

УДК 691

DOI: 10.23968/ВІМАС.2024.003

Лобикова Ольга Михайловна, старший преподаватель

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: olg.lobikova@yandex.ru, *ORCID:* 0000-0002-3047-2944

Субоч Ангелина Витальевна, студент

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: linar0697@gmail.com, *ORCID:* 0009-0008-3118-649X

Сапранков Никита Владимирович, студент

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: nikita.bru.by@gmail.com, *ORCID:* 0009-0008-9830-6978

Lobikova Olga Mikhailovna, Senior Lecturer

(Belarusian-Russian University)

Suboch Anhelina Vitalievna, student

(Belarusian-Russian University)

Saprankov Nikita Vladimirovich, student

(Belarusian-Russian University)

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МАТЕРИАЛОВ В ПЕРИОД ОКОНЧАНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

ASSESSMENT OF THE LIFE CYCLE OF MATERIALS DURING THE END OF SERVICE LIFE FOR THE ENCLOSING STRUCTURES OF A LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDING

Строительная отрасль является одним из самых крупных потребителей энергии природных ресурсов, а также известна своим неблагоприятным воздействием на окружающую среду. Именно поэтому важно понимать, насколько она сопряжена с экологией. Данная работа представляет собой сравнительный анализ жизненного цикла строительных материалов, включает учет выбросов углекислого газа, выявление на стадии проектирования неблагоприятного влияния малоэтажного жилого здания в период окончания срока службы при использовании различных вариаций строительных материалов в программном комплексе Tally LCA. Наиболее выигрышной ограждающей конструкцией среди популярных в городе Могилеве для строительства в данном исследовании оказалась стена из газобетона.

Ключевые слова: оценка жизненного цикла, строительные материалы, углекислый газ, невозобновляемая энергия, стадия окончания срока службы.

The construction industry is one of the largest consumers of energy from natural resources and is also known for its negative environmental impacts. This is why it is important to understand how this relates to the environment. This work is a life cycle analysis of construction materials, including consideration of carbon dioxide emissions, identifying at the design stage the adverse effects of a low-rise residential building during the end of its life of life when using various of construction materials in the Tally LCA software package. The most advantageous enclosing structure among those popular in the city of Mogilev for construction in this case turned out to be a wall made of aerated concrete.

Keywords: life cycle analysis, construction materials, carbon dioxide, non-renewable energy, end-of-life stage.

Строительная отрасль на сегодняшний день один из крупнейших потребителей энергии, природных ресурсов, воды и остается сектором, который способствует загрязнению воздуха. После постройки здания обычно эксплуатируются несколько десятилетий. Затем представляют собой значительный источник сырья и продолжают выделять выбросы загрязняющих веществ, связанных с их эксплуатацией (отопление, освещение, процессы вентиляции и т. д.) [1]. При проектировании объектов уделяется достаточно большое внимание снижению выбросов на этапах производства материалов для строительства, при строительстве и эксплуатации зданий [2]. При этом недостаточно прорабатывается проблема повторного использования материалов после окончания срока службы здания. Продуманный выбор материалов с позиции возможности их переработки в будущем, еще на ранних этапах проектирования будет влиять на сокращение количества отходов, и повышение совокупной эффективности объекта. Решить поставленную задачу позволяют BIM технологии [3, 4].

Методы оценки экологического эффекта включают в себя компьютерные модели оценки негативных экологических воздействий, модели анализа экологической эффективности городской застройки по интегральному показателю, чек-листы устойчивого развития и метод анализа жизненного цикла (Life Cycle Assessment – LCA) [3]. Анализ воздействия на окружающую среду, выполненный традиционным ручным способом, предполагает расчет объема выбросов по каждому виду материалов, полученных при демонтаже объекта. При наличии большого количества элементов данный процесс является весьма трудоемким. В помощь проектировщикам приходят программные продукты, позволяющие выполнить поставленные задачи за короткий промежуток времени [4, 5].

