

фікуючих препаратів, вживаних на транспортних засобах, дані рекомендації по їх використанню.

Для порівняння проводилися дослідження по показниках бактерійного забруднення в окремих об'єктах лікувально-профілактичних установ.

Проведені нами попередні дослідження бактерійного стану як об'єктів транспорту, так і лікувально-профілактичних установ, свідчать про необхідність розробки відповідних нормативно-методичних документів для органів санепіднагляду і запровадження їх в практику.

Summary

BIOLOGICAL CONTAMINATION OF TRANSPORT OBJECTS AND MEDICAL-PREVENTIVE INSTITUTIONS

Voitenko A. M., Sidenko I.P., Kuznetsov A.V., Ponomarenko A. N., Volochanskaya n. M., Tulina I.V.

According to WHO data and taking into account sanitary – and - epidemiological situation both in our country and abroad, as well as notions of some authors there is the real danger of bringing in and distribution of

disease-producing germs and carries of infectious and parasitogenic diseases mainly due to the activity of different types of transport - aviation, water, railway, et al. The Authors have developed complex program of the researches taking into account the features of every type of transport. Selective researches of presence of microflora of colibacillus and egg of intestinal helminthes have been conducted as well. They have found bacterial contamination with colibacillus of internal surfaces of transport means in the range from 30,0% to 18,0%, that testifies to insufficiency of disinfection. Efficiency of different disinfectant preparations applied on transport has been studied, recommendations on their use are given. For comparison the researches on the indexes of bacterial contamination in the separate medicinal establishments have been conducted. Preliminary researches of bacterial state of both transport means and medicinal establishments testify to the necessity of design of the proper normative-methodical documents for the organs of sanitary supervision and their introduction in practice.

УДК 614.1:313

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Дмитриев А.В., Захаров А.П., Дорохина М.А.

Санкт-Петербургская государственная медицинская академия И.И. Мечникова

Впервые поступила в редакцию 23.03.2007 г. Рекомендована к печати на заседании ученого совета НИИ медицины транспорта (протокол № 3 от 29.05.2007 г.).

Введение

Количество аварий при транспорте нефти и нефтепродуктов непрерывно возрастает, что представляет риск для здоровья работников транспортной системы и состояния прилегающей окружающей среды. Несмотря на природное происхождение, ряд компонентов нефтепродуктов (арены, гетероциклические и металлорганические соединения и др.) обладают вы-

сокой токсичностью, не имеют гигиенических нормативов из-за трудностей их индивидуального выделения, в окружающей среде трансформируются в лабильные полярные соединения с высокой поверхностной активностью, которые могут поступать в организм работников транспорта с производственной воздушной средой, питьевой водой и перкутаным путем. Эти соединения оказывают воздействие от непосред-

редственно токсического до слабого биологического, изменяя при этом состояние иммунной, репродуктивной системы и других систем, вызывая рост инфекционных, наследственных, онкологических, иммунодефицитных и других заболеваний. В настоящее время гигиеническая характеристика многокомпонентных смесей пестицидов при получении, транспорте и применении осуществляется методами высокоэффективной жидкостной и тонкослойной хроматографии по алгоритму, разработанному под руководством В.Д. Чмиля в Украинском НИИ экогигиены и токсикологии химических веществ им. Л.И. Медведя [1]. Однако научно-методическое обеспечение системы государственного санитарно-эпидемиологического контроля состояния воздушной, водной среды и почвы при транспорте нефти до предприятий нефтеперерабатывающего комплекса и нефтепродуктов до потребителя сталкивается со значительными проблемами. Полная гигиеническая диагностика состояния производственной и окружающей среды методом хромато-масс-спектрометрии экономически нецелесообразна для нефтепродуктов вследствие высокой стоимости оборудования и комплекта стандартных образцов, необходимых для получения полного банка масс-спектрометрических данных компонентов нефти и продуктов их трансформации, возможное количество которых возрастает с увеличением времени пребывания в окружающей среде и организме. Целью нашей работы являлась разработка экспресс-метода оценки опасности многокомпонентной смеси нефтепродуктов различного химического состава и токсичности для работников автомобильного, железнодорожного, морского или трубопроводного транспорта.

Объекты.

Для разработки алгоритма определения в производственной и окружающей среде и экспресс-регламентирования нефтепродуктов, а также установления допустимых уровней их воздействия объектами исследования выбраны углеводороды нефтяного генеза и продукты их трансформа-

ции при транспорте и производственных авариях.

