



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17963 (13) A

(51)6 C 10 L 3/10

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII 1993 рПублікується
в редакції заявника

(54) РЕЧОВИНА ДЛЯ ОДОРИЗАЦІЇ ПАЛИВНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

1

(21) 96041339
(22) 05.04.96
(24) 17.06.97
(46) 31.10.97. Бюл. № 5
(47) 17.06.97
(72) Воронков Олександр Петрович, Воронкова Наталія Сергіївна, Бухтіарова Тетяна Анатоліївна, Жмілько Петро Григорович, Бойко Леонід Йосипович, Григіль Михайло

2

Андрійович, Капцов Іван Іванович, Хоха Юрій Леонідович, Розгонюк Василь Васильович, Шатохін Володимир Федорович, Борисов Петро Павлович, Волохов Іван Васильович
(73) Акціонерне товариство "Укргазпром" (UA)
(57) Применение кротонового альдегида (C_6H_6O) для одоризации топливного природного газа.

Вещество представляет собой кротоновый альдегид (C_6H_6O), обладающий резким специфическим запахом, раздражает слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, уменьшает летучесть, не содержит в своем составе серы, при его сгорании образуются экологически чистые продукты – диоксид углерода и вода. Кротоновый альдегид предназначен для использования в газовой промышленности для одоризации природного топливного газа.

Задачей работы было обоснование направления поиска одорантов топливного природного газа отечественного производства и определение объемов медико-биологических исследований по его получению на основе кротонового альдегида (C_6H_6O).

Природный газ является источником энергии и сырьем органического синтеза [1,2]. Потребление природного газа с каждым годом растет [2,3].

Одним из важных направлений использования газа является использование его для

газоснабжения населенных пунктов. С этой целью используют, в основном, природный и сжиженный газы, главным преимуществом которых перед другими видами топлива являются высокая тепловая сгорания, относительная дешевизна и гигиеничность [5].

Пары сжиженных газов бесцветны и не имеют запаха. Это затрудняет обнаружение газа в случае его утечки [5]. Для придания газу специфического запаха в него добавляют сильно пахнущие вещества – одоранты. В качестве последних используют меркаптосоединения (в виде индивидуальных веществ, либо смесей синтетических или природных меркаптанов), сульфиды (диэтилсульфид, диметилсульфид и др.) [6–13], тиофан, их смеси [16], кротоновый альдегид [5].

Потребности Украины в одорантах покрываются за счет импорта, что экономически невыгодно.

Одоранты – вещества, добавляемые к газу или в воздух для придания им характерного запаха [6].

(19) UA (11) 17963 (13) A

По составу одоранты классифицируются на меркаптановые (меркаптан и др.) и сульфидные (диэтилсульфид, диметилсульфид и др.). Одоризация природного газа способствует установлению его утечки. ТУ-51-81-82 определяет требования к одорантам. Согласно этим требованиям к важнейшим характеристикам одорантов могут быть отнесены:

- наличие отчетливого специфического запаха при малой концентрации в газе;
- низкая токсичность;
- большая широта одорирующего действия;
- стабильность при хранении и транспортировке по газовым сетям;
- минимальная агрессивность в отношении коррозии;
- высокая температура кипения;
- малая упругость паров;
- минимальная взрывоопасность;
- доступность и др.

Наиболее широкое распространение в качестве одорантов получили меркаптаны, которые, как правило, получают путем химического синтеза. Из меркаптанов наиболее предпочтительным компонентом одоранта является трет-бутилмеркаптан. Однако из-за сложности его синтеза в нашей стране он практически не применяется. Для одоризации газа в бывшем СССР наиболее широко использовался этилмеркаптан, который, однако, не является "идеальным" одорантом. Наряду с этилмеркаптаном в качестве одоранта газа все шире используется одорант СПМ, получаемый из газовых меркаптаносодержащих конденсатов с помощью щелочной экстракции [9]. Органолептические испытания показали, что смесь природных меркаптанов, полученная из конденсата Оренбургского месторождения, по своим одорирующим характеристикам превосходит синтетический этилмеркаптан в 1,3 раза (т.е. норма расхода его на одоризацию не превосходит норму расхода этилмеркаптана) [10].

