

## ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛИМЕРНЫМ КОМПОНЕНТОМ

© 2011 А.А. Макс<sup>1</sup>, В.С. Евдошенко<sup>2</sup>, С.Ю. Загороднов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления  
рисками здоровью населения, г. Пермь

<sup>2</sup> Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю

Поступила в редакцию 04.10.2011

В статье описывается проблема загрязнения воздуха жилых помещений токсическими веществами, выделяющимися из применяемых строительных и отделочных материалов. Обозначены основные материалы, которые используются на сегодняшний день и выделяющиеся токсиканты. Проведено исследование миграции формальдегида в воздух жилых помещений. Оценены концентрации формальдегида, формирующиеся при использовании разных строительных и отделочных материалов и их совокупностях.

Ключевые слова: *строительные и отделочные материалы, миграция токсических веществ, формальдегид*

В наши дни снова становится актуальной проблема оценки безопасности строительных материалов. Это связано как с развитием рынка строительных материалов и использованием материалов низкого качества, особенно при муниципальном строительстве, так и с повышением запросов потребителей относительно качества отделочных и строительных материалов. Под экологической безопасностью строительных материалов, изделий и конструкций, понимают их способность при нормируемых условиях обеспечивать комфортность проживания человека и не оказывать на его здоровье и состояние экосистем негативного воздействия. С точки зрения токсичности основными источниками экологической опасности в жилых зданиях являются полимерные строительные материалы (ПСМ) (их насчитывается свыше ста наименований), которые сегодня находят все более широкое применение. Полимеры – высокомолекулярные соединения, важнейшая составная часть пластмасс. Исходным сырьем для получения полимеров служит природный газ, а также попутный газ, сопровождающий выходы нефти, и каменноугольный деготь, получаемый при коксовании угля. Состоят они в основном из 3 групп химических соединений

газ, а также попутный газ, сопровождающий выходы нефти, и каменноугольный деготь, получаемый при коксовании угля. Состоят они в основном из трех групп химических соединений: связующего (различные смолы, полистирол, фенолоформальдегидные соединения и др.), пластификатора и наполнителя. В качестве вспомогательных веществ в их состав входят также пигменты (красители), стабилизаторы и др. [1]. Широчайшее применение полимеров в строительстве, помимо таких положительных свойств, как антикоррозийность, эластичность, гибкость, технологичность, обусловлено в первую очередь возможностью создавать из них материалы с заданными разработчиками свойствами. Спектр применения полимеров в строительстве весьма широк. Они повсеместно используются для: покрытия полов (линолеум, релин, поливинилхлоридные плитки и др.), внутренней отделки стен и потолков, гидроизоляции и герметизации зданий, изготовления тепло- и звукоизоляционных материалов (поропласты, пенопласты, сотопласты), кровельных и антикоррозионных материалов и покрытий, оконных блоков и дверей, конструкционно-отделочных и ограждающих элементов зданий, лаков, красок, эмалей, клеев, мастик (на полимерном связующем) и для многих других целей.

Многочисленные исследования показывают, что практически все полимерные строительные и отделочные материалы, созданные на основе низкомолекулярных соединений, в процессе использования могут выделять токсичные летучие компоненты, которые при длительном воздействии могут неблагоприятно влиять на живые организмы, в том числе и на здоровье человека (бензол, толуол, ксилол, амины, акрилаты, фенол,

*Макс Анастасия Александровна, научный сотрудник отдела Методов комплексного санитарно-гигиенического, санитарно-эпидемиологического анализа и социально-гигиенического мониторинга. E-mail: a.maks@fcrisk.ru*

*Евдошенко Василия Саезяновна, заместитель начальника отдела по коммунальной гигиене. E-mail: vasilaevdoc@rambler.ru*

*Загороднов Сергей Юрьевич, научный сотрудник отдела Методов комплексного санитарно-гигиенического, санитарно-эпидемиологического анализа и социально-гигиенического мониторинга. E-mail: zagorodnov@fcrisk.ru*

формальдегид и др.) [2]. Международное агентство по изучению рака (МАИР) обращает внимание на канцерогенную опасность полимеров, полученных из нефти и каменного угля. Еще один из возможных источников ухудшения экологического состояния жилых помещений – расселение по поверхности полимерных материалов микрофлоры (грибков, мха, бактерий и др.). Некоторые из пластмасс действуют на микроорганизмы губительно, другие же, наоборот, оказывают на них стимулирующее воздействие. Кроме того, ПСМ обладают способностью накапливать на своей поверхности заряды статического электричества. Данная проблема является актуальной, учитывая вероятность сочетанного воздействия на

организм электризации полимеров и других негативных факторов. В таблице 1 приведена краткая характеристика некоторых полимерных строительных и отделочных материалов с точки зрения выделения токсичных компонентов. К особо опасным материалам и конструкциям относятся, так называемые, сэндвич-панели, появившиеся в Российской Федерации с 2000 г. и дома из этих панелей, получивших в нашей стране общее название «канадская технология домостроения». Технология получения сэндвич-панелей состоит в склеивании пластин из пенополистирола (ППС) с плитами OSB (ОСП – плиты с ориентированной стружкой) с получением 3-слойной конструкции.

