

УДК 691.32; 691.328

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4\(27\)-72-83](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4(27)-72-83)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА. РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF INTERNATIONAL STANDARDIZATION IN THE FIELD OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE. RUSSIAN EXPERIENCE

А. Е. НИКИТИН, канд. техн. наук

Статья касается применения оптимальных методов воздействия на окружающую среду, использования экологически безвредных продуктов для железобетонных конструкций на каждом этапе их жизненного цикла. Проанализирована нормативно-техническая база международной организации по стандартизации ИСО/ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон» в области экологической деятельности. Сделано сопоставление международной и российской нормативно-технической базы с целью дальнейшего обновления, повышения уровня гармонизации российских и международных норм в области строительства зданий и сооружений. Разработаны предложения по совершенствованию нормативно-технической базы РФ.

The article deals with the application of optimal methods of environmental impact, the use of environmentally friendly products for reinforced concrete structures at each stage of their life cycle. The normative and technical base of the international organization for standardization ISO/TC 71 'Concrete, reinforced concrete, prestressed concrete' in the field of environmental activities is analyzed. A comparison of the international and Russian regulatory and technical base was made to further update and increase the level of harmonization of Russian and international standards in the field of construction of buildings and structures. Proposals for improving the regulatory and technical base of the Russian Federation have been developed.

Ключевые слова:

Бетон, железобетон, изготовление бетона, компоненты бетона, методы испытаний, жизненный цикл, стандартизация, стандарты

Key words:

Building structures, concrete, concrete components, concrete fabrication, construction, environmental management, ISO standards,

ИСО, строительные конструкции, строитель-
ство, устойчивое развитие, экологический
менеджмент

life cycle, reinforced concrete, standardization,
sustainable development, test methods



С каждым годом в мире все большее внимание уделяется экологическим аспектам во всех сферах деятельности человека. При этом производители хотят комплексно учитывать и минимизировать вредные воздействия на всех стадиях, начиная от производства цемента, выброса углекислого газа, наличия вредных примесей, просто загрязнения строительной площадки остатками бетона или слив грязной воды после мытья бетоновозов. Разные страны объединяются и разрабатывают общие системы «зеленой» сертификации, например, глобальная система (WBCSD). Существует достаточно много местных систем «зеленой» сертификации, например, несколько союзов в Германии, есть союз в Норвегии и др.

В Европе организована система EMAS – система экоаудита и экоменеджмента (EMAS). Это объединенная система экологического менеджмента и аудита, признанная в Европейском Союзе. Международные стандарты экологического менеджмента DIN EN ISO (DIN 33922, DIN 33923, DIN 33924, DIN 33927, DIN EN ISO 14041, DIN EN ISO 14042, DIN EN ISO 14043, DIN EN ISO 14044, DIN EN ISO 14025, DIN EN ISO 14040 и DIN EN ISO 14004) являются центральной составной частью этой системы, которая позволяет компаниям и организациям любых размеров и из любых отраслей подтверждать свой экологический рейтинг. Систему EMAS международных стандартов систем экологического менеджмента называют одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив. Типичные положения этих стандартов состоят в том, что в организации должны быть введены и соблюдаться определенные процедуры, должны быть подготовлены определенные документы, должны быть назначены ответственные за определенные области экологически значимой деятельности.

В основу подхода, на котором базируется система экологического менеджмента, положена концепция, изложенная в стандартах DIN EN ISO серии 14001 «Планируй – Делай – Проверь – Действуй» (Plan, Do, Check and Act) (PDCA). Модель PDCA представляет собой циклический процесс, применяемый организацией для достижения постоянного улучшения. Модель может применяться к системе экологического менеджмента и к ее отдельным элементам. Модель может быть описана следующим образом:

- Планируй (Plan) – разработка экологических целей и процессов, необходимых для получения результатов, соответствующих экологической политике организации;
- Делай (Do) – внедрение процессов, как запланировано;
- Проверь (Check) – проведение мониторинга и измерения процессов в отношении реализации экологической политики, включая содержащиеся в ней обязательства, экологических целей и критериев работы, а также отчетность о результатах;
- Действуй (Act) – выполнение действий по постоянному улучшению.