В табл.1 представлена сравнительная характеристика некоторых наиболее широко используемых меркаптаносодержащих одорантов и рекомендуемые фирмами-изготовителями ("Филипс-Петролиум" и др.) нормы расхода при одоризации.

Одним из важных недостатков, присущих меркаптанам, является наличие в них серы, при сгорании которой образуются токсические окислы, загрязняющие окружающую среду [17]. ГОСТ 55-42-78 ограничивает содержание меркаптановой серы в топливных газах для коммунально-бытового назначения величиной 36 мг/м^3 [18]. Ввиду этого, одним из направлений поиска одорантов га-

за является получение веществ с низким содержанием серы. К таковым можно отнести новые одоранты, запатентованные Японией и содержащие диметилсульфид, трет-бутилмеркаптан и трет-гептилмеркаптан в соотношении 1:0,8-3:0,02-0,1 или диметилсульфид, трет-бутилмеркаптан, трет-гексилмеркаптан в соотношении 1:0,8-3:1,05-0,3 [19]. Эти одоранты относительно устойчивы при действии окислителей [18].

Все меркаптаны сильные раздражители. В высоких концентрациях вызывают цианоз, судороги, гемолитическую анемию, лихорадку, кому и необходимое угнетение функций мозга.

Ввиду того, что с практической точки зрения для стран бывшего СССР наибольший интерес представляет этилмеркаптан он нами принят за прототип. При воздействии этилмеркаптана в концентрации $2 \times 10^9 \text{ мг/м}^3$ в течение 2 ч у животных наблюдаются расстройства дыхания, координации движения, наркоз. Гибель 100% животных наступает при концентрации $4 \times 10^9 \text{ мг/м}^3$. По данным Блиновой [20] вдыхание этилмеркаптана в концентрации 0,1 мг/л по 4 ч в день (6 раз в неделю) в течение 5 месяцев не вызывало у мышей, крыс и кроликов изменений прироста массы тела. Позже у кроликов отмечалось учащение пульса, повышение артериального давления и выделение сульфатов с мочой, нарастание возбудимости у крыс.

У людей вдыхание этилмеркаптана в концентрациях выше пороговых (0,016 мг/л) может привести к возникновению рвоты и поноса, появлению белка, цилиндров и крови в моче [15]. Воздействие таких концентраций не приводит к развитию серьезных осложнений. Отмечено, что концентрации этилмеркаптана до $16 \times 10^6 \text{ мг/м}^3$ не вызывают серьезных последствий даже при многочасовом воздействии. Описано тяжелое отравление этилмеркаптаном с длительным бессознательным состоянием, судорогами, цианозом, парезом бронхиальной мускулатуры после пребывания рабочего в аппарате из-под меркаптанов. Через 2 недели наблюдали очаг некроза в легком, связь которого с перенесенным отравлением не доказана.

В СССР установлена ПДК для этилмеркаптана 1 мг/м^3 [21]. Порог запаха для этилмеркаптана составляет $19 \times 10^4 \text{ мг/м}^3$, то есть примерно на 2 порядка ниже минимальной токсической дозы.

По своим токсикологическим характеристикам этилмеркаптан может быть отнесен к веществам первого класса опасности и

третьего класса токсичности [31]. Показатель степени опасности 3,2.

К числу перспективных серосодержащих одорантов относят широко используемый за рубежом тетрагидротиофен [8,14], который получают путем каталитического превращения ацетилена в среде высокоагрессивного и токсичного сернистого водорода [15]. Последнее препятствует более широкому применению данного вещества, хотя сравнительная оценка основных характеристик тетрагидротиофена и этилмеркаптана (табл.2) позволяет выделить ряд преимуществ первого из веществ. Так, тетрагидротиофен является более стойким химически и термически выдерживает без разложения температуру до 540°C, что позволяет избежать закупорки продуктами разложения каналов газовых горелок. Содержание серы в тетрагидротиофене значительно ниже, чем в этилмеркаптани, что делает продукты его сгорания экологически более безопасными из-за меньшего содержания в них сернистого газа. Тетрагидротиофен имеет более высокую, чем этилмеркаптан, температуру и меньшую упругость паров при одной и той же температуре, что уменьшает потери из-за испарения.

