DOI: 10.17117/na.2016.01.01.421

Поступила (Received): 20.01.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.01.01.421.pdf>

**Дмитренко В.П., Горбачев С.И.,
Булычев С.Н., Мануйлова Н.Б.
Разработка принципов оценки экологической
безопасности материалов**

**Dmitrenko V.P., Gorbachev S.I., Bulychев S.N., Manuylova N.B.
Development of the principles of environmental
safety assessment materials**

Рассмотрены вопросы оценки экологической безопасности материалов с учетом стадий полного жизненного цикла изделий, начиная с этапа добычи сырья и заканчивая стадией утилизации. Степень экологической безопасности материала предложено описывать с учетом индекса экологической безопасности материала
Ключевые слова: материал, окружающая среда, жизненный цикл материала, индекс экологической безопасности материала

The issues of environmental safety assessment materials taking into account the full life-cycle stages of products, starting from the extraction of raw materials and ending with recycling stage. The extent of the environmental safety of the material proposed to describe considering the index of environmentally friendly materials
Key words: material, environment, life cycle of the material, the index of ecological safety of the material

Дмитренко Владимир Петрович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
г. Москва, Волоколамское шоссе, 4

Dmitrenko Vladimir Petrovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Volokolamsk Highway, 4

Горбачев Сергей Игоревич

Кандидат технических наук, доцент
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
г. Москва, Волоколамское шоссе, 4

Gorbachev Sergey Igorevich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Volokolamsk Highway, 4

Булычев Сергей Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
г. Москва, Волоколамское шоссе, 4

Bulychев Sergey Nikolaevich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Moscow aviation institute (national research university)
Moscow, Volokolamsk Highway, 4

Мануйлова Наталья Борисовна*Кандидат технических наук, доцент**Московский авиационный институт**(национальный исследовательский университет)**г. Москва, Волоколамское шоссе, 4***Manuylova Natalia Borisovna***Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor**Moscow aviation institute (national research university)**Moscow, Volokolamsk Highway, 4*

В современных условиях, когда экологическим аспектам уделяется все большее внимание, как со стороны государства, так и со стороны конечного потребителя, в перечне факторов, формирующих ценность продукции для потребителя, значительное место начинает занимать ее безопасность для человека. Использование потенциально опасных химических веществ и материалов снижает ценность продукции для потребителя. Многие из ведущих российских и зарубежных производителей позиционируют свою продукцию как экологически чистой и безопасную, выделяя ее по этим факторам среди сходной по техническим характеристикам продукции конкурентов. Применение экологически безопасных материалов в конструкциях перестает носить абстрактный «чисто экологический» характер и напрямую влияет на выбор продукции потребителем, т.е. является оправданным с сугубо экономической точки зрения.

Материалы воздействуют на окружающую среду (ОС) на всех этапах жизненного цикла материала и продукции, начиная с этапа добычи сырья и заканчивая стадией утилизации. Многие из современных материалов, особенно широко применяемых в строительстве (асбест, минеральная вата, утеплители на основе стиролов), отделке (линолеум, ПВХ панели), производстве мебели (древесно-стружечные плиты), лакокрасочных покрытиях, упаковочной таре продуктов питания и даже игрушек представляют угрозу здоровью человека даже при нормальных условиях эксплуатации. Так совершенно безопасный для здоровья чистый ПВХ, который является основой для производства отделочных панелей, линолеума и натяжных потолков, имеет добавки фенола, толуола, хлорсодержащих соединений, кадмия, которые придают материалу технологические, а изделию – требуемые эксплуатационные характеристики. Эти добавки выделяются в воздух помещения в виде летучих продуктов в течение всего времени эксплуатации отделочного покрытия. То же касается лаков и красок, т.к. они в своем составе содержат токсичные толуол, ксилол, этилбензол, фенолы, тяжелые металлы. Но даже считающиеся экологически малоопасными, современные краски на основе латексных и акриловых сополимеров выделяют в воздух молекулы исходного мономера в процессе естественного старения. Аналогично древесно-стружечные плиты являются постоянным источником соединений фенола [1].

Государственными органами регламентируется проведение экспертизы и оценки воздействия материалов на ОС и здоровье человека [2]. Однако номенклатура конструкционных и строительных материалов широка и постоянно пополняется новыми, используются различные добавки, изменяющие технологические свойства материалов и позволяющие добиться нужных характеристик изделия [3]. Многие из вводимых в материалы веществ не успевают найти свое отражение в гигиенических нормативах и иных нормативно-правовых актах [4].