Методы санитарно-гигиенических исследований

Для оценки степени опасности нефтепродуктов при их транспорте использовали метод обращенной газовой хроматографии, разработанный нами в 1981 г. для идентификации, количественного определения в воздухе рабочей зоны и атмосферы нефтепродуктов [2], метод экспресс-прогнозирования степени токсичности нефти и нефтепродуктов методом математического моделирования и «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация труда» Р 2.2.2006-05. Определение хроматографических параметров неспецифической токсичности (НТ) осуществляли на газовом хроматографе ЛХМ-8МД (5-я модель) с детекторами неразрушающего контроля по теплопроводности или пламенно-ионизационным [3]. Газ-носитель – гелий с содержанием основного вещества 99,95%, объемную скорость которого определяли при помощи реометра. В эксперименте использовали стальные колонки размером 1 м*3 мм. Каждое значение хроматографического параметра НТ определяли как среднее из 5 опытов, при этом относительное среднее квадратичное отклонение не превышало 0,3%.

Результаты и их обсуждение.

Для установления взаимосвязи острой токсичности многокомпонентной смеси нефтепродуктов и хроматографических параметров неспецифической токсичности все углеводороды нефтепродуктов были разделены на 4 класса: алканы, циклоалканы, алкены и другие непредельные углеводороды, арены, которые в наибольшей степени присутствуют в воздушной среде транспортных средств, независимо от их типа. Для жидких насыщенных углеводородов (бутан-декан, ингаляция в течение 2 час. мыши) зависимость острой токсичности от числа С-Н связей описывается уравнением

$$- \lg LK50 = 0.0705 n - 3.302$$

с коэффициентом корреляции r , равным 0.89; в тоже время хроматографический параметр неспецифической токсичности, представляющий логарифм отношения удельных объемов удерживания бензола к гексану, характеризовался однопараметрическим уравнением: $X_{ПТ} = 0,0131n - 0,193$ с коэффициентом корреляции $r = 0.975$; Таким образом, в результате анализа пробы воздушной среды после выделения алканов и определения для них значения $X_{ПТ}$, можно рассчитать количество С-Н связей в гипотетическом углеводороде насыщенного характера, и также острую токсичность. Для фракции алканов транспортируемого нефтепродукта можно определить экспресс-гигиеническую характеристику ОБУВ по уравнению ($\lg \text{ОБУВ} = 0.482 \lg \text{ЛК50} + 0.22$) с учетом не только резорбтивного и рефлекторного, но и наркотического эффекта ($\lg \text{ОБУВ} = 0.33 \lg \text{НК50} + 0.60$), что особенно важно для предотвращения аварий на транспорте [4]. Так, средняя концентрация алканов на автотранспорте при перевозке зимнего бензина (ГОСТ Р 51105-97) составила 193 ± 10 мг/м³. Для алканов дизельных топлив С10-30 зависимость острой токсичности от $X_{ПТ}$ превосходно описывается уравнением - $\lg \text{ЛК50} = -34,33 X_{ПТ} - 0,774$; средняя концентрация алканов на автотранспорте при перевозке зимнего дизельного топлива (ГОСТ 305-82) составила 2.37 ± 1.4 мг/м³. Для циклопентана, циклогексана и их гомологов (ингаляция в течение 2 час., мыши) зависимость острой токсичности от числа С-Н - связей описывается уравнением - $\lg \text{ЛК50} = 0,1113n - 3,179$ с коэффициентами корреляции, близкими к 1; в тоже время хроматографический параметр неспецифической токсичности, характеризовался однопараметрическим уравнением: $X_{ПТ} = 0,0079n$; с коэффициентом корреляции $r = 0.67$. Алгоритм определения острой токсичности смеси нафтенов такой же, как и для алканов. Для фракции нафтенов можно определить экспресс-гигиеническую характеристику ОБУВ по уравнению ($\lg \text{ОБУВ} = 0.482 \lg \text{ЛК50} - 0,78$), а наркотический эффект выражен у циклоалканов сильнее,

чем для алканов и характеризуется уравнением $\lg \text{ОБУВ} = 0.33 \lg \text{НК50} - 0.40$; Средняя концентрация нафтенов на автотранспорте при перевозке технологического бензина (ТУ 38.301-41-167-2002) составила $0,87 \pm 0,13$ мг/м³.