Рис. 1 показывает, как подход, внедренный в описываемом стандарте, может быть интегрирован в модель PDCA, которая окажет помощь новым и существующим пользователям в понимании важности системного подхода экологического менеджмента.

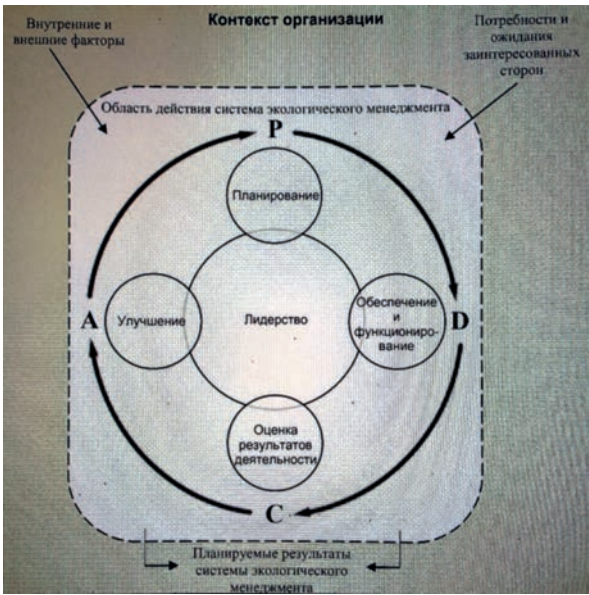


Рис. 1. Взаимосвязь между моделью PDCA и структурой экологического менеджмента

Партнеры по производству бетона из Европы, США, Латинской Америки и Азии на основе стандартов DIN EN ISO серии 14001 инициировали разработку глобальной системы сертификации ответственных поставщиков, призванной помочь компаниям по производству бетона, цемента и заполнителей получить представление об уровне, на котором компания работает экологически, социально и экономически ответственным образом. Бетон является наиболее широко используемым строительным материалом в мире. Создавая систему сертификации для ответственно поставляемого бетона, Совет по устойчивому развитию бетона (CSC) продвигает и демонстрирует бетон в качестве строительного материала, позволяющего принимать экологические обоснованные решения в строительстве, чтобы построить безопасное, прочное и удобное будущее. Наиболее продвинутыми в области экологического менеджмента бетона и железобетона являются Нидерланды и Германия. На рис. 2 показано число выданных экологических сертификатов предприятиям в масштабах стран участниц CSC.

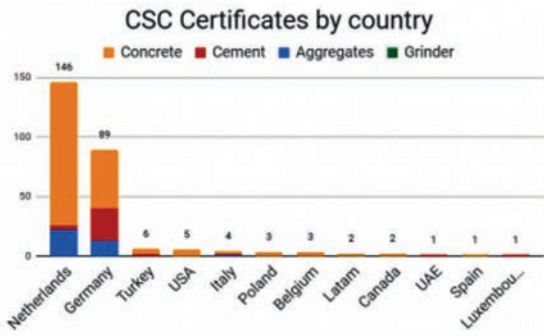


Рис. 2. Число экологических сертификатов выданных предприятиям, занятым в области производства и эксплуатации бетона и железобетона в рамках Совета по устойчивому развитию бетона – CSC

Распределение стран-участниц CSC сосредоточено, в основном, в Европе и частично – в Америке и северной Африке. Графически это показано на рис. 3. В других странах, включая Россию, Японию и Китай, сертификация производителей бетона пока не получила распространение.

