

РАЗРАБОТКА ОБУВ И КЛАССА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ ДЛЯ 1,3,5-ТРИМЕТИЛБЕНЗОЛА И ПРОПИЛБЕНЗОЛА

Козлова Л.И., Чеботарев П.А.

ГУ “Республиканский научно-практический центр гигиены”, Минск

Наряду с оксидами серы, азота, углерода и взвешенными веществами, углеводороды постоянно присутствуют в атмосферном воздухе населенных мест РБ, как и в большинстве развитых стран мира. Они занимают второе место после углерод оксида и составляют около 17% от общего валового выброса всех веществ.

Проведенными исследованиями [1, 2] установлено, что в атмосферном воздухе индустриально-развитых городов РБ постоянно присутствуют все классы углеводородов, входящие в состав нефти и нефтепродуктов: алканы, ароматические углеводороды, нафтены, алкены. Концентрации этих веществ иногда достигают величин, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья населения [3, 4, 5].

Благодаря своим биологическим свойствам, политропному характеру действия, величинам токсикометрических параметров, удельному весу концентраций в долях от ПДК, частоте и уровню превышения ПДК наибольшее гигиеническое значение и потенциальную опасность негативного влияния на здоровье населения из всех вышеперечисленных классов углеводородов имеют ароматические углеводороды.

Однако до настоящего времени не для всех из них разработаны гигиенические регламенты содержания в атмосферном воздухе населенных мест. К таким веществам относятся 1,3,5-триметилбензол и пропилбензол, нашедшие широкое применение во многих отраслях промышленности. В связи с вышеизложенным, обоснование ОБУВ и класса опасности этих веществ в атмосферном воздухе населенных мест имеет немаловажное значение.

1,3,5-триметилбензол (мезитилен) относится к ароматическим углеводородам, производным бензола и представляет собой бесцветную прозрачную жидкость.

Эмпирическая формула: C_9H_{12} , молекулярная масса: 120,2; температура кипения – 163,7 °С при 760 мм рт.ст; давление пара – 0,0586 кПа при 0 °С; плотность – 0,8652 г/см³ при 20 °С; растворимость – хорошо растворим в бензоле, этаноле, диэтиловом эфире; агрегатное состояние в атмосферном воздухе – пары.

Как и все ароматические углеводороды – гомологи бензола, мезитилен обладает наркотическим эффектом, оказывает угнетающее действие на ЦНС и раздражает верхние дыхательные пути. Высокие дозы и

концентрации вызывают поражение печени. При действии в условиях хронической ингаляционной затравки у животных наблюдалось угнетение функционального состояния ЦНС, дистрофические изменения внутренних органов, гемодинамические нарушения, снижение каталазного индекса, лейко- и тромбоцитопения. У работающих в контакте с триметилбензолами отмечалось состояние напряжения, возбуждение, астматические бронхиты. В крови – изменения типа гипохромной анемии, изменения свертываемости.

Токсикометрические параметры мезитилена: CL_{50} крысы – 24000 мг/м³; LD_{50} крысы – 5000 мг/кг; порог острого действия – 203 мг/м³; порог хронического действия – 2 мг/м³; зона хронического действия – 101,5; зона биологического действия – 12 000; ПДК_{рз} – 10 мг/м³.

При обосновании величин ОБУВ и класса опасности мезитилена руководствовались “Методическими указаниями по установлению ОБУВ и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест”.

Для установления класса опасности использовалась таблица 1.4 вышеприведенных методических указаний. Значения токсикометрических параметров и классы опасности соответствующие им приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Величины показателей токсичности и опасности мезитилена и классов опасности, установленные в соответствии с ними

Токсикометрический показатель	Значения токсикометрических показателей	Классы опасности
CL_{50}	24000 мг/м ³	3
LD_{50}	5000 мг/кг	3
Порог острого действия	203 мг/м ³	3
Порог хронического действия	2 мг/м ³	2
Зона хронического действия	101,5	2
Зона биологического действия	12000	2

Как видно из таблицы 1, в соответствии со значениями токсикометрических параметров, характеризующих острое действие мезитилена, он относится к 3-му классу опасности, а по параметрам хронического действия ко второму.

Учитывая приоритетность параметров хронического действия при установлении гигиенических регламентов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест, где они регистрируются в низких концентрациях, данное вещество следует отнести ко второму классу опасности.

