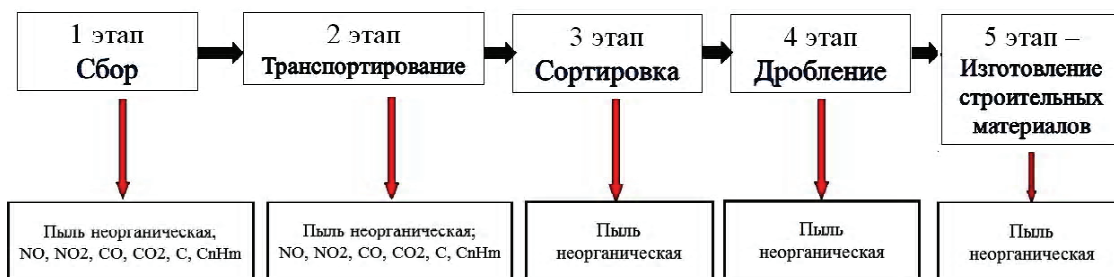


Рисунок 1 – Этапы обращения со строительными отходами на строительной площадке.

Образующиеся в строительном производстве отходы проходят следующие этапы: сбор и вывоз, сортировку и переработку. Сбор отходов осуществляется на строительной площадке часто без сортировки, навалом, с последующим вывозом [4]. Для более экологически эффективного обращения с отходами и возможности повторного использования следует заменить порядок этапов на такие: сбор, сортировку, переработку с последующим изготовлением строительных материалов и вывоз. Сбор и сортировку отходов необходимо проводить по месту их образования, то есть на строительной площадке. Сортировка отходов строительства предназначена для выделения необходимой фракции, готовой для приготовления изделия или материала, не нуждающегося в измельчении. Для получения необходимой фракции наибольшее распространение получил механический метод, реализованный в виде обращения со строительными отходами – грохочение. Следующим этапом является далее переработка отходов. На этой стадии происходит дробление с использованием чаще всего дробилок (щековых), реже мельницы. Чаще всего повторное использование строительных отходов предполагает использование их как заполнителей (аналог щебня), поэтому возможность переработки зависит от возможности их дробления. Заключаящим этапом является вывоз для утилизации совершенно непригодного материала и его захоронение. Исходя из перечисленных этапов можно сделать вывод,

что наиболее приемлемо перерабатывать отходы на месте их образования, поскольку нет необходимости транспортирования отходов к месту их переработки, либо транспортируется их небольшая часть (непригодный материал), и на месте получаем качественное вторичное сырье, которое можно использовать повторно в строительстве [7].

Анализ полученных данных показал, что основной вклад в пылевое загрязнение атмосферного воздуха приносят именно дробильные установки (четвертый этап), в процессе эксплуатации которых происходит измельчение отходов до необходимой фракции. Все перечисленное выше определило выбор направления исследований – исследование строительной площадки при переработке отходов строительства как источника пылевого загрязнения окружающей природной среды. С позиций экологической безопасности нужно четко понимать, на какой именно условном периоде процесса возведения нового здания необходимо производить переработку отходов, с последующим включением в цикл строительства, чтобы данное воздействие минимально повлияло на загрязнение атмосферного воздуха в границах проведения строительных работ, т. е. необходимо учитывать календарный график строительства с учетом полученного усредненного значения дополнительно привносимой концентрации пыли.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на определение дополнительного вклада пыли при проведении на строительной площадке работ по дроблению, измельчению отходов. Экспериментальные замеры значений пылевого загрязнения осуществлялись с использованием стандартных методик [7, 8] и следующих приборов: анемометра для измерения скорости ветра; флюгера для определения направления движения ветра; дальномера для измерения расстояния от места дробления до визуально фиксированного расстояния оседания частиц пыли; электроаспиратор для измерения запыленности атмосферного воздуха участка дробления отходов; весов электронных, которые использовались для измерения массы фильтров. В таблице 1 представлены полученные результаты распространения пылевого загрязнения атмосферного воздуха в районе проведения работ по дроблению строительных отходов.