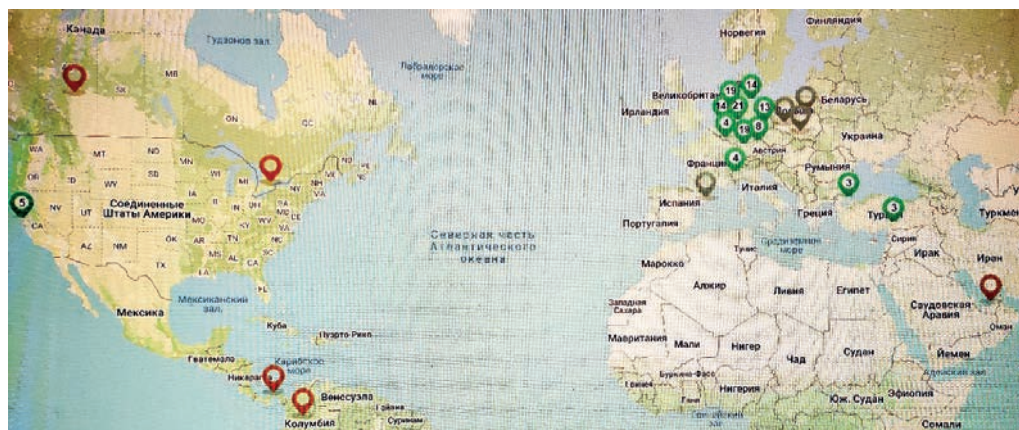


Рис. 3. Географическое расположение стран-участниц экологической стандартизации производителей бетона и железобетона

В настоящее время практически полная сертификация производителей бетона прошла в Норвегии. В Германии сертифицированы почти 100 немецких заводов (94 ед.).

В январе 2020 г. десять готовых бетонных заводов Thomas Beton GmbH получили сертификат Совета по устойчивости бетона. «Золото» было вручено заводам в Киле, Букстехуде, Глинде, Гамбурге, Ноймюнстере, Эльмсхорне и Ярплунде. Уже в декабре шесть заводов Cemex concrete в южной Германии и завод Volkstorf Manzke Beton GmbH успешно прошли процесс сертификации.

Экологический сертификат, который получают заводы, показывает в процентах экологические показатели предприятия:

Соблюдение требований законодательства	X,XX %
Деятельность предприятия.....	X,XX %
Окружающая среда.....	X,XX %
Здоровье и безопасность.....	X,XX %
Экономический эффект.....	X,XX %
Услуги: цемент.....	X,XX %
Цепочка: оплата материалов.....	X,XX %

Проценты от соблюдения каждого показателя суммируются и затем делятся на общее число показателей. Таким образом появляется среднеарифметический процент, который объективно характеризует экологическую составляющую в деятельности предприятия. В зависимости от среднего процента предприятию вручают «Золотой», или «Серебряный», или «Бронзовый» сертификат. Таким образом обеспечивается возможность роста в экологическом менеджменте предприятий связанных с производством бетонов. На рис. 4, 5, 6 показаны примеры всех типов экологических сертификатов, применяемых в системе CSC.



Рис. 4. «Золотой» сертификат, выданный Немецкому предприятию Heidelberger Beton Kurpfalz-Werk Mannheim-Rheinau, при среднем показателе выполнения экологических требований 76,78%



Рис. 5. «Серебряный» сертификат, выданный Нидерландскому предприятию Kijlstra Betonmortel Amsterdam B. V. при среднем показателе выполнения экологических требований 62,04%



Рис. 6. «Бронзовый» сертификат, выданный Канадскому предприятию Lafarge Canada ECAN-Burlington Ready Mix, при среднем показателе выполнения экологических требований 34,77%

Экологический менеджмент в Европе дает хорошие результаты. Во-первых, повышается культура труда, во-вторых, снижаются издержки при производстве цемента и бетона, на которые ранее меньше обращали внимания. Например, на рис. 7 показано снижение расхода топлива при производстве цементного клинкера (КДж/кг) в Европейском союзе. Из графика видно, что за период с 1960 по 2005 гг. расход топлива на производство клинкера снизился почти вдвое.



