

АНАЛИЗ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА В ВОЗДУХЕ**THE ANALYSIS OF ADMISSIBLE LEVEL OF FORMALDEHYDE IN AIR**

Разиньков Е.М., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Razinkov E.M., Doctor of Engineering, professor FGBOOU WAUGH “Voronezh state timber university of G. F. Morozov», Russia, Voronezh

Аннотация. При производстве клееных и плитных древесных материалов с использованием карбамидоформальдегидных смол (КФС) основным недостатком технологии которых является токсичность этих материалов к человеку. Токсичность вызвана выделением из этих материалов вредного для человека газа – формальдегида, который является канцерогенным веществом. К таким материалам, в первую очередь, относятся древесно-стружечные плиты из игольчатой (ДСтП) и крупноразмерной стружки (OSB), древесноволокнистые плиты (ДВП), в том числе и ДВП средней плотности (MDF), а также фанера общего назначения и различные виды специальной фанеры (декоративная, бакелизированная и др.).

Минздравом России установлены очень жесткие требования по выделению формальдегида в воздух как в жилых помещениях, так и в атмосферный воздух допустимый уровень которого (ДУ) составляет всего $0,01 \text{ мг/м}^3$ воздуха при испытании материалов камерным методом. Выпускаемые в настоящее время плитные материалы могут превышать указанный выше ДУ 17 раз. Особенно это касается ДСтП. Несмотря на попытки института ВНИИдрев через обращения в соответствующие инстанции Минздрава повысить такой допустимый уровень в нашей стране, в основном для плитных материалов, пока не увенчались успехом, и этот уровень в настоящее время остается в силе. Использовать такие плиты в жилых помещениях можно только при очень малой насыщенности ими объема воздуха помещения (насыщенность определяется как отношение площади поверхности плит в помещении к объему воздуха помещения). Так, нашими исследованиями для примера доказано, что письменный двухтумбовый стол, изготовленный из ДСтП класса выделения формальдегида E2, можно установить в жилой комнате площадью 20 м^2 только один и не более. Лишь в этом случае, при малой насыщенности плитами объема воздуха помещения, выделение формальдегида в воздух помещения будет удовлетворять требованиям отечественного ДУ. В реальности в жилых помещениях корпусная мебель находится с намного большей насыщенностью, что приводит к загазованности помещения формальдегидом. В тоже время за рубежом величина ДУ формальдегида в воздухе намного больше и составляет $0,124 \text{ мг/м}^3$ воздуха. В этой связи цель нашей работы состояла в анализе ДУ формальдегида в воздухе зарубежных исследований.

Summary. By production of glued and plate wood-base materials with use of carboamidoformaldehyde pitches (KFS) the main lack of technology of which is toxicity of these materials to the person. Toxicity is caused by allocation from these materials of gas, harmful to the person, - formaldehyde which is cancerogenic substance. Wood-shaving plates from needle (DSTP) and large-size shaving (OSB), fiber boards (DVP) including the Intermediate-density fiberboard (MDF), and also plywood of general purpose and different types of special plywood (decorative, bakelized, etc.), first of all, belong to such materials.

The Russian Ministry of Health has established very strict requirements on release of formaldehyde in air both in premises, and in free air the admissible level of which makes (DU) only 0,01 mg/m³ of air when testing materials by chamber method. The plate materials released now can exceed DU of 17 times stated above. Especially it concerns DSTP. Despite attempts of institute Vniidrev through appeals to relevant authorities of the Ministry of Health to increase such admissible level in our country, generally for plate materials, were not crowned with success yet and this level in real time remains in force. It is possible to use such plates in premises only at very small saturation them room void volume (the saturation is defined as the relation of surface area of plates indoors to room void volume). So, by our researches for example it is proved that the written dvukhtumbovy table made of DSTP of class of release of formaldehyde E2 can be established in living room of 20 sq.m only one and no more. Only in this case, at small saturation room void volume plates, the release of formaldehyde in air of the room will meet requirements of domestic DU. In premises the case furniture is in reality with much bigger saturation that leads to room gas contamination formaldehyde. In too time abroad formaldehyde size DU in air much more also makes 0,124 mg/m³ of air. In this regard the purpose of our work consisted in the analysis of DU of formaldehyde in air of foreign researches.

Ключевые слова: древесные плитные материалы, фанера, формальдегид, допустимый уровень формальдегида в воздухе

Keywords: wood-base plate materials, plywood, formaldehyde, admissible level of formaldehyde in air

За рубежом проведен целый ряд исследований по определению величины безопасного уровня для человека формальдегида в воздухе в результате которых был принят ДУ, равный 0,124 мг/м³ воздуха. Глубокие исследования в этом плане были проведены в Германии Федеральным институтом оценки рисков. Он сотрудничает с различными зарубежными организациями родственного профиля, в том числе в России – с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), научно-исследовательским институтом питания и Российской академией медицинских наук. Институт имеет творческие связи с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и др. Институт разрабатывает стандарты по токсикологической оценке продуктов и различных промышленных материалов.

