

DOI:10.12737/article_5b115a66c73a34.65607627

Прохоров С.В., канд. техн. наук, доц.

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Oс204@bk.ru

С развитием промышленного производства и химической промышленности существенно увеличилась экологическая нагрузка на воздушную, грунтовую и гидравлическую среду. Строительство одна из отраслей народного хозяйства, которая широко применяет искусственные материалы для производства работ, а также является источником большого количества отходов загрязняющих окружающую среду. Попадание загрязняющих веществ в окружающую среду может происходить на различных этапах производственного цикла. Традиционными с точки зрения экологической безопасности являются требования к материалам, применяемым для возведения зданий. Однако это лишь малая часть возможных загрязнений. Большая часть веществ попадает непосредственно в процессе производства строительно-монтажных работ, при работе техники и оборудования, а также при выполнении работ по реконструкции и демонтажу. Для обеспечения необходимого уровня экологической эффективности строительства необходимо рассматривать весь производственный цикл в комплексе.

Ключевые слова: строительство, отходы, экология, выбросы, организация строительства.

Введение. Загрязнение окружающей среды при выполнении строительных работ может происходить по нескольким причинам. Среди них можно выделить наиболее весомые: строительные отходы и продукты сноса зданий и сооружений; попадание вредных веществ в почву, воду и атмосферу в результате нарушения технологии производства работ или применения устаревших методов; использование устаревшей строительной техники; плохая организация строительства (площадки очистки колес, ограждения строительной площадки, удаление стоков со строительной площадки).

Значение проблем, связанных с размещением отходов, резко возросло с ростом и развитием крупных городов. По оценкам Евростата ежегодное образование C & DW составляет 970 миллионов тонн в ЕС-27, что составляет в среднем почти 2,0 тонны на одного жителя [1].

И если для зарубежных стран и компаний это является обязательной нормой и носит государственный характер, то с экологической точки зрения плюсы переработки техногенных отходов очевидны [2]. Во-первых, переработка приводит к снижению количества необходимых полигонов для захоронения отходов. Во-вторых, применение вторичного сырья позволяет значительно сократить добычу природных ресурсов и сократить энергетические затраты на производство, что, несомненно, благотворно сказывается на состоянии окружающей среды [3, 4]. Экономическая выгода достигается за счет того, что техногенным отходам дается вторая жизнь. Её конечный результат – получение качественных материалов, пригодных для дальнейшего ис-

пользования, которые значительно дешевле первичных [5].

В Российской Федерации в настоящее время перерабатывается лишь 5–10 % отходов строительства и сноса, причем переработке подвергается в основном лом железобетона и кирпича, поскольку их переработка одна из самых простых и не требует сложных производственных процессов [6, 7] На низком уровне находится решение задач утилизации таких видов строительных отходов, как полимерных напольных покрытий, битумных покрытий, пластмассы, строительной керамики, древесины. [8,9,10]

Передовыми городами в области утилизации строительного мусора являются крупные мегаполисы Москва, Санкт-Петербург и ряд других.

Наряду с федеральными нормами, законом № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления", постановлением Правительства РФ от 16.08.2013 № 712 "О порядке проведения паспортизации отходов I-IV классов опасности", действуют региональные нормативы в частности: Закон города Москвы от 30.11.2005 № 68 "Об отходах производства и потребления в городе Москве», Постановление Правительства Москвы от 25.06.2002 № 469 "О порядке обращения с отходами строительства и сноса в г. Москве".

Однако отсутствие в достаточном количестве перерабатывающих комплексов и несовершенство нормативной базы, отсутствие единой системы управления отходами препятствуют полноценному решению вопроса. На низком уровне находится система побуждения и стиму-

лирования для применения «зеленых» и энергоэффективных технологий со стороны государственных структур.

Постановка проблемы. Согласно данным Росстата (рис. 1), в последнее время неуклонно

возрастает разрыв между образованием отходов от строительной деятельности и их переработкой [11].