Рис. 7. Снижение расхода топлива при производстве цементного клинкера, КДж/кг

Исходя из общей тенденции к экологии на основе Европейской системы EMAS, была разработана серия специализированных стандартов ИСО, связанных с экологическим менеджментом в области бетона и железобетона. Всего разработано 9 стандартов ISO серии 13315:

- Часть 1 – Общие принципы учета экологических требований;
- Часть 2 – Данные об области применения и возможностях системы;
- Часть 3 – Материалы и производство бетона;
- Часть 4 – Изготовление железобетонных конструкций;
- Часть 5 – Техническое обслуживание бетонных конструкций;
- Часть 6 – Снос и повторное использование бетонных конструкций;
- Часть 7 – Переработка бетона;
- Часть 8 – Экологические этикетки и декларации на бетон и железобетонные конструкции;
- Часть 9 – Экологическое проектирование бетонных конструкций.

Каждая часть ИСО серии 13315 подробно регламентирует узкую деятельность в области бетона и железобетона с целью обеспечения наилучших экологических результатов. Например, стандарт ISO/TC 71/SC 8 (13315-2:2014) «Environmental management for concrete and concrete structures -- Part 2: System boundary and inventory data» / «Экологический менеджмент для бетона и бетонных конструкций. Часть 2. Данные об области применения и возможностях системы» описывает применение оптимальных методов воздействия на окружающую среду. Он регламентирует в экологическом аспекте производство цемента и заполнителя, производство и транспортировку бетона, строительство, использование и снос бетонных конструкций. Для удовлетворения этих требований необходимо сравнить воздействие на окружающую среду различных бетонов посредством инвентаризационного анализа жизненного цикла (LCI) и оценки жизненного цикла (LCA). Эти два параметра (LCI и LCA) должны проводиться в одних условиях. Другими словами, важно четко определить диапазон времени и пространства для оценки и количественно

понять типы и объемы ресурсов, энергии, составляющих и компонентов, а также изделий и конструкций продукции в результате деятельности, а также побочных продуктов, отходов и др.

Эта часть ISO 13315 обеспечивает принципы и требования, связанные с определением области сбора данных инвентаризации, необходимых для проведения оценки жизненного цикла (LCA) из бетона, сборного бетона и железобетонных конструкций.

При анализе LCA бетона или бетонной конструкции ее область должна быть разграничена. Демаркация границы системы означает определение границ оценки. Когда сбор данных инвентаризации затруднен или экономически ограничен, целевые данные могут быть исключены из границы оценки, но исключение должно быть четко указано.

Границы области бетонных и железобетонных конструкций должны быть точно описаны. Это следующие виды деятельности: производство цемента, воды, добавки примесей и агрегатов, которые являются составляющими бетона; производство арматурной стали, производство бетона, изготовление железобетонных конструкций, использование железобетонных конструкций, снос бетонных конструкций, повторное использование бетонных элементов, переработка и утилизация бетона.

Когда учет экологических последствий, связанных с производством оборудования / техники признан необходимым, то должны быть предприняты меры по устранению двойного учета.

Деятельность, косвенно связанная с производством материала или созданием бетонных конструкций, должна быть включена в границы области:

- процесс дополнительной обработки, использование отходов топлива для производства клинкера;

- транспортировка цемента от цементных заводов.

В стандарте подробно описаны схемы, регламентирующие Области производства:

1. добавок для бетона;
2. природного заполнителя;
3. переработанного заполнителя;
4. бетона с использованием арматурной и напрягаемой стали;
5. устройства опалубки и лесов;
6. бетона;
7. сборного железобетона;
8. сборных конструкций;
9. земляных и фундаментных работ;
10. бетонные работы;
11. обработка отходов;
12. подрывные работы;
13. использование отходов.

