

Беспалов Вадим Игоревич

Ростовский государственный строительный университет
Кафедра Инженерной защиты окружающей среды
Зав. Кафедры Инженерной защиты окружающей среды
Доктор технических наук, профессор

Bespalov Vadim Igorevich

Rostov State University of Civil Engineering

Department of Engineering of protection of the environment

Head of the Department of Engineering of protection of the environment

E-Mail: izos3402-rgsu@mail.ru

Парамонова Оксана Николаевна

Ростовский государственный строительный университет
Кафедра Инженерной защиты окружающей среды

Ассистент

Paramonova Oxana N

Rostov State University of Civil Engineering

Department of Engineering of protection of the environment

Paramonova_oh@mail.ru

05.23.19 - Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

**Физико-энергетическая концепция описания процессов загрязнения и
снижения загрязнения окружающей среды твердыми
отходами потребления**

Physical-energy concept describing the processes of contamination and pollution
reduction of solid waste consumption

Аннотация: На основе анализа применяемых в мире концепций по обращению с твердыми отходами потребления и применения основных положений теории устойчивости дисперсных систем авторами представлены основные положения разработанной физико-энергетической концепции описания процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления. Описаны ее основная идея, цели и задачи.

Abstract: Based on the analysis used in the world of concepts for dealing with solid waste consumption and application of the basic tenets of the theory of stability of disperse systems, the authors presented the main provisions of physical-energy concept describing the processes of contamination and pollution reduction of solid waste consumption. Describes its main idea, goals and objectives.

Ключевые слова: Твердые отходы потребления; обращение с отходами на городских территориях; экологическая безопасность.

Keywords: Solid waste consumption; waste management in urban areas; environmental safety.

Актуальность проблем обращения с твердыми отходами потребления освещается в средствах массовой информации и не вызывает сомнений ни в одной стране мира.

В целом, реализация системы обращения с твердыми отходами потребления предполагает осуществление следующих видов деятельности на городских территориях:

- организация деятельности хозяйствующих субъектов по сбору, транспортированию и утилизации отходов;
- государственное управление и контроль за соблюдением установленных норм и правил в области обращения с отходами;
- сбор информации в области обращения с отходами;
- экономическое регулирование в указанной области, вовлечение населения в деятельность по ресурсосбережению и уменьшению образования твердых отходов потребления.

При изучении системы обращения с отходами основными объектами исследований выбраны предприятия жилищно-коммунального хозяйства, представляющие собой, как правило, структурные подразделения администраций муниципальных образований, и занимающиеся сбором, транспортированием и утилизацией твердых отходов потребления на застроенных территориях.

Однако территориальные, климатические, экономические и другие особенности условий реализации деятельности системы обращения с твердыми отходами потребления обусловили появление различных концепций обращения с отходами, наиболее известными из которых являются:

- Концепция «Комплексное Управление Отходами» (КУО);
- Европейская система управления отходами (дуальная система Германии и других европейских стран);
- Концепция управления ТБО в России;
- Принципиальная концепция сбора, удаления и переработки отходов (разработчики: Шубов Л.Я., Голубин А.К. и др.);
- Концепция «Zero Waste» (разработчик Робин Мюррей) [1].

Каждая из перечисленных концепций имеет преимущества и недостатки с экологической, экономической, социальной, технологической и организационно-правовой точек зрения. С позиции оценки экологической безопасности городских территорий наибольший интерес, на наш взгляд, представляют такие критерии, как экологическая эффективность и энергетическая экономичность.

Проведенный анализ перечисленных концепций с точки зрения обеспечения экологической безопасности показал их недостаточную обоснованность и выявил в основном направленность концепций на обеспечение экономического и/или технологического аспекта.

Поэтому нами предложено разработать новый подход, основанный на рассмотрении системы обращения с твердыми отходами потребления посредством изучения физической сущности процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления путем использования теории устойчивости дисперсных систем. Предлагаемый подход можно рассматривать как физико-энергетическую концепцию описания процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления.

Основными принципами предлагаемой нами концепции являются:

- рассмотрение твердых отходов потребления как дисперсной системы, что позволяет выявить основные характеристики каждой фракции отходов, свойства каждой из них, возможность использования;
- рассмотрение устойчивости твердых отходов потребления как результирующей характеристики их состояния, что позволяет определить основные виды воздействия на них с целью уменьшения влияния отходов на окружающую среду;
- изучение процесса загрязнения окружающей среды отходами, что позволяет перейти к построению физической модели процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления, что, в свою очередь, позволяет упорядочить последовательность реализации этапов обращения с отходами потребления, выявить все объекты, участвующие на каждом из них;
- физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления положена в основу построения физической модели процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления, которая, в свою очередь, позволяет осуществить выбор оптимальных инженерно-экологических мероприятий по снижению загрязнения окружающей среды;
- построенные физические модели позволяют оценивать, прогнозировать работу и рассчитывать оптимальные рабочие параметры реализации каждого этапа обращения с отходами, а также они положены в основу разработки результирующих критериев этапов обращения с отходами, в качестве которых, на основе проведенных нами исследований, выбраны экологическая эффективность и экономичность реализации этапов.