Наибольшее гигиеническое значение при перевозке нефтепродуктов имеют ароматические углеводороды, так как они легко подвергаются в организме метаболизму и нарушают нормальное течение убинонового цикла. Для моноциклических аренов (гомологический ряд бензена и их изомеров, ингаляция в течение 2 час., мыши) зависимость острой токсичности от числа С-Н связей в алкильном заместителе описывается уравнением - $\lg \text{ЛК50} = -0.034n - 1.379$ с коэффициентом корреляции r , близким к 1; в тоже время уравнение зависимости той же величины от $X_{ПТ}$ имело вид $\lg \text{ЛК50} = 4.0076 X_{ПТ} - 3,411$ с коэффициентом корреляции 0.975, что позволяет достоверно оценивать токсичность аренов по данным хроматографического эксперимента. Средняя концентрация аренов на автотранспорте при перевозке автомобильного бензина (ГОСТ 2084-77) составила 12.8 ± 1.8 мг/м³, а при транспорте дизельного топлива марки Л-02-62 составила $1.17 \pm 0,20$ мг/м³. Для высокипящих нефтепродуктов наиболее характерно высокое содержание полициклических ароматических углеводородов (нафталина, его алкилпроизводных и изомеров, антрацена, фенантрена, пирена и их гетероциклических аналогов). Для полициклических аренов (гомологический ряд нафталина и его гомологов, внутрижелудочно, крысы) зависимость острой токсичности от числа С-Н связей в алкильном заместителе описывается уравнением - $\lg \text{ЛД50} = -0.0804n - 3.070$; в тоже время уравнение зависимости $X_{ПТ}$ имело вид $X_{ПТ} = -0.0155n + 0.6143$ с коэффициентами корреляции r , близкими к 1. Это позволяет достоверно оценивать острую токсичность нафталина, его гомологов и их изомеров по данным хроматографического эксперимента. Для ПАУ с различным количеством циклов нами определена зависимость острой токсичности от

ХПНТ, которая имеет вид $-\lg \text{ЛД}_{50} = -1,235\text{ХПТ} - 2,316$; Средняя концентрация ПАУ при транспорте летнего дизельного топлива марки Л-02-40 составила $0,17 \pm 0,03$ мг/м³.

Значительную трудность представляет экспресс-нормирование нефтепродуктов, содержащих непредельные соединения, связанное с их лабильностью в организме до карбонильных соединений: алкены-1 трансформируются до высокотоксичного эндогенного метанала и гомологов, алкины-1 – до метановой кислоты, непредельные соединения с кратной связью в середине углеродной цепи превращаются в более устойчивые кетоны, сложные эфиры, амиды. Для жидких алкенов (бут-1-ен - додец-1-ен, ингаляция в течение 2 час., мыши) зависимость острой токсичности от числа С-Н связей описывается уравнением $-\lg \text{ЛК}_{50} = 0,1851 n - 4,0493$; в тоже время эта зависимость для 1,3- диенов имеет вид $-\lg \text{ЛК}_{50} = 0,389 n - 4,765$; для гомологов циклогексена - $-\lg \text{ЛК}_{50} = 0,0269 n - 1,653$; с коэффициентами корреляции r , близкими к 1. Хроматографический параметр неспецифической токсичности продуктов пробоподготовки фракции алкенов характеризовался уравнением: $\text{ХПТ} = -0,1493 n + 2,1179$ с коэффициентом корреляции $r=0,97$; Таким образом, в результате анализа пробы воздушной среды после выделения алкенов и определения для аналитических форм значения ХПТ, рассчитывают количество С-Н связей в гипотетическом углеводороде ненасыщенного характера, а также острую токсичность. Для фракции алкенов транспортируемого нефтепродукта экспресс-гигиеническую характеристику ОБУВ можно определить по трехпараметрическим зависимостям, учитывающим пороги токсического, рефлекторного и наркотического эффектов [5]. Такие непредельные углеводороды, как алкены, алкины, алкадиены и алкенины необходимо определять при перевозке смол пиролиза, термического крекинга, коксования и полукоксования, изомеризатов, олигомеров или алкилатов. Средняя концентрация алкенов при транспорте нестабильного бензина с массовой долей олефиновых

углеводородов 3,9 % (ТУ 38.301.04-52-96) составила $0,27 \pm 0,05$ мг/м³.

Выводы.