Все 9 экологических стандартов ИСО серии 13315 в области бетона и железобетона имеют схожую структуру, но каждый детально регламентирует определенный вид деятельности, связанный с бетоном и железобетоном. Например, стандарт ISO 13315-6: «Environmental management for concrete and concrete structures – Part 6: Use of concrete structures» / «Экологический менеджмент для бетона и бетонных конструкций. Часть 6. Использование бетонных конструкций» имеет схожую структуру с предыдущим, но содержит принципы и процедуры по техническому обслуживанию конструкций и различных строительных работ с учетом

экологических требований. В подтверждение этого далее коротко приведены основные экологические требования стандарта:

1. Обсуждение с заказчиком, который должен кратко сформулировать требования в отношении экологических аспектов, необходимых для целевой меры по исправлению
2. Установка требований экологической эффективности.
3. Проектирование. Необходимо учесть методы обеспечения требуемой экологической деятельности.
4. Оценка. Каждый из ожидаемых экологических характеристик процессуальной деятельности, должен быть оценен. Возможно, потребуется сделать предварительный расчет.
5. Проверка должна быть сделана в отношении каждой из ожидаемых экологических характеристик.
6. Выполнение и связанные с ними работы должны быть проведены на основе процессуальной деятельности.
7. Осмотр или обследование должно проводиться в отношении того, отвечают или не отвечают экологическим требованиям достигаемые экологические характеристики.
8. Документация. Все информация, относящаяся к охране окружающей среды по исправлению деятельности, регистрируются независимо от результатов проверки и инспекции, а запись хранится у проектировщика восстановительных мероприятий и владельца-заказчика.

Американские стандарты ASTM экологического менеджмента отличаются от Европейских по структуре описания и привязке экологических аспектов к различным видам деятельности.

Наиболее близкими к европейским экологическим стандартам DIN EN ISO 14001:2009 и ИСО серии 13315 являются следующие американские стандарты:

1. ASTM E 2129-18: «Standard Practice for Data Collection for Sustainability Assessment of Building Products» / «Стандартная практика сбора данных для оценки экологичности и долговечности строительных изделий при эксплуатации».

Стандарт предусматривает практику сбора данных с целью оценки эксплуатации строительных изделий. Такие данные могут служить основой для принятия решений в отношении строительства, реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий с целью содействия обеспечению устойчивого развития. После проведения предварительной оценки сравнительной информации, собранной в соответствии с этой практикой, может потребоваться дополнительная, более подробная техническая информация для адекватной оценки конкретных потребностей в определенных областях применения.

2. ASTM E 2348-17: «Standard Guide for Framework for a Consensus-based Environmental Decision-making Process» / «Стандартное руководство по рамочной основе для процесса принятия экологических решений». Это руководство предназначено для оказания помощи владельцам и регулирующим органам в решении конкретной экологической проблемы в выявлении и установлении всех ключевых вопросов для принятия взаимоприемлемого решения. Руководство представляет собой «рамочную основу», которая призвана помочь обеспечить учет всех экологических компонентов процесса. В нем содержатся общие рекомендации, помогающие в выборе подходов и методов для конкретного анализа компонентов экологической безопасности.

3. ACI 350.5-12: «Specifications for Environmental Concrete» / «Спецификации для экологических структур». Стандарт с учетом экологических аспектов охватывает бетон, арматуру, производство, размещение, отделку и отверждение бетона, проектирование и устройство

опалубки, и торкрет. Указаны способы обработки швов и закладных изделий, ремонта поверхностных дефектов, а также отделки сформованных и не сформованных поверхностей. Отдельные разделы посвящены архитектурному бетону, массовому бетону, а также предварительно напряженному бетону. Включены положения, регулирующие испытания, оценку и приемку бетона, а также приемку конструкции.