Если говорить о токсикологической оценке формальдегида, то институт классифицирует его как канцероген для человека только при его поступлении вместе с вдыхаемым воздухом. При этом основной концепцией является так называемый

практический порог формальдегида в воздухе ниже которого канцерогенного риска опасаться человеку не стоит. В результате своих исследований институт установил безопасный уровень формальдегида в воздухе для человека, равный 0,1 ppm (частей на миллион) или 0,124 мг/м³ воздуха, что выше ДУ в нашей стране в 12,4 раза.

По данным указанного выше института глубина воздействия формальдегида на человека зависит от концентрации газа в воздухе. В этой связи важно знать безопасную концентрацию формальдегида в воздухе.

Влияние формальдегида на здоровье человека наиболее глубоко изучено Schulte, ArptlK.E. и др. Их исследования показали, что формальдегид в высоких концентрациях от 4 ppm (4,96 мг/м³ воздуха) и выше может вызывать у человека даже опухоли дыхательных путей в области носоглотки и онкологический заболевания.

Если рассматривать механизм действия формальдегида на человека и животных, то высокие концентрации формальдегида в воздухе приводят к дегенерации и некрозу слоев клеток эпителия слизистой оболочки, в основном носа. Слабое проявление при этом действия формальдегида наблюдается уже при его концентрации в 2 ppm (2,48 мг/м³ воздуха) [1]. Результаты исследований Wilmer и др. [2, 3] показали, что на слизистую оболочку основное влияние оказывает повышенная концентрация формальдегида, нежели продолжительность его действия. Наиболее глубокое поражение слизистой наблюдается при повреждении носа.

Bhalla и др. [4], Monteiro-Riviere [5] доказали, что однократное кратковременное воздействие формальдегида высокой концентрации (4 ppm – 4,96 мг/м³ воздуха) будет недостаточным для развития указанных выше болезней. В работе [6] показано, что формальдегид вызывает раздражение органов чувств, которые ведут к раздражению нервных окончаний. Причем, этот эффект особенно проявляется тогда, когда формальдегид соприкасается со слизистой оболочкой глаз, носа и верхних дыхательных путей. В этом случае человек чувствует покалывание, жжение или раздражение.

Результаты этих исследований позволили вывести безопасный уровень формальдегида в воздухе (термин, аналогичный отечественному ДУ), который составляет 1,24 мг/м³ воздуха (1,0 ppm), т.е это уровень, который не вызывает обнаруживаемого вредного воздействия формальдегида на человека. Для слабой и умеренной степеней раздражения глаз этот уровень был определен величиной 2,48 мг/м³ (2 ppm). Для раздражения носа и горла таким уровнем является 0,62 мг/м³ (0,5 ppm).

В работах [7, 8] показано, что концентрация формальдегида в воздухе не выше 0,3 ppm (0,37 мг/м³), даже при его воздействии в течение 8 часов в день, не вызывает раздражения глаз у человека. Однако, у некоторых лиц концентрация формальдегида на уровне 0,24 ppm (0,3 мг/м³) может приводить к раздражению глаз.

Исходя из целого ряда исследований институтом были установлены минимальные уровни обнаружения формальдегида [1]: легкой и средней степени раздражения глаз – от 1,0 ppm (1,24 мг/м³ воздуха) и выше; раздражения носа (горла) – от 2,0 ppm (2,48 мг/м³ воздуха) и выше.

При длительном воздействии формальдегида на человека (в среднем 10 лет), институтом был установлен минимальный уровень обнаружения вредного воздействия

формальдегида, равный 0,2 – 0,3 ppm (0,248 – 0,372 мг/м³ воздуха). На основании результатов исследований целого ряда авторов, в том числе крупных работ Holmström и др. [9], институт установил максимальную дозу, когда отсутствует обнаруживаемый вредный эффект формальдегида для человека, который составляет 0,1 ppm (0,124 мг/м³ воздуха). Этот уровень был принят за «безопасную» концентрацию формальдегида в воздухе для человека [1] (подобно отечественному ДУ) и используется в настоящее время в зарубежной практике при анализе плитных и других материалов на предмет выделения из них формальдегида.

Всемирной организацией здравоохранения принята в качестве безопасной для человека концентрация формальдегида в воздухе, равная 0,12 мг/м³.

По результатам исследований на рис. 1 наглядно представлена гистограмма из которой видна степень влияния различной концентрации формальдегида в воздухе на здоровье человека.