Таким образом, анализ доступной литературы показывает, что на сегодняшний день не существует "идеального" одоранта, и поиск его должен идти по пути создания эффективных, малотоксичных, доступных продуктов.

Науке известны более 100 типов веществ, обладающих запахом. Это серосодержащие соединения, в т.ч. проанализированные нами альдегиды, кетоды, органические растворители, спирты и др. [20-23].

В доступной литературе имеются сведения об использовании одного из представителей группы альдегидов – кротонового альдегида – для одоризации газа [15]. Кротоновый альдегид ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$) – прозрачная жидкость с резким запахом, при горении разлагающаяся до H_2O и CO_2 . Основные физико-химические характеристики кротонового альдегида представлены в табл.3. Взрывоопасные концентрации паров в воздухе 2,95–15,5%. При хранении на воздухе быстро димеризуется [15].

Кротоновый альдегид – один из наиболее токсичных в группе альдегидов [24,25]. Подобно большинству альдегидов обладает раздражающим действием. Человек ощущает легкое раздражение слизистой оболочки носа уже при первом вдохе при концентрации 25–100 мг/м³ в течение 10 секунд [15]. Пороговая концентрация, вызывающая раздражение слизистых глаз и носа, составляет

0,5–1 мг/м³. Чтобы разбудить спящих, достаточно концентрации 11–19 мг/м³. В целом оказывая эффекты, аналогичные другим непредельным альдегидам, кротоновый альдегид имеет ряд особенностей. Так, в отличие от ацетальдегида, акролеина и бензальдегида он не угнетает ЦНС. В отличие от фуральдегида не повреждает печень и почки. Не является канцерогеном [25].

Острое отравление лабораторных животных кротоновым альдегидом наблюдается при высоких концентрациях и характеризуется симптомами раздражения слизистых, нарушением координации движений, боковым положением, судорогами и быстрой гибелью. Для белых мышей после 2-часового воздействия ЛК₅₀ составляет $1,51 \times 10^3$ мг/м³, для белых крыс при ингаляции в течение 5, 10, 15, 30, 60, 240 минут соответственно 9600, 4300, 2400, 1700, 1700, 300 мг/м³ [26]. По данным [24] средняя летальная доза кротонового альдегида, распыленного в виде тумана, составляет для мышей, морских свинок и кроликов соответственно $1,1 \times 10^5$, 2×10^5 , $1,9 \times 10^5$ мг мин/м³. Токсичность аэрозоля кротонового альдегида с диаметром частиц 0,7 микрон несколько ниже и составляет соответственно для мышей, морских свинок и кроликов $1,7 \times 10^5$, $2,3 \times 10^5$, $2,1 \times 10^5$ мг мин/м³ [24].

Пороговая концентрация, которая вызывает слюнотечение у кошек, составляет 50 мг/м³ [15]. У кроликов нарушение безусловного рефлекса наблюдается при 70–110 мг/м³, изменение частоты дыхания – при 90 мг/м³ (экспозиция 40 мин) [15].

Острое отравление животных кротоновым альдегидом протекает с преимущественным поражением сосудов и легких. Обнаруживаются расстройства кровообращения, повышенная проницаемость капилляров, отек легких, пери- и панбронхиты с разрушением эластических волокон, стенок бронхов, перибронхиальная, преимущественно интерстициальная пневмония. Дистрофические процессы имеют место также и в других внутренних органах [15]. Обладает общим разорбтивным действием [15].

Данные об остром отравлении у людей в доступной литературе отсутствуют. По-видимому, это связано с тем, что диапазон между порогом ощущения запаха, порогом раздражающего действия и минимальной токсической дозой значителен. При контакте с кожей человека развивается местная воспалительная реакция с последующим длительно незаживляющим изъязвлением [15].