Анализ воздействия на окружающую среду в данной работе выполнен в приложении Tally, являющегося надстройкой для Autodesk Revit 2019. В программе подробно заданы материалы по элементам модели из базы данных приложения. Далее для каждого материала добавлена информация о дальности транспортировки до объекта строительства, что также влияет на оценку факторов влияния на природную среду. Определены данные по энергопотреблению здания и длительность жизненного цикла.

По итогам расчетов в Tally составлен отчет с численными параметрами факторов, оказывающих влияние на окружающую среду, и графическим представлением их в виде диаграмм с делением по типоразмерам из BIM-модели. Основные показатели влияния на окружающую среду (потенциал глобального потепления, окислительно-восстановительный потенциал, потенциал эвтрофикации, потенциал образования смога, количество невозобновляемой энергии) в Tally рассчитаны по методологии европейского стандарта BS EN 15978:2011¹.

Следует отследить изменения в ходе исследования показателей выработки невозобновляемой энергии. Энергия является основой развития производительных сил в любом государстве. Ее наличие и доступность обеспечивают бесперебойную работу промышленности, сельского хозяйства, транспорта и коммунального хозяйства. А расходы на энергию являются существенной статьёй затрат. Постоянно развивающаяся энергетика является залогом стабильного экономического развития. Принято различать возобновляемые и невозобновляемые источники энергии [6]. Возобновляемые источники – это те, используя которые мы почти не меняем их количество. К ним относятся: солнце, ветер, гидроэнергетика, приливы и другие источники энергии. Невозобновляемые – это источники энергии, которые безвозвратно теряются в процессе переработки либо медленно восстанавливаются. Например: уголь, нефть, газ, торф и другие [7]. Следует отыскивать новые источники энергии и развивать способы её экономии в строительстве.

Целью данного исследования является установление оптимальной ограждающей конструкции для строительства индивидуального жилого здания в Могилевской области, Беларусь с учетом оценки жизненного

¹ BS EN 15978:2011. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. 31.01.2012. 64 p. European Committee for Standardization. ISBN: 978-0-580-77403-4. URL: <https://www.en-standard.eu/bs-en-15978-2011-sustainability-of-construction-works-assessment-of-environmental-performance-of-buildings-calculation-method/> (дата обращения: 20.01.2024).

цикла (этапы C2-C4 строительных материалов) с использованием методологии LCA.

В статье проводится анализ этапов LCA C2-C4, которые включают перевозку демонтированного продукта к месту переработки или к месту окончательного удаления, использование отходов, полученных после демонтажа, и удаление отходов.

Расчет выбросов и потребляемых ресурсов для модуля C выполнен по СТБ EN 15804/OP¹.

В ходе исследования был смоделирован двухэтажный жилой дом в Autodesk Revit 2019. Район строительства – Могилевская область, Беларусь. Общая жилая площадь составляет 225 м², а высота этажа 3 метра. Для анализа были подобраны распространенные в строительстве среди сельских домов ограждающие конструкции. На основании этих конструкций выполнен теплотехнический расчет для Могилевской области и подобраны толщины ограждающих конструкций.

В работе были смоделированы 2 варианта конструктивных решений жилых зданий и загружены объемы строительных материалов ограждающих конструкций при помощи программного обеспечения Tally LCA для Autodesk Revit 2019. Заданным конструкциям были подобраны материалы из базы данных Tally LCA и автоматически рассчитаны выбросы и потребляемые ресурсы кгCO₂e от них. Кроме того, с помощью Tally LCA проведено сравнение вариантов материалов для ограждающих конструкций по влиянию на потенциалы глобального потепления (GWP), образования смога (SFP) окислительно-восстановительный (AP), эвтрофикации (EP), и количество невозобновляемой энергии (NRE). 3D-модель здания представлена на рис. 1. Результаты расчетов представлены на рис. 2, 3.

Полученные данные позволяют сделать выбор варианта материала для ограждающих конструкций с позиции минимизации воздействия на окружающую среду после окончания срока службы здания.

¹ СТБ EN 15804/OP. Устойчивое развитие в строительстве. экологические декларации продукции. Основные правила для товарной категории строительных изделий. Минск: Госстандарт, 2023. С. 16–47. URL: <https://stn.by/files/projects/or-stb/> (дата обращения: 20.01.2024).