**Таблица 1.** Краткая характеристика основных полимерных строительных и отделочных материалов как источника выделения токсичных веществ

Материалы	Опасность
материалы на основе карбамидных смол: древесностружечные плиты (ДСП)	выделение в воздушную среду помещений формальдегида в 2,5-3 раза больше допустимого уровня
материалы на основе фенолформальдегидных смол (ФФС): древесноволокнистые плиты (ДВП), древесностружечные плиты (ДСП), древеснослоистые плиты (ДСП)	выделение в воздушную среду помещений фенола и формальдегида. Токсичность выделяющихся веществ во многом зависит от марки смолы.
материалы на основе эпоксидных, карбамидных, фенольных, фурановых, полиуретановых смол	выделение в воздушную среду помещений формальдегида, дибутилфталата, эрихлоргидина и др.
поливинилхлоридные материалы (ПВХ): ПВХ-линолеумы, ПВХ-плитки	общая токсичность, создание на своей поверхности электрического поля напряженностью до 2000-3000 В/см, выделение в воздушную среду помещений фталатов, бромирующих веществ.
поливинилацетатные покрытия (ПВА)	выделение в воздушную среду помещений формальдегида, метанола
лакокрасочные материалы: растворители, пигменты, битумные мастики и пр.	выделение в воздушную среду помещений толуола, ксилола, бутилметакрилата и др.

Миграция токсичных веществ из ПСМ происходит вследствие их химической деструкции, т. е. старения как под действием химических и физических факторов (окисления, перепадов температуры, инсоляции и др.), так и в связи с недостаточной экологической чистотой исходного сырья, нарушением технологии их производства или использованием не по назначению. Уровень выделения газообразных токсичных веществ заметно увеличивается при повышении температуры на поверхности ПСМ и относительной влажности воздуха в помещении. При оценке экологической чистоты ПСМ руководствуются следующими основными требованиями к ним:

- материалы не должны создавать в помещении стойкого специфического запаха;
- материалы не должны выделять в воздух летучие вещества в опасных для человека концентрациях;
- материалы не должны стимулировать развитие патогенной микрофлоры на своей поверхности;

- материалы не должны ухудшать микроклимат помещений;
- материалы должны быть доступными влажной дезинфекции;
- напряженность поля статического электричества на поверхности полимерных материалов не должна быть больше 150 В/см (при относительной влажности воздуха в помещении 60-70%).

Токсичность ПСМ оценивают путем сравнения их состава с ПДК выделяющихся токсичных веществ и элементов. Первостепенное значение имеет класс опасности, состав вредных веществ и их количественное содержание.

**Цель исследования:** гигиеническая оценка воздуха жилого помещения, при строительстве которого использован комплекс материалов, содержащих полимерные компоненты

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования были взяты жилые помещения двухэтажных сборных домов, введенных в эксплуатацию за 2 года до исследования. Отбор проб строительных материалов и их анализ осуществляли в соответствии МУ 2.1.2.1829-04

«Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий» [3] и ГОСТ Р ИСО 16000-2-2007 Национальный стандарт Российской Федерации. «Воздух замкнутых помещений. Часть 2. Отбор проб на содержание формальдегида. Основные положения» [4]. Было исследовано 17 образцов строительных и отделочных материалов: цементно-стружечные плиты (ЦСП), минеральная вата, линолеум, гипсокартонные листы (ГКЛ), пенополистирол, фанера прессованная, гипсоволоконные листы (ГВЛ), ориентировано-стружечная плита. Из климатических камер было отобрано и проанализировано 108 проб воздуха. В соответствии с [3] исследования биологической активности ПСМ в моделированных условиях осуществляются при помощи климатической камеры или системы камер, в которые помещаются образцы оцениваемых материалов; систем и приспособлений, обеспечивающих создание и поддержание в них на заданном уровне необходимых условий (температуры, воздухообмена и др.) и аспирационной системы для отбора проб воздуха. Суть методического подхода заключается в том, что, благодаря моделированию в климатических камерах основных условий эксплуатации материалов, создается воздушная среда с качественными и количественными характеристиками химического загрязнения, характерными для соответствующих реальных условий эксплуатации. При моделировании условий исследований в камере исходят из наиболее неблагоприятных сочетаний условий, которые могут складываться в среде обитания. Воздух, выходящий из климатических камер, подвергается всестороннему исследованию, на основании результатов которого выносятся суждения о характере и степени ожидаемого влияния изучаемого

материала на условия обитания, самочувствие и здоровье населения.

