

EDN: <https://elibrary.ru/zwkdi>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-11-755-760>

УДК 613.6.027

Коллектив авторов, 2022

Федотова Л.А.¹, Потапченко Т.Д.^{1,2}, Мамонов Р.А.¹**Практические подходы по применению гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установлении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны**¹ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА, ул. Погодинская, 10 с1, Москва, 119121;²Ордена Трудового Красного Знамени ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, ул. Авиамоторная, 8а, Москва, 111024

Введение. При появлении новых промышленных предприятий, деятельность которых связана с применением и/или производством химических веществ, в воздух рабочей зоны могут выделяться загрязняющие вещества, не имеющие утверждённых гигиенических нормативов. Следует отметить, что внедрение в производственный процесс новых химических веществ не всегда требует разработки гигиенического норматива в воздухе рабочей зоны, так как для данных соединений могут соблюдаться условия, а именно соответствие гигиеническим критериям, при которых разработка и утверждение гигиенических нормативов не требуется.

Цель исследования — демонстрация практического подхода по применению гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установлении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны на примере параформальдегида.

Материалы и методы. Теоретической основой работы являлись методы обоснования необходимости разработки гигиенических нормативов (ПДК и ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Практической основой работы являлись методические указания по измерению массовых концентраций формальдегида в воздухе рабочей зоны фотометрическим методом, основанным на реакции взаимодействия формальдегида с ацетилацетоном в среде уксуснокислого аммония и последующем фотометрическом измерении оптической плотности окрашенного в жёлтый цвет продукта реакции.

Результаты. Проведённый эксперимент, моделирующий процессы эмиссии формальдегида из параформальдегида в различных условиях производства, показал, что параформальдегид под воздействием температуры выделяет формальдегид, при этом, скорость выделения формальдегида увеличивается с ростом температуры.

Заключение. Анализ технологии производства (применения) параформальдегида, токсикологических данных, а также проведённый эксперимент, моделирующий процессы эмиссии формальдегида из параформальдегида в различных условиях производства позволяет сделать вывод о том, что разработка гигиенического норматива для параформальдегида в воздухе рабочей зоны нецелесообразна, согласно п.2.1.1. ГН 1.1.701-98 «Для веществ, попадание которых в воздух рабочей зоны в виде паров и аэрозолей или их смеси исключено из-за физико-химических свойств, а также условий производства и применения» и п.2.1.3. ГН 1.1.701-98 «Для веществ, легко гидролизующихся в воздухе с образованием продуктов гидролиза, токсичность которых изучена и гигиенические нормативы которых установлены».

Ключевые слова: гигиенический норматив; параформальдегид; формальдегид; воздух рабочей зоны

Для цитирования: Федотова Л.А., Потапченко Т.Д., Мамонов Р.А. Практические подходы по применению гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установлении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны. *Мед. труда и пром. экол.* 2022; 62(11): 755–760. <https://elibrary.ru/zwkdi> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-11-755-760>

Для корреспонденции: Федотова Лионелла Айдыновна, старший научный сотрудник ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, канд. мед. наук. E-mail: LFedotova@cspfmba.ru

Участие авторов:

Федотова Л.А. — сбор и обработка данных, написание текста, редактирование;

Потапченко Т.Д. — сбор и обработка данных, написание текста;

Мамонов Р.А. — редактирование.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 09.11.2022 / Дата принятия к печати: 18.11.2022 / Дата публикации: 12.12.2022

Lionella A. Fedotova¹, Timur D. Potapchenko^{1,2}, Roman A. Mamonov¹**Practical approaches to the application of hygienic criteria for substances that do not need to establish hygienic standards in the air of the working area**¹Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks, 10/1, Pogodinskaya St., Moscow, 119121;²Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, 8a, Aviamotornaya St., 111024

Introduction. When new industrial enterprises appear, whose activities are related to the use and/or production of chemicals, pollutants that do not have approved hygiene standards may appear in the air of the working area. We note that the introduction of new chemicals into the production process does not always require the development of a hygienic standard in the air of the working area, since conditions can be met for these compounds, namely compliance with hygienic criteria, under which the development and approval of hygienic standards is not required.

The study aims to demonstrate a practical approach to the application of hygienic criteria for substances that do not need to establish hygienic standards in the air of the working area on the example of paraformaldehyde.