Санитарно-гигиенический контроль загрязнения производственной среды на транспорте необходимо осуществлять комбинированной методикой, включающей измерение суммарной концентрации вредных веществ определенного химического строения и ускоренное гигиеническое нормирование смеси компонентов нефтепродуктов на основе метода обращенной газовой хроматографии. Оценка опасности многокомпонентной смеси нефтепродуктов различного химического состава и токсичности для работников автомобильного, железнодорожного, морского или трубопроводного транспорта показала, что наибольший риск заболеваемости вызывает загрязнение низкомолекулярными аренами, вызывающими заболевания органов дыхания, полициклическими ароматическими углеводородами (онкологические заболевания) и непредельными углеводородами, трансформация которых в организме приводит к образованию токсичных альдегидов, эндогенных карбонильных соединений, являющихся причиной возникновения заболеваний периферической нервной и сердечно-сосудистой систем. Одновременная оценка степени загрязнения нефтепродуктами производственной среды и экспресс-регламентирование многокомпонентной смеси послужат основанием для разработки профилактических мероприятий, направленных на предупреждение их негативного влияния на здоровье работников транспортной сферы.

Литература

1. Чмиль В.Д. // Гигиена и санитария.- 1993.-№ 8.-С. 57
2. Захаров А.П. и др.// Методы анализа органических соединений (промышленных токсикантов) в воздухе и почве: сб. трудов.-Обнинск:изд-во ИЭМ, 1982.- С.41-42
3. Дмитриев А.В., Козодой В.М., Захаров А.П./ Здоровье и химическая безопасность на пороге 21 века: Мат. Межд.

Симпозиума.-СПб:СПБМАПО,2000.- С.112-114

4. Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы/ П.А. Чеботарев и др..- Минск,2001.-164с.
5. Семенова В.В., Фигуровский А.П., Захаров А.П. и др.// Медицина труда и пром. экология .-№4.-2000.-С.42-45

Резюме

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ
ТРАНСПОРТУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ
СУМІШЕЙ НАФТОПРОДУКТІВД А.В.,
ЗАХАРОВ А.П., ДОРОХИНА М.А.

*Дмитрієв А.В., Захаров А.П.,
Дорохіина М.А.*

Розроблений метод прискореної оцінки небезпеки багатокомпонентної суміші нафтопродуктів різного хімічного складу і токсичності для працівників автомобільного, залізничного, морського або трубопровідного транспорту. Об'єктами досліджень була якість нафтопродуктів і безпека компонентів нафтового генезу при масообміні з виробничим середовищем і трансформації в навколишньому середовищі при аваріях на транспорті. Як основні методи досліджень були вибрані обернута газова хроматографія, експрес-токсикологічні технології і математичне моделювання. В результаті роботи дана якісна і кількісна характеристика ступеню забруднення виробничого середовища на транспорті при перевезенні нафтопродуктів різного хімічного складу. Розроблені методи прискореної санітарно-епідеміологічної регламентації різних класів компонентів нафтопродуктів і обґрунтовані гігієнічні критерії виробничого середовища працівників транспорту. В роботі вперше встановлено, що виробниче середовище на транспорті забруднено широким спектром токсикантів з різною реакційною здатністю і дані кореляційні рівняння, що зв'язують хроматографічні параметри неспецифічної токсичності різних гомологічних рядів нафтопродуктів і параметри

експрес-гігієнічного нормування. Результати роботи можуть бути використані при проведенні соціально-гігієнічного моніторингу центрами гігієни і епідеміології і ате-стації робочих місць для виробничого контролю на транспорті.

Summary

TRANSPORT OF MULTICOMPONENT
MIXTURES OF OIL PRODUCTS –
DANGEROUS AND THEIR ESTIMATION

*Dmitriyev A.B., Zakharov A.P.,
Dorokhina M.A.*

An express method of multicomponent oil products mixture danger estimation has been developed, as the products are of different chemical composition and toxicity its necessary to be able to estimate their influence on the workers of automobile, railway, marine or pipeline transport. The object of investigation was the oil products quality, safety of oil components at mass exchange with industrial media and their transformation in the surrounding at transport disasters. Exchanged gas chromatography was the main method of investigation used together with express-toxicological technologies and mathematical modeling. The work resulted in quantitative and qualitative characteristics of transport industrial media contamination at transportation of oil products of different chemical content. The methods of sanitary-and-epidemiological regulation of oil products different components are presented; hygienic criteria of transport industrial media are developed also. They have shown that transport industrial media is contaminated with a great range of toxicants with different reactivity, correlative equation connecting chromatographic non-specific toxicity of different oil products an indexes of express hygienic regulation are presented. The results of the work under discussion may be used at social-hygienic monitoring by centers of hygiene and epidemiology as well as attestation of the working places for industrial control on transport.