Специалистами Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» и ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» проводилась гигиеническая оценка воздуха жилых помещений на предмет содержания в них формальдегида, выделившегося из отделочных и строительных материалов. На сегодняшний день широкое распространение получает использование в строительстве плит ОСП, прессованной фанеры, ДСП, различных утеплительных и других материалов, которые активно выделяют именно формальдегид. В процессе исследования проводилась оценка миграции формальдегида из ПСМ воздух жилых помещений (в соответствии с [3] и [4]). По результатам инструментальных исследований выделений формальдегида из опытных образцов проводились расчеты по вероятному уровню формальдегида в воздухе жилых помещений, где в процессе строительства были использованы исследованные материалы. Исследования миграции формальдегида проводились для жилых помещений ряда домов, построенных по 4 разным проектам с использованием различных видов строительных и отделочных материалов. Все исследованные материалы имеют сертификаты соответствия и санитарно-эпидемиологические заключения.

**Результаты и обсуждение.** Обобщенные результаты инструментальных исследований выделения формальдегида и расчетных прогнозных концентраций в воздухе жилых помещений, установленные для жилой комнаты площадью 16,2 м<sup>2</sup>, приведены в таблицах 2-5. Установлено, что основной вклад в формирование повышенных концентраций домов серии 1 вносят гипсокартонные листы и минераловатный утеплитель.

**Таблица 2.** Суммарная оценка загрязнения воздуха жилого помещения дома серии 1 в результате миграции формальдегида из строительных материалов (условия: температура 20<sup>0</sup>С, влажность 30%)

Строительный материал	Концентрация по данным оценки миграции, мг/м <sup>3</sup>	Доли ПДКс.с.	Вклад строительного материала в формирование концентрации
минеральная вата с пола	0,0021±0,00040	0,67±0,14	15%
минеральная вата со стены	0,0017±0,00035	0,58±0,12	13%
ЦСП с пола	0,0011±0,00020	0,37±0,07	9%
ЦСП со стены	0,0015±0,00030	0,50±0,10	12%
линолеум с пола	0,0005	0,17	4%
ГКЛ с межкомнатной стены	0,0023±0,0005	0,77±0,17	18%
утеплитель (минеральная вата)	0,0018±0,0004	0,60±0,13	14%
панель ОАО «СКДМ» (внутренняя часть наружной стены)	0,0020±0,0004	0,67±0,13	15%
Общая концентрация в помещении <b>4,31±0,86</b>			

**Таблица 3.** Суммарная оценка загрязнения воздуха жилого помещения дома серии 2 в результате миграции формальдегида из строительных материалов (условия: температура 20<sup>0</sup>С, влажность 30%)

Строительный материал	Концентрация по данным оценки миграции, мг/м <sup>3</sup>	Доли ПДКс.с.	Вклад строительного материала в формирование концентрации
пенополистирол с пола	0,0005	0,17	12%
минеральная вата	0,0013±0,0003	0,43±0,10	28%
фанера прессованная	0,0028±0,0005	0,93±0,17	60%
Общая концентрация в помещении <b>1,53±0,27</b>			

**Таблица 4.** Суммарная оценка загрязнения воздуха жилого помещения дома серии 3 в результате миграции формальдегида из строительных материалов (условия: температура 20<sup>0</sup>С, влажность 30%)

Строительный материал	Концентрация по данным оценки миграции, мг/м <sup>3</sup>	Доли ПДКс.с.	Вклад строительного материала в формирование концентрации
ГВЛ с пола	0,0027±0,0005	0,90±0,17	32%
ГВЛ со стены	0,0026±0,0005	0,87±0,17	31%
пенополистирол с пола	0,003±0,0006	1,00±0,20	37%
Общая концентрация в помещении <b>2,77±0,54</b>			

**Таблица 5.** Суммарная оценка загрязнения воздуха жилого помещения дома серии 4 в результате миграции формальдегида из строительных материалов (условия: температура 20<sup>0</sup>С, влажность 30%)

Строительный материал	Концентрация по данным оценки миграции, мг/м <sup>3</sup>	Доли ПДКс.с.	Вклад строительного материала в формирование концентрации
пенополистирол с наружной стены	0,0005	0,17	16%
ОСП	0,0021±0,0004	0,70±0,13	68%
минеральная вата с пола	0,0005	0,17	16%
Общая концентрация в помещении <b>1,04±0,13</b>			

Основной вклад в формирование концентраций формальдегида в домах серии 2 из изученных материалов вносят выделения формальдегида от прессованной фанеры (до 60%). Основной вклад в формирование концентраций формальдегида в домах серии 3 вносят выделения формальдегида от пенополистирола и ГВЛ (со стен) (при условии, что другие источники формальдегида, кроме изученных, отсутствуют). Основной вклад в формирование концентраций формальдегида в домах серии 4 вносят выделения формальдегида от ОСП (при условии, что другие источники формальдегида, кроме изученных, отсутствуют).