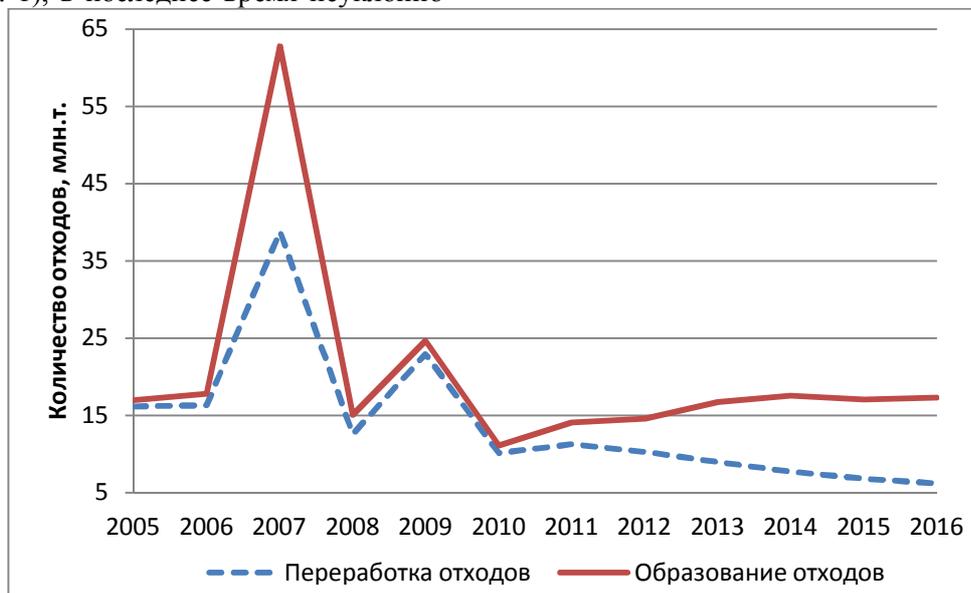


Рис. 1. Распределение количества образования и переработки отходов в строительстве за 2005–2016 года

Помимо вопроса, связанного с утилизацией отходов строительного производства, на первый план выходят задачи по минимизации выбросов загрязняющих веществ в процессе производства работ, оптимизации ресурсосбережения и применения современных методов анализа влияния технологических процессов на окружающую среду [12].

Мероприятия по охране окружающей среды основываются на требованиях раздела "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" Постановления Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию". Однако для эффективной организации строительного производства и снижения воздействия неблагоприятных факторов на экосистему, необходимо уже на стадии проектирования производить комплексную оценку различных вариантов производства работ и применения механизации. Немаловажную роль показатели экологичности и энергоэффективности играют при реализации проектов за рубежом или с участием иностранных инвесторов. Необходим комплексный подход, позволяющий оценивать уровень воздействия на окружающую среду методов строительного производства. Для этих целей необходимо выделить основные критерии оценки и оптимизации:

1. Попадание вредных веществ в почву, воду и атмосферу в результате нарушения технологии

производства работ или применения устаревших методов.

Данный вид загрязнений в основном связан с недостатком в строительных организациях современных инструментов и оборудования, а также с нежеланием применять новые прогрессивные методы производства работ. В частности, при выполнении опалубочных работ ряд компаний до сих пор применяют смазки на основе отработанных масел. Это не только негативно сказывается на качестве бетонной поверхности, но и загрязняет грунтовые воды в результате очистки опалубки, её складирования и перевозке. В некоторых случаях применяются опалубочные системы индивидуального изготовления из древесины, которую впоследствии необходимо утилизировать или перерабатывать. Применение дизель-молотов, приготовление горячих мастик с применением низкоэффективных котлов также негативно сказывается на экологической ситуации в условиях строительной площадки.

2. Дополнительным источником загрязнения при производстве строительного производства является устаревшая строительная техника. Многие организации эксплуатируют технику со сверхнормативным сроком службы, которая не соответствует современным требованиям в области экологической безопасности. Зачастую техника эксплуатируется так сказать «на убой», что приводит к попаданию в грунт масел, топлива и других технологических жидкостей через

неплотности в сальниках, уплотнениях и т.д. Еще одним негативным моментом использования устаревших машин является их низкая производительность и как следствие увеличенные сроки производства работ, а значит и выбросов в атмосферу. [13,14]

3. Не маловажную часть в снижение экологичности строительства вносит не достаточная организация производства работ. В частности, при выполнении работ образуется достаточно большое количество пылеобразных загрязняющих веществ, которые складываются в открытых контейнерах или на открытых верхних этажах, из которых все раздувается ветром [15]. Зачастую внутривозрадные дороги выполняются по грунту без устройства покрытия, что также является источником загрязнения. Это является прямым нарушением требований СП 48.13330.2011 «Организация строительства», но даже при их соблюдении необходимо больше внимания уделять применению энергоэффективных технологий при разработке организационных мероприятий на строительной площадке.