Рис. 1. 3D-модель проектируемого жилого здания

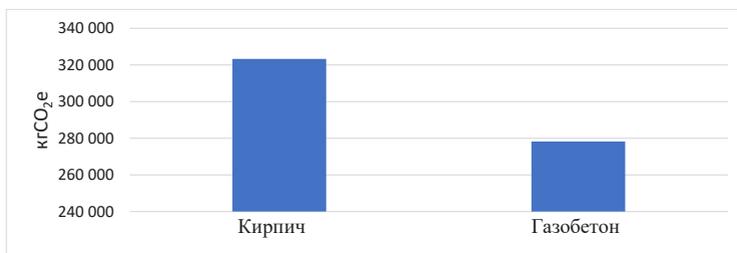


Рис. 2. Объемы выбросов кгCO₂e в модулях C2-C4

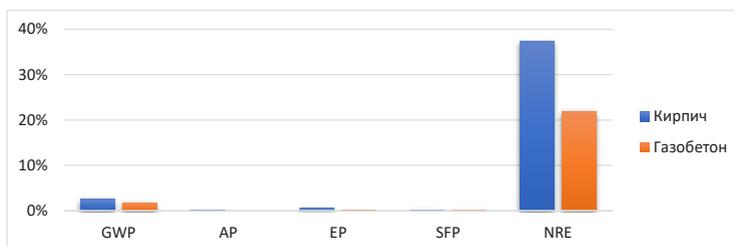


Рис. 3. Результаты сравнения вариантов здания в разных категориях воздействия

По результатам исследования оптимальным вариантом с минимальным воздействием на окружающую среду в виде выбросов kgCO_2e является ограждающая конструкция, в основе которой лежит газобетон. Причем вариант конструкции из кирпича производит больше выбросов на 24,8 %. Можно отметить, что вариант ограждающей конструкции из газобетона также имеет меньшие потери невозобновляемой энергии на 16,43 %. Таким образом, применение LCA с использованием приложения Tally, являющегося надстройкой для Autodesk Revit, для выбора конструктивных решений дает возможность выполнять анализ и минимизировать неблагоприятное воздействие объекта на окружающую среду на любом этапе.

Литература

1. Lasvaux S. Study of a Simplified Model for the Life Cycle Analysis of Buildings. Paris Institute de Technologie, 2010. 14 p.
2. Лобикова Н.В., Галюжин А.С., Лобикова О.М., Галюжин С.Д. Экологическая целесообразность применения тепловых насосов для отопления индивидуальных жилых домов в Беларуси // Вестник Белорусско-Российского университета. 2018. № 2 (59). С. 33–44. DOI: 10.53078/20778481_2018_2_33. EDN: XOOCLJ.
3. Ковалев А.О. Методы оценки экологического воздействия на городскую среду // Символ науки: международный научный журнал. 2016. № 11-3(23). С. 83–86. DOI: 10.22227/2305-5502.2022.1.7 EDN: UTXFBT.
4. Хроменок Н.В., Слесарев М.Ю. Обоснование эффективности исследований экологической безопасности зданий на основе метода LCA // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований: Матер. XXVIII междунар. научно-практ. конф. Morrisville: LuluPress, 2022. С. 120–129. EDN: FCLEUV.
5. Самойлов Е.К. Применение BIM технологий при оценке экологических аспектов реновации объектов индустриального наследия методом LCA // Система управления экологической безопасностью: сб. тр. XVII междунар. научно-практ. конф. Екатеринбург: УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2023. С. 78–84. EDN: YDVRRE.
6. Левада А.В., Немова Д.В. Оценка жизненного цикла на основе BIM-модели для зеленого строительства // Неделя науки ИСИ. Матер. всеросс. конф. в 3-х ч. СПб.: СПбПУ, 2021. С. 374–376. EDN: OZWTNL.
7. Dyudyaev I.A., Mayorova V.V. Nuclear vs. Renewables: What Is Better? // LinguaNet. Сб. матер. IV Всеросс. молодёжной научно-практ. конф. с междунар. уч. (к 100-летию Ю.В. Кнорозова). Севастополь, 2022. С. 358–361. EDN: JQOPOT.