Materials and methods. The theoretical basis of the work was the methods of substantiating the need to develop hygienic standards: maximum permissible concentration (MPC) and approximate safe level of exposure (ASLE) to harmful substances in the air of the working area. The practical basis of the work was methodological guidelines for measuring mass concentrations of formaldehyde in the air of the working area by a photometric method based on the reaction of formaldehyde with

acetylacetone in an ammonium acetic acid medium and subsequent photometric measurement of the optical density of the yellow-colored reaction product.

Results. The conducted experiment simulating the processes of formaldehyde emission from paraformaldehyde in various production conditions showed that paraformaldehyde under the influence of temperature releases formaldehyde, while the rate of formaldehyde release increases with increasing temperature.

Conclusion. Analysis of the technology of production (application) of paraformaldehyde, toxicological data, as well as an experiment modeling the processes of formaldehyde emission from paraformaldehyde in various production conditions allows us to conclude that the development of a hygienic standard for paraformaldehyde in the air of the working area is impractical, according to paragraph 2.1.1. GN 1.1.701-98 "For substances containing the ingress of which into the air of the working area in the form of vapors and aerosols or a mixture thereof is excluded due to the physico-chemical properties, as well as production and application conditions" and p.2.1.3. GN 1.1.701-98 "For substances that easily hydrolyze in the air with the formation of hydrolysis products, the toxicity of which has been studied and the hygienic standards of which have been established".

Keywords: hygienic standard; paraformaldehyde; formaldehyde; working area air

For citation: Fedotova L.A., Potapchenko T.D., Mamonov R.A. Practical approaches to the application of hygienic criteria for substances that do not need to establish hygienic standards in the air of the working area. *Med. truda i prom. ekol.* 2022; 62(11): 755–760. <https://elibrary.ru/zwkdi> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-11-755-760>

For correspondence: Lionella A. Fedotova, Senior Researcher, Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: LFedotova@cspfmba.ru

Contribution:

Fedotova L.A. — data collection and processing, text writing, editing;

Potapchenko T.D. — data collection and processing, text writing;

Mamonov R.A. — editing.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 09.11.2022 / Accepted: 18.11.2022 / Published: 12.12.2022

Введение. При появлении новых промышленных предприятий, деятельность которых связана с применением и/или производством химических веществ, в воздухе рабочей зоны могут выделяться загрязняющие вещества, не имеющие утвержденных гигиенических нормативов. Следует отметить, что внедрение в производственный процесс новых химических веществ не всегда требует разработки гигиенического норматива в воздухе рабочей зоны, так как для данных соединений могут соблюдаться условия, а именно соответствие гигиеническим критериям, при которых разработка и утверждение гигиенических нормативов не требуется.

Обоснование выбора химических веществ для гигиенического нормирования состоит из нескольких этапов. На первом этапе осуществляется сбор и анализ информации, необходимой и достаточной для решения вопроса о целесообразности проведения исследований по гигиеническому нормированию (область применения вещества, объем производства, применения, форма выпуска, физико-химические показатели, токсикологические показатели и т. д.). На втором этапе, на основании анализа информации, определяются вещества, не нуждающиеся в разработке гигиенических нормативов в соответствии с представленными ниже критериями в воздухе рабочей зоны: для веществ, попадание которых в воздух рабочей зоны в виде паров и аэрозолей или их смеси исключено из-за их физико-химических свойств, а также условий производства и применения; для паров жидкостей, присутствующих в воздухе рабочей зоны при нормальных условиях (температура воздуха 20°C и атмосферном давлении 760 мм рт. ст.) и относящихся к IV классу опасности по величине DL_{50} (при введении в желудок) или CL_{50} , если: количество выпускаемого продукта за год составляет не более 1000 кг; количество лиц, контактирующих с данным веществом, ограничено (не более 10 человек); вещество имеет высокую температуру кипения ($t > 165^\circ\text{C}$) при нормальных условиях, КВНО < 3; для веществ, легко гидролизующихся в воздухе с образованием продуктов гидролиза, токсичность которых изучена и гигиенические нормативы которых установлены [1].

Указанные выше критерии позволяют рассматривать каждый конкретный случай применения или производства любого химического вещества, которое может поступать в воздух рабочей зоны и таким образом, на основании анализируемой информации принимать решение о необходимости или отсутствии необходимости проведения дальнейших этапов по обоснованию гигиенического норматива рассматриваемого вещества.

Цель исследования — демонстрация практического подхода по применению гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установлении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны на примере параформальдегида.