Методика. Целью работы является оценка эффективности организации строительного производства и оптимизация выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Критерием оптимизации может служить количественный показатель загрязняющих веществ выделяемых при производстве работ.

$$k = k_1 \cdot n_1 + k_2 \cdot n_2 + k_3 \cdot n_3 - k_4 \rightarrow \min \quad (1)$$

k_1 – удельная доля загрязняющих веществ выделяемых веществ при производстве СМР; k_2 – удельная доля загрязняющих веществ выделяемых в результате эксплуатации машин и механизмов; k_3 – удельная доля загрязняющих веществ выделяемых в результате реализации организационных мероприятий СМР; k_4 – удельная доля загрязняющих веществ использованных при рекуперации, рециклинге и т.д.; n_1, n_2, n_3 – весовые коэффициенты определяющие величину ущерба окружающей среде.

Основная часть. Количество загрязняющих веществ выделяемых при производстве строительно-монтажных работ может оцениваться

Количество загрязняемых веществ выделяемых при производстве работ

$$k_d = \sum_{i=1}^n k_{di} \cdot V_d + \sum k_{отход} \quad (2)$$

где k_d – среднее количество вредных веществ при выполнении d-й работы на j-м объекте; V_d – объем работ на объекте; $k_{отход}$ – количество отходов, подлежащих утилизации с учетом потерь в результате несовершенства технологии.

Для снижения уровня влияния методов производства работ на загрязнение окружающей среды необходима разработка и внедрение малоотходных и безотходных технологий. В частности, применение конструкций повышенной заводской готовности не только сокращает сроки строительства, но и способствует минимизации потерь материалов и выделению вредных веществ. В частности, применение несъемной опалубки позволяет исключить загрязнение при демонтаже и очистке опалубки. Применение мобильных бетоносмесительных установок, подача бетона бетононасосами, использование пластификаторов позволяет снизить потребление энергии и потери при транспортировке бетонной смеси.

Количество загрязняющих веществ при эксплуатации строительной техники определяем исходя из времени работы на объекте:

$$k_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ij} t_{ij} \cdot k_i \quad (3)$$

где K_{ij} – среднее количество вредных веществ i-й машины при работе на j-м объекте; t_{ij} – время работы i-й машины на j-м объекте; k_i – коэффициент учитывающий разброс выбросов вредных веществ в зависимости от состояния техники.

Время работы машины на объекте определяем по формуле

$$t_{ij} = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^n P_{ij} k_{ti} k_{vi} k_{ri}} \quad (4)$$

где V_i – объем работ на j-м объекте; P_{ij} – производительность машины; k_{ij} – производительность i-й машине на j-м объекте; k_{ti} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на удорожание работ; k_{vi} – коэффициент, учитывающий влияние возраста техники на стоимость эксплуатации; k_{ri} – коэффициент, учитывающий влияние условий эксплуатации и структуры работ

Коэффициент учитывающий разброс выбросов вредных веществ в зависимости от состояния техники определяем по формуле:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n k_{ij} t_i}{k_{ij} \sum_{i=1}^n t_i} \quad (5)$$

Для снижения выбросов в атмосферу при работе машин и механизмов необходимо внедрять передовые методы производства работ, такие как:

1. Применение современных систем автоматизации производства работ, в частности систем 2D и 3D позиционирования для земляных работ;
2. Применение высокотехнологичного оборудования, оснащенного системами рекуперации, аккумулирования энергии и гибридными силовыми установками;

3. Применение передовых методов производства и организации работ с применением машин и механизмов.

Количество загрязняющих веществ, выделяемых в результате реализации организационных мероприятий СМР. Также необходимо производить сравнение затрат на устранение последствий загрязнения и приведения территории в надлежащее состояние

$$k_3 = \sum_{i=1}^n k_f \quad (6)$$

где k_f – количество вредных веществ, выделяемых в результате несовершенства организационных мероприятий;

В соответствии со СП 48.13330.2011 «Организация строительства» все природоохранные мероприятия должны разрабатываться на стадии проектирования на основании данных инженерных изысканий осваиваемой территории. При производстве работ на строительном объекте должны осуществляться контроль содержания вредных веществ в воздухе, а также замеряться параметры уровней шума и значения вибрации в близлежащих жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки. Дополнительными мероприятиями для снижения экологической нагрузки на окружающую среду могут являться снижение затрат на санитарно-бытовые нужды, экономия электроэнергии на освещение и производство строительного-монтажных работ.