Расчет величин ОБУВ мезитилена по следующим формулам методических указаний:

$$\text{Lg ОБУВ} = -1,88 + 0,02 \text{ CL}_{50} \text{ (мг/л)} \quad \text{Lg ОБУВ} = -1,88 + 0,02 \cdot 24 \text{ (мг/л)} \quad (17)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,039 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Lg ОБУВ} = -1,99 + 0,1 \text{ ПДК}_{\text{рз}} \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad \text{Lg ОБУВ} = -1,99 + 0,1 \cdot 10 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (42)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Lg ОБУВ} = -1,6 + 0,58 \text{ Lg CL}_{50} \text{ (мг/л)} \quad \text{Lg ОБУВ} = -1,6 + 0,58 \text{ Lg} \cdot 24 \text{ (мг/л)} \quad (46)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,015 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Lg ОБУВ} = -1,77 + 0,62 \text{ Lg ПДК}_{\text{рз}} \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad \text{Lg ОБУВ} = -1,77 + 0,62 \text{ Lg} \cdot 10 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (48)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,07 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ОБУВ} = (0,11 + 0,0654 \sqrt{\text{ПДК}_{\text{рз}}})^2 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad \text{ОБУВ} = (0,11 + 0,0654 \cdot \sqrt{10})^2 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (50)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,096 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Lg ОБУВ} = -8 \text{ Lg M.м.} + 14,75 + \text{K} \quad \text{Lg ОБУВ} = -8 \text{ Lg } 120,2 + 14,75 + 0 \quad (51)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,015 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Lg ОБУВ} = -5,6 \text{ Lg T}_{\text{кип}} + 11,2 + \text{K} \quad \text{Lg ОБУВ} = -5,6 \text{ Lg } 163 + 11,2 + 0 \quad (52)$$

$$\text{ОБУВ}_{\text{С.С.АТ.В.}} = 0,065 \text{ мг/м}^3$$

Как видно из представленных расчетов, величины ОБУВ мезитилена колебались от 0,01 мг/м³ до 0,096 мг/м³. Следует отметить, что для ближайшего соседа по гомологическому ряду – 1,2,4-триметилбензола (псевдокумола) установлена среднесуточная ПДК равная 0,015 мг/м³. Исходя из вышеизложенного, рекомендуется установить для мезитилена ОБУВ равный 0,02 мг/м³ и второй класс опасности.

Пропилбензол относится к ароматическим углеводородам, производное бензола – бесцветная жидкость со специфическим запахом.

Физико-химические свойства пропилбензола: эмпирическая формула: C₉H₁₂; молекулярная масса – 120,2; температура кипения 159,2 С; плотность – 0,862 г/см при 20 С; давление паров – 0,0466 кПа при -6,8 С; растворимость – растворим в бензоле, лигроине, этаноле. Пропилбензол присутствует в атмосферном воздухе в виде паров.

Установлено, что биологическое действие пропилбензола аналогично действию других производных бензола, в том числе и изопропилбензола (кумола); в высоких концентрациях и дозах поражает главным образом ЦНС, вызывая наркотический эффект-сонливость, вялость, ступор, состояние наркоза, тремор, судороги, кому; смерть наступает от паралича дыхательного центра и остановки дыхания. В условиях хронической интоксикации оказывает политропное действие, поражая печень, почки, селезенку – вызывая явления белковой дистрофии в этих органах. Среднесмертельная доза для крыс составляет 500 мг/кг, для мышей –

5200 мг/кг. При обосновании ОБУВ пропилбензола в связи с близостью токсических и физико-химических свойств используются токсикометрические параметры изопропилбензола (кумола).

Токсикометрические параметры для расчета ОБУВ и обоснования класса опасности:

CL 50 мыши – 24700 мг/м³; CL 50 крысы – 39000 мг/м³;
DL 50 2,9 г/кг; ПДК в воздухе рабочей зоны 50 мг/м³

Для изопропилбензола установлены максимальная разовая и среднесуточная ПДК в атмосферном воздухе населенных мест, равные 0,014 мг/м³.

На основании токсикометрических параметров в соответствии с [6] по табл.1.4 для данного соединения устанавливается класс опасности. Для определения класса опасности использовались таблицы 1, 4 вышеуказанных Методических указаний.