**Таблица 1** – Результаты проведенных исследований пылевого загрязнения

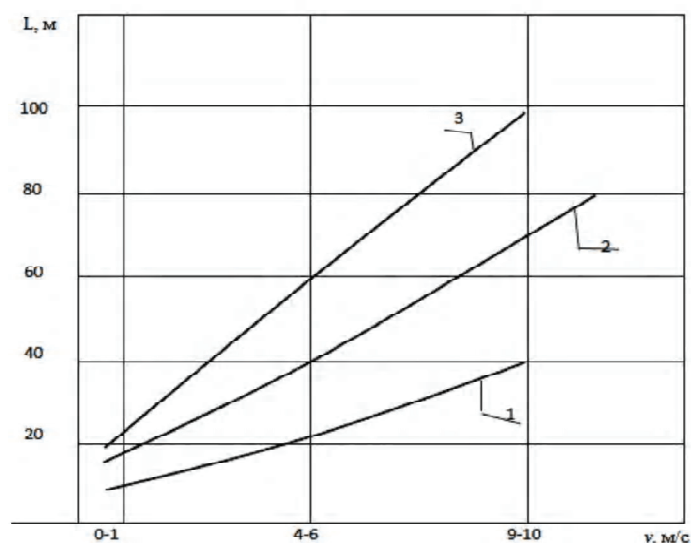
Расстояние максимального удаления частиц пыли, м	Время удаления, с		
	25	100	175
	$v = 0...1$ м/с		
10	18	24	
	$v = 4...6$ м/с		
22	40	58	
	$v = 9...10$ м/с		
40	70	98	

На основании данных, представленных в таблице 1, были построены зависимости изменения расстояния максимального удаления частиц пыли от таких показателей, как скорость ветра и время удаления (рисунок 1).

На основании полученных зависимостей можно сделать вывод, что значения плотности оседания частиц пыли с увеличением фактора «расстояние» имеет тенденцию к уменьшению, а также стоит отметить, что значения плотности прямо пропорционально уменьшаются с увеличением фактора «скорость». Также в работе приведены результаты определения концентрации пыли, образующейся при дроблении отходов. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Полученные результаты позволяют определить усредненное значение концентрации пыли, привносимое при переработке отходов в границах строительной площадки –  $C_{\text{уср}} = 15,58$  мг/м<sup>3</sup>, что позволит наиболее точно подойти к выбору периода переработки отходов с наименьшими «негативными последствиями» для окружающей среды, в частности для атмосферного воздуха. Поскольку внедрение рециклинга на предложенном «условном» периоде нового строительства повлечет за собой увеличение валовых значений пылегазового загрязнения атмосферного воздуха. В работе на рисунке 2 представлено полученное пофракционное распределение массы пылевых частиц, выделяющихся в атмосферный воздух в процессе дробления отходов строительства и демонтажа зданий.

Для снижения пылевых выбросов, образующихся в процессе измельчения, дробления отходов строительства и сноса зданий в дробильных установках, предложена схема так называемой «системы пылеподавления» (рисунок 3), которая включает в себя следующие основные компоненты: вихревой



**Рисунок 1** – Зависимость изменения расстояния максимального удаления частиц пыли от таких показателей как скорость ветра и время удаления: 1 – 25 с; 2 – 100 с; 3 – 175 с.

**Таблица 2** – Результаты определения концентрации пыли на стройплощадке при проведении работ по дроблению отходов строительства

№ пробы	Масса фильтра, мг		Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>
	до проведения замеров	после проведения замеров	
1	3 518	3 548	15,18
3	3 524	3 551	14,91
7	3 610	3 646	15,20
8	3 554	3 565	15,37
10	3 535	3 567	15,98
13	3 615	3 646	15,38
15	3 548	3 573	15,76
17	3 551	3 579	16,05
20	3 538	3 565	15,92
24	3 612	3 638	16,02

инерционный пылеуловитель с отсосом из бункера, который позволяет повысить показатель эффективности аппарата и снизить аэродинамическое сопротивление; циклон марки ЦН-15-400.

Предложенная установка пылеподавления позволит не только снизить пылевые выбросы, образующиеся в процессе переработки строительных отходов непосредственно на месте их образования, но и обосновать в соответствии с требованиями экологической безопасности целесообразность рециклинга отходов строительства и сноса зданий на строительной площадке с последующим вовлечением полученного ВМР в строительный процесс.