4. ACI 365.1R-17: «Report on Service Life Prediction» / «Отчет о прогнозе срока службы». В стандарте представлена информация для владельца и профессионального проектировщика по прогнозированию срока службы новых и существующих бетонных конструкций. Также представлены ключевые факторы, определяющие срок службы бетона и методики оценки состояния существующих бетонных конструкций. Стандарт помогает в применении имеющихся методов и инструментов для прогнозирования срока службы и предоставляет процедуры, которые могут быть приняты на стадии проектирования и строительства для увеличения срока службы новых конструкций. Представлены методы прогнозирования срока службы бетона и взаимосвязи между экономикой и сроком службы конструкций. В приведенных примерах показано, какие методы обеспечения срока службы применяются к бетонным конструкциям или конструктивным элементам. Также определены необходимые разработки для повышения надежности прогнозов сроков службы. Глава 3 этого стандарта посвящена вопросам окружающей среды.

Американские экологические стандарты, в отличие от европейских и от стандартов ИСО, менее привязаны к экологическому менеджменту в области бетона и железобетона. При проведении анализа не удалось найти американские стандарты, подробно охватывающие экологические аспекты в таких областях как техническое обслуживание, снос и повторное использование бетонных конструкций, экологические аспекты переработки бетона.

В НИИЖБе был проведен анализ ближайших аналогов нормативных технических и методических документов в национальной системе стандартизации для документов по профилю ИСО/ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон».

Из российских стандартов наиболее близкими являются:

1. ГОСТ Р 14.01-2005 «Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования» / «Ecological management. General rules and objectives of regulation»;

2. ГОСТ Р 14.08-2005 «Экологический менеджмент. Порядок установления аспектов окружающей среды в стандартах на продукцию (ИСО/МЭК 64)» – прямое применение ИСО/МЭК 64;

3. ГОСТ Р 14.11-2005 «Экологический менеджмент. Общие требования к органам, проводящим оценку и сертификацию/регистрацию систем экологического менеджмента (ИСО/МЭК 66)» – прямое применение ИСО/МЭК 66;

4. ГОСТ Р 14.12-2006 «Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции» – модификация ИСО/ТО 14062;

5. ГОСТ Р 14.13-2007 «Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля» – гармонизирован с Директивой Совета Европейского Союза 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений».

Отечественные стандарты направлены на установление мер, необходимых для предотвращения и комплексного уменьшения загрязнений окружающей среды с целью повышения:

1) качества и конкурентоспособности продукции (услуг), выпускаемых (оказываемых) субъектами хозяйственной деятельности;

- 2) уровня охраны окружающей среды, установленного законодательными актами;
- 3) безопасности хозяйственной деятельности для жизни и здоровья населения;
- 4) уровня сбережения первичных ресурсов и максимального использования в хозяйственной деятельности вторичных ресурсов из выбросов, сбросов, отходов.

В целом это должно способствовать реализации стратегических основ устойчивого развития общества, включая конституционное право граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и мерах по возмещению ущерба за утрату здоровья или имущества.

Проанализировав отечественную нормативную базу в области экологического менеджмента в области бетона, железобетона и преднапряженного железобетона с международными стандартами, можно сделать вывод, что существующие стандарты по экологическому менеджменту, которые используются в России, имеют общий характер. Они гармонизированы с ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» / «Environmental management systems. Requirements with guidance for use». Специализированных стандартов, касающихся экологического аспекта использования бетонных и железобетонных конструкций, пока нет. Поэтому должна быть проведена подготовка разработки новых аналогичных российских стандартов в области деятельности ИСО/ТК 71 «Бетон, железобетон, преднапряженный железобетон», в которых целесообразно учесть особенности отечественного экологического менеджмента в области бетона. Эти стандарты должны быть гармонизированы с международными стандартами серии ISO 13315.

Работа в этом направлении ведется. Разрабатывается первый в Российской Федерации каталог экологически безопасных строительных материалов. Учет информации выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54954–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

В настоящее время внедряются две основные маркировки: «Листок жизни» и «Эко материал», имеющие вид:



Центр Стандартизации совместно со смежными институтами должен играть ведущую роль в разработке норм по всему жизненному циклу конструкции: по цифровому проектированию, производству, отслеживанию параметров «жизни» и утилизации железобетонных сооружений.

