

EDN: JUESSG

УДК 504.3.054:69.05

А. А. ШЕЙХ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ВЕЛИЧИНУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Аннотация. В работе установлено, что рециклинг отходов строительства и демонтажа зданий наиболее эффективно следует производить непосредственно на месте выполнения демонтажных работ, реализуя процесс посредством технологии, включающей их сортировку, измельчение, подготовку, приготовление и использование. Представлен технологический процесс получения вторичного сырья в границах строительной площадки с использованием мобильной щековой дробилки модели Sandvik QJ241. В работе определены значения концентраций пыли, которые образуются на строительной площадке при проведении работ по дроблению отходов строительства с использованием мобильной щековой дробилки. Полученные концентрации позволили определить усредненное значение пыли, привносимое при переработке отходов в границах строительной площадки. Обоснована целесообразность переработки строительных отходов и вовлечение их в цикл строительства, поскольку полученные концентрации по всем рассматриваемым веществам на границе базовой санитарно-защитной зоны и на территории ближайшей жилой застройки не превышают нормативы ПДК.

Ключевые слова: отходы строительства, рециклинг, дробление, установка дробильная, загрязнение, атмосферный воздух, расчет рассеивания.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

На сегодняшний день одним из вариантов решения проблемы дефицита земли является разрушение старых зданий, не находящихся в эксплуатации и занимающих значительные территории. Проведенный анализ статистических данных свидетельствует, что на территории промышленных зон, воинских частей находится огромное количество зданий, которые требуют реконструкции или разрушения с целью освобождения территории. В большинстве случаев восстановление старых зданий является экономически нецелесообразным, поэтому необходимо проводить их почти полное разрушение под новую застройку, в результате разрушения будет образовываться огромное количество строительных отходов, которые необходимо утилизировать. Рециклинг отходов строительства и демонтажа зданий позволяет более рационально использовать невозполнимые природные ресурсы, а также минимизировать экологический ущерб в результате производственной деятельности [1]. Также использование рециклинга может сократить себестоимость строительства, поскольку отходы строительства и сноса становятся достаточно привлекательным ресурсом в условиях восстановления городов. 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 атмосферных воздух пылевых частиц различной крупности и шумовое загрязнение территории, отведенной под строительство.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работах [1, 2] 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. В работе [3] обоснована целесообразность использования отходов строительства и демонтажа зданий непосредственно



на месте их образования с учетом получения экологического эффекта, поскольку вторичная переработка строительных отходов позволит решить проблему материального снабжения объекта строительства дешевым сырьем, а также сбережения природных ресурсов.

Цель: исследование дополнительного пылевого загрязнения атмосферного воздуха при проведении рециклинга отходов строительства и сноса зданий в границах строительной площадки.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Проведенный ранее анализ этапов обращения со строительными отходами на стройплощадке показал, что основной вклад в пылевое загрязнение атмосферного воздуха вносят дробильные установки, в процессе эксплуатации которых происходит измельчение отходов до необходимой фракции [3-5]. Очевидно, что осуществление на стройплощадке различных операций, связанных с рециклингом отходов демонтажа и строительства, будет сопровождаться выделением пыли. Все перечисленное выше определило выбор направления исследований – исследование строительной площадки при переработке отходов строительства как источника пылевого загрязнения окружающей природной среды.

Для анализа влияния процесса переработки отходов демонтажа и строительства зданий непосредственно на строительной площадке в работе был выполнен расчет выбросов загрязняющих веществ от работы дробильной установки [3]. В границах строительной площадки планируется установка мобильной щековой дробилки Sandvik QJ241, предназначенной для производства вторичного щебня. В основу производства вторичного щебня положен процесс механического измельчения отходов на мобильной щековой дробилке Sandvik QJ241. Машина предназначена для уменьшения крупности отходов минерального происхождения (например камня, бетона, гранита, сланцев, кирпича, известняка, железобетона, асфальта) и переработки отходов до определенных размеров. Конечный образующийся продукт – вторичный щебень, применяемый в строительстве и технологических процессах.

Самоходная щековая дробилка – это автономная гусеничная машина, рассчитанная на тяжелые условия работы в карьерах и в строительной области. В машине используется дизельный двигатель, обеспечивающий питание гидравлического силового агрегата и электрических систем машины. Гусеницы, питатели, щеки, конвейеры и все другие рабочие части машины имеют гидравлический привод. Максимальная загрузка мобильной установки определена технической документацией – 225 т/год перерабатываемого сырья. Приёмное отверстие: 1 000×650 мм. Максимальный диаметр кусков строительных отходов составляет 520 мм. Разгрузочная щель – от 50 до 150 мм.