Хроническое отравление кротоновым альдегидом у животных (вдыхание белыми крысами кротонового альдегида в концент-

рации 5 мг/м³ ежедневно в течение 6 месяцев) проявляется изменениями в легких, дистрофией паренхиматозных органов, мелкоочаговыми периваскулярными инфильтратами и разрыхлением стенок сосудов. В коре мозга отмечено набухание, в белом веществе мозга — очаги липоидно-белковой деструкции [26].

У длительно контактирующих с кротонным альдегидом рабочих наблюдаются сухость, кровоточивость слизистой оболочки носа, корочки в носу, частые насморки, першение и сухость в горле [27]. Объективно у части рабочих явления застойной гиперемии и отек слизистой оболочки носа, выраженное ухудшение обоняния. При рабочем стаже 6–8 лет картина хронического субатрофического ринофарингита или хронического ринита в сочетании с передним сухим ринитом [28]. Часты функциональные расстройства нервной системы, преимущественно вегетативная дистония. Встречаются жалобы на пульсирующие головные боли в лобной области, плохой сон, снижение памяти, судорожные подергивания мышц, повышенная потливость со специфическим запахом пота, раздражительность, быстрая утомляемость, апатия, кожный зуд [29].

Санитарными нормами [30] установлена ПДК кротонного альдегида на уровне 0,5 мг/м³. Концентрацию вещества легко установить с помощью доступных методов [16, 31–33].

Все вышеизложенное позволяет отнести кротонный альдегид к веществам второго класса опасности и второго класса токсичности [34]. Показатель степени опасности 2,1.

Таким образом, как следует из представленных данных, кротонный альдегид, как потенциальный одорант газа может иметь ряд преимуществ перед этилмеркаптаном. Это доступность, большая экологическая безопасность, обусловленная отсутствием в структуре серы, более высокая температура кипения, а следовательно, меньшая летучесть. Кроме того, показатель степени опасности кротонного альдегида меньше, чем этилмеркаптана (2,1 и 3,2 соответственно).

Представленный образец потенциального одоранта (кротонный альдегид) является прозрачной жидкостью слегка желтоватого цвета плотностью 0,849 г/см³ с резким неприятным запахом (напоминает запах прогорклого рыбьего жира).

Определение токсичности представленного образца проведено при ингаляционной аппликации статическим методом. Время экспозиции 30 мин. Опыты проведены с использованием камеры типа Б-14 ем-

костью 170 дм³ с побудителем движения воздуха. Объектом исследования служили белые беспородные мыши — самцы массой тела 21–24 г.

Для создания в воздухе камеры необходимой концентрации исследуемого вещества, определенное количество его помещали в оттарированные на аналитических весах бюксы с притертыми пробками. Бюксы для превращения жидкости в пар помещались в подогревающее устройство с температурой 150–180°C и вместе с ним — в затравочную камеру. При этом жидкость в течение 3–5 мин почти без остатков превращалась в пар. Животных помещали в камеру перед внесением в нее испытуемого образца, камера герметизировалась.

С первой минуты после начала ингаляционного воздействия кротонным альдегидом в токсических концентрациях у животных наблюдались двигательное возбуждение, одышка, блефороптоз, выраженная лагримация выделения из носа и гиперсаливация, в результате которых у подопытных животных увлажнялась шерсть не только на морде, но и в области шеи, нижней части грудной клетки и внутренней поверхности передних конечностей. Кроме того, отмечались усиленные чесательные движения, пилоэрекция, сужение глазных щелей, повышение тонуса конечностей в начальной стадии, увеличение тонуса хвоста, подергивания, тремор, судороги. На поздней стадии наблюдались судорожное дыхание, парез преимущественно задних конечностей, адинамия, клинические судороги, исчезновение рефлекса поворачивания, боковое положение и смерть от остановки дыхания.

Характерным признаком действия кротонного альдегида в токсических концентрациях явилось значительное снижение температуры тела (табл.4).

При вскрытии погибших животных отмечалось: кишечник вздут, печень увеличена и имеет темный цвет, сердце со спавшимися полостями, легкие отечные и бледного цвета. Данные об интенсивности отека легких представлены в табл.5.