Материалы и методы. Теоретической основой работы являлись методы обоснования необходимости разработки гигиенических нормативов (ПДК и ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Практической основой работы являлись методические указания по измерению массовых концентраций формальдегида в воздухе рабочей зоны фотометрическим методом, основанным на реакции взаимодействия формальдегида с ацетилацетоном в среде уксуснокислого аммония и последующем фотометрическом измерении оптической плотности окрашенного в желтый цвет продукта реакции.

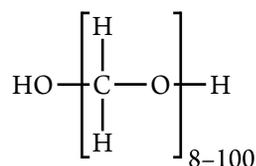
Результаты. Для демонстрации практических подходов по применению гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установлении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны было использовано предприятие по производству параформальдегида. Параформальдегид – продукт полимеризации формальдегида, содержащий в своём составе не менее 91% формальдегида. Параформальдегид представляет собой кристаллы белого или почти белого цвета с запахом формальдегида; при производстве спекается в чешуйки небольшого размера, приобретая молочный оттенок и свободную текучесть; при нагревании легко переходит в газообразное состояние; является горючим веществом.

Название по IUPAC: полиоксиметилен;

№ CAS: 30525-89-4;

Химическая формула: $\text{OH}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}_{(n=8-100)}$;

Структурная формула:



Синонимы: параформ, полиоксиметиленгликоль, полиформальдегид, полиоксиметилен; агрегатное состояние: твёрдое вещество, порошок белого или бесцветного цвета; молекулярный вес: 200–1000 г/моль; температура плавления (в °С): 120°С; плотность при 20°С: 1,3 г/см³; давление паров при 20°С, гПа: 1,5–2,0; температура вспышки (открытый тигель), °С: 70 [1].

По общему характеру воздействия на организм человека параформальдегид вызывает раздражение глаз, носа, дыхательных путей, вызывает слезотечение, кашель. Параметры острого токсического действия: при внутрижелудочном введении для крыс составляет 680–5000 мг/кг; для мышей — 500 мг/кг; накожно кролики — 2000 мг/кг; ингаляционная токсичность для крыс составляет 1070–1100 мг/м³ (4 ч) [1–4].

Воздействие параформальдегида на человека может происходить через контакт с кожей и при вдыхании на рабочих местах, где пыль параформальдегида может поступать в воздух рабочей зоны. При обычной температуре параформальдегид постепенно испаряется. Если его оставить на воздухе на длительное время он может испариться полностью, образуя пары при этом пары состоят главным образом из мономерного газообразного формальдегида и незначительного количества водяных паров. Токсическая активность параформальдегида обусловлена тем, что при деполимеризации он переходит в газообразный формальдегид, что подтверждается данными парциального давления паров формальдегида над параформальдегидом — при температуре 37°С давление $P_{\text{CH}_2\text{O}}$ составляет 5,00 мм [1–7].

Формальдегид по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном введении может быть отнесён к высоко опасным веществам (II класс опасности), согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Также указанное соединение обладает высокой токсичностью при ингаляционном пути поступления, оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, а также отнесено к веществам с повышенным риском развития раковых опухолей [8].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что формальдегид — это мономерное химическое соединение, тогда как параформальдегид представляет собой полимерное соединение. Основное различие между параформальдегидом и формальдегидом состоит в том, что параформальдегид находится в твёрдой фазе при комнатной температуре и давлении, тогда как формальдегид является газом; параформальдегид при хранении выделяет небольшое количество формальдегида. Однако именно в силу различия агрегатных состояний указанных веществ различаются и их физико-химические свойства, которые влияют и на оказываемые токсические эффекты при воздействии на живые организмы при различных путях поступления.

Первым этапом при обосновании гигиенических критериев в отношении веществ, не нуждающихся в установ-

лении гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны является изучение технологии производства и применения используемого вещества, а также определение источников выбросов данного загрязняющего вещества в воздух рабочей зоны.