### ВЫВОДЫ

В ходе проведения исследования были определены значения концентрации пыли на стройплощадке при проведении работ по дроблению отходов строительства, которые позволили определить усредненное значение концентрации пыли, приносимое при переработке отходов в границах строительной площадки, а также предложена схема системы пылеподавления для снижения выбросов пыли в процессе переработки строительных отходов на стройплощадке.

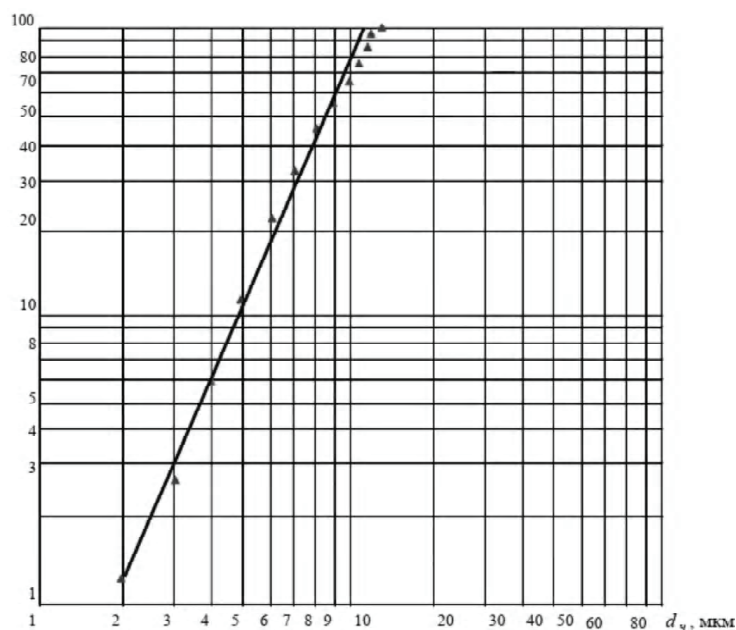


Рисунок 2 – Пофракционное распределение массы частиц пыли.

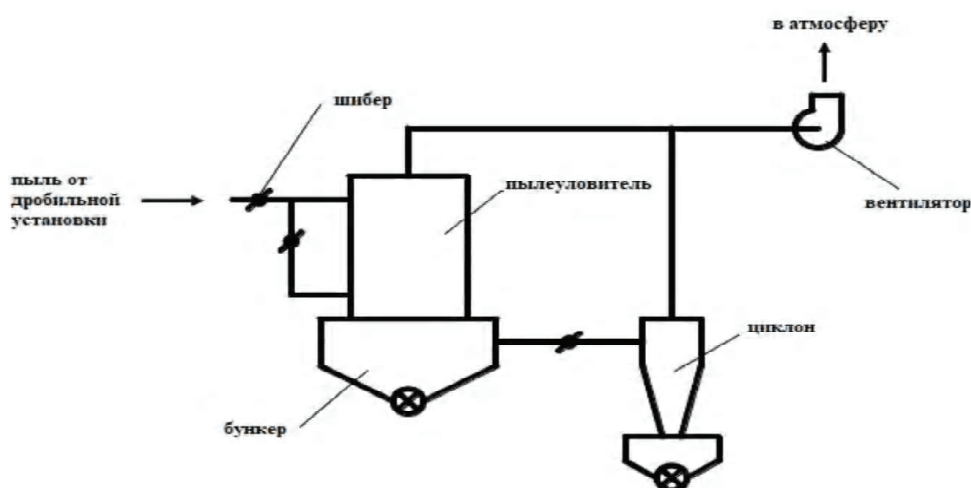


Рисунок 3 – Схема «системы пылеподавления».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики : официальный сайт. – Текст : электронный. – Донецк. – [2017]. – URL: <http://gkescopoldnr.ru> (дата обращения: 01.10.2021).
2. Башева, Т. С. Анализ уровня воздействия строительного производства в границах строительных площадок / Т. С. Башева, А. А. Шейх. – Текст : электронный // Вестник Донбасской академии строительства и архитектуры. – 2019. – Выпуск 2019-5(139) Инженерные системы и техногенная безопасность. – С. 67–70. – URL: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/vestnik/2019/vestnik\\_2019-5\(139\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-5(139).pdf) (дата публикации: 18.11.2019).
3. Башева, Т. С. Определение величины эмиссии загрязняющих веществ и установление опасного расстояния для строящихся объектов с различными конструктивными особенностями / Т. С. Башева, А. А. Шейх. – Текст : непосредственный // Научно-практический журнал «Строитель Донбасса». – 2020. – № 2(11). – С. 20–26.
4. Кравцова, М. В. Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот / М. В. Кравцова, А. В. Васильев, А. В. Кравцов. – Текст : непосредственный // Известия СНЦ РАН. – 2015. – № 4. – С. 804–809.
5. Европейская практика обращения с отходами: Проблемы, решения, перспективы. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2005. – 77 с. – Текст : непосредственный.