Расчет величины средней летальной концентрации (ЛК₅₀) кротонного альдегида при ингаляционной аппликации и экспозиции 30 мин проводился по методу В.Б.Прозоровского [35]. Найденная величина составила 10,3 (8,8–11,8) мг/л. Исходные данные представлены в табл.6.

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют заключить, что кротонный альдегид в токсических концентрациях обладает выраженным раздражающим действием.

Общее токсическое действие вещества проявляется нарушениями со стороны центральной нервной системы и поражением сосудов легких. Последнее приводит к развитию тяжелого отека легких. При этом в изучаемом диапазоне концентраций не выявлено взаимосвязи между концентрацией вещества и интенсивностью отека легких.

Сопоставление рассчитанной ЛК₅₀ вещества с данными литературы выявило отличия, лежащие в пределах ошибки эксперимента.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что кротонный альдегид представляет интерес для специальной оценки возможности и целесообразности использования его в качестве одоранта природного газа. Он имеет ряд преимуществ перед используемым в практике этилмеркаптаном (доступность, большая экологическая безопасность, меньшая летучесть, более низкий показатель степени опасности).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Rondenay J.F. Le Gas: Hydrocarbures et chimie // *Energies*. - 1990. - № 2. - P. 9-10.
2. Point de vue des utilisateurs // *Rev. energ.* - 1986. - Vol. 37, № 384. - P. 409-430.
3. Crow P. News for the gas industry // *Oil and Gas J.* - 1992. - Vol. 9, № 34. - P. 22.
4. Grow P. U.S. general elections open door to energy policy changes // *Oil and Gas J.* - 1992. - Vol. 90, № 41. - P. 21-23.
5. Янович А.Н., Аствацатуров А.Ц., Бусурин А.А. Охрана труда и техника безопасности в газовом хозяйстве. - М.: Недра. - 1978. - 316 с.
6. Советский энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия. - 1985. - С. 915.
7. Айвазов Б.В., Петров С.Н. Физико-химические константы сероорганических соединений. - М.: Химия. - 1964. - С. 280.
8. Справочник работника магистрального газопровода. Изд. 2-е, доп. и перераб. / Ред. Бармин С.Ф. / - Л.: Недра. - 1974. - С. 412-416.
9. Анисонян А.А., Салтыкова Н.М., Жарова Л.А. Возможность получения меркаптанов из конденсата Оренбургского месторождения // *Газовая промышленность*. М.: Недра. - 1971. № 11. - С. 40-42.
10. Технические условия 51-81-82.
11. Гаврилов Л.Е. Одоризация природных газов // *Использование газа в народном хозяйстве*. М.: ВНИИЭгазпром. - 1971. - № 11. - С. 17-21.
12. Авторское свидетельство СССР № 1214730, кл. С 100 L 1/28. Заявл. 25.08.84, № 3785473/23-26, опубл. Бюл. № 8, 1986. Одорант для природного газа. Яценко В.Л. и др.
13. Заявка 61-185595, кл. С 10 L 3/00. Заявл. 12.02.86, № 60-25880, опубл. 19.08.86.
14. Способ одорирования природного газа. Аоки Текэси, Кимата Акира, Такэнака Хиро-си. Токуни гасу к.к. Цит.: РЖ, "Химия". - 1987. - № 19. - 19П 289П.
15. Патент ПНР № 830204 / P 240433, кл. С 10 J 1/28, заявл. 04.02.83, опубл. 30.05.86. Sposob nawaniania gasu. Kowalik W., Demuslak G., Paluszkiewicz Cz., Kregielewski S.
16. Вредные вещества в промышленности / Под ред. Н.В.Лазарева. - 1976.
17. Roberson S.T. Factors to consider when choosing a gas odorant // *Pipe Line Ind.* - 1988. - Vol. 68, № 2. - P. 30-32, 34.
18. Окислы серы и взвешенные частицы В03. Сер. "Гигиенические критерии состояния окружающей среды". Вып. 8. - Женева. - 1982. - С. 131.
19. Производство природных меркаптанов (Обзорная информация) Афанасьев А.И. и др. // *Газовая промышленность*. Серия: Подготовка и переработка газа и газового конденсата. - М.: ВНИИЭгазпром. - 1984. - Вып. 11. - 42 с.
20. Заявка № 60-63712, кл. С 10 L 3/00, опубл. 03.10.86. Одорант для топливного газа / Тэрасаки Дадзиро, Одадзима Иосикити, Колмада Хидэки, Накамура Кукио. Цит.: РЖ "Химия". - 1987. - № 12. - 21П 283П.
21. Блинова Э.А. Токсикологическая характеристика этилмеркаптана по данным хронических опытов // *Гигиена труда и проф. заболеваний*. - 1964. № 6. - С. 55-58.
22. Чумаков В.М. Определенные выбросы одоранта на узле одоризации газораспределительных станций // *Газовая промышленность*. Сер. "Подготовка, переработка и использование газа". Экспресс-информация. М.: ВНИИЭгазпром. - 1987. - С. 15-16.
23. Kato Yoshimori. Научные основы запаха. "Суйсицу одаку кэккю". *Jap. J. Water Pollut. Res.* - 1985. - Vol. 8, № 11. - P. 690-696. Место хранения ГПНТБ СССР. Цит.: РЖ "Химия". - 1986. № 16. - 16И 607.
24. Kato Tatsuo. Анализ одорантов методами газовой хроматографии/масс-спектрометрии. "Суйсицу одаку кэккю". *Jap. J. Water Pollut. Res. СССР*. - Цит.: РЖ "Химия". - 1986. - № 16. - 16И 608.
25. Salem H., Cjilumbine H. Inhalation toxications of some aldehydes // *Foxicol. Appl. Pharmacol.* - 1960. - V. 2, № 2. - P. 183-187.
26. Handbook of Poisoning. - Tenth Ed. - Los Altos, California, 1980. - P. 578.
27. Rinshart W.E. // *Amer. Ind. Hyg. Assoc. J.* - 1967. - Vol. 28, № 6. - P. 561-566.