Производство параформальдегида происходит в несколько этапов и обычно связано с его синтезом в водных растворах формалина. При этом, в рамках нашего исследования была рассмотрена технология, при которой производство параформальдегида осуществляется в несколько этапов, а именно: первым этапом происходит выпаривание формалина с получением концентрированного формальдегида, затем, вторым этапом полученный концентрированный раствор проходит процесс сушки и поступает на установку распылительного охлаждения, после чего, готовая продукция поступает на фасовку и отпускается потребителю. Сначала концентрированный формалин поступает в цех с выпарной установкой, в которой под воздействием таких процессов как выпаривание, конденсация и орошение происходит процесс образования концентрированного формальдегида. Следующим третьим этапом концентрированный формальдегид поступает в камеру распылительного охлаждения, где в присутствии специального охлаждающего/осушающего агента при пониженной температуре происходит процесс поликонденсации, отверждения и испарения, в результате чего получается порошок параформальдегида, который затем из распылительной камеры поступает на окончательную сушку для удаления примесей и получения чистого готового продукта. По причине опасности данного соединения для здоровья человека, а также из-за физико-химических свойств параформальдегида все современные производства параформальдегида основаны на использовании герметичного оборудования, где процесс производства происходит в закрытом контуре. При этом поступление параформальдегида в воздух рабочей зоны исключено и возможно только при возникновении аварийной ситуации. Также, следует отметить, что готовый параформальдегид используется только на конечном этапе технологии его производства, а именно в процессе финальной сушки, которая также происходит в закрытом контуре, исключая попадание загрязняющего вещества в воздух рабочей зоны.

Параформальдегид при нормальных условиях и под воздействием температуры испаряется, образуя при этом формальдегид. Следует отметить, что согласно СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» для формальдегида установлена максимально-разовая предельная допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}) в воздухе рабочей зоны на уровне 0,5 мг/м³, 2-ой класс опасности. Нами был проведён эксперимент по изучению возможности эмиссии (выделения) формальдегида из параформальдегида в условиях, приближенных к условиям рабочей зоны, а также под воздействием различных факторов (температура, влага, УФ-излучение) [9].

Для достижения поставленной цели были определены следующие этапы исследования: изучение эмиссии формальдегида в условиях, приближенных к реальным условиям рабочей зоны; изучение эмиссии формальдегида под воздействием температуры (22°С, 30°С и 40°С); изучение эмиссии формальдегида под воздействием УФ-излучения; изучение эмиссии формальдегида под воздействием контакта с водой при разной температуре и pH.

Измерение концентраций формальдегида проводили спектрофотометрическим методом. Отбор проб проводили пробоотборником, заполненным поглотительным раствором. Результаты проведённых исследований представлены в *таблицах 1–5*.

Из *таблицы 1* видно, что суммарная доля выделившегося формальдегида при 22°C составила 0,1885% от заложенной массы за время проведения эксперимента.

Таким образом, суммарная доля выделившегося формальдегида при температуре 30°C составила 0,2486% от заложенной массы за время проведения эксперимента (*табл. 2*).

Из результатов, приведённых в *таблице 3* видно, что суммарная доля выделившегося формальдегида при температуре 40°C составила 1,076% от заложенной массы за время проведения эксперимента.

В рамках проведённых исследований воздействия различных температур (22°C, 30°C и 40°C) на процессы выделения формальдегида из образцов параформальдегида установлено, что параформальдегид под воздействием температуры выделяет формальдегид, при этом, скорость выделения формальдегида увеличивается с ростом температуры.

Таблица 1 / Table 1

Изучение выделения формальдегида из параформальдегида при 22°C
Study of the separation of formaldehyde from paraformaldehyde at a temperature of 22°C

№ пробы	Время, мин	Оптическая плотность		Разбавление (погл. №1)	Концентрация формальдегида, мкг/мл		m _{фр} , мкг формальдегида	E, % эмиссия формальдегида
		Поглотитель 1	Поглотитель 2		Поглотитель 1	Поглотитель 2		
до эксперимента	0	0,027	0,004	—	0,103	0,015	0,588	—
1 проба	26	0,338	0,163	2	2,566	0,619	15,926	0,0100
2 проба	90,6	0,159	0,189	10	6,036	0,718	33,770	0,0211
3 проба	155,2	0,401	0,02	10	15,224	0,076	76,500	0,0478
4 проба	219,8	0,432	0,08	10	16,401	0,304	83,523	0,0522
5 проба	284,4	0,457	0,27	10	17,350	1,025	91,875	0,0574

Таблица 2 / Table 2

Изучение выделения формальдегида из параформальдегида при 30°C
Study of the separation of formaldehyde from paraformaldehyde at a temperature of 30°C