В ходе исследований установлено, что самый высокий уровень выделения формальдегида на единицу площади наблюдается от пенополистирола с пола и гипсоволоконного листа («серия 3»), от прессованной фанеры («серия 2»). Каждый исследованный материал при использовании

его по отдельности в жилом помещении может быть безвредным с точки зрения загрязнения воздуха формальдегидом. При совокупном воздействии строительных материалов концентрации формальдегида в жилых помещениях не соответствуют санитарным нормам и правилам СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» и ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». При повышении температуры и влажности в помещении концентрации формальдегида могут ожидать на более высоком уровне (при повышении температуры до 30<sup>0</sup>С и влажности 40-50% выделение формальдегида из строительных материалов может повышаться относительно условий для 20<sup>0</sup>С в 1,5 раза и более), при снижении температуры и влажности – на более низких уровнях [4], [9].

Как показали проведенные исследования, наличие сертификата или санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии строительного или отделочного материала требованиям законодательства не является достаточным для защиты населения от воздействия токсических веществ. Важным вопросом является разработка нормативно-методической базы, позволяющей регулировать совокупное использование различных строительных и отделочных материалов и учитывать совместное воздействие токсических веществ, выделяющихся из материалов при строительстве и отделке жилых помещений. Наряду с гигиенической регламентацией и сертификацией важной задачей для повышения уровня экологической безопасности используемых материалов имеет разработка новых видов нетоксичных полимерных строительных материалов и изделий. Необходимо совершенствовать технологический процесс изготовления материалов и осуществлять строгий контроль за качеством исходных компонентов сырья.

#### Выводы:

1. Применение совокупности различных полимерных материалов при строительстве или отделке жилых помещений может приводить к превышению нормативов содержания токсических веществ в воздухе помещений;

2. Необходимой является разработка нормативной базы для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в помещениях с отделкой множеством строительными и отделочными материалами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Энциклопедия полимеров. Т. 2. – М.: изд. «Советская энциклопедия», 1974. 1082 с.
2. Вредные вещества в промышленности. Т. 1 – Л., «Химия», Ленинградское отделение, 1976. 592 с.
3. МУ 2.1.2.1829-04 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий».
4. ГОСТ Р ИСО 16000-2-2007 Национальный стандарт Российской Федерации. «Воздух замкнутых помещений. Часть 2. Отбор проб на содержание формальдегида. Основные положения».
5. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».
6. СанПиН 2.1.2.729-99 «Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности».
7. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест».
8. VDI 4300 Part 3, Measurement of indoor air pollutants - Measurement strategy for formaldehyde
9. Luftverunreinigungen in Innenräumen. Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Servicecenter Fachverlage, Kunsterdingen, Sondergutachten, Mai 1987. Germany

## PROBLEM OF PREMISES SAFETY IN CONDITIONS OF USING THE BUILDING MATERIALS WITH POLYMERIC COMPONENT

© 2011 A.A. Maks<sup>1</sup>, V.S. Evdoshenko<sup>2</sup>, S.Yu. Zagorodnov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific Center of Medical-preventive Technologies of Management the Risks to the Population Health, Perm

<sup>2</sup> Rospotrebnadzora of Perm Kray

In article the problem of air pollution in premises by the toxic substances allocated from applied building and finishing materials is described. The basic materials which are used for today and allocated toxicants are designated. Research of formaldehyde migration in air of premises is conducted. The concentration of formaldehyde formed at use of different building and finishing materials and their sets are estimated.

Key words: *building and finishing materials, migration of toxic substances, formaldehyde*

Anastasiya Maks, Research Fellow at the Department of Complex Sanitary-hygienic, Sanitary-epidemiologic and Social-hygienic Monitoring Methods. E-mail: a.maks@fcrisk.ru

Vasilya Evdoshenko, Deputy Chief of the Communal Hygiene Department. E-mail: vasilaevdoc@rambler.ru

Sergey Zagorodnov, Research Fellow at the Department of Complex Sanitary-hygienic, Sanitary-epidemiologic and Social-hygienic Monitoring Methods. E-mail: zagorodnov@fcrisk.ru