6. Шевченко, Т. Ю. Рециклинг строительных отходов / Т. Ю. Шевченко, М. Ю. Барна, О. Ю. Назаренко. – Текст : непосредственный // Вестник ПГАСА. – 2011. – № 9 (162). – С. 8–11.
7. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух : введено в действие письмом Ростехнадзора от 24 декабря 2004 г. N 14-01-333. – Санкт Петербург : НИИ Атмосфера, 2004. – 31 с. – Текст : непосредственный.
8. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов : разработан ЗАО «НИПИОТСТРОМ». – Новороссийск : [б. и.], 2002. – 28 с. – Текст : непосредственный.

Получена 05.10.2021

О. О. ШЕЙХ

АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА ЯК ДЖЕРЕЛА ПИЛОВОГО  
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ПЕРІОД РЕЦИКЛІНГУ  
ВІДХОДІВ І РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЙОГО ЗНИЖЕННЯ  
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** У роботі встановлено, що застосування будівельних відходів найбільш ефективно слід проводити на місці демонтажних робіт, реалізуючи процес за допомогою технології, що включає їх сортування, подрібнення, підготовку, приготування і використання. Запропоновано схему поводження з відходами на будівельному майданчику і показано привносне додаткове навантаження на атмосферне повітря в результаті реалізованої діяльності. Обґрунтовано доцільність використання відходів будівництва та демонтажу будівель безпосередньо на місці їх утворення з метою отримання екологічного ефекту, оскільки вторинна переробка будівельних відходів дозволить вирішити проблему матеріального постачання об'єкта будівництва дешевою сировиною, а також ресурсозбереження природних ресурсів. Визначено значення концентрацій пилу на будмайданчику при проведенні робіт з дроблення відходів будівництва, які дозволили визначити усереднене значення пилу, що привноситься при переробці відходів в межах будівельного майданчика. Запропонована схема системи пилоподавлення для зниження викидів пилу в процесі переробки будівельних відходів на будмайданчику.

**Ключові слова:** відходи будівництва, рециклінг, будівельний майданчик, дробильні установки, забруднення атмосферного повітря, вторинна сировина, заходи.

ALEXANDRA SHEIKH

ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION SITE AS A SOURCE OF DUST  
POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR DURING WASTE RECYCLING AND  
DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE IT

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** It is established in the work that the use of construction waste should be most effectively carried out at the site of dismantling works, implementing the process through technology that includes their sorting, grinding, preparation, preparation and use. The scheme of waste management at the construction site is proposed. The expediency of using construction waste and dismantling buildings directly at the place of their formation is justified from the point of view of obtaining an environmental effect, since the recycling of construction waste will solve the problem of material supply of the construction object with cheap raw materials, as well as resource conservation of natural resources. The values of dust concentrations on the construction site during the crushing of construction waste were determined, which made it possible to determine the average dust value introduced during waste processing within the boundaries of the construction site. A scheme of a dust suppression system is proposed to reduce dust emissions during the processing of construction waste at the construction site.

**Key words:** construction waste, recycling, construction site, crushing plants, atmospheric air pollution, secondary raw materials, activities.

**Шейх Александра Александровна** – ассистент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение экологической безопасности в строительстве; оценка уровня воздействия на атмосферный воздух процесса возведения зданий.

**Шейх Олександра Олександрівна** – асистент кафедри техносферної безпеки ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення екологічної безпеки в будівництві; оцінка рівня впливу на атмосферне повітря процесу зведення будівель.

**Sheikh Alexandra** – Assistant, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of environmental safety in construction; assessment of the level of impact on the atmospheric air of the process of construction of buildings.