№ пробы	Время, мин	Оптическая плотность		Разбавление (погл. №1)	Концентрация формальдегида, мкг/мл		m _{фр} , мкг формальдегида	E, % эмиссия формальдегида
		Поглотитель 1	Поглотитель 2		Поглотитель 1	Поглотитель 2		
до эксперимента	0	0,032	0,012	—	0,119	0,045	0,820	—
1 проба	26	0,576	0,019	2,5	5,369	0,071	27,200	0,0191
2 проба	90,6	0,381	0,492	5	7,103	1,834	44,687	0,0315
3 проба	155,2	0,272	0,092	10	10,142	0,343	52,424	0,0369
4 проба	219,8	0,602	0,002	10	22,446	0,007	112,267	0,0790
5 проба	284,4	0,125	0	50	23,304	0,000	116,518	0,0820

Таблица 3 / Table 3

Изучение выделения формальдегида из параформальдегида при 40°C
Study of the separation of formaldehyde from paraformaldehyde at a temperature of 40°C

№ пробы	Время, мин	Оптическая плотность		Разбавление (погл. №1)	Концентрация формальдегида, мкг/мл		m _{фр} , мкг формальдегида	E, % эмиссия формальдегида
		Поглотитель 1	Поглотитель 2		Поглотитель 1	Поглотитель 2		
до эксперимента	0	0,025	0,013	—	0,094	0,049	0,715	—
1 проба	26	0,442	0,055	10	16,635	0,207	84,212	0,0545
2 проба	90,6	0,471	0,077	25	44,317	0,290	223,033	0,1443
3 проба	155,2	0,587	0,056	25	55,231	0,211	277,211	0,1794
4 проба	219,8	0,492	0,012	50	92,586	0,045	463,154	0,2998
5 проба	284,4	0,653	0,025	50	122,883	0,094	614,885	0,3980

Таблица 4 / Table 4

Изучение выделения формальдегида из параформальдегида под воздействием УФ-излучения
Study of the release of formaldehyde from paraformaldehyde under the influence of UV-radiation

№ пробы	Время, мин	Оптическая плотность		Разбавление (погл. №1)	Концентрация формальдегида, мкг/мл		$m_{ф}$ мкг формальдегида	E_p % эмиссия формальдегида
		Поглотитель 1	Поглотитель 2		Поглотитель 1	Поглотитель 2		
до эксперимента	0	0,029	0,007	—	0,112	0,027	0,694	—
1 проба	26	0,243	0,012	5	4,686	0,046	23,660	0,0161
2 проба	90,6	0,361	0	5	6,961	0,000	34,805	0,0236
3 проба	155,2	0,383	0	10	14,771	0,000	73,853	0,0501
4 проба	219,8	0,412	0,008	10	15,889	0,031	79,599	0,0540
5 проба	284,4	0,457	0	10	17,624	0,000	88,122	0,0598

Таблица 5 / Table 5

Параметры выделения формальдегида из параформальдегида в воде при различной температуре и pH раствора
Parameters of the separation of formaldehyde from paraformaldehyde in water at different temperatures and pH of the solution

Образец	Масса навески образца, мг	pH раствора	Температура раствора, t, °C	Разбавление образца	Оптическая плотность	Масса формальдегида, мкг	Эмиссия формальдегида E_p %, перешедшего в раствор из параформа за 5 минут
1	12,06	6,62	20	80	0,558	172,16	1,43
2	11,12	1,21	20	160	0,331	204,24	1,84
3	13,7	12,22	20	8000	0,412	12 711,15	92,78
4	10,42	6,62	70	320	0,367	452,91	4,35

Для изучения эмиссии формальдегида из параформальдегида при воздействии УФ-излучения образец параформальдегида массой 147,29 мг был помещён в климатическую камеру со включённой лампой УФ-излучения (модель ДКБУ 9, мощность UV-C излучения 1,5 Вт). Результаты исследования представлены в **таблице 4**.

Суммарная доля выделившегося формальдегида при воздействии УФ-излучения составила 0,20% от заложенной массы за время проведения эксперимента, что практически не отличалось от аналогичного процесса в стандартных условиях рабочей зоны (22°C).

Для изучения выделения формальдегида из параформальдегида в воде под влиянием pH и температуры были взяты четыре навески параформальдегида, которые затем были помещены в центрифужные пробирки объёмом 50 мл, к каждой навеске был добавлен соответствующий раствор со значением pH и температуры. Данные результатов исследований представлены в **таблице 5**.