27. Гигиена труда и охрана здоровья рабочих нефтяной и нефтехимической промышленности. – Труды Уфимского НИИ гигиены труда. Т. 3. – 1967. – С. 121.

28. Гигиена труда и охрана здоровья рабочих нефтяной и нефтехимической промышленности. – Труды Уфимского НИИ гигиены труда. – Т.3. – 1967. – С. 132.

29. Ливке Т.Н. и др. // Врачебное дело. – 1962. – № 2. – С. 96–98.

30. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (сн. 245–71). Приложение 4. Изд. официальное. – М.: Стройиздат. – 1972. – С. 96.

31. Аигика Е.П. Определение кротонового альдегида ацетальдегида в воздухе методом осциллографической полярографии // Гигиена и санитария. – 1968. – № 4. – С. 42–46.

32. Клочковский С.П., Носков В.В., Кирьянова Л.А. и др. Фотометрическое определение акролеина и кротонового альдегида в воздухе // Гигиена и санитария. – 1977. – № 10. – С. 55–57.

33. Дмитриев М.Т., Карташева А.В. Газохроматографическое определение альдегидов в атмосферном воздухе // Гигиена и санитария. – 1988. – № 12. – С. 40–42.

34. Заугольников С.Д., Коганов М.М., Лойт А.О., Ставчанский И.И. Экспрессные методы определения токсичности и опасности химических веществ. – М.: Медицина. – 1978. – С. 184.

35. Прозоровский В.Д., Прозоровская М.М., Демченко В.М. Экспресс-метод определения средней эффективной дозы и ее ошибки // Фарм. и токсикол. – 1978. – № 4 – С. 497.