Стадии технологического процесса.

1. Прием и подготовка отходов. Все строительные отходы минерального происхождения для изготовления вторичного щебня при приемке на площадку для складирования проходят входной контроль на соответствие по внешнему виду и степени загрязненности.

2. Измельчение отходов с использованием щековой дробилки, осуществляющей дробление при помощи движения «щек» до получения готовой продукции – вторичного щебня необходимой фракции.

3. Каждая партия готового вторичного щебня проходит выборочный визуальный и измерительный контроль качества.

4. Полученный после дробления в дробилке вторичный щебень складывается в отвал на площадку готовой продукции, расположенную вблизи цеха.

Полученный вторичный щебень может применяться для подсыпки, замены грунта при обратной засыпке котлованов и траншей, рекультивации земель, нарушенных в результате разработки месторождений полезных ископаемых, для благоустройства территории, при строительстве дорожных одежд низких категорий. Прочность щебня характеризуют маркой по дробимости щебня. Далее был проведен анализ воздействия намечаемой деятельности на состояние атмосферного воздуха. На территории площадки проектирования планируется организация 6 неорганизованных источников выбросов: разгрузка и хранение строительных отходов (ист. № 6001), загрузка отходов в дробилку (ист. № 6002), разгрузка и хранение песка (ист. № 6003), работа самой дробилки (ист. № 6004), работа погрузчика (ист. № 6005) и погрузочно-разгрузочная площадка (ист. № 6006). Основными загрязняющими веществами, выделяющимися в атмосферный воздух на стадии эксплуатации проектируемого объекта (щековая дробилка и места хранения строительных отходов и материалов), являются: оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, твердые частицы, пыль неорганическая, бенз/а/пирен, сажа, углеводороды предельные. Полученные результаты расчетов сведены и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры выбросов загрязняющих веществ

Наименование производства, участка	№ источника	Наименование источников выделения ЗВ	Высота источника, м	Загрязняющее вещество		Количество ЗВ, выбрасываемых в АВ	
				Код	Наименование	г/с	т/год
Площадка и хранение отходов	6001	Площадка и хранение отходов	2	2908	Пыль неорганическая: 70...20 % SiO ₂	0,002	0,011
Загрузка отходов в дробилку	6002	Загрузка отходов в дробилку	4	2908	Пыль неорганическая: 70...20 % SiO ₂	0,004	0,021
Разгрузка и хранение вторщепня	6003	Разгрузка и хранение вторщепня	2	2908	Пыль неорганическая: 70...20 % SiO ₂	0,016	0,078
Щековая дробилка	6004	Дробление	5	2908	Пыль неорганическая: 70...20 % SiO ₂	0,000	0,001
				301	Азота диоксид	0,212	1,019
				330	Серы диоксид	0,061	0,291
				337	Углерод оксид	0,173	0,829
				328	Сажа	0,009	0,043
Дизельный погрузчик	6005	Работа дизельного погрузчика	5	301	Азота диоксид	0,144	0,692
				330	Серы диоксид	0,041	0,198
				337	Углерод оксид	0,117	0,562
				328	Сажа	0,006	0,029
				2754	Углеводороды	0,033	0,157
				703	Бенз(а)пирен	0,000	0,000
Территория площадки	6006	Автотранспорт	5	301	Азота диоксид	0,001	0,013
				330	Серы диоксид	0,000	0,002
				337	Углерод оксид	0,002	0,019
				328	Сажа	0,0001	0,001
				2754	Углеводороды	0,0003	0,003
Итого						0,8214	3,969

ИСТОЧНИК № 6001. ПЛОЩАДКА РАЗГРУЗКИ И ХРАНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ. Склад временного хранения служит для хранения сырья – строительных отходов в кусковой форме. В течение года из автотранспорта может перегружаться до 300 000 тонн исходного сырья. Выбросы загрязняющих веществ составляют 0,011 т/год.

ИСТОЧНИК № 6002. ЗАГРУЗКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ДРОБИЛКУ. Загрузка отходов для переработки в щековую дробилку осуществляется дизельным погрузчиком. В течение года дробилка может перерабатывать до 300 000 тонн отходов (максимальная производительность согласно техническим характеристикам). Выбросы загрязняющих веществ составляют 0,021 т/год.