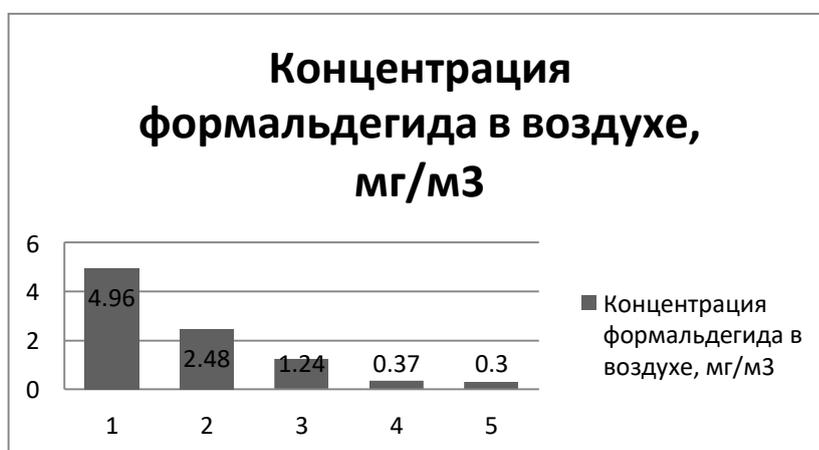


Рисунок 1. Гистограмма влияния различной концентрации формальдегида на здоровье человека:

1 – наиболее опасная, вызывающая образование опухолей; 2 – менее опасная, но вызывающая поражение слизистой, раздражение горла, носа; 3 – принятая за допустимый уровень вредного воздействия формальдегида как безопасная для человека; 4 – может приводить к раздражению глаз; 5 – минимальная по воздействию на здоровье человека.

Выводы

1. Наиболее опасной концентрацией формальдегида в воздухе для человека, вызывающей образование опухолей является 4,96 мг/м³ воздуха. Менее опасной, но вызывающей поражение слизистой, раздражение горла, носа является концентрация 2,48 мг/м³. Концентрация 0,37 мг/м³ может приводить к раздражению глаз. Концентрация 0,3 мг/м³ является минимальным уровнем вредного воздействия. Концентрация 1,24 мг/м³ принята за допустимый уровень вредного воздействия формальдегида на человека. Всемирной организацией здравоохранения принята в качестве безопасной для человека концентрация формальдегида в воздухе, равная 0,12 мг/м³.

2. Действующий в России допустимый уровень формальдегида в воздухе требует существенного совершенствования технологии плитных материалов, особенно древесно-стружечных плит, для снижения выделения из них формальдегида. Как показали наши

работы, наиболее эффективным методом снижения выделения из ДСтП формальдегида является введение в стружечно-клеевую смесь акцепторов формальдегида, т.е. химических веществ, связывающих формальдегид в плитах. Ряд таких акцепторов нами запатентовано использование которых на практике позволит значительно снизить токсичность плит и увеличить насыщенность ими объема воздуха помещений.

Список литературы

1. BRD-Wissenschaft. Herausgegeben von A. Schulte, U. Bernauer, S. Madle, H. Mielke, U. Herbst, H.-B. Richter-Reichhelm, K.-E. Appel, U. Gundert Remy Assessment of the Carcinogenicity of Formaldehyde [CAS No. 50-00-0]. Bericht zur Bewertung der Karzinogenität von Formaldehyd Bundesinstitut für Risikobewertung Pressestelle Thielallee 88-92 14195 Berlin. Berlin 2006, 156 Seiten, 1 Abbildung, 24 Tabellen).
2. Wilmer, J.W.G., Woutersen, R.A., Appelman, L.M. et al. (1987) Subacute (4-week) inhalation toxicity study of formaldehyde in male rats: 8-hour intermittent versus 8-hour continuous exposures. *J Appl Toxicol* 7, 15-16.
3. Wilmer, J.W., Woutersen, R.A., Appelman, L.M. et al. (1989.) Subchronic (13-week) inhalation toxicity study of formaldehyde in male rats: 8-hour intermittent versus 8-hour continuous exposures. *Toxicol Lett* 47, 287-293.
4. Bhalla D.K., Mahavni V., Nguyen T., McClure T. (1991) Effects of acute exposure to formaldehyde on surface morphology of nasal epithelia in rats. *J. Toxicol. And Environm. Health* 33, 171-188.
5. Monteiro-Riviere, N.A., Popp, J.A. (1986) Ultrastructural evaluation of acute nasal toxicity in the rat respiratory epithelium in response to formaldehyde gas. *Fundam Appl Toxicol* 6, 251-262.
6. Doty, R. L., Cometto-Muniz, J.E., Jalowayski, A. A., Dalton, P., Kendal-Reed, M., Hodgson, M. (2004) Assessment of upper respiratory tract and ocular irritative effects of volatile chemicals in humans. *Crit Rev Toxicol* 34 (2), 85-142.
7. Paustenbach, D., Alarie Y., Kulle T., Schachter N., Smith R., Swenberg J., Witschi H., Horowitz S.B. (1997) A recommended occupational exposure limit for formaldehyde based on irritation. *J. Toxicol. And Environm. Health* 50, 217-263.
8. Andersen I., Molhave L. (1983) Controlled human studies with formaldehyde. In: Gibson J.E., ed. *Formaldehyde toxicity*. Washington DC, Hemisphere Publishing, pp. 155-165.
9. Holmström, M., Wilhelmsson, B., Hellquist, H. et al. (1989) Histological changes in the nasal mucosa in persons occupationally exposed to formaldehyde alone and in combination with wood dust. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 107, 120-129.