В таких условиях от инженера-проектировщика требуются знания не только физико-механических и технологических свойств материала, но и его экологических и медико-биологических свойств [5]. Поскольку большинство инженерно-конструкторских работников не обладают систематическими знаниями в области экологической безопасности, необходима методика, позволяющая проводить оценку экологической безопасности материала инженерами и конструкторами без специального экологического образования и не требующая больших трудо- и временных затрат. Она должна быть основана на углублении разделения труда по выбору материала между экологами-материаловедами и инженерами-проектировщиками, непосредственно принимающими решение о выборе того или иного материала. Непосредственная оценка экологической безопасности материала должна проводиться экологами-материаловедами, которые присваивают материалу индекс экологической безопасности материала (ИЭБМ) $K_{и}$, используемый затем при выборе материала инженерами-проектировщиками. Такой подход позволяет разгрузить инженеров и конструкторов от несвойственных им функций, повысить качество конструкторских работ и минимизировать риск ошибки выбора экологически опасного материала.

ИЭБМ представляет собой безразмерный коэффициент, принимающий положительное или отрицательное значение и характеризующий экологичность материала безотносительно его применения в конкретном изделии без учета технологии дальнейшей переработки. Материалы с большей степенью экологической безопасности обладают более высокими значениями $K_{и}$. Такой подход позволяет сравнивать по степени опасности не только материалы, относящиеся к одной группе, но и совершенно разнородные материалы (например, металлы с полимерами и композитами). ИЭБМ является постоянной величиной для каждого материала и зависит от исходного сырья, применяемого для изготовления материала, технологии его изготовления, от особенностей самого материала и представляет собой сумму коэффициентов, соответствующих трем начальным этапам в жизненном цикле материала

$$K_{и} = K_{\text{сырье}} + K_{\text{изг.мат}} + K_{\text{мат}},$$

где $K_{\text{сырье}}$ – характеризует экологическую безопасность сырья и его добычи; $K_{\text{изг.мат}}$ – характеризует экологическую безопасность технологических процессов, преобразующих исходное сырье в материал; $K_{\text{мат}}$ – характеризует материал с точки зрения экологической безопасности и воздействия на организм человека.

Перечисленные коэффициенты по сути являются индексами экологической безопасности отдельных стадий начального жизненного цикла материала. При формировании коэффициентов $K_{\text{сырье}}$ и $K_{\text{мат}}$ учитывается химический состав, класс опасности и предельно-допустимые концентрации веществ, входящих в состав материала, объемная доля тех или иных компонентов и другие экологически значимые параметры. Величина $K_{\text{мат}}$ дополнительно учитывает возможности вторичной переработки «чистого» материала (т.е. без учета его последующей обработки и существования в составе конструкций) и характеризует его поведение при длительном контакте с природной средой. Особенностью определения $K_{\text{изг.мат}}$ является то, что экологической оценке подлежит не

сама технология переработки, а поведение сырья и его воздействие на ОС в процессе переработки с учетом использования повышенных температур переработки (сопровождающихся выделением летучих продуктов и термодеструкции), химических реакций (интенсивно протекают процессы химического взаимодействия как внутри материала, так и с ОС, идут окислительно-восстановительные процессы), фазовых превращений (плавление, переход в вязкотекучее состояние, кристаллизация), физических изменений сырья и применяемых вспомогательных веществ. Каждый из коэффициентов определяется расчетным методом с обязательным применением весовых коэффициентов, экспертных оценок и с учетом действующих гигиенических нормативов.

При предварительном решении вопроса о выборе материала из возможных альтернатив инженер-проектировщик должен использовать материал с наибольшим значением $K_{\text{и}}$. Несмотря на статичный характер, ИЭБМ представляет собой достаточно простой и эффективный метод, позволяющий упростить деятельность инженера-проектировщика и сделать ее более научно-обоснованной. Для более точной оценки при выборе материала необходимо использовать более сложные динамические методы, учитывающие стадии производства и эксплуатации изделий и конструкций.

Список используемых источников:

1. Дмитренко В.П., Мануйлова Н.Б. *Материаловедение в машиностроении*. М.: НИЦ Инфра-М, 2016. 432 с.
2. *Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года*. (утв. Президентом РФ 30.04.2012 г.).
3. Дмитренко В.П., Комбекова Г.А., Горбачев С.И., Булычев С.Н. Современный подход к проектированию волокнистых полуфабрикатов термопластичных композиционных материалов // *Пластические массы*. 2005. № 5. С. 35-38.
4. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. *Техносферная токсикология*. СПб.: Лань, 2015. 432 с.
5. Кривошеин Д.А., Дмитренко В.П., Федотова Н.В. *Основы экологической безопасности производств*. СПб.: Лань, 2015. 336 с.

© 2016, Дмитренко В.П., Горбачев С.И., Булычев С.Н., Мануйлова Н.Б.

Разработка принципов оценки экологической безопасности материалов

© 2016, Dmitrenko V.P., Gorbachev S.I., Bulychev S.N., Manuylova N.B.

Development of the principles of environmental safety assessment materials