ИСТОЧНИК № 6003. ПЛОЩАДКА РАЗГРУЗКИ И ХРАНЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ (ВТОРИЧНОГО ЩЕБНЯ). Площадка хранения служит для хранения готовой продукции – вторичного щебня. В течение года из дробилки может перегружаться до 300 000 тонн вторичного щебня. Выбросы загрязняющих веществ составляют 0,078 т/год.

ИСТОЧНИК № 6004. РАБОТА ШЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ. Щековая дробилка служит для переработки крупнокусковых строительных отходов до мелкой фракции нужного размера. Максимальная производительность дробилки 225 т/час (согласно техническим характеристикам). Работа дробилки осуществляется с использованием дизельного двигателя внутреннего сгорания эксплуатационной мощностью 168 кВт. Загрузка отходов в дробилку осуществляется дизельным погрузчиком. Выгрузка после окончания процесса дробления производится автономно при помощи конвейера, входящего в состав дробилки. Выбросы загрязняющих веществ составляют 2,414 т/год.

ИСТОЧНИК № 6005. ПОГРУЗЧИК. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНАЯ ПЛОЩАДКА. Дизельный погрузчик осуществляет операции по загрузке строительных отходов в щековую дробилку. Работа погрузчика осуществляется с использованием дизельного двигателя внутреннего сгорания эксплуатационной мощностью 114 кВт. Выбросы загрязняющих веществ составляют 1,637 т/год.

ИСТОЧНИК № 6006. АВТОТРАНСПОРТ. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНАЯ ПЛОЩАДКА. На территории производственной площадки предусмотрены площадки для разгрузки сырья (строительных крупнокусковых отходов) и погрузки готовой продукции, для перемещения которых используются грузовые автомобили. Количество грузовых автомобилей в час – 8 ед, в сутки 65 ед. (исходя из годовой программы, рассчитанной по максимальной мощности щековой дробилки). Выбросы загрязняющих веществ составляют 0,038 т/год.

Для оценки воздействия на атмосферный воздух источников выбросов загрязняющих веществ был проведен расчет рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы с использованием унифицированной программы расчёта загрязнения атмосферы УПРЗА "ЭКО центр" с учетом предыдущих исследований [2]. Ранее было установлено, что с учетом экологической безопасности переработку строительных отходов и вовлечение их в цикл строительства необходимо выполнять непосредственно до полученного опасного периода, т. е. до 50 дня возведения здания. Полученные расчетным путем величины мощности выбросов вредных веществ, сопоставленные с календарным планом выполнения строительных работ, позволили определить наиболее опасный период строительства с позиции воздействия на атмосферный воздух (с 50 по 70 день) [3]. Поэтому при проведении расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ были учтены удельные выбросы, образующиеся при выполнении работ нулевого цикла. Полученные результаты расчета приземных концентраций загрязняющих веществ сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета приземных концентраций загрязняющих веществ

Код	Наименование вещества	Максимальные приземные концентрации, доли ПДК на границе	
		СЗЗ	жилой застройки
301	Азота диоксид	0,35	0,32
328	Углерод (сажа)	0,04	0,03
330	Серы диоксид	0,22	0,19
337	Углерод оксид	0,02	0,02
703	Бенз(а)пирен	0,00	0,04
2754	Углеводороды предельные C ₁₁ -C ₁₉	0,02	0,02
2902	Твердые вещества	0,49	0,22
2908	Пыль неорганическая: 70...20 % SiO ₂	0,32	0,28
6008	Группа суммации (301; 330)	0,57	0,51
6040	Группа суммации (337; 2908)	0,33	0,29

Полученные максимальные приземные концентрации по всем рассматриваемым веществам на границе базовой санитарно-защитной зоны и на территории ближайшей жилой застройки не превышают нормативы ПДК [6]. Максимальные концентрации наблюдаются по азоту диоксиду (код 0301) – 0,35 долей ПДК на границе СЗЗ и 0,32 долей ПДК на границе жилой застройки.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