Рассмотренные выше принципы позволяют разработать методику выбора экологически эффективных и энергетически экономичных инженерно-экологических мероприятий по реализации каждого этапа процесса обращения с твердыми отходами потребления.

Основная идея разрабатываемой концепции состоит в рассмотрении твердых отходов потребления как дисперсной системы с учетом их материальных и энергетических особенностей и свойств.

Целью концепции является разработка методики выбора экологически эффективных и энергетически экономичных инженерно-экологических мероприятий по реализации каждого этапа процесса обращения с твердыми отходами потребления.

Для достижения цели концепции нами поставлены следующие задачи:

- рассмотрение твердых отходов потребления как дисперсной системы, состоящей из твердой дисперсной фазы (фракции отходов) и газообразной дисперсионной среды (воздух);
- рассмотрение устойчивости твердых отходов потребления как результирующей характеристики их состояния;
- дифференциация и формализация дисперсных систем в процессах образования, накопления и сбора, транспортирования и утилизации твердых отходов потребления;

- построение физических моделей процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления;
- математическое описание экологической эффективности и энергетической экономичности как результирующих характеристик этапов обращения с отходами;
- разработка методики выбора экологически эффективных и энергетически экономичных инженерно-экологических мероприятий по реализации каждого этапа процесса обращения с твердыми отходами потребления.

Предлагаемая физико-энергетическая концепция включает рассмотрение двух взаимосвязанных процессов: загрязнение окружающей среды твердыми отходами потребления и снижение загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления.

Физическая сущность процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления заключается в учете всех стадий (образование, сбор и транспортирование, сортировка, переработка и захоронение), при последовательном прохождении которых сырье (продукты питания, одежда и пр.) трансформируется в отходы. В каждой из стадий нами выделены основные взаимодействующие элементы, посредством которых происходит образование, выделение и распространение отходов в окружающей среде. Для детального анализа воздействия отходов на окружающую среду на каждой стадии их «жизненного цикла» нами построена физическая модель процесса загрязнения окружающей среды [2].

Проведенный нами анализ воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду и построенная на его основе физическая модель процесса загрязнения окружающей среды территории города при обращении с твердыми отходами потребления положены в основу предложений по снижению негативного воздействия и выявлению основных критериев, дающих возможность выбора инженерно-экологических мероприятий, сущность которых заключается в минимизации образования, накопления и распространения твердых отходов потребления.

Согласно нашим представлениям [3], система снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду достигается реализацией двух основных циклов процесса:

- в качестве I цикла процесса, на наш взгляд, целесообразно рассматривать снижение загрязнения окружающей среды в местах их образования (у населения, в организациях, учреждениях и т.п.) и распространения (накопление на придомовых территориях жилого и нежилого сектора);
- под II циклом процесса снижения загрязнения нами предложено понимать снижение загрязнения окружающей среды в процессе транспортирования и утилизации.

При этом основной целью I цикла целесообразно считать предупреждение выхода потерь твердых отходов потребления из общего объема, а основная цель II цикла процесса снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду, на наш взгляд, заключается в эффективном разделении твердых отходов потребления по фракциям с целью их дальнейшего использования в качестве вторсырья.

Физическая сущность процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления отражена в построенной нами физической модели процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления [4].

I цикл процесса снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду, по нашему мнению, требует для своей реализации минимальных энергетических и материальных затрат (т.е. энергетически экономичен), но основным препятствиям здесь является недостаточное количество технических средств сбора и транспортирования твердых отходов потребления. Реализация II цикла, на наш взгляд, требует значительных энергетических и материальных затрат.

Следовательно, результирующими критериями реализации I и II циклов процесса снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду, на наш взгляд, целесообразно считать энергетическую экономичность, которая характеризует долю энергии, расходуемой на достижение цели процесса снижения загрязнения (полезная энергия) ($\sum W_i$), относительно энергии, затраченной на реализацию процесса в целом ($\sum N_i$), и экологическую эффективность реализации процесса, которая, в свою очередь, характеризует степень снижения количества твердых отходов потребления ($M_1 - M_2$) по отношению к начальному количеству образующихся отходов (M_1) за счёт последовательной реализации процесса снижения загрязнения.

Эти критерии являются взаимодополняющими и характеризующими процесс снижения загрязнения окружающей среды наиболее полно.

В соответствии с предлагаемыми определениями критериев оценки реализации процесса снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду, в общем виде можно представить неявные зависимости по их определению:

$$\text{энергетическая экономичность } E_{\text{э}} = \frac{\sum W_i}{\sum N_j}, \text{ Дж/с} \quad (1)$$

$$\text{экологическую эффективность } E_{\text{эф}} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100, 100, \% \quad (2)$$

Проведенные исследования позволили предложить методику выбора инженерно-экологических мероприятий, основные этапы которой заключаются в следующем.