Переход от размещения бытовых помещений в отдельно стоящих вагончиках к модульным и блокированным помещениям позволяет сократить площадь охлаждаемой поверхности, а значит улучшить теплотехнические характеристики зданий. Применение для теплоснабжения автономных источников теплоснабжения с количественно-качественным способом регулирования отпуска тепла, автоматизированных тепловых пунктов с погодозависимым регулированием позволяет существенно сократить затраты на отопление, а как следствие уменьшить вредные выбросы в атмосферу. Совмещение системы обогрева с системами вентиляции и кондиционирования, позволит применять рекуперационные системы и снизить энергозатраты на нагрев и осушение воздуха.

Также необходимо предусмотреть возможность отхода от традиционных видов отопительных котлов в сторону альтернативных источников отопления (например, при помощи тепловых насосов, солнечных батарей), отоплении при помощи воздуха (подразумевающее электрический подогрев воздуха, поставляемого при помощи контролируемой вентиляционной системы).

Для освещения строительной площадки, целесообразно использовать солнечные панели с аккумулялирующими блоками. Это повлечет первоначальные затраты, но окупится при постоянном применении.

После определения всех показателей производится сравнение и выбор варианта с минимальными затратами.

Выводы. Внедрение комплексного подхода к оценке количества выделяемых вредных веществ и образования отходов при выполнении строительного-монтажных работ, а также сопутствующих работ позволит решить сразу несколько вопросов:

1. Улучшение экологической обстановки в регионе;

2. Создание условий экономической заинтересованности субъектов во внедрении новых технологий и экономии ресурсов.

2. Разработка правовые, экономические и технические механизмы стимулирования внедрения «зеленых» технологий.

3. Совершенствование технологических и организационных методов производства строительного-монтажных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pacheco-Torgal F. Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020 // Construction and Building Materials. 2014. №51. Pp. 151–162.

2. Cha G. -W, Kim Y. -C, Moon H. J., and Hong W. -H. New Approach for Forecasting Demolition Waste Generation using Chi-Squared Automatic Interaction Detection (CHAID) Method // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 168: pp. 375–385.

3. Karolina R., Pandiangan J. Preliminary Studies on Steel Slag as a Substitute for Coarse Aggregate on Concrete // 6th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum, EACEF. 2017. Vol. 138.

4. Mohajerani A., et al. Practical Recycling Applications of Crushed Waste Glass in Construction Materials: A Review // Construction and Building Materials. 2017. Vol. 156. Pp. 443–467.

5. Ахматов М.А., Чеченов А.М. Проблема утилизации карьерных и промышленных отходов для производства строительных материалов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». 2015. С. 263–268.

6. Куценко В.В., Цховребов Э.С.,

Сидоренко С.Н., Церенова М.П., Киричук А.А. Проблемы обеспечения экологической безопасности региона // Вестн. РУДН. 2013. № 2. С. 75–82.

7. Цховребов Э.С., Четвертаков Г.В., Шканов С.И. Экологическая безопасность в строительной индустрии. М.: Альфа-М, 2014. 304 с.

8. Саврасова Ю.С., Чаплыгина Д.И., Тимофеев Г.П. Существующие и перспективные направления развития переработки древесных отходов // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 177–181.

9. Кравцова М.В., Васильев А.В., Кравцов А.В., Носарев Н.С. Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. №4(4). С. 804–809.

10. Каунова А.С., Михайлова М.А. Современные методы утилизации строительных отходов // Электронный научный журнал. 2017. № 1-2 (16). С. 218–221.

11. Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической

деятельности (по ОКВЭД-2007) [Электронный ресурс]. // Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (дата обращения: 02.02.2018)

12. Fong, K. F., and Lee C. K. Investigation of Climatic Effect on Energy Performance of Trigeneration in Building Application // Applied Thermal Engineering. 2017. Vol. 127. Pp. 409–420.

13. Шлыков М.Ю., Козырева Л.В. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе строительной техники // Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. 2016. С. 235–237.

14. Ерошенко Я.Б., Самхарадзе К.К. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна строительной техникой // Инновации в науке. 2017. № 8 (69). С. 7–11.

15. Киселева Е.А. Анализ существующей типологии энергосберегающих мероприятий в процессе реализации строительного проекта и эксплуатации объекта недвижимости // Вестник МГСУ. 2015. № 2. С. 187–195.