- выявлены основные источники выбросов загрязняющих веществ, образующиеся на строительной площадке в процессе рециклинга отходов;
- определены валовые и максимально разовые значения выбросов загрязняющих веществ от неорганизованных источников на строительной площадке; наибольшие валовые выбросы имеют загрязняющие вещества – пыль неорганическая: 70...20 %, SiO₂, NO₂ и CO;
- обоснована целесообразность переработки строительных отходов и вовлечение их в цикл строительства до ранее полученного опасного периода, т. е. до 50 дня возведения здания, поскольку полученные максимальные приземные концентрации по всем рассматриваемым веществам на границе базовой санитарно-защитной зоны и на территории ближайшей жилой застройки не превышают нормативы ПДК;
- максимальные концентрации наблюдаются по азоту диоксиду (код 0301) – 0,35 долей ПДК на границе СЗЗ и 0,32 долей ПДК на границе жилой застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королева, Л. П. Вклад рециклинга в неоиндустриальное развитие / Л. П. Королева. – Текст : электронный // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2017. – № 2. – С. 29–38. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vklad-retsiklinga-v-neoindustrialnoe-razvitiye-klassifikatsiya-effektov/viewer> (дата публикации: 13.04.2017).
2. 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 // Научно-практический журнал «Строитель Донбасса». – 2020. – № 2(11). – С. 20–26. – Текст : непосредственный.
3. Шейх, А. А. Анализ строительной площадки как источника пылевого загрязнения атмосферного воздуха в период рециклинга отходов и разработка мероприятий по его снижению / А. А. Шейх. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2021. – Выпуск 2021-5(151) Инженерные системы и техногенная безопасность. – С. 61–66. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-5\(151\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-5(151).pdf) (дата публикации: 25.10.2021).
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 : электронный // Известия СНЦ РАН. – 2015. – № 4. – С. 804–809. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-utilizatsii-otходov-stroitelstva-s-posleduyuschim-vovlecheniem-ih-vo-vtorichnyy-оборот/viewer> (дата публикации: 15.11.2015).
5. Хмельской, Н. А. Эффективность переработки строительных отходов методом рециклинга / Н. А. Хмельской. – Текст : электронный // Международный журнал «Integral». – 2020. – № 3. – С. 108–116. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-pererabotki-stroitelnyh-otходov-metodom-retsiklinga/viewer> (дата публикации: 01.07.2020).
6. Российская Федерация. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе = Method for Calculating Atmospheric Concentration of Hazardous Substances Contained in Industrial Emissions : [утвержден Минприроды России 06 июня 2017 года № 273]. – Текст : электронный // files.stroyinf.ru : [сайт]. – Москва, 2017. – 79 с. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293744/4293744278.htm> (дата публикации: 01.01.2018).

Получена 14.10.2022

Принята 28.10.2022

О. О. ШЕЙХ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ БУДІВНИЦТВА НА
ВЕЛИЧИНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У роботі встановлено, що рециклінг відходів будівництва і демонтажу будівель найбільш ефективно слід проводити безпосередньо на місці виконання демонтажних робіт, реалізуючи процес за допомогою технології, що включає їх сортування, подрібнення, підготовку, приготування і використання. Представлений технологічний процес отримання вторинної сировини в межах будівельного майданчика з використанням мобільної щоківової дробарки моделі Sandvik QJ241. У роботі визначено значення концентрацій пилу, які утворюються на будівельному майданчику при проведенні робіт з дроблення відходів будівництва з використанням мобільної щоківової дробарки. Отримані концентрації дозволили визначити усереднене значення пилу, що привноситься при переробці відходів в межах будівельного майданчика. Обґрунтовано доцільність переробки будівельних відходів та залучення їх до циклу будівництва, оскільки отримані концентрації з усіх розглянутих речовина на межі базової санітарно-захисної зони та на території найближчої житлової забудови не перевищують нормативи ГДК.

Ключові слова: відходи будівництва, рециклінг, дроблення, установка дробильна, забруднення, атмосферне повітря, розрахунок розсіювання.

ALEXANDRA SHEIKH

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE PROCESS OF PROCESSING
CONSTRUCTION WASTE ON THE AMOUNT OF ATMOSPHERIC AIR
POLLUTION

Abstract. It is established in the work that recycling of construction and dismantling waste of buildings should be carried out most effectively directly at the site of dismantling works, implementing the process through technology that includes their sorting, grinding, preparation, preparation and use. The technological process of obtaining secondary raw materials within the boundaries of the construction site using a mobile jaw crusher model Sandvik QJ241 is presented. The paper defines the values of dust concentrations that are formed on the construction site during the crushing of construction waste using a mobile jaw crusher.

The obtained concentrations allowed us to determine the average value of dust introduced during waste processing within the boundaries of the construction site. The expediency of processing construction waste and involving them in the construction cycle is justified, since the concentrations obtained for all substances under consideration at the border of the basic sanitary protection zone and on the territory of the nearest residential development do not exceed the MPC standards.

Key words: construction waste, recycling, crushing, crushing plant, pollution, atmospheric air, dispersion calculation.

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 ДООУ 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.