На первом этапе необходимо сформировать блок исходных данных (топографическая, климатическая, геологическая характеристика территории, условия образования, накопления и утилизации отходов на территории города и т.п.);

На втором этапе следует выделить основные функциональные элементы системы снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления, методы, способы и технические средства их реализации [5].

На третьем этапе для каждого функционального элемента (этапа обращения с отходами: сбор, транспортирование, утилизация) необходимо сформировать группы методов, способов и видов реализации на основе заданных на первом и втором этапе условий.

На следующем этапе следует сопоставить технологические свойства подобранных групп методов, способов и видов с реальными технологическими характеристиками и особенностями местности (недопустимость переувлажнения сырья и воздуха, превышения температуры, взрыво-пожароопасность и т.д.) и отобрать наиболее приемлемые по требуемому соответствию параметров.

На пятом этапе в рамках каждого функционального элемента по каждому методу следует провести расчет критерия эффективности снижения загрязнения ($E_{\text{эф}}$) и выбрать только те группы, которые обеспечивают требуемые нормативные значения.

- Если такой вариант единственный, то его целесообразно принять к реализации;

- Если таких вариантов нет, то к дальнейшему рассмотрению необходимо принять вариант, для которого значение расчетной эффективности максимально, с последующей попыткой увеличить его эффективность различными техническими средствами;
- Если таких вариантов несколько, то необходимо продолжить выбор оптимального.

На шестом этапе необходимо провести предварительную оценку выбранных на предыдущем этапе методов по экономичности.

На следующем этапе следует провести расчет критерия экономичности для каждой группы методов, способов и видов, выбранной на шестом этапе.

Далее в рамках каждого функционального элемента системы снижения загрязнения окружающей среды осуществляется выбор только той группы (метод–способ–вид), для которой показатель экономичности максимален. Если для нескольких групп значения показателя окажутся равными, выбор нужно осуществлять по минимальному из соответствующих значений затраченной энергии.

На девятом этапе необходимо сформировать систему снижения загрязнения окружающей среды (по элементам) с оптимальными рабочими параметрами, соответствующими максимальному значению экономичности для заданных условий и подобрать соответствующие технические средства реализации каждого элемента системы.

На заключительном этапе следует определить граничные условия реализации методики.

Предложенные основы реализации методики формирования системы снижения загрязнения окружающей среды базируются на элементарных последовательностях выбора функциональных элементов (сбора, транспортирования, утилизации), технических способов и средств их реализации (способов и устройств), а также способов и технологических узлов их реализации (конструктивные особенности исполнения технологического оборудования и т.п.).

В качестве преимуществ предлагаемого нами подхода следует считать:

- исследования полученных физических моделей процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды на ЭВМ расширяет как количество исследований, так и пределы изменения технологических параметров (на ЭВМ можно задавать режимы, которые в реальных условиях либо недостижимы, либо ведут к созданию аварийной обстановки);
- дополнения, изменения имеющейся модели новыми механизмами без ущерба для всей модели по мере накопления новых теоретических или практических знаний;
- настройки модели на различные особенности технологических процессов, имеющие место в реальных условиях;
- использование математических моделей для других технологических процессов, где имеются подобные средства снижения загрязнения окружающей среды;
- конструирование по модели новых, более совершенных конструктивных элементов снижения загрязнения окружающей среды (контейнеров для сбора отходов, мусоровозов и т.п.) на основе оптимизации процесса;

- сравнительный анализ эффективности использования того или иного конструктивного элемента системы для достижения заданных нормативных параметров окружающей среды;
- конструирование сложных систем снижения загрязнения окружающей среды, включающих в себя более простые системы.

Таким образом, проведенные нами исследования позволили предварительно упорядочить последовательность технологических операций обращения с твердыми отходами потребления, выявить взаимосвязь процессов загрязнения и снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления на основе построения их физических моделей, определить результирующие критерии реализации процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления, а также разработать методику выбора инженерно-экологических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Анализ подходов к организации систем управления твердыми бытовыми отходами. «Известия Ростовского государственного строительного университета». Научно-технический журнал. № 15. Изд-во РГСУ, 2011
2. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления. Инженерный вестник Дона, 2012, № 4 (часть 1)
3. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Физические основы снижения негативного воздействия твердых отходов потребления на окружающую среду. Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании'2012». – Выпуск 4. Том 6. – Одесса: Куприенко, 2012 – 110 с.
4. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Физическая модель процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления. Materialy IX mezinardni vedecko-prakticka conference “Moderni vymozenosti vedyb - 2013”. – Dil 61. Zemepis a geologie/ Ekologie: Praha. Publishing House “Education and Science” s.r.o. – 112 stran.
5. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Классификационно-методические основы борьбы с загрязнением окружающей среды твердыми отходами потребления. Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2012». – Выпуск 3. Том 9. – Одесса: Куприенко.

Рецензент: Гапонов В.Л., Заведующий кафедрой «Производственная безопасность» ФГБОУ ВПО «ДГТУ» доктор технических наук, профессор