Таблица 1

Показатели	Тип одоранта				
	А	Е	І	Р	СПМ*
Компонентный состав, мас. %					
этилмеркаптан	99	–	–	–	30,9
трет-бутилмеркаптан	–	75	65	10	0,5
изо-пропилмеркаптан	–	16	29	80	43,1
н-пропиленмеркаптан	–	8	4	10	10,4
другие меркаптаны	Следы	1	2	–	11,9
Всего меркаптанов	99	100	100	100	96,8
Пределы выкипания, °С:					
н.к.	34	55	54	52	35
90%	36	65	84	58	130
к.к.	36	72	78	68	7
Температура замерзания, °С	–38	–40	–40	–40	?
Температура вспышки в открытом тигле, °С	49	18	18	18	?
Упругость паров при 38°C, мПа	0,112	0,048	0,047	0,050	0,81–0,84**
Рекомендуемая норма одоризации, мг/м ³					
газа					
мин	16	5	5	5	16
макс	–	16	16	16	–

* ТУ 51-81-82 [10];

** При 20°C.

Таблица 2

Сравнительная характеристика этилмеркаптана и тетрагидротиофена [8]

Свойства	Этилмеркаптан	Тетрагидротиофен
Формула	C_2H_5H	C_4H_8
Физическая характеристика	Прозрачная бесцветная жидкость (допускается оттенок)	Бесцветная жидкость
Характер запаха	Скунсоподобный (может напомнить запах гнилой капусты)	Напоминает запах коксового газа
Молекулярная масса (а.в.)	62	88
Содержание серы, мас. %	51,4	36,4
Температура кипения при атм. давлении, °C	37	121
Относительная плотность	0,83	1,00
Упругость паров, мм рт. ст. при:		
10°C	291	8,5
20°C	440	14,5
Температура замерзания, °C	-38	-96
Кинематическая вязкость при 20°C, см/сек	—	1,042

Таблица 3

Характеристика	Показатель
Формула	C_4H_6O
Физическая характеристика	Прозрачная бесцветная жидкость с резким запахом
Молекулярная масса, а.е.	70,09
Температура кипения при атм. давлении, °C	102,2
Плотность	0,859
Температура плавления, °C	69-74

Таблица 4

Температура тела мышей при действии различных концентраций кротонового альдегида

№ животных	Масса тела, г	Концентрация яда, мг/л	Температура тела, °C		
			Исходная величина	После отравлен. *	Изменение температуры
1	21	2,9	38,4	29	-9,6
2	24		37,4	31	-6,4
3	24	7,94	38	29	-9
4	22		38,4	Гибель в камере	—

Продолжение табл. 4

№ животных	Масса тела, г	Концентрация яда, мг/л	Температура тела, °С		
			Исходная величина	После отравлен.*	Изменение температуры
5	23	10,0	35,8	29,6	- 6,2
6	24		36,8	30	- 6,8
7	22	12,6	36,6	Гибель в камере	-
8	22		37,4	Гибель в камере	-

* Повторное измерение температуры тела проводилось через 10 мин и после окончания заправки.

Таблица 5

№ п/п	Масса	Концентрация яда, мг/л	Масса легких	Процент к норме
1	21	3,0	1,38	197,1
2	24	3,0	1,25	178,5
3	21	7,9	1,28	182,8
4	22	7,9	1,43	202,8
5	23	10,0	1,45	207,1
6	24	10,0	1,36	194,2
7	22	12,6	1,20	171,4
8	21	12,6	1,52	217,1

Примечание. Экспозиция 30 мин.

Таблица 6

Летальность белых мышей при действии различных концентраций кротонового альдегида.
Экспозиция 30 мин

№ п/п	Масса тела, г	Концентрация, мг/л	Гибель (+)	Примечания
1	21	3,0	-	Эвтаназия
2	24	3,0	-	Эвтаназия
3	21	7,9	+	Эвтаназия
4	22	7,9	+	Гибель 12 часов
5	23	10,0	+	Гибель 12 часов
6	24	10,0	+	Гибель 25 мин в камере
7	22	12,6	+	Гибель 22 мин в камере
8	21	12,6	+	Гибель 24 мин в камере

Упорядник	Техред Є.Копча	Коректор О. Обручар
Замовлення 4259	Тираж	Підписне
	Державне патентне відомство України, 254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8	
Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101		