Информация об авторах

Прохоров Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительное производство.

E-mail: oc204@bk.ru

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Россия, 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87.

Поступила в февраль 2018 г.

© Прохоров С.В., 2018

S.V. Prokhorov

INCREASE OF ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION PRODUCTION

With the development of industrial production and the chemical industry environmental load on air, dirt and hydraulic environment has significantly increased. The construction is of one of the industries that widely uses artificial materials for the production of works, and is also the source of large amounts of waste polluting the environment. Ingress of contaminants into the environment can occur at different stages of the production cycle. Traditional from the point of view of environmental safety are requirements for materials used for the construction of buildings. However, this is only a small part of possible contamination. Most of the substances gets directly in the production process of construction works, when working machinery and equipment, as well as the implementation of reconstruction and dismantling. To ensure the required level of environmental performance of construction it is necessary to consider the entire production cycle in the complex.

Keywords: construction, waste, ecology, emissions, organization of construction.

REFERENCES

1. Pacheco-Torgal F. Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. Construction and Building Materials, 2014, no. 51, pp. 151–162.

2. Cha, G. -W, Kim Y. -C, Moon H. J., and Hong W. -H. New Approach for Forecasting Demolition Waste Generation using Chi-Squared Automatic Interaction Detection (CHAID) Method. Journal of Cleaner Production, 2017, vol. 168, pp. 375–385.

3. Karolina R., and Pandiangan J. Preliminary Studies on Steel Slag as a Substitute for Coarse Aggregate on Concrete. 6th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum, EACEF, 2017, vol. 138.

4. Mohajerani, A., et al. Practical Recycling Applications of Crushed Waste Glass in Construction Materials: A Review. Construction and Building Materials, 2017, vol. 156, pp. 443–467

5. Ahmatov M.A., Chechenov A.M. Problem of utilization of the career and industrial wastes for production of structural materials. Materials of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 95th anniversary of the FGBOU HPE "GSTU named after M.D. Millionshchikov", 2015, pp. 263–268.

6. Kucenko V.V., Ckhovrebov E.S., Sidorenko S.N., Cerenova M.P., Kirichuk A.A. Problems of ensuring ecological safety of the region. Bulletin of RUDN, 2013, no. 2, pp. 75–82

7. Ckhovrebov E.S., Chetvertakov G.V., Shkanov S.I. Ecological safety in the structural industry. Moscow: Al'fa-M. 2014, 304 p.

8. Savrasova YU.S., Chaplygina D.I., Timofeev G.P. The existing and perspective directions of development of processing of a wood wastag. Actual problems of ecology and labor protection: a collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference, 2015, pp. 177–181.

9. Kravcova M.V., Vasil'ev A.V., Kravcov A.V., Nosarev N.S. The analysis of methods of a salvage of construction with their subsequent involvement in a secondary turn. News of the Samara

Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2015, vol. 17, no.4(4), pp. 804–809.

10. Kaunova A.S., Mihajlova M.A. The modern methods of utilization of construction waste. Online scientific magazine, 2017, no. 1-2 (16), pp. 218–221.

11. Education, use and neutralization of industrial and consumption waste by types of economic activity (on OKVED-2007). Federal Service of State Statistics. Available at: URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/# (accessed 02.02.2018)

12. Fong K.F., Lee C. K. Investigation of Climatic Effect on Energy Performance of Trigeneration in Building Application. Applied Thermal Engineering, 2017, vol. 127, pp. 409–420.

13. SHlykov M.YU., Kozyreva L.V. Assessment of emissions of pollutants in free air during the operation of the construction equipment. Collection of scientific works of II of international research and practice conference with scientific school for young people. Tver State Technical University, 2016, pp. 235–237.

14. Eroshenko YA.B., Samharadze K.K. Monitoring of pollution of the air basin construction equipment. Innovations in science, 2017, no. 8 (69), pp. 7–11.

15. Kiseleva E.A. The analysis of the existing typology of energy saving actions in the course of implementation of the structural project and operation of a real estate object. Bulletin of MGSU, 2015, no. 2, pp. 187–195.

Information about the author

Sergei V. Prokhorov, PhD, Assistant professor.

E-mail: oc204@bk.ru.

Vladimir State University named after A. and G. Stoletovs. Russia, 600000, Vladimir, Gorkiy st., 87.

Received in February 2018