Опираясь на существующие отечественные стандарты по экологическому менеджменту и детально изучив существующие международные стандарты, можно сделать вывод о необходимости провести работу, которая позволит разработать и расширить методику стандартизации, а также понять влияние используемых методов на возможность гармонизации отечественных и международных стандартов в области бетона.

По результатам анализа представляется целесообразным провести научно-исследовательскую работу по созданию российских стандартов, гармонизированных со стандартами

ISO/TC 71/SC 8 серии 13315. Для этого необходимо провести комплекс научно-исследовательских работ в области применения экологического менеджмента по следующим направлениям:

- 1) Определить все экологические нормативные требования, предъявляемые к деятельности предприятий, связанных с производством бетона, и установить, какие элементы экологического менеджмента уже практически используются;
- 2) Разработать направления экологической политики, которые охватывали бы все аспекты деятельности и всю продукцию;
- 3) Определить структуру распределения обязанностей и ответственности в системе экологического менеджмента;
- 4) Оценить степень воздействия предприятия на окружающую среду. Необходимо составить перечень установленных нормативов, характеристик выбросов в атмосферу, сбросов отходов в воду, размещения отходов, а также описание аспектов воздействия на окружающую среду предприятий-поставщиков;
- 5) Определить стадии производства, процессов и видов деятельности, которые могут оказать воздействие на окружающую среду, и разработать системы контроля их функционирования;
- 6) Разработать систему регистрации всех экологически значимых событий, видов деятельности и т.п., например, записи случаев нарушения требований экологической политики, описания предпринятых для улучшения ситуации мер, отчетов по итогам инспекции и текущего контроля.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 14.01-2005 Экологический менеджмент. Общие положения и объекты регулирования / Ecological management. General rules and objectives of regulation.
2. ГОСТ Р 14.08-2005 Экологический менеджмент. Порядок установления аспектов окружающей среды в стандартах на продукцию (ИСО/МЭК 64).
3. ГОСТ Р 14.11-2005 Экологический менеджмент. Общие требования к органам, проводящим оценку и сертификацию/регистрацию систем экологического менеджмента (ИСО/МЭК 66).
4. ГОСТ Р 14.13-2007 Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля.
5. ГОСТ Р 14.12-2006 Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции.
6. ГОСТ Р 54954–2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости.
7. ISO 13315-2:2014 Environmental management for concrete and concrete structures -- Part 2: System boundary and inventory data / Экологический менеджмент для бетона и бетонных конструкций. Часть 2. Данные об области применения и возможностях системы.
8. ISO 13315-6: Environmental management for concrete and concrete structures – Part 6: Use of concrete structures / Экологический менеджмент для бетона и бетонных конструкций. Часть 6. Использование бетонных конструкций.

9. ASTM E 2129-18: Standard Practice for Data Collection for Sustainability Assessment of Building Products / Стандартная практика сбора данных для оценки экологичности и долговечности строительных изделий при эксплуатации.

10. ASTM E 2875-17: Standard Guide for Framework for a Consensus-based Environmental Decision-making Process / Стандартное руководство по рамочной основе для процесса принятия экологических решений.

11. ACI 350.5-12: Specifications for Environmental Concrete / Спецификации для экологических структур.

12. ACI 365.1R-17: Report on Service Life Prediction / Отчет о прогнозе срока службы.

Автор

Александр Евгеньевич НИКИТИН, канд. техн. наук, председатель российского зеркального комитета ИСО ТК71, старший научный сотрудник НИИЖБ им. А. А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

Alexander NIKITIN, Ph. D. (Engineering), Chairman of the Russian mirror Committee ISO TC 71, senior researcher of NIIZHB named after A. A. Gvozdev JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: nae@yandex.ru

тел.: +7 (499) 174-78-33