Таким образом, при нагреве жидкости (70°C), содержащей параформальдегид наблюдается примерно 2-кратный прирост перехода параформальдегида в формальдегид по сравнению с температурой окружающей среды (20°C); в щелочной среде в течение короткого промежутка времени параформальдегид почти полностью деполимеризуется.

Обсуждение. Проведённый анализ технологии производства позволяет сделать вывод, о том, что параформальдегид является полимером формальдегида, который в свою очередь относится к полимерам типа полиоксиметиленов и является продуктом обратимой реакции в химическом отношении сходен с формальдегидом. Токсико-

логические свойства параформальдегида схожи с токсикологическими свойствами формальдегида. Токсическое действие параформальдегида обусловлено тем, что при деполимеризации он переходит в газообразный формальдегид, а при растворении образует раствор формальдегида — формалин.

Проведённый эксперимент, моделирующий процессы эмиссии формальдегида из параформальдегида в различных условиях производства, показал, что параформальдегид под воздействием температуры выделяет формальдегид, при этом скорость выделения формальдегида увеличивается с ростом температуры. На основании вышеизложенного и проведённых модельных экспериментов можно сделать вывод о том, что параформальдегид является легко гидролизующимся в воздухе веществом с образованием продукта гидролиза — формальдегида, токсичность которого изучена и гигиенический норматив которого в воздухе рабочей зоны установлен. Контроль безопасности воздуха рабочей зоны при использовании параформальдегида п необходимо осуществлять по формальдегиду [10].

Заключение. Анализ технологии производства и/или применения параформальдегида, данных о его токсичности и опасности, а также проведённый эксперимент, моделирующий процессы эмиссии формальдегида из параформальдегида в различных условиях производства позволяет сделать вывод о том, что разработка гигиенического норматива для параформальдегида в воздухе рабочей зоны нецелесообразна, согласно ГН 1.1.701-98 «Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населённых мест, воде водных объектов».

Список литературы

1. CAMEO Chemicals. Record Name: PARAFORMALDEHYDE. <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/4156>
2. The NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards is intended as a source of general industrial hygiene information on several hundred chemicals/classes for workers, employers, and occupational health professionals. Read more: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/>
3. IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT. (Multivolume work). Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
4. Yates J. Adsorption and decomposition of formaldehyde on tungsten (100) and (111) crystal planes. *Journal of Catalysis*. 1973; 30(2): 260. [https://doi.org/10.1016/0021-9517\(73\)90073-0](https://doi.org/10.1016/0021-9517(73)90073-0)
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Documentation of the TLV's and BEI's with Other Worldwide Occupational Exposure Values. CD-ROM Cincinnati, OH 45240-1634 2005.
6. Lewis R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004.
7. Tomlin CDS, ed. Formaldehyde (50-00-0). In: *The e-Pesticide Manual, 13th Edition Version 3.2 (2005-06)*. Surrey, UK, British Crop Protection Council.
8. ГОСТ 12.1.007-76. «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
9. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
10. ГН 1.1.701-98. «Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населённых мест, воде водных объектов». Минздрав России. М.; 1998.

References

1. CAMEO Chemicals. Record Name: PARAFORMALDEHYDE. <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/4156>
2. The NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards is intended as a source of general industrial hygiene information on several hundred chemicals/classes for workers, employers, and occupational health professionals. Read more: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/>
3. IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT. (Multivolume work). <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
4. Yates J. Adsorption and decomposition of formaldehyde on tungsten (100) and (111) crystal planes. *Journal of Catalysis*. 1973; 30(2): 260. [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9517\(73\)90073-0](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9517(73)90073-0)
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Documentation of the TLV's and BEI's with Other Worldwide Occupational Exposure Values. CD-ROM Cincinnati, OH 45240-1634 2005.
6. Lewis R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004.
7. Tomlin CDS, ed. Formaldehyde (50-00-0). In: *The e-Pesticide Manual, 13th Edition Version 3.2 (2005-06)*. Surrey, UK, British Crop Protection Council.
8. GOST 12.1.007-76. «The system of occupational safety standards. Harmful substances. Classification and general safety requirements» (in Russian).
9. SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans» (in Russian).
10. GN 1.1.701-98. «Hygienic criteria for substantiating the need to develop MPC and the elimination (ODE) of harmful substances in the air of the working area, the atmospheric air of populated areas, water of water bodies.» Ministry of Health of Russia. M.; 1998 (in Russian).