Токсикометрические параметры и количественные критерии веществ наиболее близких по классу опасности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Величины показателей токсичности изопропилбензола и количественные критерии веществ 3 класса опасности

Показатели токсикометрии	Количественные значения для изопропилбензола	Количественные значения для веществ 3 кл.опасности
CL 50 мыши	24700 мг/м ³	5001-50000 мг/м ³
CL 50 крысы	39000 мг/м ³	5001-50000 мг/м ³
DL 50	2900 мг/м ³	151- 5000 мг/кг
ПДК в воздухе рабочей зоны	50 мг/м ³	более 10 мг/м ³

Токсикометрические параметры, представленные в таблице, позволяют отнести данное соединение к веществам 3-го класса опасности.

Расчет величин ОБУВ пропилбензола по следующим формулам методических указаний:

$$\lg \text{ОБУВ} = -1,88 + 0,02 \text{ CL } 50 \text{ (мг/л)}, \quad \lg \text{ОБУВ} = -1,88 + 0,02 \cdot 24,7 \text{ (мг/л)} \quad (17)$$

$$\text{ОБУВ с.с. ат.в.} = 0,041 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ОБУВ} = 0,0218 + 0,00772 \text{ ПДК}_{\text{р.з.}} \text{ (мг/м}^3\text{)}, \quad \text{ОБУВ} = 0,0218 + 0,00772 \cdot 50 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (44)$$

$$\text{ОБУВ с.с. ат.в.} = 0,38 \text{ мг/м}^3$$

$$\lg \text{ОБУВ} = 0,58 \lg \text{ CL } 50 \text{ (мг/л)} - 1,6 \quad \lg \text{ОБУВ} = 0,58 \lg 24,7 - 1,6 \quad (46)$$

$$\text{ОБУВ с.с. ат.в.} = -0,016 \text{ мг/м}^3$$

$$\lg \text{ОБУВ} = -1,77 + 0,62 \lg \text{ ПДК р.з. (мг/м}^3\text{)}, \quad \lg \text{ОБУВ} = -1,77 + 0,62 \lg 50 \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (49)$$

$$\text{ОБУВ с.с. ат.в.} = 0,020 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ОБУВ} = (0,110 + 0,0654 \text{ ПДК р.з. (мг/м}^3\text{)}) \quad \text{ОБУВ} = (0,110 + 0,0654 \cdot 7,07) \quad (50)$$

$$\text{ОБУВ с.с. ат.в.} = 0,32 \text{ мг/м}^3$$

Из расчетов видно, что величина ОБУВ пропиленбензола колеблется в зависимости от используемых токсикометрических параметров от 0,016 до 0,38 мг/м³. В трех случаях из 5 она превышала 0,05 мг/м³. Как ранее указывалось, для атмосферного воздуха населенных мест установлена максимальная разовая и среднесуточная ПДК на уровне 0,014 мг/м³. Учитывая вышеизложенное, установлен ОБУВ пропиленбензола на уровне 0,02 мг/м³ и 3-й класс опасности.

Таким образом, научное обоснование ОБУВ и класса опасности углеводородов, в частности, ароматических (1,3,5-триметилбензола, пропиленбензола) в атмосферном воздухе населенных мест имеет большое практическое значение для людей, работающих с этими веществами, для оценки степени загрязнения атмосферы при решении вопросов предупредительного надзора; для обоснования требований к разработке оздоровительных мероприятий по охране атмосферного воздуха проектируемых, реконструируемых и опытных малотоннажных производств.

Литература

1. Чеботарев П.А. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха углеводородами // Предпатология : проблемы и решения. – Мн., 2000. – С. 94-106.
2. Чеботарев П.А. Методические аспекты гигиенического регламентирования атмосферных загрязнений при реализации задач социально-гигиенического мониторинга // Предпатология: проблемы и решения. – Мн., 2000. – С. 587-595.
3. Чеботарев П.А. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения углеводородами нефтяного генеза и оценка риска их влияния на состояние здоровья населения // Монография. – Барановичи, 2005.
4. Чеботарев П.А., Апрасюхина Н.И., Яскевич В.В., Козлова Л.И., Парчинская Т.В., Гриценко Т.Е. Оценка динамики состояния здоровья населения в условиях реально изменившегося уровня загрязнения атмосферного воздуха // Социально-гигиенический мониторинг: региональные особенности, управленческие решения: Матер. Пленума Межведомственного науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации (Москва, 18-19 декабря 2003 г.). – М., 2003. – С.442-445.
5. Чеботарев П.А., Апрасюхина Н.И., Яскевич В.В., Козлова Л.И., Парчинская Т.В. Характеристика демографических процессов в г. Новополоцке // Матер. Пленума Межвед. науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ / Под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. – М., РАМН, 2002.- С.272-275.
6. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест – Мн.: 1997. – С 5-23.